



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0008443
(43) 공개일자 2022년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) C07F 15/00 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/0087 (2013.01)
C07F 15/0086 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0086449
(22) 출원일자 2020년07월13일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
한정훈
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
권순기
경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5, 101동 110
3호(가좌동, 가좌제일풍경채)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 발광 소자, 이를 포함한 전자 장치 및 유기금속 화합물

(57) 요약

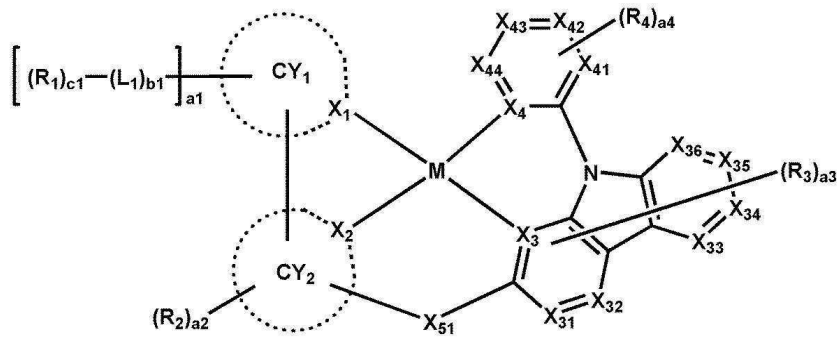
하기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함한 발광 소자, 상기 발광 소자를 포함한 전자 장치 및 하기 화학
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

<u>10</u>
150
130
110

식 1로 표시된 유기금속 화합물이 제공된다:

<화학식 1>



상기 화학식 1에 대한 상세한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

(52) CPC특허분류

H01L 51/5012 (2013.01)

(72) 발명자

김윤희

경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5, 101동 1103호(가좌동, 가좌제일풍경채)

고수병

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

이재성

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

성민재

경상남도 진주시 대신로243번길 8, 101동 305호(상대동, 상대홍한아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제1전극;

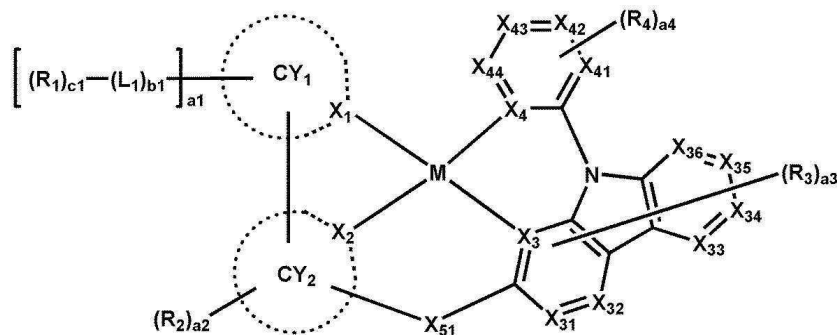
상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및

상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치되고, 발광층을 포함한, 중간층;

을 포함하고,

상기 발광층은, 하기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함한, 발광 소자:

<화학식 1>



상기 화학식 1 중 M은 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 금(Au), 니켈(Ni), 은(Ag) 또는 구리(Cu)이고,

상기 화학식 1 중 X₁ 내지 X₄는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

상기 화학식 1 중 i) X₁과 M 사이의 결합은 배위 결합이고, ii) X₂와 M 사이의 결합, X₃와 M 사이의 결합 및 X₄와 M 사이의 결합 중 1개는 배위 결합이고, 나머지 2개는 공유 결합이고,

상기 화학식 1 중 고리 CY₁은 i) X₁-함유 5원환, ii) 적어도 하나의 6원환이 축합되어 있는, X₁-함유 5원환, 또는 iii) X₁-함유 6원환이고,

상기 화학식 1 중 고리 CY₂는 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1 중 X₃₁ 내지 X₃₆ 및 X₄₁ 내지 X₄₄는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

상기 화학식 1 중 X₅₁은 *-N(R₅)-*', *-B(R₅)-*', *-P(R₅)-*', *-C(R_{5a})(R_{5b})-*', *-Si(R_{5a})(R_{5b})-*', *-Ge(R_{5a})(R_{5b})-*', *-S-*', *-Se-*', *-O-*', *-C(=O)-*', *-S(=O)-*', *-S(=O)₂-*', *-C(R₅)=*', *=C(R₅)-*', *-C(R_{5a})=C(R_{5b})-*', *-C(=S)-*' 또는 *-C≡C-*'이고, 상기 * 및 *'은 각각 이웃한 원자와의 결합 사이트이고,

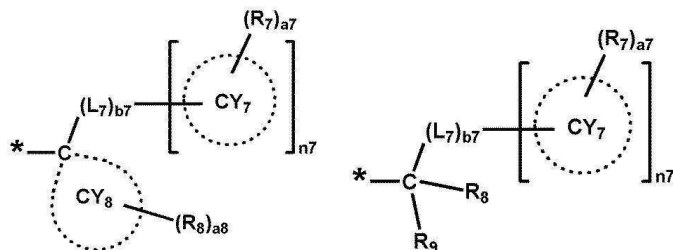
상기 화학식 1 중 L₁은 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1 중 b₁은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

상기 화학식 1 중 R₁ 내지 R₅, R_{5a} 및 R_{5b}은 서로 독립적으로, 하기 화학식 1-1로 표시된 그룹, 하기 화학식 1-2로 표시된 그룹, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 적어도 하나의

R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴옥시기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴티오기, $-C(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-N(Q_1)(Q_2)$, $-B(Q_1)(Q_2)$, $-C(=O)(Q_1)$, $-S(=O)_2(Q_1)$ 또는 $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$ 이고,

<화학식 1-1> <화학식 1-2>



상기 화학식 1 중 $c1$ 은 0 내지 5의 정수 중 하나이고, $a1$ 및 $a4$ 는 서로 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이고, $a2$ 는 0 내지 10의 정수 중 하나이고, $a3$ 는 0 내지 6의 정수 중 하나이되, $a1$ 내지 $a4$ 의 합은 1 이상이고, $a1$ 개의 $*(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹 중 적어도 하나, $a2$ 개의 R_2 중 적어도 하나, $a3$ 개의 R_3 중 적어도 하나, $a4$ 개의 R_4 중 적어도 하나 또는 이의 임의의 조합은 서로 독립적으로, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 L_7 은 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 $b7$ 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY_7 은 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 $n7$ 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

상기 화학식 1-1 중 고리 CY_8 은 비-방향족 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 비-방향족 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 R_7 내지 R_9 에 대한 설명은 각각 상기 R_1 에 대한 설명을 참조하고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 $a7$ 및 $a8$ 은 서로 독립적으로, 0 내지 20의 정수 중 하나이고,

$a1$ 개의 $*(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹 중 2 이상은 선택적으로(optionally) 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

$a2$ 개의 R_2 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

$a3$ 개의 R_3 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

$a4$ 개의 R_4 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

상기 R_1 내지 R_5 , R_{5a} 및 R_{5b} 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

상기 R_{10a}는,

중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₁₁)(Q₁₂)(Q₁₃), -N(Q₁₁)(Q₁₂), -B(Q₁₁)(Q₁₂), -C(=O)(Q₁₁), -S(=O)₂(Q₁₁), -P(=O)(Q₁₁)(Q₁₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₂₁)(Q₂₂)(Q₂₃), -N(Q₂₁)(Q₂₂), -B(Q₂₁)(Q₂₂), -C(=O)(Q₂₁), -S(=O)₂(Q₂₁), -P(=O)(Q₂₁)(Q₂₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, 또는 C₆-C₆₀아릴티오기; 또는

-Si(Q₃₁)(Q₃₂)(Q₃₃), -N(Q₃₁)(Q₃₂), -B(Q₃₁)(Q₃₂), -C(=O)(Q₃₁), -S(=O)₂(Q₃₁), 또는 -P(=O)(Q₃₁)(Q₃₂);

이고,

상기 Q₁ 내지 Q₃, Q₁₁ 내지 Q₁₃, Q₂₁ 내지 Q₂₃ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₃은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C₁-C₆₀알킬기; C₂-C₆₀알케닐기; C₂-C₆₀알키닐기; C₁-C₆₀알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C₁-C₆₀알킬기, C₁-C₆₀알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹;이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 화학식 1의 고리 CY₁ 중 X₁-함유 5원환이 피롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹 또는 티아디아졸 그룹이고,

상기 화학식 1의 고리 CY₁ 중 X₁-함유 5원환에 선택적으로 축합될 수 있는 6원환 또는 X₁-함유 6원환이 벤젠 그룹, 피리딘 그룹 또는 피리미딘 그룹인, 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 화학식 1 중 a₄가 1 내지 4의 정수이고, 상기 a₄개의 R₄ 중 적어도 하나가 서로 독립적으로, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹인, 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY₇이 i) 제1고리, ii) 제2고리, iii) 2 이상의 제1고리가 서로 축합된 축합환, iv) 2 이상의 제2고리가 서로 축합된 축합환, 또는 v) 1 이상의 제1고리와 1 이상의 제2고리가 서로 축합된 축합환이고,

상기 제1고리는, 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헵탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헵텐 그룹, 시클로옥텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 노르보르난(norbornane) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹, 비시클로[2.2.2]옥탄(bicyclo[2.2.2]octane) 그룹 또는 벤젠 그룹이고,

상기 제2고리는, 피롤 그룹, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 실롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹,

옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피리다진 그룹, 피라진 그룹, 트리아진 그룹, 1,2-아자보리닌(1,2-azaborinine) 그룹, 1,3-아자보리닌(1,3-azaborinine) 그룹, 1,4-아자보리닌(1,4-azaborinine) 그룹, 1,2-디하이드로-1,2-아자보리닌(1,2-dihydro-1,2-azaborinine) 그룹, 1,4-oxaborinine(1,4-옥사보리닌) 그룹, 1,4-oxaborinine(1,4-옥사보리닌) 그룹, 1,4-thiaborinine(1,4-티아보리닌) 그룹, 또는 1,4-dihydroborinine(1,4-디하이드로보리닌) 그룹인, 발광 소자.

청구항 5

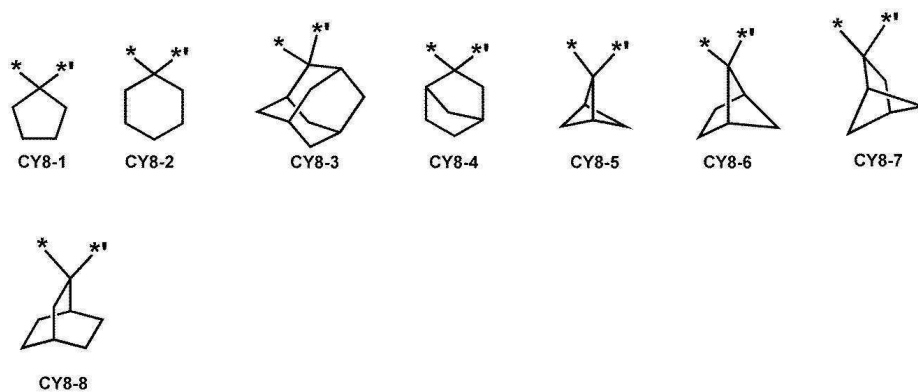
제1항에 있어서,

상기 화학식 1-1 중 고리 CY₈이 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헥텐 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헥텐 그룹, 시클로옥텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 노르보르난(norbornane) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹 또는 비시클로[2.2.2]옥탄(bicyclo[2.2.2]octane) 그룹인, 발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 화학식 1-1 중 고리 CY₈이 하기 화학식 CY8-1 내지 CY8-8 중 하나로 표시된 그룹인, 발광 소자:



상기 화학식 CY8-1 내지 CY8-8 중 *는 화학식 1 중 이웃한 원자와의 결합 사이트이고, *'은 화학식 1-1 중 L₇과의 결합 사이트이다.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1전극이 애노드이고,

상기 제2전극이 캐소드이고,

상기 중간층은 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 배치된 정공 수송 영역 및 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 더 포함하고,

상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층, 전자 저지층 또는 이의 임의의 조합을 포함하고,

상기 전자 수송 영역은, 정공 저지층, 전자 수송층, 전자 주입층 또는 이의 임의의 조합을 포함한다, 발광 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제2전극의 외측에 배치된 제2캡핑층을 더 포함하고, 상기 제2캡핑층은 1.6 이상의 굴절율을 갖는 물질을

포함한, 발광 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 발광층이 410nm 내지 500nm의 최대 발광 파장을 갖는 청색광을 방출하는, 발광 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 발광층이 호스트 및 도펀트를 포함하고,

상기 도펀트가 상기 유기금속 화합물을 포함한, 발광 소자.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 전자 수송 영역이 정공 저지층을 포함하고,

상기 정공 저지층이 포스핀 옥사이드-함유 화합물, 실리콘-함유 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함한, 발광 소자.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항의 발광 소자를 포함한, 전자 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

박막 트랜지스터를 더 포함하고,

상기 박막 트랜지스터는 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하고,

상기 발광 소자의 제1전극이 상기 박막 트랜지스터의 소스 전극 및 드레인 전극 중 적어도 하나와 전기적으로 연결된, 전자 장치.

청구항 14

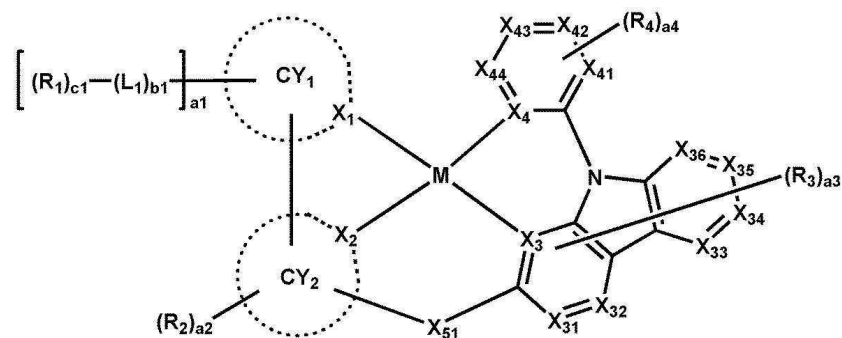
제12항에 있어서,

컬러 필터, 색변환층, 터치스크린층, 편광층, 또는 이의 임의의 조합을 더 포함한, 전자 장치.

청구항 15

하기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물:

<화학식 1>



상기 화학식 1 중 M은 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 금(Au), 니켈(Ni), 은(Ag) 또는 구리(Cu)이고,

상기 화학식 1 중 X_1 내지 X_4 는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

상기 화학식 1 중 i) X_1 과 M 사이의 결합은 배위 결합이고, ii) X_2 와 M 사이의 결합, X_3 와 M 사이의 결합 및 X_4 와 M 사이의 결합 중 1개는 배위 결합이고, 나머지 2개는 공유 결합이고,

상기 화학식 1 중 고리 CY_1 은 i) X_1 -함유 5원환, ii) 적어도 하나의 6원환이 축합되어 있는, X_1 -함유 5원환, 또는 iii) X_1 -함유 6원환이고,

상기 화학식 1 중 고리 CY_2 는 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1 중 X_{31} 내지 X_{36} 및 X_{41} 내지 X_{44} 는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

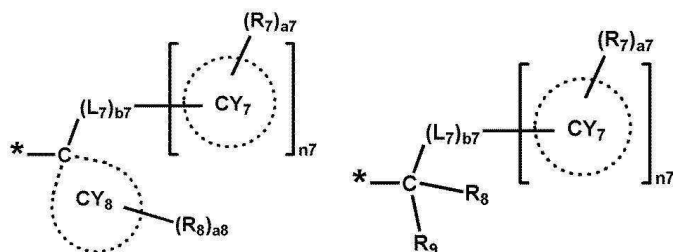
상기 화학식 1 중 X_{51} 은 $^*-N(R_5)-^*$, $^*-B(R_5)-^*$, $^*-P(R_5)-^*$, $^*-C(R_{5a})(R_{5b})-^*$, $^*-Si(R_{5a})(R_{5b})-^*$, $^*-Ge(R_{5a})(R_{5b})-^*$, $^*-S-^*$, $^*-Se-^*$, $^*-O-^*$, $^*-C(=O)-^*$, $^*-S(=O)-^*$, $^*-S(=O)_2-^*$, $^*-C(R_5)=^*$, $^*=C(R_5)-^*$, $^*-C(R_{5a})=C(R_{5b})-^*$, $^*-C(S)-^*$ 또는 $^*-C\equiv C-^*$ 이고, 상기 * 및 *'은 각각 이웃한 원자와의 결합 사이트이고,

상기 화학식 1 중 L_1 은 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1 중 b_1 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

상기 화학식 1 중 R_1 내지 R_5 , R_{5a} 및 R_{5b} 은 서로 독립적으로, 하기 화학식 1-1로 표시된 그룹, 하기 화학식 1-2로 표시된 그룹, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴옥시기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴티오기, $-C(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$, $-N(Q_1)(Q_2)$, $-B(Q_1)(Q_2)$, $-C(=O)(Q_1)$, $-S(=O)_2(Q_1)$ 또는 $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$ 이고,

<화학식 1-1> <화학식 1-2>



상기 화학식 1 중 c_1 은 0 내지 5의 정수 중 하나이고, a_1 및 a_4 는 서로 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이고, a_2 는 0 내지 10의 정수 중 하나이고, a_3 는 0 내지 6의 정수 중 하나이되, a_1 내지 a_4 의 합은 1 이상이고, a_1 개의 $^-(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹 중 적어도 하나, a_2 개의 R_2 중 적어도 하나, a_3 개의 R_3 중 적어도 하나, a_4 개의 R_4 중 적어도 하나 또는 이의 임의의 조합은 서로 독립적으로, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 L_7 은 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 b_7 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY_7 은 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 n_7 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

상기 화학식 1-1 중 고리 CY_8 은 비-방향족 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 비-방향족 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 R_7 내지 R_9 에 대한 설명은 각각 상기 R_1 에 대한 설명을 참조하고,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 a_7 및 a_8 은 서로 독립적으로, 0 내지 20의 정수 중 하나이고,

a_1 개의 $*(L_1)_{b_1}-(R_1)_{c_1}$ 으로 표시된 그룹 중 2 이상은 선택적으로(optionally) 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

a_2 개의 R_2 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

a_3 개의 R_3 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

a_4 개의 R_4 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

상기 R_1 내지 R_5 , R_{5a} 및 R_{5b} 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

상기 R_{10a} 는,

중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60} 아릴옥시기, C_6-C_{60} 아릴티오기, $-\text{Si}(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$, $-\text{N}(Q_{11})(Q_{12})$, $-\text{B}(Q_{11})(Q_{12})$, $-\text{C}(=\text{O})(Q_{11})$, $-\text{S}(=\text{O})_2(Q_{11})$, $-\text{P}(=\text{O})(Q_{11})(Q_{12})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60} 알킬기, C_2-C_{60} 알케닐기, C_2-C_{60} 알키닐기, 또는 C_1-C_{60} 알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{60} 알킬기, C_2-C_{60} 알케닐기, C_2-C_{60} 알키닐기, C_1-C_{60} 알콕시기, C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60} 아릴옥시기, C_6-C_{60} 아릴티오기, $-\text{Si}(Q_{21})(Q_{22})(Q_{23})$, $-\text{N}(Q_{21})(Q_{22})$, $-\text{B}(Q_{21})(Q_{22})$, $-\text{C}(=\text{O})(Q_{21})$, $-\text{S}(=\text{O})_2(Q_{21})$, $-\text{P}(=\text{O})(Q_{21})(Q_{22})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60} 아릴옥시기, 또는 C_6-C_{60} 아릴티오기; 또는

$-\text{Si}(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$, $-\text{N}(Q_{31})(Q_{32})$, $-\text{B}(Q_{31})(Q_{32})$, $-\text{C}(=\text{O})(Q_{31})$, $-\text{S}(=\text{O})_2(Q_{31})$, 또는 $-\text{P}(=\text{O})(Q_{31})(Q_{32})$;

이고,

상기 Q_1 내지 Q_3 , Q_{11} 내지 Q_{13} , Q_{21} 내지 Q_{23} 및 Q_{31} 내지 Q_{33} 은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C_1-C_{60} 알킬기; C_2-C_{60} 알케닐기; C_2-C_{60} 알키닐기; C_1-C_{60} 알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C_1-C_{60} 알킬기, C_1-C_{60} 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹;이다.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 화학식 1의 고리 CY₁ 중 X₁-함유 5원환이 피롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹 또는 티아디아졸 그룹이고,

상기 화학식 1의 고리 CY₁ 중 X₁-함유 5원환에 선택적으로 축합될 수 있는 6원환 또는 X₁-함유 6원환이 벤젠 그룹, 피리딘 그룹 또는 피리미딘 그룹인, 유기금속 화합물.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 화학식 1 중 a₄가 1 내지 4의 정수이고, 상기 a₄개의 R₄ 중 적어도 하나가 서로 독립적으로, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹인, 유기금속 화합물.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY₇이 i) 제1고리, ii) 제2고리, iii) 2 이상의 제1고리가 서로 축합된 축합환, iv) 2 이상의 제2고리가 서로 축합된 축합환, 또는 v) 1 이상의 제1고리와 1 이상의 제2고리가 서로 축합된 축합환이고,

상기 제1고리는, 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헵탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헵텐 그룹, 시클로옥텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 노르보르난(norbornane) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹, 비시클로[2.2.2]옥탄(bicyclo[2.2.2]octane) 그룹 또는 벤젠 그룹이고,

상기 제2고리는, 피롤 그룹, 푸란 그룹, 티오펜 그룹, 실롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피리다진 그룹, 피라진 그룹, 트리아진 그룹, 1,2-아자보리닌(1,2-azaborinine) 그룹, 1,3-아자보리닌(1,3-azaborinine) 그룹, 1,4-아자보리닌(1,4-azaborinine) 그룹, 1,2-디하이드로-1,2-아자보리닌(1,2-dihydro-1,2-azaborinine) 그룹, 1,4-oxaborinine(1,4-옥사보리닌) 그룹, 1,4-oxaborinine(1,4-옥사보리닌) 그룹, 1,4-thiaborinine(1,4-티아보리닌) 그룹, 또는 1,4-dihydroborinine(1,4-디하이드로보리닌) 그룹인, 유기금속 화합물.

청구항 19

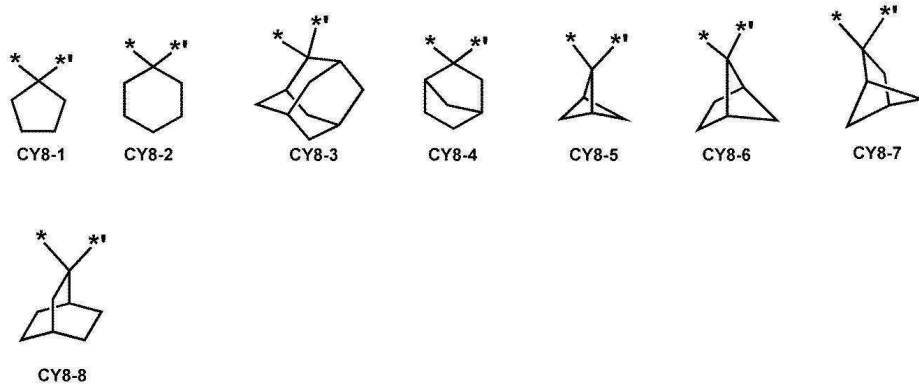
제15항에 있어서,

상기 화학식 1-1 중 고리 CY₈이 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헵탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헵텐 그룹, 시클로옥텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 노르보르난(norbornane) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹 또는 비시클로[2.2.2]옥탄(bicyclo[2.2.2]octane) 그룹인, 유기금속 화합물.

청구항 20

제15항에 있어서,

상기 화학식 1-1 중 고리 CY₈이 하기 화학식 CY8-1 내지 CY8-8 중 하나로 표시된 그룹인, 유기금속 화합물:



상기 화학식 CY8-1 내지 CY8-8 중 *는 화학식 1 중 이웃한 원자와의 결합 사이트이고, *'은 화학식 1-1 중 L₇과의 결합 사이트이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 발광 소자, 이를 포함한 전자 장치 및 유기금속 화합물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광 소자 중 자발광형 소자는 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라, 응답시간이 빠르며, 휘도, 구동전압 및 응답속도 특성이 우수하다.

[0003] 상기 발광 소자는 기관 상부에 제1전극이 배치되어 있고, 상기 제1전극 상부에 정공 수송 영역(hole transport region), 발광층, 전자 수송 영역(electron transport region) 및 제2전극이 순차적으로 배치되어 있는 구조를 가질 수 있다. 상기 제1전극으로부터 주입된 정공은 정공 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동하고, 제2전극 으로부터 주입된 전자는 전자 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성한다. 상기 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 고발광 효율 및 장수명을 갖는 발광 소자 및 이를 포함한 전자 장치를 제공하는 것이다. 또한, 소정 화학식을 갖는 유기금속 화합물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 측면에 따르면,

[0006] 제1전극;

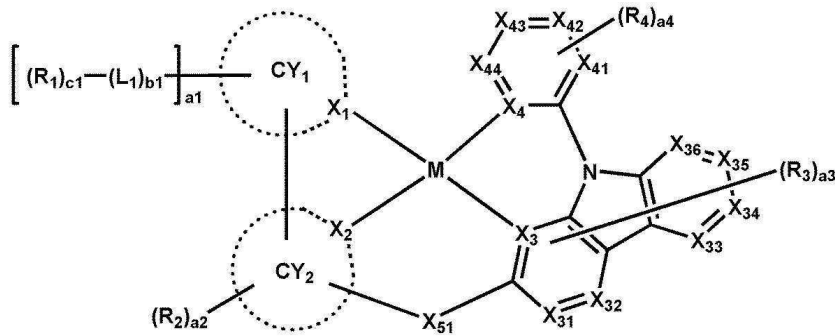
[0007] 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및

[0008] 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치되고, 발광층을 포함한, 중간층;

[0009] 을 포함하고,

[0010] 상기 발광층은, 하기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함한, 발광 소자가 제공된다:

[0011] <화학식 1>



[0012]

[0013] 상기 화학식 1 중 M은 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 금(Au), 니켈(Ni), 은(Ag) 또는 구리(Cu)이고,

[0014] 상기 화학식 1 중 X1 내지 X4는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

[0015] 상기 화학식 1 중 i) X1과 M 사이의 결합은 배위 결합이고, ii) X2와 M 사이의 결합, X3와 M 사이의 결합 및 X4와 M 사이의 결합 중 1개는 배위 결합이고, 나머지 2개는 공유 결합이고,

[0016] 상기 화학식 1 중 고리 CY1은 i) X1-함유 5원환, ii) 적어도 하나의 6원환이 축합되어 있는, X1-함유 5원환, 또는 iii) X1-함유 6원환이고,

[0017] 상기 화학식 1 중 고리 CY2는 C3-C60카보시클릭 그룹 또는 C1-C60헤테로시클릭 그룹이고,

[0018] 상기 화학식 1 중 X31 내지 X36 및 X41 내지 X44는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

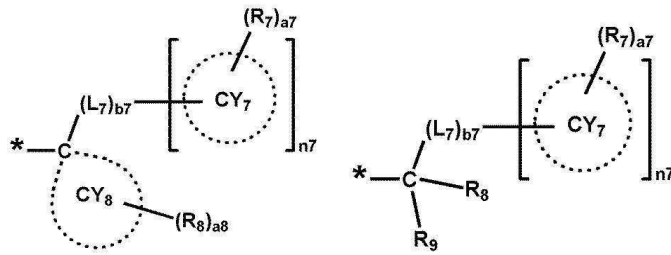
[0019] 상기 화학식 1 중 X51은 *-N(R5)-*', *-B(R5)-*', *-P(R5)-*', *-C(R5a)(R5b)-*', *-Si(R5a)(R5b)-*', *-Ge(R5a)(R5b)-*', *-S-*', *-Se-*', *-O-*', *-C(=O)-*', *-S(=O)-*', *-S(=O)2-*', *-C(R5)=*', *=C(R5)-*', *-C(R5a)=C(R5b)-*', *-C(=S)-*' 또는 *-C≡C-*'이고, 상기 * 및 *'은 각각 이웃한 원자와의 결합 사이트이고,

[0020] 상기 화학식 1 중 L1은 단일 결합, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 C3-C60카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 C1-C60헤테로시클릭 그룹이고,

[0021] 상기 화학식 1 중 b1은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0022] 상기 화학식 1 중 R1 내지 R5, R5a 및 R5b는 서로 독립적으로, 하기 화학식 1-1로 표시된 그룹, 하기 화학식 1-2로 표시된 그룹, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C1-C60알킬기, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C2-C60알케닐기, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C2-C60알키닐기, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C1-C60알콕시기, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 C3-C60카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 C1-C60헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 C6-C60아릴옥시기, 적어도 하나의 R10a로 치환 또는 비치환된 C6-C60아릴티오기, -C(Q1)(Q2)(Q3), -Si(Q1)(Q2)(Q3), -N(Q1)(Q2), -B(Q1)(Q2), -C(=O)(Q1), -S(=O)2(Q1) 또는 -P(=O)(Q1)(Q2)이고,

[0023] <화학식 1-1> <화학식 1-2>



[0024]

[0025] 상기 화학식 1 중 c_1 은 0 내지 5의 정수 중 하나이고, a_1 및 a_4 는 서로 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나이고, a_2 는 0 내지 10의 정수 중 하나이고, a_3 는 0 내지 6의 정수 중 하나이되, a_1 내지 a_4 의 합은 1 이상이고, a_1 개의 $*(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹 중 적어도 하나, a_2 개의 R_2 중 적어도 하나, a_3 개의 R_3 중 적어도 하나, a_4 개의 R_4 중 적어도 하나 또는 이의 임의의 조합은 서로 독립적으로, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹이고,

[0026] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 L_7 은 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

[0027] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 b_7 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0028] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY_7 은 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

[0029] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 n_7 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0030] 상기 화학식 1-1 중 고리 CY_8 은 비-방향족 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 비-방향족 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

[0031] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 R_7 내지 R_9 에 대한 설명은 각각 상기 R_1 에 대한 설명을 참조하고,

[0032] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 a_7 및 a_8 은 서로 독립적으로, 0 내지 20의 정수 중 하나이고,

[0033] a_1 개의 $*(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹 중 2 이상은 선택적으로(optionally) 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0034] a_2 개의 R_2 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0035] a_3 개의 R_3 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0036] a_4 개의 R_4 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0037] 상기 R_1 내지 R_5 , R_{5a} 및 R_{5b} 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0038] 상기 R_{10a} 는,

[0039] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

[0040] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, C_6-C_{60} 아릴옥시기, C_6-C_{60} 아릴티오기, $-\text{Si}(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$, $-\text{N}(Q_{11})(Q_{12})$, $-\text{B}(Q_{11})(Q_{12})$, $-\text{C}(=\text{O})(Q_{11})$, $-\text{S}(=\text{O})_2(Q_{11})$, $-\text{P}(=\text{O})(Q_{11})(Q_{12})$, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C_1-C_{60} 알킬기, C_2-C_{60} 알케닐기,

C₂-C₆₀알킬닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기;

[0041] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알킬닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₂₁)(Q₂₂)(Q₂₃), -N(Q₂₁)(Q₂₂), -B(Q₂₁)(Q₂₂), -C(=O)(Q₂₁), -S(=O)₂(Q₂₁), -P(=O)(Q₂₁)(Q₂₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, 또는 C₆-C₆₀아릴티오기; 또는

[0042] -Si(Q₃₁)(Q₃₂)(Q₃₃), -N(Q₃₁)(Q₃₂), -B(Q₃₁)(Q₃₂), -C(=O)(Q₃₁), -S(=O)₂(Q₃₁), 또는 -P(=O)(Q₃₁)(Q₃₂);

[0043] 이고,

[0044] 상기 Q₁ 내지 Q₃, Q₁₁ 내지 Q₁₃, Q₂₁ 내지 Q₂₃ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₃은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C₁-C₆₀알킬기; C₂-C₆₀알케닐기; C₂-C₆₀알킬닐기; C₁-C₆₀알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C₁-C₆₀알킬기, C₁-C₆₀알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹;이다.

[0045] 다른 측면에 따르면, 상기 발광 소자를 포함한 전자 장치가 제공된다.

[0046] 또 다른 측면에 따르면, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물이 제공된다.

발명의 효과

[0047] 상기 유기금속 화합물을 이용함으로써, 우수한 구동 전압, 휘도 및 발광 효율을 갖는 발광 소자 및 이를 포함한 고품위 전자 장치를 제작할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 도 1은 일 구현예를 따르는 발광 소자의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

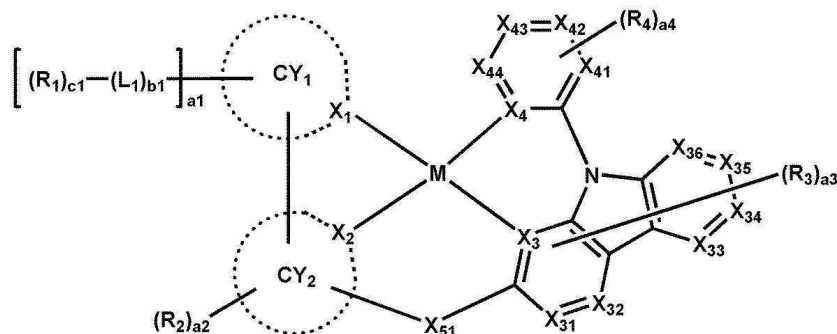
도 2는 일 구현예를 따르는 전자 장치의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 다른 구현예를 따르는 전자 장치의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 상기 발광 소자는, 제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치되고, 발광층을 포함한, 중간층;을 포함하고, 상기 발광층은, 하기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함할 수 있다:

[0050] <화학식 1>



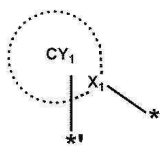
[0051]

[0052] 상기 화학식 1 중 M은 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 금(Au), 니켈(Ni), 은(Ag) 또는 구리(Cu)일 수 있다.

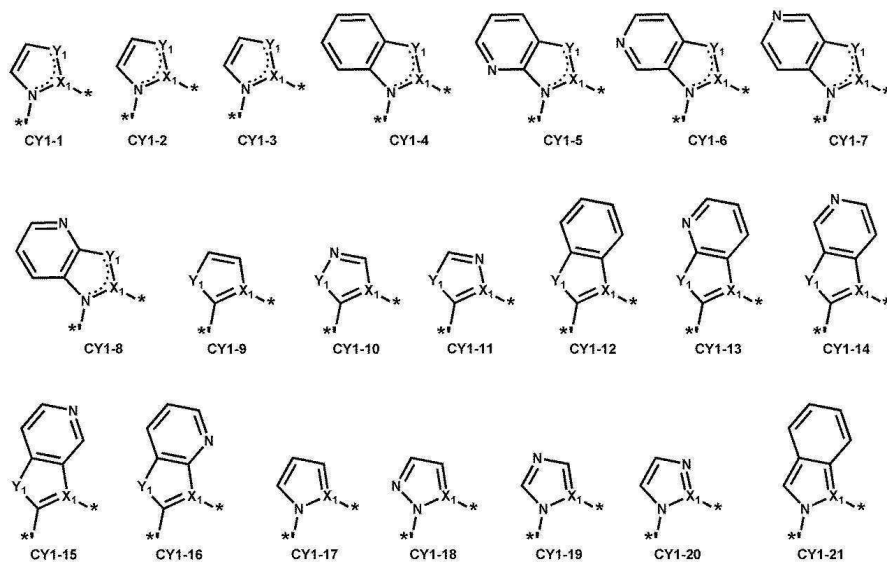
[0053] 상기 화학식 1 중 X₁ 내지 X₄는 서로 독립적으로, C 또는 N일 수 있다.

[0054] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 X₁은 C이고, 상기 C는 카빈(carbene) 모이어티의 탄소일 수 있다.

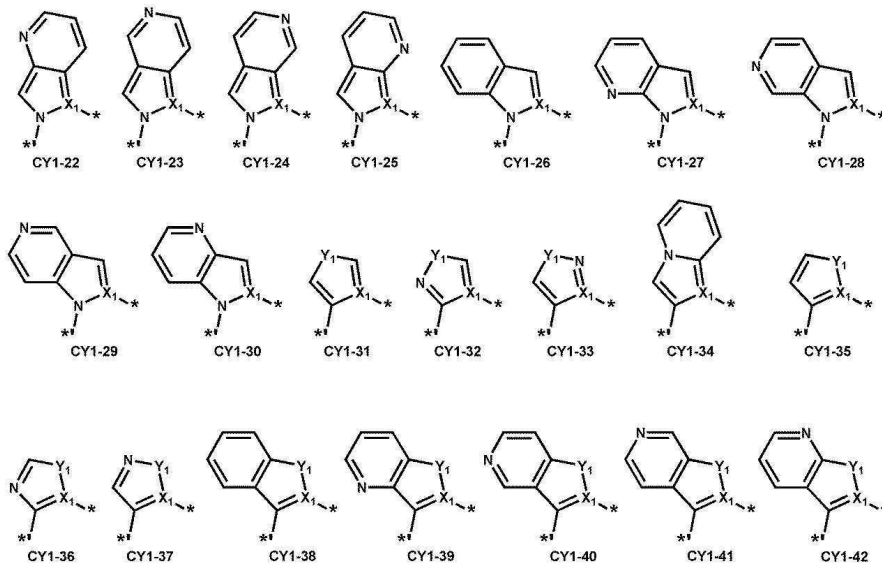
- [0055] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 X_1 은 N일 수 있다.
- [0056] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 X_2 및 X_3 는 C이고, X_4 는 N일 수 있다.
- [0057] 상기 화학식 1 중 i) X_1 과 M 사이의 결합은 배위 결합이고, ii) X_2 와 M 사이의 결합, X_3 와 M 사이의 결합 및 X_4 와 M 사이의 결합 중 1개는 배위 결합이고, 나머지 2개는 공유 결합일 수 있다.
- [0058] 예를 들어, 상기 화학식 1 중 X_2 와 M 사이의 결합 및 X_3 와 M 사이의 결합은 공유 결합이고, X_4 와 M 사이의 결합은 배위 결합일 수 있다.
- [0059] 상기 화학식 1 중 고리 CY_1 은 i) X_1 -함유 5원환, ii) 적어도 하나의 6원환이 축합되어 있는, X_1 -함유 5원환, 또는 iii) X_1 -함유 6원환일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 고리 CY_1 은 i) X_1 -함유 5원환 또는 ii) 적어도 하나의 6원환이 축합되어 있는, X_1 -함유 5원환일 수 있다. 즉, 고리 CY_1 은 X_1 을 통하여 화학식 1 중 M과 결합된 5원환을 포함할 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 상기 화학식 1의 고리 CY_1 중 X_1 -함유 5원환은 피롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹 또는 티아디아졸 그룹일 수 있다.
- [0061] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1의 고리 CY_1 중 상기 X_1 -함유 5원환에 선택적으로 축합될 수 있는 6원환 또는 X_1 -함유 6원환은 벤젠 그룹, 피리딘 그룹 또는 피리미딘 그룹일 수 있다.



- [0062] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 로 표시된 그룹은 하기 화학식 CY1-1 내지 CY1-21 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



[0063]



상기 화학식 CY1-1 내지 CY1-42 중

Y_1 은 O, S, N, C 또는 Si이고,

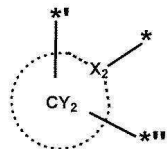
*는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이고,

*'은 화학식 1 중 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

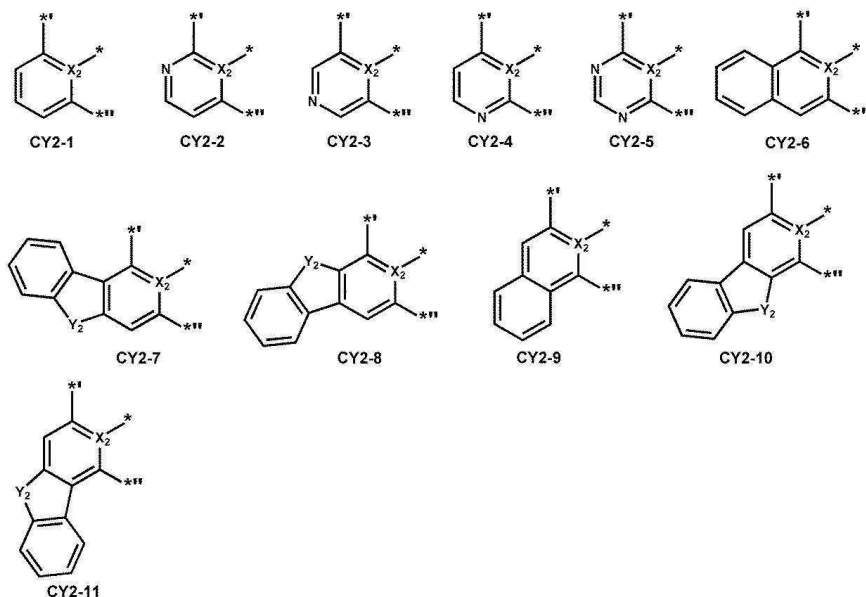
예를 들어, 상기 화학식 CY1-1 내지 CY1-8 중 X_1 은 C이고, 상기 화학식 CY1-9 내지 CY1-42 중 X_1 은 N일 수 있다.

상기 화학식 1 중 고리 CY_2 는 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

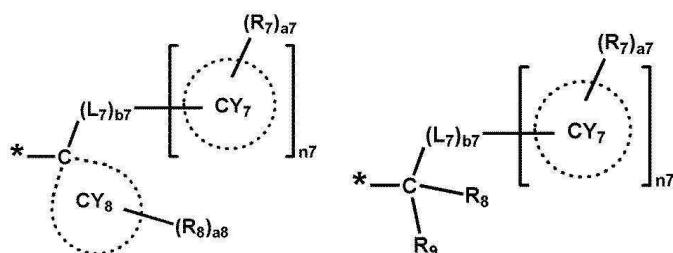
예를 들어, 상기 고리 CY_2 는 벤젠 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 나프탈렌 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 카바졸 그룹, 플루오렌 그룹, 또는 디벤조실롤 그룹일 수 있다.



일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 CY_2 로 표시된 그룹은 하기 화학식 CY2-1 내지 CY2-11 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



- [0074] 상기 화학식 CY2-1 내지 CY2-11 중
- [0075] Y_2 는 O, S, N, C 또는 Si이고,
- [0076] *는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이고,
- [0077] *'은 화학식 1 중 고리 CY₁과의 결합 사이트이고,
- [0078] *''은 화학식 1 중 X₅₁과의 결합 사이트이다.
- [0079] 상기 화학식 1 중 X₃₁ 내지 X₃₆ 및 X₄₁ 내지 X₄₄는 서로 독립적으로, C 또는 N일 수 있다.
- [0080] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 X₃₁ 내지 X₃₆ 및 X₄₁ 내지 X₄₄는 모두 C일 수 있다.
- [0081] 상기 화학식 1 중 X₅₁은 *-N(R₅)-*', *-B(R₅)-*', *-P(R₅)-*', *-C(R_{5a})(R_{5b})-*', *-Si(R_{5a})(R_{5b})-*', *-Ge(R_{5a})(R_{5b})-*', *-S-*', *-Se-*', *-O-*', *-C(=O)-*', *-S(=O)-*', *-S(=O)₂-*', *-C(R₅)=*', *=C(R₅)-*', *-C(R_{5a})=C(R_{5b})-*', *-C(=S)-*' 또는 *-C≡C-*'일 수 있다. 상기 * 및 *'은 각각 이웃한 원자와의 결합 사이트일 수 있다. 상기 R₅, R_{5a} 및 R_{5b}에 대한 설명은 각각 본 명세서에 기재된 바를 참조한다. 상기 R_{5a} 및 R_{5b}는 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있다 (예를 들면, 화합물 109 등 참조).
- [0082] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 X₅₁은 *-N(R₅)-*', *-B(R₅)-*', *-C(R_{5a})(R_{5b})-*', *-Si(R_{5a})(R_{5b})-*', *-S-*', 또는 *-O-*'일 수 있다.
- [0083] 상기 화학식 1 중 L₁은 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹일 수 있다.
- [0084] 상기 화학식 1 중 b₁은 L₁의 개수를 나타낸 것으로서, 1 내지 5의 정수 중 하나일 수 있다. 상기 b₁이 2 이상일 경우, 2 이상의 L₁은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어, 상기 b₁은 1 또는 2일 수 있다.
- [0085] 상기 화학식 1 중 R₁ 내지 R₅, R_{5a} 및 R_{5b}은 서로 독립적으로, 하기 화학식 1-1로 표시된 그룹, 하기 화학식 1-2로 표시된 그룹, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, -C(Q₁)(Q₂)(Q₃), -Si(Q₁)(Q₂)(Q₃), -N(Q₁)(Q₂), -B(Q₁)(Q₂), -C(=O)(Q₁), -S(=O)₂(Q₁) 또는 -P(=O)(Q₁)(Q₂)일 수 있다:
- [0086] <화학식 1-1> <화학식 1-2>



- [0087]
- [0088] 상기 화학식 1-1 및 1-2에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.
- [0089] 상기 화학식 1 중 c₁은 0 내지 5의 정수 중 하나이고, a₁ 및 a₄는 서로 독립적으로, 0 내지 4의 정수 중 하나

고, a_2 는 0 내지 10의 정수 중 하나이고, a_3 는 0 내지 6의 정수 중 하나이되, a_1 내지 a_4 의 합은 1 이상이고, a_1 개의 $*(L_1)_{b_1}-(R_1)_{c_1}$ 으로 표시된 그룹 중 적어도 하나, a_2 개의 R_2 중 적어도 하나, a_3 개의 R_3 중 적어도 하나, a_4 개의 R_4 중 적어도 하나 또는 이의 임의의 조합은 서로 독립적으로, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹일 수 있다. 즉, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물은 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹, 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹, 또는 이의 임의의 조합을 반드시 포함할 수 있다.

[0090] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 a_4 는 1 내지 4의 정수이고, a_4 개의 R_4 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹일 수 있다.

[0091] 상기 화학식 1-1 중 L_7 은 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0092] 상기 화학식 1-1 중 b_7 은 L_7 의 개수를 나타낸 것으로서, 1 내지 5의 정수 중 하나일 수 있다. 상기 b_7 이 2 이상일 경우, 2 이상의 L_7 은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어, 상기 b_7 은 1 또는 2일 수 있다.

[0093] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY_7 은 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

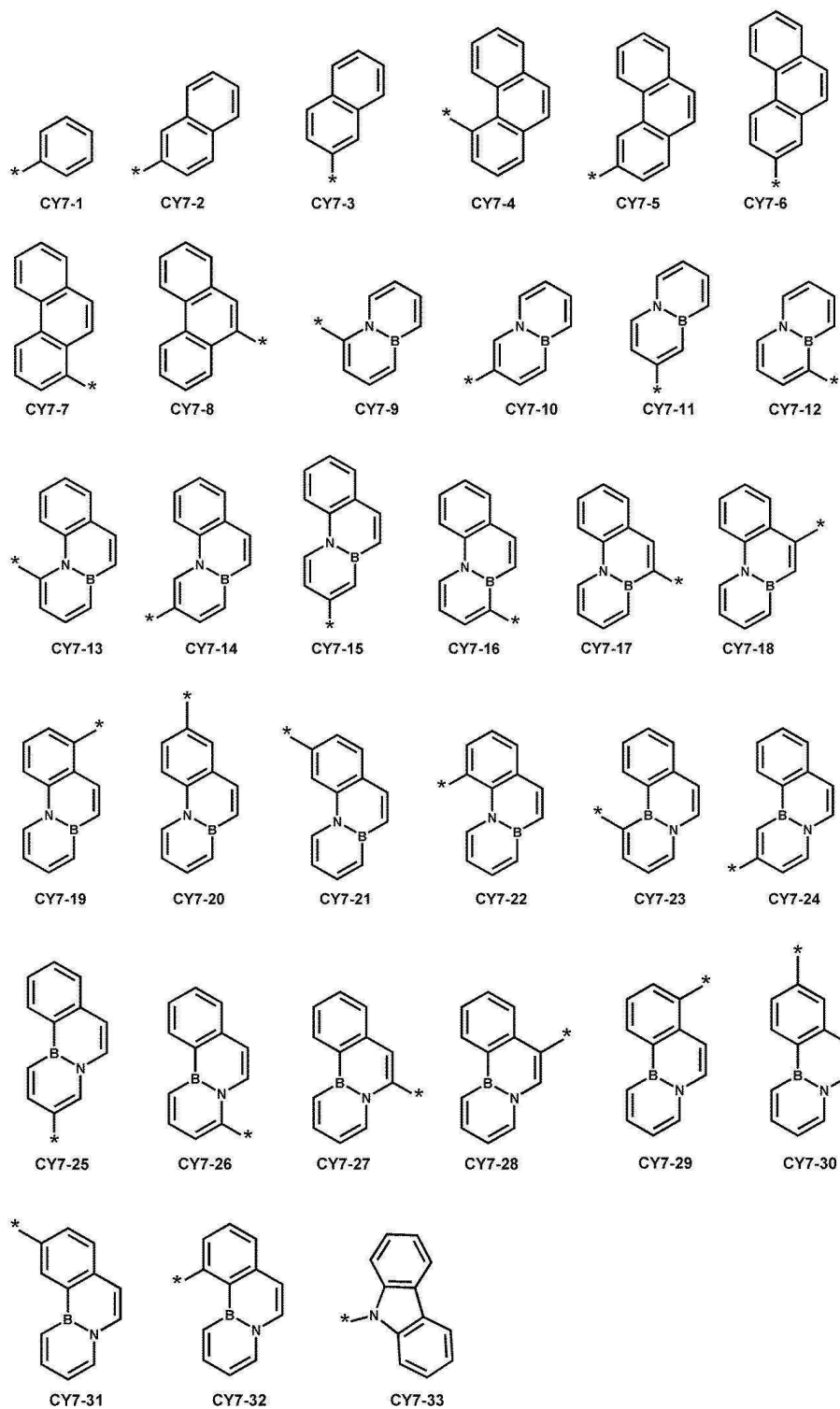
[0094] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY_7 은 i) 제1고리, ii) 제2고리, iii) 2 이상의 제1고리가 서로 축합된 축합환, iv) 2 이상의 제2고리가 서로 축합된 축합환, 또는 v) 1 이상의 제1고리와 1 이상의 제2고리가 서로 축합된 축합환이고,

[0095] 상기 제1고리는, 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헥텐 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헥텐 그룹, 시클로옥텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 노르보르난(norbornane) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹, 비시클로[2.2.2]옥탄(bicyclo[2.2.2]octane) 그룹 또는 벤젠 그룹이고,

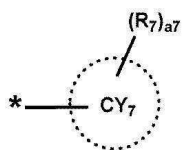
[0096] 상기 제2고리는, 피롤 그룹, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 실롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피리다진 그룹, 피라진 그룹, 트리아진 그룹, 1,2-아자보리닌(1,2-azaborinine) 그룹, 1,3-아자보리닌(1,3-azaborinine) 그룹, 1,4-아자보리닌(1,4-azaborinine) 그룹, 1,2-디하이드로-1,2-아자보리닌(1,2-dihydro-1,2-azaborinine) 그룹, 1,4-oxaborinine(1,4-옥사보리닌) 그룹, 1,4-oxaborinine(1,4-옥사보리닌) 그룹, 1,4-thiaborinine(1,4-티아보리닌) 그룹, 또는 1,4-dihydroborinine(1,4-디하이드로보리닌) 그룹일 수 있다.

[0097] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY_7 은, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 페난트렌 그룹, 카바졸 그룹, [1,2]아자보리니노[1,2-a][1,2]아자보리닌([1,2]azaborinino[1,2-a][1,2]azaborinine) 그룹 또는 벤조[1,2]아자보리니노[1,2-a][1,2]아자보리닌(benzo[1,2]azaborinino[1,2-a][1,2]azaborinine) 그룹일 수 있다.

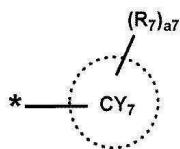
[0098] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY_7 은, 하기 화학식 CY_7-1 내지 CY_7-33 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



상기 화학식 CY7-1 내지 CY7-33 중 *는 화학식 1-1 및 1-2 중 L₇과의 결합 사이트이다.



상기 화학식 1-1 및 1-2 중 n₇은 로 표시된 그룹의 갯수로서, 1 내지 5의 정수일 수 있다. 상



기 n_7 이 2 이상일 경우 2 이상의
어, 상기 n_7 은 1일 수 있다.

로 표시된 그룹은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들

[0104]

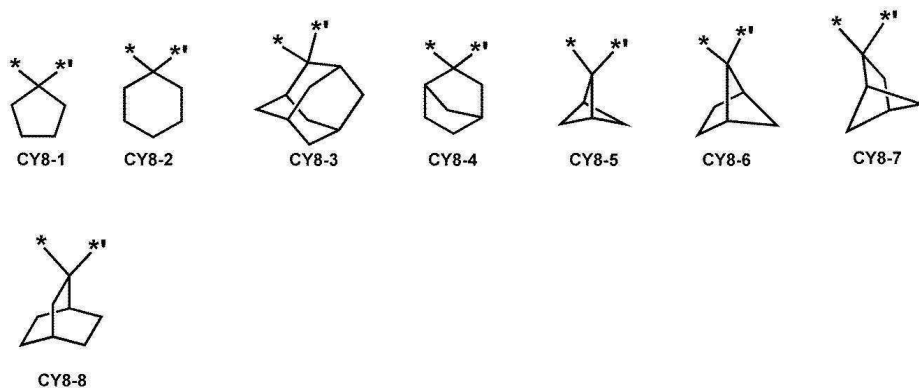
상기 화학식 1-1 중 고리 CY_8 은 비-방향족 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 비-방향족 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0105]

일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1-1 중 고리 CY_8 은 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헵탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헵텐 그룹, 시클로옥텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 노르보르난(norbornane) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹 또는 비시클로[2.2.2]옥탄(bicyclo[2.2.2]octane) 그룹일 수 있다.

[0106]

다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1-1 중 고리 CY_8 은 하기 화학식 CY_8-1 내지 CY_8-8 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



[0107]

CY8-8

[0108]

상기 화학식 CY_8-1 내지 CY_8-8 중 *는 화학식 1 중 이웃한 원자와의 결합 사이트이고, *'은 화학식 1-1 중 L_7 과의 결합 사이트이다.

[0109]

상기 화학식 1-1 및 1-2 중 R_7 내지 R_9 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_1 에 대한 설명을 참조할 수 있다.

[0110]

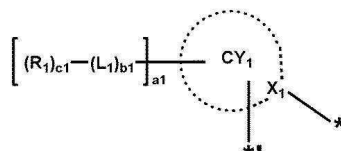
상기 화학식 1-1 및 1-2 중 a_7 및 a_8 은 각각 R_7 과 R_8 의 개수를 나타낸 것으로서, 서로 독립적으로, 0 내지 20의 정수 중 하나일 수 있다. 상기 a_7 이 2 이상일 경우 2 이상의 R_7 은 서로 동일하거나 상이하고, 상기 a_8 이 2 이상일 경우 2 이상의 R_8 은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0111]

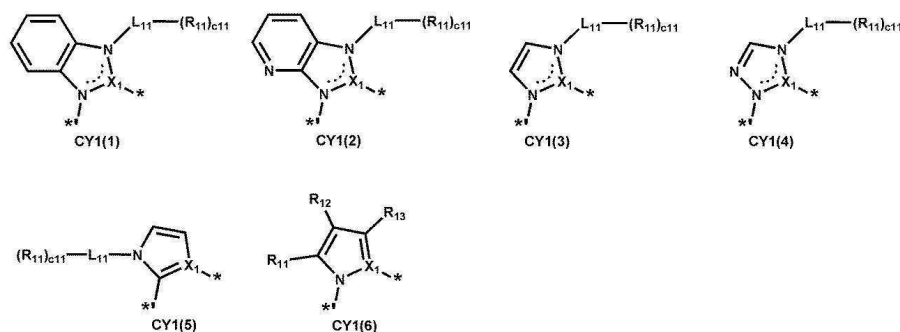
상기 화학식 1 중, i) a_1 개의 $*(L_1)_{b_1}-(R_1)_{c_1}$ 으로 표시된 그룹 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로(optionally) 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, ii) a_2 개의 R_2 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, iii) a_3 개의 R_3 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, iv) a_4 개의 R_4 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, v) 상기 R_1 내지 R_5 , R_{5a} 및 R_{5b} 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로 서로

결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있다. 제1연결기는, $^*-N(R_{95})-^*$, $^*-B(R_{95})-^*$, $^*-P(R_{95})-^*$, $^*-C(R_{95a})(R_{95b})-^*$, $^*-Si(R_{95a})(R_{95b})-^*$, $^*-Ge(R_{95a})(R_{95b})-^*$, $^*-S-^*$, $^*-Se-^*$, $^*-O-^*$, $^*-C(=O)-^*$, $^*-S(=O)-^*$, $^*-S(=O)_2-^*$, $^*-C(R_{95})=^*$, $^*=C(R_{95})-^*$, $^*-C(R_{95a})=C(R_{95b})-^*$, $^*-C(=S)-^*$ 및 $^*-C\equiv C-^*$ 중에서 선택될 수 있고, 상기 R_{95} , R_{95a} 및 R_{95b} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_{10a} 에 대한 설명을 참조한다.

- [0112] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물은, 적어도 하나의 중수소를 포함할 수 있다.
- [0113] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 및 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹 각각은, 적어도 하나의 중수소를 포함할 수 있다.
- [0114] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 1) a_1 은 0이 아니고, 2) a_1 개의 $^-(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 중 i) L_1 은 단일 결합이고, ii) c_1 개의 R_1 는 서로 독립적으로,
- [0115] 중수소, $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{20} 알킬기 또는 C_1-C_{20} 알콕시기;
- [0116] 중수소, $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환된, C_1-C_{20} 알킬기 또는 C_1-C_{20} 알콕시기; 또는
- [0117] 중수소, $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1-C_{20} 알킬기, C_1-C_{20} 알콕시기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, 페닐기 또는 나프틸기;
- [0118] 일 수 있다.
- [0119] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1의 고리 CY_1 중 X_1 -함유 5원환은 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹 또는 티아디아졸 그룹일 수 있다.
- [0120] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 $^-(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹은 적어도 하나의 중수소를 포함할 수 있다.

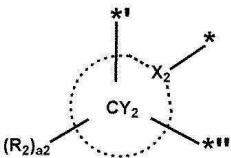


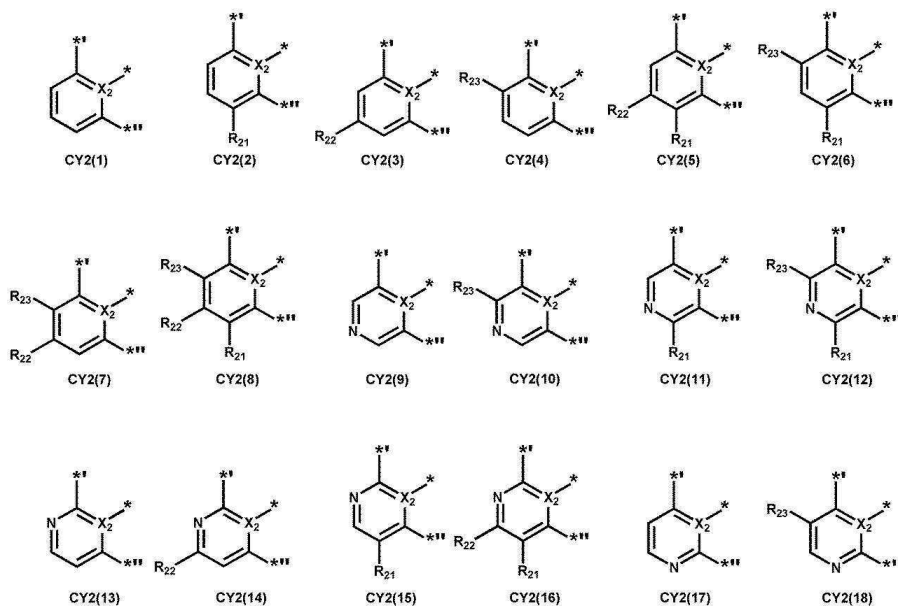
- [0121] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 $^-(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 로 표시된 그룹은 하기 화학식 $CY1(1)$ 내지 $CY1(6)$ 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



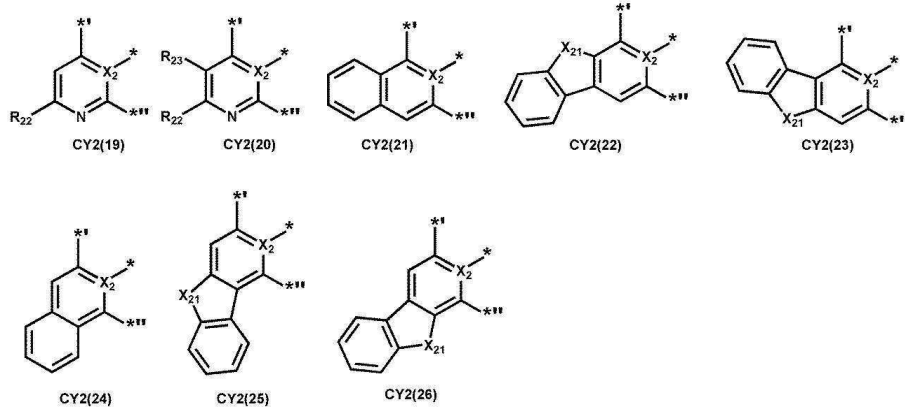
- [0122]
- [0123] 상기 화학식 $CY1(1)$ 내지 $CY1(6)$ 중,
- [0124] X_1 에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,
- [0125] L_{11} 및 c_{11} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 L_1 및 c_1 에 대한 설명을 참조하고,
- [0126] R_{11} 내지 R_{13} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_1 에 대한 설명을 참조하되, R_{11} 내지 R_{13} 각각은 수소가 아니고,

- [0127] *는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이고,
- [0128] *'은 화학식 1 중 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.
- [0129] 일 구현예에 따르면, 하기 화학식 CY1(1) 내지 CY1(4) 중, 1) L₁₁은 단일 결합이고, 2) c11개의 R₁₁은 서로 독립적으로,
- [0130] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₁-C₂₀알킬기 또는 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0131] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 또는 C₁-C₂₀알콕시기; 또는
- [0132] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, 페닐기 또는 나프틸기;
- [0133] 일 수 있다.
- [0134] 예를 들어, 상기 화학식 CY1(1) 내지 CY1(4) 중 X₁은 C이고, 상기 화학식 CY1(5) 및 CY1(6) 중 X₁은 N일 수 있다.

- [0135] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 로 표시된 그룹은 하기 화학식 CY2(1) 내지 CY2(26) 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



- [0136]



[0137]

[0138]

[0139]

[0140]

[0141]

[0142]

[0143]

[0144]

상기 화학식 CY2(1) 내지 CY2(26) 중,

X₂에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,

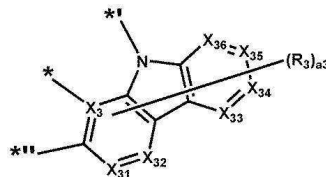
X₂₁은 O, S, N(R₂₁), C(R₂₁)(R₂₂) 또는 Si(R₂₁)(R₂₂)이고,

R₂₁ 내지 R₂₃에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R₂에 대한 설명을 참조하되, R₂₁ 내지 R₂₃ 각각은 수소가 아니고,

*는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이고,

*'은 화학식 1 중 고리 CY₁과의 결합 사이트이고,

*"은 화학식 1 중 X₅₁과의 결합 사이트이다.

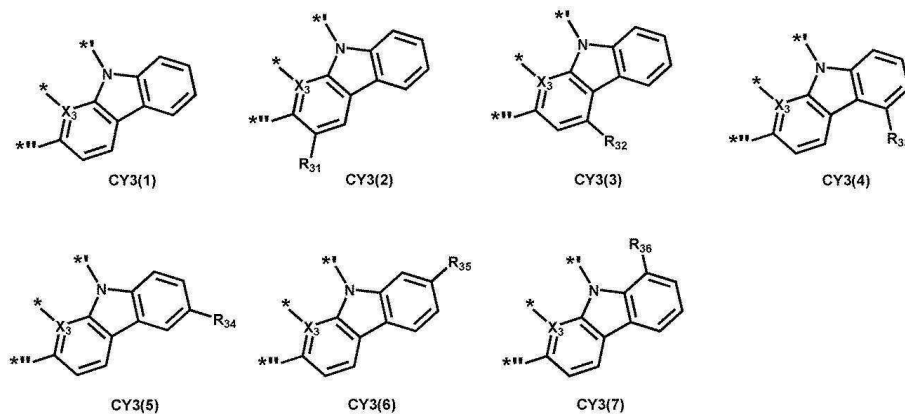


[0145]

또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중

로 표시된 그룹은 하기 화학식

CY3(1) 내지 CY3(7) 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



[0146]

[0147]

[0148]

[0149]

[0150]

[0151]

[0152]

상기 화학식 CY3(1) 내지 CY3(7) 중,

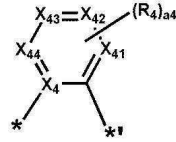
X₃에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,

R₃₁ 내지 R₃₆에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R₃에 대한 설명을 참조하되, R₃₁ 내지 R₃₆ 각각은 수소가 아니고,

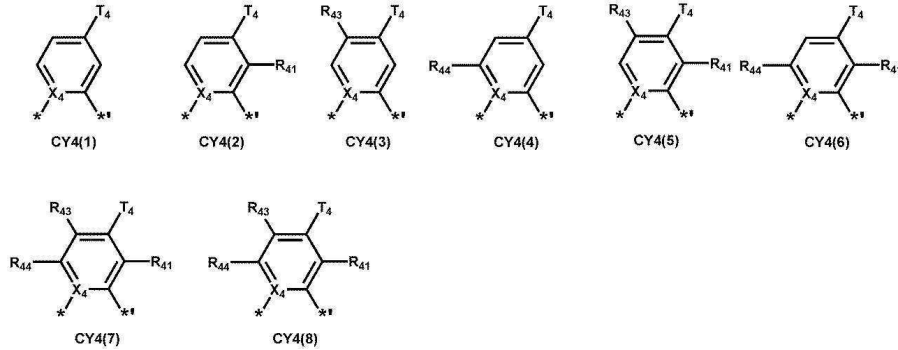
*는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이고,

*'은 화학식 1 중 이웃한 원자와의 결합 사이트이고,

*"은 화학식 1 중 X₅₁과의 결합 사이트이다.



[0153] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중 로 표시된 그룹은 하기 화학식 CY4(1) 내지 CY4(8) 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다:



[0154]

[0155] 상기 화학식 CY4(1) 내지 CY4(8) 중,

[0156] X_4 에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,

[0157] T_4 는 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹이고,

[0158] R_{41} , R_{43} 및 R_{44} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_4 에 대한 설명을 참조하되, R_{41} , R_{43} 및 R_{44} 각각은 수소가 아니고,

[0159] *는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이고,

[0160] *'은 화학식 1 중 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0161] 상기 화학식 1 중 L_1 및 L_7 은 서로 독립적으로,

[0162] 단일 결합; 또는

[0163] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 플루오레닐기, 디메틸플루오레닐기, 디페닐플루오레닐기, 카바졸일기, 페닐카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 디벤조실롤일기, 디메틸디벤조실롤일기, 디페닐디벤조실롤일기, -O(Q_{31}), -S(Q_{31}), -Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33}), -N(Q_{31})(Q_{32}), -B(Q_{31})(Q_{32}), -P(Q_{31})(Q_{32}), -C(=O)(Q_{31}), -S(=O)₂(Q_{31}), -P(=O)(Q_{31})(Q_{32}), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 안트라센 그룹, 페난트렌 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 시클로펜타디엔 그룹, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 실롤 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 인돌 그룹, 카바졸 그룹, 벤조퓨란 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 벤조티오펜 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 벤조실롤 그룹, 디벤조실롤 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 피롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤조이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조옥사디아졸 그룹, 벤조티아디아졸 그룹, 디벤조옥사실린 그룹, 디벤조티아실린 그룹, 디벤조디하이드로아자실린 그룹, 디벤조디하이드로디실린 그룹, 디벤조디하이드로실린 그룹, 디벤조디옥신 그룹, 디벤조옥사티인 그룹, 디벤조옥사진 그룹, 디벤조피란 그룹, 디벤조티인 그룹, 디벤조티아진 그룹, 디벤조티오피란 그룹, 디벤조시클로헥사디엔 그룹, 디벤조디하이드로피리딘 그룹 또는 디벤조디하이드로피라진 그룹;

[0164] 이고,

[0165] Q_{31} 내지 Q_{33} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 피

리디닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 피라지닐기 또는 트리아지닐기일 수 있다.

[0166] 예를 들어, i) 상기 화학식 1 중 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 및 상기 화학식 1-2로 표시된 그룹이 아닌, 나머지 R_1 내지 R_5 , R_{5a} , R_{5b} 및 R_7 내지 R_9 및 ii) R_{10a} 는 서로 독립적으로,

[0167] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1 - C_{20} 알킬기 또는 C_1 - C_{20} 알콕시기;

[0168] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1 - C_{10} 알킬기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantan-1-yl), 노르보나닐기(norbornan-1-yl), 노르보네닐기(norbornen-1-yl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 비페닐기, 나프틸기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환된, C_1 - C_{20} 알킬기 또는 C_1 - C_{20} 알콕시기;

[0169] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantan-1-yl), 노르보나닐기(norbornan-1-yl), 노르보네닐기(norbornen-1-yl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 비페닐기, C_1 - C_{10} 알킬페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, -O(Q₃₁), -S(Q₃₁), -Si(Q₃₁)(Q₃₂)(Q₃₃), -N(Q₃₁)(Q₃₂), -B(Q₃₁)(Q₃₂), -P(Q₃₁)(Q₃₂), -C(=O)(Q₃₁), -S(=O)₂(Q₃₁), -P(=O)(Q₃₁)(Q₃₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantan-1-yl), 노르보나닐기(norbornan-1-yl), 노르보네닐기(norbornen-1-yl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 비페닐기, C_1 - C_{10} 알킬페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 아자카바졸일기, 아자디벤조퓨라닐기, 아자디벤조티오펜일기, 아자플루오레닐기, 또는 아자디벤조실릴일기; 또는

[0170] -C(Q₁)(Q₂)(Q₃), -Si(Q₁)(Q₂)(Q₃), -N(Q₁)(Q₂), -B(Q₁)(Q₂), -C(=O)(Q₁), -S(=O)₂(Q₁) 또는 -P(=O)(Q₁)(Q₂);

[0171] 이고,

[0172] Q₁ 내지 Q₃ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₃은 서로 독립적으로,

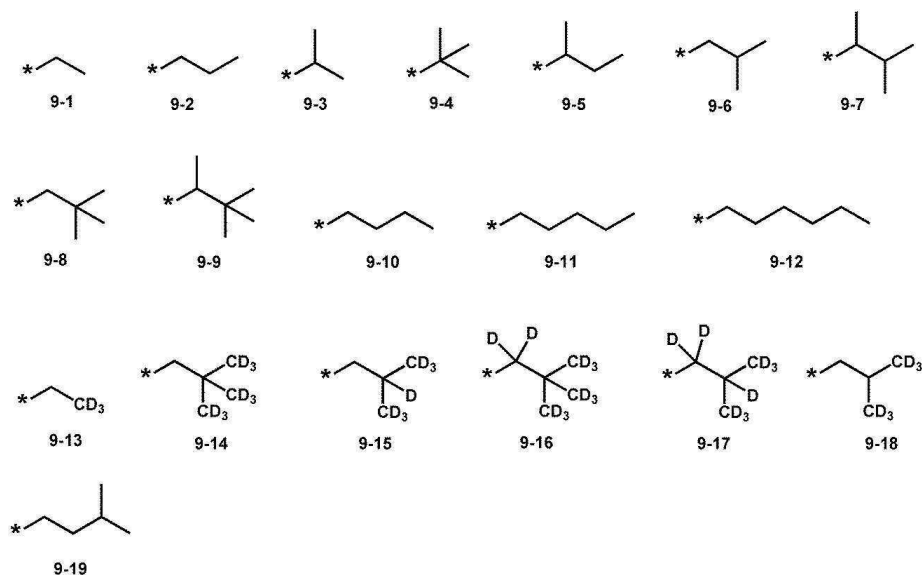
[0173] -CH₃, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CH₂CH₃, -CH₂CD₃, -CH₂CD₂H, -CH₂CDH₂, -CHDCH₃, -CHDCD₂H, -CHDCDH₂, -CHDCD₃, -CD₂CD₃, -CD₂CD₂H 또는 -CD₂CDH₂; 또는

[0174] 중수소, C_1 - C_{10} 알킬기, 페닐기, 비페닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 피라지닐기, 트리아지닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 피라지닐기 또는 트리아지닐기;

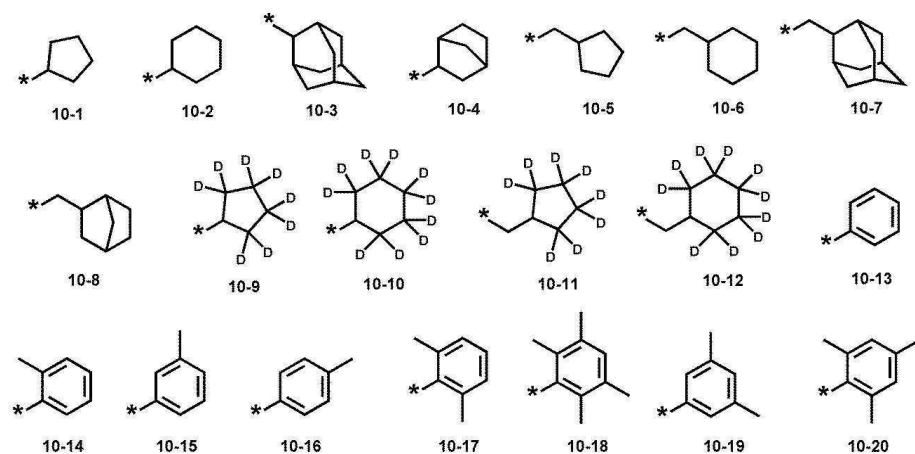
[0175] 일 수 있다.

[0176] 또 다른 구현예에 따르면, i) 상기 화학식 1 중 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 및 상기 화학식 1-2로 표시된

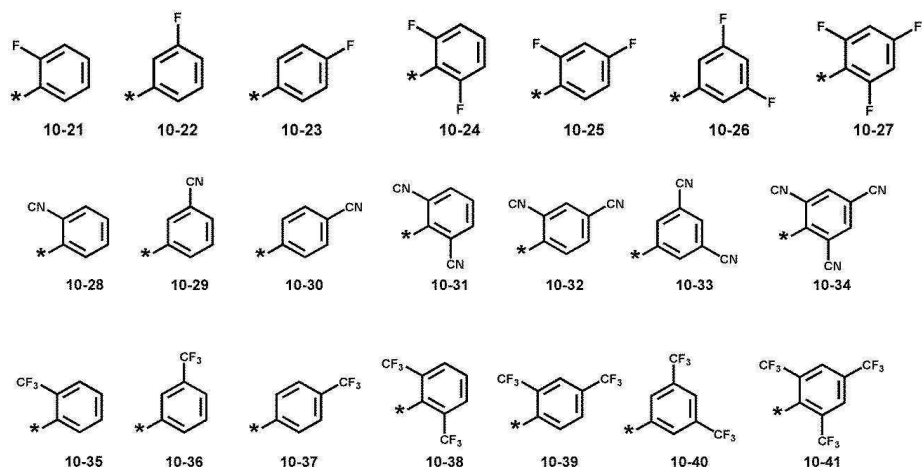
그룹이 아닌, 나머지 R_1 내지 R_5 , R_{5a} , R_{5b} 및 R_7 내지 R_9 및 ii) R_{10a} 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, -CH₃, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 하기 화학식 9-1 내지 9-19 중 하나로 표시되는 그룹, 하기 화학식 10-1 내지 10-246 중 하나로 표시되는 그룹, -C(Q₁)(Q₂)(Q₃), -Si(Q₁)(Q₂)(Q₃) 또는 -P(=O)(Q₁)(Q₂)(단, Q₁ 내지 Q₃에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조함) 일 수 있다:



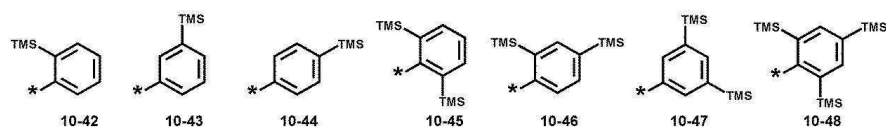
[0177]

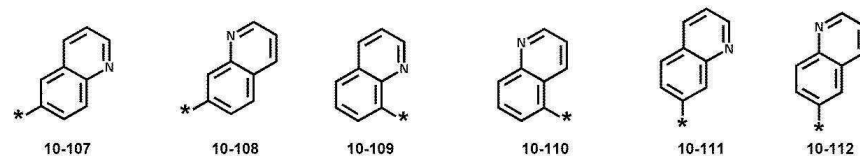
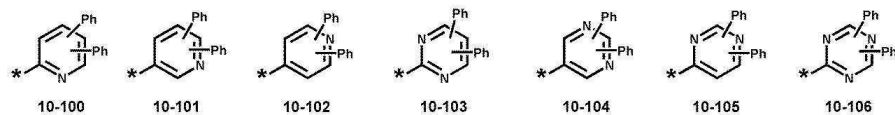
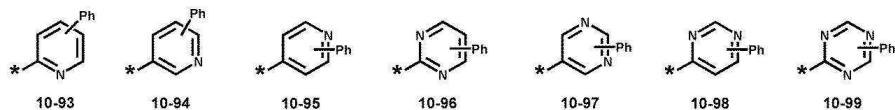
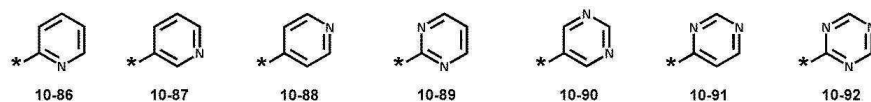
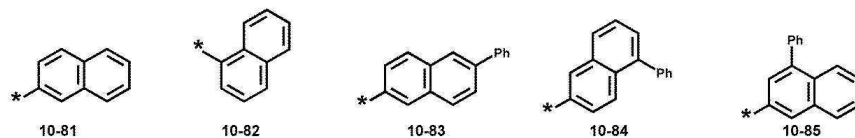
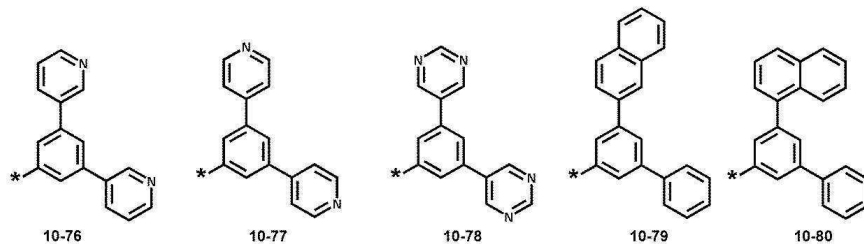
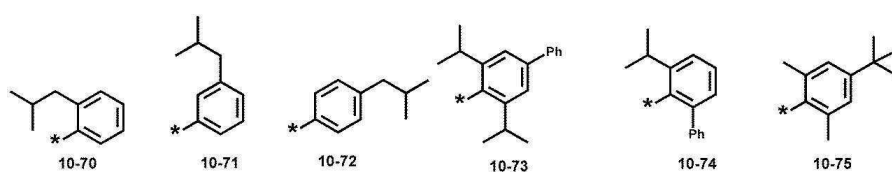
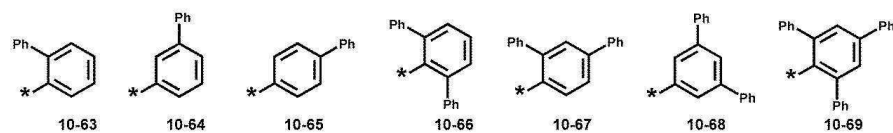
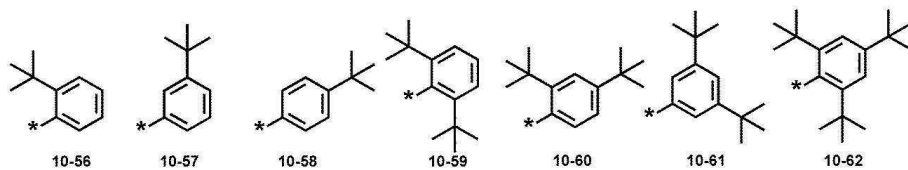
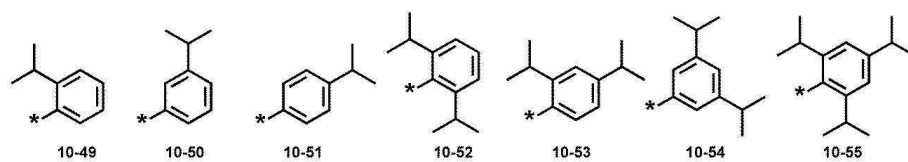


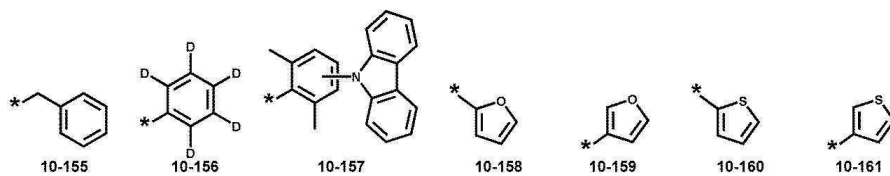
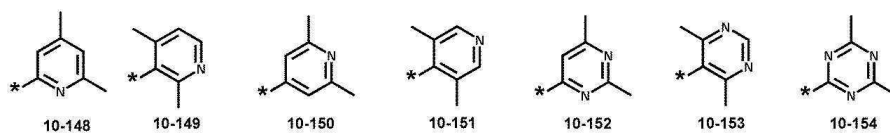
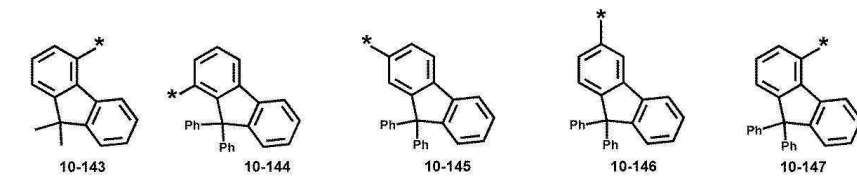
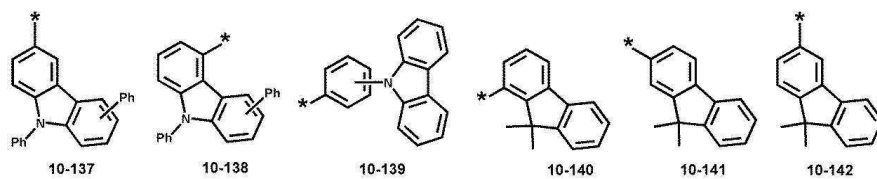
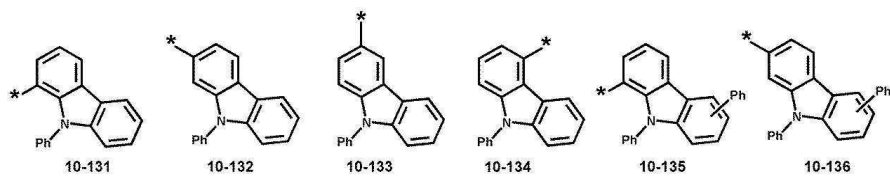
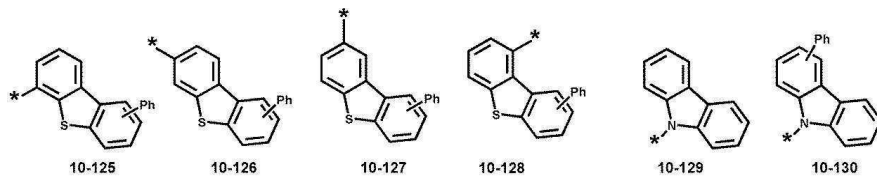
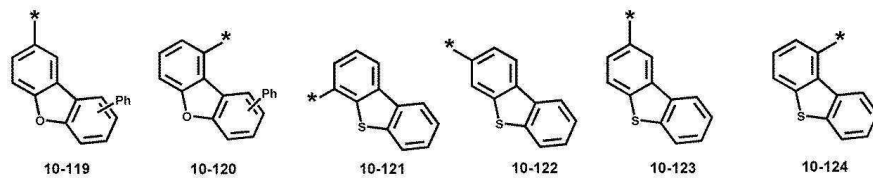
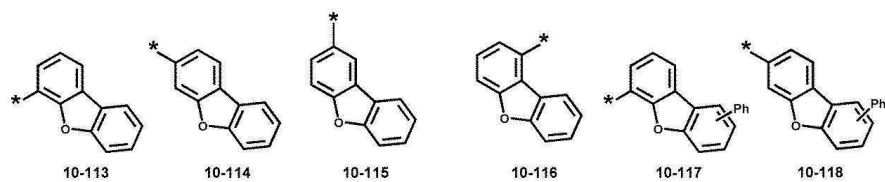
[0178]



[0179]



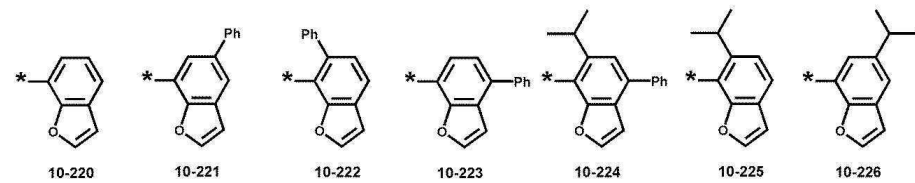
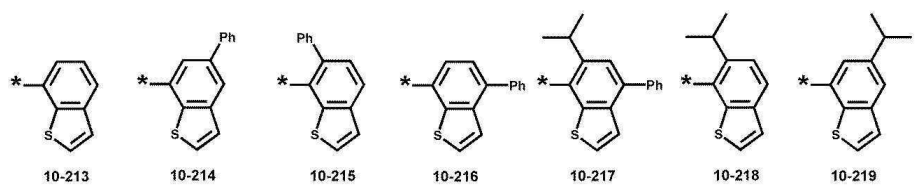
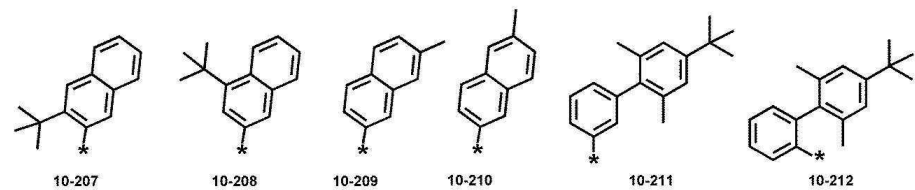
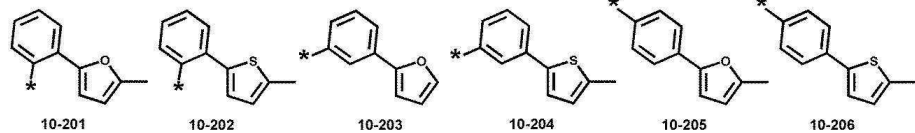
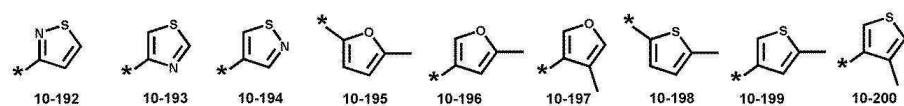
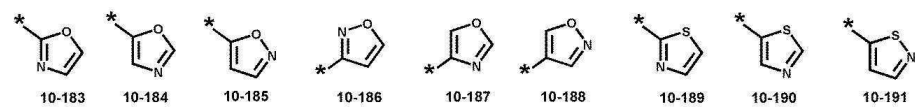
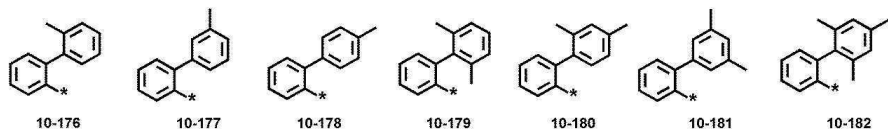
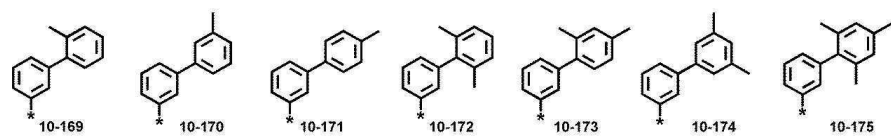
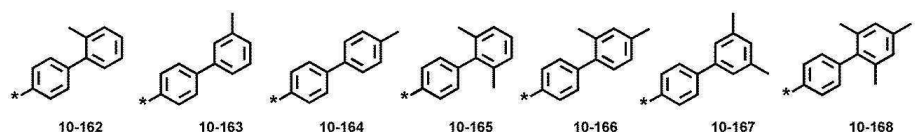


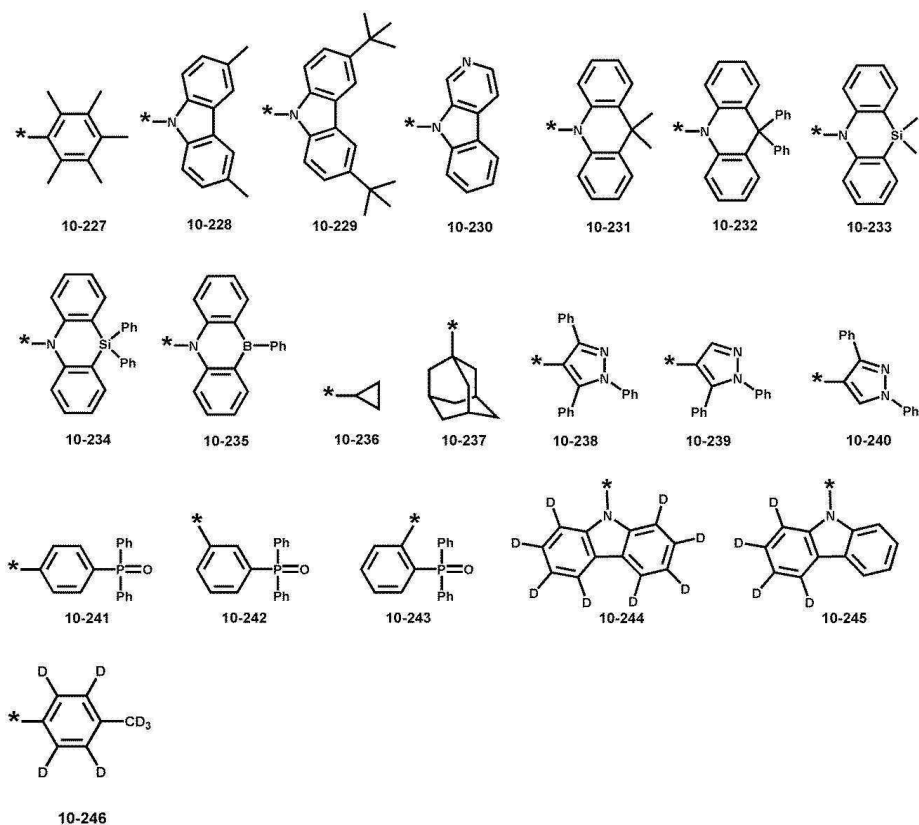


[0183]

[0184]

[0185]





[0189]

[0190]

[0191]

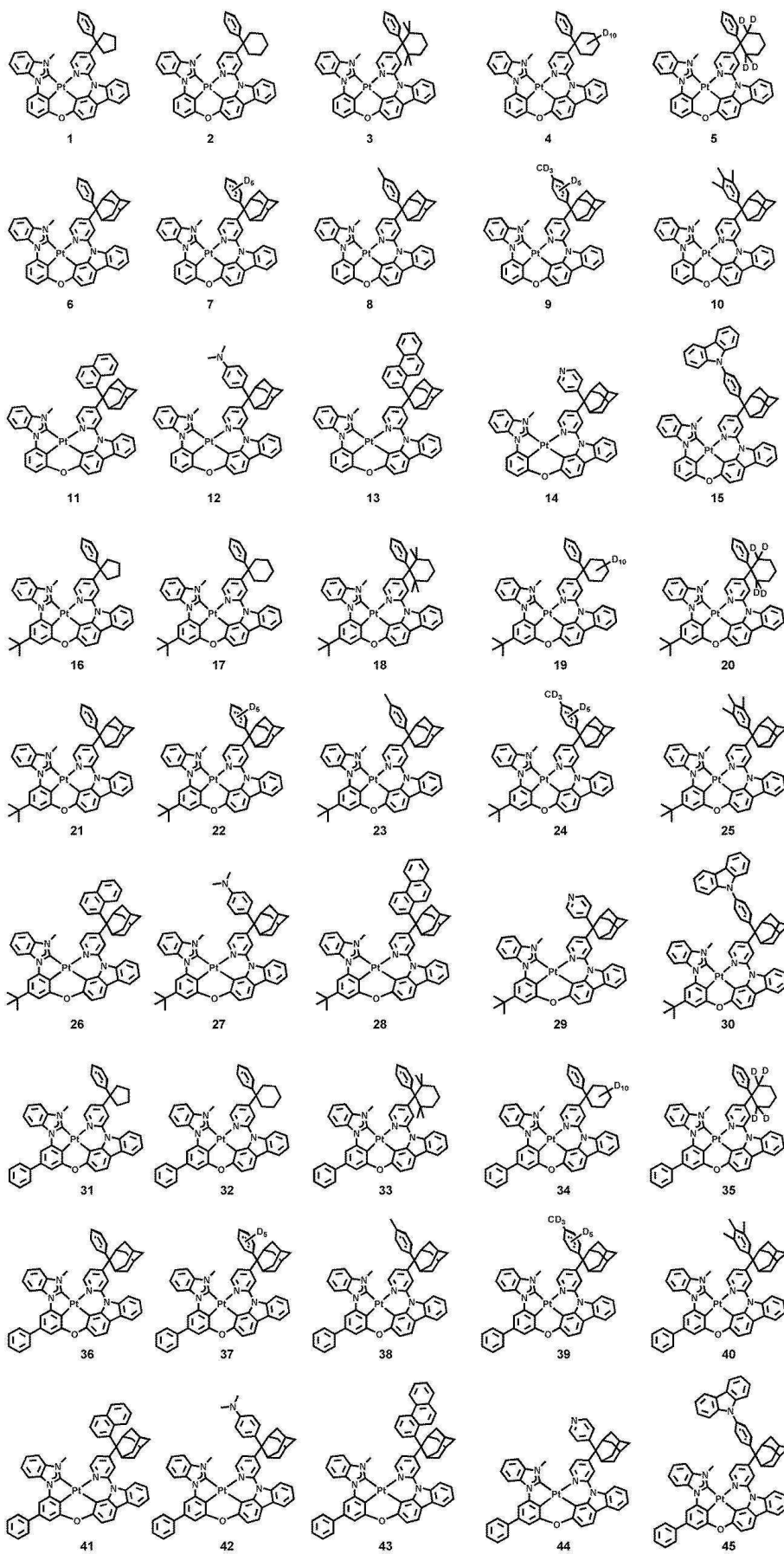
[0192]

상기 화학식 9-1 내지 9-19 및 10-1 내지 10-246 중 *는 이웃한 원자와의 결합 사이트이고, Ph는 페닐기이고, TMS는 트리메틸실릴기이다.

상기 화학식 1 중, i) a1개의 $*(L_1)_{b1}(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로(optionally) 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, ii) a2개의 R_2 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, iii) a3개의 R_3 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, iv) a4개의 R_4 중 2 이상은 (단일 결합, 이중 결합 또는 제1연결기를 통하여) 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고, v) 상기 R_1 내지 R_5 , R_{5a} 및 R_{5b} 중 2 이상은 선택적으로 서로 결합하여, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있다. 상기 제1연결기는, $*-N(R_{95})-*$, $*-B(R_{95})-*$, $*-P(R_{95})-*$, $*-C(R_{95a})(R_{95b})-*$, $*-Si(R_{95a})(R_{95b})-*$, $*-Ge(R_{95a})(R_{95b})-*$, $*-S-*$, $*-Se-*$, $*-O-*$, $*-C(=O)-*$, $*-S(=O)-*$, $*-S(=O)_2-*$, $*-C(R_{95})=*$, $*=C(R_{95})-*$, $*-C(R_{95a})=C(R_{95b})-*$, $*-C(=S)-*$ 및 $*-C\equiv C-*$ 중에서 선택될 수 있고, 상기 R_{95} , R_{95a} 및 R_{95b} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_1 에 대한 설명을 참조한다.

[0193]

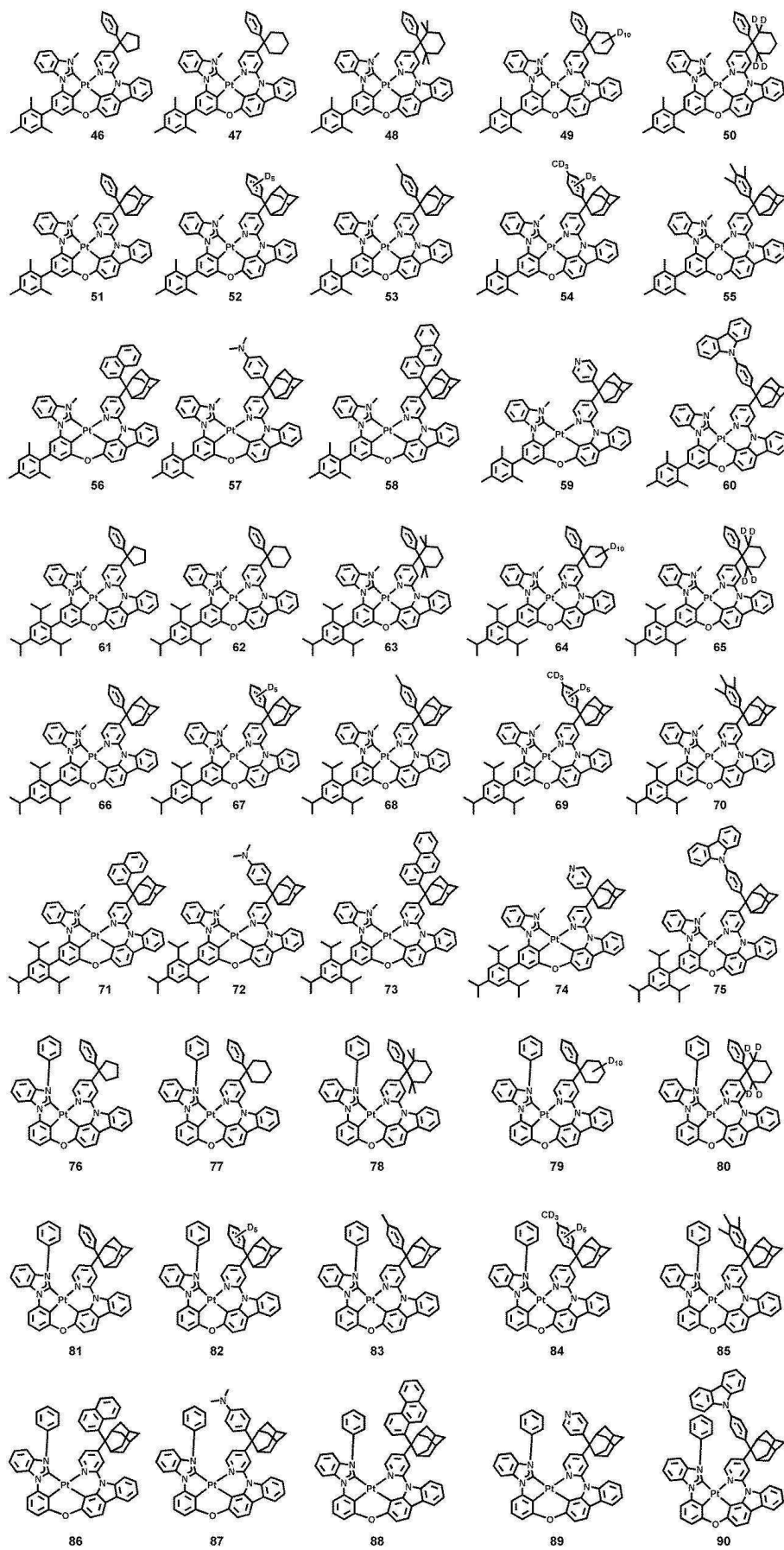
예를 들어, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물은 하기 화합물 1 내지 120 중 적어도 하나, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:



[0194]

[0195]

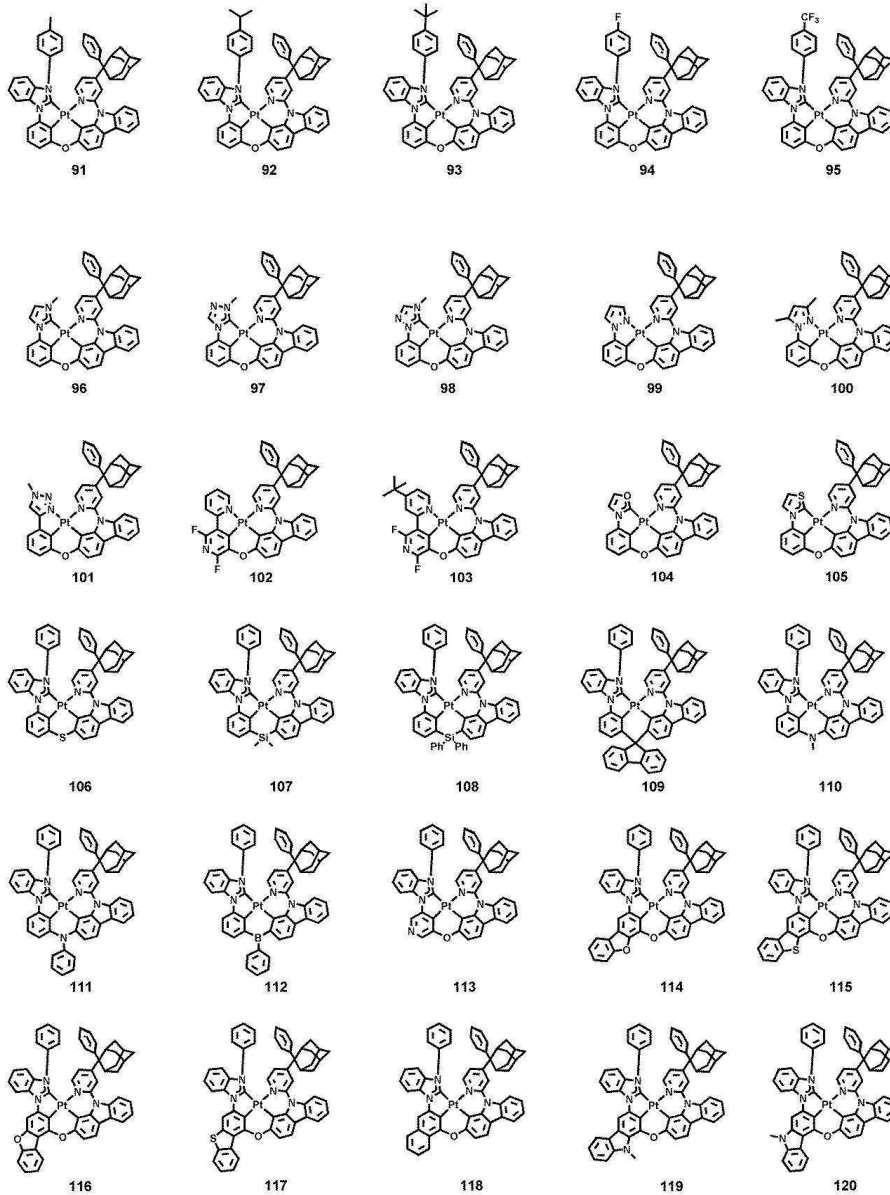
[0196]



[0197]

[0198]

[0199]



[0200]

[0201]

[0202] 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물의 합성 방법은 후술하는 합성에 및/또는 실시예를 참조하여 당업자가 인식할 수 있다.

[0203] 일 구현예에 따르면,

[0204] 상기 발광 소자의 제1전극은 애노드이고,

[0205] 상기 발광 소자의 제2전극은 캐소드이고,

[0206] 상기 중간층은 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 배치된 정공 수송 영역 및 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 더 포함하고,

[0207] 상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층, 전자 저지층 또는 이의 임의의 조합을 포함하고,

[0208] 상기 전자 수송 영역은, 정공 저지층, 전자 수송층, 전자 주입층 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0209] 다른 구현예에 따르면, 상기 발광층은 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 발광층은 410nm 내지 500nm의 최대 발광 파장을 갖는 청색광을 방출할 수 있다.

[0210] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 발광 소자의 발광층은 도펀트 및 호스트를 포함하고, 상기 도펀트에 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물이 포함되어 있을 수 있다. 즉, 상기 유기금속 화합물은 도펀트의 역할을 할 수 있다. 상기 발광층은 예를 들어, 상기 발광층은 청색광을 방출할 수 있다. 상기 청색광은, 예를 들어, 410nm

내지 450nm 범위의 최대 발광 파장을 가질 수 있다.

[0211] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 발광 소자의 전자 수송 영역은 정공 저지층을 포함하고, 상기 정공 저지층은 포스핀 옥사이드-함유 화합물, 실리콘-함유 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 정공 저지층은 상기 발광층에 직접(directly) 접촉될 수 있다.

[0212] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 발광 소자는 제1전극의 외측에 배치된 제1캐핑층 및 제2전극의 외측에 배치된 제2캐핑층 중 적어도 하나를 더 포함하고, 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층 중 적어도 하나에 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물이 포함되어 있을 수 있다. 상기 제1캐핑층 및/또는 제2캐핑층에 대한 보다 상세한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

[0213] 일 구현예에 따르면, 상기 발광 소자는,

[0214] 상기 제1전극의 외측에 배치되고, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함한 제1캐핑층;

[0215] 상기 제2전극의 외측에 배치되고, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함한 제2캐핑층; 또는

[0216] 상기 제1캐핑층 및 상기 제2캐핑층;

[0217] 을 포함할 수 있다.

[0218] 본 명세서 중 "(중간층 및/또는 캐핑층이) 유기금속 화합물을 포함한다"란, "(중간층 및/또는 캐핑층이) 상기 화학식 1의 범주에 속하는 1종의 유기금속 화합물 또는 상기 화학식 1의 범주에 속하는 서로 다른 2종 이상의 유기금속 화합물을 포함할 수 있다"로 해석될 수 있다.

[0219] 예를 들어, 상기 중간층 및/또는 캐핑층은, 상기 유기금속 화합물로서, 상기 화합물 1만을 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1은 상기 발광 소자의 발광층에 존재할 수 있다. 또는, 상기 중간층은 상기 유기금속 화합물로서, 상기 화합물 1과 화합물 2를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1과 화합물 2는 동일한 층에 존재(예를 들면, 상기 화합물 1과 화합물 2는 모두 발광층에 존재할 수 있음)하거나, 서로 다른 층에 존재(예를 들면, 상기 화합물 1은 발광층에 존재하고 상기 화합물 2는 전자 수송 영역에 존재할 수 있음)할 수 있다.

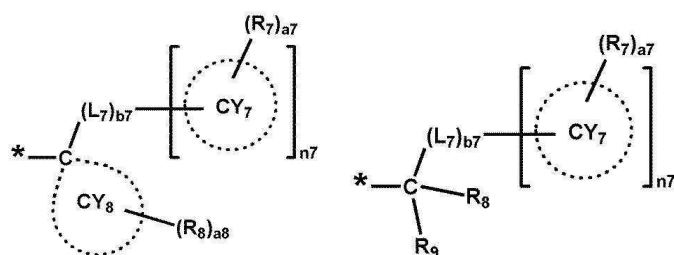
[0220] 본 명세서 중 "중간층"은 상기 발광 소자 중 제1전극과 제2전극 사이에 배치된 단일 및/또는 복수의 모든 층을 가리키는 용어이다.

[0221] 또 다른 측면에 따르면, 상술한 바와 같은 발광 소자를 포함한 전자 장치가 제공된다. 상기 전자 장치는 박막 트랜지스터를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 장치는 소스 전극 및 드레인 전극을 포함한 박막 트랜지스터를 더 포함하고, 상기 발광 소자의 제1전극은 상기 소스 전극 또는 드레인 전극과 전기적으로 연결될 수 있다. 한편, 상기 전자 장치는, 컬러 필터, 색변환층, 터치스크린층, 편광층, 또는 이의 임의의 조합을 더 포함할 수 있다. 상기 전자 장치에 대한 보다 상세한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

[0222] 또 다른 측면에 따르면, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물이 제공된다. 상기 화학식 1에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

[0223] 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물 중, a1 내지 a4의 합은 1 이상이고, a1개의 $*(L_1)_{b1}-(R_1)_{c1}$ 으로 표시된 그룹 중 적어도 하나, a2개의 R_2 중 적어도 하나, a3개의 R_3 중 적어도 하나, a4개의 R_4 중 적어도 하나 또는 이의 임의의 조합은 서로 독립적으로, 하기 화학식 1-1로 표시된 그룹 또는 하기 화학식 1-2로 표시된 그룹일 수 있다.

[0224] <화학식 1-1> <화학식 1-2>



[0225]

[0226] 즉, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물은 상기 화학식 1-1로 표시된 그룹 및/또는 상기 화학식 1-2로 표

시된 그룹을 반드시 포함할 수 있다.

- [0227] 상기 화학식 1-1 및 1-2 중 고리 CY₇로 표시된 모이어티는, 화학식 1-1 중 고리 CY₈로 표시된 모이어티 및 화학식 1-2 중 R₈ 및 R₉보다 높은 삼중항 에너지 레벨(예를 들면, 0.01 eV 이상만큼 높은 삼중항 에너지 레벨)을 갖는다. 이로써, 화학식 1 중 metal to ligand charge transfer에 의한 에너지 전이 및 intramolecular through-space charge transfer에 의한 에너지 전이가 모두 활성화될 수 있다. 또한, 상기 화학식 1-1 및 1-2 은 고리 CY₇에 의한 구조적 강건성(rigidity)을 가질 수 있다.
- [0228] 따라서, 상술한 바와 같은 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함한 발광 소자(예를 들면, 유기 발광 소자)는 고색순도, 고발광 효율, 저구동 전압 및 장수명 특성을 가질 수 있다.
- [0229] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물은 청색광을 방출할 수 있다. 예를 들어, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물은 390nm 내지 500nm, 410nm 내지 500nm, 410nm 내지 490nm, 430nm 내지 480nm, 440nm 내지 475nm 또는 455nm 내지 470nm 범위의 최대 발광 파장을 갖는 청색광을 방출할 수 있다.
- [0230] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물은, 배면 발광 CIE_x 좌표가 0.12 내지 0.15 또는 0.13 내지 0.14의 범위이고, 배면 발광 CIE_y 좌표가 0.06 내지 0.25, 0.10 내지 0.20 또는 0.13 내지 0.20 범위인 색순도를 가질 수 있다.
- [0231] [도 1에 대한 설명]
- [0232] 도 1은 본 발명의 일 구현예를 따르는 발광 소자(10)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다. 상기 발광 소자(10)는 제1전극(110), 중간층(130) 및 제2전극(150)을 포함한다.
- [0233] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 구현예를 따르는 발광 소자(10)의 구조 및 제조 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0234] [제1전극(110)]
- [0235] 도 1의 제1전극(110)의 하부 또는 제2전극(150)의 상부에는 기판이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기판으로는, 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 또는, 상기 기판은 가요성 기판일 수 있으며, 예를 들어, 폴리에테르이미드(polyimide), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET; polyethylene terephthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate), 폴리아릴레이트(PAR; polyarylate), 폴리에테르이미드(polyetherimide), 또는 이의 임의의 조합과 같이, 내열성 및 내구성이 우수한 플라스틱을 포함할 수 있다.
- [0236] 상기 제1전극(110)은, 예를 들면, 상기 기판 상부에, 제1전극용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 제공함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극(110)이 애노드일 경우, 제1전극용 물질로서, 정공 주입이 용이한 고일함수 물질을 이용할 수 있다.
- [0237] 상기 제1전극(110)은 반사형 전극, 반투과형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 투과형 전극인 제1전극(110)을 형성하기 위하여, 제1전극용 물질로서, 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO₂), 산화아연(ZnO), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다. 또는, 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 제1전극(110)을 형성하기 위하여, 제1전극용 물질로서, 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다.
- [0238] 상기 제1전극(110)은 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 복수의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1전극(110)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있다.
- [0239] [중간층(130)]
- [0240] 상기 제1전극(110) 상부에는 중간층(130)이 배치되어 있다. 상기 중간층(130)은 발광층을 포함한다.
- [0241] 상기 중간층(130)은, 상기 제1전극(110)과 상기 발광층 사이에 배치된 정공 수송 영역(hole transport region) 및 상기 발광층과 상기 제2전극(150) 사이에 배치된 전자 수송 영역(electron transport region)을 더 포함할 수 있다.
- [0242] 상기 중간층(130)은 각종 유기물 외에, 유기금속 화합물과 같은 금속-함유 화합물, 양자점과 같은 무기물 등도 더 포함할 수 있다.

[0243] 한편, 상기 중간층(130)은, i) 상기 제1전극(110)과 상기 제2전극(150) 사이에 순차적으로 적층되어 있는 2 이상의 발광 단위(emitting unit) 및 ii) 상기 2개의 발광 단위 사이에 배치된 전하 생성층(charge generation layer)을 포함할 수 있다. 상기 중간층(130)이 상술한 바와 같은 발광 단위 및 전하 생성층을 포함할 경우, 상기 발광 소자(10)는 탠덤(tandem) 발광 소자일 수 있다.

[0244] [중간층(130) 중 정공 수송 영역]

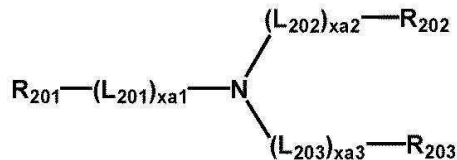
[0245] 상기 정공 수송 영역은, i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 복수의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다.

[0246] 상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 발광 보조층, 전자 저지층(EBL), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0247] 예를 들어, 상기 정공 수송 영역은, 제1전극(110)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층/정공 수송층, 정공 주입층/정공 수송층/발광 보조층, 정공 주입층/발광 보조층, 정공 수송층/발광 보조층 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층의 다층 구조를 가질 수 있다.

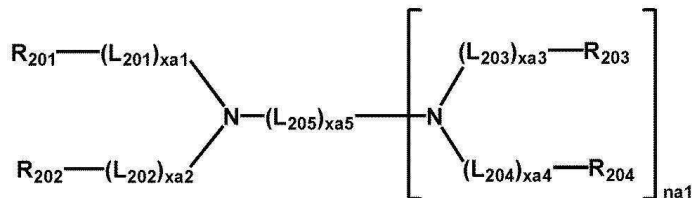
[0248] 상기 정공 수송 영역은, 하기 화학식 201로 표시되는 화합물, 하기 화학식 202로 표시되는 화합물, 또는 이의 임의의 조합(any combination thereof)을 포함할 수 있다:

[0249] <화학식 201>



[0250]

[0251] <화학식 202>



[0252]

[0253] 상기 화학식 201 및 202 중,

[0254] L₂₀₁ 내지 L₂₀₄는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

[0255] L₂₀₅은, *-O-*, *-S-*, *-N(Q₂₀₁)-*, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알킬렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₂-C₂₀알케닐렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

[0256] xa1 내지 xa4는 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0257] xa5는 1 내지 10의 정수 중 하나이고,

[0258] R₂₀₁ 내지 R₂₀₄ 및 Q₂₀₁은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

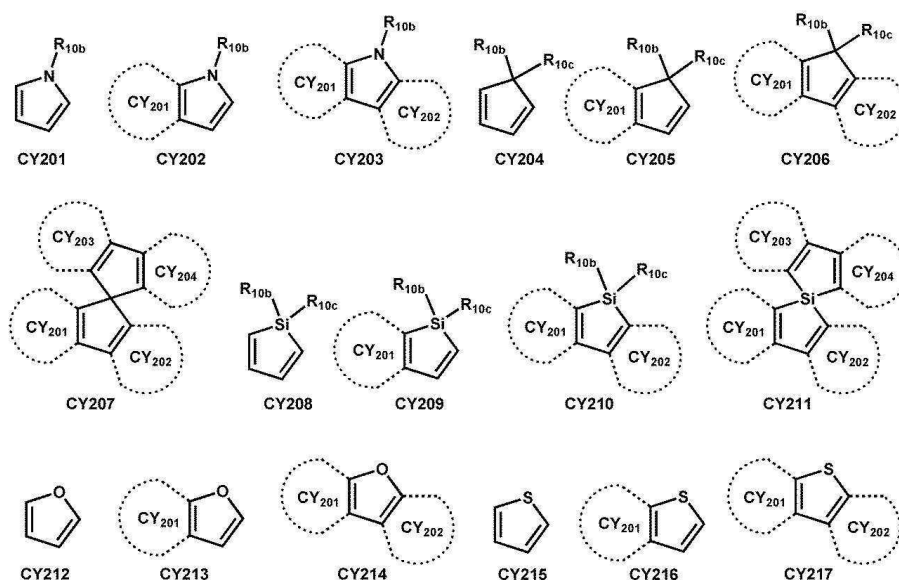
[0259] R₂₀₁과 R₂₀₂는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₅알킬렌기 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₂-C₅알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₈-C₆₀ 폴리시클릭 그룹(예를 들면, 카바졸 그룹 등)을 형성할 수 있고(예를 들면, 하기 화합물

HT16 등을 참조함),

[0260] R_{203} 과 R_{204} 는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_5 알킬렌기 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_2 - C_5 알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_8 - C_{60} 폴리시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0261] na1은 1 내지 4의 정수 중 하나일 수 있다.

[0262] 예를 들어, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 하기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:



[0263]

[0264] 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중, R_{10b} 및 R_{10c} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_{10a} 에 대한 설명을 참조하고, 고리 CY201 내지 고리 CY204는 서로 독립적으로, C_3 - C_{20} 카보시클릭 그룹 또는 C_1 - C_{20} 헤테로시클릭 그룹이고, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 적어도 하나의 수소는 본 명세서에 기재된 바와 같은 R_{10a} 로 치환 또는 비치환될 수 있다.

[0265] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 고리 CY201 내지 고리 CY204는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 페난트렌 그룹 또는 안트라센 그룹일 수 있다.

[0266] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0267] 또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나 및 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0268] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 중 xa1은 1이고, R_{201} 은 상기 화학식 CY201 내지 CY203 중 하나로 표시된 그룹이고, xa2는 0이고, R_{202} 는 상기 화학식 CY204 내지 CY207 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다.

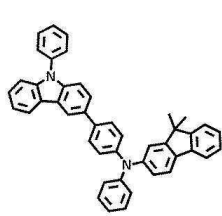
[0269] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다.

[0270] 또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함하고, 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

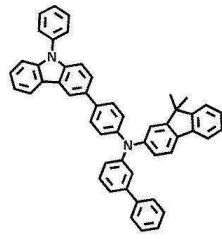
[0271] 또 다른 예로서, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다.

[0272] 예를 들어, 상기 정공 수송 영역은 하기 화합물 HT1 내지 HT44 중 하나, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB(NPD), β -NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, 메틸화된-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4''-tris(N-

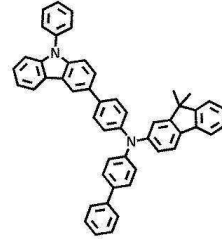
carbazolyl)triphenylamine (4,4',4''-트리스(N-카바졸릴)트리페닐아민)), Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid (폴리아닐린/도데실벤젠설포산)), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌설포네이트))), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid (폴리아닐린/캄페르설포산)), PANI/PSS (Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리아닐린/폴리(4-스티렌설포네이트))), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:



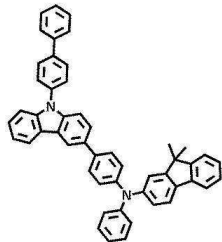
HT1



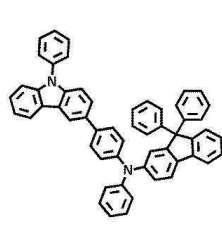
HT2



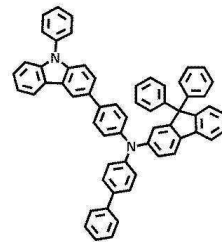
HT3



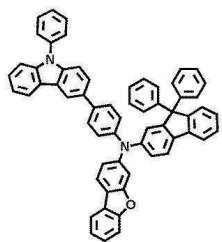
HT4



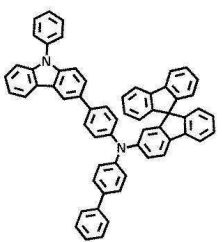
HT5



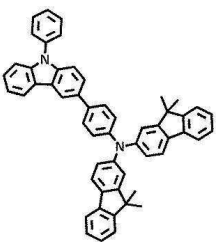
HT6



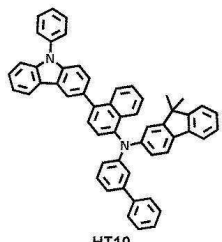
HT7



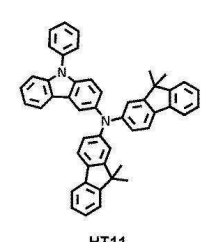
HT8



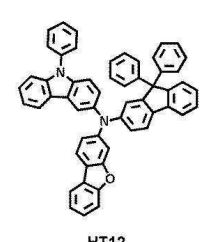
HT9



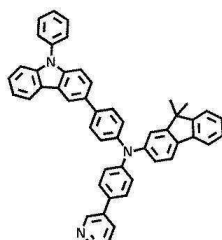
HT10



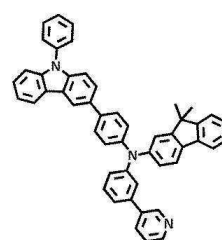
HT11



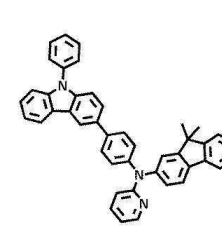
HT12



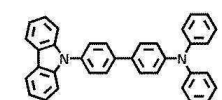
HT13



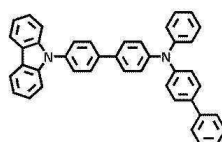
HT14



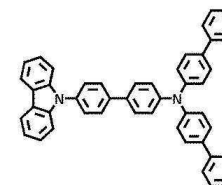
HT15



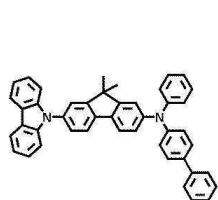
HT16



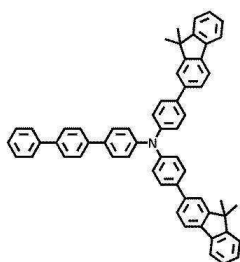
HT17



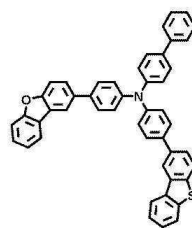
HT18



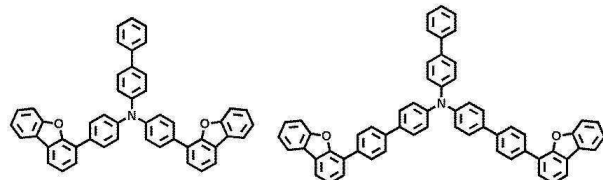
HT19



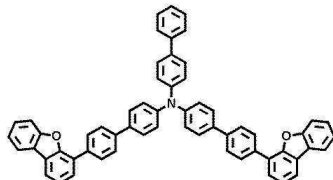
HT20



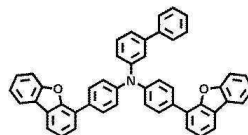
HT21



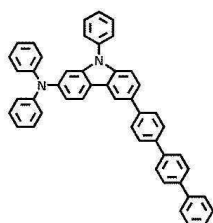
HT22



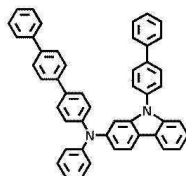
HT23



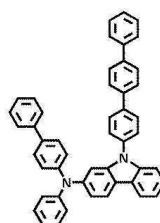
HT24



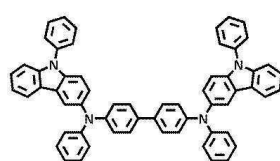
HT25



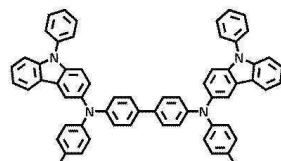
HT26



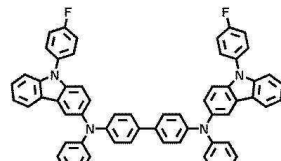
HT27



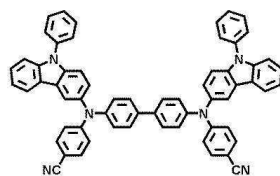
HT28



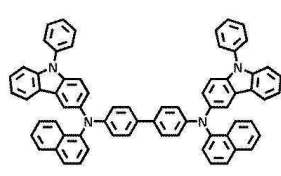
HT29



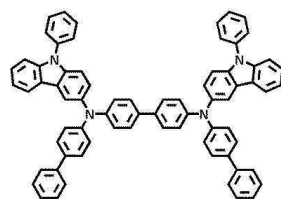
HT30



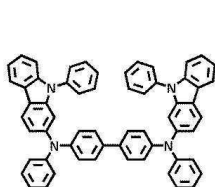
HT31



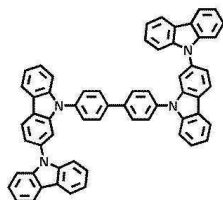
HT32



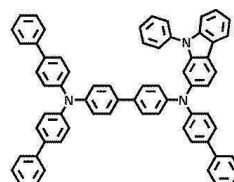
HT33



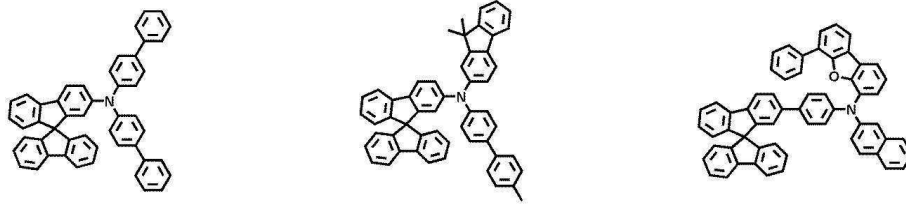
HT34



HT35



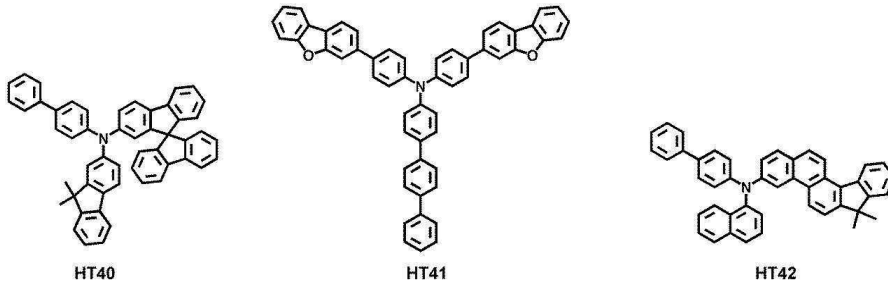
HT36



HT37

HT38

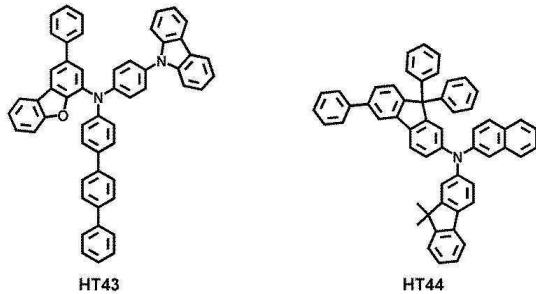
HT39



HT40

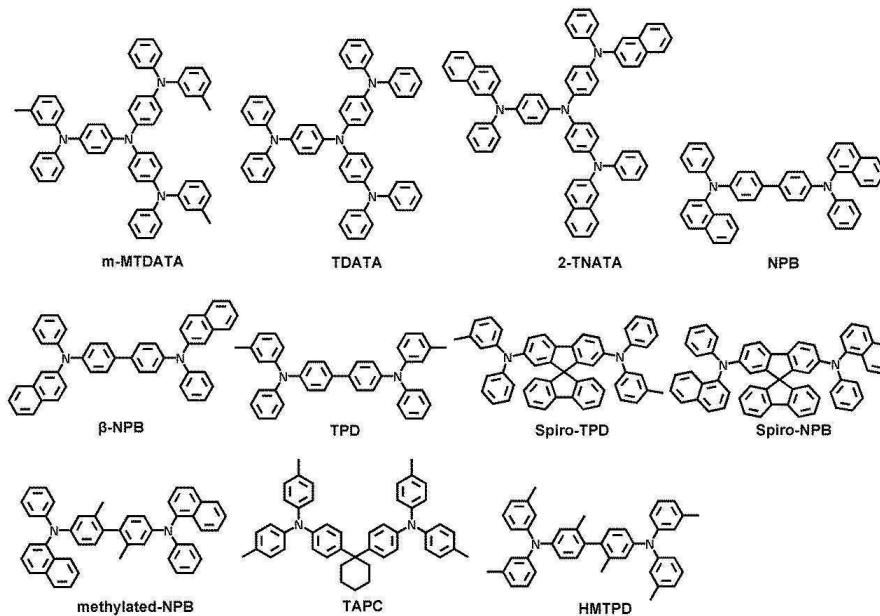
HT41

HT42



HT43

HT44



m-MTDATA

TDATA

2-TNATA

NPB

β-NPB

TPD

Spiro-TPD

Spiro-NPB

methylated-NPB

TAPC

HMTPD

상기 정공 수송 영역의 두께는 약 50 Å 내지 약 10000 Å, 예를 들면, 약 100 Å 내지 약 4000 Å 일 수 있다. 상기 정공 수송 영역이 정공 주입층, 정공 수송층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 경우, 상기 정공 주입층의 두께는 약 100 Å 내지 약 9000 Å, 예를 들면, 약 100 Å 내지 약 1000 Å 이고, 상기 정공 수송층의 두께는 약 50 Å 내지 약 2000 Å, 예를 들면 약 100 Å 내지 약 1500 Å 일 수 있다. 상기 정공 수송 영역, 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

상기 발광 보조층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시키는 역할을 하는 층이고, 상기 전자 저지층은 전자 수송 영역으로부터의 전자 주입을 방지하는 역할을 하는

층이다. 상기 발광 보조층 및 전자 저지층에는 상술한 바와 같은 물질이 포함될 수 있다.

[0284] [p-도펀트]

[0285] 상기 정공 수송 영역은 상술한 바와 같은 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하-생성 물질을 포함할 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 상기 정공 수송 영역 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산(예를 들면, 전하-생성 물질로 이루어진(consist of) 단일층 형태)되어 있을 수 있다.

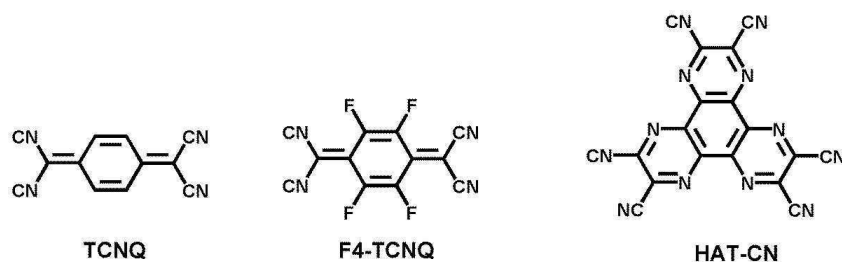
[0286] 상기 전하-생성 물질은 예를 들면, p-도펀트일 수 있다.

[0287] 예를 들어, 상기 p-도펀트의 LUMO 에너지 레벨은 -3.5eV 이하일 수 있다.

[0288] 일 구현예에 따르면, 상기 p-도펀트는, 퀸온 유도체, 시아노기-함유 화합물, 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

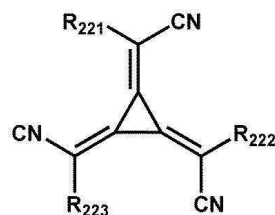
[0289] 상기 퀸온 유도체의 예는, TCNQ, F4-TCNQ 등을 포함할 수 있다.

[0290] 상기 시아노기-함유 화합물의 예는 HAT-CN, 하기 화학식 221로 표시된 화합물 등을 포함할 수 있다.



[0291]

[0292] <화학식 221>



[0293]

[0294] 상기 화학식 221 중,

[0295] R_{221} 내지 R_{223} 은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

[0296] 상기 R_{221} 내지 R_{223} 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 시아노기; -F; -Cl; -Br; -I; 시아노기, -F, -Cl, -Br, -I, 또는 이의 임의의 조합으로 치환된 C_1 - C_{20} 알킬기; 또는 이의 임의의 조합으로 치환된, C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0297] 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물 중, 원소 EL1은 금속, 준금속, 또는 이의 조합이고, 원소 EL2는 비금속, 준금속, 또는 이의 조합일 수 있다.

[0298] 상기 금속의 예는, 알칼리 금속(예를 들면, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs) 등); 알칼리 토금속(예를 들면, 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba) 등); 전이 금속(예를 들면, 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 바나듐(V), 니오브(Nb), 탄탈(Ta), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 망간(Mn), 테크네튬(Tc), 레늄(Re), 철(Fe), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 코발트(Co), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 등); 전이후 금속(예를 들면, 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn) 등); 란타나이드 금속(예를 들면, 란타넘(La), 세륨(Ce), 프라세오듐(Pr), 네오디뮴(Nd), 프로메튬(Pm), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 가돌리늄(Gd), 터븀(Tb), 디스프로슘(Dy), 홀름(Ho), 어븀(Er), 툴륨(Tm), 이터븀(Yb), 루테튬(Lu) 등); 등을 포함할 수 있다.

[0299] 상기 준금속의 예는, 실리콘(Si), 안티모니(Sb), 텔루륨(Te) 등을 포함할 수 있다.

- [0300] 상기 비금속의 예는, 산소(O), 할로젠(예를 들면, F, Cl, Br, I 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0301] 예를 들어, 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물은, 금속 산화물, 금속 할로겐화물(예를 들면, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 브롬화물, 금속 요오드화물 등), 준금속 할로겐화물(예를 들면, 준금속 불화물, 준금속 염화물, 준금속 브롬화물, 준금속 요오드화물 등), 금속 텔루라이드, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0302] 상기 금속 산화물의 예는, 텅스텐 옥사이드(예를 들면, WO, W₂O₃, WO₂, WO₃, W₂O₅ 등), 바나듐 옥사이드(예를 들면, VO, V₂O₃, VO₂, V₂O₅ 등), 몰리브덴 옥사이드(MoO, Mo₂O₃, MoO₂, MoO₃, Mo₂O₅ 등), 레늄 옥사이드(예를 들면, ReO₃ 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0303] 상기 금속 할로겐화물의 예는, 알칼리 금속 할로겐화물, 알칼리 토금속 할로겐화물, 전이 금속 할로겐화물, 전이후 금속 할로겐화물, 란타나이드 금속 할로겐화물 등을 포함할 수 있다.
- [0304] 상기 알칼리 금속 할로겐화물의 예는, LiF, NaF, KF, RbF, CsF, LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl, LiBr, NaBr, KBr, RbBr, CsBr, LiI, NaI, KI, RbI, CsI 등을 포함할 수 있다.
- [0305] 상기 알칼리 토금속 할로겐화물의 예는, BeF₂, MgF₂, CaF₂, SrF₂, BaF₂, BeCl₂, MgCl₂, CaCl₂, SrCl₂, BaCl₂, BeBr₂, MgBr₂, CaBr₂, SrBr₂, BaBr₂, BeI₂, MgI₂, CaI₂, SrI₂, BaI₂ 등을 포함할 수 있다.
- [0306] 상기 전이 금속 할로겐화물의 예는, 티타늄 할로겐화물(예를 들면, TiF₄, TiCl₄, TiBr₄, TiI₄ 등), 지르코늄 할로겐화물(예를 들면, ZrF₄, ZrCl₄, ZrBr₄, ZrI₄ 등), 하프늄 할로겐화물(예를 들면, HfF₄, HfCl₄, HfBr₄, HfI₄ 등), 바나듐 할로겐화물(예를 들면, VF₃, VCl₃, VBr₃, VI₃ 등), 니오브 할로겐화물(예를 들면, NbF₃, NbCl₃, NbBr₃, NbI₃ 등), 탄탈 할로겐화물(예를 들면, TaF₃, TaCl₃, TaBr₃, TaI₃ 등), 크롬 할로겐화물(예를 들면, CrF₃, CrCl₃, CrBr₃, CrI₃ 등), 몰리브덴 할로겐화물(예를 들면, MoF₃, MoCl₃, MoBr₃, MoI₃ 등), 텅스텐 할로겐화물(예를 들면, WF₃, WCl₃, WBr₃, WI₃ 등), 망간 할로겐화물(예를 들면, MnF₂, MnCl₂, MnBr₂, MnI₂ 등), 테크네튬 할로겐화물(예를 들면, TcF₂, TcCl₂, TcBr₂, TcI₂ 등), 레늄 할로겐화물(예를 들면, ReF₂, ReCl₂, ReBr₂, ReI₂ 등), 철 할로겐화물(예를 들면, FeF₂, FeCl₂, FeBr₂, FeI₂ 등), 루테튬 할로겐화물(예를 들면, RuF₂, RuCl₂, RuBr₂, RuI₂ 등), 오스뮴 할로겐화물(예를 들면, OsF₂, OsCl₂, OsBr₂, OsI₂ 등), 코발트 할로겐화물(예를 들면, CoF₂, CoCl₂, CoBr₂, CoI₂ 등), 로듐 할로겐화물(예를 들면, RhF₂, RhCl₂, RhBr₂, RhI₂ 등), 이리듐 할로겐화물(예를 들면, IrF₂, IrCl₂, IrBr₂, IrI₂ 등), 니켈 할로겐화물(예를 들면, NiF₂, NiCl₂, NiBr₂, NiI₂ 등), 팔라듐 할로겐화물(예를 들면, PdF₂, PdCl₂, PdBr₂, PdI₂ 등), 백금 할로겐화물(예를 들면, PtF₂, PtCl₂, PtBr₂, PtI₂ 등), 구리 할로겐화물(예를 들면, CuF, CuCl, CuBr, CuI 등), 은 할로겐화물(예를 들면, AgF, AgCl, AgBr, AgI 등), 금 할로겐화물(예를 들면, AuF, AuCl, AuBr, AuI 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0307] 상기 전이후 금속 할로겐화물의 예는, 아연 할로겐화물(예를 들면, ZnF₂, ZnCl₂, ZnBr₂, ZnI₂ 등), 인듐 할로겐화물(예를 들면, InI₃ 등), 주석 할로겐화물(예를 들면, SnI₂ 등), 등을 포함할 수 있다.
- [0308] 상기 란타나이드 금속 할로겐화물의 예는, YbF, YbF₂, YbF₃, SmF₃, YbCl, YbCl₂, YbCl₃, SmCl₃, YbBr, YbBr₂, YbBr₃, SmBr₃, YbI, YbI₂, YbI₃, SmI₃ 등을 포함할 수 있다.
- [0309] 상기 준금속 할로겐화물의 예는, 안티모니 할로겐화물(예를 들면, SbCl₅ 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0310] 상기 금속 텔루라이드의 예는, 알칼리 금속 텔루라이드(예를 들면, Li₂Te, Na₂Te, K₂Te, Rb₂Te, Cs₂Te 등), 알칼리 토금속 텔루라이드(예를 들면, BeTe, MgTe, CaTe, SrTe, BaTe 등), 전이 금속 텔루라이드(예를 들면, TiTe₂, ZrTe₂, HfTe₂, V₂Te₃, Nb₂Te₃, Ta₂Te₃, Cr₂Te₃, Mo₂Te₃, W₂Te₃, MnTe, TcTe, ReTe, FeTe, RuTe, OsTe, CoTe, RhTe, IrTe, NiTe, PdTe, PtTe, Cu₂Te, CuTe, Ag₂Te, AgTe, Au₂Te 등), 전이후 금속 텔루라이드(예를 들면, ZnTe 등), 란타나이드 금속 텔루라이드(예를 들면, LaTe, CeTe, PrTe, NdTe, PmTe, EuTe, GdTe, TbTe, DyTe, HoTe, ErTe, TmTe, YbTe, LuTe 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0311] [중간층(130) 중 발광층]

- [0312] 상기 발광 소자(10)가 풀 컬러 발광 소자일 경우, 발광층은, 개별 부화소별로, 적색 발광층, 녹색 발광층 및/또는 청색 발광층으로 패터닝될 수 있다. 또는, 상기 발광층은, 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층 중 2 이상의 층이 접촉 또는 이격되어 적층된 구조를 갖거나, 적색광 방출 물질, 녹색광 방출 물질 및 청색광 방출 물질 중 2 이상의 물질이 층구분 없이 혼합된 구조를 가져, 백색광을 방출할 수 있다.
- [0313] 상기 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함할 수 있다. 상기 도펀트는 인광 도펀트, 형광 도펀트, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0314] 일 구현예에 따르면, 상기 도펀트는 본 명세서에 기재된 바와 같은 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함할 수 있다.
- [0315] 상기 발광층 중 도펀트의 함량은, 호스트 100 중량부에 대하여, 약 0.01 내지 약 15 중량부일 수 있다.
- [0316] 또는, 상기 발광층은 양자점을 포함할 수 있다.
- [0317] 한편, 상기 발광층은 지연 형광 물질을 포함할 수 있다. 상기 지연 형광 물질은 발광층 중 호스트 또는 도펀트의 역할을 할 수 있다.
- [0318] 상기 발광층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å일 수 있다. 상기 발광층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.
- [0319] [호스트]
- [0320] 상기 발광층 중 호스트는 임의의 호스트를 포함할 수 있다.
- [0321] 또는, 상기 호스트는 하기 화학식 301로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.
- [0322] <화학식 301>
- [0323] $[Ar_{301}]_{xb11}-[(L_{301})_{xb1}-R_{301}]_{xb21}$
- [0324] 상기 화학식 301 중,
- [0325] Ar_{301} 및 L_{301} 은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0326] $xb11$ 은 1, 2 또는 3이고,
- [0327] $xb1$ 은 0 내지 5의 정수 중 하나이고,
- [0328] R_{301} 은, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알킬기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알케닐기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알키닐기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, -Si(Q_{301})(Q_{302})(Q_{303}), -N(Q_{301})(Q_{302}), -B(Q_{301})(Q_{302}), -C(=O)(Q_{301}), -S(=O)₂(Q_{301}), 또는 -P(=O)(Q_{301})(Q_{302})이고,
- [0329] $xb21$ 은 1 내지 5의 정수 중 하나이고,
- [0330] Q_{301} 내지 Q_{303} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 Q_1 에 대한 설명을 참조한다.
- [0331] 예를 들어, 상기 화학식 301 중 $xb11$ 이 2 이상일 경우 2 이상의 Ar_{301} 은 단일 결합을 통하여 서로 연결될 수 있다.
- [0332] 다른 예로서, 상기 호스트는, 하기 화학식 301-1로 표시된 화합물, 하기 화학식 301-2로 표시된 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:

[0333] <화학식 301-1>

[0334]

[0335] <화학식 301-2>

[0336]

[0337] 상기 화학식 301-1 내지 301-2 중,

[0338] 고리 A₃₀₁ 내지 고리 A₃₀₄는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

[0339] X₃₀₁은 O, S, N-[(L₃₀₄)_{xb4}-R₃₀₄], C(R₃₀₄)(R₃₀₅), 또는 Si(R₃₀₄)(R₃₀₅)이고,

[0340] xb22 및 xb23은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2이고,

[0341] L₃₀₁, xb1 및 R₃₀₁에 대한 설명은 각각 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,

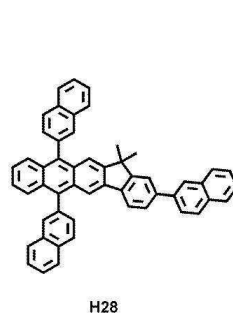
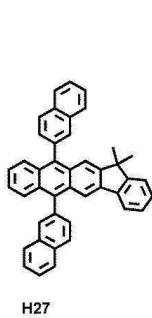
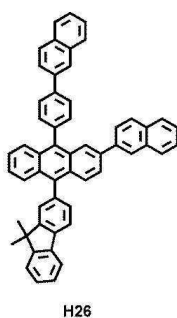
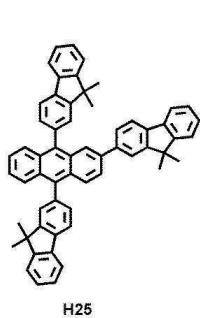
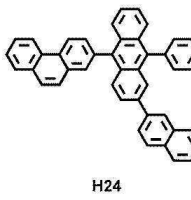
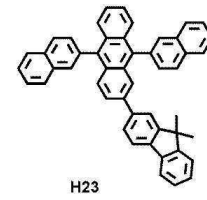
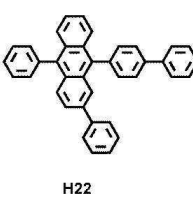
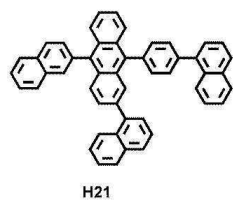
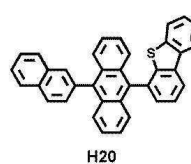
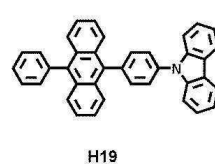
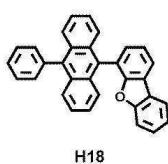
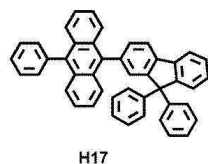
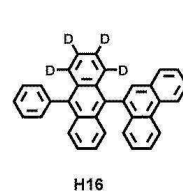
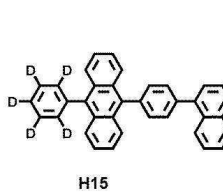
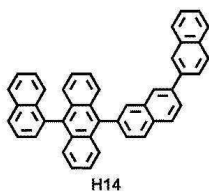
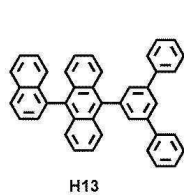
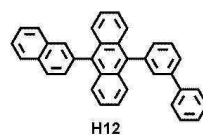
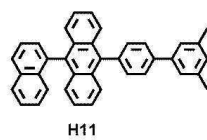
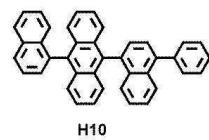
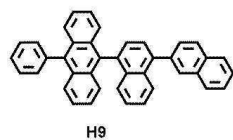
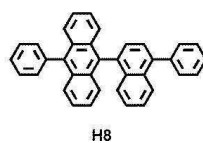
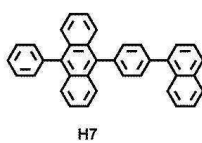
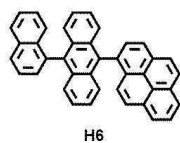
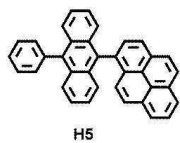
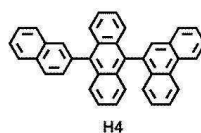
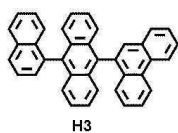
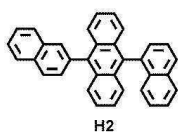
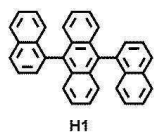
[0342] L₃₀₂ 내지 L₃₀₄에 대한 설명은 서로 독립적으로, 상기 L₃₀₁에 대한 설명을 참조하고,

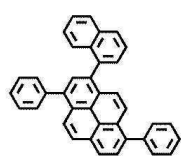
[0343] xb2 내지 xb4에 대한 설명은 서로 독립적으로, 상기 xb1에 대한 설명을 참조하고,

[0344] R₃₀₂ 내지 R₃₀₅ 및 R₃₁₁ 내지 R₃₁₄에 대한 설명은 각각 상기 R₃₀₁에 대한 설명을 참조한다.

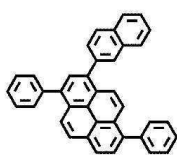
[0345] 또 다른 예로서, 상기 호스트는 알칼리토 금속 착체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 호스트는 Be 착체(예를 들면, 하기 화합물 H55), Mg 착체, Zn 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0346] 또 다른 예로서, 상기 호스트는 하기 화합물 H1 내지 H124 중 하나, ADN (9,10-Di(2-naphthyl)anthracene), MADN (2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene), TBADN (9,10-di-(2-naphthyl)-2-t-butyl-anthracene), CBP (4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), mCP (1,3-di-9-carbazolylbenzene), TCP (1,3,5-tri(carbazol-9-yl)benzene), mCBP (3,3-Di(9H-carbazol-9-yl)biphenyl), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:

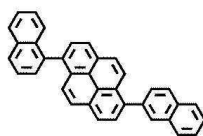




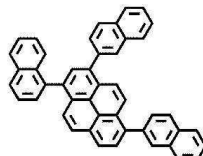
H29



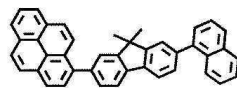
H30



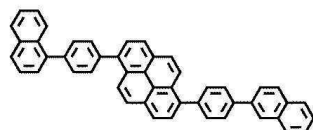
H31



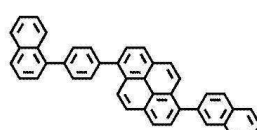
H32



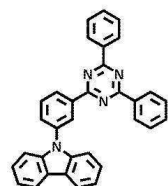
H33



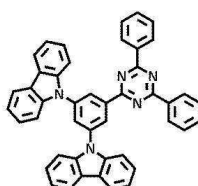
H34



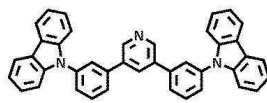
H35



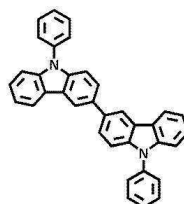
H36



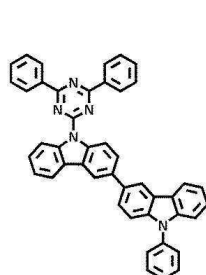
H37



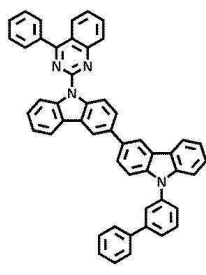
H38



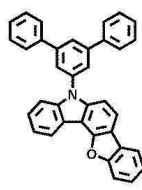
H39



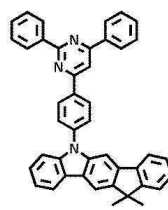
H40



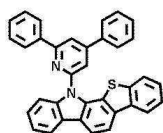
H41



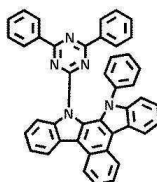
H42



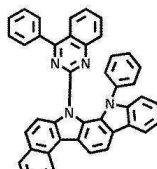
H43



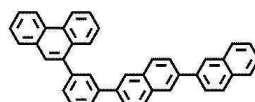
H44



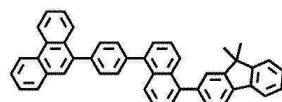
H45



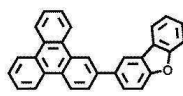
H46



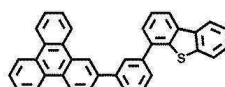
H47



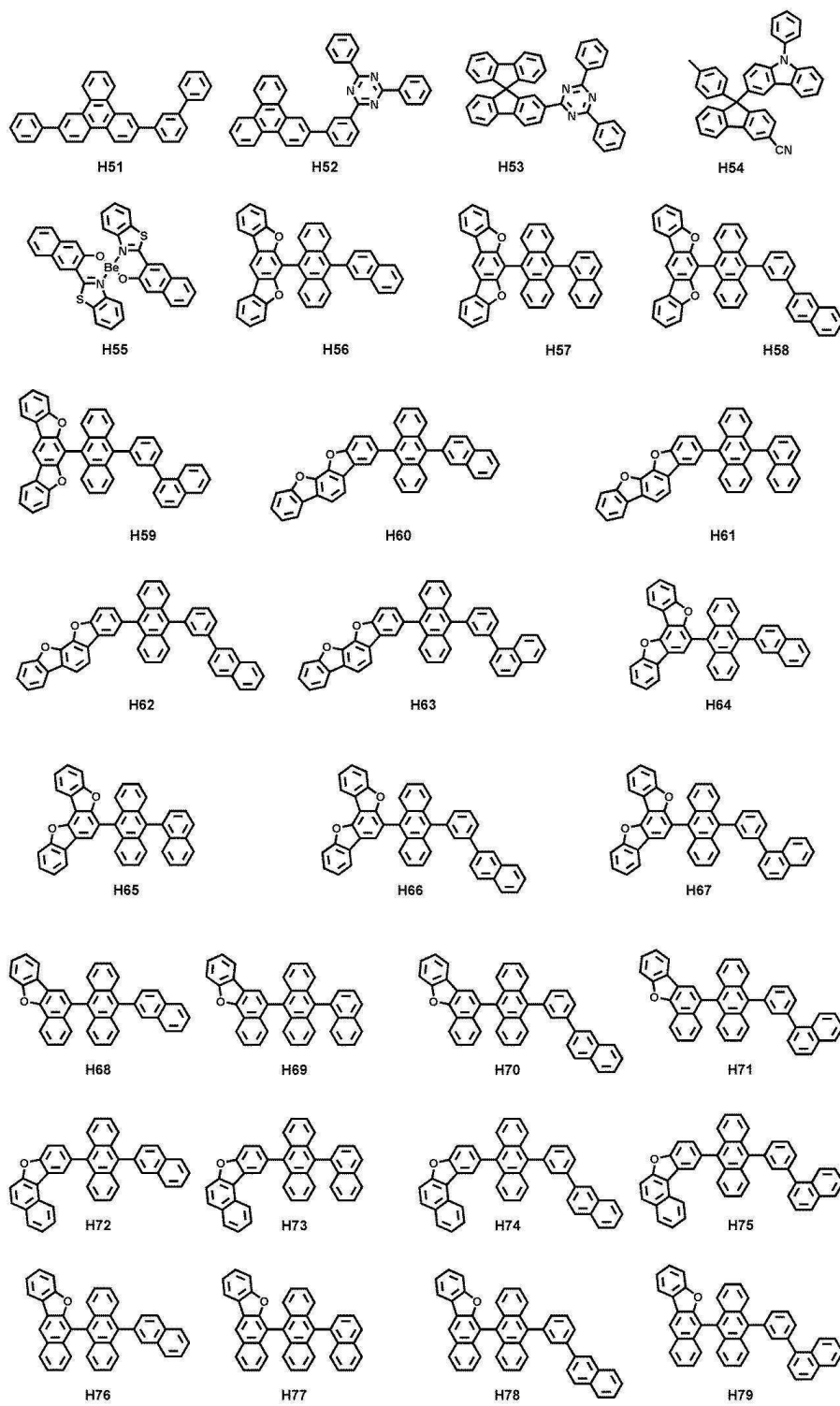
H48

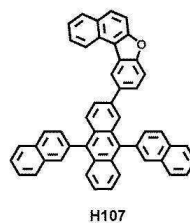
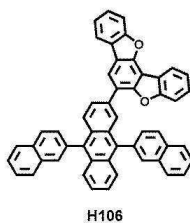
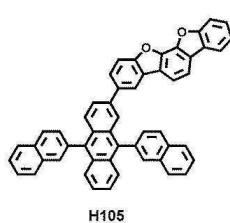
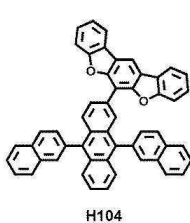
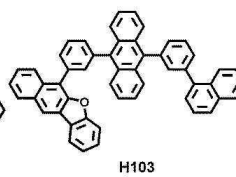
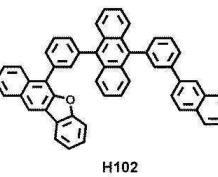
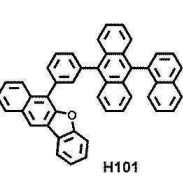
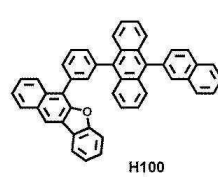
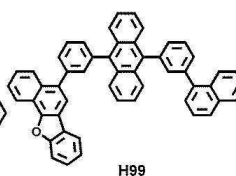
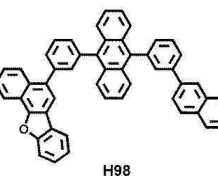
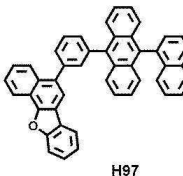
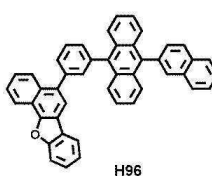
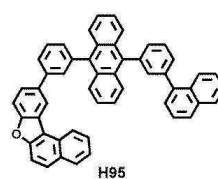
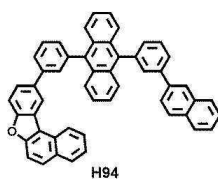
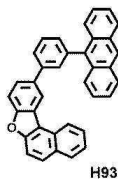
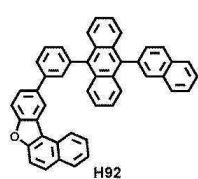
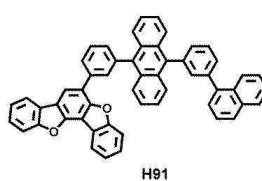
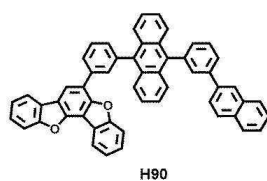
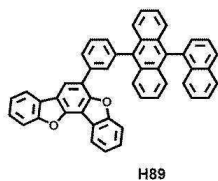
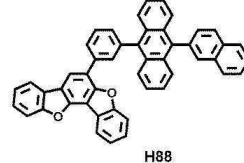
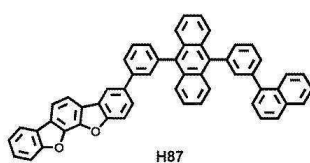
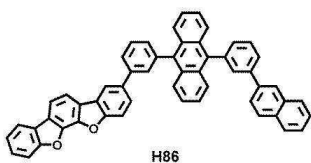
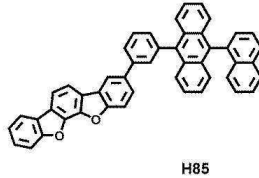
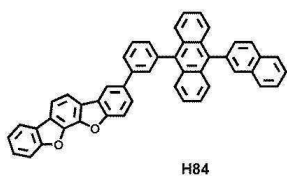
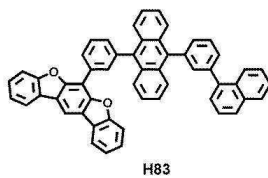
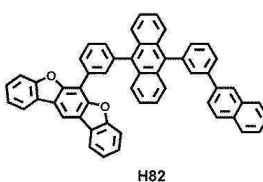
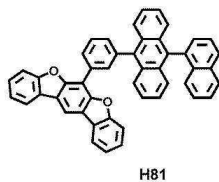
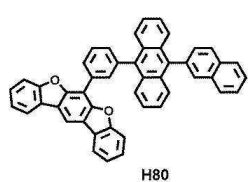


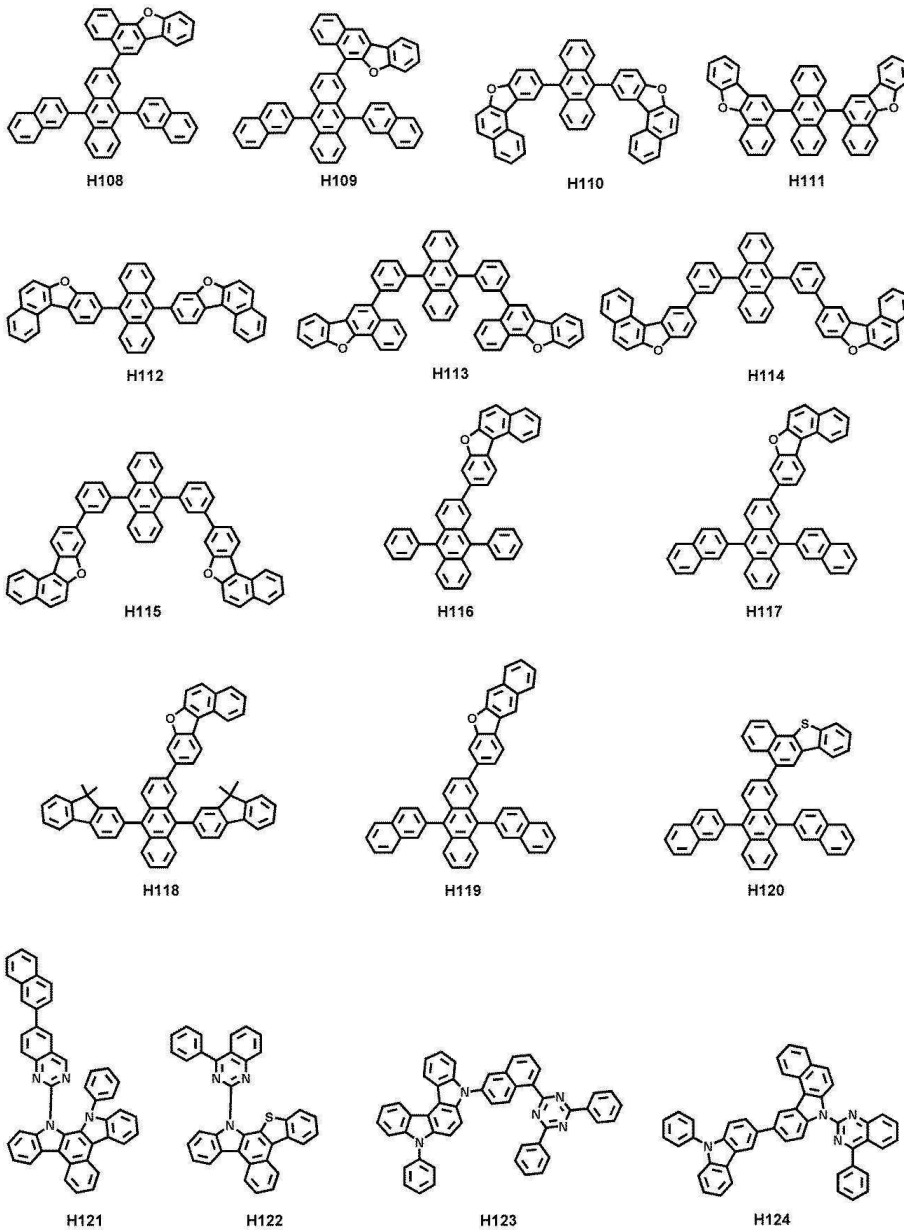
H49



H50







[0360] 또는, 상기 호스트는 실리콘-함유 화합물, 포스핀 옥사이드-함유 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0362] 상기 호스트는 1종의 화합물만을 포함하거나, 서로 상이한 2종 이상의 화합물을 포함할 수 있는 등, 다양한 변형이 가능하다.

[0363] [인광 도펀트]

[0364] 상기 발광층은 인광 도펀트로서, 본 명세서에 기재된 바와 같은 화학식 1로 표시된 유기금속 화합물을 포함할 수 있다.

[0365] [지연 형광 물질]

[0366] 상기 발광층은 지연 형광 물질을 포함할 수 있다.

[0367] 본 명세서 중 지연 형광 물질은 지연 형광 방출 메커니즘에 의하여 지연 형광을 방출할 수 있는 임의의 화합물 중에서 선택될 수 있다.

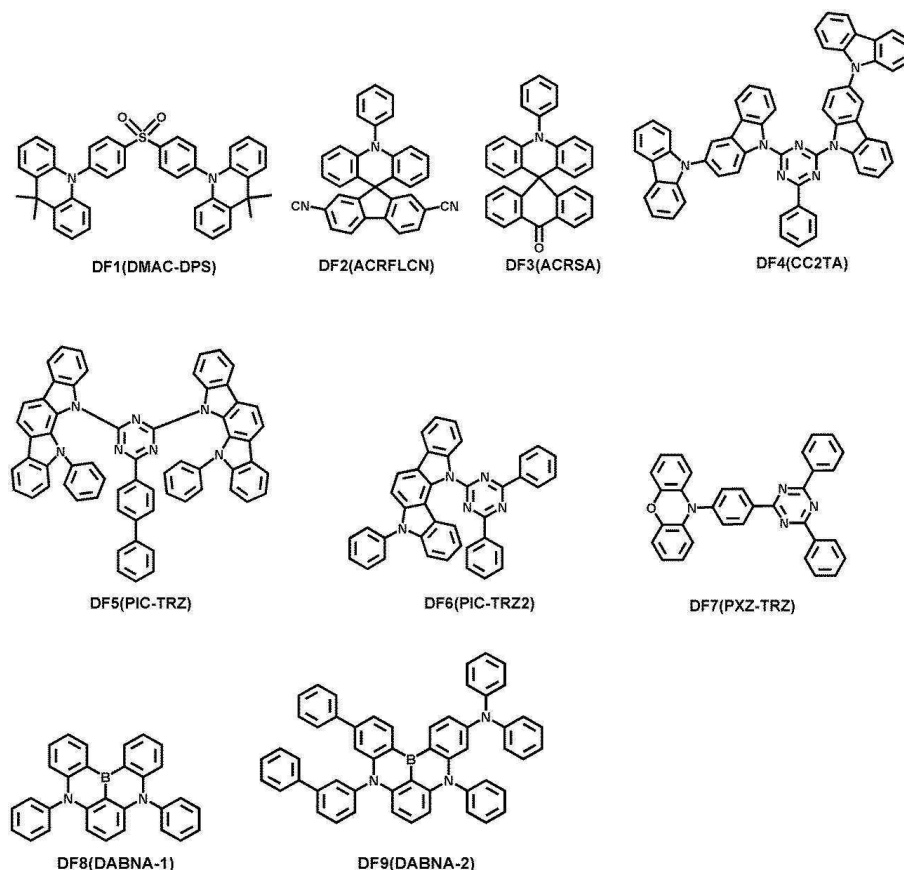
[0368] 상기 발광층에 포함된 지연 형광 물질은, 상기 발광층에 포함된 다른 물질의 종류에 따라, 호스트 또는 도펀트의 역할을 할 수 있다.

[0369] 일 구현예에 따르면, 상기 지연 형광 물질의 삼중항 에너지 레벨(eV)과 상기 지연 형광 물질의 일중항 에너지

레벨(eV) 간의 차이는 0eV 이상 및 0.5eV 이하일 수 있다. 상기 지연 형광 물질의 삼중항 에너지 레벨(eV)과 상기 지연 형광 물질의 일중항 에너지 레벨(eV) 간의 차이가 상술한 바와 같은 범위를 만족함으로써, 상기 지연 형광 물질 중 삼중항 상태에서 일중항 상태로의 역에너지 이동(up-conversion)이 효과적으로 이루어져, 상기 발광 소자(10)의 발광 효율 등이 향상될 수 있다.

[0370] 예를 들어, 상기 지연 형광 물질은, i) 적어도 하나의 전자 도너(예를 들면, 카바졸 그룹과 같은 π 전자-과잉 C_3 - C_{60} 시클릭 그룹(π electron-rich C_3 - C_{60} cyclic group) 등) 및 적어도 하나의 전자 억셉터(예를 들면, 설포사이드 그룹, 시아노 그룹, π 전자-결핍성 함질소 C_1 - C_{60} 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C_1 - C_{60} cyclic group) 등)를 포함한 물질, ii) 붕소(B)를 공유하면서 축합된 2 이상의 시클릭 그룹을 포함한 C_8 - C_{60} 폴리시클릭 그룹을 포함한 물질 등을 포함할 수 있다.

[0371] 상기 지연 형광 물질의 예는, 하기 화합물 DF1 내지 DF9 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:



[0373]

[0374] [양자점]

[0375] 상기 발광층은 양자점을 포함할 수 있다.

[0376] 본 명세서 중, 양자점은 반도체 화합물의 결정을 의미하며, 결정의 크기에 따라 다양한 발광 파장의 광을 방출할 수 있는 임의의 물질을 포함할 수 있다.

[0377] 상기 양자점의 직경은, 예를 들어 약 1 nm 내지 10 nm일 수 있다.

[0378] 상기 양자점은 습식 화학 공정, 유기 금속 화학 증착 공정, 분자선 에피택시 공정 또는 이와 유사한 공정 등에 의해 합성될 수 있다.

[0379] 상기 습식 화학 공정은 유기 용매와 전구체 물질을 혼합한 후 양자점 입자 결정을 성장시키는 방법이다. 상기 결정이 성장할 때, 유기 용매가 자연스럽게 양자점 결정 표면에 배워진 분산제 역할을 하고, 상기 결정의 성장을 조절하기 때문에, 유기 금속 화학 증착(MOCVD, Metal Organic Chemical Vapor Deposition)이나 분자선 에피택시(MBE, Molecular Beam Epitaxy) 등의 기상 증착법보다 더 용이하고, 저비용의 공정을 통해, 양자점 입자의 성장을 제어할 수 있다.

- [0380] 상기 양자점은, III-VI족 반도체 화합물; II-VI족 반도체 화합물; III-V족 반도체 화합물; III-VI족 반도체 화합물; I-III-VI족 반도체 화합물; IV-VI족 반도체 화합물; IV족 원소 또는 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.
- [0381] 상기 III-VI족 반도체 화합물의 예는 In_2S_3 와 같은 이원소 화합물; AgInS , AgInS_2 , CuInS , CuInS_2 등과 같은 삼원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.
- [0382] 상기 II-VI족 반도체 화합물의 예는 CdS , CdSe , CdTe , ZnS , ZnSe , ZnTe , ZnO , HgS , HgSe , HgTe , MgSe , MgS 등과 같은 이원소 화합물; CdSeS , CdSeTe , CdSTe , ZnSeS , ZnSeTe , ZnSTe , HgSeS , HgSeTe , HgSTe , CdZnS , CdZnSe , CdZnTe , CdHgS , CdHgSe , CdHgTe , HgZnS , HgZnSe , HgZnTe , MgZnSe , MgZnS 등과 같은 삼원소 화합물; CdZnSeS , CdZnSeTe , CdZnSTe , CdHgSeS , CdHgSeTe , CdHgSTe , HgZnSeS , HgZnSeTe , HgZnSTe 등과 같은 사원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.
- [0383] 상기 III-V족 반도체 화합물의 예는 GaN , GaP , GaAs , GaSb , AlN , AlP , AlAs , AlSb , InN , InP , InAs , InSb 등과 같은 이원소 화합물; GaNP , GaNAS , GaNSb , GaPAs , GaPSb , AlNP , AlNAS , AlNSb , AlPAs , AlPSb , InGaP , InNP , InAlP , InNAS , InNSb , InPAs , InPSb , GaAlNP 등과 같은 삼원소 화합물; GaAlNAS , GaAlNSb , GaAlPAs , GaAlPSb , GaInNP , GaInNAS , GaInNSb , GaInPAs , GaInPSb , InAlNP , InAlNAS , InAlNSb , InAlPAs , InAlPSb 등과 같은 사원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다. 한편, 상기 III-V족 반도체 화합물은 II족 원소를 더 포함할 수 있다. II족 원소를 더 포함한 III-V족 반도체 화합물의 예는, InZnP , InGaZnP , InAlZnP 등을 포함할 수 있다.
- [0384] 상기 III-VI족 반도체 화합물의 예는, GaS , GaSe , Ga_2Se_3 , GaTe , InS , InSe , In_2Se_3 , InTe 등과 같은 이원소 화합물; InGaS_3 , InGaSe_3 등과 같은 삼원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.
- [0385] 상기 I-III-VI족 반도체 화합물의 예는, AgInS , AgInS_2 , CuInS , CuInS_2 , CuGaO_2 , AgGaO_2 , AgAlO_2 등과 같은 삼원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.
- [0386] 상기 IV-VI족 반도체 화합물의 예는 SnS , SnSe , SnTe , PbS , PbSe , PbTe 등과 같은 이원소 화합물; SnSeS , SnSeTe , SnSTe , PbSeS , PbSeTe , PbSTe , SnPbS , SnPbSe , SnPbTe 등과 같은 삼원소 화합물; SnPbSSe , SnPbSeTe , SnPbSTe 등과 같은 사원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다.
- [0387] 상기 IV족 원소 또는 화합물은 Si , Ge 등과 같은 단일원소 화합물; SiC , SiGe 등과 같은 이원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0388] 상기 이원소 화합물, 삼원소 화합물 및 사원소 화합물과 같은 다원소 화합물에 포함된 각각의 원소는 균일한 농도 또는 불균일한 농도로 입자 내에 존재할 수 있다.
- [0389] 한편, 상기 양자점은 해당 양자점에 포함된 각각의 원소의 농도가 균일한 단일 구조 또는 코어-셸의 이중 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 코어에 포함된 물질과 상기 셸에 포함된 물질은 서로 상이할 수 있다.
- [0390] 상기 양자점의 셸은 상기 코어의 화학적 변성을 방지하여 반도체 특성을 유지하기 위한 보호층 역할 및/또는 양자점에 전기 영동 특성을 부여하기 위한 차징층(charging layer)의 역할을 수행할 수 있다. 상기 셸은 단층 또는 다중층일 수 있다. 코어와 셸의 계면은 셸에 존재하는 원소의 농도가 중심으로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient)를 가질 수 있다.
- [0391] 상기 양자점의 셸의 예로는 금속 또는 비금속의 산화물, 반도체 화합물 또는 이들의 조합 등을 들 수 있다. 상기 금속 또는 비금속의 산화물의 예는 SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , ZnO , MnO , Mn_2O_3 , Mn_3O_4 , CuO , FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , CoO , Co_3O_4 , NiO 등과 같은 이원소 화합물; MgAl_2O_4 , CoFe_2O_4 , NiFe_2O_4 , CoMn_2O_4 등과 같은 삼원소 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다. 상기 반도체 화합물의 예는, 본 명세서에 기재된 바와 같은, III-VI족 반도체 화합물; II-VI족 반도체 화합물; III-V족 반도체 화합물; III-VI족 반도체 화합물; I-III-VI족 반도체 화합물; IV-VI족 반도체 화합물; 또는 이의 임의의 조합;을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 반도체 화합물은 CdS , CdSe , CdTe , ZnS , ZnSe , ZnTe , ZnSeS , ZnTeS , GaAs , GaP , GaSb , HgS , HgSe , HgTe , InAs , InP , InGaP , InSb , AlAs , AlP , AlSb , 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0392] 양자점은 약 45nm 이하, 구체적으로 약 40nm 이하, 더욱 구체적으로 약 30nm 이하의 발광 파장 스펙트럼의 반치폭(full width of half maximum, FWHM)을 가질 수 있으며, 이 범위에서 색순도나 색재현성을 향상시킬 수

있다. 또한 이러한 양자점을 통해 발광되는 광은 전 방향으로 방출되는바, 광 시야각이 향상될 수 있다.

[0393] 또한, 양자점의 형태는 구체적으로 구형, 피라미드형, 다중 가지형(multi-arm), 또는 입방체(cubic)의 나노 입자, 나노 튜브, 나노와이어, 나노 섬유, 나노 판상 입자 등의 형태일 수 있다.

[0394] 상기 양자점의 크기를 조절함으로써, 에너지 밴드 갭의 조절이 가능하므로, 양자점 발광층에서 다양한 파장대의 빛을 얻을 수 있다. 따라서 서로 다른 크기의 양자점을 사용함으로써, 여러 파장의 빛을 방출하는 발광 소자를 구현할 수 있다. 구체적으로, 상기 양자점의 크기는 적색, 녹색 및/또는 청색광이 방출되도록 선택될 수 있다. 또한, 상기 양자점의 크기는 다양한 색의 빛이 결합되어, 백색광을 방출하도록 구성될 수 있다.

[0395] [중간층(130) 중 전자 수송 영역]

[0396] 상기 전자 수송 영역은 i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 복수의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다.

[0397] 상기 전자 수송 영역은, 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층(ETL), 전자 주입층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0398] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역은, 발광층으로부터 차례로 적층된 전자 수송층/전자 주입층, 정공 저지층/전자 수송층/전자 주입층, 전자 조절층/전자 수송층/전자 주입층, 또는 버퍼층/전자 수송층/전자 주입층 등의 구조를 가질 수 있다.

[0399] 상기 전자 수송 영역(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층 또는 전자 수송층)은, 적어도 하나의 π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C_1-C_{60} cyclic group)을 포함한 금속-비함유 (metal-free) 화합물을 포함할 수 있다.

[0400] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역은, 하기 화학식 601로 표시된 화합물을 포함할 수 있다.

[0401] <화학식 601>

[0402] $[Ar_{601}]_{xe11}-[(L_{601})_{xe1}-R_{601}]_{xe21}$

[0403] 상기 화학식 601 중,

[0404] Ar_{601} , 및 L_{601} 은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,

[0405] $xe11$ 은 1, 2 또는 3이고,

[0406] $xe1$ 은 0, 1, 2, 3, 4, 또는 5이고,

[0407] R_{601} 은, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, $-Si(Q_{601})(Q_{602})(Q_{603})$, $-C(=O)(Q_{601})$, $-S(=O)_2(Q_{601})$, 또는 $-P(=O)(Q_{601})(Q_{602})$ 이고,

[0408] 상기 Q_{601} 내지 Q_{603} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 Q_1 에 대한 설명을 참조하고,

[0409] $xe21$ 은 1, 2, 3, 4, 또는 5이고,

[0410] 상기

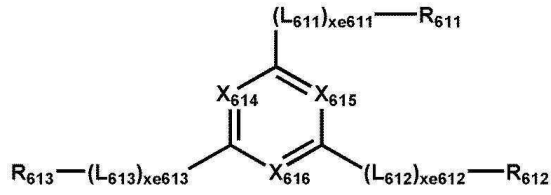
[0411] Ar_{601} , L_{601} 및 R_{601} 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹일 수 있다.

[0412] 예를 들어, 상기 화학식 601 중 $xe11$ 이 2 이상일 경우 2 이상의 Ar_{601} 은 단일 결합을 통하여 서로 연결될 수 있다.

[0413] 다른 예로서, 상기 화학식 601 중 Ar_{601} 은 치환 또는 비치환된 안트라센 그룹일 수 있다.

[0414] 또 다른 예로서, 상기 전자 수송 영역은 하기 화학식 601-1로 표시된 화합물을 포함할 수 있다:

[0415] <화학식 601-1>



[0416]

[0417] 상기 화학식 601-1 중,

[0418] X_{614} 는 N 또는 $C(R_{614})$ 이고, X_{615} 는 N 또는 $C(R_{615})$ 이고, X_{616} 은 N 또는 $C(R_{616})$ 이고, X_{614} 내지 X_{616} 중 적어도 하나는 N이고,

[0419] L_{611} 내지 L_{613} 에 대한 설명은 각각 상기 L_{601} 에 대한 설명을 참조하고,

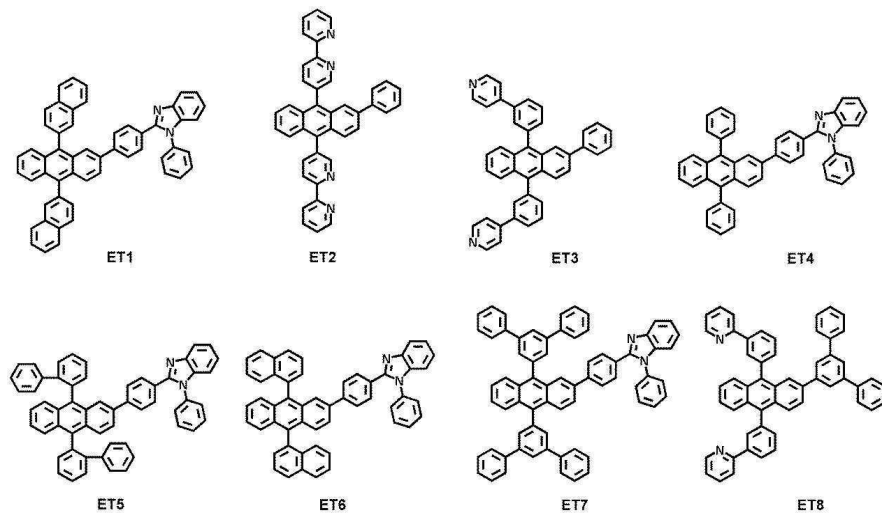
[0420] xe_{611} 내지 xe_{613} 에 대한 설명은 각각 상기 xe_1 에 대한 설명을 참조하고,

[0421] R_{611} 내지 R_{613} 에 대한 설명은 각각 상기 R_{601} 에 대한 설명을 참조하고,

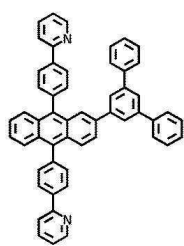
[0422] R_{614} 내지 R_{616} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C_1 - C_{20} 알킬기, C_1 - C_{20} 알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0423] 예를 들어, 상기 화학식 601 및 601-1 중 xe_1 및 xe_{611} 내지 xe_{613} 은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2일 수 있다.

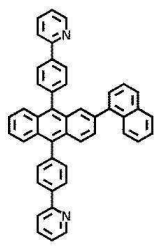
[0424] 상기 전자 수송 영역은 하기 화합물 ET1 내지 ET45 중 하나, BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), Alq₃, BA1q, TAZ, NTAZ, TSP01(diphenyl(4-(triphenylsilyl)phenyl)-phosphine oxide), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:



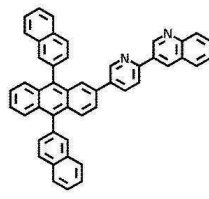
[0425]



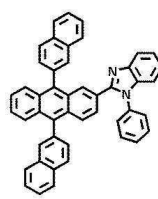
ET9



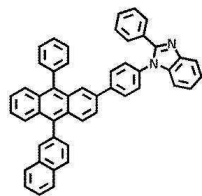
ET10



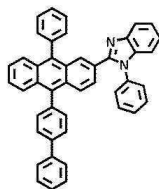
ET11



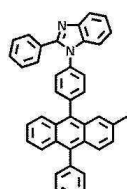
ET12



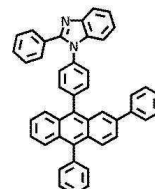
ET13



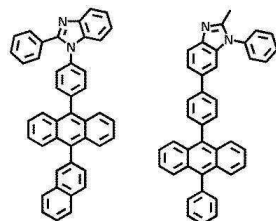
ET14



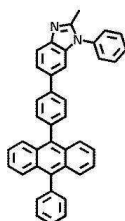
ET15



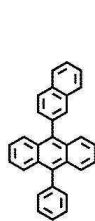
ET16



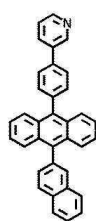
ET17



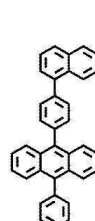
ET18



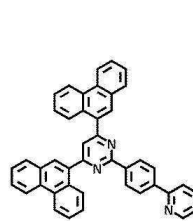
ET19



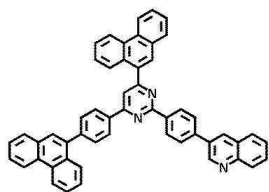
ET20



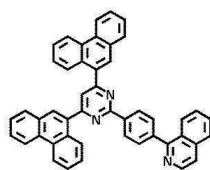
ET21



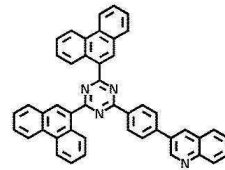
ET22



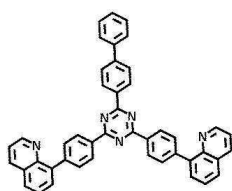
ET23



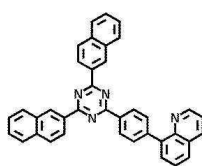
ET24



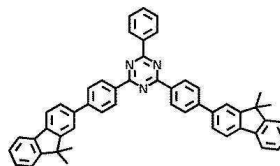
ET25



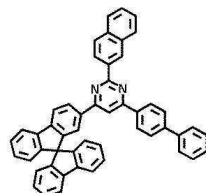
ET26



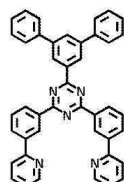
ET27



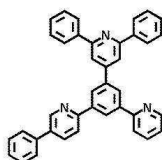
ET28



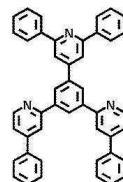
ET29



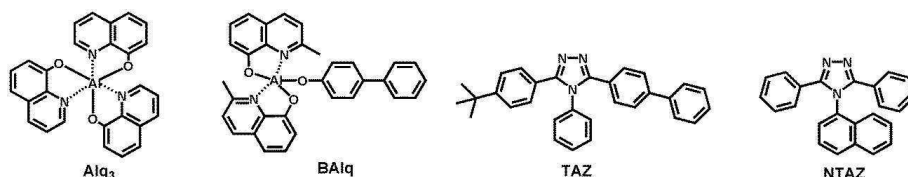
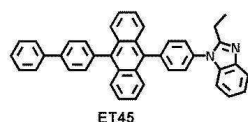
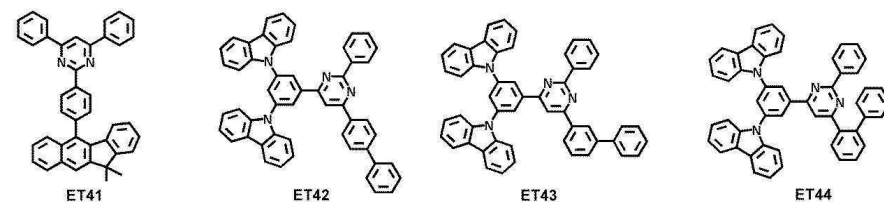
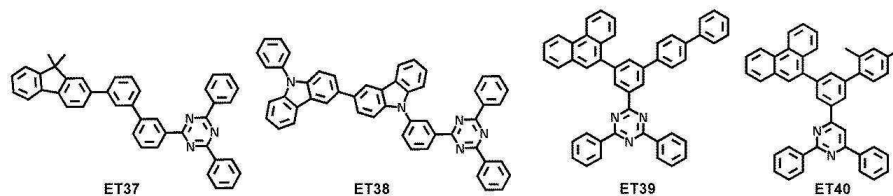
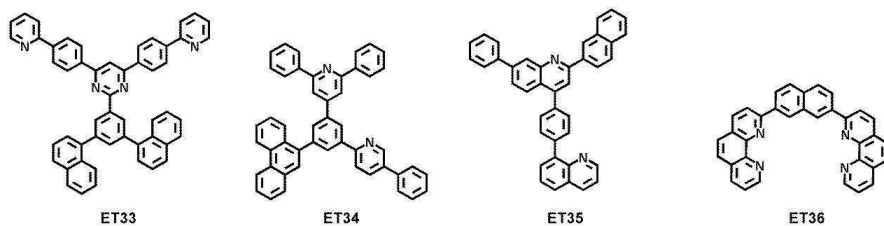
ET30



ET31



ET32

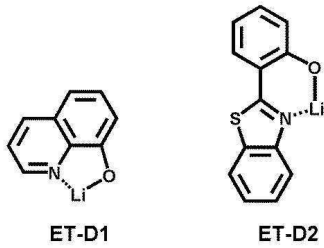


상기 전자 수송 영역의 두께는 약 160Å 내지 약 5000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 4000Å일 수 있다. 상기 전자 수송 영역이 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층 또는 이의 임의의 조합을 포함할 경우, 상기 버퍼층, 정공 저지층 또는 전자 조절층의 두께는 서로 독립적으로, 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 30Å 내지 약 300Å이고, 상기 전자 수송층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 상기 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층 및/또는 전자 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

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

상기 금속-함유 물질은 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체의 금속 이온은, Li 이온, Na 이온, K 이온, Rb 이온 또는 Cs 이온일 수 있고, 상기 알칼리 토금속 착체의 금속 이온은 Be 이온, Mg 이온, Ca 이온, Sr 이온 또는 Ba 이온일 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체의 금속 이온에 배위된 리간드는, 서로 독립적으로, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시디페닐옥사디아졸, 히드록시디페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린, 시클로펜타다이엔, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

예를 들어, 상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다. 상기 Li 착체는, 예를 들면, 하기 화합물 ET-D1(LiQ) 또는 ET-D2를 포함할 수 있다:



[0436]

[0437]

[0438]

[0439]

[0440]

[0441]

[0442]

[0443]

[0444]

[0445]

[0446]

상기 전자 수송 영역은, 제2전극(150)으로부터의 전자 주입을 용이하게 하는 전자 주입층을 포함할 수 있다. 상기 전자 주입층은 상기 제2전극(150)과 직접(directly) 접촉할 수 있다.

상기 전자 주입층은 i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

상기 전자 주입층은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

상기 알칼리 금속은, Li, Na, K, Rb, Cs, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토금속은, Mg, Ca, Sr, Ba, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 희토류 금속은 Sc, Y, Ce, Tb, Yb, Gd, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

상기 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물 및 상기 희토류 금속-함유 화합물은, 상기 알칼리 금속, 상기 알칼리 토금속 및 희토류 금속 각각의, 산화물, 할로겐화물(예를 들면, 불화물, 염화물, 브롬화물, 요오드화물 등), 텔루라이드, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

상기 알칼리 금속-함유 화합물은, Li_2O , Cs_2O , K_2O 등과 같은 알칼리 금속 산화물, LiF, NaF, CsF, KF, LiI, NaI, CsI, KI 등과 같은 알칼리 금속 할로겐화물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토금속-함유 화합물은, BaO , SrO , CaO , $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{O}$ (x 는 $0 < x < 1$ 를 만족하는 실수임), $\text{Ba}_x\text{Ca}_{1-x}\text{O}$ (x 는 $0 < x < 1$ 를 만족하는 실수임) 등과 같은 알칼리 토금속 화합물을 포함할 수 있다. 상기 희토류 금속-함유 화합물은, YbF_3 , ScF_3 , Sc_2O_3 , Y_2O_3 , Ce_2O_3 , GdF_3 , TbF_3 , YbI_3 , ScI_3 , TbI_3 , 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 또는, 상기 희토류 금속-함유 화합물은, 란타나이드 금속 텔루라이드를 포함할 수 있다. 상기 란타나이드 금속 텔루라이드의 예는, LaTe, CeTe, PrTe, NdTe, PmTe, SmTe, EuTe, GdTe, TbTe, DyTe, HoTe, ErTe, TmTe, YbTe, LuTe, La_2Te_3 , Ce_2Te_3 , Pr_2Te_3 , Nd_2Te_3 , Pm_2Te_3 , Sm_2Te_3 , Eu_2Te_3 , Gd_2Te_3 , Tb_2Te_3 , Dy_2Te_3 , Ho_2Te_3 , Er_2Te_3 , Tm_2Te_3 , Yb_2Te_3 , Lu_2Te_3 등을 포함할 수 있다.

상기 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체 및 희토류 금속 착체는, i) 상술한 바와 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속 및 희토류 금속의 이온 중 하나 및 ii) 상기 금속 이온과 결합한 리간드로서, 예를 들면, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시디페닐옥사디아졸, 히드록시디페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린, 시클로펜타다이엔, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

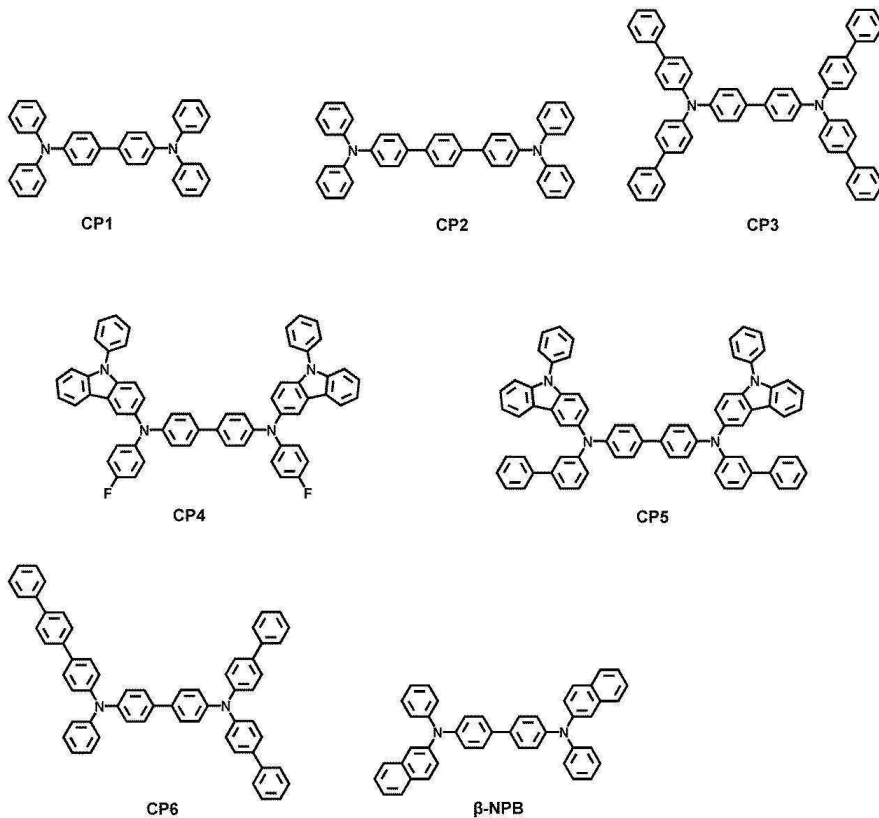
상기 전자 주입층은 상술한 바와 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합만으로 이루어져 있거나, 유기물(예를 들면, 상기 화학식 601로 표시된 화합물)을 더 포함할 수 있다.

일 구현예에 따르면, 상기 전자 주입층은 i) 알칼리 금속-함유 화합물(예를 들면, 알칼리 금속 할로겐화물)로 이루어지거나(consist of), ii) a) 알칼리 금속-함유 화합물(예를 들면, 알칼리 금속 할로겐화물); 및 b) 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 또는 이의 임의의 조합;으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 주입층은, KI:Yb 공중착층, RbI:Yb 공중착층 등일 수 있다.

상기 전자 주입층이 유기물을 더 포함할 경우, 상기 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함

유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합은 상기 유기물을 포함한 매트릭스에 균일 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다.

- [0447] 상기 전자 주입층의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 상기 전자 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.
- [0448] [제2전극(150)]
- [0449] 상술한 바와 같은 중간층(130) 상부에는 제2전극(150)이 배치되어 있다. 상기 제2전극(150)은 전자 주입 전극인 캐소드(cathode)일 수 있는데, 이 때, 상기 제2전극(150)용 물질로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전이전도성 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 사용할 수 있다.
- [0450] 상기 제2전극(150)은, 리튬(Li), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 이터븀(Yb), 은-이터븀(Ag-Yb), ITO, IZO, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 제2전극(150)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다.
- [0451] 상기 제2전극(150)은 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0452] [캐핑층]
- [0453] 제1전극(110)의 외측에는 제1캐핑층이 배치되거나, 및/또는 제2전극(150) 외측에는 제2캐핑층이 배치될 수 있다. 구체적으로, 상기 발광 소자(10)는 제1캐핑층, 제1전극(110), 중간층(130) 및 제2전극(150)이 차례로 적층된 구조, 제1전극(110), 중간층(130), 제2전극(150) 및 제2캐핑층이 차례로 적층된 구조 또는 제1캐핑층, 제1전극(110), 중간층(130), 제2전극(150) 및 제2캐핑층이 차례로 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0454] 발광 소자(10)의 중간층(130) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 제1전극(110) 및 제1캐핑층을 지나 외부로 취출될 수 있고, 발광 소자(10)의 중간층(130) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 제2전극(150) 및 제2캐핑층을 지나 외부로 취출될 수 있다.
- [0455] 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층은 보강 간섭의 원리에 의하여 외부 발광 효율을 향상시키는 역할을 할 수 있다. 이로써, 상기 발광 소자(10)의 광추출 효율이 증가되어, 상기 발광 소자(10)의 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0456] 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층 각각은, 1.6 이상의 굴절율(at 589nm)을 갖는 물질을 포함할 수 있다.
- [0457] 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층은 서로 독립적으로, 유기물을 포함한 유기 캐핑층, 무기물을 포함한 무기 캐핑층, 또는 유기물 및 무기물을 포함한 복합 캐핑층일 수 있다.
- [0458] 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물, 아민 그룹-함유 화합물, 포르핀 유도체 (porphine derivatives), 프탈로시아닌 유도체 (phthalocyanine derivatives), 나프탈로시아닌 유도체 (naphthalocyanine derivatives), 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물 및 아민 그룹-함유 화합물은, 선택적으로, O, N, S, Se, Si, F, Cl, Br, I, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 치환기로 치환될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 아민 그룹-함유 화합물을 포함할 수 있다.
- [0459] 예를 들어, 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화학식 201로 표시된 화합물, 상기 화학식 202로 표시된 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0460] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 제1캐핑층 및 제2캐핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화합물 HT28 내지 HT33 중 하나, 하기 화합물 CP1 내지 CP6 중 하나, β-NPB 또는 이의 임의의 화합물을 포함할 수 있다:



[0461]

[0462]

[0463]

[0464]

[0465]

[0466]

[0467]

[0468]

[0469]

[0470]

[전자 장치]

상기 발광 소자는 각종 전자 장치에 포함될 수 있다. 예를 들어, 상기 발광 소자를 포함한 전자 장치는, 발광 장치, 인증 장치 등일 수 있다.

상기 전자 장치(예를 들면, 발광 장치)는, 상기 발광 소자 외에, i) 컬러 필터, ii) 색변환층, 또는 iii) 컬러 필터 및 색변환층을 더 포함할 수 있다. 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층은 발광 소자로부터 방출되는 광의 적어도 하나의 진행 방향 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 발광 소자로부터 방출되는 광은 청색광 또는 백색광일 수 있다. 상기 발광 소자에 대한 설명은 상술한 바를 참조한다. 일 구현예에 따르면, 상기 색변환층은 양자점을 포함할 수 있다.

상기 전자 장치는 제1기판을 포함할 수 있다. 상기 제1기판은 복수의 부화소 영역을 포함하고, 상기 컬러 필터는 상기 복수의 부화소 영역 각각 대응하는 복수의 컬러 필터 영역을 포함하고, 상기 색변환층은 상기 복수의 부화소 영역 각각 대응하는 복수의 색변환 영역을 포함할 수 있다.

상기 복수의 부화소 영역 사이에 화소 정의막이 배치되어 각각의 부화소 영역이 정의된다.

상기 컬러 필터는 복수의 컬러 필터 영역 및 복수의 컬러 필터 영역 사이에 배치된 차광 패턴을 더 포함할 수 있고, 상기 색변환층은 복수의 색변환 영역 및 복수의 색변환 영역 사이에 배치된 차광 패턴을 더 포함할 수 있다.

상기 복수의 컬러 필터 영역(또는, 복수의 색변환 영역)은, 제1색광을 방출하는 제1영역; 제2색광을 방출하는 제2영역; 및/또는 제3색광을 방출하는 제3영역을 포함하고, 상기 제1색광, 상기 제2색광 및/또는 상기 제3색광은 서로 상이한 최대 발광 파장을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1색광은 적색광이고, 상기 제2색광은 녹색광이고, 상기 제3색광은 청색광일 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 컬러 필터 영역(또는, 복수의 색변환 영역)은 양자점을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 제1영역은 적색 양자점을 포함하고, 상기 제2영역은 녹색 양자점을 포함하고, 상기 제3영역은 양자점을 포함하지 않을 수 있다. 양자점에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다. 상기 제1영역, 상기 제2영역 및/또는 상기 제3영역은 각각 산란체를 더 포함할 수 있다.

예를 들어, 상기 발광 소자는 제1광을 방출하고, 상기 제1영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제1-1색광을 방출하고, 상기 제2영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제2-1색광을 방출하고, 상기 제3영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제3-1색광을 방출할 수 있다. 이 때, 상기 제1-1색광, 상기 제2-1색광 및 상기 제3-1색광은 서로 상이한

최대 발광 파장을 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 제1광은 청색광일 수 있고, 상기 제1-1색광은 적색광일 수 있고, 상기 제2-1색광은 녹색광일 수 있고, 상기 제3-1색광은 청색광일 수 있다.

[0471] 상기 전자 장치는, 상술한 바와 같은 발광 소자 외에 박막 트랜지스터를 더 포함할 수 있다. 상기 박막 트랜지스터는 소스 전극, 드레인 전극 및 활성층을 포함할 수 있고, 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 어느 하나와 상기 발광 소자의 제1전극 및 제2전극 중 어느 하나는 전기적으로 연결될 수 있다.

[0472] 상기 박막 트랜지스터는 게이트 전극, 게이트 절연막 등을 더 포함할 수 있다.

[0473] 상기 활성층은 결정질 실리콘, 비정질 실리콘, 유기 반도체, 산화물 반도체 등을 포함할 수 있다.

[0474] 상기 전자 장치는 발광 소자를 밀봉하는 밀봉부를 더 포함할 수 있다. 상기 밀봉부는 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층과 상기 발광 소자 사이에 배치될 수 있다. 상기 밀봉부는 상기 발광 소자로부터의 광이 외부로 취출될 수 있도록 하면서, 동시에 상기 발광 소자로 외기 및 수분이 침투하는 것을 차단한다. 상기 밀봉부는 투명한 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 포함하는 밀봉 기판일 수 있다. 상기 밀봉부는 유기층 및/또는 무기층을 1층 이상 포함하는 박막 봉지층일 수 있다. 상기 밀봉부가 박막 봉지층일 경우, 상기 전자 장치는 플렉시블할 수 있다.

[0475] 상기 밀봉부 상에는, 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층 외에, 상기 전자 장치의 용도에 따라 다양한 기능층이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기능층의 예는, 터치스크린층, 편광층, 등을 포함할 수 있다. 상기 터치스크린층은, 감압식 터치스크린층, 정전식 터치스크린층 또는 적외선식 터치스크린층일 수 있다. 상기 인증 장치는, 예를 들면, 생체(예를 들어, 손가락 끝, 눈동자 등)의 생체 정보를 이용하여 개인을 인증하는 생체 인증 장치일 수 있다.

[0476] 상기 인증 장치는 상술한 바와 같은 발광 소자 외에 생체 정보 수집 수단을 더 포함할 수 있다.

[0477] 상기 전자 장치는 각종 디스플레이, 광원, 조명, 퍼스널 컴퓨터(예를 들면, 모바일형 퍼스널 컴퓨터), 휴대 전화, 디지털 사진기, 전자 수첩, 전자 사전, 전자 게임기, 의료 기기(예를 들면, 전자 체온계, 혈압계, 혈당계, 맥박 계측 장치, 맥파 계측 장치, 심전표시 장치, 초음파 진단 장치, 내시경용 표시 장치), 어군 탐지기, 각종 측정 기기, 계기류(예를 들면, 차량, 항공기, 선박의 계기류), 프로젝터 등으로 응용될 수 있다.

[0478] [도 2 및 3에 대한 설명]

[0479] 도 2는 본 발명의 일 구현예를 따르는 발광 장치의 단면도이다.

[0480] 도 2의 발광 장치는 기판(100), 박막 트랜지스터(TFT), 발광 소자 및 발광 소자를 밀봉하는 봉지부(300)를 포함한다.

[0481] 상기 기판(100)은 가요성 기판, 유리 기판, 또는 금속 기판일 수 있다. 상기 기판(100) 상에는 버퍼층(210)이 배치될 수 있다. 상기 버퍼층(210)은 기판(100)을 통한 불순물의 침투를 방지하며 기판(100) 상부에 평탄한 면을 제공하는 역할을 할 수 있다.

[0482] 상기 버퍼층(210) 상에는 박막 트랜지스터(TFT)가 배치될 수 있다. 상기 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(220), 게이트 전극(240), 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)을 포함할 수 있다.

[0483] 상기 활성층(220)은 실리콘 또는 폴리 실리콘과 같은 무기 반도체, 유기 반도체 또는 산화물 반도체를 포함할 수 있으며, 소스 영역, 드레인 영역 및 채널 영역을 포함한다.

[0484] 상기 활성층(220)의 상부에는 활성층(220)과 게이트 전극(240)을 절연하기 위한 게이트 절연막(230)이 배치될 수 있고, 게이트 절연막(230) 상부에는 게이트 전극(240)이 배치될 수 있다.

[0485] 상기 게이트 전극(240)의 상부에는 층간 절연막(250)이 배치될 수 있다. 상기 층간 절연막(250)은 게이트 전극(240)과 소스 전극(260) 사이 및 게이트 전극(240)과 드레인 전극(270) 사이에 배치되어 이들을 절연하는 역할을 한다.

[0486] 상기 층간 절연막(250) 상에는 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)이 배치될 수 있다. 층간 절연막(250) 및 게이트 절연막(230)은 활성층(220)의 소스 영역 및 드레인 영역이 노출하도록 형성될 수 있고, 이러한 활성층(220)의 노출된 소스 영역 및 드레인 영역과 접하도록 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)이 배치될 수 있다.

[0487] 이와 같은 박막 트랜지스터(TFT)는 발광 소자에 전기적으로 연결되어 발광 소자를 구동시킬 수 있으며, 패시베이션층(280)으로 덮여 보호된다. 패시베이션층(280)은 무기 절연막, 유기 절연막, 또는 이의 조합을 포함할 수

있다. 패시베이션층(280) 상에는 발광 소자가 구비된다. 상기 발광 소자는 제1전극(110), 중간층(130) 및 제2전극(150)을 포함한다.

[0488] 상기 제1전극(110)은 패시베이션층(280) 상에 배치될 수 있다. 패시베이션층(280)은 드레인 전극(270)의 전체를 덮지 않고 소정의 영역을 노출하도록 배치될 수 있고, 노출된 드레인 전극(270)과 연결되도록 제1전극(110)이 배치될 수 있다.

[0489] 상기 제1전극(110) 상에 절연물을 포함한 화소 정의막(290)이 배치될 수 있다. 화소 정의막(290)은 제1전극(110)의 소정 영역을 노출하며, 노출된 영역에 중간층(130)이 형성될 수 있다. 화소 정의막(290)은 폴리이미드 또는 폴리아크릴 계열의 유기막일 수 있다. 도 2에 미도시되어 있으나, 중간층(130) 중 일부 이상의 층은 화소 정의막(290) 상부에까지 연장되어 공통층의 형태로 배치될 수 있다.

[0490] 상기 중간층(130) 상에는 제2전극(150)이 배치되고, 제2전극(150) 상에는 캡핑층(170)이 추가로 형성될 수 있다. 캡핑층(170)은 제2전극(150)을 덮도록 형성될 수 있다.

[0491] 상기 캡핑층(170) 상에는 봉지부(300)가 배치될 수 있다. 봉지부(300)는 발광 소자 상에 배치되어 수분이나 산소로부터 발광 소자를 보호하는 역할을 할 수 있다. 봉지부(300)는 실리콘 질화물(SiNx), 실리콘 산화물(SiOx), 인듐주석산화물, 인듐아연산화물, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 무기막, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에틸렌설포네이트, 폴리옥시메틸렌, 폴리아릴레이트, 헥사메틸디실록산, 아크릴계 수지(예를 들면, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리아크릴산 등), 에폭시계 수지(예를 들면, AGE(aliphatic glycidyl ether) 등) 또는 이의 임의의 조합을 포함한 유기막, 또는 무기막과 유기막의 조합을 포함할 수 있다.

[0492] 도 3은 본 발명의 다른 구현예를 따르는 발광 장치의 단면도이다.

[0493] 도 3의 발광 장치는, 봉지부(300) 상부에 차광 패턴(500) 및 기능성 영역(400)이 추가로 배치되어 있다는 점을 제외하고는, 도 2의 발광 장치와 동일한 발광 장치이다. 상기 기능성 영역(400)은, i) 컬러 필터 영역, ii) 색변환 영역, 또는 iii) 컬러 필터 영역과 색변환 영역의 조합일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 도 3의 발광 장치에 포함된 발광 소자는 탠덤 발광 소자일 수 있다.

[0494] [제조 방법]

[0495] 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층은 각각, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여, 소정 영역에 형성될 수 있다.

[0496] 진공 증착법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 증착 조건은, 예를 들면, 약 100 내지 약 500℃의 증착 온도, 약 10^{-8} 내지 약 10^{-3} torr의 진공도 및 약 0.01 내지 약 100 Å/sec의 증착 속도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 재료 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.

[0497] [용어의 정의]

[0498] 본 명세서 중 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹은 탄소로만 이루어진 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹은, 탄소 외에, 헤테로 원자를 더 포함한 탄소수 1 내지 60의 시클릭 그룹을 의미한다. 상기 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 및 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹 각각은, 1개의 고리로 이루어진 모노시클릭 그룹 또는 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있는 폴리시클릭 그룹일 수 있다. 예를 들어, 상기 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹의 환형성 원자수는 3 내지 61개일 수 있다.

[0499] 본 명세서 중 시클릭 그룹은 상기 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 및 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹 모두를 포함한다.

[0500] 본 명세서 중 π 전자-과잉 C₃-C₆₀ 시클릭 그룹(π electron-rich C₃-C₆₀ cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 *-N=*를 비포함한 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, π 전자-결핍성 함질소 C₁-C₆₀ 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C₁-C₆₀ cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 *-N=*를 포함한 탄소수 1 내지 60의 헤테로시클릭 그룹을 의미한다.

- [0501] 예를 들어,
- [0502] 상기 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹은, i) 그룹 T1 또는 ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 시클로펜타디엔 그룹, 아다만탄 그룹, 노르보르난 그룹, 벤젠 그룹, 펜탈렌 그룹, 나프탈렌 그룹, 아줄렌 그룹, 인다센 그룹, 아세나프틸렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 페틸렌 그룹, 펜타켄 그룹, 헵탈렌 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 헥사센 그룹, 펜타센 그룹, 루비센 그룹, 코로넨 그룹, 오발렌 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 인데노페난트렌 그룹, 또는 인데노안트라센 그룹)일 수 있고,
- [0503] 상기 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹은 i) 그룹 T2, ii) 2 이상의 그룹 T2가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 iii) 1 이상의 그룹 T2와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토피란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,
- [0504] 상기 π 전자-과잉 C_3-C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T1, ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 그룹 T3, iv) 2 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T3와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 상기 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토피란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹 등)일 수 있고,
- [0505] 상기 π 전자-결핍성 함질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T4, ii) 2 이상의 그룹 T4가 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iv) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T4, 1 이상의 그룹 T1 및 1 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,
- [0506] 상기 그룹 T1은, 시클로프로판 그룹, 시클로부탄 그룹, 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헵탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로부텐 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로펜타디엔 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헥사디엔 그룹, 시클로헵텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르난(norbornane) (또는, 비시클로[2.2.1]헵탄(bicyclo[2.2.1]heptane)) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹, 비시클로[2.2.2]옥탄 그룹, 또는 벤젠 그룹이고,
- [0507] 상기 그룹 T2는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 보롤(borole) 그룹, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole)

그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹 또는 테트라진 그룹이고,

[0508] 상기 그룹 T3는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 또는 보롤(borole) 그룹이고,

[0509] 상기 그룹 T4는, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸(isoxazole) 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹 또는 테트라진 그룹일 수 있다.

[0510] 본 명세서 중 시클릭 그룹, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, π 전자-과잉 C₃-C₆₀ 시클릭 그룹 또는 π 전자-결핍성 합질소 C₁-C₆₀ 시클릭 그룹이란 용어는, 당해 용어가 사용된 화학식의 구조에 따라, 임의의 시클릭 그룹에 축합되어 있는 그룹, 1가 그룹 또는 다가 그룹(예를 들면, 2가 그룹, 3가 그룹, 4가 그룹 등)일 수 있다. 예를 들어, "벤젠 그룹"은 벤조 그룹, 페닐기, 페닐렌기 등일 수 있는데, 이는 "벤젠 그룹"이 포함된 화학식의 구조에 따라, 당업자가 용이하게 이해할 수 있는 것이다.

[0511] 예를 들어, 1가 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 및 1가 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹의 예는, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있고, 2가 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 및 1가 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹의 예는, C₃-C₁₀시클로알킬렌기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있다.

[0512] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬기는, 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메틸기, 에틸기, *n*-프로필기, 이소프로필기, *n*-부틸기, *sec*-부틸기, 이소부틸기, *tert*-부틸기, *n*-펜틸기, *tert*-펜틸기, 네오펜틸기, 이소펜틸기, *sec*-펜틸기, 3-펜틸기, *sec*-이소펜틸기, *n*-헥실기, 이소헥실기, *sec*-헥실기, *tert*-헥실기, *n*-헵틸기, 이소헵틸기, *sec*-헵틸기, *tert*-헵틸기, *n*-옥틸기, 이소옥틸기, *sec*-옥틸기, *tert*-옥틸기, *n*-노닐기, 이소노닐기, *sec*-노닐기, *tert*-노닐기, *n*-데실기, 이소데실기, *sec*-데실기, *tert*-데실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬렌기는 상기 C₁-C₆₀알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.

[0513] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐기는, C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0514] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐기는, C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 삼중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에티닐기, 프로피닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알키닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0515] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알콕시기는, -OA₁₀₁(여기서, A₁₀₁은 상기 C₁-C₆₀알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.

[0516] 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬기는, 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보나닐기(norbornanyl)(또는, 비시클로[2.2.1]헵틸기(bicyclo[2.2.1]heptyl)), 비시클로[1.1.1]펜틸기(bicyclo[1.1.1]pentyl), 비시클로[2.1.1]헥실기(bicyclo[2.1.1]hexyl), 비시클로[2.2.2]옥틸기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0517] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기는, 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 1,2,3,4-옥사트리아졸리디닐기(1,2,3,4-oxatriazolidinyl), 테트라히드로퓨라닐기(tetrahydrofuranyl), 테트라히드로티오펜닐기 등이 포함된다.

다. 본 명세서 중 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알킬렌기는 상기 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0518] 본 명세서 중 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 탄소-탄소 이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_3 - C_{10} 시클로알케닐렌기는 상기 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0519] 본 명세서 중 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐기의 구체예에는, 4,5-디히드로-1,2,3,4-옥사트리아졸일기, 2,3-디히드로푸라닐기, 2,3-디히드로티오펜일기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0520] 본 명세서 중 C_6 - C_{60} 아릴기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C_6 - C_{60} 아릴렌기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 C_6 - C_{60} 아릴기의 구체예에는, 페닐기, 펜탈레닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헵탈레닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기 등을 포함된다. 상기 C_6 - C_{60} 아릴기 및 C_6 - C_{60} 아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 상기 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0521] 본 명세서 중 C_1 - C_{60} 헤테로아릴기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C_1 - C_{60} 헤테로아릴렌기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C_1 - C_{60} 헤테로아릴기의 구체예에는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조이소퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 벤조퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트롤리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기 등이 포함된다. 상기 C_1 - C_{60} 헤테로아릴기 및 C_1 - C_{60} 헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0522] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 8 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 구체예에는, 인데닐기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 인데노페난트레닐기, 인데노안트라세닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0523] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소 원자 외에 적어도 하나의 헤테로 원자를 더 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 1 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 구체예에는, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 인돌일기, 벤조인돌일기, 나프토인돌일기, 이소인돌일기, 벤조이소인돌일기, 나프토이소인돌일기, 벤조실롤일기, 벤조티오펜일기, 벤조푸라닐기, 카바졸일기, 디벤조실롤일기, 디벤조티오펜일기, 디벤조푸라닐기, 아자카바졸일기, 아자플루오레닐기, 아자디벤조실롤일기, 아자디벤조티오펜일기, 아자디벤조푸라닐기, 피라졸일기, 이미다졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사졸일기, 이소옥사졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사디아졸일기, 티아디아졸일기, 벤조피라졸일기, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조옥사디아졸일기, 벤조티아디아졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 이미다조트리아지닐기, 이미다조피라지닐기, 이미다조피리다지닐기, 인데노카바졸일기, 인돌로카바졸일기, 벤조퓨로카바졸일기, 벤조티에노카바졸일기, 벤조실롤로카바졸일기, 벤조인돌로카바졸일기, 벤조카바졸일기, 벤조나프토피라닐기, 벤조나프토티오펜일기, 벤조나프토실롤일기, 벤조퓨로디벤조퓨

라닐기, 벤조퓨로디벤조티오펜닐기, 벤조티에노디벤조티오펜닐기, 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0524] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴옥시기는 -OA₁₀₂(여기서, A₁₀₂는 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리키고, 상기 C₆-C₆₀아릴티오기(arylthio)는 -SA₁₀₃(여기서, A₁₀₃은 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리킨다.

[0525] 본 명세서 중 "R_{10a}"는,

[0526] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;

[0527] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₁₁)(Q₁₂)(Q₁₃), -N(Q₁₁)(Q₁₂), -B(Q₁₁)(Q₁₂), -C(=O)(Q₁₁), -S(=O)₂(Q₁₁), -P(=O)(Q₁₁)(Q₁₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기;

[0528] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₂₁)(Q₂₂)(Q₂₃), -N(Q₂₁)(Q₂₂), -B(Q₂₁)(Q₂₂), -C(=O)(Q₂₁), -S(=O)₂(Q₂₁), -P(=O)(Q₂₁)(Q₂₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, 또는 C₆-C₆₀아릴티오기; 또는

[0529] -Si(Q₃₁)(Q₃₂)(Q₃₃), -N(Q₃₁)(Q₃₂), -B(Q₃₁)(Q₃₂), -C(=O)(Q₃₁), -S(=O)₂(Q₃₁), 또는 -P(=O)(Q₃₁)(Q₃₂);

[0530] 일 수 있다.

[0531] 본 명세서 중 Q₁ 내지 Q₃, Q₁₁ 내지 Q₁₃, Q₂₁ 내지 Q₂₃ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₃은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C₁-C₆₀알킬기; C₂-C₆₀알케닐기; C₂-C₆₀알키닐기; C₁-C₆₀알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C₁-C₆₀알킬기, C₁-C₆₀알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹;일 수 있다.

[0532] 본 명세서 중 헤테로 원자는, 탄소 원자를 제외한 임의의 원자를 의미한다. 상기 헤테로 원자의 예는, O, S, N, P, Si, B, Ge, Se, 또는 이의 임의의 조합을 포함한다.

[0533] 본 명세서 중 "Ph"은 페닐기를 의미하고, "Me"은 메틸기를 의미하고, "Et"은 에틸기를 의미하고, "ter-Bu" 또는 "Bu^t"은 tert-부틸기를 의미하고, "OMe"는 메톡시기를 의미한다.

[0534] 본 명세서 중 "비페닐기"는 "페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "비페닐기"는, 치환기가 "C₆-C₆₀아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

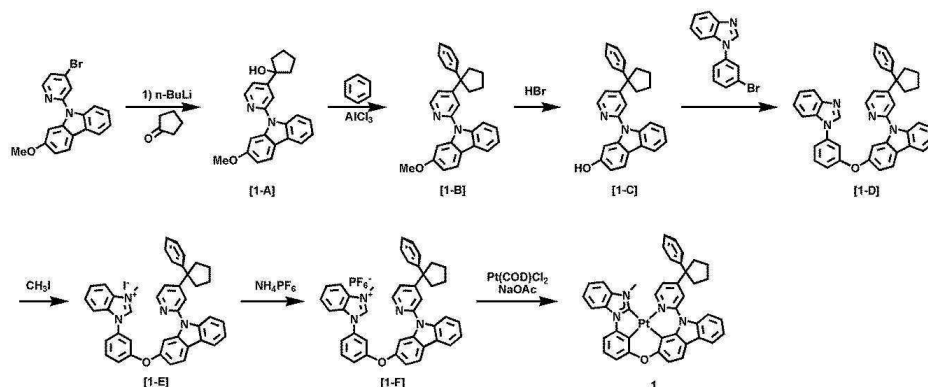
[0535] 본 명세서 중 "터페닐기"는 "비페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "터페닐기"는, 치환기가 "C₆-C₆₀아릴기로 치환된 C₆-C₆₀아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

[0536] 본 명세서 중 * 및 *'은, 다른 정의가 없는 한, 해당 화학식 중 이웃한 원자와의 결합 사이트를 의미한다.

[0537] 이하에서, 합성에 및 실시예를 들어, 본 발명의 일 구현예를 따르는 화합물 및 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 하기 합성에 중 "A 대신 B를 사용하였다"란 표현 중 A의 몰당량과 B의 몰당량은 서로 동일하다.

[0538] [실시예]

[0539] 합성예 1 (화합물 1의 합성)



[0540]

[0541] 중간체 [1-A]의 합성

[0542] 9-(4-bromopyridin-2-yl)-2-methoxy-9H-carbazole 25.0g (70.8mmol)을 700mL의 테트라하이드로퓨란과 혼합한 후, 반응 온도를 -78°C 로 낮추고, N-BuLi 용액(2.0M in 헥산) 39mL를 첨가한 후, 동일 온도에서 1시간 동안 교반하였다. 이 후, cyclopentanone 8.9g (141.6mmol)을 첨가하고 상온으로 반응 온도를 승온하여 24시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 NaHCO_3 용액을 첨가하고 에틸아세테이트를 이용하여 유기층을 추출하고, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척한 다음 소듐설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하여, 20.8g (58.1mmol)의 중간체 [1-A]를 수득하였다.

[0543] 중간체 [1-B]의 합성

[0544] 상기 중간체 [1-A] 20.8g (58.1mmol)과 AlCl_3 23.2g (174.3mmol)을 질소 조건 하에서 과량의 benzene과 함께 상온에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 NaHCO_3 용액을 첨가하여 중화시키고 에틸아세테이트를 이용하여 유기층을 추출하고, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척한 다음, 소듐설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 20.2g (48.2mmol)의 중간체 [1-B]를 수득하였다.

[0545] 중간체 [1-C]의 합성

[0546] 상기 중간체 [1-B] 20.2g (48.2mmol)을 과량의 브롬산 용액에 현탁시킨 다음, 가온하여 110°C 에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 적정량의 탄산수소나트륨을 가하여 중화시킨 후, 300mL 증류수를 가하고 에틸아세테이트로 이용하여 유기층을 추출하고, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 15.4g (38.1mmol)의 중간체 [1-C]를 수득하였다.

[0547] 중간체 [1-D]의 합성

[0548] 상기 중간체 [1-C] 15.4g (38.1mmol), 1-(3-bromophenyl)-1H-benzimidazole 9.5g (34.6mmol), 삼인삼칼륨 16.2g (76.2mmol), 아이오도구리 0.7g (3.8mmol), 및 피콜린산 0.4g (3.8mmol)을 반응 용기에 넣고 디메틸설폭시드 80mL에 현탁시킨 다음, 가온하여 160°C 에서 24시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 300mL 증류수를 첨가한 다음, 에틸아세테이트를 이용하여 유기층을 추출하고, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하고 15.7g (26.3mmol)의 중간체 [1-D]를 수득하였다.

[0549] 중간체 [1-E]의 합성

[0550] 상기 중간체 [1-D] 15.7g (26.3mmol)과 요오드화메탄 11.2g (78.9mmol)을 반응 용기에 넣고 톨루엔 50mL에 현탁시킨 후, 가온하여 110°C 에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 생성된 고체를 여과하여 에테르로 세척한 후, 세척된 고체를 건조하여 15.0g (20.3mmol)의 중간체 [1-E]를 수득하였다.

[0551] 중간체 [1-F]의 합성

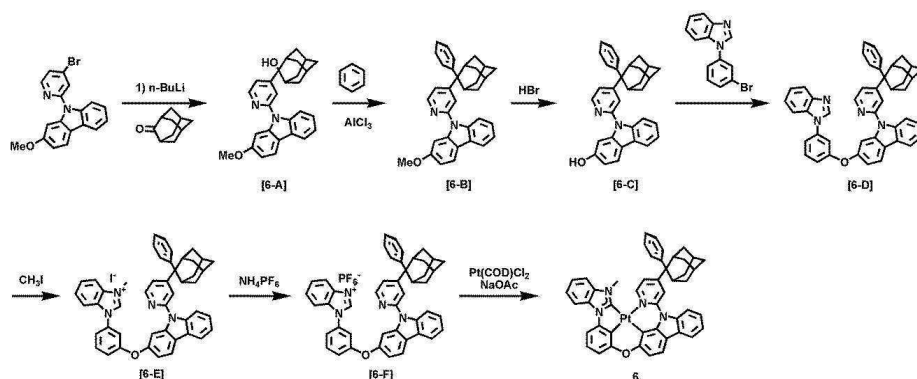
[0552] 상기 중간체 [1-E] 15.0g (20.3mmol)과 헥사플루오로인산암모늄 10.0g (60.9mmol)을 반응 용기에 넣고 메틸알코올 100mL와 물 50mL의 혼합 용액에 현탁시킨 후, 상온에서 24시간 교반하였다. 반응 종결 후 생성된 고체를

여과하여 에테르로 세척시킨 후, 세척된 고체를 건조하여 11.5g (15.2mmol)의 중간체 [1-F]를 수득하였다.

[0553] 화합물 1의 합성

상기 중간체 [1-F] 11.5g (15.2mmol)과 Dichloro(1,5-cyclooctadiene)platinum 6.3g (16.7mmol), 및 초산나트륨 3.7g (45.6mmol)을 디옥산 250ml에 현탁시킨 후, 가온하여 110 °C에서 72시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 250ml의 증류수를 첨가하고, 에틸아세테이트를 이용하여 유기층을 추출한 후, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 2.9g (3.6mmol)의 화합물 1을 수득하였다.

[0555] 합성예 2 (화합물 6의 합성)



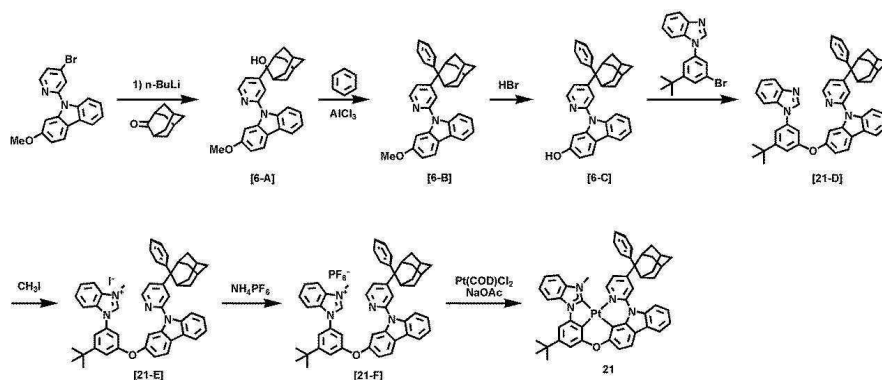
[0557] 중간체 [6-A]의 합성

Cycloheptanone 대신 2-adamantanone을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 중간체 [1-A]의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여, 중간체 [6-A]를 합성하였다.

[0559] 화합물 6의 합성

중간체 [1-A], [1-B], [1-C], [1-D], [1-E] 및 [1-F] 대신 중간체 [6-A], [6-B], [6-C], [6-D], [6-E] 및 [6-F]를 각각 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 중간체 [1-B], [1-C], [1-D], [1-E] 및 [1-F]의 합성 방법 및 화합물 1의 합성 방법과 동일한 방법을 차례로 이용하여, 2.7g (3.1mmol)의 화합물 6을 수득하였다.

[0561] 합성예 3 (화합물 21의 합성)



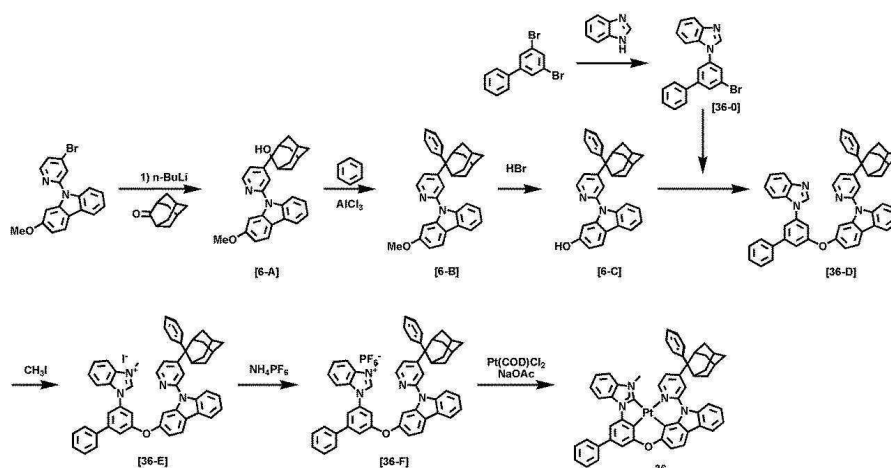
[0563] 중간체 [21-D]의 합성

1-(3-bromophenyl)-1H-benzo[d]imidazole 대신 1-(3-bromo-5-(tert-butyl)phenyl)-1H-benzo[d]imidazole을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 2의 중간체 [6-D]의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여, 중간체 [21-D]를 합성하였다.

[0565] 화합물 21의 합성

중간체 [6-D], [6-E] 및 [6-F] 대신 중간체 [21-D], [21-E] 및 [21-F]를 각각 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 2의 중간체 [6-E] 및 [6-F]의 합성 방법 및 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 차례로 이용하여, 2.7g (2.9mmol)의 화합물 21을 수득하였다.

[0567] 합성예 4 (화합물 36의 합성)



[0568]

[0569] 중간체 [36-0]의 합성

[0570] 벤즈이미다졸 5.2g (44.0mmol), 3,5-디브로모-1,1'-비페닐 27.5g (88.0mmol), 삼인삼칼륨 18.7g (88.0mmol), 아이오도구리 0.8g (4.4mmol), 및 피콜린산 0.5g (4.4mmol)을 반응 용기에 넣고 디메틸설폭시드 90mL에 현탁시킨 다음, 가온하여 160℃에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 300mL 증류수를 첨가하고, 에틸아세테이트를 이용하여 유기층을 추출하고, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐 설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 12.3g (35.2mmol)의 중간체 [36-0]를 수득하였다.

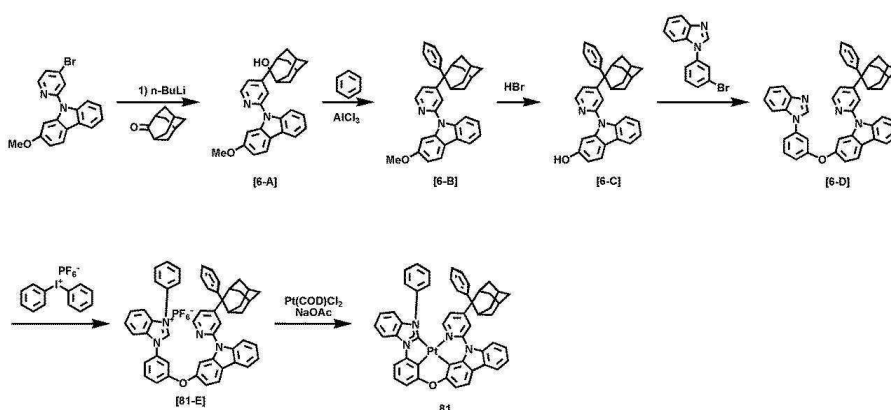
[0571] 중간체 [36-D]의 합성

[0572] 1-(3-브로페닐)-1H-벤조[d]이미다졸 대신 중간체 [36-0]을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 2의 중간체 [6-D]의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여, 중간체 [36-D]를 합성하였다.

[0573] 화합물 36의 합성

[0574] 중간체 [6-D], [6-E] 및 [6-F] 대신 중간체 [36-D], [36-E] 및 [36-F]를 각각 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 2의 중간체 [6-E] 및 [6-F]의 합성 방법 및 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 차례로 이용하여, 2.9g (3.1mmol)의 화합물 36을 수득하였다.

[0575] 합성예 5 (화합물 81의 합성)



[0576]

[0577] 중간체 [81-E]의 합성

[0578] 중간체 [6-D] 16.0g (24.1mmol), 디페닐요오도늄헥사플루오르아테이트 15.4g (36.2mmol), 및 초산구리 440mg (2.4mmol)을 디메틸설폭시드 50mL에 현탁시킨 후, 가온하여 110℃에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 반응 종결 후 상온으로 식히고 300mL의 증류수를 첨가하고 에틸아세테이트를 이용하여 유기층을 추출하고, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐 설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 15.8g (17.8mmol)의 중간체 [81-E]를 수득하였다.

[0579] 화합물 81의 합성

[0580] 상기 중간체 [81-E] 15.8g (17.8mmol), Dichloro(1,5-cyclooctadiene)platinum 7.4g (19.6mmol), 및 초산나트륨 4.3g (53.4mmol)을 디옥산 290ml에 현탁시킨 다음, 가온하여 110℃에서 72시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 300ml의 증류수를 첨가하고 에틸아세테이트를 이용하여 유기층을 추출하고, 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 이로부터 수득한 결과물에 대하여 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 4.3g (4.6mmol)의 화합물 81을 수득하였다.

[0581] 상기 합성에 1 내지 5에서 합성된 화합물들의 ^1H NMR 및 MS/FAB을 하기 표 1에 나타내었다. 상기 합성에 1 내지 5의 화합물 이외의 다른 화합물들의 합성 방법은, 합성에 1 내지 5의 합성 경로 및 원료 물질을 참조하여 용이하게 인식될 수 있다.

표 1

화합물 번호	^1H NMR (CDCl_3 , 400 MHz)	MS/FAB	
		found	calc.
1	8.74 (m, 1H), 8.40 (m, 1H), 8.19 (m, 1H), 7.55-7.53 (m, 2H), 7.43-7.36 (m, 4H), 7.28 (m, 2H), 7.22-7.20 (m, 2H), 7.17-7.16 (m, 3H), 7.07 (m, 1H), 6.89 (m, 1H), 6.70-6.65 (m, 3H), 3.36 (s, 3H), 2.23 (m, 2H), 1.97 (m, 2H), 1.72-1.64 (m, 4H)	803.2229	803.2224
6	8.75 (m, 1H), 8.41 (m, 1H), 8.21 (m, 1H), 7.54-7.49 (m, 2H), 7.45 (m, 2H), 7.36-7.35 (m, 2H), 7.29-7.24 (m, 2H), 7.23-7.16 (m, 5H), 7.05 (m, 1H), 6.88 (m, 1H), 6.69-6.63 (m, 3H), 3.35 (s, 3H), 1.75-1.73 (m, 5H), 1.45-1.41 (m, 4H), 1.07-1.05 (m, 5H)	869.2690	869.2693
21	8.73 (m, 1H), 8.44 (m, 1H), 8.16 (m, 1H), 7.55 (m, 1H), 7.49 (m, 1H), 7.44-7.43 (m, 2H), 7.36-7.34 (m, 2H), 7.28-7.26 (m, 2H), 7.21-7.17 (m, 4H), 7.13 (m, 1H), 7.05 (m, 1H), 6.71-6.66 (m, 3H), 3.34 (s, 3H), 1.74-1.72 (m, 5H), 1.44-1.42 (m, 4H), 1.33 (s, 9H), 1.08-1.04 (m, 5H)	925.3315	925.3319
36	8.74 (m, 1H), 8.40 (m, 1H), 8.20 (m, 1H), 7.75-7.74 (m, 2H), 7.57 (m, 1H), 7.50-7.48 (m, 3H), 7.43-7.40 (m, 3H), 7.35-7.28 (m, 4H), 7.21-7.15 (m, 4H), 7.07 (m, 1H), 6.99-6.97 (m, 2H), 6.70-6.68 (m, 2H), 3.35 (s, 3H), 1.73-1.70 (m, 5H), 1.44-1.40 (m, 4H), 1.09-1.03 (m, 5H)	945.3002	945.3006
81	8.75 (m, 1H), 8.41 (m, 1H), 8.18 (m, 1H), 7.58 (m, 1H), 7.49 (m, 1H), 7.44-7.41 (m, 2H), 7.35-7.28 (m, 5H), 7.22-7.16 (m, 5H), 7.14-7.13 (m, 2H), 7.00-6.90 (m, 5H), 6.70-6.67 (m, 2H), 1.74-1.69 (m, 5H), 1.43-1.38 (m, 4H), 1.05-1.03 (m, 5H)	931.2844	931.2850

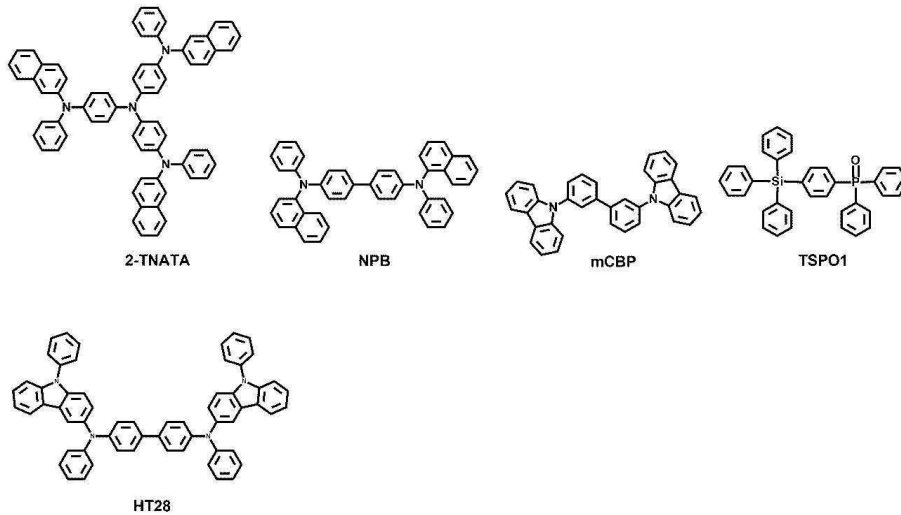
[0583] 실시예 1

[0584] 애노드로서 $15\Omega/\text{cm}^2$ (1200Å)의 ITO 전극이 형성된 코닝(corning)사의 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.7 mm의 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시켜 세정하여, 진공 증착 장치에 설치하였다.

[0585] 상기 유리 기판의 ITO 전극(애노드) 상부에 2-TNATA를 진공 증착하여 600Å 두께의 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상부에 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N'-페닐]아미노비페닐(이하, NPB)를 진공 증착하여 300Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

[0586] 상기 정공 수송층 상부에 도펀트(화합물 1) 및 호스트(3,3-Di(9H-carbazol-9-yl)biphenyl, mCBP)를 90 : 10의 중량비로 공증착하여 300Å 두께의 발광층을 형성하였다.

[0587] 상기 발광층 상부에 TSP01(diphenyl(4-(triphenylsilyl)phenyl)-phosphine oxide)을 진공 증착하여 50Å 두께의 정공 저지층을 형성하고, 상기 정공 저지층 상부에 Alq_3 를 진공 증착하여 300Å 두께의 전자 수송층을 형성한 다음, 상기 전자 수송층 상부에 LiF를 진공 증착하여 10Å 두께의 전자 주입층을 형성한 후, 상기 전자 주입층 상부에 Al를 진공 증착하여 3000Å 두께의 캐소드를 형성하고, 상기 캐소드 상부에 HT28을 진공 증착하여 3000Å 두께의 제2캡핑층을 형성함으로써, 유기 발광 소자를 제조하였다.



실시예 2 내지 5 및 비교예 1

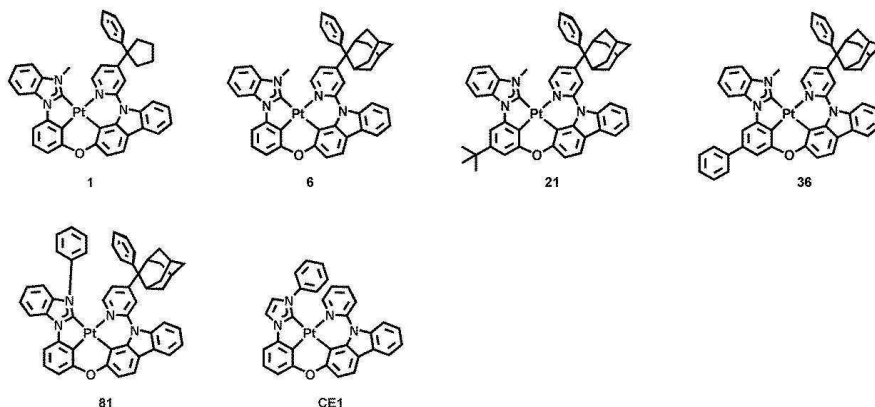
발광층 형성시 도펀트로서 화합물 1 대신, 하기 표 2에 기재된 화합물을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

평가예 1

상기 실시예 1 내지 5 및 비교예 1에서 제작된 유기 발광 소자의 $50\text{mA}/\text{m}^2$ 에서의 구동 전압(V), 휘도(cd/m^2), 발광 효율(cd/A) 및 EL 스펙트럼의 최대 발광 파장(nm)을 각각 Keithley MU 236 및 휘도계 PR650을 이용하여 측정하여, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2

	발광층 화합물 No.	구동전압 (V)	전류밀도 (mA/cm^2)	휘도 (cd/m^2)	발광 효율 (cd/A)	발광색	발광 파 장 (nm)
실시예 1	1	4.93	50	4124	8.25	청색	466
실시예 2	6	4.96	50	4135	8.27	청색	463
실시예 3	21	4.99	50	4195	8.39	청색	465
실시예 4	36	4.94	50	4201	8.40	청색	468
실시예 5	81	4.95	50	4184	8.37	청색	464
비교예 1	CE1	5.01	50	3947	7.89	청색	484



상기 표 2로부터, 실시예 1 내지 5의 유기 발광 소자는, 청색광을 방출하면서, 비교예 1의 유기 발광 소자에 비하여, 향상된 구동 전압, 향상된 휘도, 및 향상된 발광 효율을 가짐을 확인할 수 있다.

부호의 설명

10: 유기 발광 소자

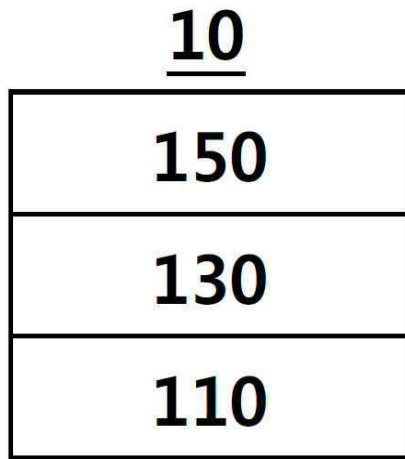
110: 제1전극

150: 유기층

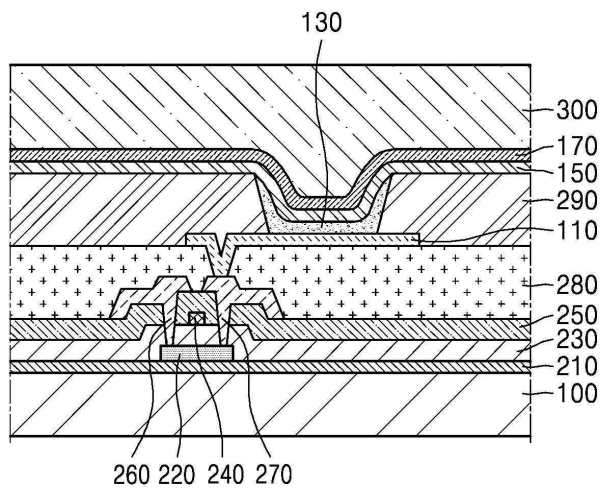
190: 제2전극

도면

도면1



도면2



도면3

