



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0111664
(43) 공개일자 2023년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H10K 99/00 (2023.01) C07F 15/00 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01) H10K 50/00 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H10K 85/346 (2023.02)

C07F 15/0086 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0006869

(22) 출원일자 2022년01월17일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성디스플레이 주식회사

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

경상국립대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

한정훈

서울특별시 강서구 우현로 67 (화곡동, 강서힐스테이트) 129동 1301호

김윤희

경남 진주시 가좌동 가좌안골길 21번길 5, 제일
풍경채 101-1103

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 고려

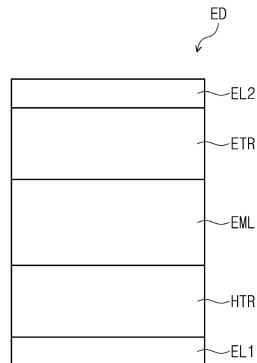
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 발광 소자 및 발광 소자용 유기 금속 화합물

(57) 요약

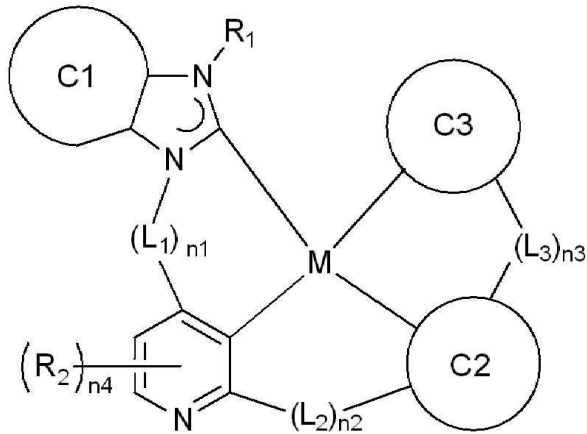
일 실시예의 발광 소자는 제1 전극, 제1 전극과 마주하는 제2 전극, 및 제1 전극과 제2 전극 사이에 배치된 발광
(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



층을 포함하고, 발광층은 하기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물을 포함한다.

[화학식 1]



(52) CPC특허분류

C09K 11/06 (2022.01)

H10K 50/12 (2023.02)

H10K 85/40 (2023.02)

H10K 85/654 (2023.02)

H10K 85/6572 (2023.02)

H10K 85/6576 (2023.02)

C07B 2200/05 (2013.01)

(72) 발명자

권순기

경남 진주시 가좌동 가좌안골길 21번길 5, 제일 풍
경채 101-1103

고수병

경기도 용인시 기흥구 동백2로 39 (중동 , 어은목
마을대원칸타빌아파트) 4104동 1102호

이경석

경남 사천시 용현면 용현로 87 덕산 104동 501호

명세서

청구범위

청구항 1

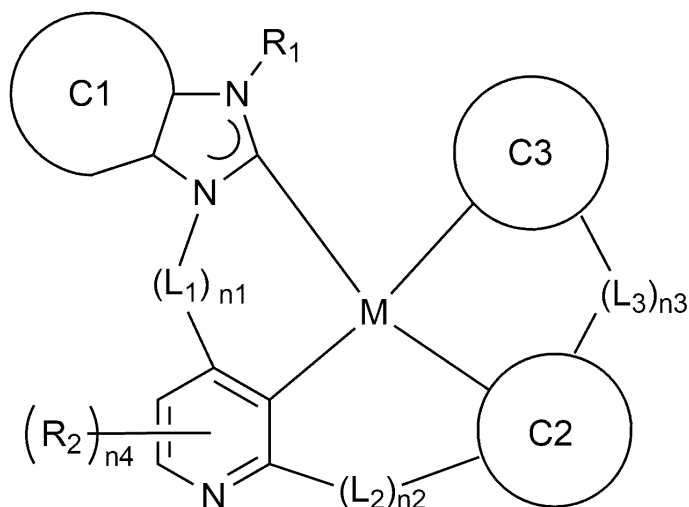
제1 전극;

상기 제1 전극과 마주하는 제2 전극; 및

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 하기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물을 포함하는 발광 소자:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

M은 Pt, Pd, Cu, Ag, Au, Rh, Ir, Ru, 또는 Os이고,

고리 C1 내지 C3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로 고리이고,

L₁ 내지 L₃은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), *-O-*', *-S-*', *-C(R₁₁)(R₁₂)-*', *-C(R₁₃)=*', *=C(R₁₄)-*', *-C(R₁₅)=C(R₁₆)-*', *-C(=O)-*', *-C(=S)-*', *-C≡C-*', *-B(R₁₇)-*', *-N(R₁₈)-*', *-P(R₁₉)-*', *-Si(R₂₀)(R₂₁)-*', *-P(R₂₂)(R₂₃)-*' 또는 *-Ge(R₂₄)(R₂₅)-*' 이고,

R₁은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 붕소기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고,

R₂, 및 R₁₁ 내지 R₂₅는 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접한 기와 결합하여 고리를 형성하고,

n₁ 내지 n₃은 각각 독립적으로 1 이상 3 이하의 정수이고,

n₄는 0 이상 2 이하의 정수이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발광층은 인광을 발광하는 것인 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함하고,

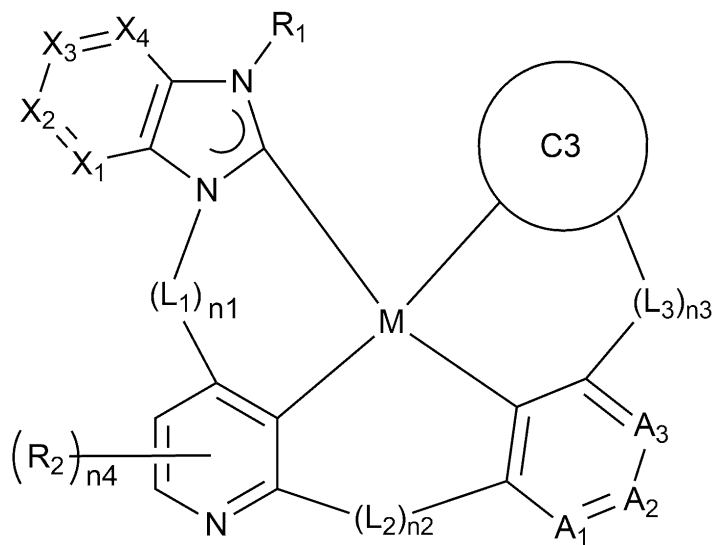
상기 도펀트는 상기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물을 포함하는 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 2로 표시되는 발광 소자:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

X_1 내지 X_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 각각 독립적으로 N, 또는 CR_3 이고,

R_3 은 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성하고,

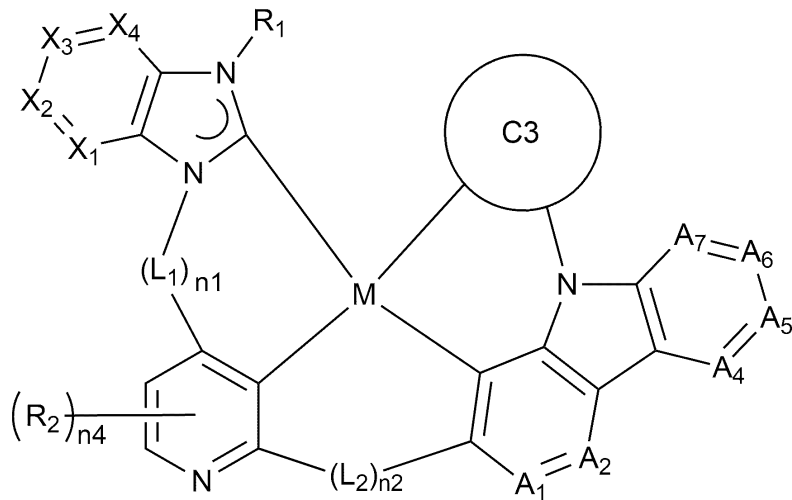
M, C3, L_1 내지 L_3 , R_1 , R_2 , 및 n_1 내지 n_4 는 상기 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 3으로 표시되는 발광 소자:

[화학식 3]



상기 화학식 3에서,

A_1 내지 A_7 은 각각 독립적으로 N, 또는 CR_4 이고,

R_4 는 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

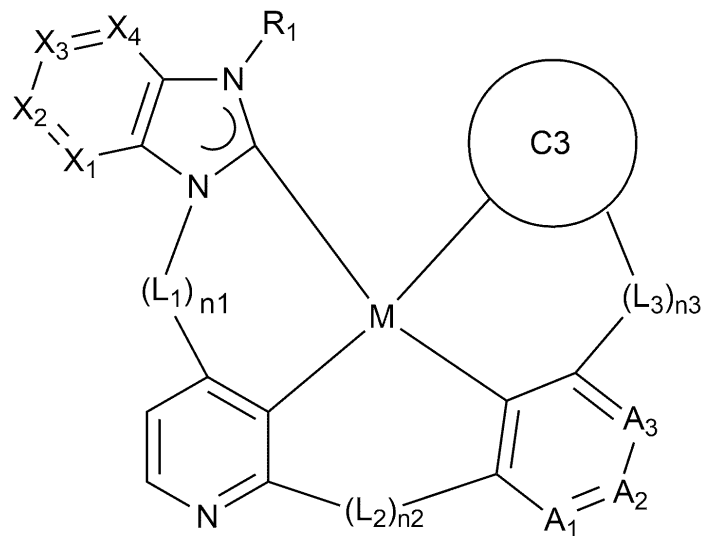
M, C3, L_1 , L_2 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 , n_2 , n_4 , A_1 , 및 A_2 는 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 4로 표시되는 발광 소자:

[화학식 4]



상기 화학식 4에서,

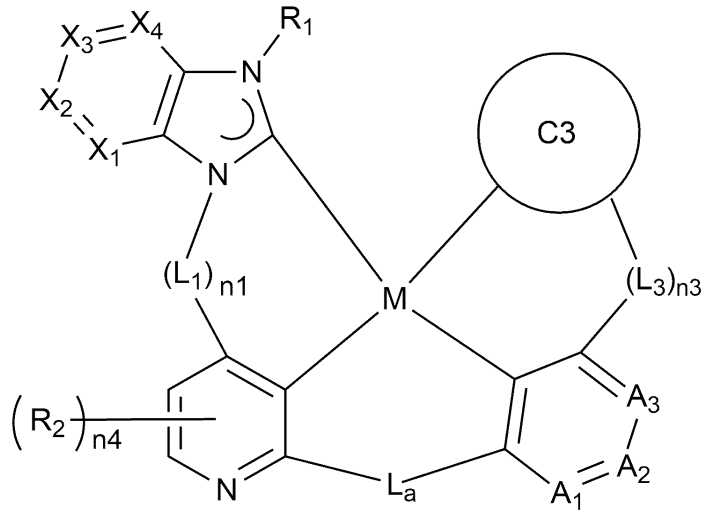
M, C3, L_1 내지 L_3 , R_1 , X_1 내지 X_4 , n_1 내지 n_3 , 및 A_1 내지 A_3 은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 7

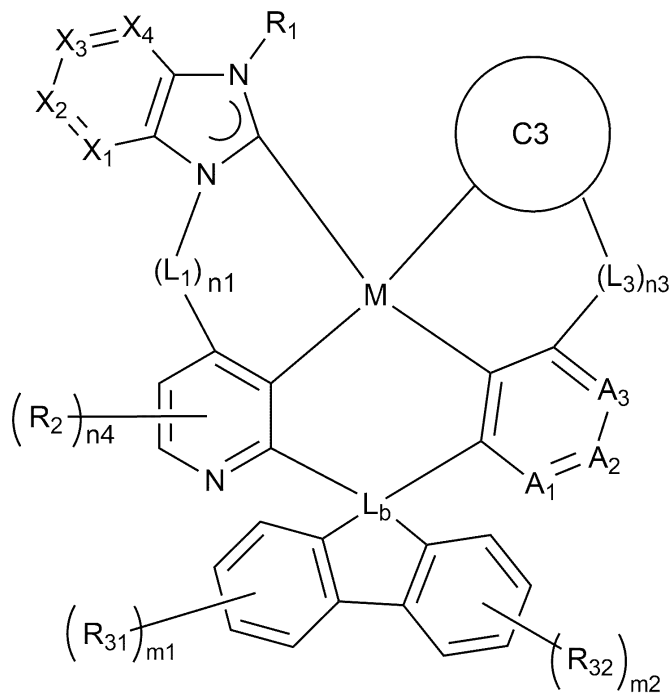
제4항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 5-1 내지 화학식 5-3 중 어느 하나로 표시되는 발광 소자:

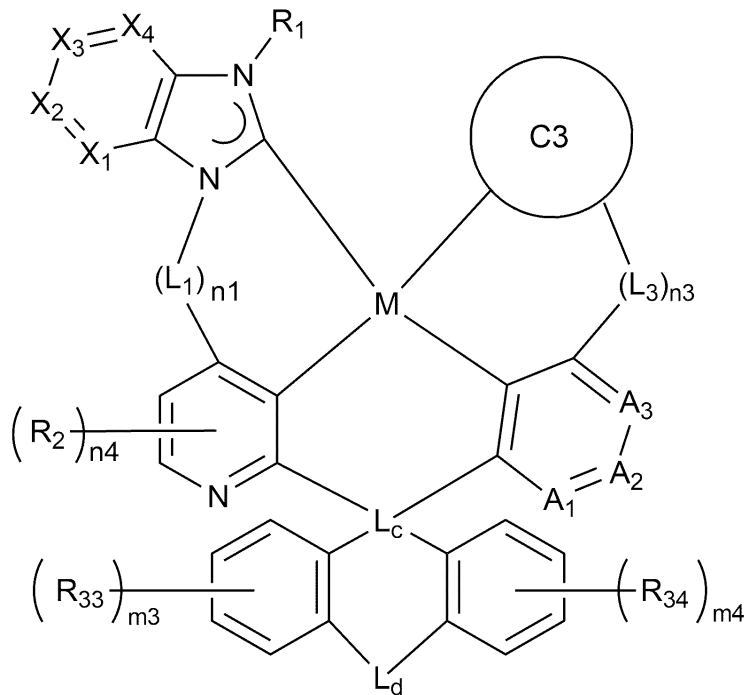
[화학식 5-1]



[화학식 5-2]



[화학식 5-3]



상기 화학식 5-1 내지 화학식 5-3에서,

L_a 는 $^*-O-^*$, $^*-S-^*$, $^*-C(R_{35})(R_{36})-^*$, $^*-N(R_{37})-^*$, 또는 $^*-Si(R_{38})(R_{39})-^*$ 이고,

L_b , 및 L_c 는 각각 독립적으로 C 또는 Si이고,

L_d 는 $^*-O-^*$, 또는 $^*-S-^*$ 이고,

R_{31} 내지 R_{39} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

m_1 내지 m_4 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고,

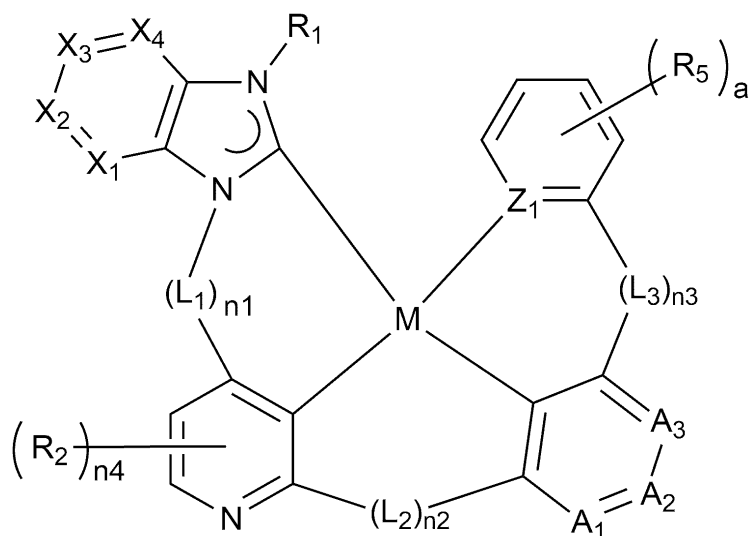
M , $C3$, L_1 , L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 , n_3 , n_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 8

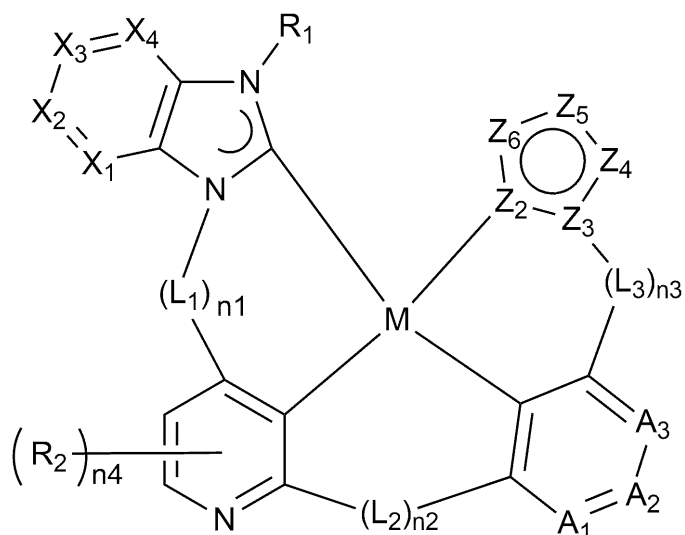
제4항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 6-1 또는 화학식 6-2로 표시되는 발광 소자:

[화학식 6-1]



[화학식 6-2]



상기 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서,

Z_1 내지 Z_3 은 각각 독립적으로 N 또는 C이고,

Z_4 내지 Z_6 은 각각 독립적으로 N, NR_6 , CR_7 , O, 또는 S이고,

R_5 는 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

R_6 및 R_7 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성하고,

a 는 0 이상 4 이하의 정수이고,

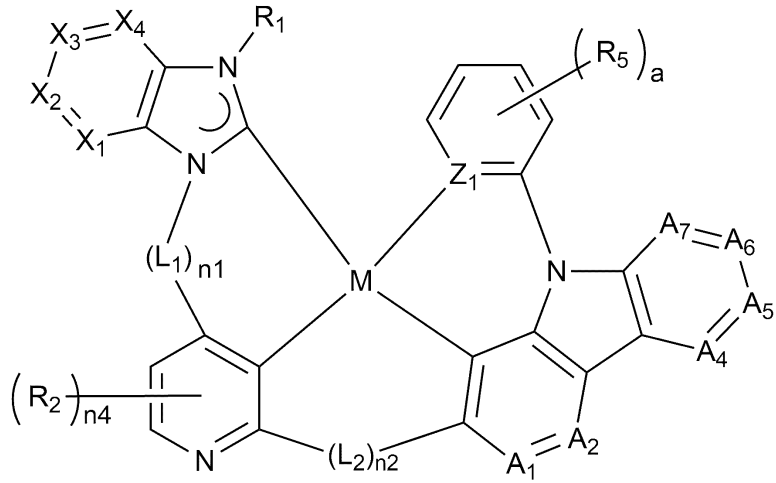
M, L_1 내지 L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 내지 n_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 9

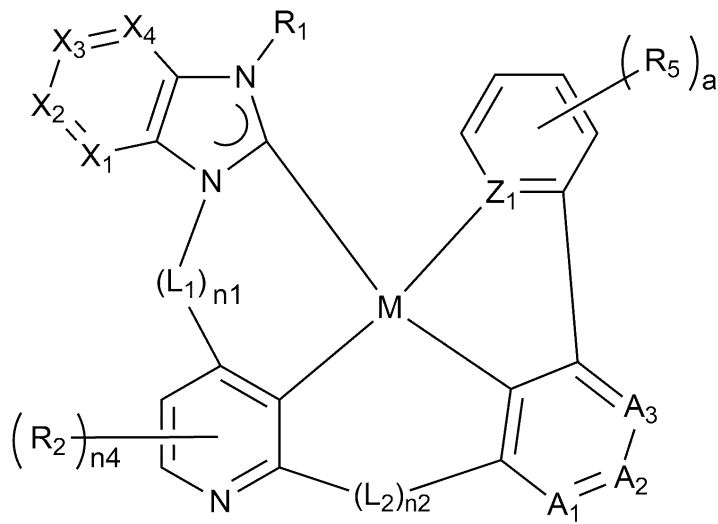
제8항에 있어서,

상기 화학식 6-1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 7-1 내지 화학식 7-6 중 어느 하나로 표시되는 발광 소자:

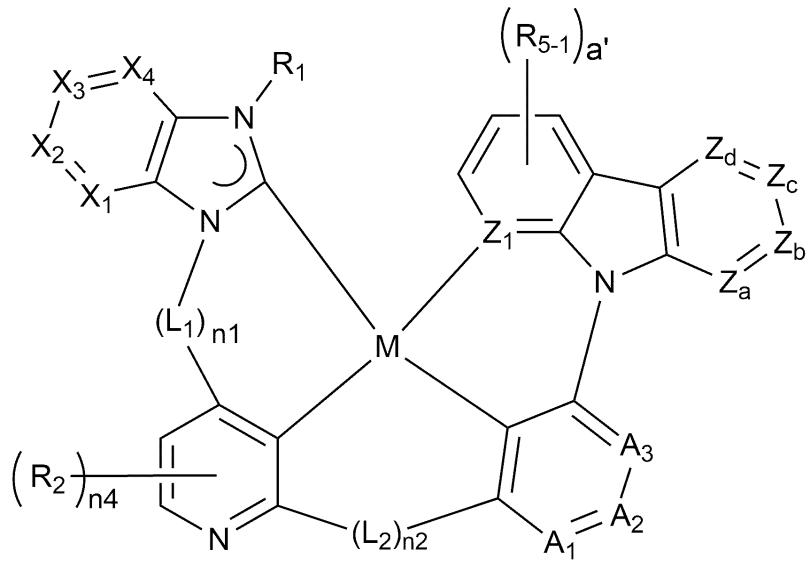
[화학식 7-1]



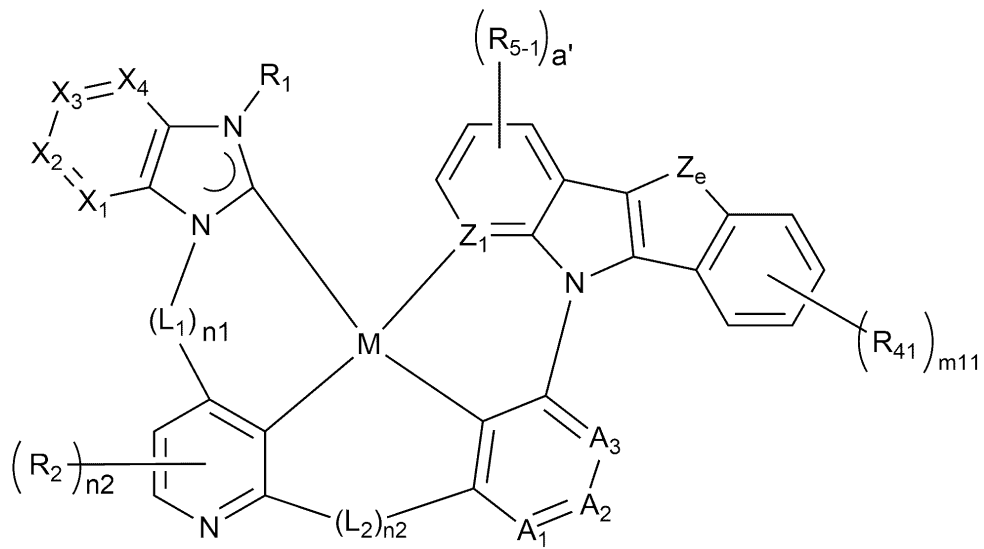
[화학식 7-2]



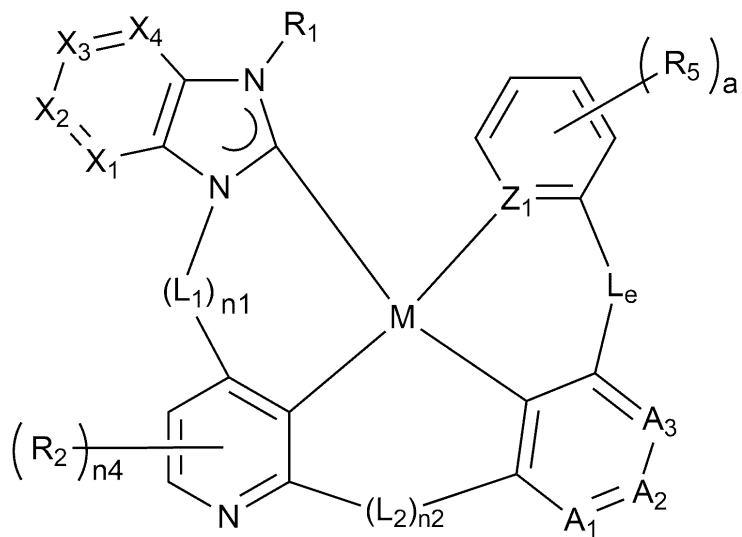
[화학식 7-3]



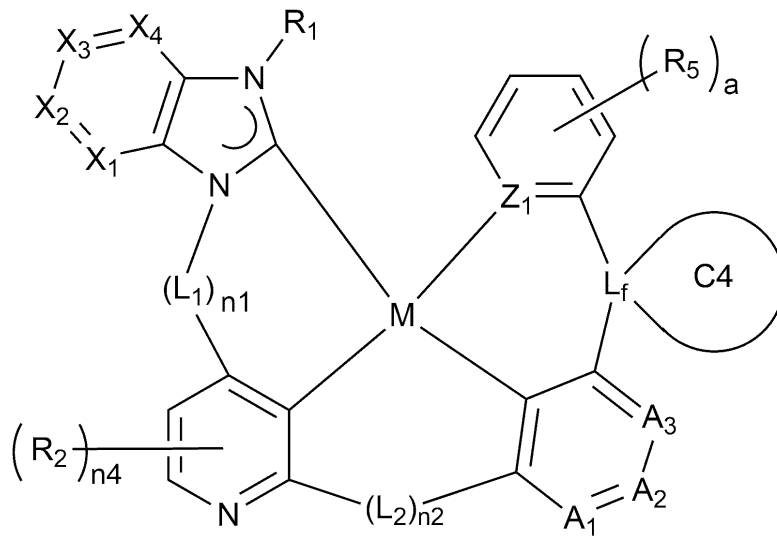
[화학식 7-4]



[화학식 7-5]



[화학식 7-6]



상기 화학식 7-1 내지 화학식 7-6에서,

A_1 내지 A_7 , 및 Z_a 내지 Z_d 는 각각 독립적으로 N, 또는 CR_{12} 이고,

Z_e 는 NR_{13} , 또는 O이고,

L_e 는 $-O-$, $-S-$, 또는 $-N(R_{14})-$ 이고,

L_f 는 C 또는 Si이고,

R_{5-1} , R_{41} 내지 R_{44} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

고리 C4는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로 고리이고,

a' 는 0 이상 3 이하의 정수이고,

m_{11} 은 0 이상 4 이하의 정수이고,

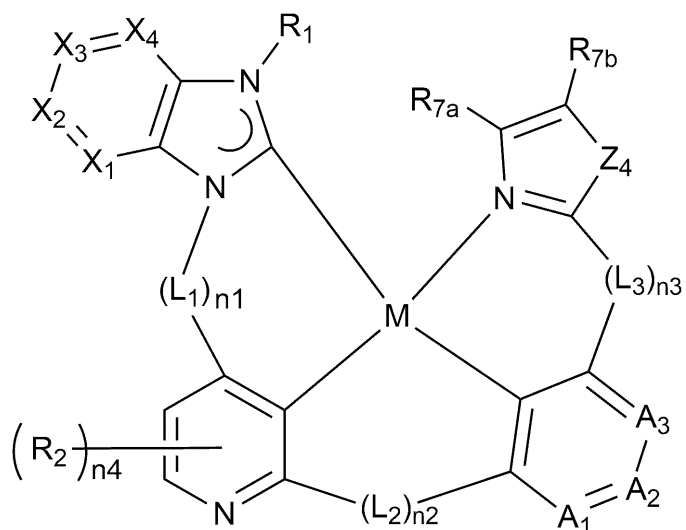
M, L_1 , L_2 , X_1 내지 X_4 , Z_1 , R_1 , R_2 , n_1 , n_2 , n_4 , a , R_5 , 및 A_1 내지 A_3 는 상기 화학식 1, 화학식 2, 및 화학식 6-1에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 10

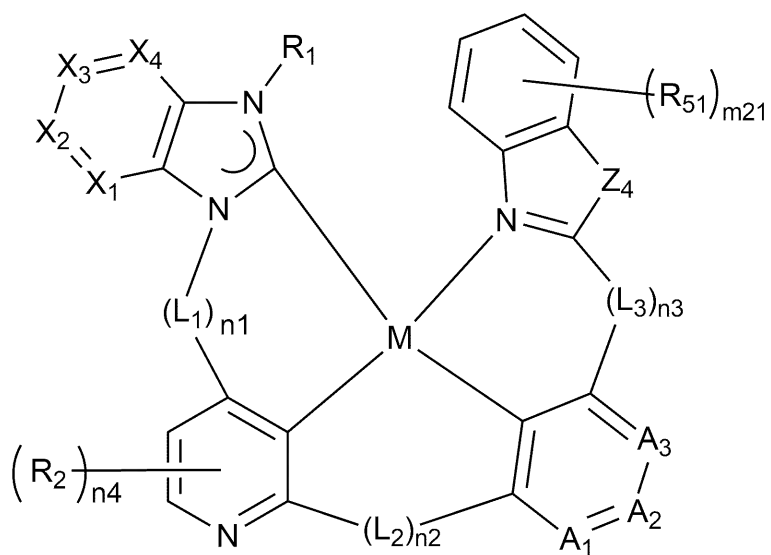
제8항에 있어서,

상기 화학식 6-2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 8-1 내지 화학식 8-6 중 어느 하나로 표시되는 발광 소자:

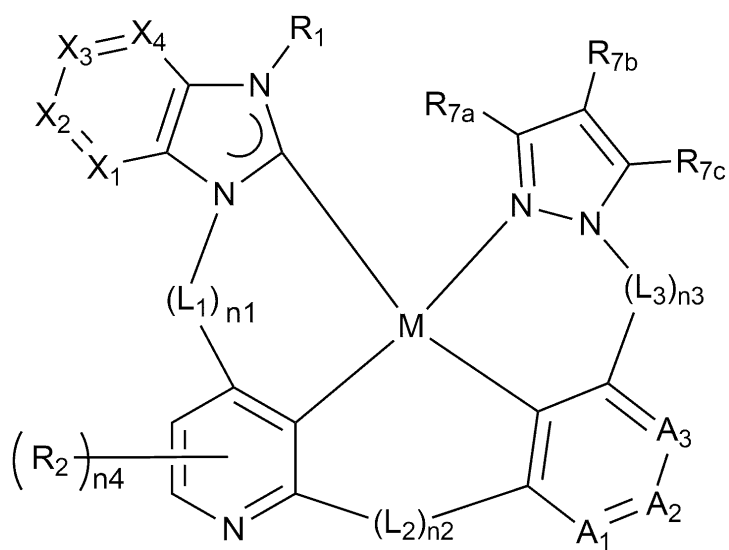
[화학식 8-1]



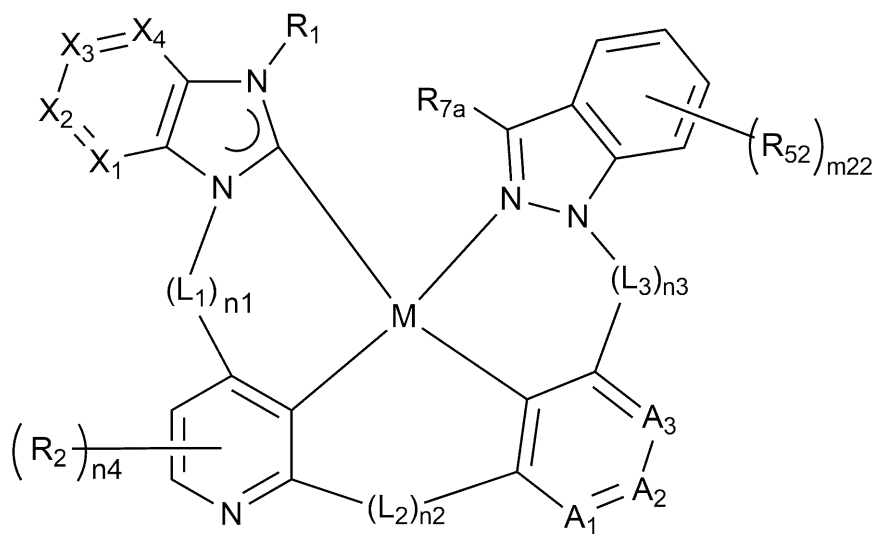
[화학식 8-2]



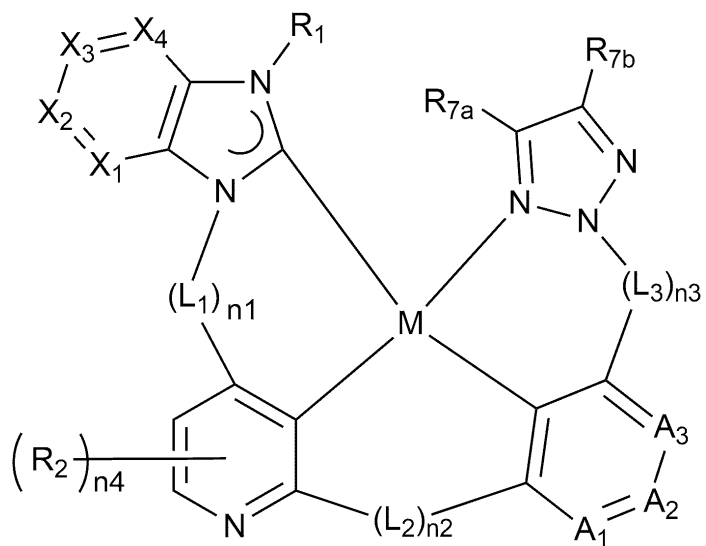
[화학식 8-3]



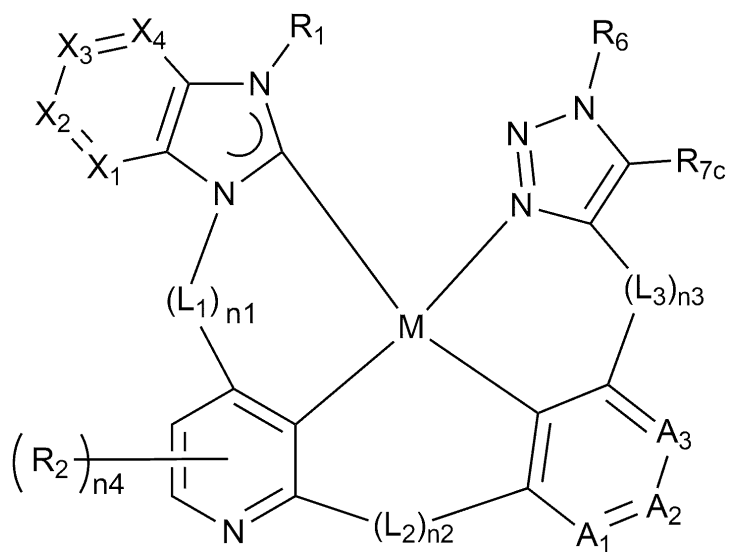
[화학식 8-4]



[화학식 8-5]



[화학식 8-6]



상기 화학식 8-1 내지 화학식 8-6에서,

R_{7a} 내지 R_{7c} , R_{51} , 및 R_{52} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

m_{21} 및 m_{22} 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고,

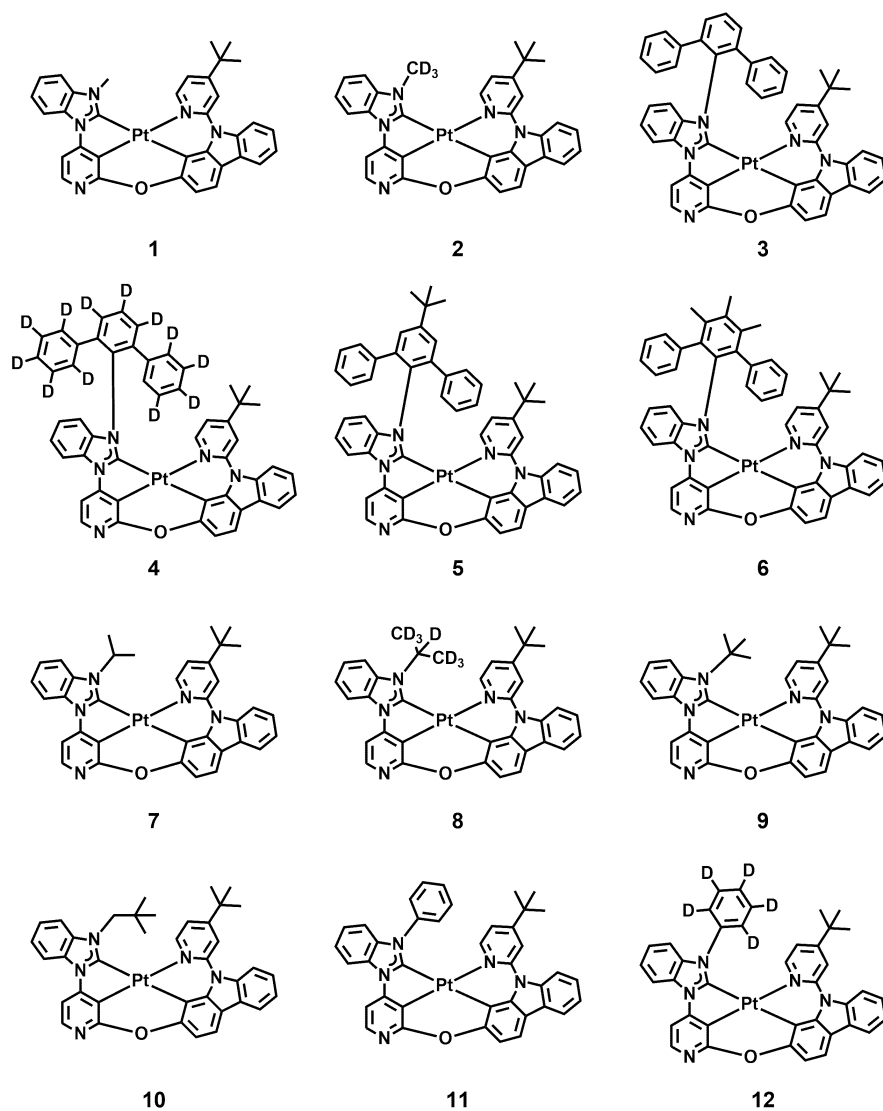
M , L_1 내지 L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 내지 n_4 , Z_4 , A_1 내지 A_3 , 및 R_6 은 상기 화학식 1, 화학식 2, 및 화학식 6-2에서 정의한 바와 동일하다.

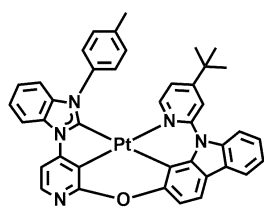
청구항 11

제1항에 있어서,

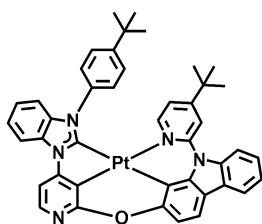
상기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화합물군 1의 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자:

[화합물군 1]

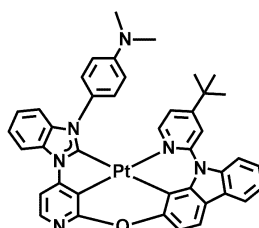




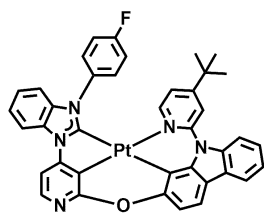
13



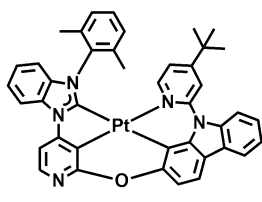
14



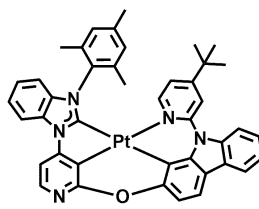
15



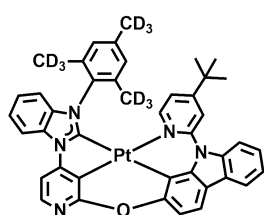
16



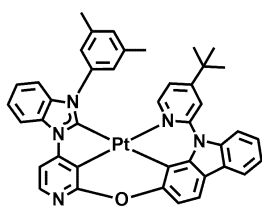
17



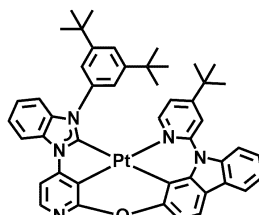
18



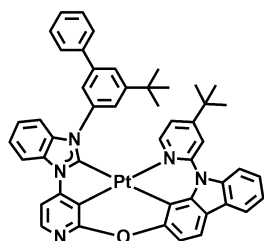
19



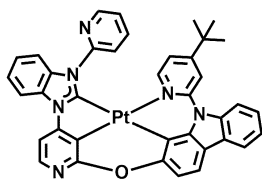
20



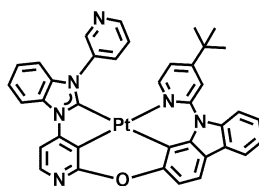
21



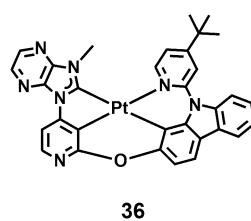
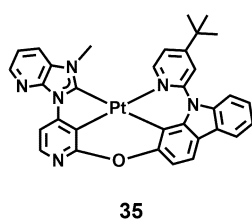
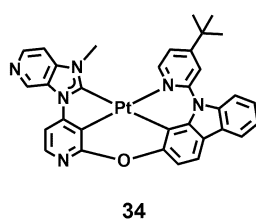
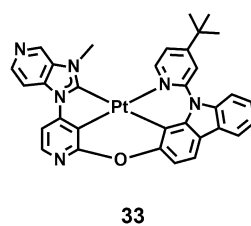
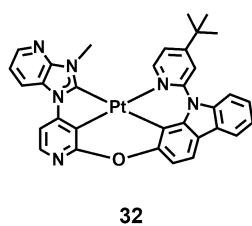
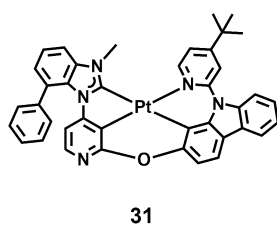
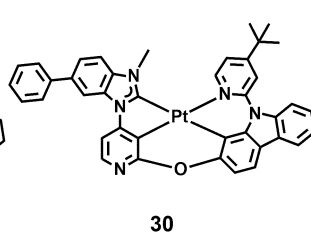
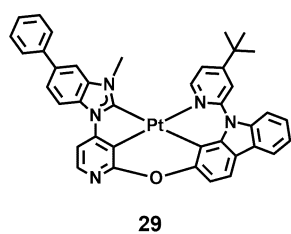
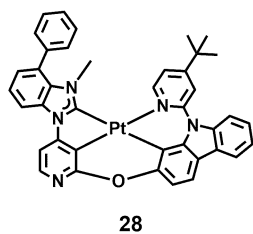
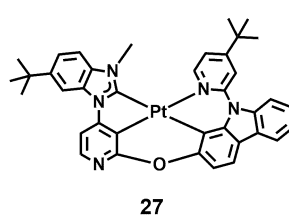
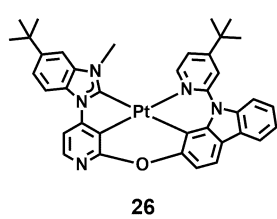
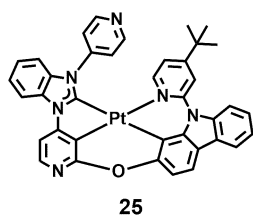
22

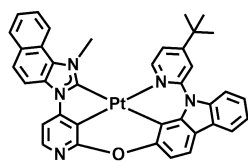


23

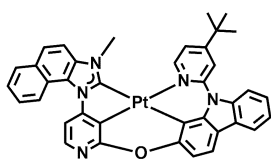


24

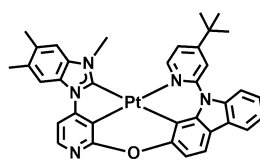




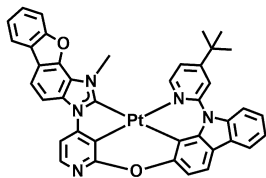
37



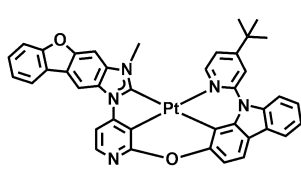
38



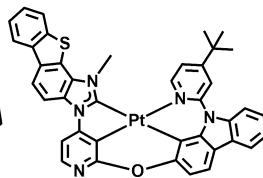
39



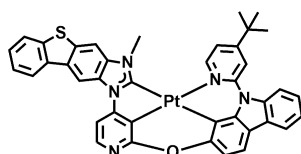
40



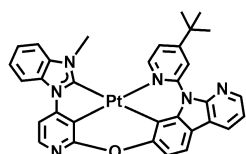
41



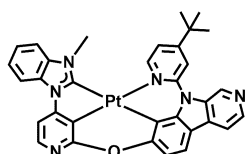
42



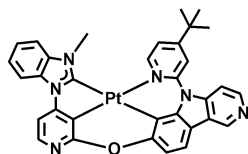
43



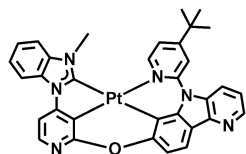
44



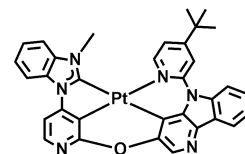
45



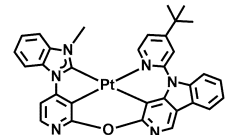
46



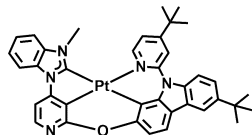
47



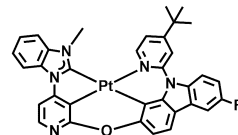
48



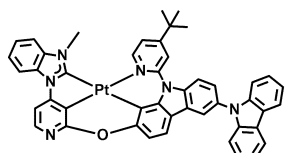
49



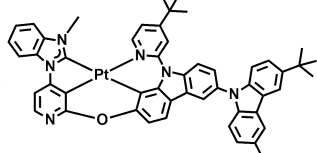
50



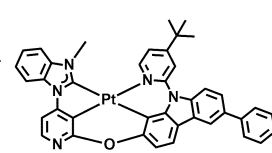
51



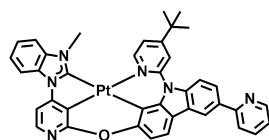
52



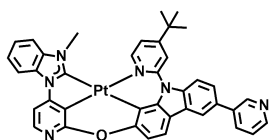
53



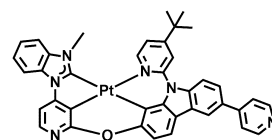
54



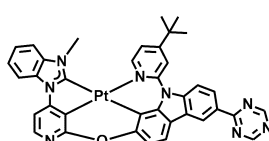
55



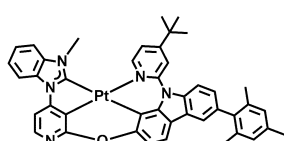
56



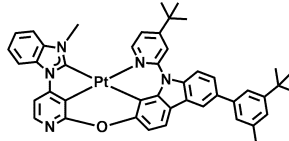
57



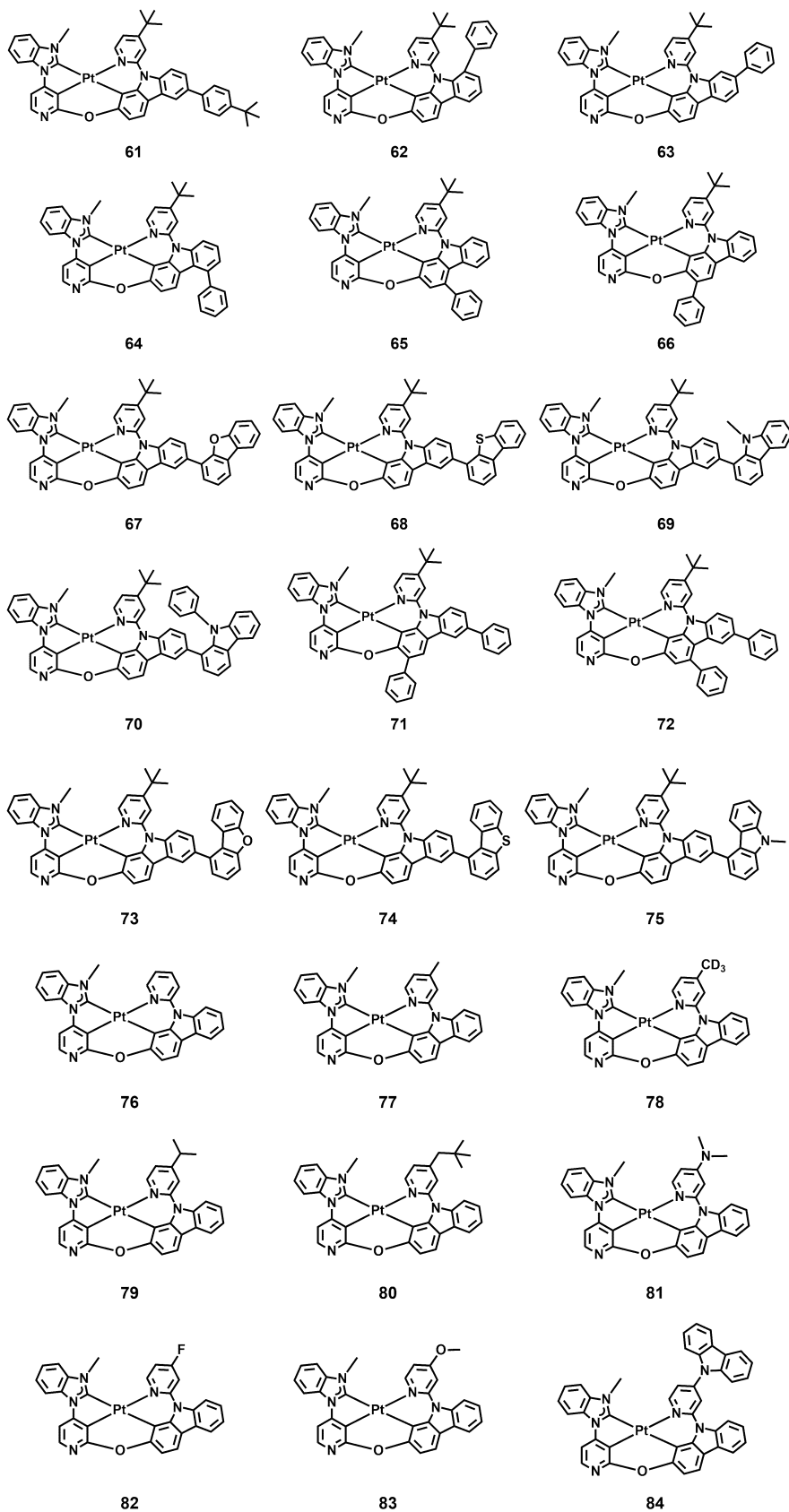
58

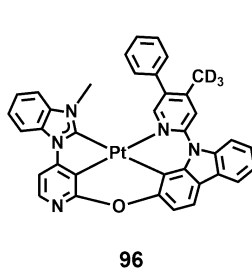
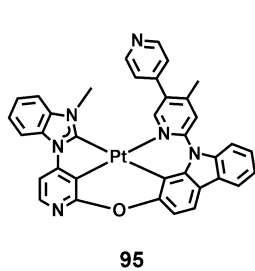
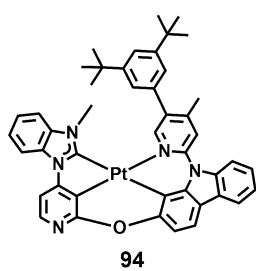
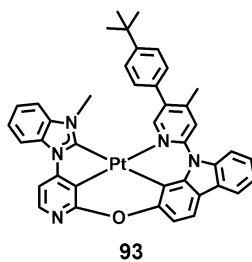
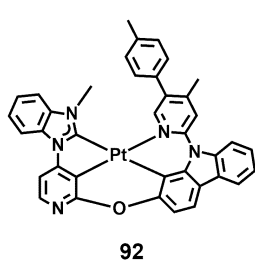
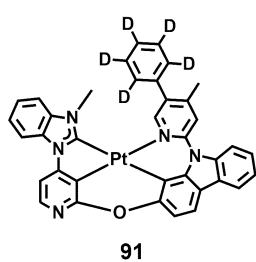
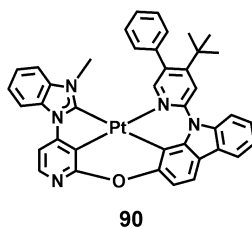
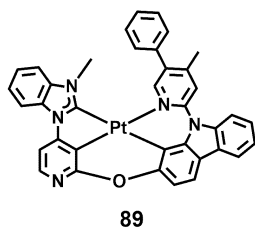
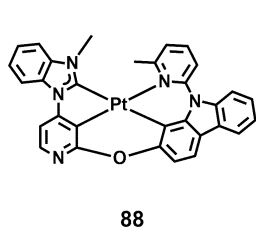
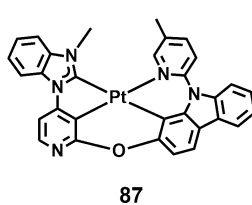
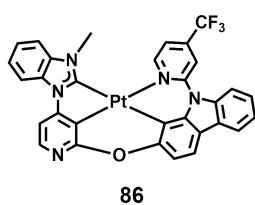
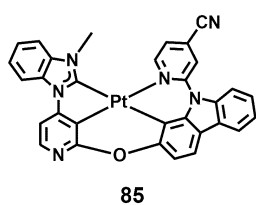


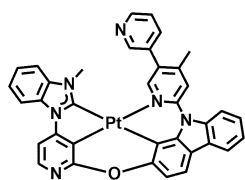
59



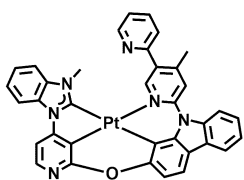
60



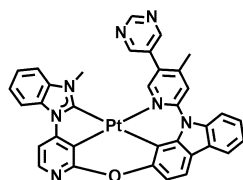




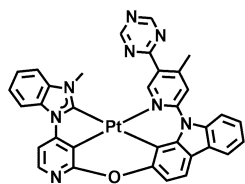
97



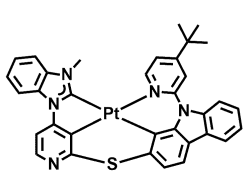
98



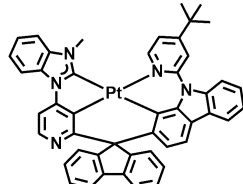
99



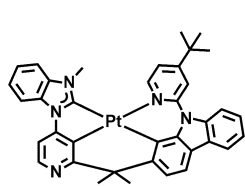
100



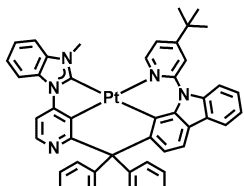
101



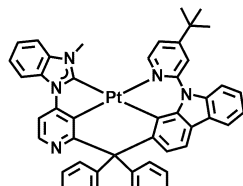
102



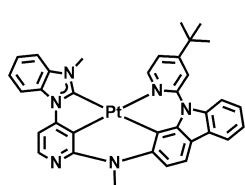
103



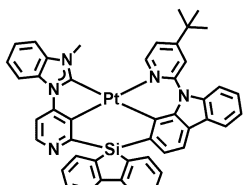
104



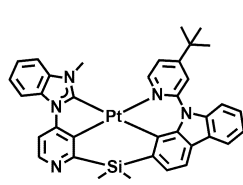
105



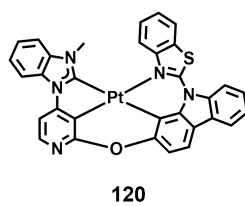
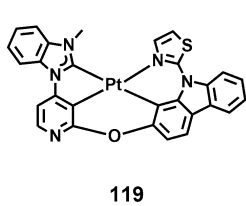
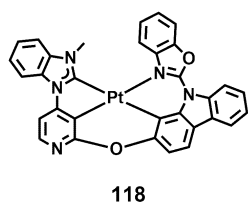
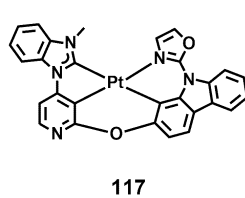
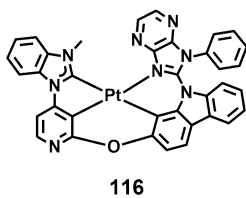
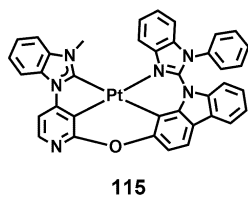
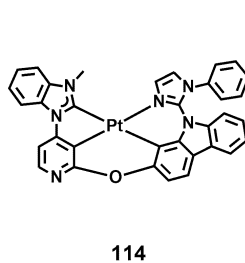
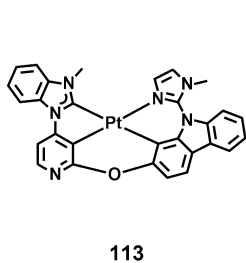
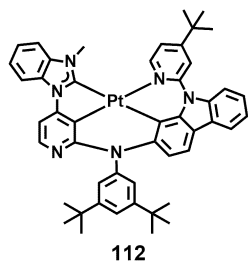
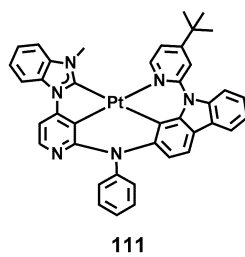
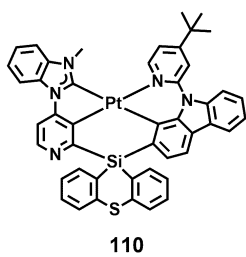
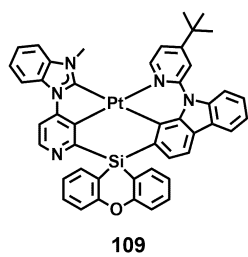
106

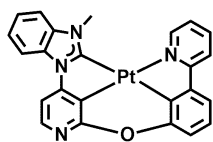


107

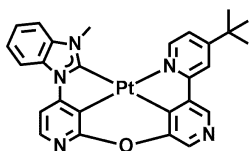


108

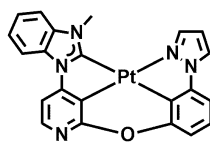




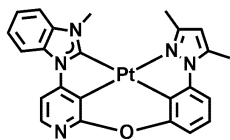
121



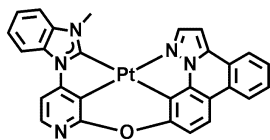
122



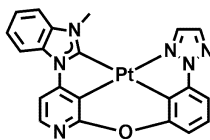
123



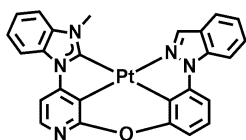
124



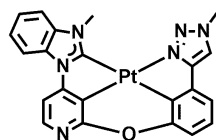
125



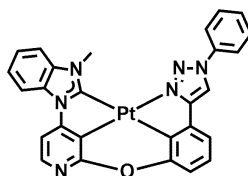
126



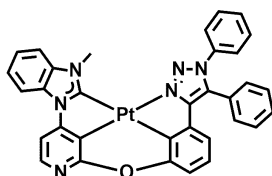
127



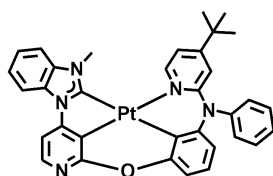
128



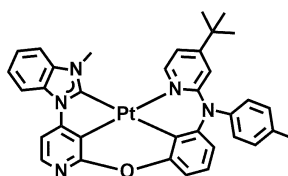
129



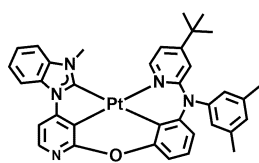
130



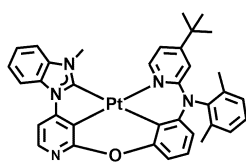
131



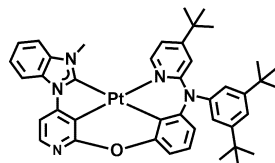
132



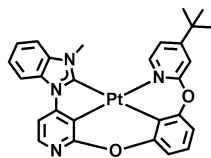
133



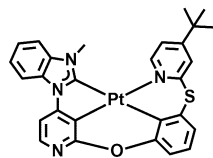
134



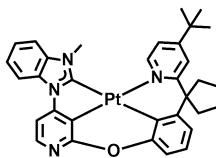
135



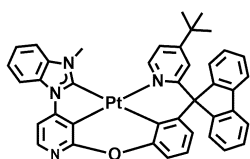
136



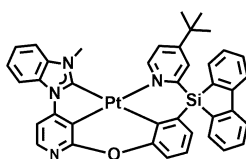
137



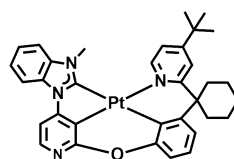
138



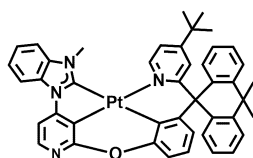
139



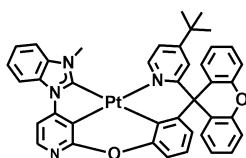
140



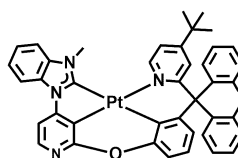
141



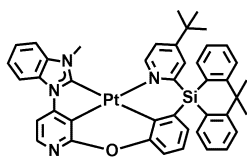
142



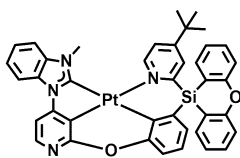
143



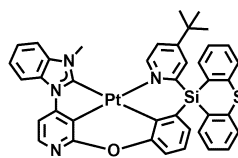
144



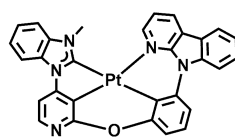
145



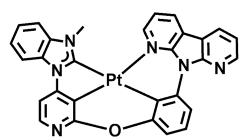
146



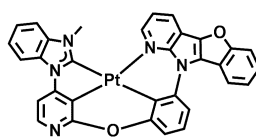
147



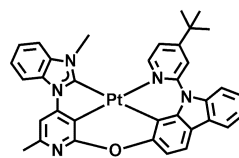
148



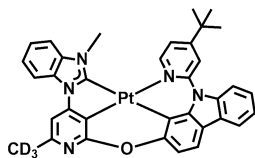
149



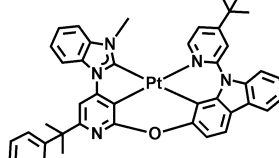
150



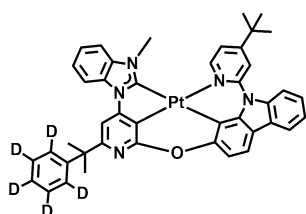
151



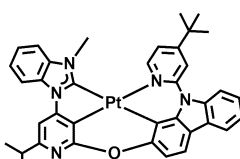
152



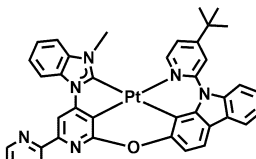
153



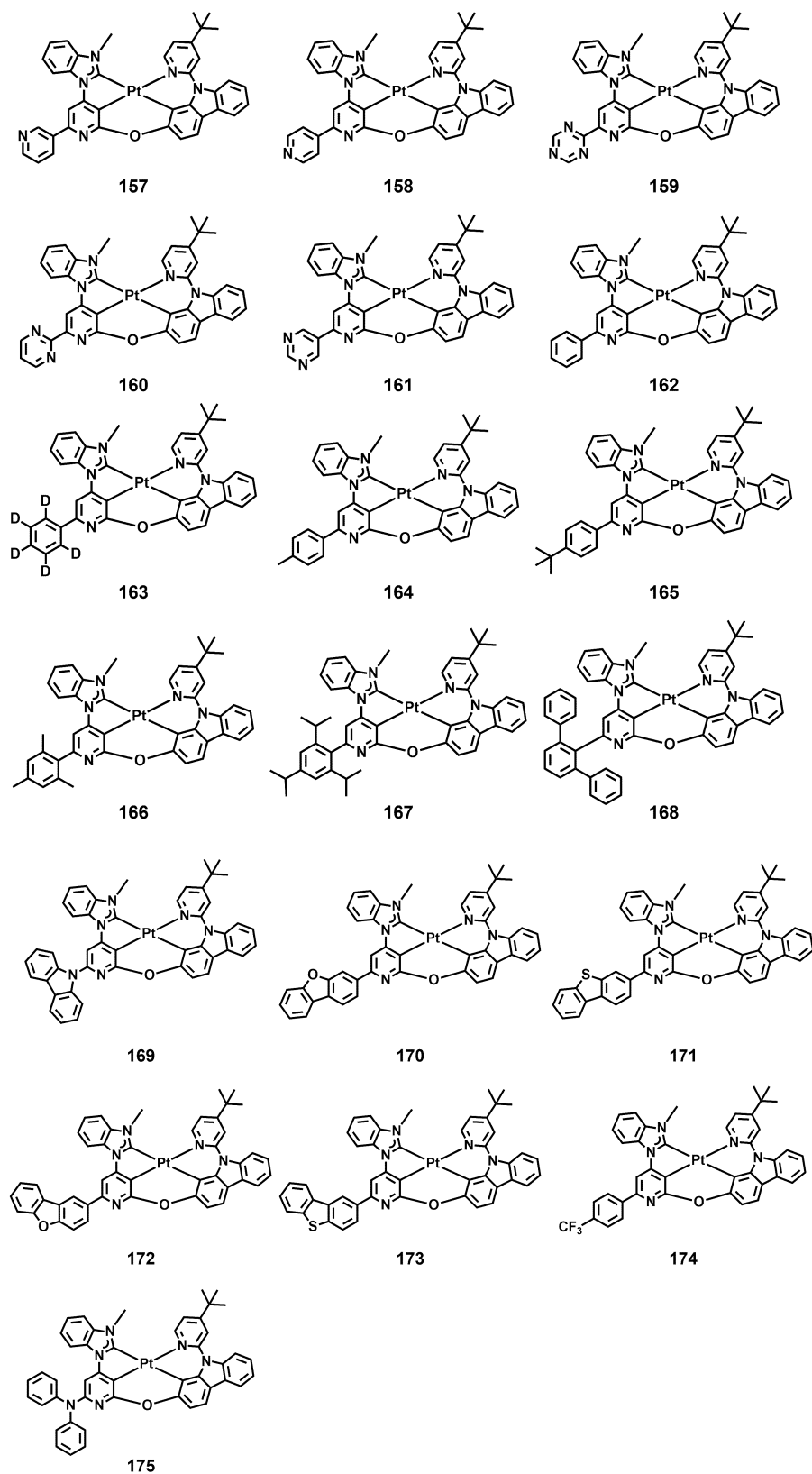
154



155



156



청구항 12

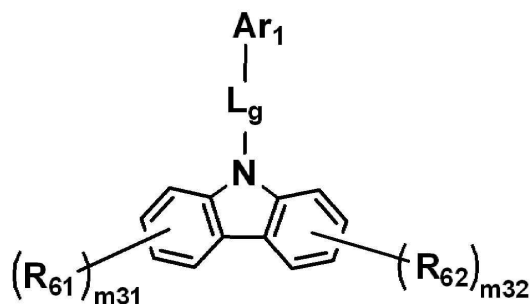
제3항에 있어서,

상기 호스트는 제1 호스트 및 제2 호스트를 포함하고,

상기 제1 호스트는 하기 화학식 HT-1로 표시되고,

상기 제2 호스트는 하기 화학식 ET-1 또는 화학식 ET-2로 표시되는 발광 소자:

[화학식 HT-1]



상기 화학식 HT-1에서,

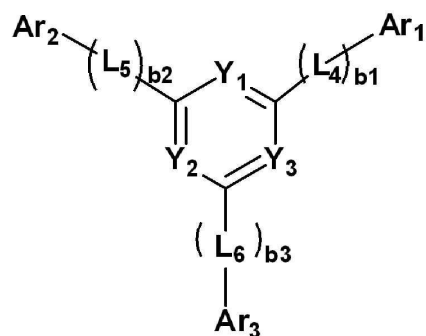
L_g 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아틸렌기이고,

Ar_1 은 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아틸기이고,

R_{61} 및 R_{62} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아틸기이고,

m_{31} 및 m_{32} 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다:

[화학식 ET-1]



상기 화학식 ET-1에서,

Y_1 내지 Y_3 는 각각 독립적으로 N, 또는 CR_a 이고,

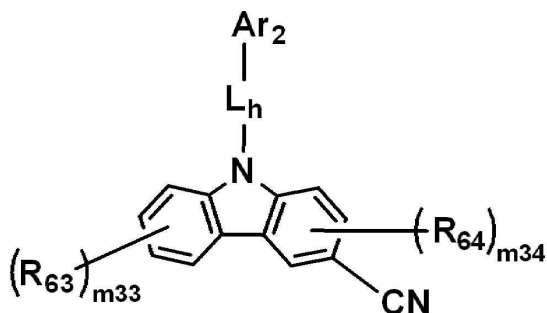
R_a 는 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 아틸기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로아틸기이고,

b_1 내지 b_3 는 각각 독립적으로 0 이상 10 이하의 정수이며,

L_4 내지 L_6 은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸렌기이고,

Ar_1 내지 Ar_3 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸기이다:

[화학식 ET-2]



상기 화학식 ET-2에서,

L_h 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴렌기이고,

Ar_2 는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

R_{63} 및 R_{64} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

m_{33} 는 0 이상 4 이하의 정수이고,

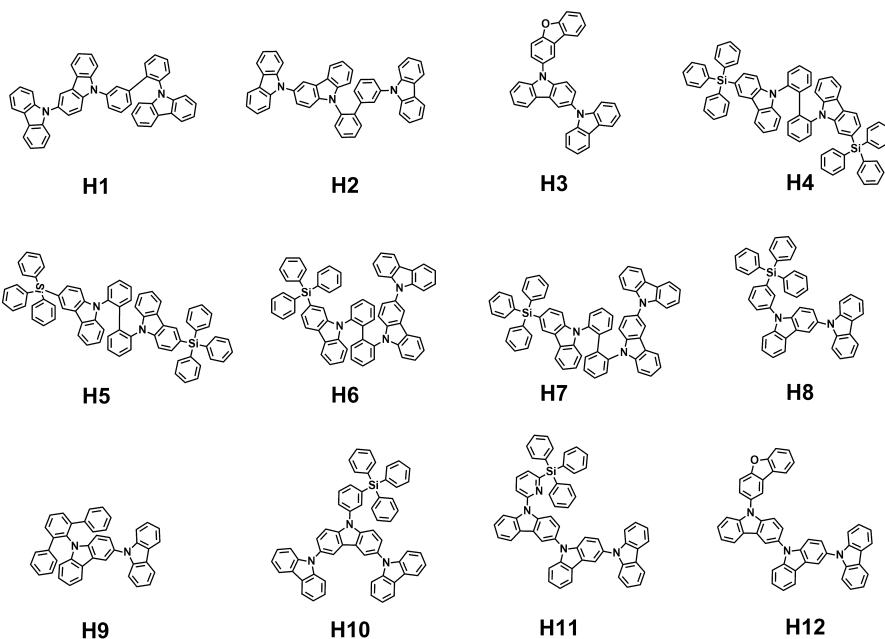
m_{34} 는 0 이상 3 이하의 정수이다.

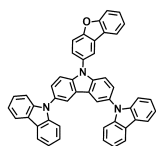
청구항 13

제12항에 있어서,

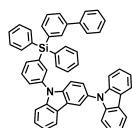
상기 호스트는 하기 화합물군 2 및 화합물군 3의 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 발광 소자:

[화합물군 2]

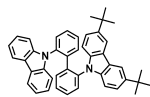




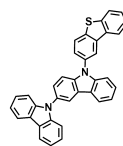
H13



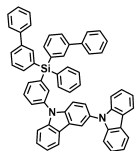
H14



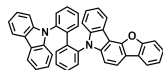
H15



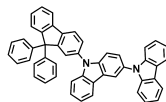
H16



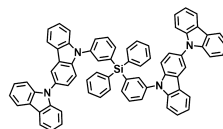
H17



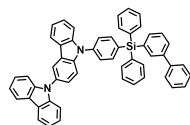
H18



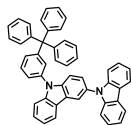
H19



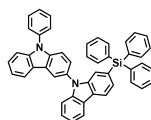
H20



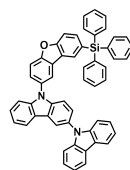
H21



H22

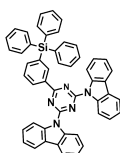


H23

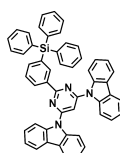


H24

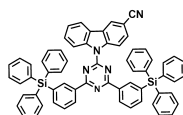
[화합물군 3]



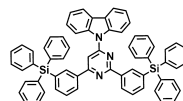
E1



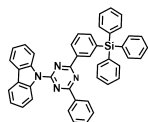
E2



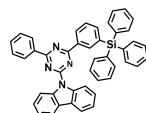
E3



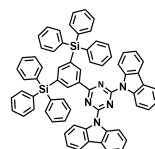
E4



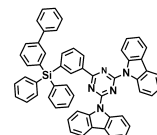
E5



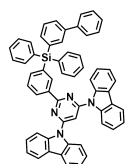
E6



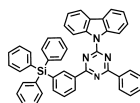
E7



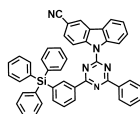
E8



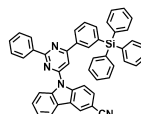
E9



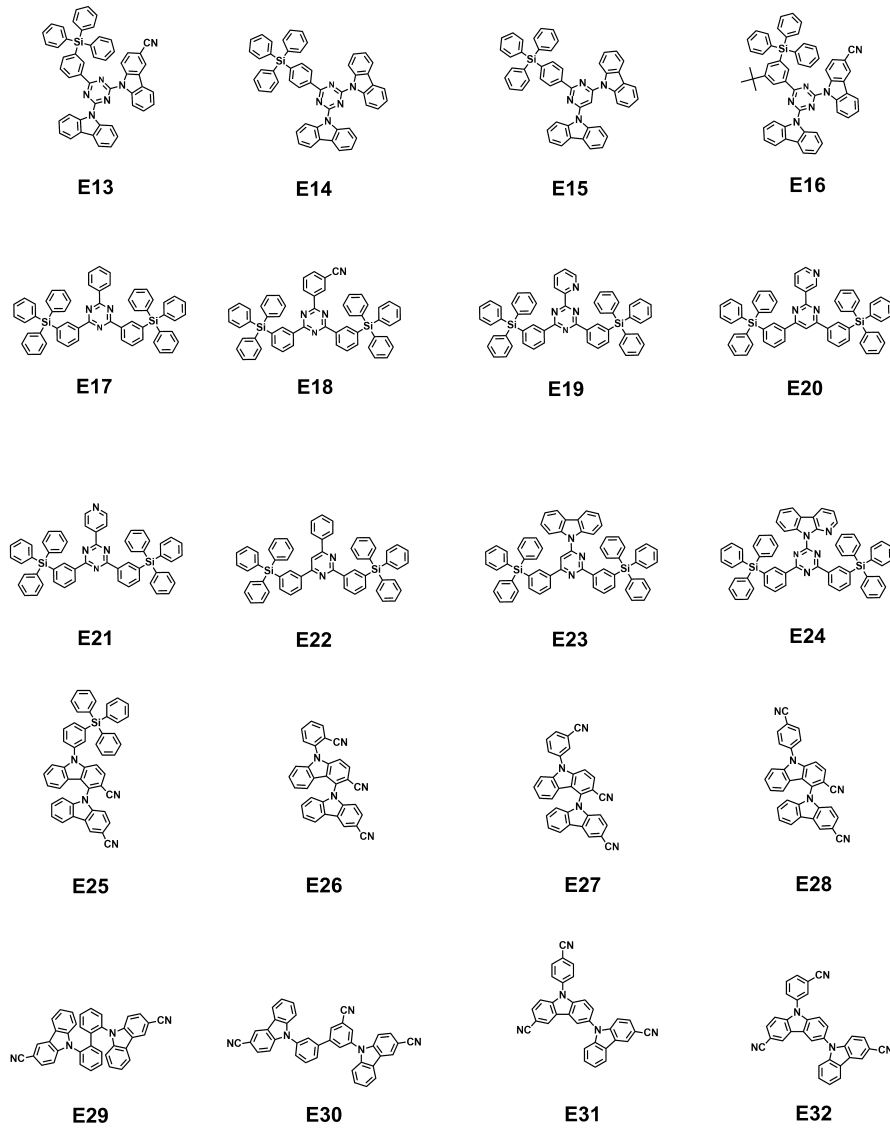
E10



E11



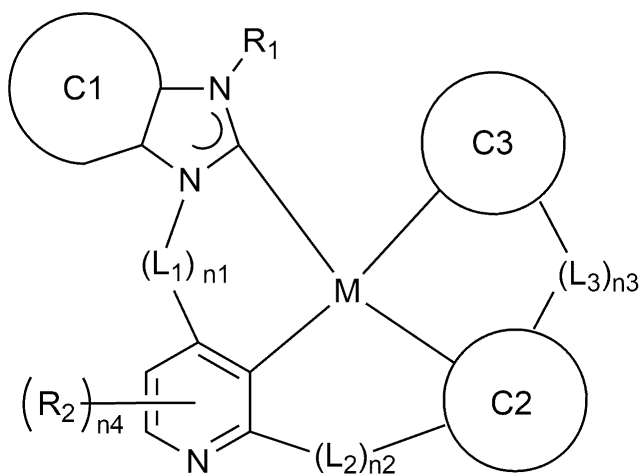
E12



청구항 14

하기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

M은 Pt, Pd, Cu, Ag, Au, Rh, Ir, Ru, 또는 Os이고,

고리 C1 내지 C3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로 고리이고,

L₁ 내지 L₃은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), *-O-*' , *-S-*' , *-C(R₁₁)(R₁₂)-*' , *-C(R₁₃)=*' , *=C(R₁₄)-*' , *-C(R₁₅)=C(R₁₆)-*' , *-C(=O)-*' , *-C(=S)-*' , *-C≡C-*' , *-B(R₁₇)-*' , *-N(R₁₈)-*' , *-P(R₁₉)-*' , *-Si(R₂₀)(R₂₁)-*' , *-P(R₂₂)(R₂₃)-*' 또는 *-Ge(R₂₄)(R₂₅)-*' 이고,

R₁은 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 붕소기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고,

R₂, 및 R₁₁ 내지 R₂₅는 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접한 기와 결합하여 고리를 형성하고,

n1 내지 n3은 각각 독립적으로 1 이상 3 이하의 정수이고,

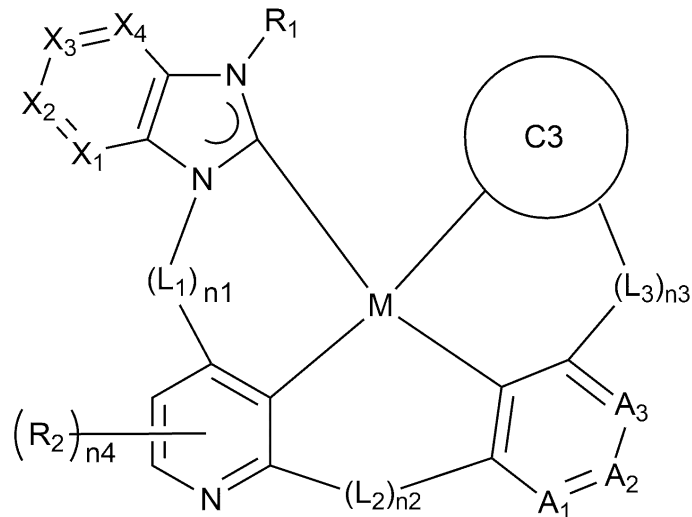
n4는 0 이상 2 이하의 정수이다.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

X₁ 내지 X₄, 및 A₁ 내지 A₃은 각각 독립적으로 N, 또는 CR₃이고,

R₃은 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성하고,

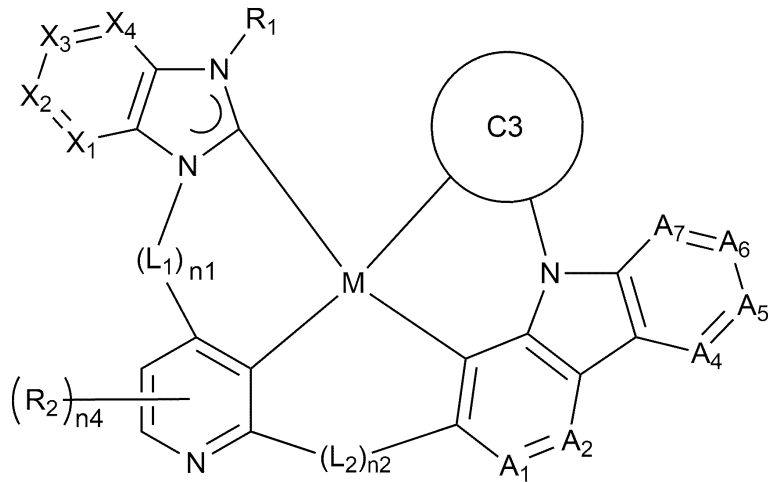
M, C3, L₁ 내지 L₃, R₁, R₂, 및 n1 내지 n4는 상기 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 3으로 표시되는 유기 금속 화합물:

[화학식 3]



상기 화학식 3에서,

A₄ 내지 A₇은 각각 독립적으로 N, 또는 CR₄이고,

R₄는 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

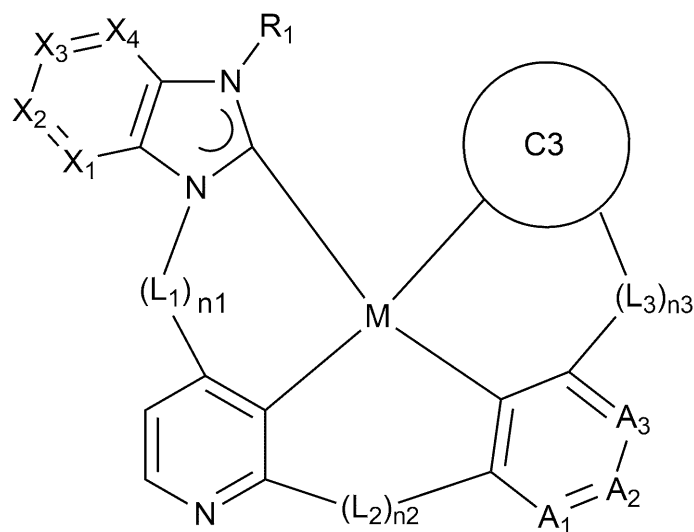
M, C₃, L₁, L₂, X₁ 내지 X₄, R₁, R₂, n₁, n₂, n₄, A₁, 및 A₂는 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 4로 표시되는 유기 금속 화합물:

[화학식 4]



상기 화학식 4에서,

M, C₃, L₁ 내지 L₃, R₁, X₁ 내지 X₄, n₁ 내지 n₃, 및 A₁ 내지 A₃는 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와

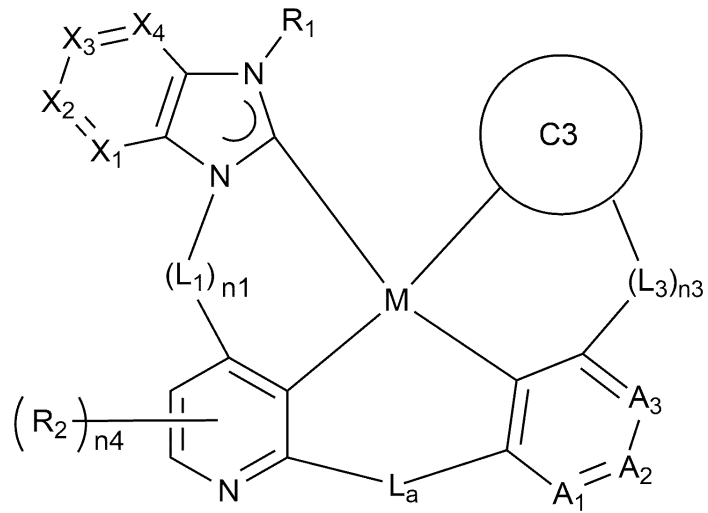
동일하다.

청구항 18

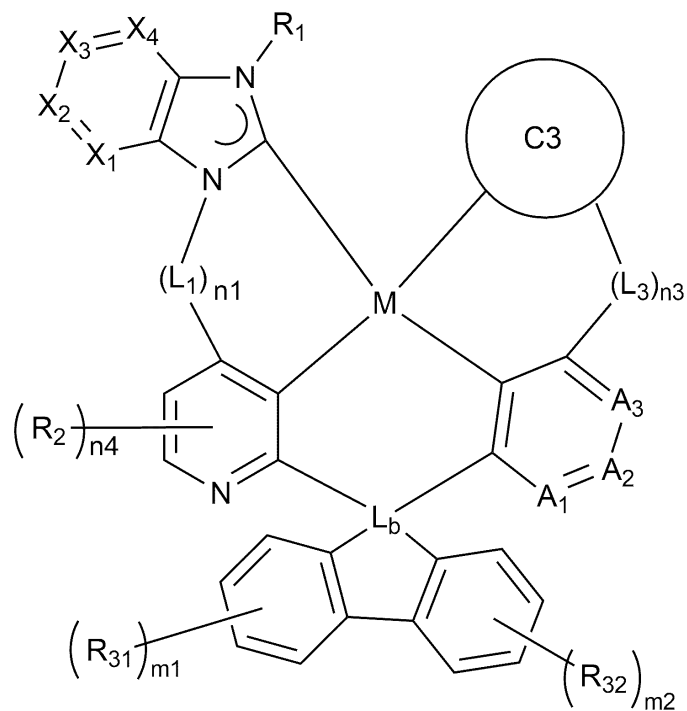
제15항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 5-1 내지 화학식 5-3 중 어느 하나로 표시되는 유기 금속 화합물:

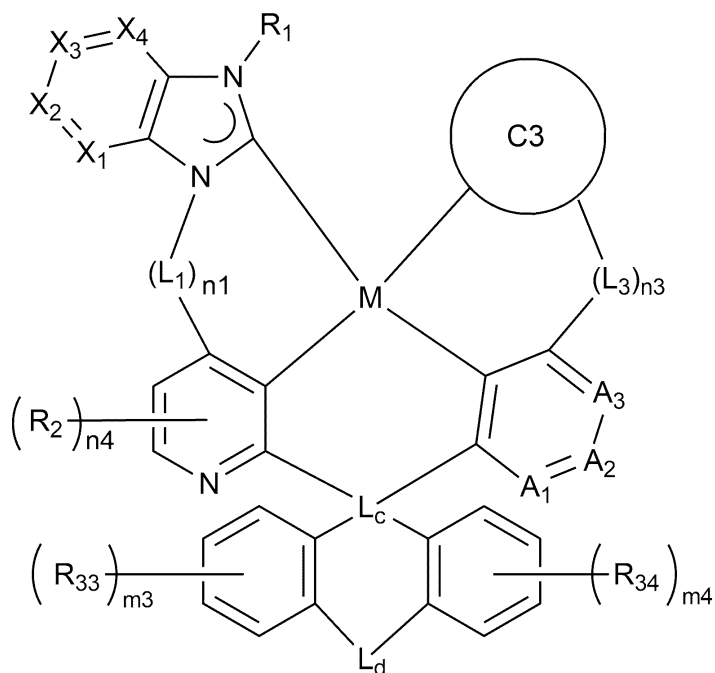
[화학식 5-1]



[화학식 5-2]



[화학식 5-3]



상기 화학식 5-1 내지 화학식 5-3에서,

L_a 는 $-O-$, $-S-$, $-C(R_{35})(R_{36})-$, $-N(R_{37})-$, 또는 $-Si(R_{38})(R_{39})-$ 이고,

L_b , 및 L_c 는 각각 독립적으로 C 또는 Si이고,

L_d 는 $-O-$, 또는 $-S-$ 이고,

R_{31} 내지 R_{39} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

m_1 내지 m_4 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고,

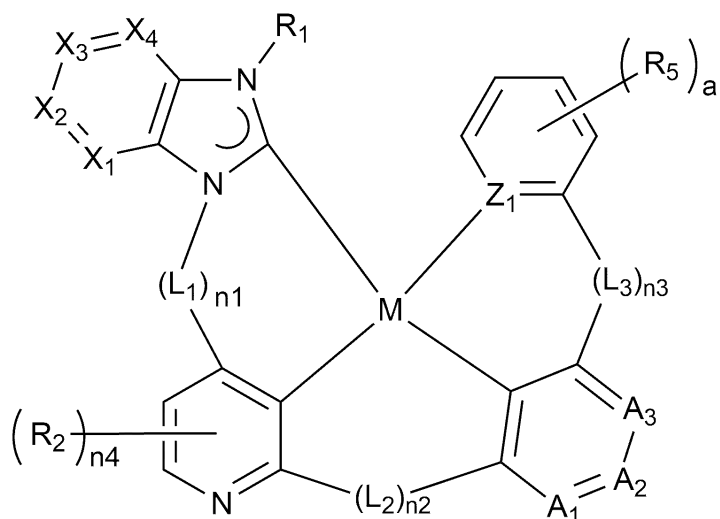
M, C3, L_1 , L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 , n_3 , n_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 19

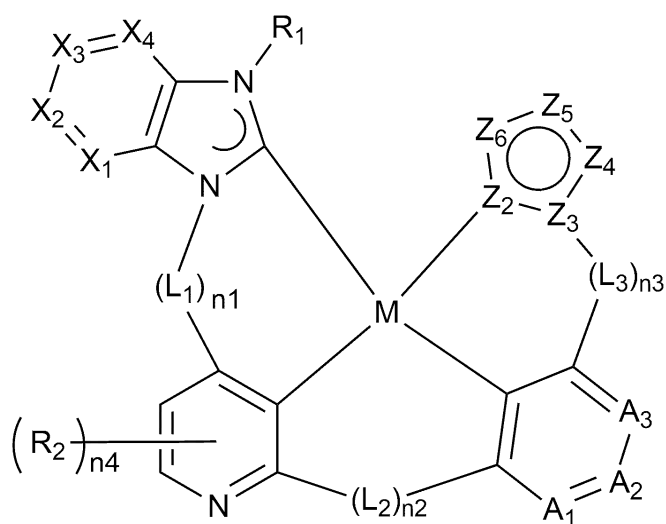
제15항에 있어서,

상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 6-1 또는 화학식 6-2로 표시되는 유기 금속 화합물:

[화학식 6-1]



[화학식 6-2]



상기 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서,

Z_1 내지 Z_3 은 각각 독립적으로 N 또는 C이고,

Z_4 내지 Z_6 은 각각 독립적으로 N, NR_6 , CR_7 , O, 또는 S이고,

R_5 는 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고,

R_6 및 R_7 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성하고,

a 는 0 이상 4 이하의 정수이고,

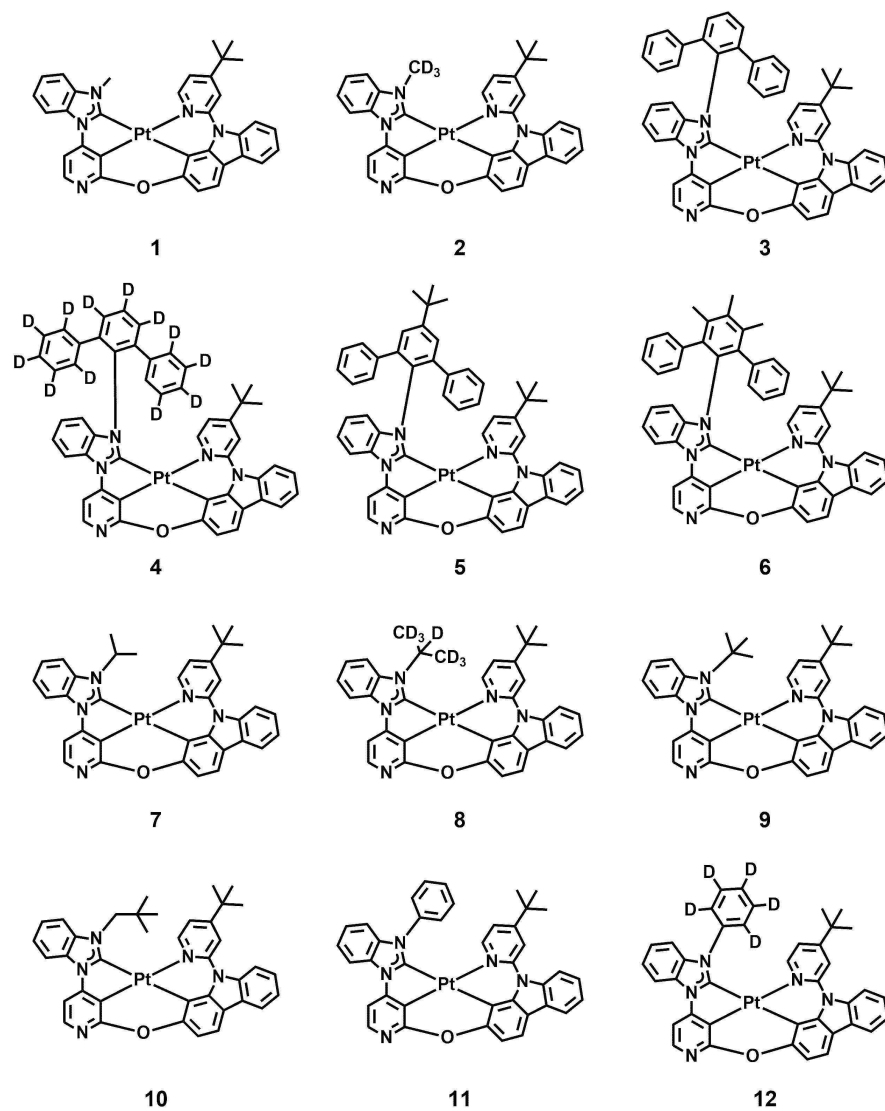
M , L_1 내지 L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 내지 n_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일하다.

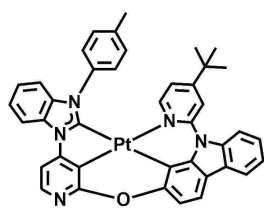
청구항 20

제14항에 있어서,

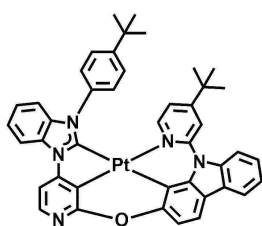
상기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화합물군 1의 화합물들 중 적어도 하나를 포함하는 유기 금속 화합물:

[화합물군 1]

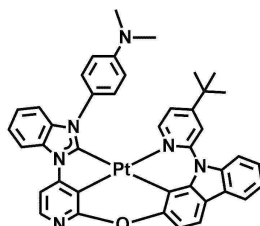




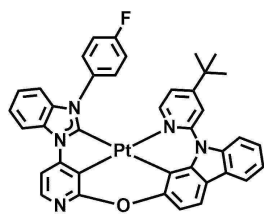
13



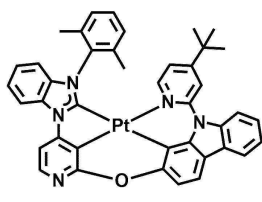
14



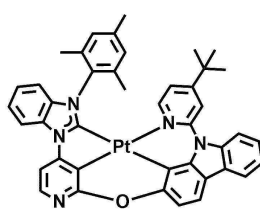
15



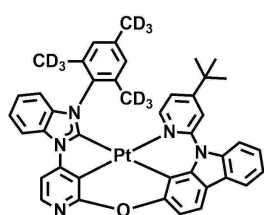
16



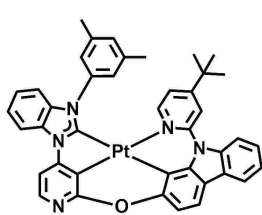
17



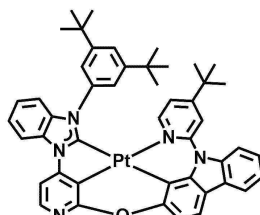
18



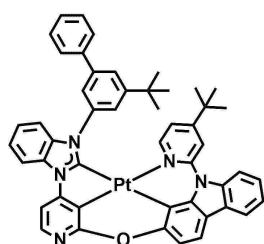
19



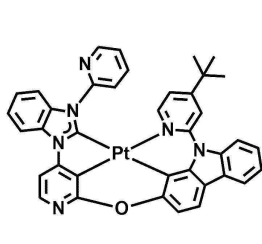
20



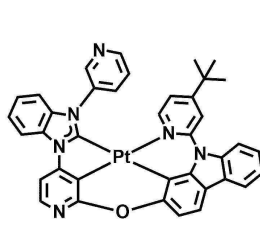
21



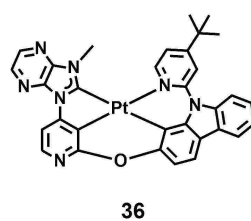
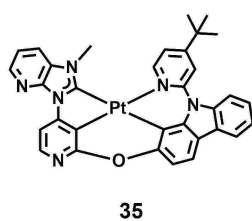
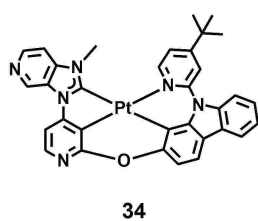
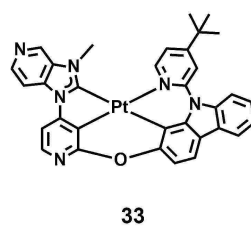
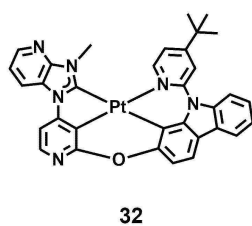
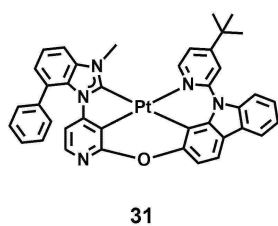
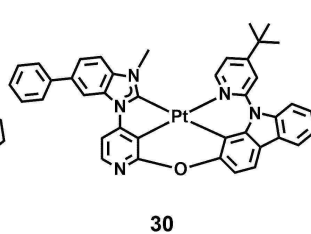
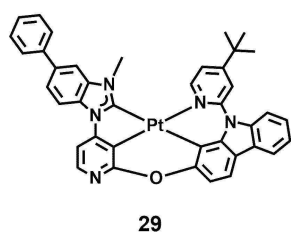
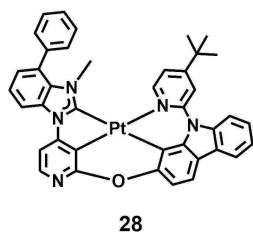
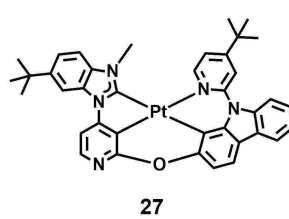
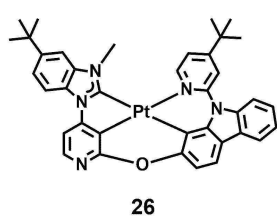
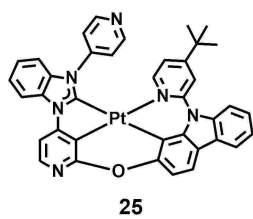
22

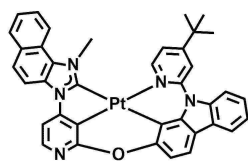


23

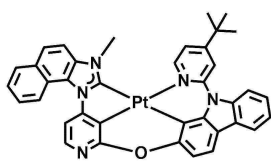


24

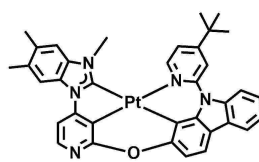




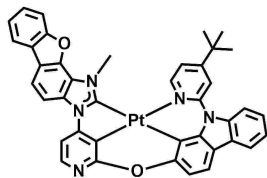
37



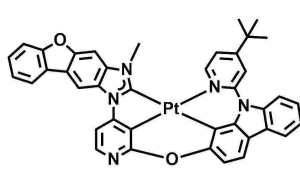
38



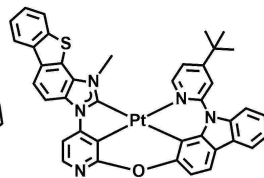
39



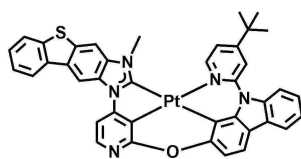
40



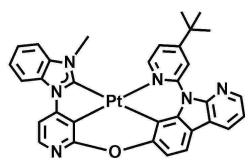
41



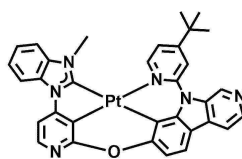
42



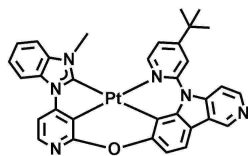
43



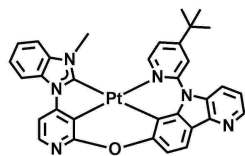
44



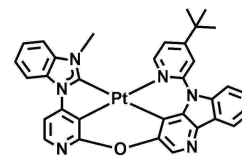
45



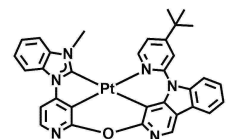
46



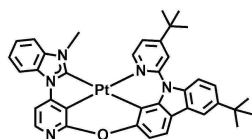
47



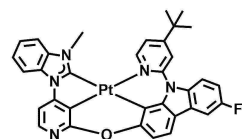
48



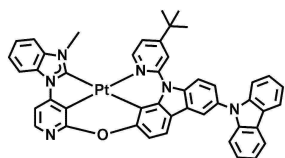
49



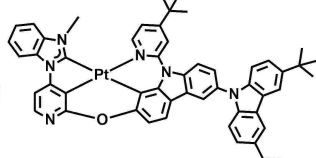
50



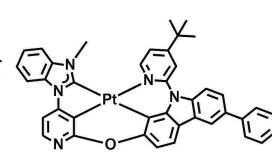
51



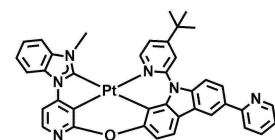
52



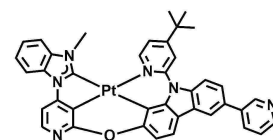
53



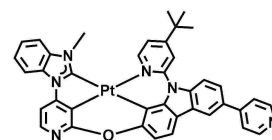
54



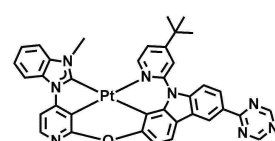
55



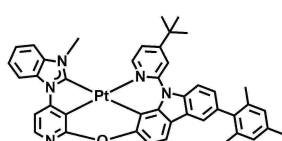
56



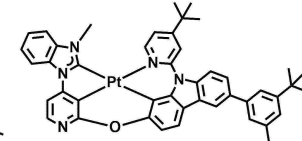
57



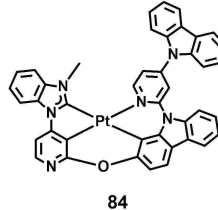
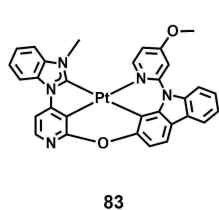
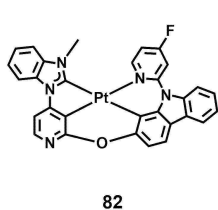
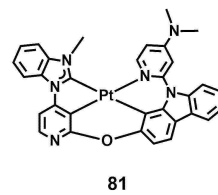
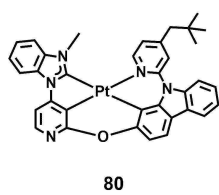
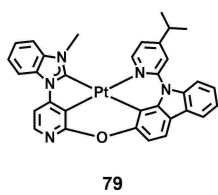
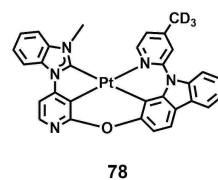
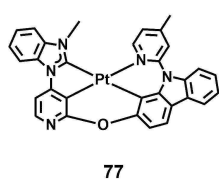
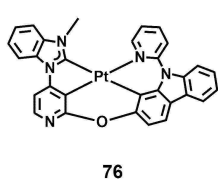
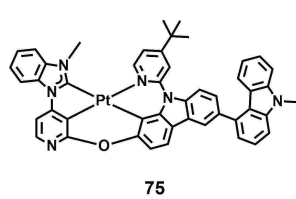
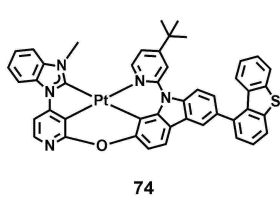
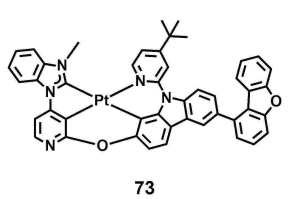
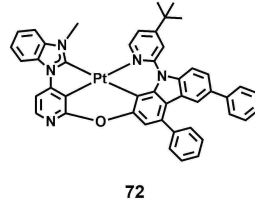
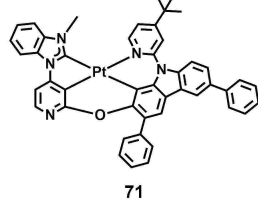
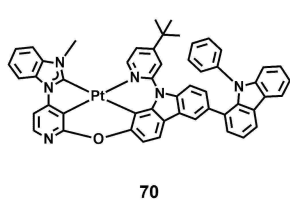
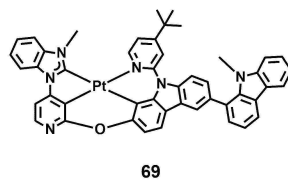
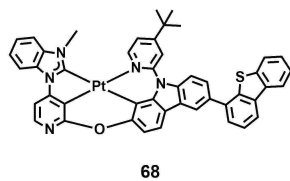
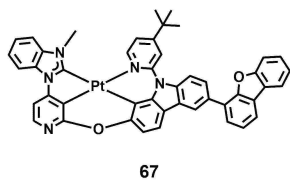
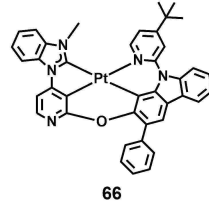
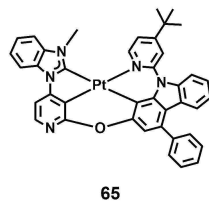
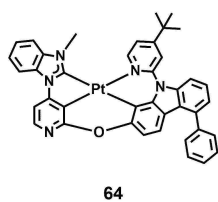
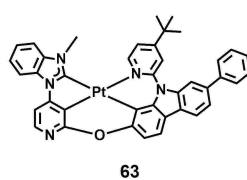
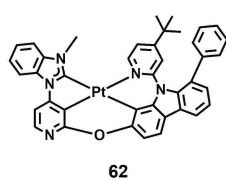
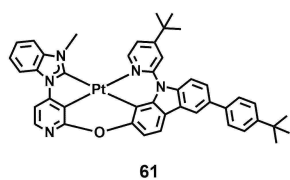
58

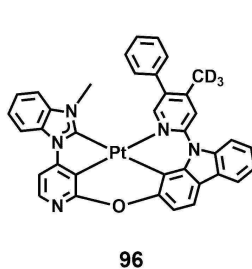
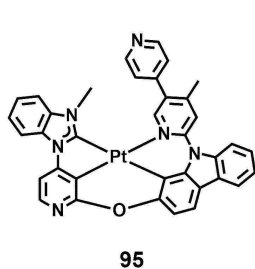
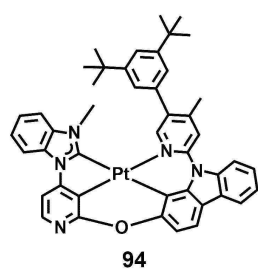
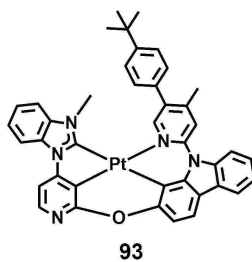
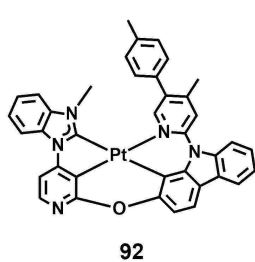
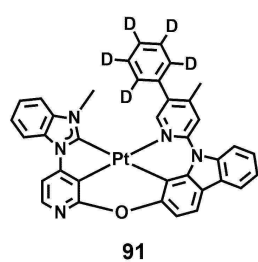
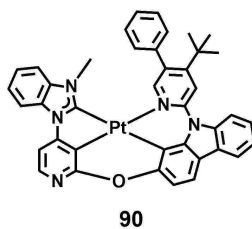
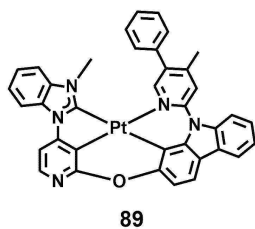
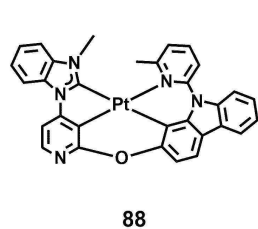
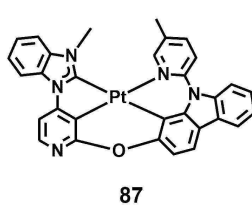
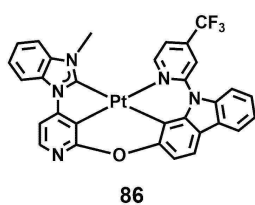
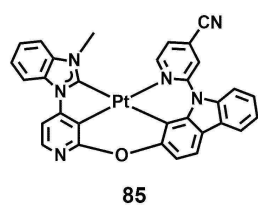


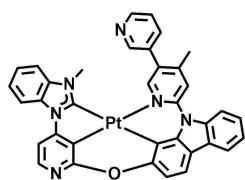
59



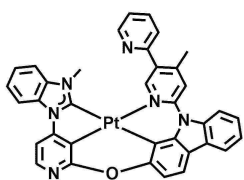
60



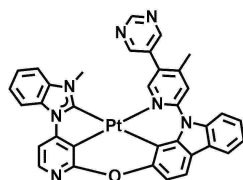




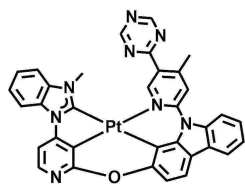
97



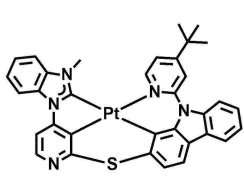
98



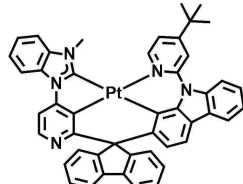
99



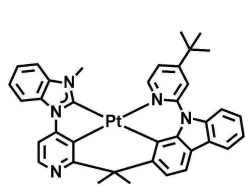
100



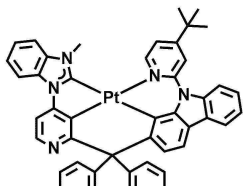
101



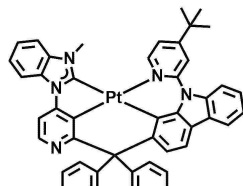
102



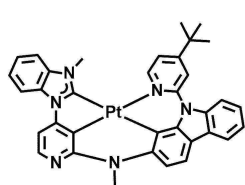
103



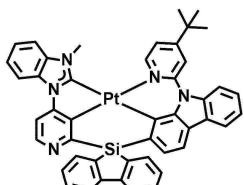
104



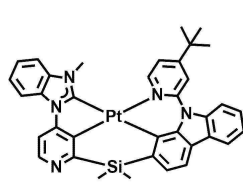
105



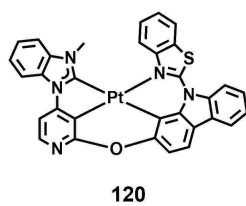
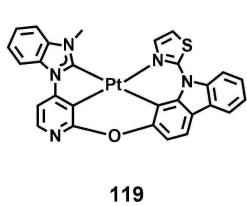
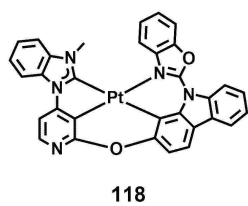
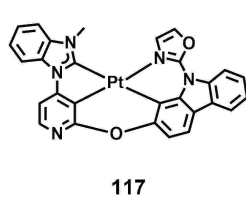
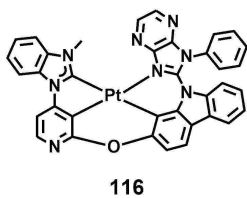
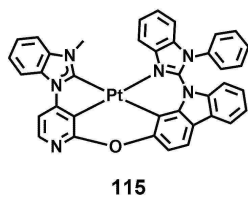
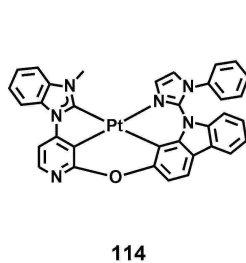
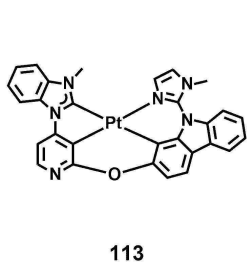
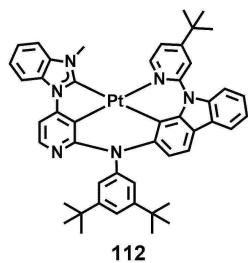
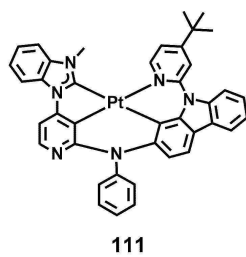
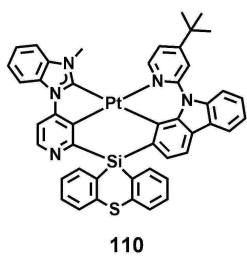
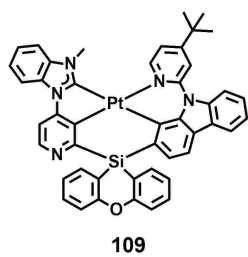
106

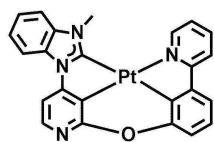


107

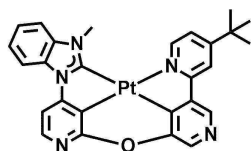


108

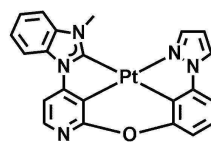




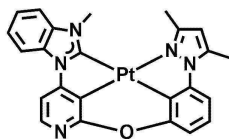
121



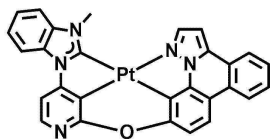
122



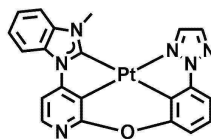
123



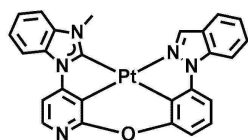
124



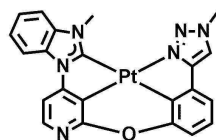
125



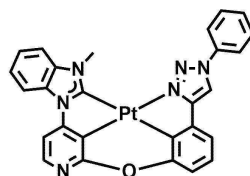
126



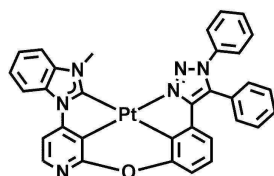
127



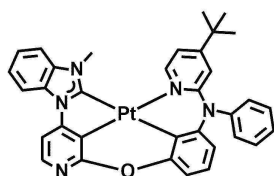
128



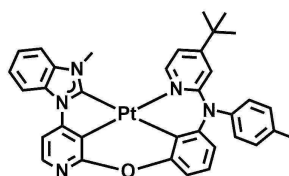
129



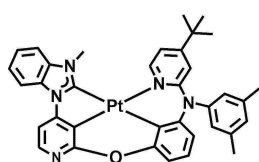
130



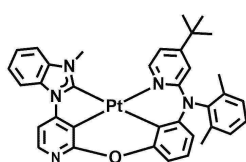
131



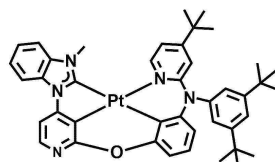
132



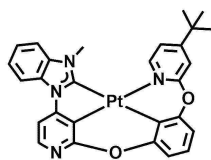
133



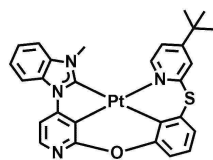
134



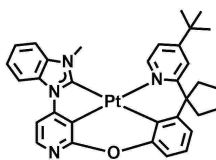
135



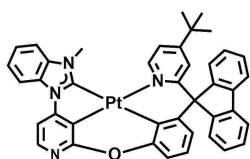
136



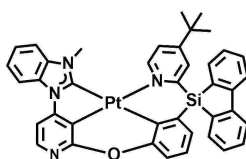
137



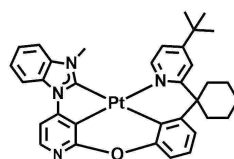
138



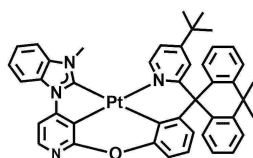
139



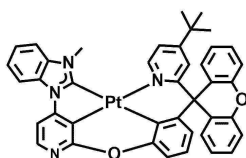
140



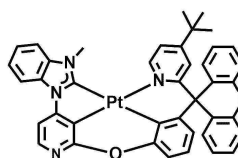
141



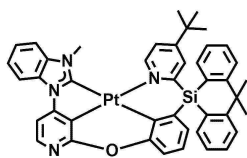
142



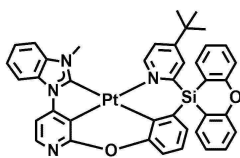
143



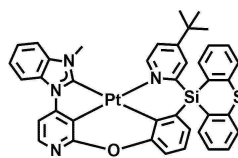
144



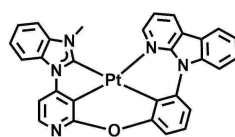
145



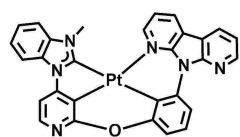
146



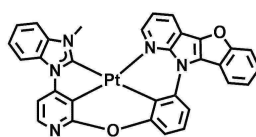
147



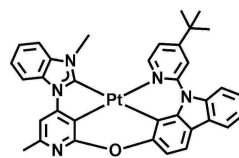
148



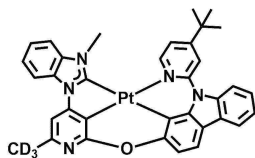
149



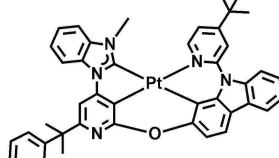
150



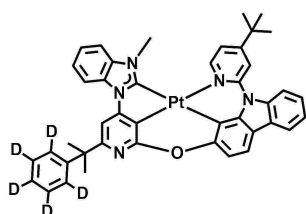
151



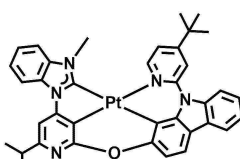
152



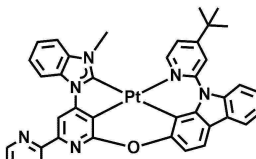
153



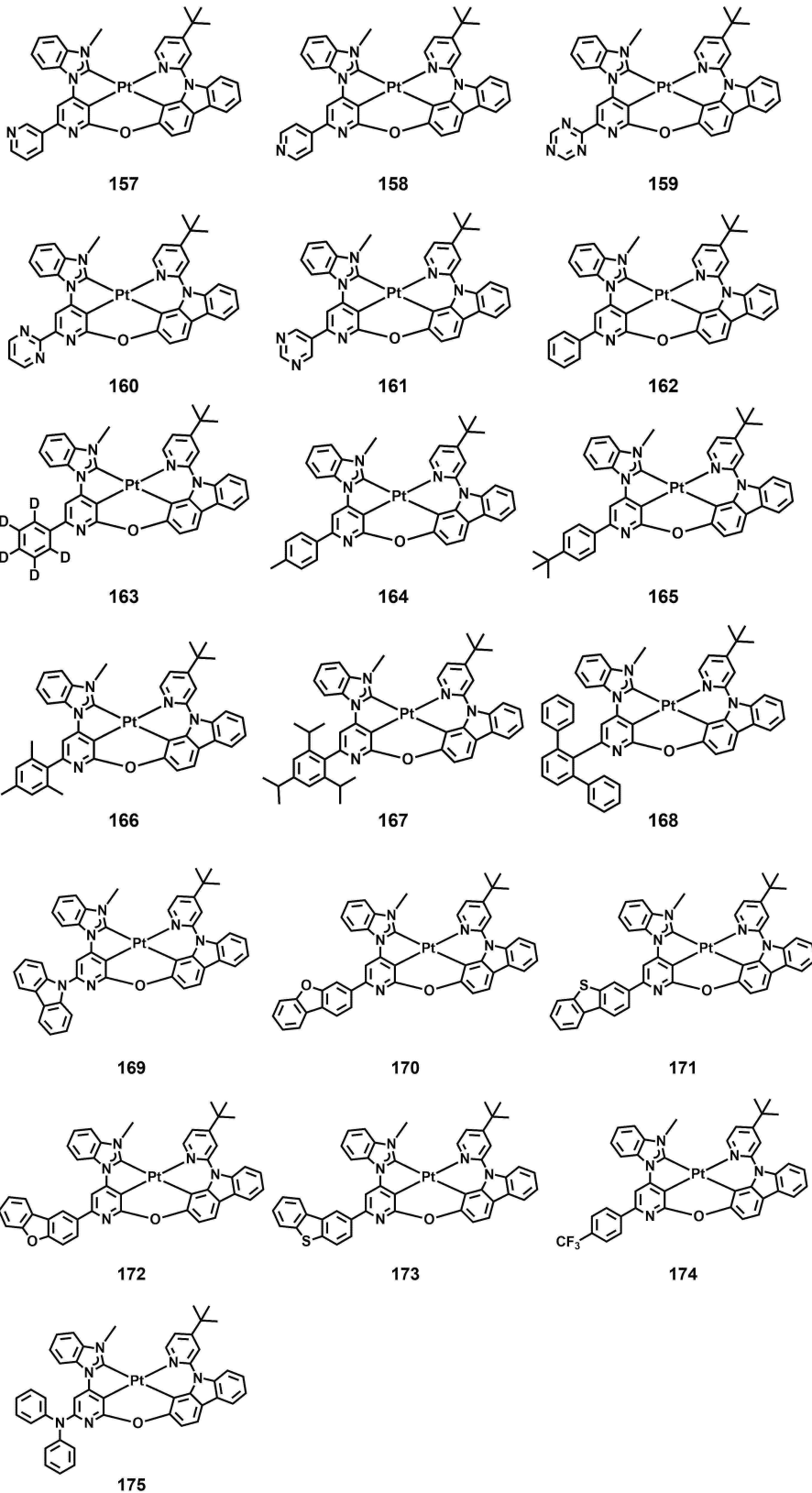
154



155



156



발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 발광 소자 및 발광 소자에 사용되는 유기 금속 화합물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 영상 표시 장치로서, 발광 표시 장치(Luminescence Display)의 개발이 왕성하게 이루어져 왔다. 발광 표시 장치는 액정 표시 장치 등과는 다르고, 제1 전극 및 제2 전극으로부터 주입된 정공 및 전자를 발광층에 있어서 재결합시킴으로써, 발광층에 있어서 발광 재료를 발광시켜서 표시를 실현하는 소위 자발광형의 표시 장치이다.

[0003] 발광 소자를 표시 장치에 응용함에 있어서는, 발광 소자의 저 구동 전압화, 고 발광 효율화 및 장수명화가 요구되고 있으며, 이를 안정적으로 구현할 수 있는 발광 소자용 재료 개발이 지속적으로 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

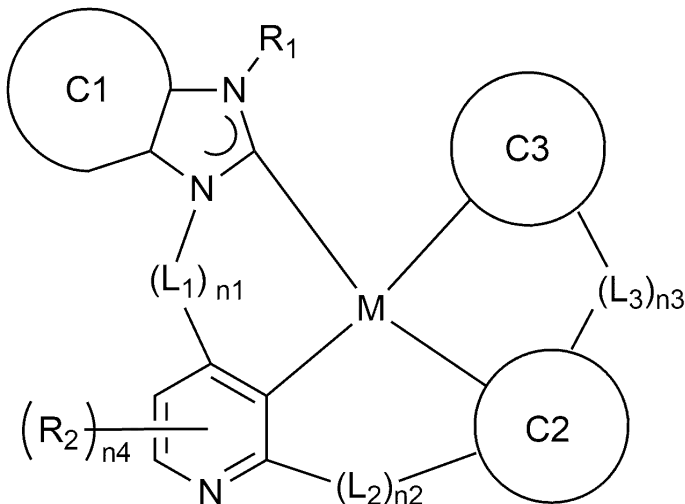
[0004] 본 발명의 목적은 발광 효율 및 소자 수명이 개선된 발광 소자를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 발광 소자의 발광 효율 및 소자 수명을 개선할 수 있는 유기 금속 화합물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자는 제1 전극, 상기 제1 전극과 마주하는 제2 전극, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 발광층을 포함하고, 상기 발광층은 하기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물을 포함한다.

[0007] [화학식 1]



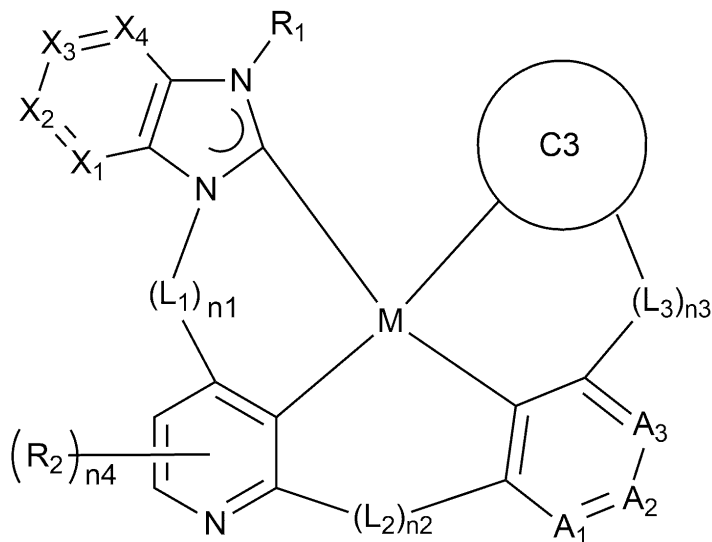
[0008] 상기 화학식 1에서, M은 Pt, Pd, Cu, Ag, Au, Rh, Ir, Ru, 또는 Os이고, 고리 C1 내지 C3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 1 이상 60 이하의 헤테로 고리이고, L1 내지 L3은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), *-O-* , *-S-* , *-C(R11)(R12)-* , *-C(R13)=* , *=C(R14)-* , *-C(R15)=C(R16)-* , *-C(=O)-* , *-C(=S)-* , *-C≡C-* , *-B(R17)-* , *-N(R18)-* , *-P(R19)-* , *-Si(R20)(R21)-* , *-P(R22)(R23)-* 또는 *-Ge(R24)(R25)-* 이고, R1은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 붕소기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고, R2, 및 R11 내지 R25는 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접한 기와 결합하여 고리를 형성하고, n1 내지 n3은 각각 독립적으로 1 이상 3 이하의 정수이고, n4는 0 이상 2 이하의 정수이다.

[0010] 상기 발광층은 인광을 발광하는 것일 수 있다.

[0011] 상기 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함하고, 상기 도펀트는 상기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.

[0013] [화학식 2]



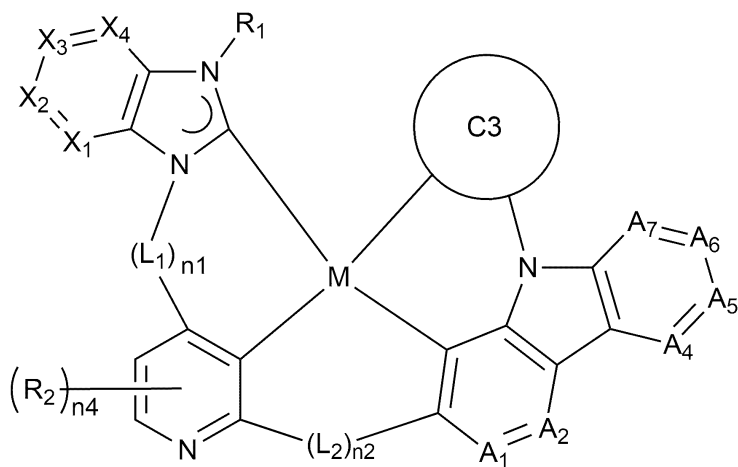
[0014]

[0015] 상기 화학식 2에서, X_1 내지 X_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 각각 독립적으로 N, 또는 CR_3 이고, R_3 은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

[0016] 상기 화학식 2에서, M, C3, L_1 내지 L_3 , R_1 , R_2 , 및 n_1 내지 n_4 는 상기 화학식 1에서 정의한 바와 동일한 설명이 적용될 수 있다.

[0017] 상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다.

[0018] [화학식 3]



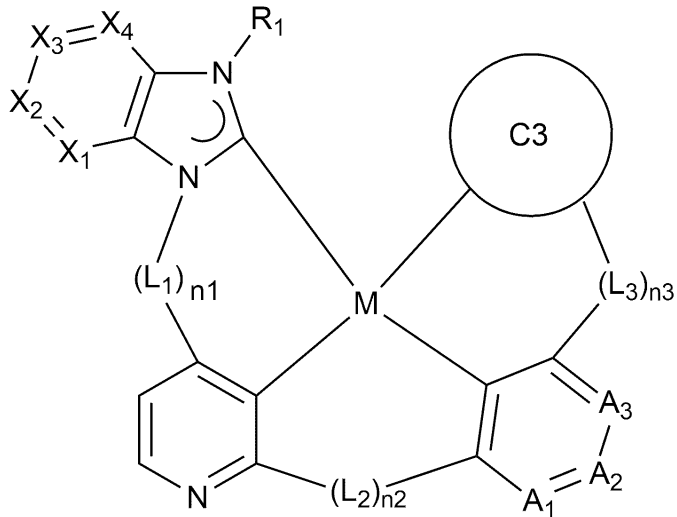
[0019]

[0020] 상기 화학식 3에서, A_4 내지 A_7 은 각각 독립적으로 N, 또는 CR_4 이고, R_4 는 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0021] 상기 화학식 3에서, M, C3, L₁, L₂, X₁ 내지 X₄, R₁, R₂, n1, n2, n4, A₁, 및 A₂는 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일한 설명이 적용될 수 있다.

[0022] 상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 4로 표시될 수 있다.

[0023] [화학식 4]

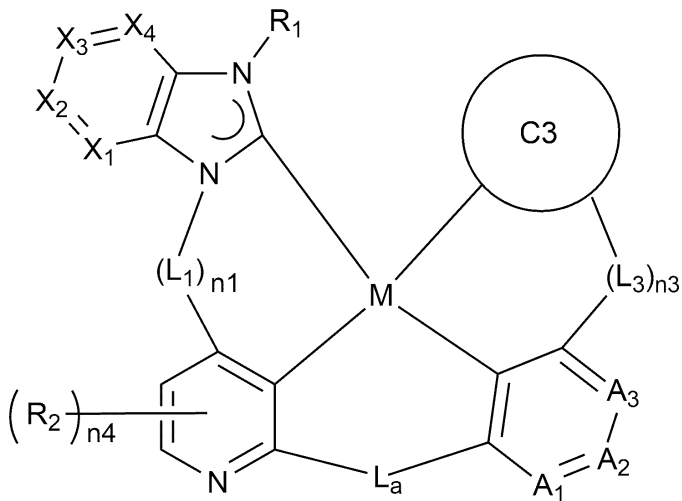


[0024]

[0025] 상기 화학식 4에서, M, C3, L₁ 내지 L₃, R₁, X₁ 내지 X₄, n1 내지 n3, 및 A₁ 내지 A₃는 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일한 설명이 적용될 수 있다.

[0026] 상기 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 5-1 내지 화학식 5-3 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

[0027] [화학식 5-1]



[0028]

The diagram illustrates a macrocyclic complex with a central metal atom M . The metal M is coordinated by four ligands: a porphyrin-like ligand L_b , a phthalocyanine-like ligand $(R_2)_{n4}$, a cyclopropane ring $C3$, and a pyrrole-like ligand $(L_1)_{n1}$. The pyrrole ring is substituted with X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , and R_1 . The phthalocyanine ligand has substituents R_{31} and R_{32} . The cyclopropane ring has substituents A_1 , A_2 , and A_3 .

[0031]

[0032]

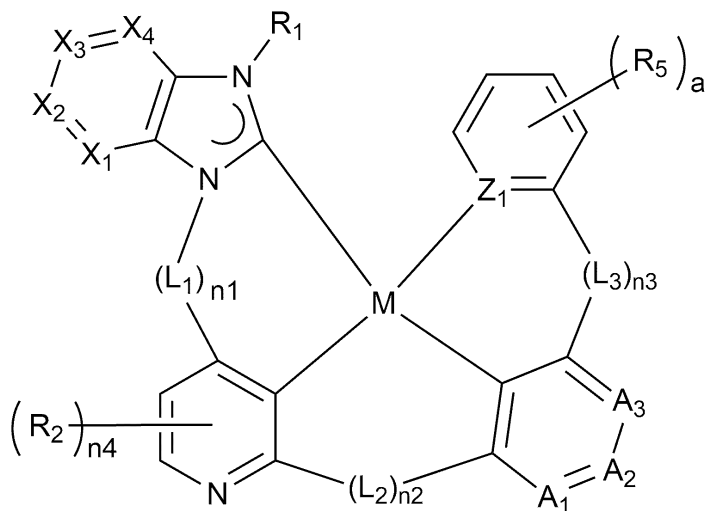
[0033]

[0034]

[0035]

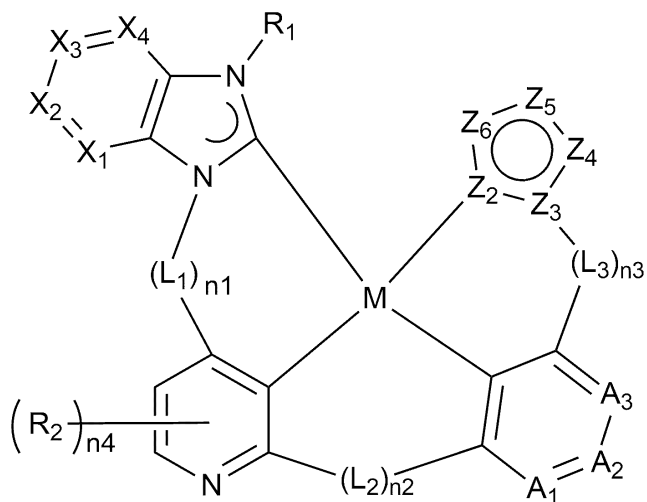
- 48 -

[0036] [화학식 6-1]



[0037]

[0038] [화학식 6-2]



[0039]

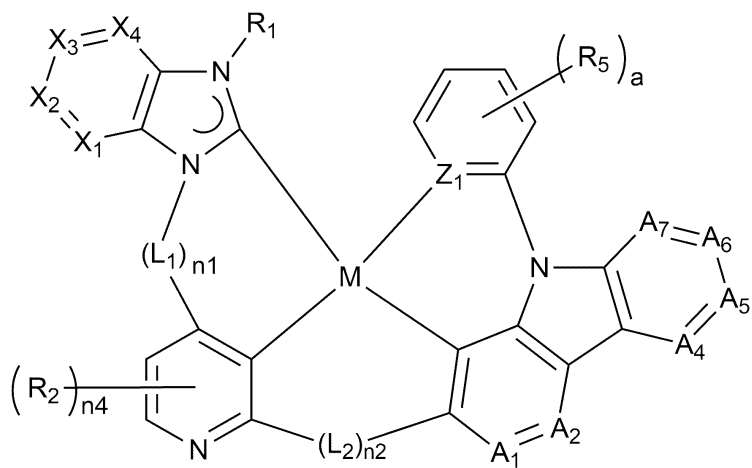
[0040] 상기 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서, Z₁ 내지 Z₃은 각각 독립적으로 N 또는 C이고, Z₄ 내지 Z₆은 각각 독립적으로 N, NR₆, CR₇, O, 또는 S이고, R₅는 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고, R₆ 및 R₇은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성하고, a는 0 이상 4 이하의 정수이다.

[0041] 상기 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서, M, L₁ 내지 L₃, X₁ 내지 X₄, R₁, R₂, n₁ 내지 n₄, 및 A₁ 내지 A₃은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 정의한 바와 동일한 설명이 적용될 수 있다.

[0042] 상기 화학식 6-1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 7-1 내지 화학식 7-6 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

[0043]

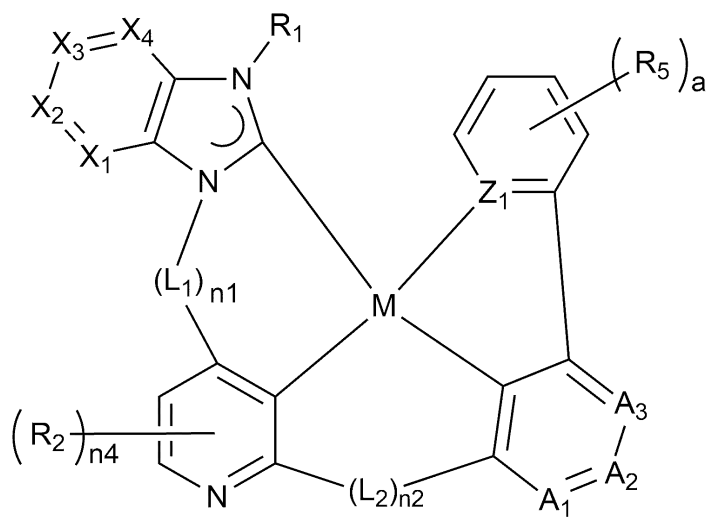
[화학식 7-1]



[0044]

[0045]

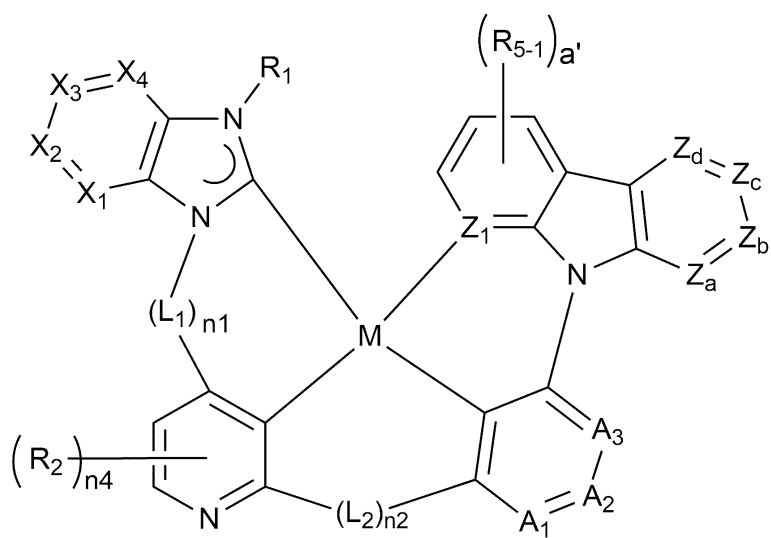
[화학식 7-2]



[0046]

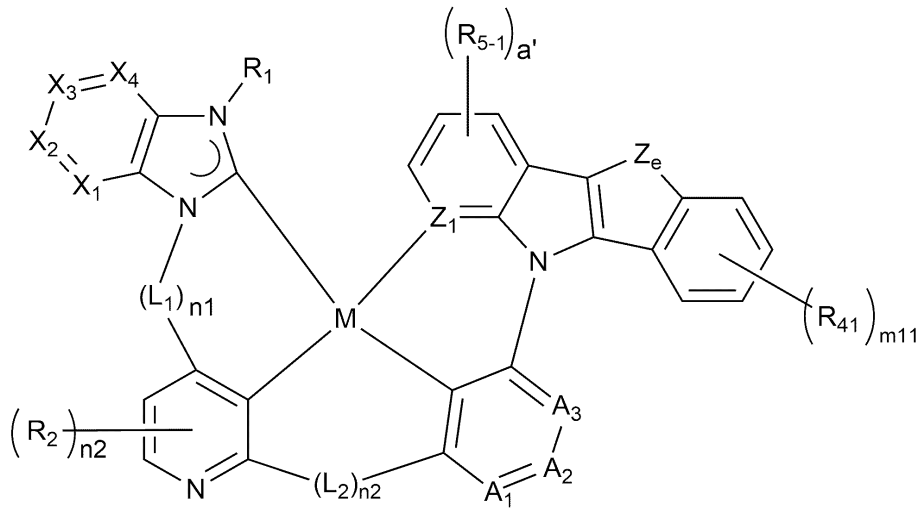
[0047]

[화학식 7-3]



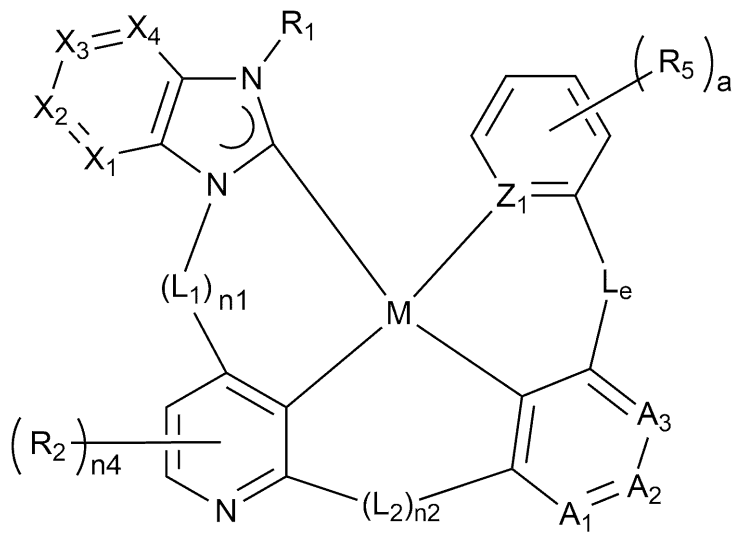
[0048]

[0049] [화학식 7-4]



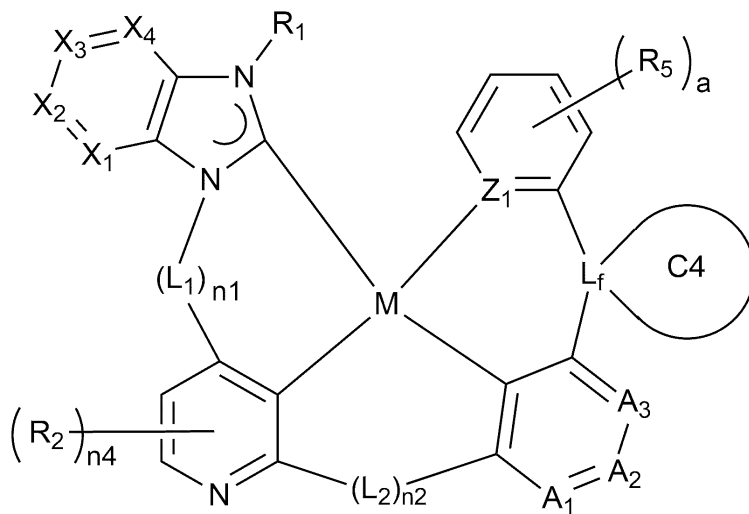
[0050]

[0051] [화학식 7-5]



[0052]

[0053] [화학식 7-6]



[0054]

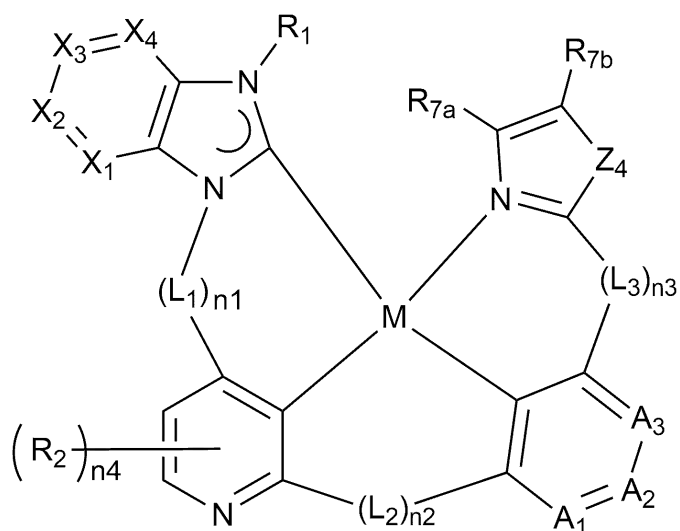
[0055] 상기 화학식 7-1 내지 화학식 7-6에서, A₄ 내지 A₇, 및 Z_a 내지 Z_d는 각각 독립적으로 N, 또는 CR₄₂이고, Z_e는 NR₄₃, 또는 O이고, L_e는 *-O-*, *-S-*, 또는 *-N(R₄₄)-* 이고, L_f는 C 또는 Si이고, R₅₋₁, R₄₁ 내지 R₄₄는 각

각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고, 고리 C4는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로 고리이고, a'는 0 이상 3 이하의 정수이고, m11은 0 이상 4 이하의 정수이다.

[0056] 상기 화학식 7-1 내지 화학식 7-6에서, M, L₁, L₂, X₁ 내지 X₄, Z₁, R₁, R₂, n1, n2, n4, a, R₅, 및 A₁ 내지 A₃는 상기 화학식 1, 화학식 2, 및 화학식 6-1에서 정의한 바와 동일한 설명이 적용될 수 있다.

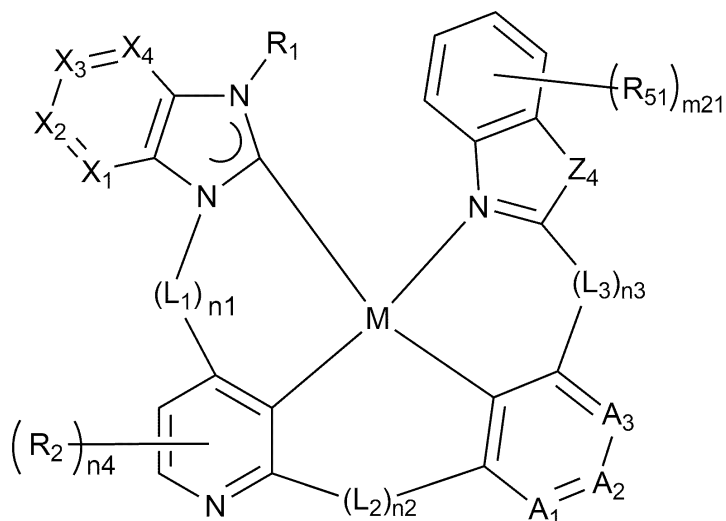
[0057] 상기 화학식 6-2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 8-1 내지 화학식 8-6 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

[0058] [화학식 8-1]



[0059]

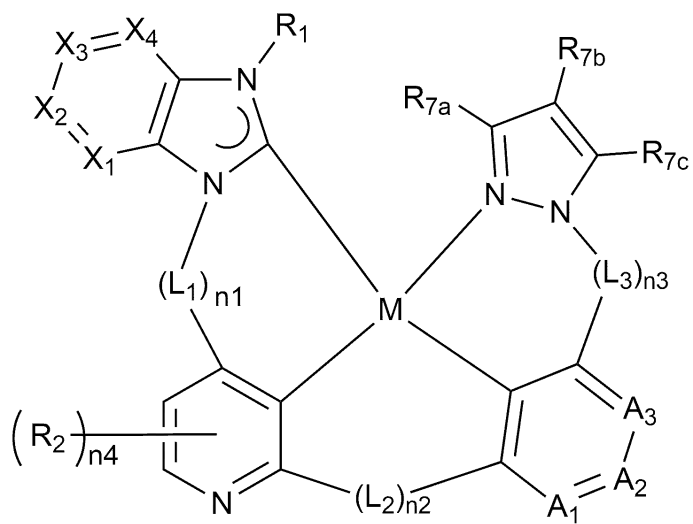
[0060] [화학식 8-2]



[0061]

[0062]

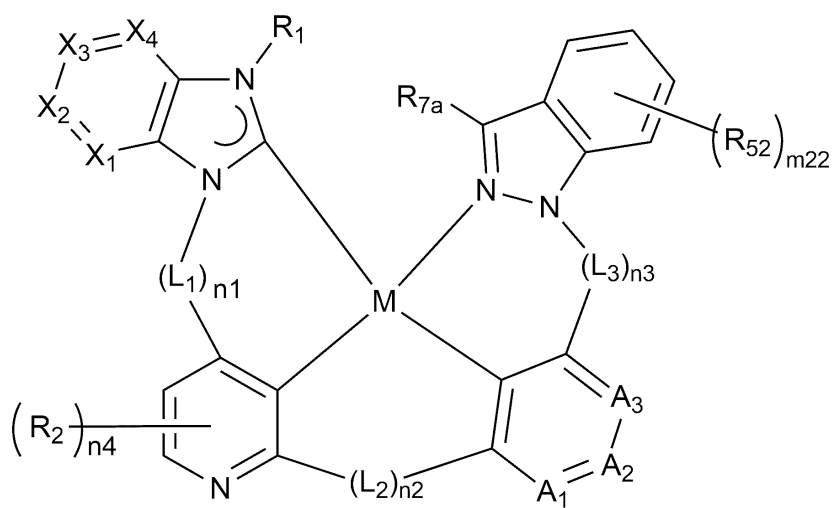
[화학식 8-3]



[0063]

[0064]

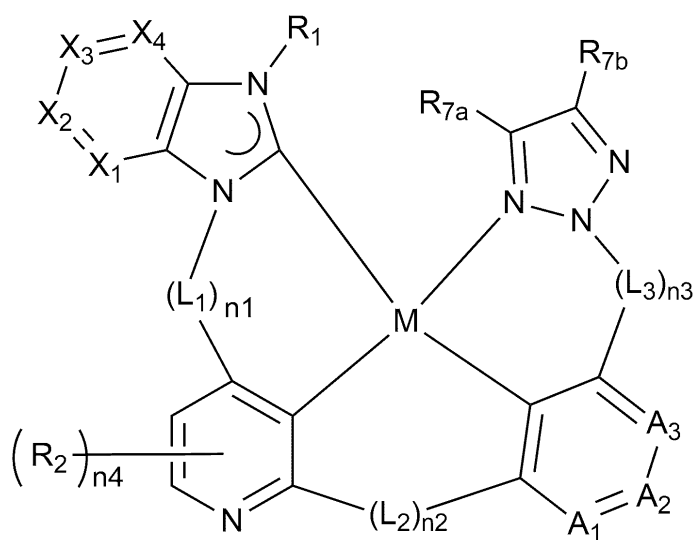
[화학식 8-4]



[0065]

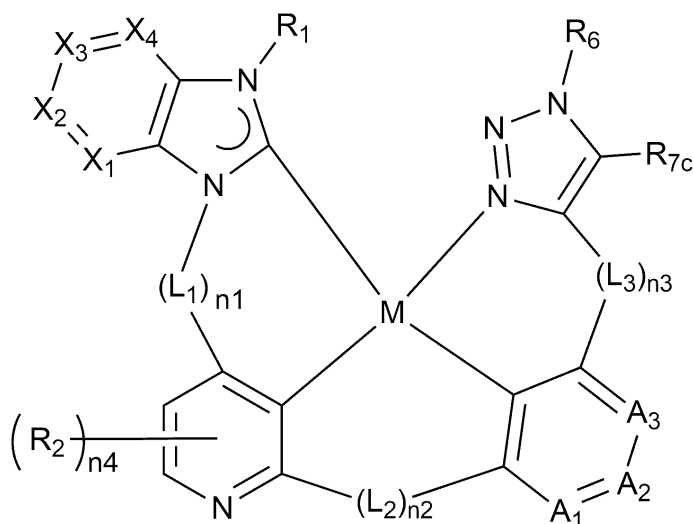
[0066]

[화학식 8-5]



[0067]

[0068] [화학식 8-6]



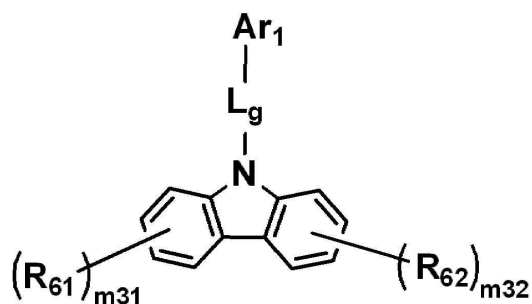
[0069]

[0070] 상기 화학식 8-1 내지 화학식 8-6에서, R_{7a} 내지 R_{7c} , R_{51} , 및 R_{52} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고, m_{21} 및 m_{22} 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다.

[0071] 상기 화학식 8-1 내지 화학식 8-6에서, M, L_1 내지 L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 내지 n_4 , Z_4 , A_1 내지 A_3 , 및 R_6 은 상기 화학식 1, 화학식 2, 및 화학식 6-2에서 정의한 바와 동일한 설명이 적용될 수 있다.

[0072] 상기 호스트는 제1 호스트 및 제2 호스트를 포함하고, 상기 제1 호스트는 하기 화학식 HT-1로 표시되고, 상기 제2 호스트는 하기 화학식 ET-1 또는 화학식 ET-2로 표시될 수 있다.

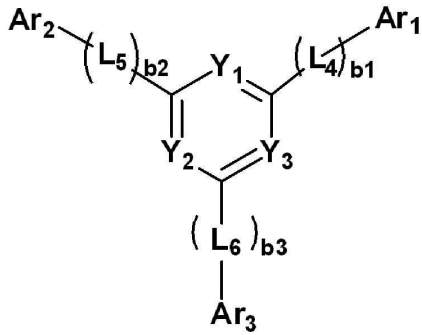
[0073] [화학식 HT-1]



[0074]

[0075] 상기 화학식 HT-1에서, L_g 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴렌기이고, Ar_1 은 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기이고, R_{61} 및 R_{62} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고, m_{31} 및 m_{32} 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다.

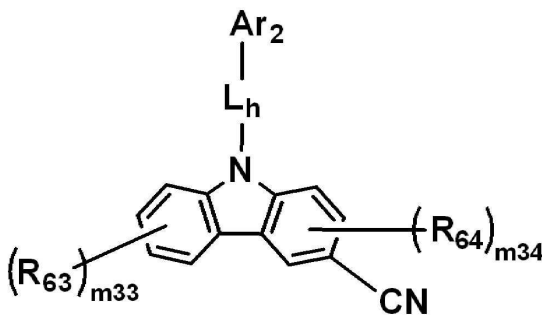
[0076] [화학식 ET-1]



[0077]

[0078] 상기 화학식 ET-1에서, Y₁ 내지 Y₃는 각각 독립적으로 N, 또는 CR_a이고, R_a는 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로아릴기이고, b₁ 내지 b₃은 각각 독립적으로 0 이상 10 이하의 정수이며, L₄ 내지 L₆은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기이고, Ar₁ 내지 Ar₃는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이다.

[0079] [화학식 ET-2]



[0080]

[0081] 상기 화학식 ET-2에서, L_h는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기이고, Ar₂는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고, R₆₃ 및 R₆₄는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이고, m₃₃는 0 이상 4 이하의 정수이고, m₃₄는 0 이상 3 이하의 정수이다.

[0082] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물은 하기 화학식 1로 표시된다.

발명의 효과

[0083] 일 실시예의 발광 소자는 고효율 및 장수명의 개선된 소자 특성을 나타낼 수 있다.

[0084] 일 실시예의 유기 금속 화합물은 발광 소자의 정공 수송 영역에 포함되어 발광 소자의 고효율화 및 장수명화에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0085] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 평면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
 도 5은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
 도 7 및 도 8은 각각 일 실시예에 따른 표시 장치에 대한 단면도들이다.
 도 9는 일 실시예에 따른 표시 장치를 나타낸 단면도이다.
 도 10은 일 실시예에 따른 표시 장치를 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

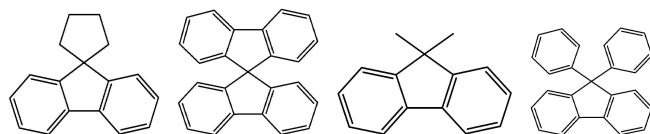
- [0086] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0087] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0088] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0089] 본 출원에서, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 또는 "상부에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "하에" 또는 "하부에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 또한, 본 출원에서 "상에" 배치된다고 하는 것은 상부뿐 아니라 하부에 배치되는 경우도 포함하는 것일 수 있다.
- [0090] 본 명세서에서, "치환 또는 비치환된"은 중수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 실릴기, 옥시기, 티오기, 설퍼닐기, 설폰닐기, 카보닐기, 붕소기, 포스핀 옥사이드기, 포스핀 설퍼아이드기, 알킬기, 알케닐기, 알킬닐기, 알콕시기, 탄화수소 고리기, 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 것을 의미할 수 있다. 또한, 상기 예시된 치환기 각각은 치환 또는 비치환된 것일 수 있다. 예를 들어, 바이페닐기는 아릴기로 해석될 수도 있고, 페닐기로 치환된 페닐기로 해석될 수도 있다.
- [0091] 본 명세서에서, "인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성"한다는 인접하는 기와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 헤테로 고리를 형성하는 것을 의미할 수 있다. 탄화수소 고리는 지방족 탄화수소 고리 및 방향족 탄화수소 고리를 포함한다. 헤테로 고리는 지방족 헤테로 고리 및 방향족 헤테로 고리를 포함한다. 탄화수소 고리 및 헤테로 고리는 단환 또는 다환일 수 있다. 또한, 서로 결합하여 형성된 고리는 다른 고리와 연결되어 스피로 구조를 형성하는 것일 수도 있다.
- [0092] 본 명세서에서, "인접하는 기"는 해당 치환기가 치환된 원자와 직접 연결된 원자에 치환된 치환기, 해당 치환기가 치환된 원자에 치환된 다른 치환기, 또는 해당 치환기와 입체구조적으로 가장 인접한 치환기를 의미할 수 있다. 예컨대, 1,2-디메틸벤젠(1,2-dimethylbenzene)에서 2개의 메틸기는 서로 "인접하는 기"로 해석될 수 있고, 1,1-디에틸시클로펜테인(1,1-diethylcyclopentane)에서 2개의 에틸기는 서로 "인접하는 기"로 해석될 수 있다. 또한, 4,5-디메틸페난트렌(4,5-dimethylphenanthrene)에서 2개의 메틸기는 서로 "인접하는 기"로 해석될 수 있다.
- [0093] 본 명세서에서, 할로젠 원자의 예로는 불소 원자, 염소 원자, 브롬 원자 또는 요오드 원자가 있다.
- [0094] 본 명세서에서, 알킬기는 직쇄, 분지쇄 또는 고리형일 수 있다. 알킬기의 탄소수는 1 이상 50 이하, 1 이상 30

이하, 1 이상 20 이하, 1 이상 10 이하 또는 1 이상 6 이하이다. 알킬기의 예로는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, s-부틸기, t-부틸기, i-부틸기, 2-에틸부틸기, 3, 3-디메틸부틸기, n-펜틸기, i-펜틸기, 네오펀틸기, t-펜틸기, 시클로펜틸기, 1-메틸펜틸기, 3-메틸펜틸기, 2-에틸펜틸기, 4-메틸-2-펜틸기, n-헥실기, 1-메틸헥실기, 2-에틸헥실기, 2-부틸헥실기, 시클로헥실기, 4-메틸시클로헥실기, 4-t-부틸시클로헥실기, n-헵틸기, 1-메틸헵틸기, 2,2-디메틸헵틸기, 2-에틸헵틸기, 2-부틸헵틸기, n-옥틸기, t-옥틸기, 2-에틸옥틸기, 2-부틸옥틸기, 2-헥실옥틸기, 3,7-디메틸옥틸기, 시클로옥틸기, n-노닐기, n-데실기, 아다만틸기, 2-에틸데실기, 2-부틸데실기, 2-헥실데실기, 2-옥틸데실기, n-운데실기, n-도데실기, 2-에틸도데실기, 2-부틸도데실기, 2-헥실도데실기, 2-옥틸도데실기, n-트리데실기, n-테트라데실기, n-펜타데실기, n-헥사데실기, 2-에틸헥사데실기, 2-부틸헥사데실기, 2-헥실헥사데실기, 2-옥틸헥사데실기, n-헵타데실기, n-옥타데실기, n-노나데실기, n-이코실기, 2-에틸이코실기, 2-부틸이코실기, 2-헥실이코실기, 2-옥틸이코실기, n-헨이코실기, n-도코실기, n-트리카실기, n-테트라코실기, n-펜타코실기, n-헥사코실기, n-헵타코실기, n-옥타코실기, n-노나코실기, 및 n-트리아콘틸기 등을 들 수 있지만, 이들에 한정되지 않는다.

[0095] 본 명세서에서, 탄화수소 고리기는 지방족 탄화수소 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기를 의미한다. 탄화수소 고리기는 고리 형성 탄소수 5 이상 20 이하의 포화 탄화수소 고리기일 수 있다.

[0096] 본 명세서에서, 아릴기는 방향족 탄화수소 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기를 의미한다. 아릴기는 단환식 아릴기 또는 다환식 아릴기일 수 있다. 아릴기의 고리 형성 탄소수는 6 이상 30 이하, 6 이상 20 이하, 또는 6 이상 15 이하일 수 있다. 아릴기의 예로는 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 안트라세닐기, 페난트릴기, 바이페닐기, 터페닐기, 쿼터페닐기, 퀸크페닐기(quinquephenyl), 섹시페닐기, 트리페닐에닐기, 피레닐기, 벤조플루오란테닐기, 크리세닐기 등을 예시할 수 있지만, 이들에 한정되지 않는다.

[0097] 본 명세서에서, 플루오레닐기는 치환될 수 있고, 치환기 2개가 서로 결합하여 스피로 구조를 형성할 수도 있다. 플루오레닐기가 치환되는 경우의 예시는 하기와 같다. 다만, 이에 의하여 한정되는 것은 아니다.



[0098]

[0099] 본 명세서에서, 헤테로 고리기는 헤테로 원자로 B, O, N, P, Si 및 S 중 1개 이상을 포함하는 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기를 의미한다. 헤테로 고리기는 지방족 헤테로 고리기 및 방향족 헤테로 고리기를 포함한다. 방향족 헤테로 고리기는 헤테로아릴기일 수 있다. 지방족 헤테로 고리 및 방향족 헤테로 고리는 단환 또는 다환일 수 있다.

[0100] 본 명세서에서, 헤테로고리기는 헤테로 원자로 B, O, N, P, Si 및 S 중 1개 이상을 포함하는 것일 수 있다. 헤테로고리기가 헤테로 원자를 2개 이상 포함할 경우, 2개 이상의 헤테로 원자는 서로 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다. 헤테로고리기는 단환식 헤테로고리기 또는 다환식 헤테로고리기일 수 있으며, 헤테로아릴기를 포함하는 개념이다. 헤테로고리기의 고리 형성 탄소수는 2 이상 30 이하, 2 이상 20 이하, 또는 2 이상 10 이하일 수 있다.

[0101] 본 명세서에서, 헤테로아릴기는 헤테로 원자로 B, O, N, P, Si 및 S 중 1개 이상을 포함하는 것일 수 있다. 헤테로아릴기가 헤테로 원자를 2개 이상 포함할 경우, 2개 이상의 헤테로 원자는 서로 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다. 헤테로아릴기는 단환식 헤테로고리기 또는 다환식 헤테로고리기일 수 있다. 헤테로아릴기의 고리 형성 탄소수는 2 이상 30 이하, 2 이상 20 이하, 또는 2 이상 10 이하일 수 있다. 헤테로아릴기의 예로는 티오펀기, 퓨란기, 피롤기, 이미다졸기, 피리딘기, 비피리딘기, 피리미딘기, 트리아진기, 트리아졸기, 아크리딜기, 피리다진기, 피라지놀기, 퀴놀린기, 퀴나졸린기, 퀴녹살린기, 페녹사진기, 프탈라진기, 피리도 피리미딘기, 피리도 피라진기, 피라지노 피라진기, 이소퀴놀린기, 인돌기, 카바졸기, N-아릴카바졸기, N-헤테로아릴카바졸기, N-알킬카바졸기, 벤조옥사졸기, 벤조이미다졸기, 벤조티아졸기, 벤조카바졸기, 벤조티오펀기, 디벤조티오펀기, 티에노티오펀기, 벤조퓨란기, 페난트롤린기, 티아졸기, 이소옥사졸기, 옥사졸기, 옥사디아졸기, 티아디아졸기, 페노티아진기, 디벤조실롤기 및 디벤조퓨란기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0102] 본 명세서에서, 아릴렌기는 2가기인 것을 제외하고는 전술한 아릴기에 관한 설명이 적용될 수 있다. 헤테로아릴렌기는 2가기인 것을 제외하고는 전술한 헤테로아릴기에 관한 설명이 적용될 수 있다.

[0103] 본 명세서에서, 실릴기는 알킬 실릴기 및 아릴 실릴기를 포함한다. 실릴기의 예로는 트리메틸실릴기, 트리에틸

실릴기, t-부틸디메틸실릴기, 비닐디메틸실릴기, 프로필디메틸실릴기, 트리페닐실릴기, 디페닐실릴기, 페닐실릴기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0104] 본 명세서에서, 티오기는 알킬 티오기 및 아릴 티오기를 포함할 수 있다. 티오기는 상기 정의된 알킬기 또는 아릴기에 황 원자가 결합된 것을 의미할 수 있다. 티오기의 예로는 메틸티오기, 에틸티오기, 프로필티오기, 펜틸티오기, 헥실티오기, 옥틸티오기, 도데실티오기, 시클로펜틸티오기, 시클로헥실티오기, 페닐티오기, 나프틸티오기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0105] 본 명세서에서, 옥시기는 상기 정의된 알킬기 또는 아릴기에 산소 원자가 결합된 것을 의미할 수 있다. 옥시기는 알콕시기 및 아릴 옥시기를 포함할 수 있다. 알콕시기는 직쇄, 분지쇄 또는 고리쇄일 수 있다. 알콕시기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 1 이상 20 이하 또는 1 이상 10 이하인 것일 수 있다. 옥시기의 예로는 메톡시, 에톡시, n-프로폭시, 이소프로폭시, 부톡시, 펜틸옥시, 헥실옥시, 옥틸옥시, 노닐옥시, 데실옥시, 벤질옥시 등이 있으나, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0106] 본 명세서에서, 붕소기는 상기 정의된 알킬기 또는 아릴기에 붕소 원자가 결합된 것을 의미할 수 있다. 붕소기는 알킬 붕소기 및 아릴 붕소기를 포함한다. 붕소기의 예로는 디메틸붕소기, 디에틸붕소기, t-부틸메틸붕소기, 디페닐붕소기, 페닐붕소기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0107] 본 명세서에서, 아민기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 1 이상 30 이하일 수 있다. 아민기는 알킬 아민기 및 아릴 아민기를 포함할 수 있다. 아민기의 예로는 메틸아민기, 디메틸아민기, 페닐아민기, 디페닐아민기, 나프틸아민기, 9-메틸-안트라세닐아민기, 트리페닐아민기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0108] 본 명세서에서, 직접 결합(direct linkage)은 단일 결합을 의미하는 것일 수 있다.

[0109] 한편, 본 명세서에서 "—*—"는 연결되는 위치를 의미한다.

[0110] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예들에 대하여 설명한다.

[0111] 도 1은 표시 장치(DD)의 일 실시예를 나타낸 평면도이다. 도 2는 일 실시예의 표시 장치(DD)의 단면도이다. 도 2는 도 1의 I-I'선에 대응하는 부분을 나타낸 단면도이다.

[0112] 표시 장치(DD)는 표시 패널(DP) 및 표시 패널(DP) 상에 배치된 광학층(PP)을 포함할 수 있다. 표시 패널(DP)은 발광 소자(ED-1, ED-2, ED-3)를 포함한다. 표시 장치(DD)는 복수 개의 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 포함할 수 있다. 광학층(PP)은 표시 패널(DP) 상에 배치되어 외부광에 의한 표시 패널(DP)에서의 반사광을 제어할 수 있다. 광학층(PP)은 예를 들어, 편광층을 포함하는 것이거나 또는 컬러필터층을 포함하는 것일 수 있다. 한편, 도면에 도시된 바와 달리 일 실시예의 표시 장치(DD)에서 광학층(PP)은 생략될 수 있다.

[0113] 광학층(PP) 상에는 베이스 기관(BL)이 배치될 수 있다. 베이스 기관(BL)은 광학층(PP)이 배치되는 베이스 면을 제공하는 부재일 수 있다. 베이스 기관(BL)은 유리기관, 금속기관, 플라스틱기관 등일 수 있다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 베이스 기관(BL)은 무기층, 유기층 또는 복합재료층일 수 있다. 또한, 도시된 것과 달리 일 실시예에서 베이스 기관(BL)은 생략될 수 있다.

[0114] 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)는 충전층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 충전층(미도시)은 표시 소자층(DP-ED)과 베이스 기관(BL) 사이에 배치되는 것일 수 있다. 충전층(미도시)은 유기물층일 수 있다. 충전층(미도시)은 아크릴계 수지, 실리콘계 수지, 및 에폭시계 수지 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0115] 표시 패널(DP)은 베이스층(BS), 베이스층(BS) 상에 제공된 회로층(DP-CL) 및 표시 소자층(DP-ED)을 포함하는 것일 수 있다. 표시 소자층(DP-ED)은 화소 정의막(PDL), 화소 정의막(PDL) 사이에 배치된 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3), 및 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 상에 배치된 봉지층(TFE)을 포함할 수 있다.

[0116] 베이스층(BS)은 표시 소자층(DP-ED)이 배치되는 베이스 면을 제공하는 부재일 수 있다. 베이스층(BS)은 유리기관, 금속기관, 플라스틱기관 등일 수 있다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 베이스층(BS)은 무기층, 유기층 또는 복합재료층일 수 있다.

[0117] 일 실시예에서 회로층(DP-CL)은 베이스층(BS) 상에 배치되고, 회로층(DP-CL)은 복수의 트랜지스터들(미도시)을 포함하는 것일 수 있다. 트랜지스터들(미도시)은 각각 제어 전극, 입력 전극, 및 출력 전극을 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 회로층(DP-CL)은 표시 소자층(DP-ED)의 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 구동하기 위한 스위칭 트랜지스터 및 구동 트랜지스터를 포함하는 것일 수 있다.

- [0118] 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각은 후술하는 도 3 내지 도 6에 따른 일 실시예의 발광 소자(ED)의 구조를 갖는 것일 수 있다. 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각은 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML-R, EML-G, EML-B), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다.
- [0119] 도 2에서는 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH) 내에 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)의 발광층(EML-R, EML-G, EML-B)이 배치되며, 정공 수송 영역(HTR), 전자 수송 영역(ETR) 및 제2 전극(EL2)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 전체에서 공통층으로 제공되는 실시예를 도시하였다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 도 2에 도시된 것과 달리 일 실시예에서 정공 수송 영역(HTR) 및 전자 수송 영역(ETR)은 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH) 내부에 패턴닝 되어 제공되는 것일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서 발광 소자(ED-1, ED-2, ED-3)의 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML-R, EML-G, EML-B), 및 전자 수송 영역(ETR) 등은 잉크젯 프린팅법으로 패턴닝되어 제공되는 것일 수 있다.
- [0120] 봉지층(TFE)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 커버하는 것일 수 있다. 봉지층(TFE)은 표시 소자층(DP-ED)을 밀봉하는 것일 수 있다. 봉지층(TFE)은 박막 봉지층일 수 있다. 봉지층(TFE)은 하나의 층 또는 복수의 층들이 적층된 것일 수 있다. 봉지층(TFE)은 적어도 하나의 절연층을 포함한다. 일 실시예에 따른 봉지층(TFE)은 적어도 하나의 무기막(이하, 봉지 무기막)을 포함할 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 봉지층(TFE)은 적어도 하나의 유기막(이하, 봉지 유기막) 및 적어도 하나의 봉지 무기막을 포함할 수 있다.
- [0121] 봉지 무기막은 수분/산소로부터 표시 소자층(DP-ED)을 보호하고, 봉지 유기막은 먼지 입자와 같은 이물질로부터 표시 소자층(DP-ED)을 보호한다. 봉지 무기막은 실리콘 나이트라이드, 실리콘 옥시 나이트라이드, 실리콘 옥사이드, 티타늄옥사이드, 또는 알루미늄옥사이드 등을 포함할 수 있고, 이에 특별히 제한되지 않는다. 봉지 유기막은 아크릴계 화합물, 에폭시계 화합물 등을 포함하는 것일 수 있다. 봉지 유기막은 광중합 가능한 유기물질을 포함하는 것일 수 있으며 특별히 제한되지 않는다.
- [0122] 봉지층(TFE)은 제2 전극(EL2) 상에 배치되고, 개구부(OH)를 채우고 배치될 수 있다.
- [0123] 도 1 및 도 2를 참조하면, 표시 장치(DD)는 비발광 영역(NPXA) 및 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)을 포함할 수 있다. 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 각각은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3) 각각에서 생성된 광이 방출되는 영역일 수 있다. 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 평면 상에서 서로 이격된 것일 수 있다.
- [0124] 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 각각은 화소 정의막(PDL)으로 구분되는 영역일 수 있다. 비발광 영역들(NPXA)은 이웃하는 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 사이의 영역들로 화소 정의막(PDL)과 대응하는 영역일 수 있다. 한편, 본 명세서에서 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 각각은 화소(Pixel)에 대응하는 것일 수 있다. 화소 정의막(PDL)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 구분하는 것일 수 있다. 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)의 발광층(EML-R, EML-G, EML-B)은 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH)에 배치되어 구분될 수 있다.
- [0125] 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)에서 생성되는 광의 컬러에 따라 복수 개의 그룹으로 구분될 수 있다. 도 1 및 도 2에 도시된 일 실시예의 표시 장치(DD)에는 적색광, 녹색광, 및 청색광을 발광하는 3개의 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)을 예시적으로 도시하였다. 예를 들어, 일 실시예의 표시 장치(DD)는 서로 구분되는 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)을 포함할 수 있다.
- [0126] 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)에서 복수 개의 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)은 서로 상이한 파장 영역의 광을 방출하는 것일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서 표시 장치(DD)는 적색광을 방출하는 제1 발광 소자(ED-1), 녹색광을 방출하는 제2 발광 소자(ED-2), 및 청색광을 방출하는 제3 발광 소자(ED-3)를 포함할 수 있다. 즉, 표시 장치(DD)의 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)은 각각 제1 발광 소자(ED-1), 제2 발광 소자(ED-2), 및 제3 발광 소자(ED-3)에 대응할 수 있다.
- [0127] 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 제1 내지 제3 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)은 동일한 파장 영역의 광을 방출하는 것이거나, 또는 적어도 하나가 상이한 파장 영역의 광을 방출하는 것일 수 있다. 예를 들어, 제1 내지 제3 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)은 모두 청색광을 방출하는 것일 수 있다.
- [0128] 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)에서의 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)은 스트라이프 형태로 배열된 것일 수 있다. 도 1을 참조하면, 복수 개의 적색 발광 영역들(PXA-R), 복수 개의 녹색 발광 영역들(PXA-G), 및 복수 개의 청색 발광 영역들(PXA-B)이 각각 제2 방향축(DR2)을 따라 정렬된 것일 수 있다. 또한, 제1 방향축(DR1)을 따라 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)의 순서로 번갈아 가며 배열된 것

일 수 있다.

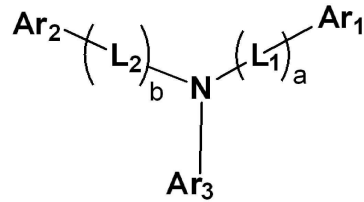
- [0129] 도 1 및 도 2에서는 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 면적이 모두 유사한 것으로 도시하였으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 면적은 방출하는 광의 파장 영역에 따라 서로 상이할 수 있다. 한편, 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 면적은 제1 방향축(DR1)과 제2 방향축(DR2)이 정의하는 평면 상에서 보았을 때의 면적을 의미할 수 있다.
- [0130] 한편, 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 배열 형태는 도 1에 도시된 것에 한정되지 않으며, 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B)이 배열되는 순서는 표시 장치(DD)에서 요구되는 표시 품질의 특성에 따라 다양하게 조합되어 제공될 수 있다. 예를 들어, 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 배열 형태는 펜타일(PENTILE®) 배열 형태이거나, 다이아몬드 배열 형태를 갖는 것일 수 있다.
- [0131] 또한, 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B)의 면적은 서로 상이한 것일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서 녹색 발광 영역(PXA-G)의 면적이 청색 발광 영역(PXA-B)의 면적 보다 작을 수 있으나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0132] 이하, 도 3 내지 도 6은 일 실시예에 따른 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 일 실시예에 따른 발광 소자(ED)는 순차적으로 적층된 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다.
- [0133] 도 4는 도 3과 비교하여, 정공 수송 영역(HTR)이 정공 주입층(HIL) 및 정공 수송층(HTL)을 포함하고, 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL) 및 전자 수송층(ETL)을 포함하는 일 실시예의 발광 소자(ED)의 단면도를 나타낸 것이다. 또한, 도 5는 도 3과 비교하여 정공 수송 영역(HTR)이 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 및 전자 저지층(EBL)을 포함하고, 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL), 전자 수송층(ETL), 및 정공 저지층(HBL)을 포함하는 일 실시예의 발광 소자(ED)의 단면도를 나타낸 것이다. 도 6은 도 4와 비교하여 제2 전극(EL2) 상에 배치된 캡핑층(CPL)을 포함하는 일 실시예의 발광 소자(ED)의 단면도를 나타낸 것이다.
- [0134] 제1 전극(EL1)은 도전성을 갖는다. 제1 전극(EL1)은 금속재료, 금속합금 또는 도전성 화합물로 형성될 수 있다. 제1 전극(EL1)은 애노드(anode) 또는 캐소드(cathode)일 수 있다. 하지만 실시예가 이에 한정되지 않는다. 또한, 제1 전극(EL1)은 화소 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF, Mo, Ti, W, In, Sn, 및 Zn 중 선택되는 적어도 하나, 이들 중 선택되는 2종 이상의 화합물, 이들 중 선택되는 2종 이상의 혼합물, 또는 이들의 산화물을 포함하는 것일 수 있다.
- [0135] 제1 전극(EL1)이 투과형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등을 포함할 수 있다. 제1 전극(EL1)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca(LiF와 Ca의 적층 구조), LiF/Al(LiF와 Al의 적층 구조), Mo, Ti, W 또는 이들의 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 제1 전극(EL1)은 상기의 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(EL1)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 제1 전극(EL1)은 상술한 금속재료, 상술한 금속재료들 중 선택된 2종 이상의 금속재료들의 조합, 또는 상술한 금속재료들의 산화물 등을 포함하는 것일 수 있다. 제1 전극(EL1)의 두께는 약 700Å 내지 약 10000Å일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(EL1)의 두께는 약 1000Å 내지 약 3000Å일 수 있다.
- [0136] 정공 수송 영역(HTR)은 제1 전극(EL1) 상에 제공된다. 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 버퍼층 또는 발광보조층(미도시), 및 전자 저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 정공 수송 영역(HTR)의 두께는 예를 들어, 약 50Å 내지 약 15,000Å인 것일 수 있다.
- [0137] 정공 수송 영역(HTR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층, 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0138] 예를 들어, 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL) 또는 정공 수송층(HTL)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 정공 주입 물질 및 정공 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 정공 수송 영역(HTR)은 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 제1 전극(EL1)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층(HIL)/정공 수송층(HTL), 정공 주입층(HIL)/정공 수송층(HTL)/버퍼층(미도시), 정공 주입층(HIL)/버퍼

층(미도시), 정공 수송층(HTL)/버퍼층(미도시), 또는 정공 주입층(HIL)/정공 수송층(HTL)/전자 저지층(EBL)의 구조를 가질 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0139] 정공 수송 영역(HTR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.

[0140] 정공 수송 영역(HTR)은 하기 화학식 H-2로 표시되는 화합물을 포함하는 것일 수 있다.

[0141] [화학식 H-2]



[0142]

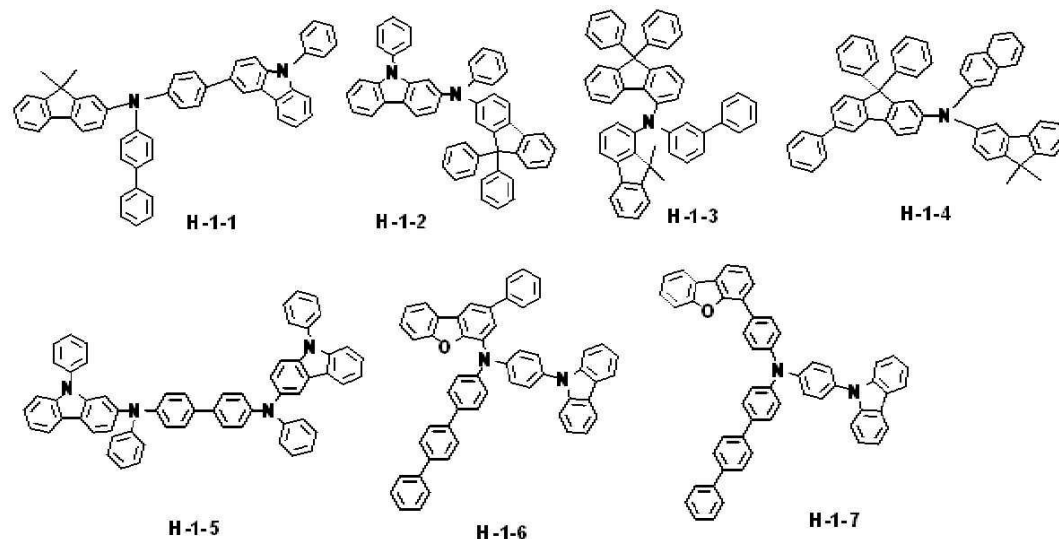
[0143] 상기 화학식 H-2에서, L₁ 및 L₂는 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기일 수 있다. a 및 b는 각각 독립적으로 0 이상 10 이하의 정수일 수 있다. 한편, a 또는 b가 2 이상의 정수인 경우 복수의 L₁ 및 L₂는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기일 수 있다.

[0144] 화학식 H-2에서 Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 또한, 화학식 H-2에서 Ar₃은 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

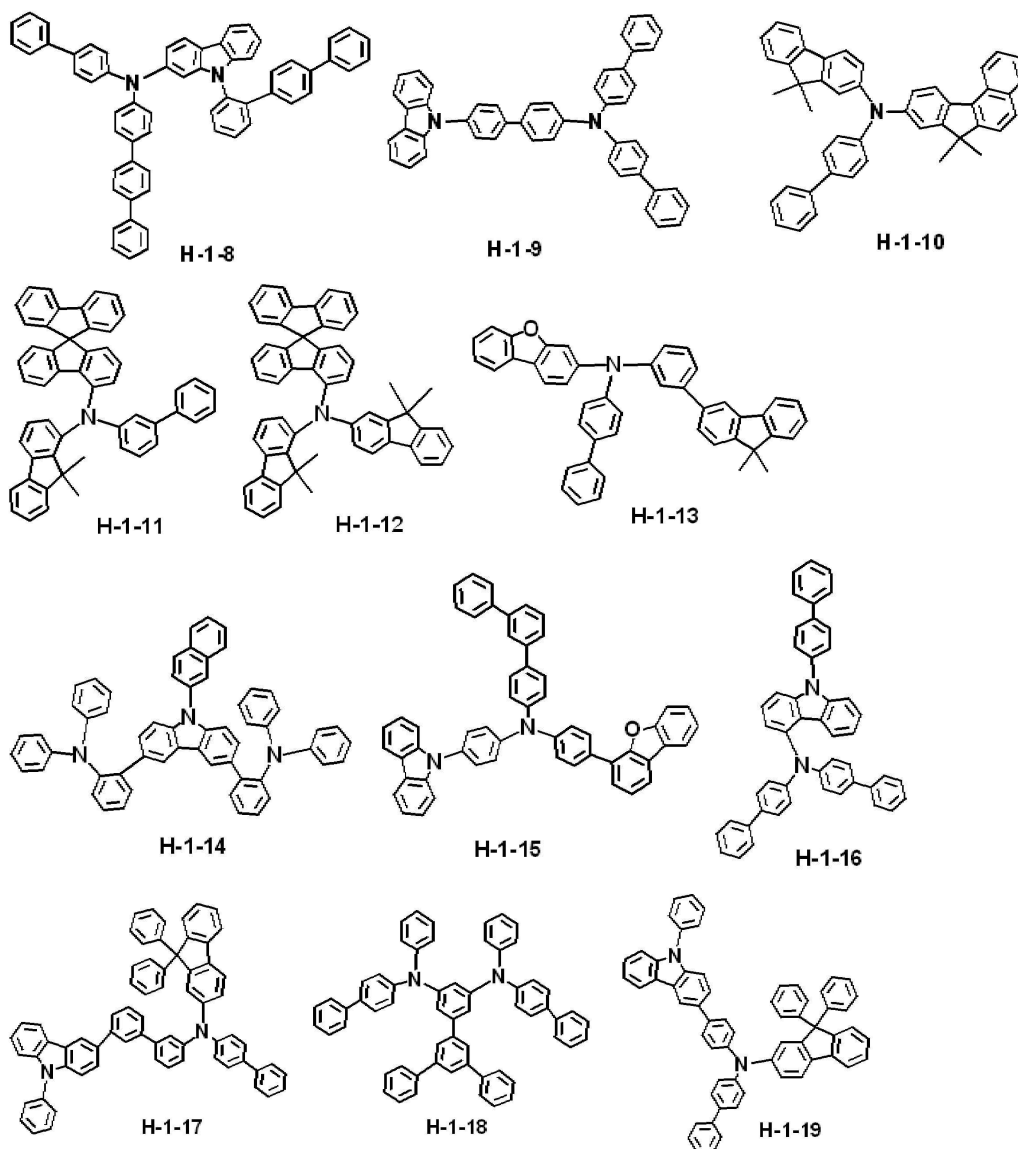
[0145] 상기 화학식 H-2로 표시되는 화합물은 모노아민 화합물일 수 있다. 또는, 상기 화학식 H-2로 표시되는 화합물은 Ar₁ 내지 Ar₃ 중 적어도 하나가 아민기를 치환기로 포함하는 디아민 화합물일 수 있다. 또한, 상기 화학식 H-2로 표시되는 화합물은 Ar₁ 및 Ar₂ 중 적어도 하나에 치환 또는 비치환된 카바졸기를 포함하는 카바졸계 화합물, 또는 Ar₁ 및 Ar₂ 중 적어도 하나에 치환 또는 비치환된 플루오렌기를 포함하는 플루오렌계 화합물일 수 있다.

[0146] 화학식 H-2로 표시되는 화합물은 하기 화합물군 H의 화합물들 중 어느 하나로 표시될 수 있다. 하지만, 하기 화합물군 H에 나열된 화합물들은 예시적인 것으로 화학식 H-2로 표시되는 화합물이 하기 화합물군 H에 표시된 것에 한정되는 것은 아니다.

[0147] [화합물군 H]



[0148]



[0149] 정공 수송 영역(HTR)은 구리프탈로시아닌(copper phthalocyanine) 등의 프탈로시아닌(phthalocyanine) 화합물, DNTPD($N^1, N^{1'} - ([1, 1' - \text{biphenyl}] - 4, 4' - \text{diyl}) \text{bis}(N^1 - \text{phenyl} - N^4, N^4 - \text{di-m-tolylbenzene} - 1, 4 - \text{diamine})$), m-MTDATA($4, 4', 4'' - [\text{tris}(3 - \text{methylphenyl})\text{phenylamino}] \text{triphenylamine}$), TDATA($4, 4', 4'' - \text{Tris}(N, N - \text{diphenylamino})\text{triphenylamine}$), 2-TNATA($4, 4', 4'' - \text{tris}[N(2 - \text{naphthyl}) - N - \text{phenylamino}] - \text{triphenylamine}$), PEDOT/PSS(Poly(3, 4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate)), PANI/DBSA(Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid), PANI/CSA(Polyaniline/Camphor sulfonic acid), PANI/PSS(Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate)), NPB($N, N' - \text{di}(\text{naphthalene} - 1 - \text{yl}) - N, N' - \text{diphenylbenzidine}$), 트리페닐아민을 포함하는 폴리에테르케톤(TPAPEK), 4-Isopropyl-4'-methyldiphenyliodonium [Tetrakis(pentafluorophenyl)borate], HATCN(dipyrazino[2, 3-f: 2', 3'-h] quinoxaline-2, 3, 6, 7, 10, 11-hexacarbonitrile) 등을 포함할 수 있다.

[0150] 정공 수송 영역(HTR)은 N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸계 유도체, 플루오렌(fluorene)계 유도체, TPD($N, N' - \text{bis}(3 - \text{methylphenyl}) - N, N' - \text{diphenyl} - [1, 1' - \text{biphenyl}] - 4, 4' - \text{diamine}$), TCTA($4, 4', 4'' - \text{tris}(N - \text{carbazolyl})\text{triphenylamine}$) 등과 같은 트리페닐아민계 유도체, NPB($N, N' - \text{di}(\text{naphthalene} - 1 - \text{yl}) - N, N' - \text{diphenylbenzidine}$), TAPC($4, 4' - \text{Cyclohexylidene bis}[N, N - \text{bis}(4 - \text{methylphenyl})\text{benzenamine}]$), HMTPD($4, 4' - \text{Bis}[N, N' - (3 - \text{tolyl})\text{amino}] - 3, 3' - \text{dimethylbiphenyl}$), mCP($1, 3 - \text{Bis}(N - \text{carbazolyl})\text{benzene}$) 등을 포함할 수도 있다.

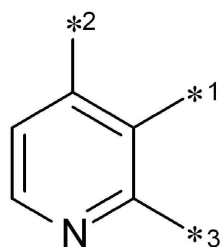
[0151] 또한, 정공 수송 영역(HTR)은, CzSi($9 - (4 - \text{tert-Butylphenyl}) - 3, 6 - \text{bis}(\text{triphenylsilyl}) - 9\text{H-carbazole}$), CCP($9 - \text{phenyl} - 9\text{H} - 3, 9' - \text{bicarbazole}$), 또는 mDCP($1, 3 - \text{bis}(1, 8 - \text{dimethyl} - 9\text{H-carbazol} - 9 - \text{yl})\text{benzene}$) 등을 포함할 수 있다.

다.

- [0152] 정공 수송 영역(HTR)은 상술한 정공 수송 영역의 화합물들을 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 및 전자 저지층(EBL) 중 적어도 하나에 포함할 수 있다.
- [0153] 정공 수송 영역(HTR)의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들어, 약 100Å 내지 약 5000Å일 수 있다. 정공 수송 영역(HTR)이 정공 주입층(HIL)을 포함하는 경우, 정공 주입층(HIL)의 두께는 예를 들어 약 30Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 정공 수송 영역(HTR)이 정공 수송층(HTL)을 포함하는 경우, 정공 수송층(HTL)의 두께는 약 30Å 내지 약 1000Å 일 수 있다. 예를 들어, 정공 수송 영역(HTR)이 전자 저지층(EBL)을 포함하는 경우 전자 저지층(EBL)의 두께는 약 10Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 정공 수송 영역(HTR), 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL) 및 전자 저지층(EBL)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.
- [0154] 정공 수송 영역(HTR)은 앞서 언급한 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하 생성 물질을 더 포함할 수 있다. 전하 생성 물질은 정공 수송 영역(HTR) 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다. 전하 생성 물질은 예를 들어, p-도펀트(dopant)일 수 있다. p-도펀트는 할로젠화 금속 화합물, 퀴논(quinone) 유도체, 금속 산화물 및 시아노(cyano)기 함유 화합물 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, p-도펀트는 CuI 및 RbI 등의 할로젠화 금속 화합물, TCNQ(Tetracyanoquinodimethane) 및 F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7',8,8-tetracyanoquinodimethane) 등과 같은 퀴논 유도체, 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물, HATCN(dipyrazino[2,3-f: 2',3'-h] quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile) 및 NDP9(4-[[2,3-bis[cyano-(4-cyano-2,3,5,6-tetrafluorophenyl)methylidene]cyclopropylidene]-cyanomethyl]-2,3,5,6-tetrafluorobenzonitrile)과 같은 시아노기 함유 화합물 등을 들 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0155] 전술한 바와 같이, 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL) 및 정공 수송층(HTL) 외에, 버퍼층(미도시) 및 전자 저지층(EBL) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 버퍼층(미도시)은 발광층(EML)에서 방출되는 광의 파장에 따른 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시킬 수 있다. 버퍼층(미도시)에 포함되는 물질로는 정공 수송 영역(HTR)에 포함될 수 있는 물질을 사용할 수 있다. 전자 저지층(EBL)은 전자 수송 영역(ETR)으로부터 정공 수송 영역(HTR)으로의 전자 주입을 방지하는 역할을 하는 층이다.
- [0156] 발광층(EML)은 정공 수송 영역(HTR) 상에 제공된다. 발광층(EML)은 예를 들어 약 100Å 내지 약 1000Å 또는, 약 100Å 내지 약 300Å의 두께를 갖는 것일 수 있다. 발광층(EML)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0157] 일 실시예에 따른 발광 소자(ED)에서, 발광층(EML)은 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 발광층(EML)은 일 실시예의 유기 금속 화합물을 도펀트로 포함할 수 있다. 일 실시예의 유기 금속 화합물은 발광층(EML)의 도펀트 재료일 수 있다.
- [0158] 일 실시예의 유기 금속 화합물은 중심 금속 원자, 및 중심 금속 원자와 결합된 리간드를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로 유기 금속 화합물은 중심 금속 원자, 및 중심 금속 원자와 결합된 제1 내지 제4 리간드들을 포함할 수 있다. 중심 금속 원자 및 제1 내지 제4 리간드들은 배위 결합으로 결합된 것일 수 있다. 제1 내지 제4 리간드들 각각은 인접한 리간드들 중 적어도 하나와 연결기를 통해 연결된 네 자리(tetradentate) 리간드일 수 있다. 즉, 제1 내지 제4 리간드들은 서로 선택적으로 연결된 하나의 네 자리 리간드일 수 있다. 예를 들어, 제1 리간드는 제1 연결기를 통해 제2 리간드와 연결되고, 제2 연결기를 통해 제3 리간드와 연결될 수 있다. 또한, 제3 리간드는 제3 연결기를 통해 제4 리간드와 연결되는 것일 수 있다. 일 실시예에서, 제1 리간드와 제4 리간드는 연결되지 않을 수 있다. 한편, 본 명세서에서, 제1 연결기는 후술하는 화학식 1에서 L₁을 의미하고, 제2 연결기는 후술하는 화학식 1에서 L₂를 의미하고, 제3 연결기는 후술하는 화학식 1에서 L₃를 의미하는 것일 수 있다.
- [0159] 금속 원자는 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 또는 오스뮴(Os)일 수 있다. 예를 들어, 금속 원자는 백금(Pt) 원자일 수 있다.
- [0160] 제1 리간드는 질소 원자를 고리 형성 원자로 포함하는 6원 헤테로 고리일 수 있다. 구체적으로 제1 리간드는 피리딘 모이어티를 포함할 수 있다. 제1 리간드는 질소 원자를 기준으로 메타(meta) 위치의 탄소에서 중심 금속

원자와 결합할 수 있다. 또한, 제1 리간드는 질소 원자를 기준으로 오르쏘(ortho) 위치의 탄소 및 파라(para) 위치의 탄소에서 각각 인접한 리간드와 결합할 수 있다. 구체적으로, 제1 리간드는 질소 원자를 기준으로 파라 위치의 탄소에서 제2 리간드와 연결되고, 질소 원자 및 중심 금속 원자와 연결된 탄소 원자의 오르쏘 위치의 탄소에서 제3 리간드와 연결될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예의 유기 금속 화합물에서 제1 리간드의 연결 구조는 하기 화학식 a와 같다. 이러한 구조를 가지는 일 실시예의 유기 금속 화합물은 깊은(deep) HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 레벨을 가질 수 있다. 한편, 본 명세서에서, 에너지 준위가 "얕다(Shallow)"는 것은 진공 준위로부터 마이너스 방향으로 에너지 준위의 절대값이 작아지는 것을 의미할 수 있다. 또한, 에너지 준위가 "깊다(deep)"는 것은 진공 준위로부터 마이너스 방향으로 에너지 준위의 절대값이 커지는 것을 의미할 수 있다.

[0161] [화학식 a]



[0162]

[0163] 상기 화학식 a에서, *1은 중심 금속 원자와 연결되는 위치이고, *2는 제2 리간드와 연결되는 위치이고, *3은 제3 리간드와 연결되는 위치일 수 있다.

[0164] 제2 리간드는 치환 또는 비치환된 N-헤테로 고리 카벤(N-Heterocyclic Carbene)기일 수 있다. 보다 구체적으로, 제2 리간드는 치환 또는 비치환된 벤즈이미다졸 헤테로 고리 카벤기일 수 있다. 예를 들어, 제2 리간드는 치환 또는 비치환된 benzimidazol-2-ylidene기 일 수 있다.

[0165] 제3 리간드 및 제4 리간드는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기일 수 있다. 예를 들어, 제3 및 제4 리간드는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 피리딘기, 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 카볼린기, 치환 또는 비치환된 벤조푸로인돌기, 치환 또는 비치환된 피롤로-디피리딘기, 치환 또는 비치환된 이미다졸기, 치환 또는 비치환된 벤즈이미다졸기, 치환 또는 비치환된 이미다조피라진(imidazopyrazines)기, 치환 또는 비치환된 벤즈옥사졸(benzoxazole)기, 치환 또는 비치환된 벤조티아졸(benzothiazole)기, 치환 또는 비치환된 옥사졸기, 치환 또는 비치환된 티아졸기, 또는 치환 또는 비치환된 피라졸기, 치환 또는 비치환된 인다졸기, 치환 또는 비치환된 피라졸기, 또는 치환 또는 비치환된 1,2,3-트리아졸기일 수 있다. 한편 본 명세서에서, 제3 리간드는 후술하는 화학식 1에서 고리 C2를 의미하고, 제4 리간드는 후술하는 화학식 2에서 고리 C3을 의미하는 것일 수 있다.

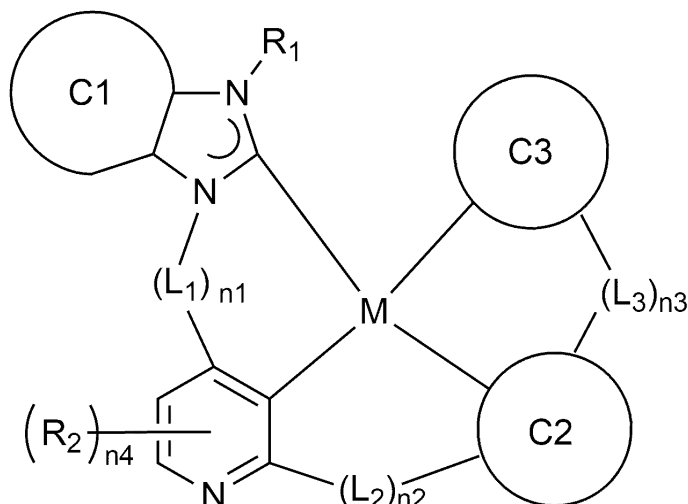
[0166] 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 유기 금속 화합물은 깊은 HOMO 에너지 레벨을 가질 수 있어, 높은 삼중항 에너지 레벨을 가질 수 있다. 따라서, 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 유기 금속 화합물을 발광층(EML)의 도펀트 재료로 적용하는 경우 우수한 색순도를 갖는 진한 청색(deep blue)광 방출이 가능할 수 있다.

[0167] 또한, 일 실시예의 유기 금속 화합물은 깊은 HOMO 에너지 레벨을 가지므로, 일 실시예의 유기 금속 화합물을 사용한 발광 소자(ED)는 발광층(EML) 내에서의 호스트 HOMO 에너지 레벨과 도펀트로 사용되는 일 실시예의 유기 금속 화합물의 HOMO 에너지 레벨 간의 차이를 줄일 수 있으므로 향상된 소자 수명 특성을 나타낼 수 있다.

[0168] 종래 N-헤테로고리 카벤 기반 유기 금속 화합물을 이용한 청색 인광 발광 소자의 경우, 호스트와 도펀트 간에 큰 HOMO 에너지 레벨 차이로 인해 높은 문턱 전압을 가져 여기자 생성 영역이 발광층 내부가 아닌 정공 수송 영역과 발광층 사이에 생성되며, 발광층(EML) 내부에서 도펀트가 정공 트랩(trap) 사이트로 작용하여 전하 수송 특성이 감소되고, 소자 수명이 저하되는 문제점이 있다. 일 실시예의 유기 금속 화합물은 깊은 HOMO 에너지 레벨을 가져 문턱 전압을 낮추고 호스트와의 HOMO 에너지 레벨 차이로 인해 발생하는 트랩 현상을 억제하여 엑시톤 형성 영역을 발광층 중심으로 이동시키면서도 발광 효율 및 소자 수명 특성을 증대시킬 수 있는 이점이 있다.

[0169] 일 실시예의 유기 금속 화합물은 하기 화학식 1로 표시될 수 있다.

[0170] [화학식 1]



[0171]

[0172] 화학식 1에서, M은 4배위 리간드와 결합하는 금속 원자일 수 있다. 일 실시예에서, M은 Pt, Pd, Cu, Ag, Au, Rh, Ir, Ru, 또는 Os이다. 예를 들어, M은 Pt일 수 있다.

[0173] 화학식 1에서, L_1 내지 L_3 은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), $-O-$, $-S-$, $-C(R_{11})(R_{12})-$, $-C(R_{13})=$, $=C(R_{14})-$, $-C(R_{15})=C(R_{16})-$, $-C(=O)-$, $-C(=S)-$, $-C\equiv C-$, $-B(R_{17})-$, $-N(R_{18})-$, $-P(R_{19})-$, $-Si(R_{20})(R_{21})-$, $-P(R_{22})(R_{23})-$ 또는 $-Ge(R_{24})(R_{25})-$ 이다.

[0174] 화학식 1에서, 고리 C1 내지 C3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로 고리이다. 일 실시예에서, 고리 C1 내지 C3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 방향족 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 방향족 헤테로 고리이다. 고리 C1 내지 C3 각각은 인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다. 예를 들어, 고리 C2는 인접한 L_3 과 결합하여 고리를 형성할 수 있다. 일 실시예에서, n_3 이 1이고, L_3 이 $-N(R_{18})-$ 이고, 고리 C2가 $-N(R_{18})-$ 와 연결될 수 있다. 다만, 실시예가 이에 제한되는 것은 아니다.

[0175] 화학식 1에서, R_1 은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 붕소기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이다. 일 실시예에서, R_1 은 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 예를 들어, R_1 은 치환 또는 비치환된 메틸기, 치환 또는 비치환된 이소프로필기, 치환 또는 비치환된 t-부틸기, 치환 또는 비치환된 2,2-디메틸부틸기, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 또는 치환 또는 비치환된 피리딘기일 수 있다.

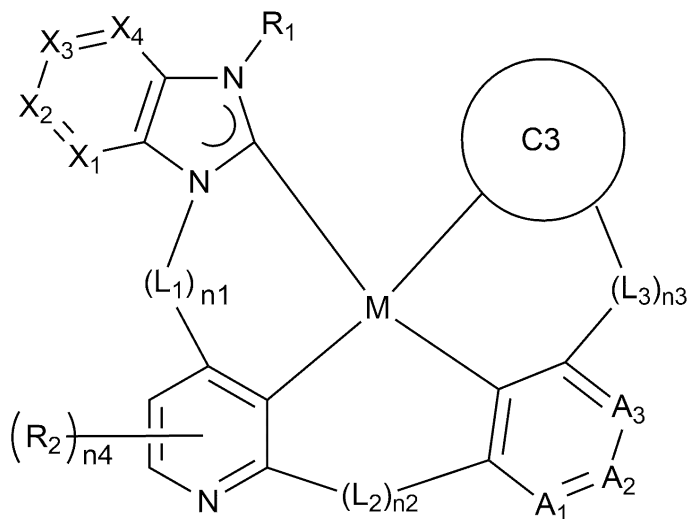
[0176] 화학식 1에서, R_2 , 및 R_{11} 내지 R_{25} 는 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 또는, R_2 , R_3 , 및 R_{11} 내지 R_{25} 각각은 인접한 기와 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

[0177] 화학식 1에서, n_1 내지 n_3 은 각각 독립적으로 1 이상 3 이하의 정수이다. 한편, n_1 내지 n_3 가 2 또는 3인 경우는, L_1 내지 L_3 연결 단위가 복수로 제공되어, 서로 연결된 L_1 내지 L_3 연결 단위가 인접한 제1 내지 제4 리간드를 서로 연결하는 것을 나타내는 것일 수 있다. n_1 내지 n_3 가 2 또는 3인 경우, 복수로 제공되는 L_1 내지 L_3 연결 단위 각각은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0178] 화학식 1에서, n_4 는 0 이상 2 이하의 정수이다. 화학식 1에서, n_4 가 0일 경우, 일 실시예의 유기 금속 화합물은 R_2 로 치환되지 않은 것일 수 있다. 화학식 1에서 n_4 가 2이고, R_2 가 모두 수소 원자인 경우, 화학식 1에서 n_4 가 0인 경우와 동일할 수 있다. n_4 가 2일 경우, 복수로 제공되는 R_2 는 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_2 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

[0179] 일 실시예에서, 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.

[0180] [화학식 2]



[0181]

[0182] 화학식 2는 화학식 1에서 고리 C1 및 C2를 구체화 한 것이다.

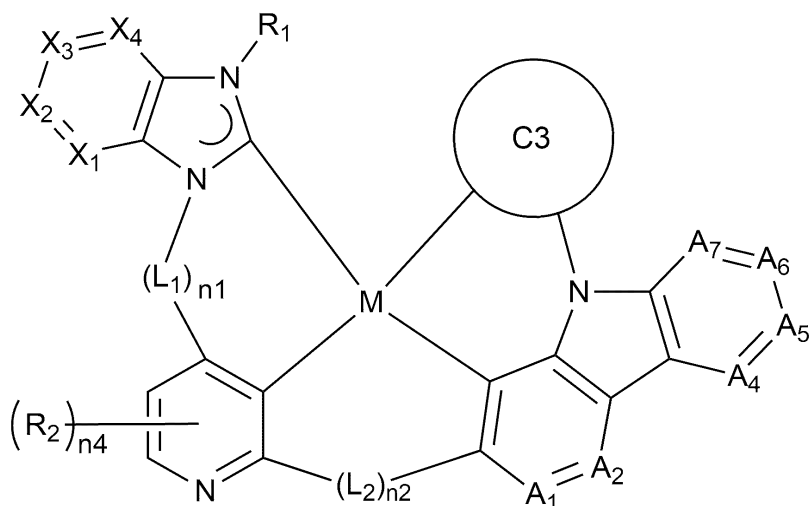
[0183] 화학식 2에서, X_1 내지 X_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 각각 독립적으로 N, 또는 CR_3 일 수 있다.

[0184] 화학식 2에서, R_3 은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 또는, R_3 은 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성할 수 있다. 예를 들어, R_3 은 인접하는 기와 서로 결합하여 축합환을 형성할 수 있다. 인접하는 기와 서로 결합하여 형성된 고리는 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 탄화수소 고리, 또는 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로고리일 수 있다.

[0185] 화학식 2에서, M, C3, L_1 내지 L_3 , R_1 , R_2 , 및 n_1 내지 n_4 는 상기 화학식 1에서 설명한 내용과 동일한 내용이 적용될 수 있다.

[0186] 일 실시예에서, 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다.

[0187] [화학식 3]



[0188]

[0189] 화학식 3은 화학식 2에서 L₃의 종류를 특정한 것을 나타낸다. 화학식 3은 화학식 2에서 L₃이 *-N(R₁₈)-*’ 이고, *-N(R₁₈)-*’ 의 R₁₈로 표시되는 치환기가 A₃과 연결되어 고리를 형성한 경우를 나타낸다.

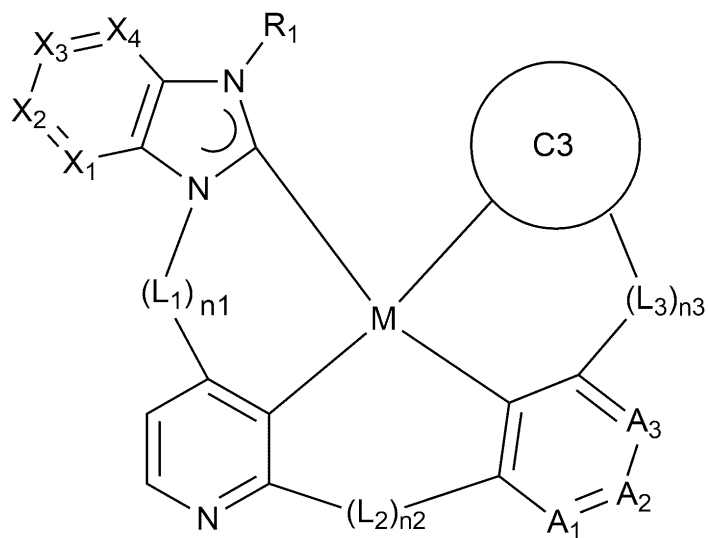
[0190] 화학식 3에서, A₄ 내지 A₇은 각각 독립적으로 N, 또는 CR₄일 수 있다. 일 실시예에서, A₄ 내지 A₇은 모두 CR₄일 수 있다. 또는, A₄ 내지 A₇ 중 적어도 하나가 N이고, 나머지는 CR₄일 수 있다. 예를 들어, A₄ 내지 A₇ 중 선택되는 하나 또는 두 개가 N이고, 나머지는 CR₄일 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0191] 화학식 3에서, R₄는 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아릴기일 수 있다. 예를 들어, R₄는 수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 t-부틸기, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 피리딘기, 치환 또는 비치환된 1,3,5-트리아진기, 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 디벤조퓨란기, 또는 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜기일 수 있다.

[0192] 화학식 3에서, M, C3, L₁, L₂, X₁ 내지 X₄, R₁, R₂, n₁, n₂, n₄, A₁, 및 A₂는 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 설명한 내용과 동일한 내용이 적용될 수 있다.

[0193] 일 실시예에서, 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 4로 표시될 수 있다.

[0194] [화학식 4]

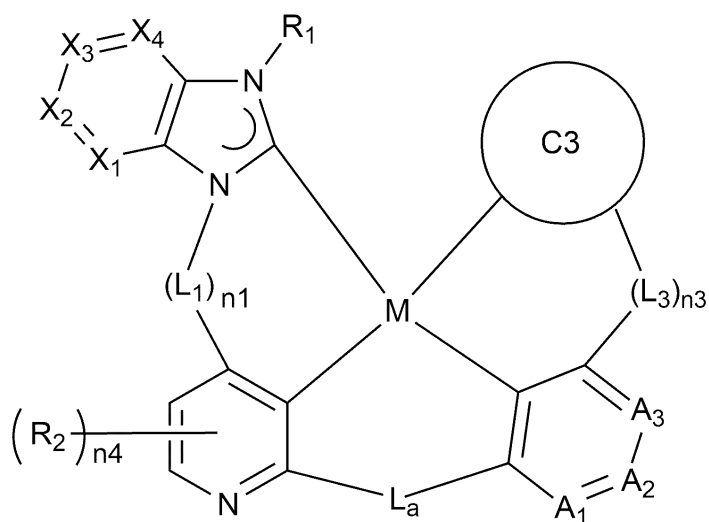


[0195]

[0197] 화학식 4에서, M, C3, L₁ 내지 L₃, R₁, X₁ 내지 X₄, n1 내지 n3, 및 A₁ 내지 A₃은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 설명한 내용과 동일한 내용이 적용될 수 있다.

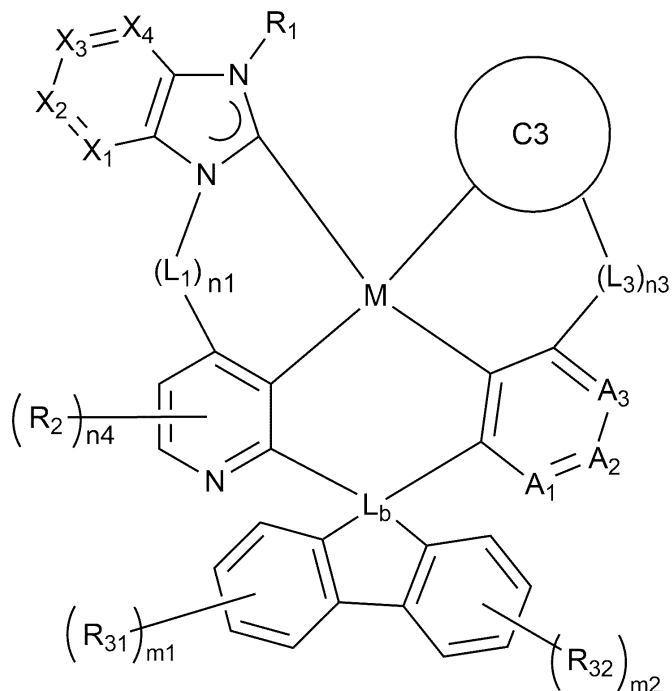
[0198] 일 실시예에서, 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 5-1 내지 화학식 5-3 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

[0199] [회·학식 5-1]



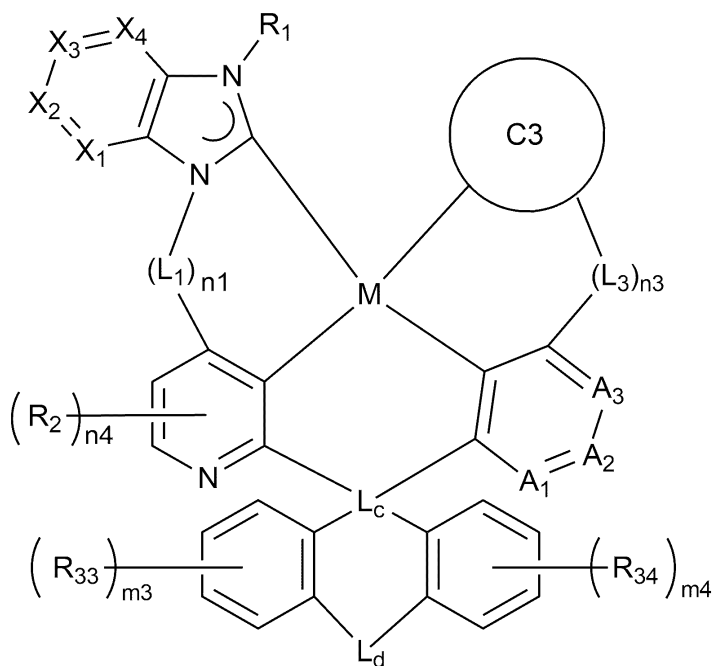
[0200]

[0201] [화학식 5-2]



[0202]

[0203] [화학식 5-3]



[0204]

[0205] 화학식 5-1 내지 화학식 5-3은 화학식 2에서 L_2 의 종류를 구체화한 것을 나타낸다.

[0206] 화학식 5-1에서, L_a 는 $-O-$, $-S-$, $-C(R_{35})(R_{36})-$, $-N(R_{37})-$, 또는 $-Si(R_{38})(R_{39})-$ 일 수 있다.

[0207] 화학식 5-3에서, L_b , 및 L_c 는 각각 독립적으로 C 또는 Si일 수 있다.

[0208] 화학식 5-3에서, L_d 는 $-O-$, 또는 $-S-$ 일 수 있다.

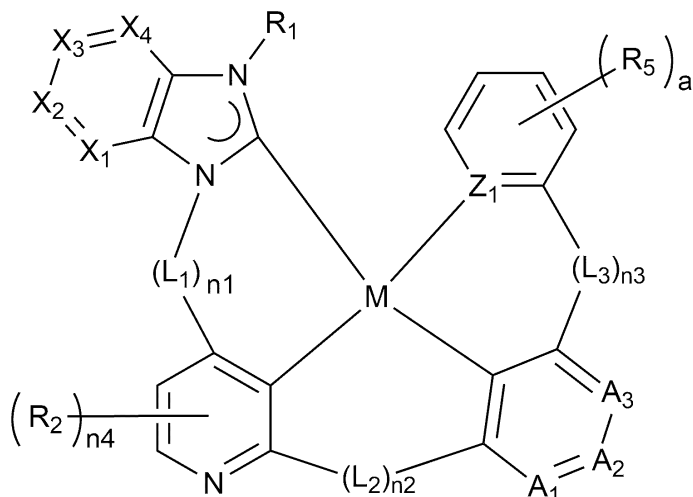
[0209] 화학식 5-2 및 화학식 5-3에서, R_{31} 내지 R_{39} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 예를 들어, R_{31} 내지 R_{39} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 치환 또는 비치환된 메틸기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기일 수 있다.

[0210] 화학식 5-2 및 화학식 5-3에서, m_1 내지 m_4 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다. m_1 내지 m_4 각각이 0 일 경우, 일 실시예의 유기 금속 화합물은 R_{31} 내지 R_{34} 각각으로 치환되지 않은 것을 의미할 수 있다. m_1 내지 m_4 각각이 4이고, R_{31} 내지 R_{34} 각각이 수소 원자인 경우, m_1 내지 m_4 각각이 0인 경우와 동일할 수 있다. m_1 내지 m_4 각각이 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R_{31} 내지 R_{34} 각각은 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_{31} 내지 R_{34} 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

[0211] 화학식 5-1 내지 화학식 5-3에서, M, C3, L_1 , L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 , n_3 , n_4 , 및 A_1 내지 A_3 은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 설명한 내용과 동일한 내용이 적용될 수 있다.

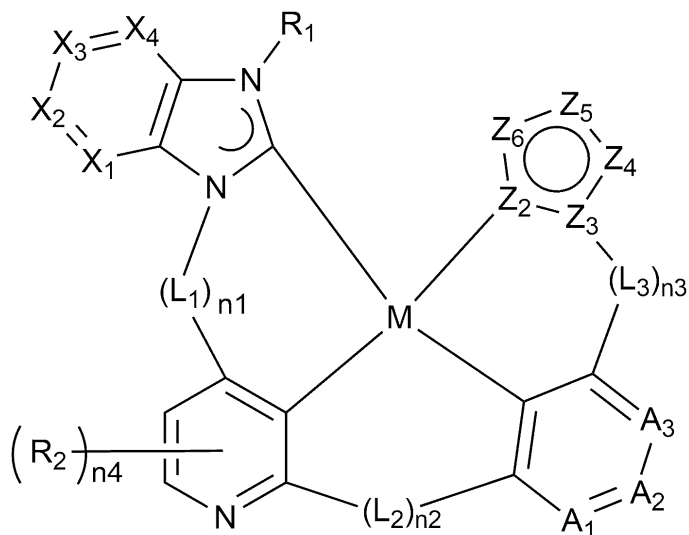
[0212] 일 실시예에서, 화학식 2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 6-1 또는 화학식 6-2로 표시될 수 있다.

[0213] [화학식 6-1]



[0214]

[0215] [화학식 6-2]



[0216]

[0217] 화학식 6-1 및 화학식 6-2은 화학식 2에서 고리 C3을 구체화한 것이다.

[0218] 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서, Z₁ 내지 Z₃은 각각 독립적으로 N 또는 C일 수 있다.

[0219] 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서, Z₄ 내지 Z₆은 각각 독립적으로 N, NR₆, CR₇, O, 또는 S일 수 있다.

[0220] 화학식 6-1에서, R₅는 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 예를 들어, R₅는 수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환된 메틸기, 치환 또는 비치환된 이소프로필기, 치환 또는 비치환된 t-부틸기, 치환 또는 비치환된 2,2-디메틸부틸기, 치환 또는 비치환된 N,N-디메틸아민기, 치환 또는 비치환된 메톡시기, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 피리딘기, 치환 또는 비치환된 피리미딘기, 치환 또는 비치환된 1,3,5-트리아진기, 또는 치환 또는 비치환된 카바졸기일 수 있다.

[0221] 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서, R₆ 및 R₇은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 또는, R₆ 및 R₇ 각각은 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

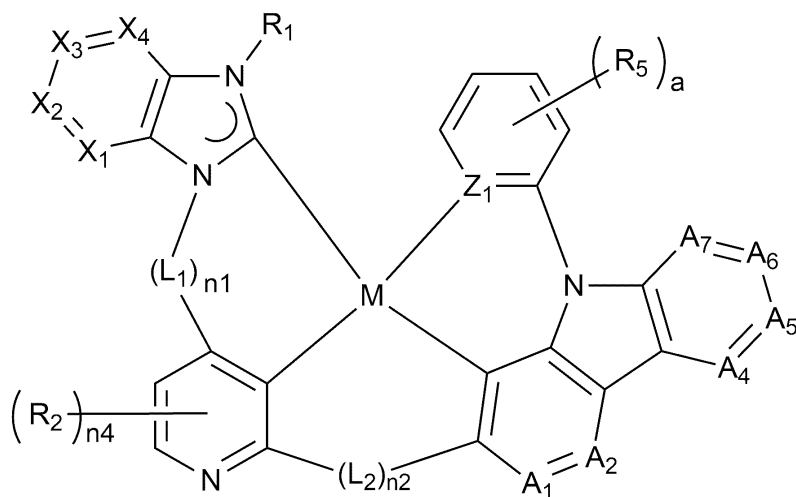
[0222] 화학식 6-1 에서, a는 0 이상 4 이하의 정수이다. 화학식 6-1에서, a가 0일 경우, 일 실시예의 유기 금속 화합

물은 R₅로 치환되지 않은 것일 수 있다. 화학식 6-1에서 a가 4이고, R₅가 모두 수소 원자인 경우, 화학식 6-1에서 a가 0인 경우와 동일할 수 있다. a가 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R₅는 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R₅ 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

[0223] 화학식 6-1 및 화학식 6-2에서, M, L₁ 내지 L₃, X₁ 내지 X₄, R₁, R₂, n₁ 내지 n₄, 및 A₁ 내지 A₃은 상기 화학식 1 및 화학식 2에서 설명한 내용과 동일한 내용이 적용될 수 있다.

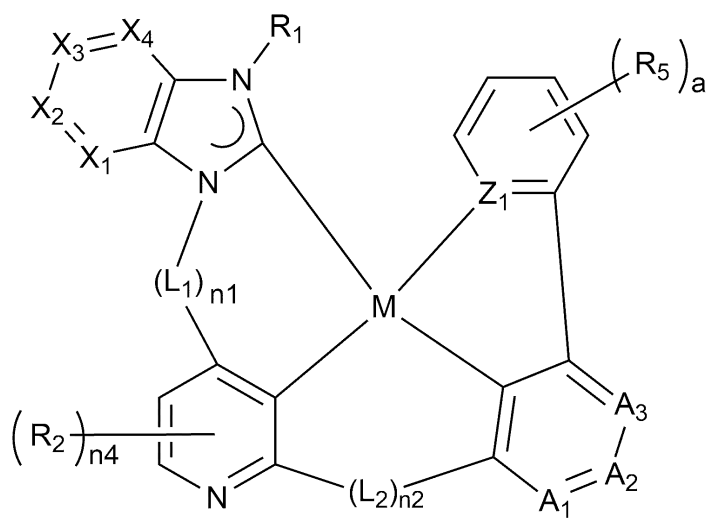
[0224] 일 실시예에서, 화학식 6-1로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 7-1 내지 화학식 7-6 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

[0225] [화학식 7-1]



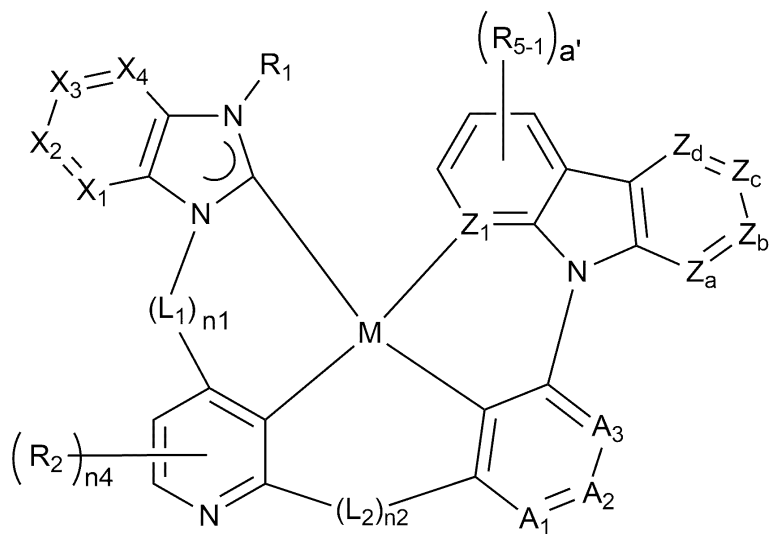
[0226]

[0227] [화학식 7-2]



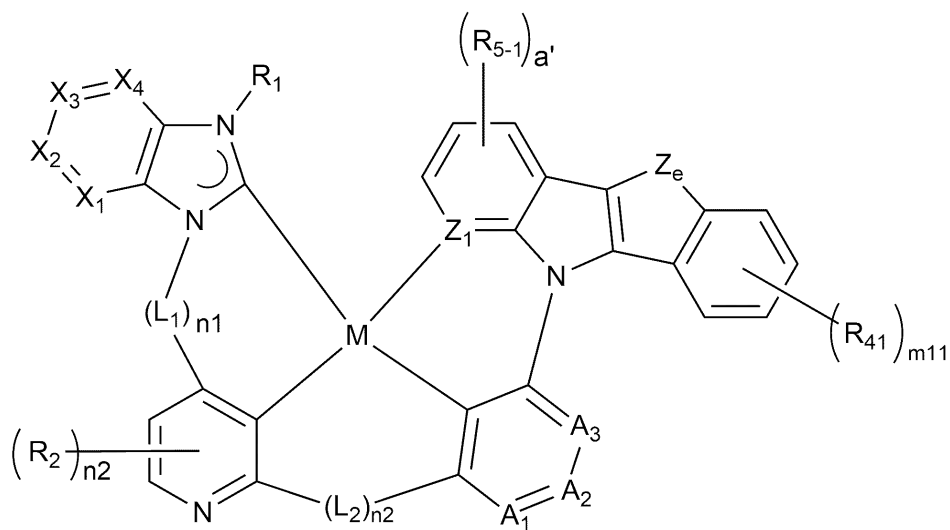
[0228]

[0229] [화학식 7-3]



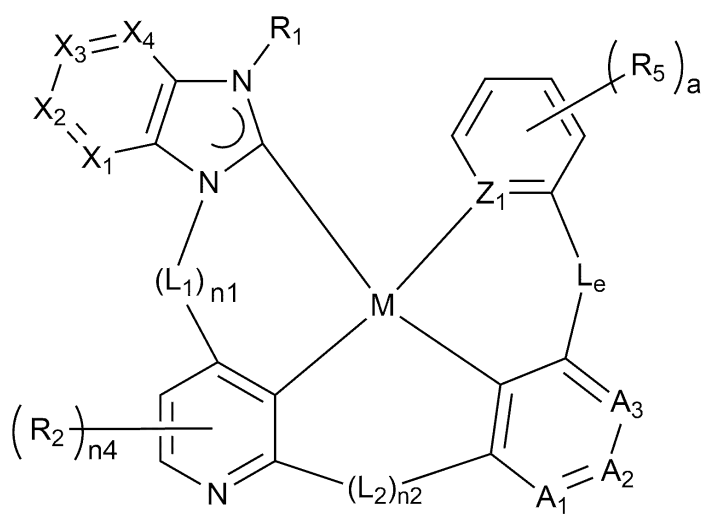
[0230]

[0231] [화학식 7-4]



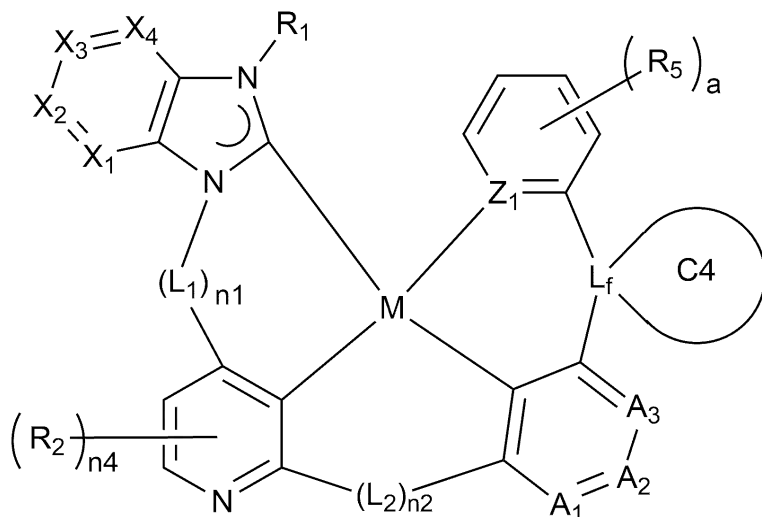
[0232]

[0233] [화학식 7-5]



[0234]

[0235] [화학식 7-6]



[0236]

[0237] 화학식 7-1 내지 화학식 7-6은 화학식 6-1에서 L_3 의 종류를 구체화한 것을 나타낸다.

[0238] 화학식 7-3에서, A_4 내지 A_7 , 및 Z_a 내지 Z_d 는 각각 독립적으로 N, 또는 CR_{12} 일 수 있다.

[0239] 화학식 7-4에서, Z_e 는 NR_{13} , 또는 O일 수 있다. 예를 들어, Z_e 는 O일 수 있다.

[0240] 화학식 7-5에서, L_e 는 *-O-* , *-S-* , 또는 *-N(R₄₄)-* 일 수 있다.

[0241] 화학식 7-6에서, L_f 는 C 또는 Si일 수 있다.

[0242] 화학식 7-3 내지 화학식 7-6에서, R_{5-1} , R_{41} 내지 R_{44} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 예를 들어, R_{5-1} , R_{41} 내지 R_{44} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기일 수 있다.

[0243] 화학식 7-6에서, 고리 C4는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하의 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로 고리일 수 있다.

[0244] 화학식 7-3 및 화학식 7-4에서, a' 는 0 이상 3 이하의 정수이다. 화학식 7-3 및 화학식 7-4에서, a' 가 0일 경우, 일 실시예의 유기 금속 화합물은 R_{5-1} 로 치환되지 않은 것일 수 있다. 화학식 7-3 및 화학식 7-4에서 a' 가 3이고, R_{5-1} 이 모두 수소 원자인 경우, 화학식 7-3 및 화학식 7-4에서, a' 가 0인 경우와 동일할 수 있다. a' 가 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R_{5-1} 은 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_{6-1} 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

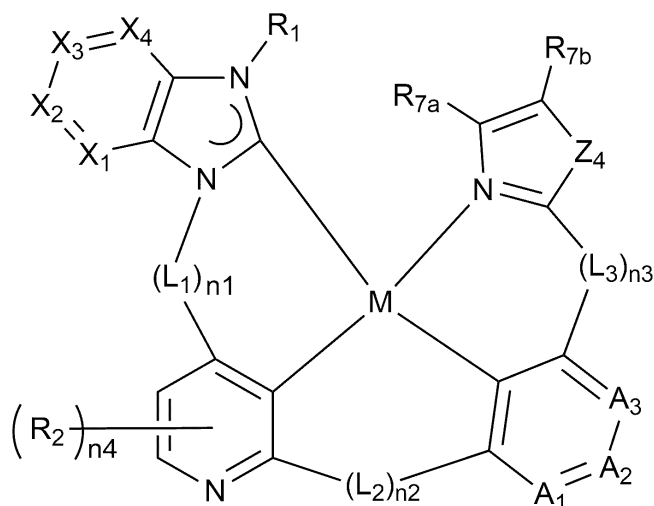
[0245] 화학식 7-4에서, m_{11} 은 0 이상 4 이하의 정수이다. 화학식 7-4에서, m_{11} 이 0일 경우, 일 실시예의 유기 금속 화합물은 R_{41} 로 치환되지 않은 것일 수 있다. 화학식 7-4에서 m_{11} 이 4이고, R_{41} 이 모두 수소 원자인 경우, 화학식 7-4에서 m_{11} 이 0인 경우와 동일할 수 있다. m_{11} 가 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R_{41} 은 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_{41} 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

[0246] 화학식 7-1 내지 화학식 7-6에서, M, L_1 , L_2 , X_1 내지 X_4 , Z_1 , R_1 , R_2 , n_1 , n_2 , n_4 , a , R_5 , 및 A_1 내지 A_3 는 상기 화학식 1, 화학식 2, 및 화학식 6-1에서 설명한 내용과 동일한 설명이 적용될 수 있다.

[0247] 일 실시예에서, 화학식 6-2로 표시되는 유기 금속 화합물은 하기 화학식 8-1 내지 화학식 8-6 중 어느 하나로 표시될 수 있다.

[0248]

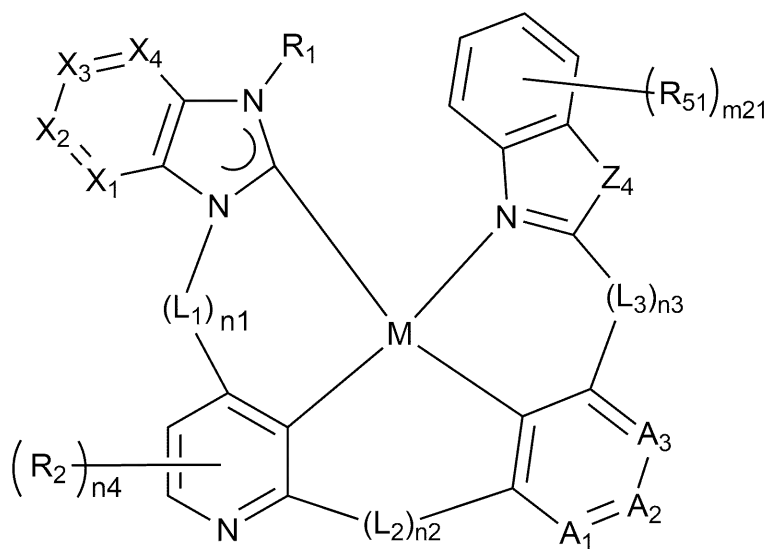
[화학식 8-1]



[0249]

[0250]

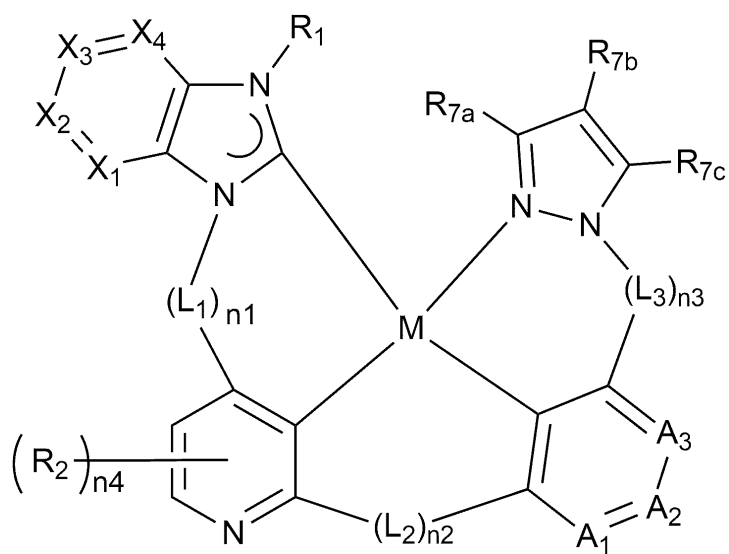
[화학식 8-2]



[0251]

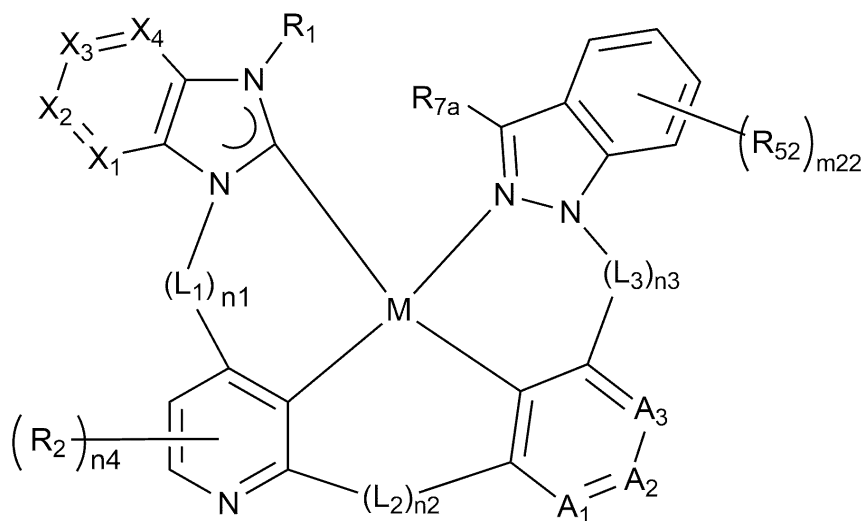
[0252]

[화학식 8-3]



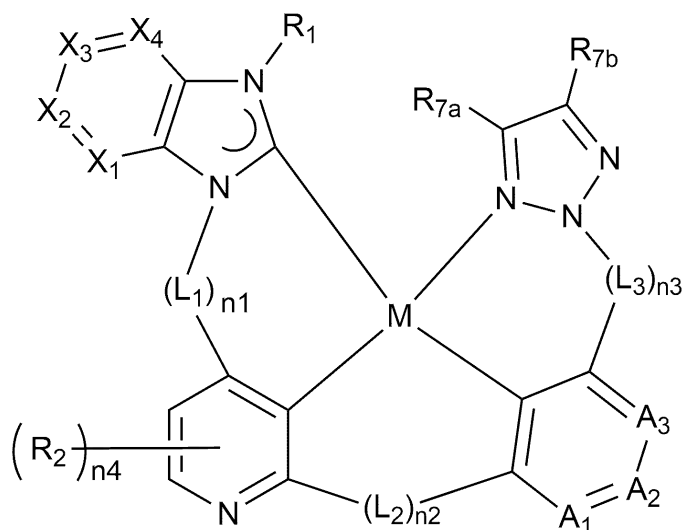
[0253]

[0254] [화학식 8-4]



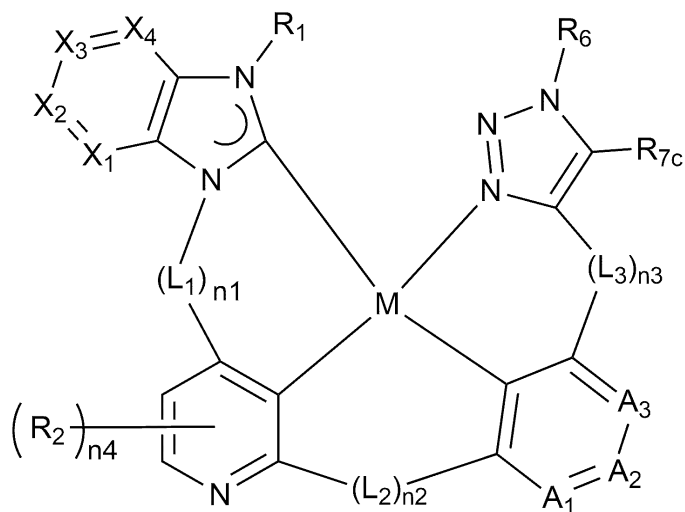
[0255]

[0256] [화학식 8-5]



[0257]

[0258] [화학식 8-6]



[0259]

[0260] 화학식 8-1 내지 화학식 8-6에서, R_{7a} 내지 R_{7c} , R_{51} , 및 R_{52} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30

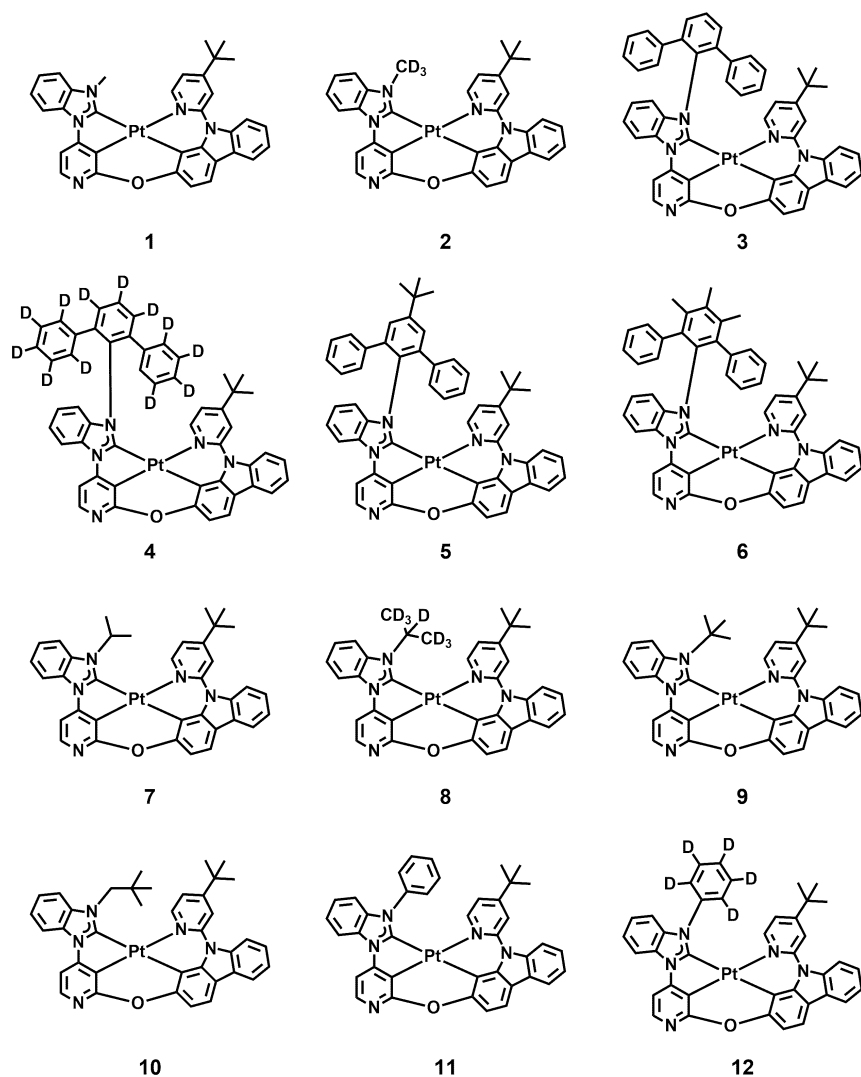
이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 예를 들어, R_{7a} 내지 R_{7c} , R_{51} , 및 R_{52} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 치환 또는 비치환된 메틸기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기일 수 있다.

[0261] 화학식 8-2 및 화학식 8-4에서, m_{21} 및 m_{22} 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다. m_{21} 및 m_{22} 각각이 0 일 경우, 일 실시예의 유기 금속 화합물은 R_{51} 및 R_{52} 각각으로 치환되지 않은 것을 의미할 수 있다. m_{21} 및 m_{22} 각각이 4이고, R_{51} 및 R_{52} 각각이 수소 원자인 경우, m_{21} 및 m_{22} 각각이 0인 경우와 동일할 수 있다. m_{21} 및 m_{22} 각각이 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R_{51} 및 R_{52} 각각은 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_{51} 및 R_{52} 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

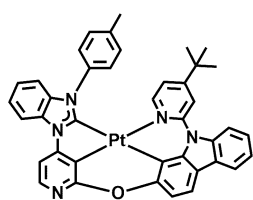
[0262] 화학식 8-1 내지 화학식 8-2에서, M, L_1 내지 L_3 , X_1 내지 X_4 , R_1 , R_2 , n_1 내지 n_4 , Z_4 , A_1 내지 A_3 , 및 R_6 은 상기 화학식 1, 화학식 2, 및 화학식 6-2에서 설명한 내용과 동일한 내용이 적용될 수 있다.

[0263] 일 실시예의 유기 금속 화합물은 하기 화합물군 1에 표시된 화합물들 중 어느 하나일 수 있다. 일 실시예의 발광 소자(ED)는 화합물군 1에 표시된 화합물들 중 적어도 하나의 유기 금속 화합물을 발광층(EML)에 포함할 수 있다.

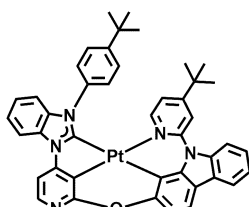
[0264] [화합물군 1]



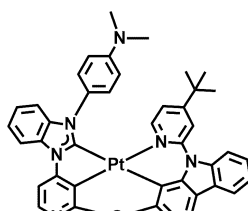
[0265]



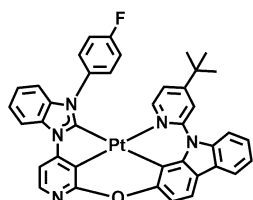
13



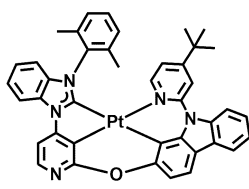
14



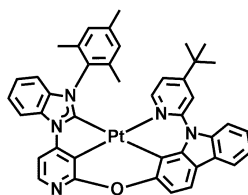
15



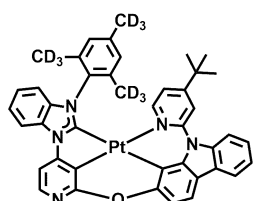
16



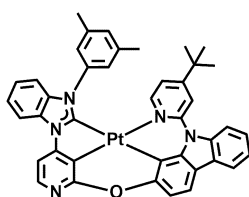
17



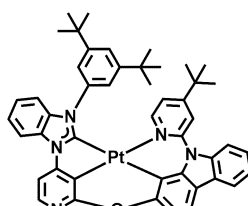
18



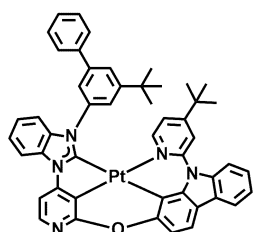
19



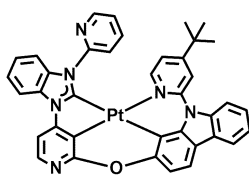
20



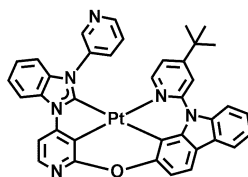
21



22

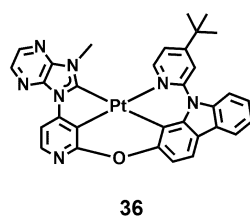
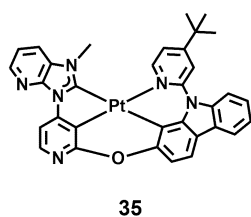
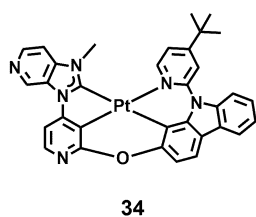
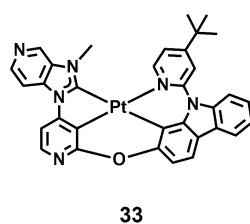
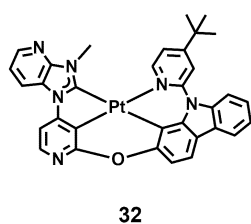
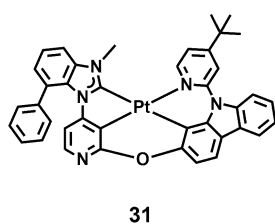
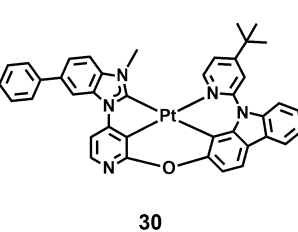
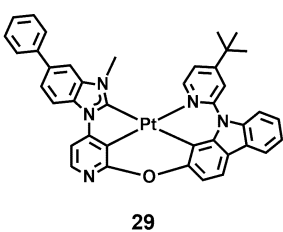
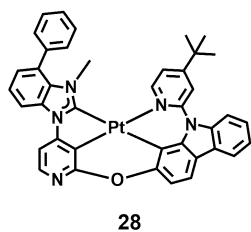
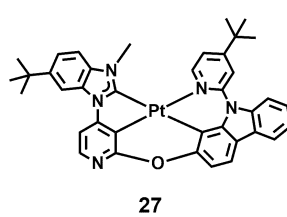
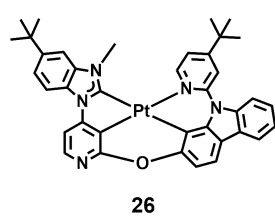
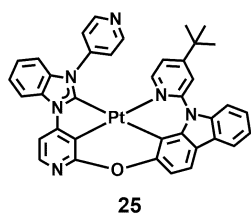


23

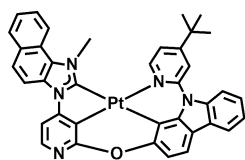


24

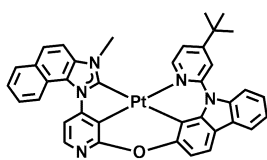
[0266]



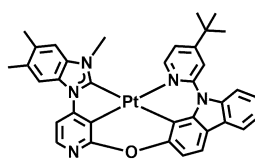
[0267]



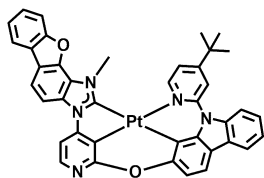
37



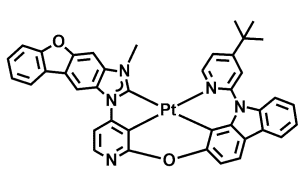
38



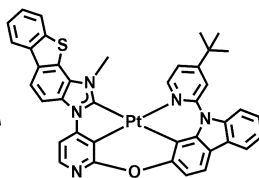
39



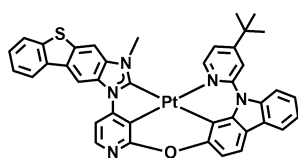
40



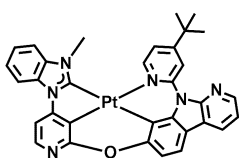
41



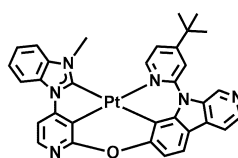
42



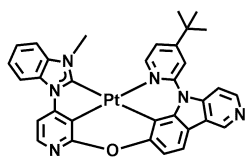
43



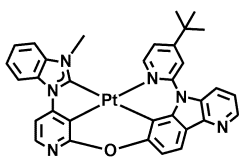
44



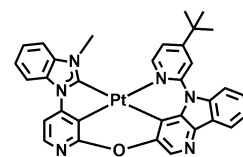
45



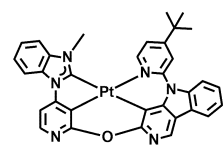
46



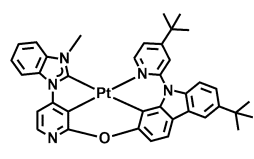
47



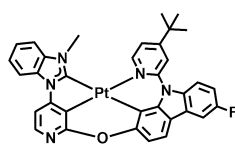
48



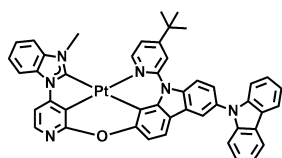
49



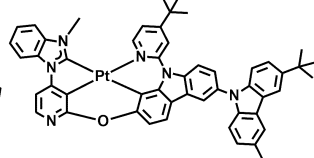
50



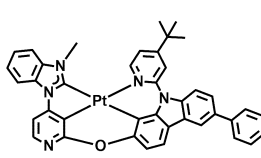
51



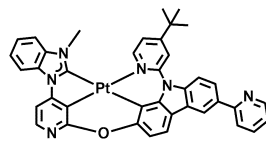
52



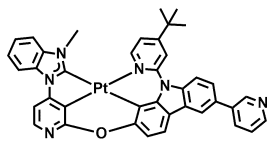
53



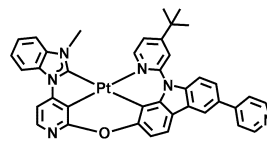
54



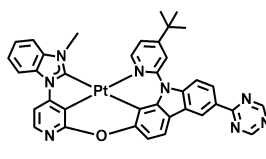
55



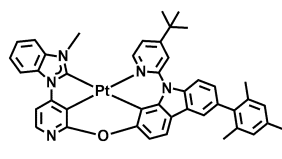
56



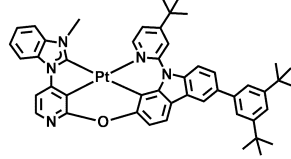
57



58



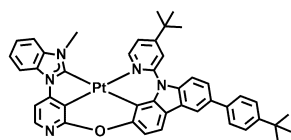
59



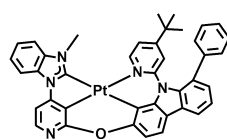
60

[0268]

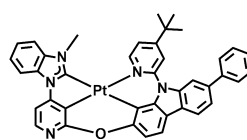
[0269]



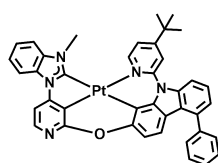
61



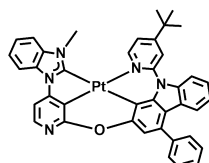
62



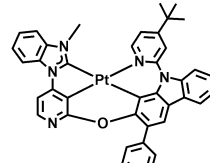
63



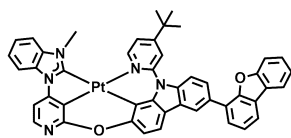
64



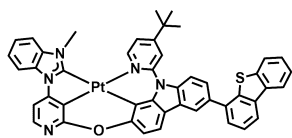
65



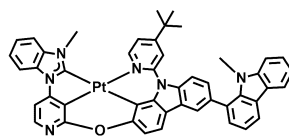
66



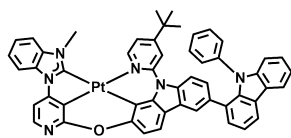
67



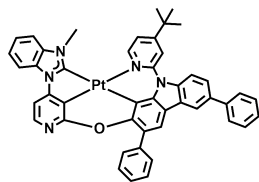
68



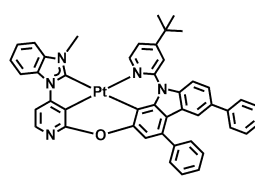
69



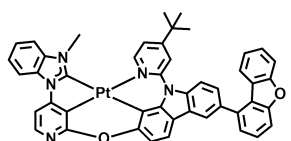
70



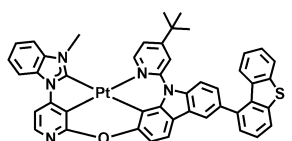
71



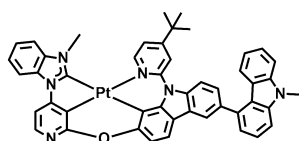
72



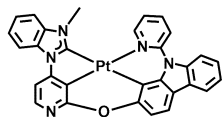
73



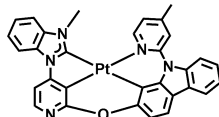
74



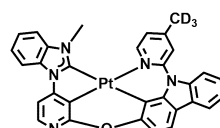
75



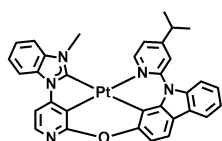
76



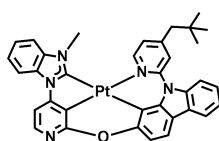
77



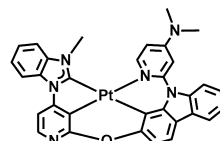
78



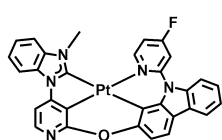
79



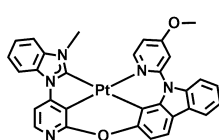
80



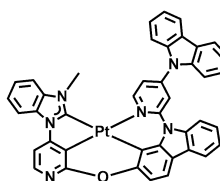
81



82



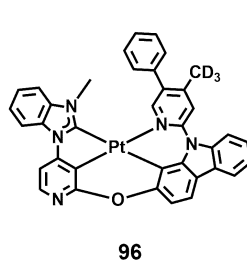
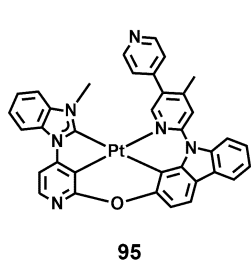
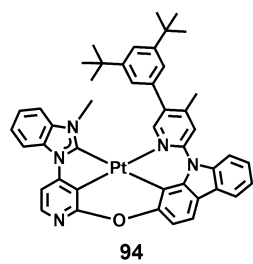
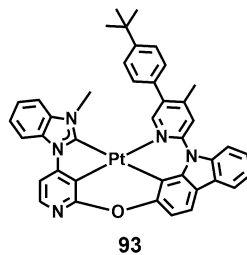
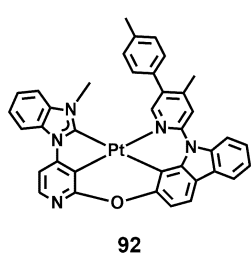
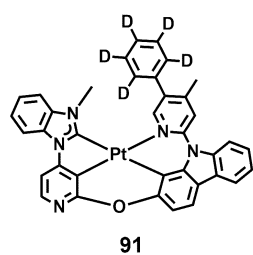
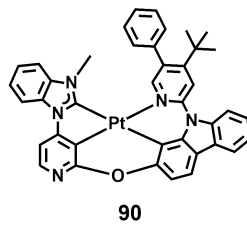
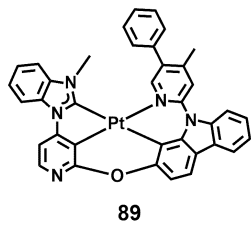
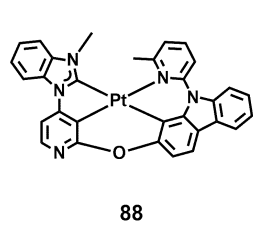
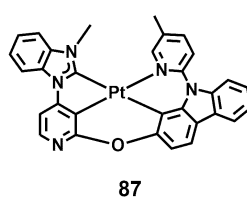
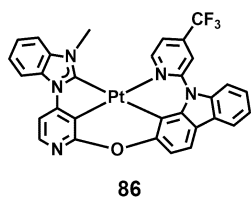
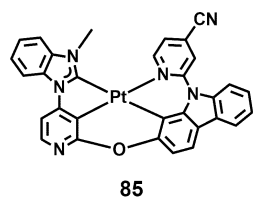
83



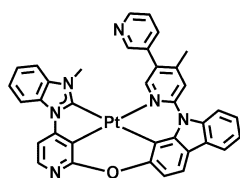
84

[0270]

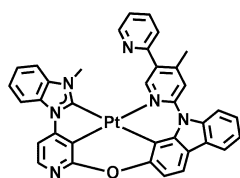
[0271]



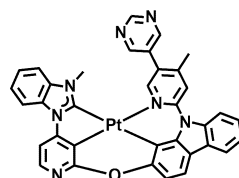
[0272]



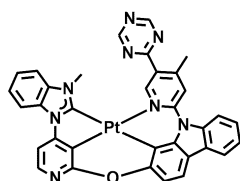
97



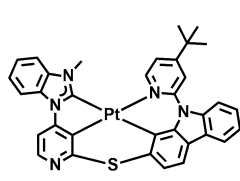
98



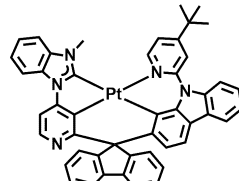
99



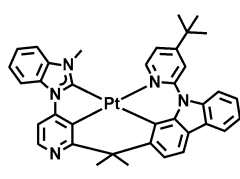
100



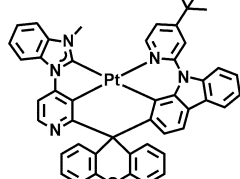
101



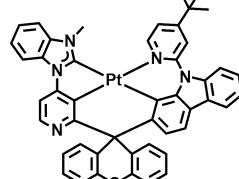
102



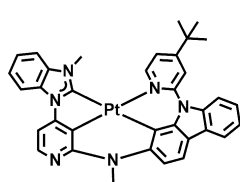
103



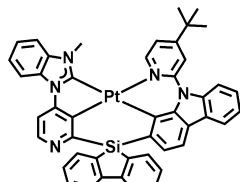
104



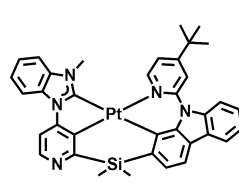
105



106

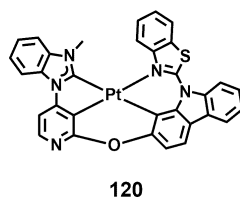
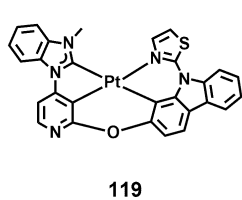
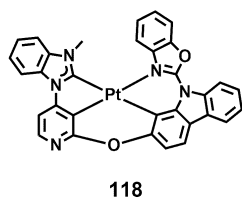
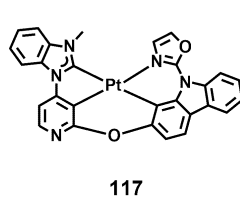
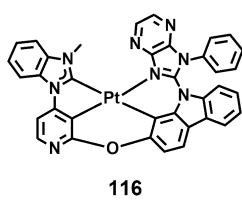
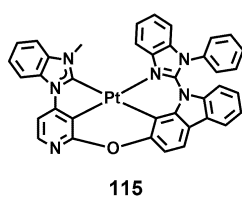
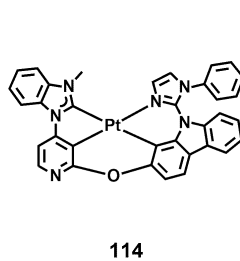
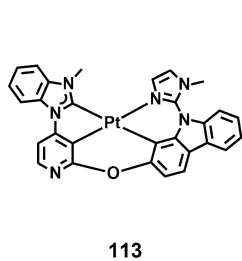
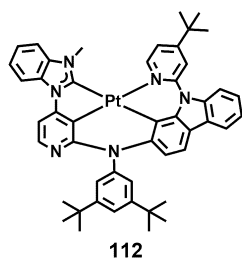
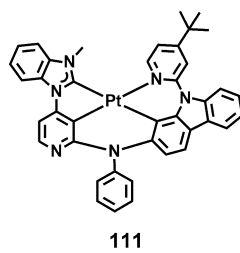
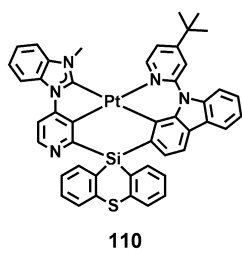
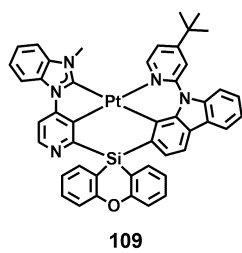


107

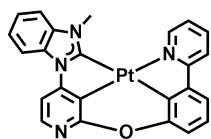


108

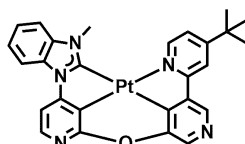
[0273]



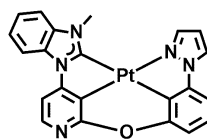
[0274]



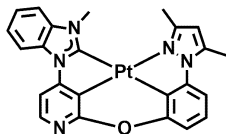
121



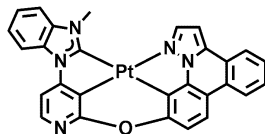
122



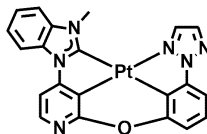
123



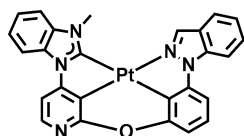
124



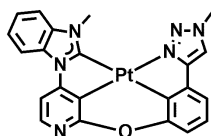
125



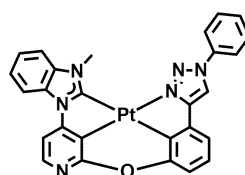
126



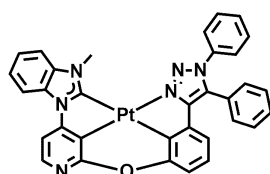
127



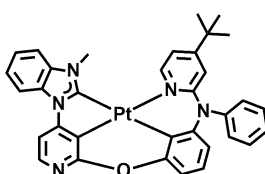
128



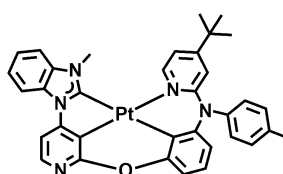
129



130

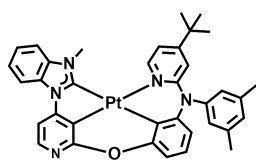


131

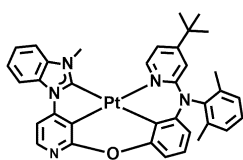


132

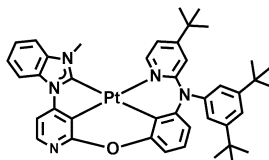
[0275]



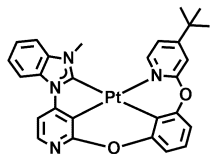
133



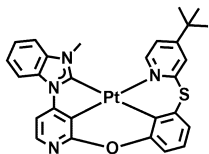
134



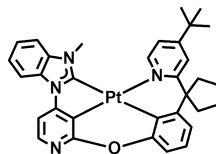
135



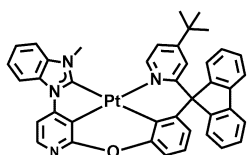
136



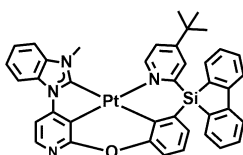
137



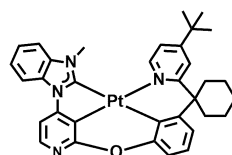
138



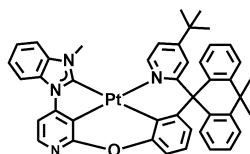
139



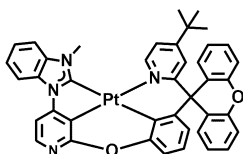
140



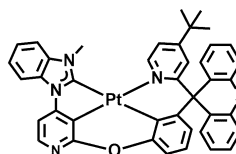
141



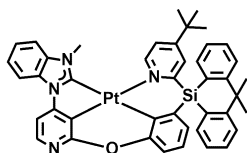
142



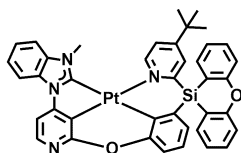
143



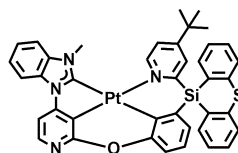
144



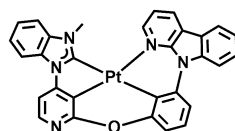
145



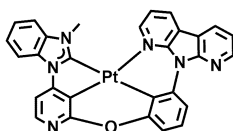
146



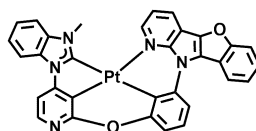
147



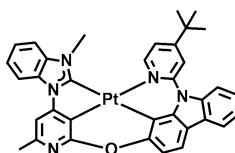
148



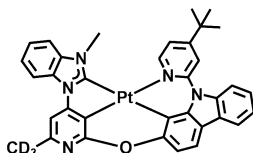
149



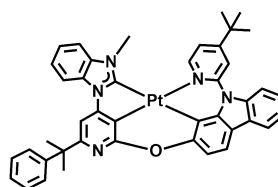
150



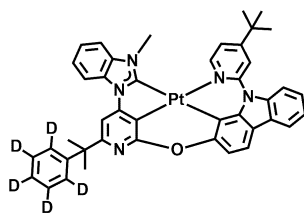
151



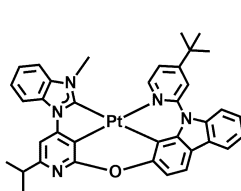
152



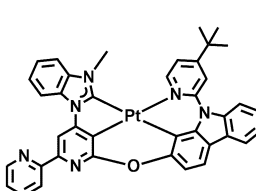
153



154



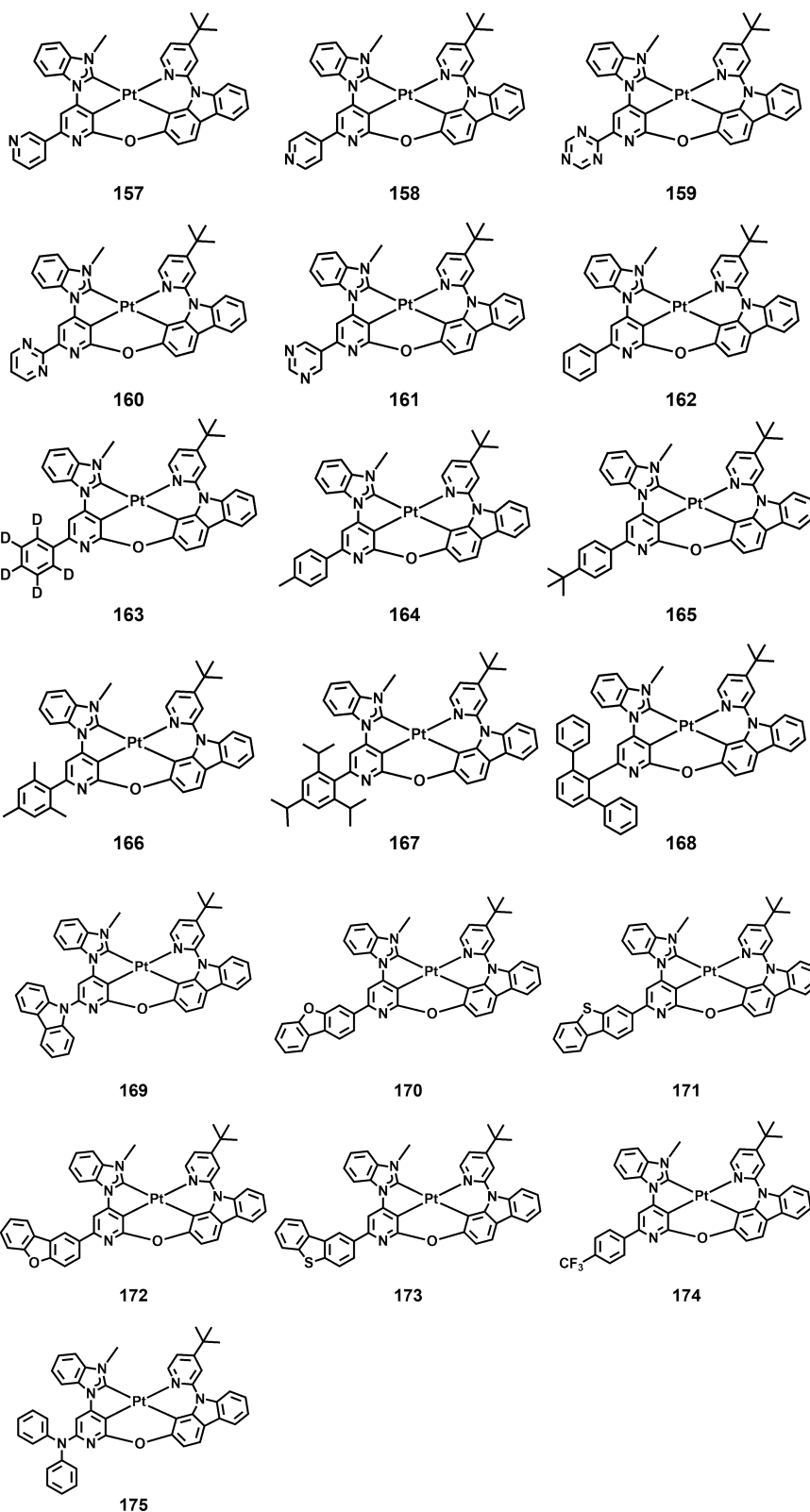
155



156

[0276]

[0277]



[0278]

[0279]

[0280]

[0281]

화합물군 1에서 제시된 구체에 화합물들에서, "D"는 중수소 원자에 해당한다.

화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 중심 금속 원자, 및 중심 금속 원자에 결합된 리간드를 포함한다. 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 제1 내지 제4 리간드가 서로 선택적으로 연결된 네 자리 리간드를 포함한다. 제1 리간드는 질소 원자를 고리 형성 원자로 포함하는 6원 헤테로 고리일 수 있다. 구체적으로, 제1 리간드는 피리딘 모이어티 또는 피리미딘 모이어티를 포함할 수 있다. 제2 리간드는 N-헤테로 고리 카벤지로, 제1 리간드와 연결기를 통해 결합될 수 있다. 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 유기 금속 화합물은 제1 리간드 및 제2 리간드를 포함하고, 특히, 제1 리간드를 특정 위치에 포함함으로써, 높은 색순도를 갖는 진한 청색의 발광

색을 제공할 수 있다. 제1 리간드는 질소 원자를 기준으로 메타(meta) 위치의 탄소에서 중심 금속 원자와 연결됨으로써, 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 깊은 HOMO 에너지 레벨을 가질 수 있다. 따라서, 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물은 높은 삼중항 에너지 레벨을 가질 수 있으므로, 고색순도의 진한 청색의 발광색을 제공할 수 있다.

[0282] 또한, 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물은 깊은 HOMO 에너지 레벨을 가져 정공 트랩(hole trap) 현상을 방지할 수 있으므로 발광 효율이 증가하고, 소자 수명 특성이 개선될 수 있다. 발광층(EML) 내의 호스트와 도펀트 간의 HOMO 에너지 레벨 차이가 클 경우, 캐리어가 호스트의 HOMO를 거치지 않고 직접적으로 도펀트의 HOMO로 이동하여 여기자를 형성하는 트랩(trap) 현상이 증가될 수 있다. 이러한 트랩 현상은 캐리어 수송 능력을 감소시키고, 발광 소자(ED)의 구동 전압을 증가시켜 발광 효율 저하 및 소자 수명 저하의 주 요인이 될 수 있다.

[0283] 일 실시예의 유기 금속 화합물은 깊은 HOMO 에너지 레벨을 나타낼 수 있어 발광층(EML)으로 주입된 정공에 대하여 트랩 사이트로 작용하지 않을 수 있다. 이에 따라, 발광층(EML)에서 도펀트에 의한 정공의 트랩 현상이 감소되어 캐리어 수송 능력이 증가될 수 있다. 이에 따라, 일 실시예의 유기 금속 화합물을 발광 소자(EM)의 발광층 도펀트 물질로 사용하는 경우, 저구동 전압, 고효율, 및 장수명 특성을 나타내는 발광 소자(ED)의 구현이 가능할 수 있다.

[0284] 일 실시예에서, 발광층(EML)은 호스트 및 도펀트를 포함하며 상술한 유기 금속 화합물을 도펀트로 포함할 수 있다. 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 유기 금속 화합물은 발광층의 도펀트 재료일 수 있다.

[0285] 일 실시예의 유기 금속 화합물은 청색 광을 발광하는 인광 발광용 도펀트일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예의 발광 소자(ED)에서 발광층(EML)은 인광 발광용 호스트 및 인광 발광용 도펀트를 포함할 수 있고, 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 인광 발광용 도펀트로 포함할 수 있다. 또는, 일 실시예의 발광 소자(ED)에서 발광층(EML)은 형광 발광용 호스트 및 형광 발광용 도펀트를 포함할 수 있고, 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 형광 발광용 호스트로 포함할 수 있다.

[0286] 일 실시예의 발광 소자(ED)에서 발광층(EML)은 지연 형광 발광용 호스트 및 지연 형광 발광용 도펀트를 포함할 수 있고, 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 지연 형광 발광용 도펀트로 포함할 수 있다. 일 실시예의 발광 소자(ED)에서 발광층(EML)은 청색 열 활성화 지연 형광(Thermally Activated Delayed Fluorescence, TADF) 발광용 호스트 및 청색 열 활성화 지연 형광 발광용 도펀트를 포함할 수 있고, 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 청색 열 활성화 지연 형광 발광용 호스트로 포함할 수 있다. 발광층(EML)은 상술한 화합물군 1에 표시된 유기 금속 화합물들 중 적어도 하나를 발광층(EML)의 도펀트 재료로 포함할 수 있다.

[0287] 일 실시예의 발광 소자(ED)에서, 호스트는 발광 소자(ED) 내에서 광을 방출하지 않고, 도펀트로 에너지를 전달하는 역할을 하는 것일 수 있다. 발광층(EML)은 1종 이상의 호스트를 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 발광층(EML)은 2종의 서로 다른 호스트를 포함하는 것일 수 있다. 다만 이에 제한되는 것은 아니며, 발광층(EML)은 1종의 호스트를 포함하는 것이거나, 2종 이상의 서로 상이한 호스트의 혼합물을 포함하는 것일 수도 있다.

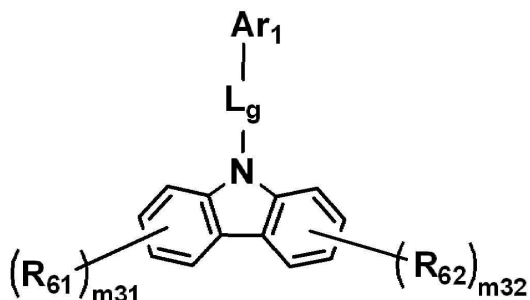
[0288] 일 실시예에서, 발광층(EML)은 두 개의 서로 상이한 호스트를 포함할 수 있다. 호스트는 하기 화학식 HT-1로 표시되는 제1 호스트, 및 제1 호스트와 상이하고, 하기 화학식 ET-1 또는 화학식 ET-2로 표시되는 제2 호스트를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 호스트는 정공 수송성 호스트일 수 있고, 제2 호스트는 전자 수송성 호스트일 수 있다. 일 실시예에서, 발광층(EML)은 제1 호스트 및 제2 호스트를 포함하고, 제1 호스트와 제2 호스트는 엑시플렉스(exiplex)를 형성할 수 있다.

[0289] 일 실시예의 발광 소자(ED)에서, 발광층에서는 정공 수송성 호스트와 전자 수송성 호스트에 의하여 엑시플렉스가 형성될 수 있다. 이때, 정공 수송성 호스트와 전자 수송성 호스트에 의하여 형성된 엑시플렉스의 삼중항 에너지는 전자 수송성 호스트의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 에너지 준위와 정공 수송성 호스트의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 에너지 준위의 차이에 해당할 수 있다.

[0290] 예를 들어, 정공 수송성 호스트와 전자 수송성 호스트에 의하여 형성된 엑시플렉스의 삼중항 에너지 준위(T1)의 절대값은 2.4 eV 이상 3.0 eV 이하일 수 있다. 또한, 엑시플렉스의 삼중항 에너지는 각 호스트 물질의 에너지 갭보다 작은 값일 수 있다. 엑시플렉스는 정공 수송성 호스트와 전자 수송성 호스트의 에너지 갭인 3.0 eV 이하의 삼중항 에너지를 가질 수 있다.

[0291] 일 실시예에 따른 발광층(EML)은 카바줄기 유도체 모이어티를 포함하는 제1 호스트를 포함할 수 있다. 제1 호스트는 하기 화학식 HT-1로 표시되는 것일 수 있다.

[0292] [화학식 HT-1]



[0293]

[0294] 화학식 HT-1에서, L_g 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로 아틸렌기일 수 있다. 또한, Ar_1 은 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸기일 수 있다.

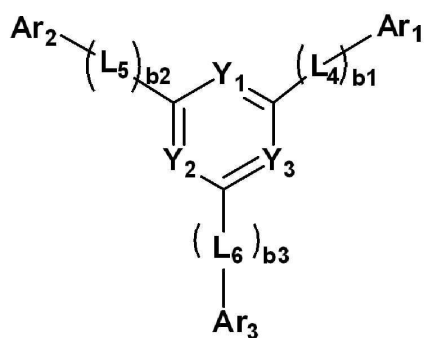
[0295] 화학식 HT-1에서, R_{61} 및 R_{62} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸기일 수 있다. 예를 들어, R_{61} 및 R_{62} 는 각각 독립적으로 수소 원자 또는 중수소 원자일 수 있다.

[0296] 화학식 HT-1에서, m_{31} 및 m_{32} 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다. m_{31} 및 m_{32} 각각이 0일 경우, 일 실시예의 제1 호스트는 R_{61} 및 R_{62} 각각으로 치환되지 않은 것일 수 있다. 화학식 HT-1에서 m_{31} 및 m_{32} 각각이 4 이고, R_{61} 및 R_{62} 각각이 모두 수소 원자인 경우, 화학식 HT-1에서 m_{31} 및 m_{32} 각각이 0일 경우와 동일할 수 있다. m_{31} 및 m_{32} 각각이 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R_{61} 및 R_{62} 각각은 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_{61} 및 R_{62} 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다. 예를 들어, 화학식 HT-1에서 m_{31} 및 m_{32} 이 0일 수 있다. 이 경우 화학식 HT-1의 카바졸기는 비치환된 것에 해당한다.

[0297] 화학식 HT-1에서, L_g 는 직접 결합, 페닐렌기, 2가의 비페닐기, 2가의 카바졸기 등일 수 있으나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, Ar_1 은 치환 또는 비치환된 카바졸기, 치환 또는 비치환된 디벤조퓨란기, 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 치환 또는 비치환된 터페닐기 등일 수 있으나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0298] 일 실시예에 따른 발광층(EML)은 상기 제1 호스트와 상이한 제2 호스트를 포함할 수 있다. 제2 호스트는 하기 화학식 ET-1 또는 화학식 ET-2로 표시되는 것일 수 있다.

[0299] [화학식 ET-1]



[0300]

[0301] 화학식 ET-1에서, Y_1 내지 Y_3 는 각각 독립적으로 N, 또는 CR_a 일 수 있다. 일 실시예에서, Y_1 내지 Y_3 중 적어도 하나는 N일 수 있다. 예를 들어, Y_1 내지 Y_3 중 하나 또는 두 개가 N이고, 나머지는 CR_a 일 수 있다. 또는, Y_1 내지 Y_3 모두가 N일 수 있다.

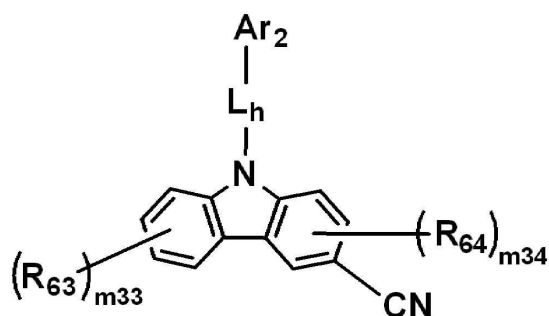
[0302] 화학식 ET-1에서, R_a 는 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 60 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 60 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0303] 화학식 ET-1에서, b_1 내지 b_3 은 각각 독립적으로 0 이상 10 이하의 정수이다.

[0304] 화학식 ET-1에서, L_4 내지 L_6 은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기일 수 있다.

[0305] 화학식 ET-1에서, Ar_1 내지 Ar_3 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0306] [화학식 ET-2]



[0307]

[0308] 화학식 ET-2에서, L_h 는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기일 수 있다.

[0309] 화학식 ET-2에서, Ar_2 는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0310] 화학식 ET-2에서, R_{63} 및 R_{64} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0311] 화학식 ET-2에서, m_{33} 는 0 이상 4 이하의 정수이고, m_{34} 는 0 이상 3 이하의 정수이다.

[0312] m_{33} 이 0일 경우, 화학식 ET-2로 표시되는 제2 호스트는 R_{63} 으로 치환되지 않은 것일 수 있다. 화학식 ET-2에서, m_{33} 이 4이고, R_{63} 이 모두 수소 원자인 경우, 화학식 ET-2에서, m_{33} 이 0일 경우와 동일할 수 있다. m_{33} 이 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R_{63} 은 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_{63} 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

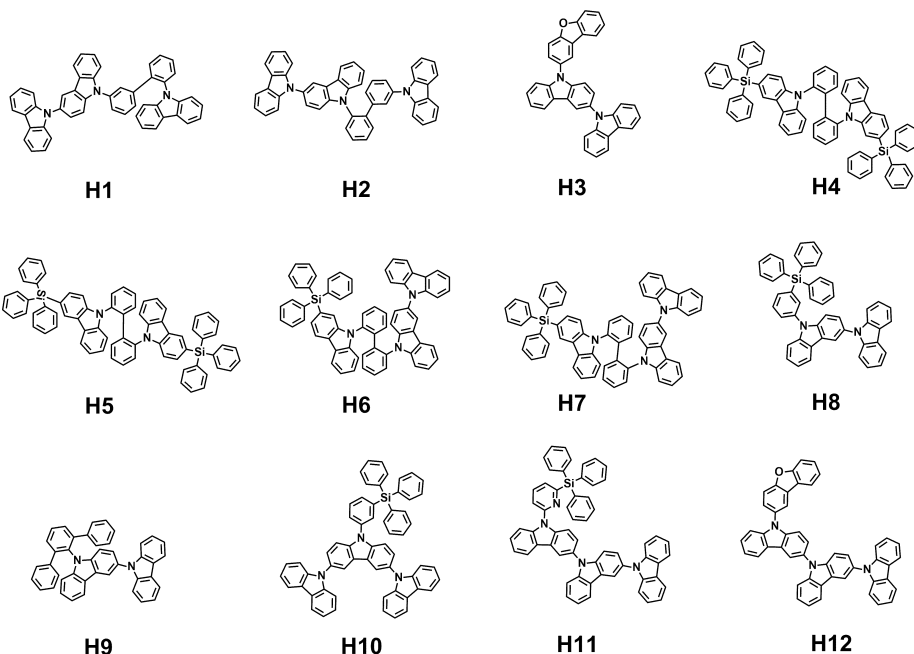
[0313] m_{34} 가 0일 경우, 화학식 ET-2로 표시되는 제2 호스트는 R_{64} 로 치환되지 않은 것일 수 있다. 화학식 ET-2에서, m_{34} 가 3이고, R_{64} 가 모두 수소 원자인 경우, 화학식 ET-2에서, m_{34} 가 0일 경우와 동일할 수 있다. m_{34} 이 2 이상의 정수일 경우, 복수로 제공되는 R_{64} 은 모두 동일한 것이거나, 또는 복수의 R_{64} 중 적어도 하나는 상이한 것일 수 있다.

[0314] 일 실시예의 발광 소자(ED)의 발광층(EML)이 화학식 HT-1로 표시되는 제1 호스트, 및 화학식 ET-1 또는 화학식 ET-2로 표시되는 제2 호스트를 발광층(EML)에 동시에 포함하는 경우 우수한 발광 효율 및 장수명 특성을 나타낼 수 있다.

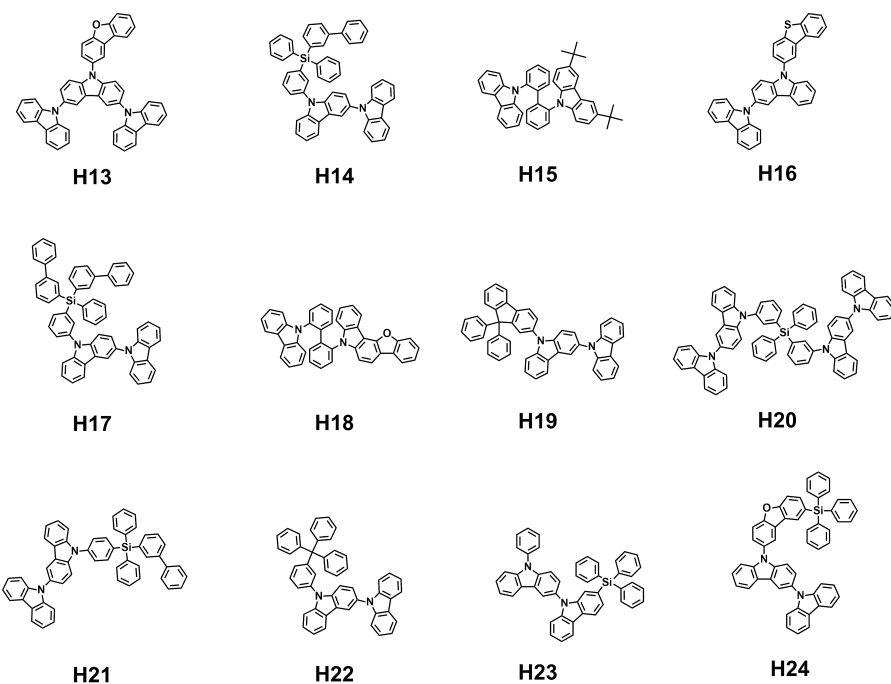
[0315] 일 실시예에서, 화학식 HT-1로 표시되는 제1 호스트는 하기 화합물군 2에 표시된 화합물들 중 어느 하나로 표시될 수 있다. 발광층(EML)이 제1 호스트 물질로 하기 화합물군 2에 표시된 화합물들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0316]

[화합물군 2]



[0317]



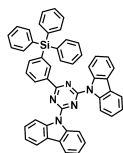
[0318]

[0319]

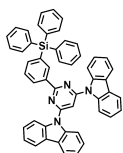
일 실시예에서, 화학식 ET-1 또는 화학식 ET-2로 표시되는 제2 호스트는 하기 화합물군 3에 표시된 화합물들 중 어느 하나로 표시될 수 있다. 발광층(EML)이 제2 호스트 물질로 하기 화합물군 3에 표시된 화합물들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0320]

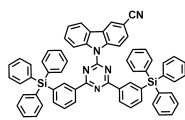
[화합물군 3]



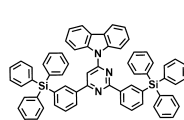
E1



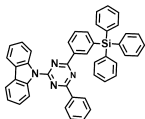
E2



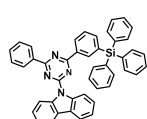
E3



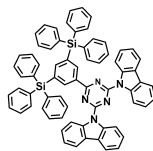
E4



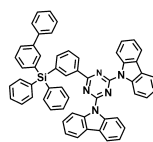
E5



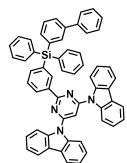
E6



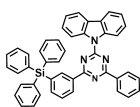
E7



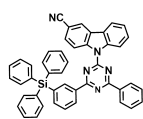
E8



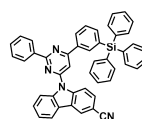
E9



E10

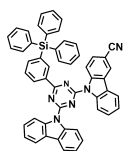


E11

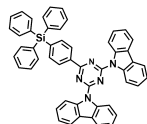


E12

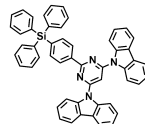
[0321]



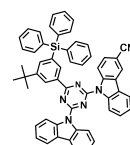
E13



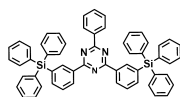
E14



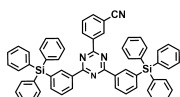
E15



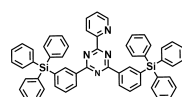
E16



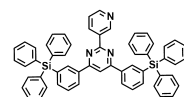
E17



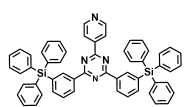
E18



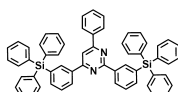
E19



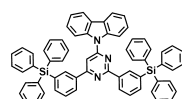
E20



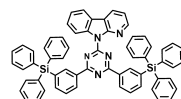
E21



E22

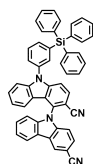


E23

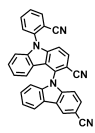


E24

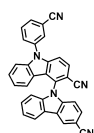
[0322]



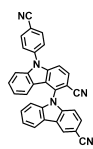
E25



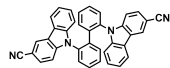
E26



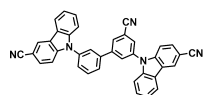
E27



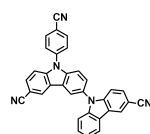
E28



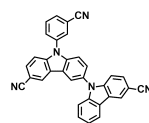
E29



E30



E31



E32

[0323]

[0324] 일 실시예의 발광 소자(ED)에서 발광층(EML)이 상술한 제1 호스트, 제2 호스트, 및 도펀트를 모두 포함하는 경우, 제1 호스트, 제2 호스트, 및 도펀트의 전체 중량을 기준으로, 도펀트의 함량은 3wt% 이상 50wt% 이하일 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니다. 도펀트의 함량이 전술한 비율을 만족하는 경우, 제1 호스트 및 제2 호스트로부터 도펀트로의 에너지 전이가 증대될 수 있으며, 이에 따라 발광 효율 및 소자 수명이 상승할 수 있다.

[0325] 발광층(EML)에서 제1 호스트 및 제2 호스트의 함량은 전술한 도펀트의 중량을 제외한 나머질 수 있다. 예를 들어, 발광층(EML)에서 제1 호스트 및 제2 호스트의 함량은, 제1 호스트 및 제2 호스트, 및 도펀트 전체 중량을 기준으로 50wt% 이상 99wt% 이하일 수 있다.

[0326] 제1 호스트 및 제2 호스트 전체 중량에 있어서 제1 호스트 및 제2 호스트의 중량비는 약 2:8 내지 8:2사이의 비율일 수 있다.

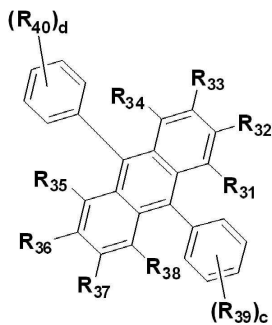
[0327] 제1 호스트 및 제2 호스트의 함량이 상술한 비율을 만족하는 경우, 발광층(EML) 내의 전하 밸런스 특성이 향상되므로, 발광 효율 및 소자 수명이 상승할 수 있다. 제1 호스트 및 제2 호스트의 함량이 상술한 비율 범위를 벗어나는 경우, 발광층(EML) 내의 전하 밸런스가 깨져 발광 효율이 저하되고, 소자가 쉽게 열화될 수 있다.

[0328] 발광층(EML)에 포함된 제1 호스트 및 제2 호스트, 및 도펀트가 상술한 함량 비율의 범위를 만족하는 경우, 우수한 발광 효율 및 장수명을 달성할 수 있다.

[0329] 일 실시예의 발광 소자(ED)에서 발광층(EML)은 안트라센 유도체, 피렌 유도체, 플루오란텐 유도체, 크리센 유도체, 디하이드로벤조안트라센 유도체, 또는 트리페닐렌 유도체를 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 발광층(EML)은 안트라센 유도체 또는 피렌 유도체를 포함하는 것일 수 있다.

[0330] 도 3 내지 도 6에 도시된 일 실시예의 발광 소자(ED)에서 발광층(EML)은 상술한 호스트 및 도펀트 이외에 공지의 호스트 및 도펀트를 더 포함할 수 있고, 예를 들어, 발광층(EML)은 하기 화학식 E-1로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다. 하기 화학식 E-1로 표시되는 화합물은 형광 호스트재료로 사용될 수 있다.

[0331] [화학식 E-1]

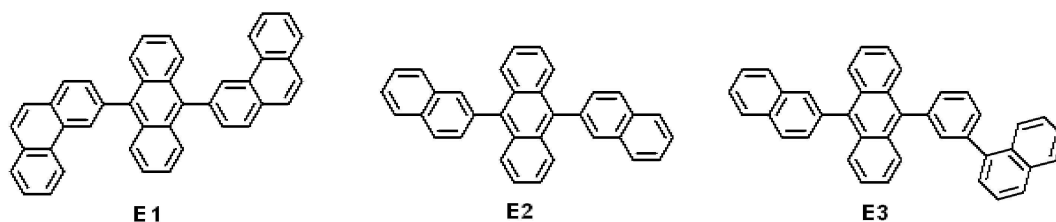


[0332]

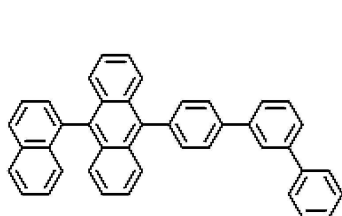
[0333] 화학식 E-1에서, R₃₁ 내지 R₄₀은 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 실릴기, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 10 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 10 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 인접하는 기와 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다. 한편, R₃₁ 내지 R₄₀은 인접하는 기와 서로 결합하여 포화탄화수소 고리, 불포화탄화수소 고리, 포화헤테로 고리 또는 불포화헤테로 고리를 형성할 수 있다.

[0334] 화학식 E-1에서 c 및 d는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수일 수 있다.

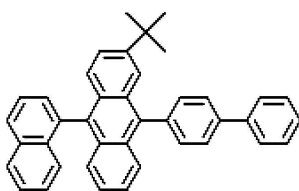
[0335] 화학식 E-1은 하기 화합물 E1 내지 화합물 E19 중 어느 하나로 표시되는 것일 수 있다.



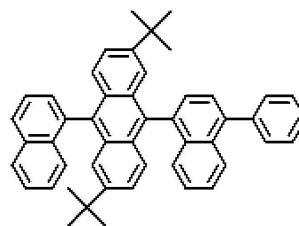
[0336]



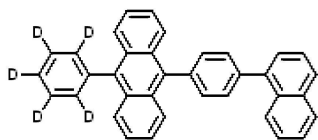
E4



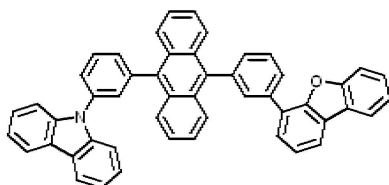
E5



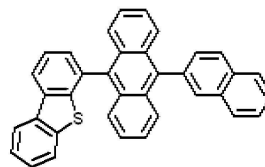
E6



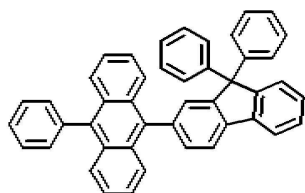
E7



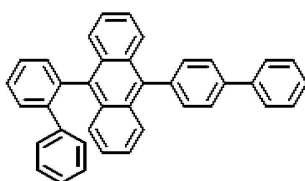
E8



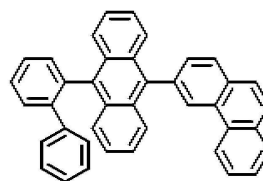
E9



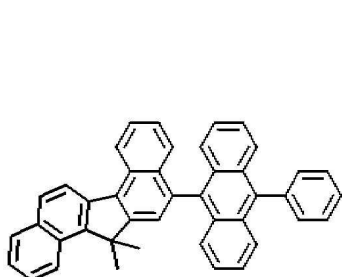
E10



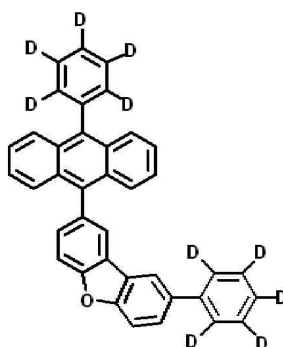
E11



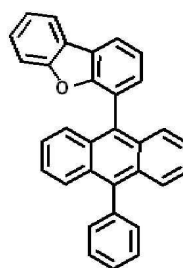
E12



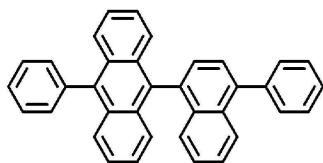
E16



E17



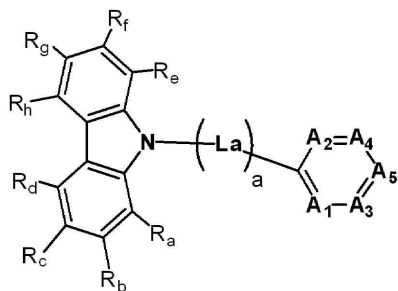
E18



E19

일 실시예에서 발광층(EML)은 하기 화학식 E-2a 또는 화학식 E-2b로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다. 하기 화학식 E-2a 또는 화학식 E-2b로 표시되는 화합물은 인광 호스트재료로 사용될 수 있다.

[0342] [화학식 E-2a]



[0343]

[0344] 화학식 E-2a에서, a는 0 이상 10 이하의 정수이고 L_a는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸렌기일 수 있다. 한편, a가 2 이상의 정수인 경우 복수 개의 L_a는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸렌기일 수 있다.

[0345]

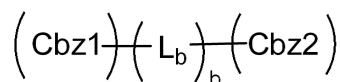
또한, 화학식 E-2a에서 A₁ 내지 A₅는 각각 독립적으로 N 또는 CR_i일 수 있다. R_a 내지 R_i는 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸기이거나, 또는 인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다. R_a 내지 R_i는 인접하는 기와 서로 결합하여 탄화수소 고리 또는 N, O, S 등을 고리 형성 원자로 포함하는 헤테로 고리를 형성할 수 있다.

[0346]

한편, 화학식 E-2a에서 A₁ 내지 A₅ 중 선택되는 두 개 또는 세 개는 N이고 나머지는 CR_i일 수 있다.

[0347]

[화학식 E-2b]



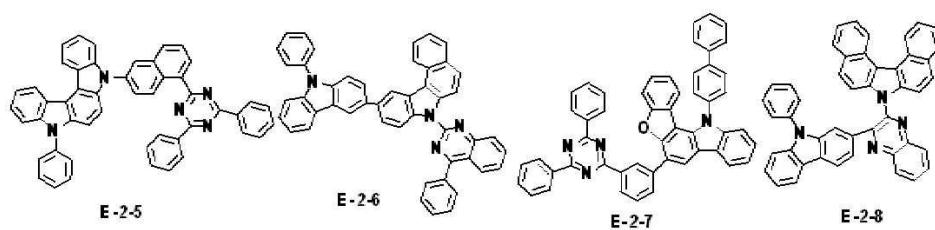
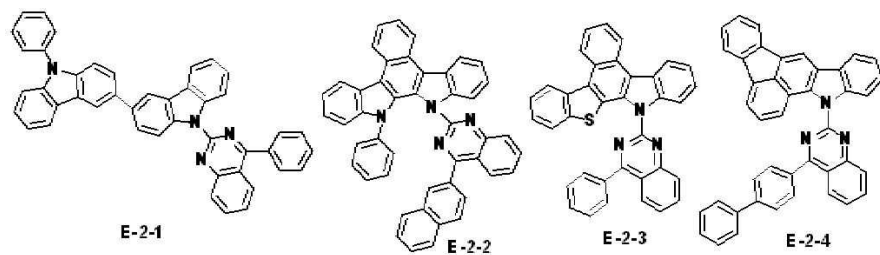
[0348]

[0349] 화학식 E-2b에서 Cbz1 및 Cbz2는 각각 독립적으로 비치환된 카바졸기, 또는 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸기로 치환된 카바졸기일 수 있다. L_b는 직접 결합, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸렌기일 수 있다. b는 0 이상 10 이하의 정수이고, b가 2 이상의 정수인 경우 복수 개의 L_b는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아틸렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아틸렌기일 수 있다.

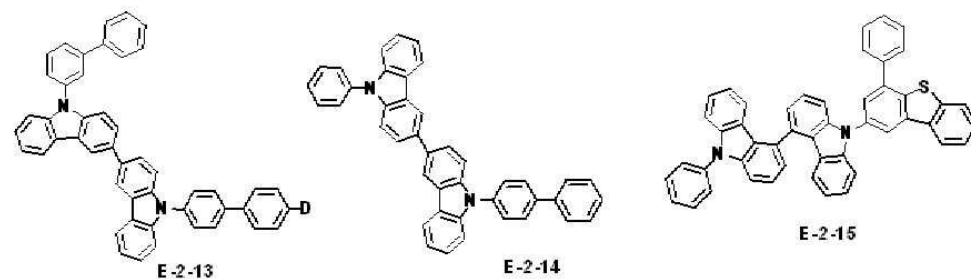
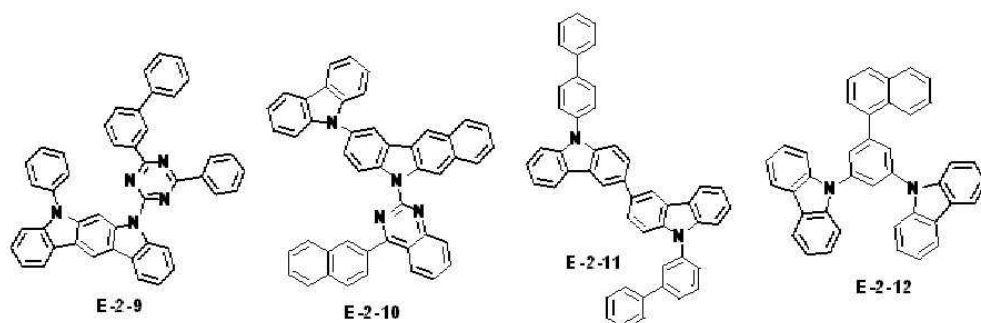
[0350]

화학식 E-2a 또는 화학식 E-2b로 표시되는 화합물은 하기 화합물군 E-2의 화합물들 중 어느 하나로 표시될 수 있다. 하지만, 하기 화합물군 E-2에 나열된 화합물들은 예시적인 것으로 화학식 E-2a 또는 화학식 E-2b로 표시되는 화합물이 하기 화합물군 E-2에 표시된 것에 한정되는 것은 아니다.

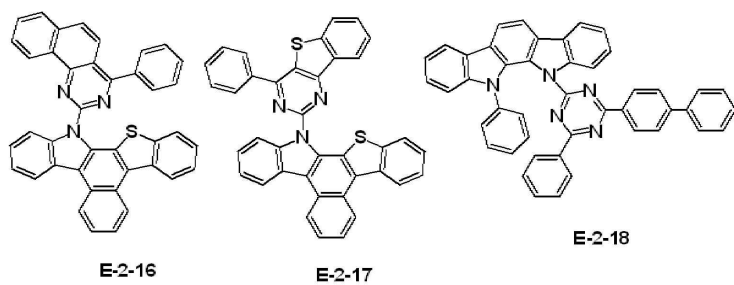
[0351] [화합물군 E-2]



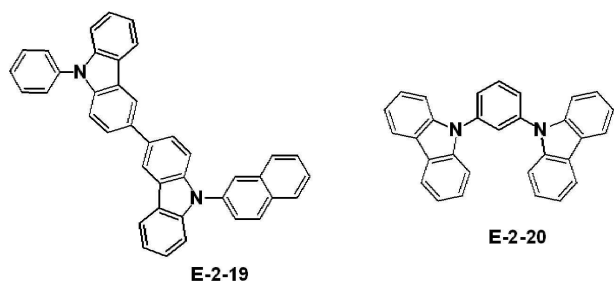
[0352]

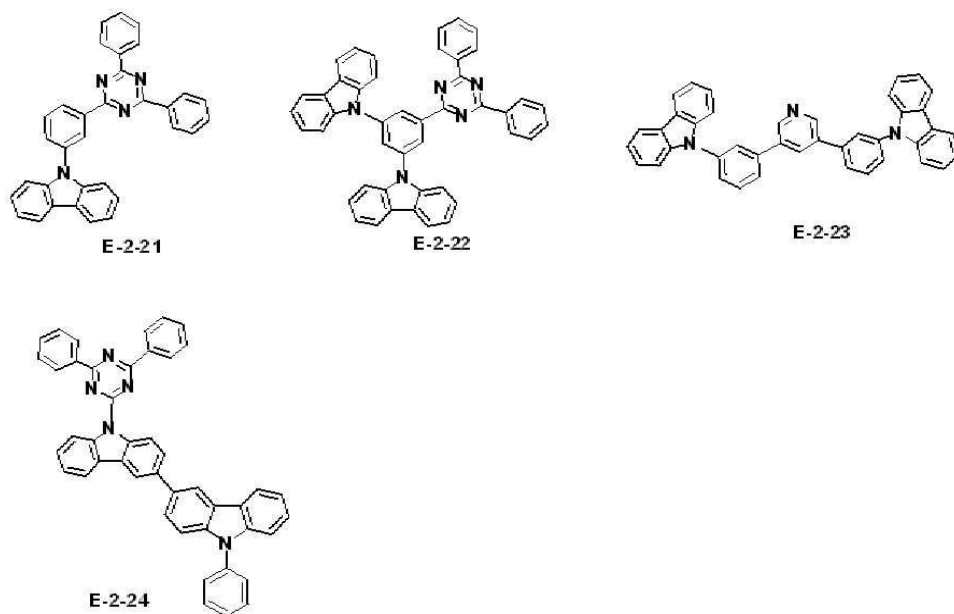


[0353]



[0354]





[0355]

[0356]

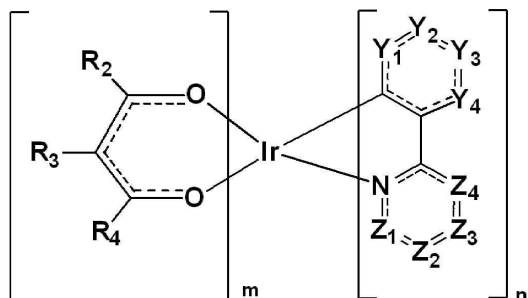
발광층(EML)은 호스트 물질로 당 기술분야에 알려진 일반적인 재료를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광층(EML)은 호스트 물질로 BCPDS (bis (4-(9H-carbazol-9-yl) phenyl) diphenylsilane), POPCPA ((4-(1-(4-(diphenylamino) phenyl) cyclohexyl) phenyl) diphenyl-phosphine oxide), DPEPO(Bis[2-(diphenylphosphino)phenyl] ether oxide), CBP(4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), mCP(1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzene), PPF (2,8-Bis(diphenylphosphoryl)dibenzo[b,d]furan), TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine) 및 TPBi(1,3,5-tris(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazole-2-yl)benzene) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다. 다만, 이에 의하여 한정되는 것은 아니며, 예를 들어, Alq₃(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), TBADN(2-tert-butyl-9,10-di(naphth-2-yl)anthracene), DSA(distyrylarylene), CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl), MADN(2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene), CP1(Hexaphenyl cyclotriphosphazene), UGH2 (1,4-Bis(triphenylsilyl)benzene), DPSiO₃ (Hexaphenylcyclotrisiloxane), DPSiO₄ (Octaphenylcyclotetra siloxane), 등을 호스트 재료로 사용할 수 있다.

[0357]

발광층(EML)은 하기 화학식 M-a로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다. 하기 화학식 M-a로 표시되는 화합물은 인 광 도펀트 재료로 사용될 수 있다.

[0358]

[화학식 M-a]



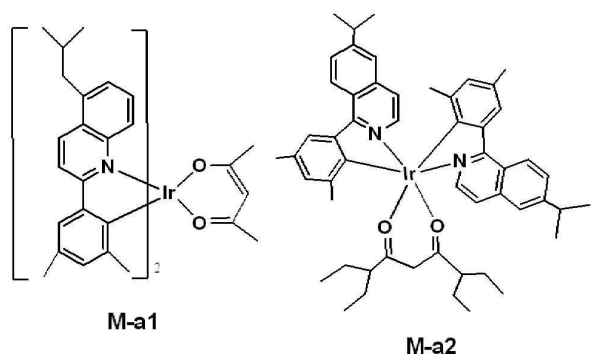
[0359]

[0360]

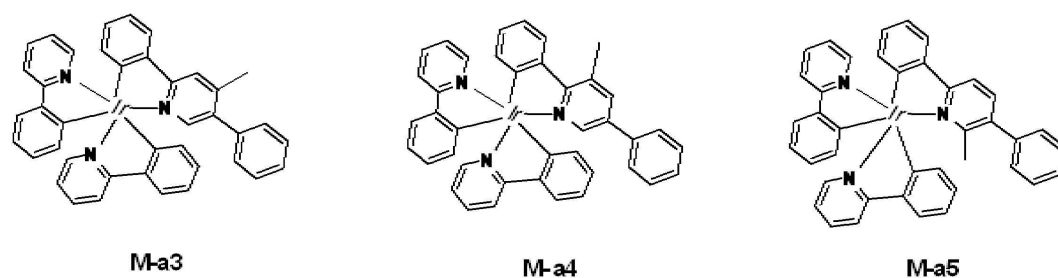
상기 화학식 M-a에서, Y₁ 내지 Y₄, 및 Z₁ 내지 Z₄는 각각 독립적으로 CR₁ 또는 N이고, R₁ 내지 R₄는 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다. 화학식 M-a에서, m은 0 또는 1이고, n은 2 또는 3이다. 화학식 M-a에서 m이 0일 때, n은 3이고, m이 1일 때, n은 2이다.

[0361] 화학식 M-a로 표시되는 화합물은 인광 도펀트로 사용될 수 있다.

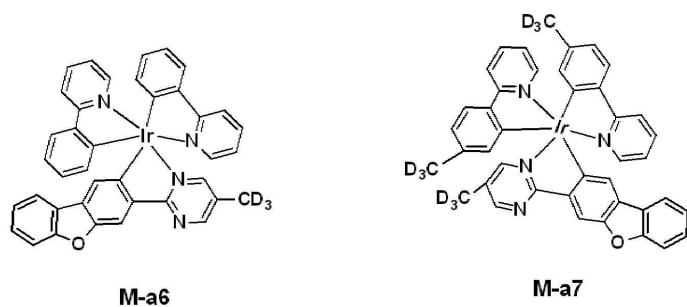
[0362] 화학식 M-a로 표시되는 화합물은 하기 화합물 M-a1 내지 M-a25 중 어느 하나로 표시될 수 있다. 하지만, 하기 화합물 M-a1 내지 M-a25은 예시적인 것으로 화학식 M-a로 표시되는 화합물이 하기 화합물 M-a1 내지 M-a25로 표시된 것에 한정되는 것은 아니다.

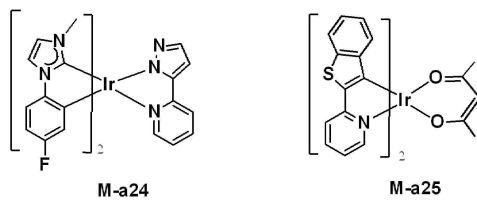
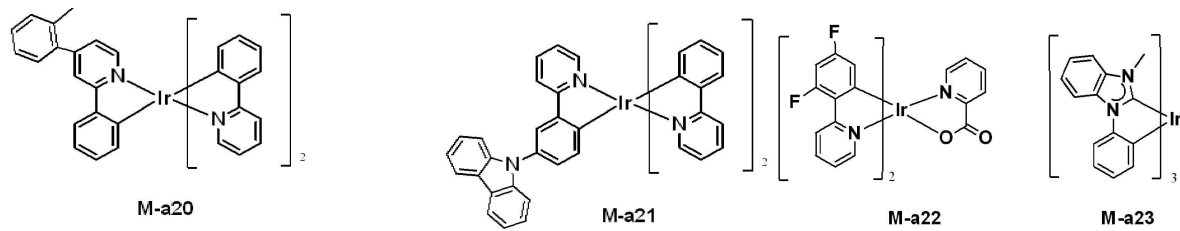
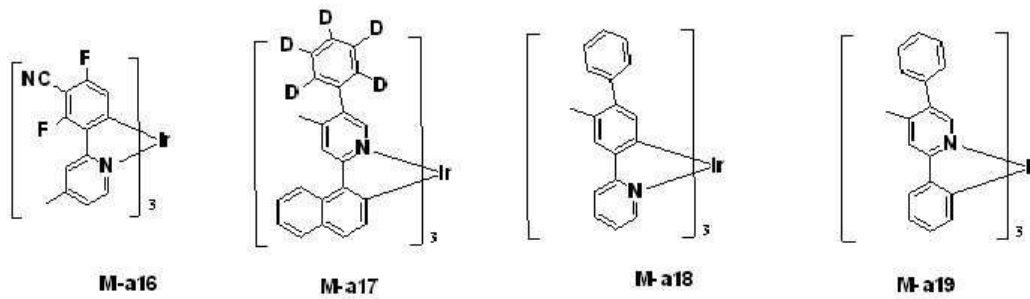
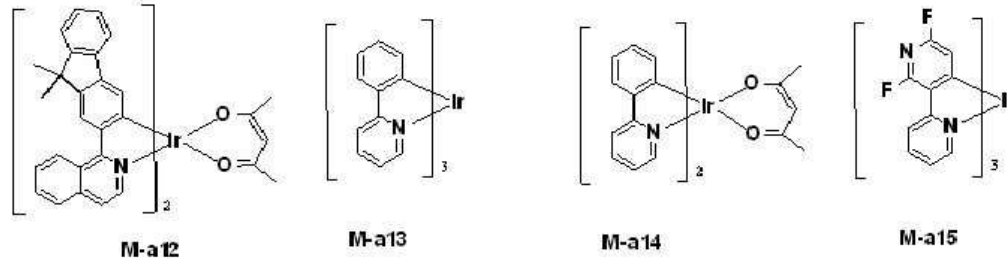
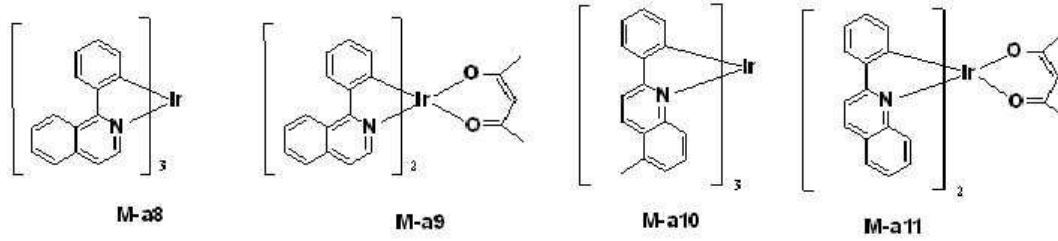


[0363]



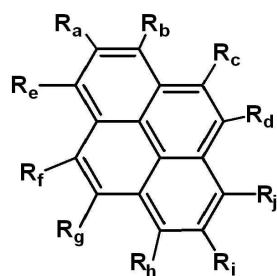
[0364]





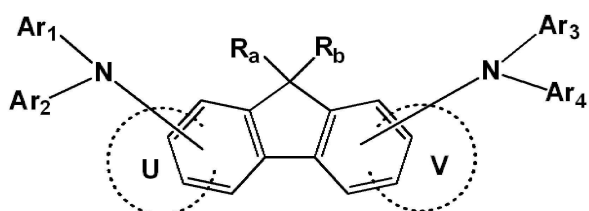
[0365] 발광층(EML)은 하기 화학식 F-a 내지 화학식 F-c 중 어느 하나로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다. 하기 화학식 F-a 내지 화학식 F-c로 표시되는 화합물은 형광 도펀트재료로 사용될 수 있다.

[0366] [화학식 F-a]



[0370] 상기 화학식 F-a에서, R_a 내지 R_j 중 선택되는 두 개는 각각 독립적으로 $*-NAr_1Ar_2$ 로 치환되는 것일 수 있다. R_a 내지 R_j 중 $*-NAr_1Ar_2$ 로 치환되지 않은 나머지들은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. $*-NAr_1Ar_2$ 에서 Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. 예를 들어, Ar_1 및 Ar_2 중 적어도 하나는 고리 형성 원자로 O 또는 S를 포함하는 헤테로아릴기일 수 있다.

[0371] [화학식 F-b]



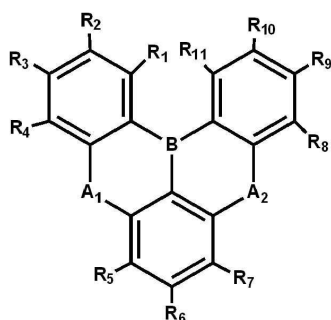
[0372]

[0373] 상기 화학식 F-b에서, R_a 및 R_b 는 각각 독립적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 2 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다. Ar_1 내지 Ar_4 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0374] 화학식 F-b에서 U 및 V는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 5 이상 30 이하의 탄화수소고리, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로고리일 수 있다. Ar_1 내지 Ar_4 중 적어도 하나는 고리 형성 원자로 O 또는 S를 포함하는 헤테로아릴기일 수 있다.

[0375] 화학식 F-b에서 U 및 V로 표시되는 고리의 개수는 각각 독립적으로 0 또는 1일 수 있다. 예를 들어, 화학식 F-b에서 U 또는 V의 개수가 1인 경우 U 또는 V로 기재된 부분에 하나의 고리가 축합환을 구성하며, U 또는 V의 개수가 0인 경우는 U 또는 V가 기재되어 있는 고리는 존재하지 않는 것을 의미한다. 구체적으로 U의 개수가 0이고 V의 개수가 1인 경우, 또는 U의 개수가 1이고 V의 개수가 0인 경우 화학식 F-b의 플루오렌 코어를 갖는 축합환은 4환의 고리화합물일 수 있다. 또한, U 및 V의 개수가 모두 0인 경우 화학식 F-b의 축합환은 3환의 고리화합물일 수 있다. 또한, U 및 V의 개수가 모두 1인 경우 화학식 F-b의 플루오렌 코어를 갖는 축합환은 5환의 고리화합물일 수 있다.

[0376] [화학식 F-c]



[0377]

[0378] 화학식 F-c에서, A_1 및 A_2 는 각각 독립적으로, O, S, Se, 또는 NR_m 이고, R_m 은 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. R_1 내지 R_{11} 는 각각 독립

적으로, 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 보릴기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성한다.

[0379] 화학식 F-c에서 A_1 및 A_2 는 각각 독립적으로 이웃하는 고리의 치환기들과 결합하여 축합고리를 형성할 수 있다. 예를 들어, A_1 및 A_2 가 각각 독립적으로 NR_m 일 때, A_1 은 R_4 또는 R_5 와 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다. 또한, A_2 는 R_7 또는 R_8 과 결합하여 고리를 형성하는 것일 수 있다.

[0380] 일 실시예에서 발광층(EML)은 공지의 도펀트 재료로, 스티릴 유도체(예를 들어, 1, 4-bis[2-(3-N-ethylcarbazoyl)vinyl]benzene(BCzVB), 4-(di-p-tolylamino)-4'-[(di-p-tolylamino)styryl]stilbene(DPAVB), N-(4-((E)-2-(6-((E)-4-(diphenylamino)styryl)naphthalen-2-yl)vinyl)phenyl)-N-phenylbenzenamine(N-BDAVB)), 4,4'-bis[2-(4-(N,N-diphenylamino)phenyl)vinyl]biphenyl(DPAVB)), 페릴렌 및 그 유도체(예를 들어, 2, 5, 8, 11-Tetra-t-butylperylene(TBP)), 피렌 및 그 유도체(예를 들어, 1, 1-dipyrene, 1, 4-dipyrenylbenzene, 1, 4-Bis(N, N-Diphenylamino)pyrene) 등을 더 포함할 수 있다.

[0381] 발광층(EML)은 공지의 인광 도펀트 물질을 더 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 인광 도펀트는 이리듐(Ir), 백금(Pt), 오스뮴(Os), 금(Au), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 터븀(Tb) 또는 툴륨(Tm)을 포함하는 금속 착체가 사용될 수 있다. 구체적으로, Flrpic(iridium(III) bis(4,6-difluorophenylpyridinato-N,C2')picolinate), Fir6(Bis(2,4-difluorophenylpyridinato)-tetrakis(1-pyrazolyl)borate iridium(III)), 또는 PtOEP(platinum octaethyl porphyrin)가 인광 도펀트로 사용될 수 있다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0382] 발광층(EML)은 양자점(Quantum dot) 물질을 포함하는 것일 수 있다. 양자점의 코어는 II-VI족 화합물, III-VI족 화합물, I-III-VI족 화합물, III-V족 화합물, III- II-V족 화합물, IV-VI족 화합물, IV족 원소, IV족 화합물 및 이들의 조합에서 선택될 수 있다.

[0383] II-VI족 화합물은 CdSe, CdTe, CdS, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, HgS, HgSe, HgTe, MgSe, MgS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, HgSeS, HgSeTe, HgSTe, CdZnS, CdZnSe, CdZnTe, CdHgS, CdHgSe, CdHgTe, HgZnS, HgZnSe, HgZnTe, MgZnSe, MgZnS 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 HgZnTeS, CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, CdHgSeS, CdHgSeTe, CdHgSTe, HgZnSeS, HgZnSeTe, HgZnSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0384] III-VI족 화합물은 In_2S_3 , In_2Se_3 등과 같은 이원소 화합물, $InGaS_3$, $InGaSe_3$ 등과 같은 삼원소 화합물, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0385] I-III-VI족 화합물은 $AgInS$, $AgInS_2$, $CuInS$, $CuInS_2$, $AgGaS_2$, $CuGaS_2$, $CuGaO_2$, $AgGaO_2$, $AgAlO_2$ 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물, 또는 $AgInGaS_2$, $CuInGaS_2$ 등의 사원소 화합물로부터 선택될 수 있다.

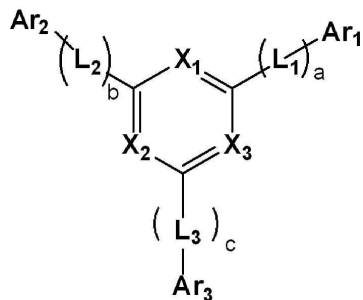
[0386] III-V족 화합물은 GaN, GaP, GaAs, GaSb, AlN, AlP, AlAs, AlSb, InN, InP, InAs, InSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물, GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, AlNP, AlNAs, AlNSb, AlPAs, AlPSb, InGaP, InAlP, InNP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물, 및 GaAlNP, GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 한편, III-V족 화합물은 II족 금속을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, III-II-V족 화합물로 $InZnP$ 등이 선택될 수 있다.

[0387] IV-VI족 화합물은 SnS, SnSe, SnTe, PbS, PbSe, PbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물; SnSeS, SnSeTe, SnSTe, PbSeS, PbSeTe, PbSTe, SnPbS, SnPbSe, SnPbTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 삼원소 화합물; 및 SnPbSSe, SnPbSeTe, SnPbSTe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. IV족 원소로는 Si, Ge 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. IV족 화합물로는 SiC, SiGe 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 이원소 화합물일 수

있다.

- [0388] 이때, 이원소 화합물, 삼원소 화합물 또는 사원소 화합물은 균일한 농도로 입자 내에 존재하거나, 농도 분포가 부분적으로 다른 상태로 나누어져 동일 입자 내에 존재하는 것일 수 있다. 또한 하나의 양자점이 다른 양자점을 둘러싸는 코어/셸 구조를 가질 수도 있다. 코어/셸 구조에서, 셸에 존재하는 원소의 농도가 코어로 갈수록 낮아지는 농도 구배(gradient)를 가질 수 있다.
- [0389] 몇몇 실시예에서, 양자점은 전술한 나노 결정을 포함하는 코어 및 상기 코어를 둘러싸는 셸을 포함하는 코어-셸 구조를 가질 수 있다. 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. 상기 양자점의 셸의 예로는 금속 또는 비금속의 산화물, 반도체 화합물 또는 이들의 조합 등을 들 수 있다.
- [0390] 예를 들어, 상기 금속 또는 비금속의 산화물은 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 등의 이원소 화합물, 또는 MgAl_2O_4 , CoFe_2O_4 , NiFe_2O_4 , CoMn_2O_4 등의 삼원소 화합물을 예시할 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0391] 또, 상기 반도체 화합물은 CdS , CdSe , CdTe , ZnS , ZnSe , ZnTe , ZnSeS , ZnTeS , GaAs , GaP , GaSb , HgS , HgSe , HgTe , InAs , InP , InGaP , InSb , AlAs , AlP , AlSb 등을 예시할 수 있으나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0392] 양자점은 약 45nm 이하, 바람직하게는 약 40nm 이하, 더욱 바람직하게는 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 당 분야에서 일반적으로 사용하는 형태의 것으로 특별히 한정하지 않지만, 보다 구체적으로 구형, 피라미드형, 다중 가지형(multi-arm), 또는 입방체(cubic)의 나노 입자, 나노 튜브, 나노와이어, 나노 섬유, 나노 판상 입자 등의 형태의 것을 사용할 수 있다.
- [0394] 양자점은 입자 크기에 따라 방출하는 광의 색상을 조절 할 수 있으며, 이에 따라 양자점은 청색, 적색, 녹색 등 다양한 발광 색상을 가질 수 있다.
- [0395] 도 3 내지 도 6에 도시된 일 실시예의 발광 소자(LED)에서, 전자 수송 영역(ETR)은 발광층(EML) 상에 제공된다. 전자 수송 영역(ETR)은, 정공 저지층(HBL), 전자 수송층(ETL) 및 전자 주입층(EIL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0396] 전자 수송 영역(ETR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0397] 예를 들어, 전자 수송 영역(ETR)은 전자 주입층(EIL) 또는 전자 수송층(ETL)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 전자 주입 물질과 전자 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 전자 수송 영역(ETR)은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 발광층(EML)으로부터 차례로 적층된 전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL), 정공 저지층(HBL)/전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL) 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송 영역(ETR)의 두께는 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 1500Å인 것일 수 있다.
- [0398] 전자 수송 영역(ETR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0399] 전자 수송 영역(ETR)은 하기 화학식 ET-1로 표시되는 화합물을 포함하는 것일 수 있다.

[0400] [화학식 ET-1]



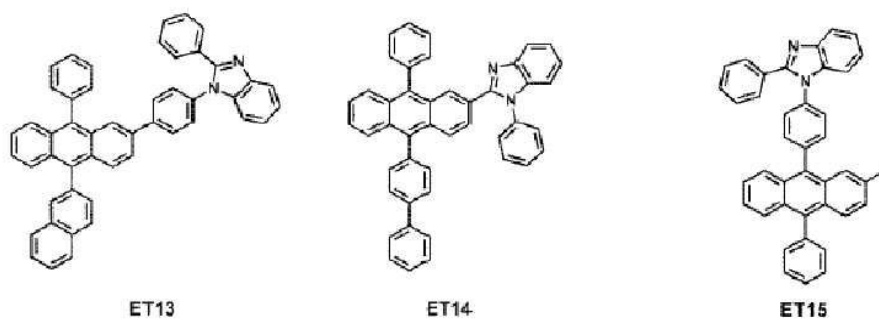
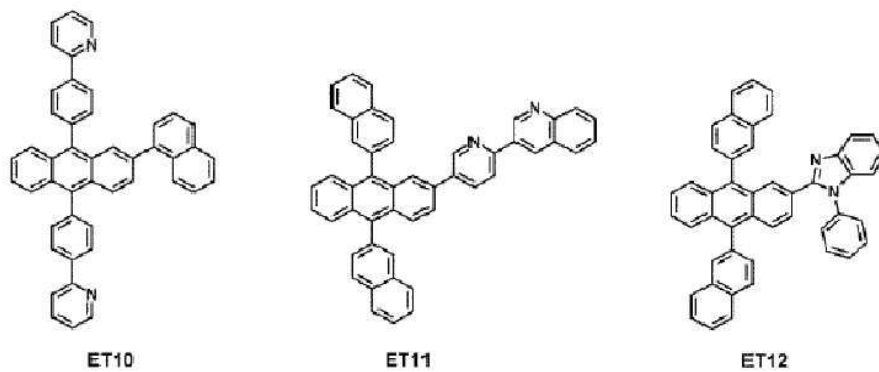
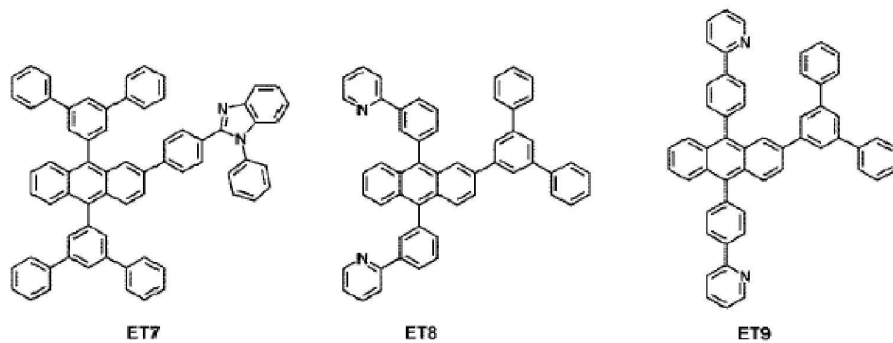
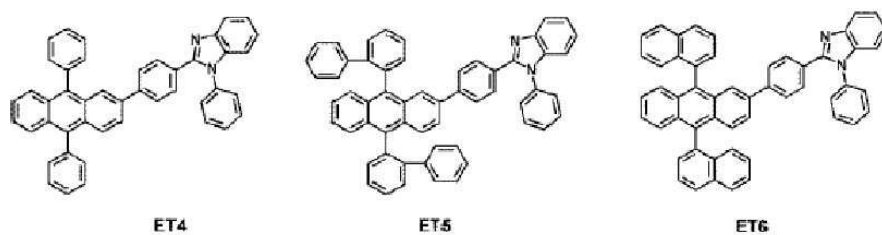
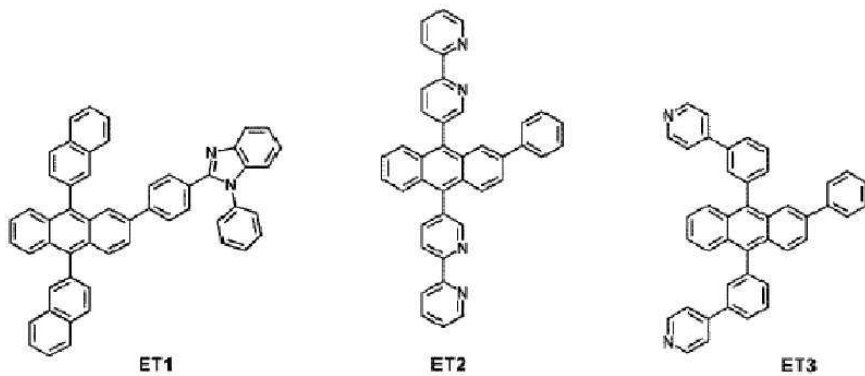
[0401]

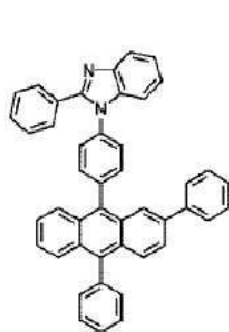
[0402] 화학식 ET-1에서, X_1 내지 X_3 중 적어도 하나는 N이고 나머지는 CR_a 이다. R_a 는 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다. Ar_1 내지 Ar_3 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다

[0403] 화학식 ET-1에서, a 내지 c 는 각각 독립적으로 0 내지 10 이하의 정수일 수 있다. 화학식 ET-1에서 L_1 내지 L_3 은 각각 독립적으로 직접 결합(direct linkage), 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기일 수 있다. 한편, a 내지 c 가 2 이상의 정수인 경우 L_1 내지 L_3 은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴렌기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴렌기일 수 있다.

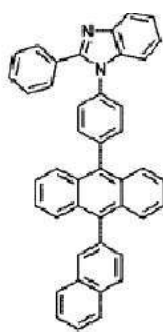
[0404] 전자 수송 영역(ETR)은 안트라센계 화합물을 포함하는 것일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 전자 수송 영역(ETR)은 예를 들어, Alq_3 (Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum), 1,3,5-tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzene, 2,4,6-tris(3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl)-1,3,5-triazine, 2-(4-(N-phenylbenzimidazol-1-yl)phenyl)-9,10-dinaphthylanthracene, TPBi(1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazol-2-yl)benzene), BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), TAZ(3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), NTAZ(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole), tBu-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BALq(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum), Bebq₂(berylliumbis(benzoquinolin-10-olate)), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), BmPyPhB(1,3-Bis[3,5-di(pyridin-3-yl)phenyl]benzene) 및 이들의 혼합물을 포함하는 것일 수 있다.

[0405] 전자 수송 영역(ETR)은 하기 화합물 ET1 내지 ET36 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

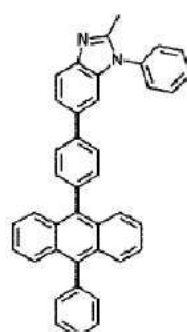




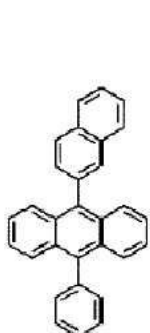
ET16



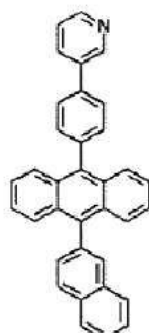
ET17



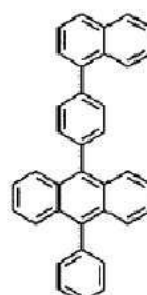
ET18



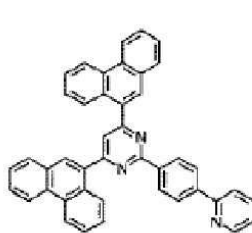
ET19



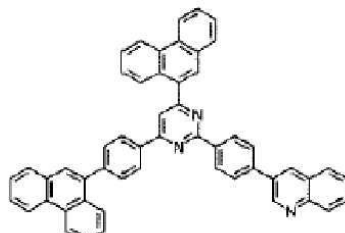
ET20



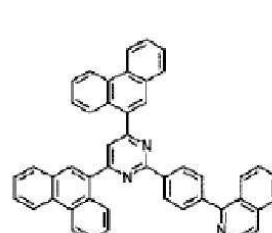
ET21



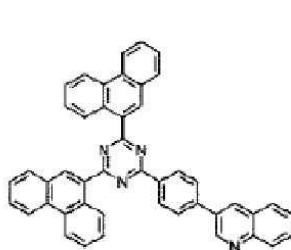
ET22



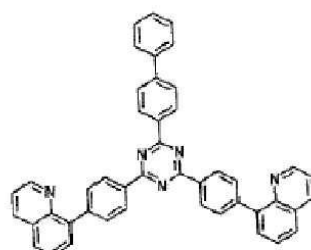
ET23



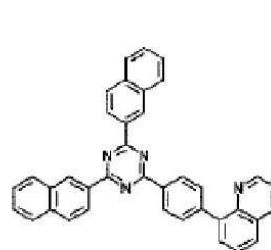
ET24



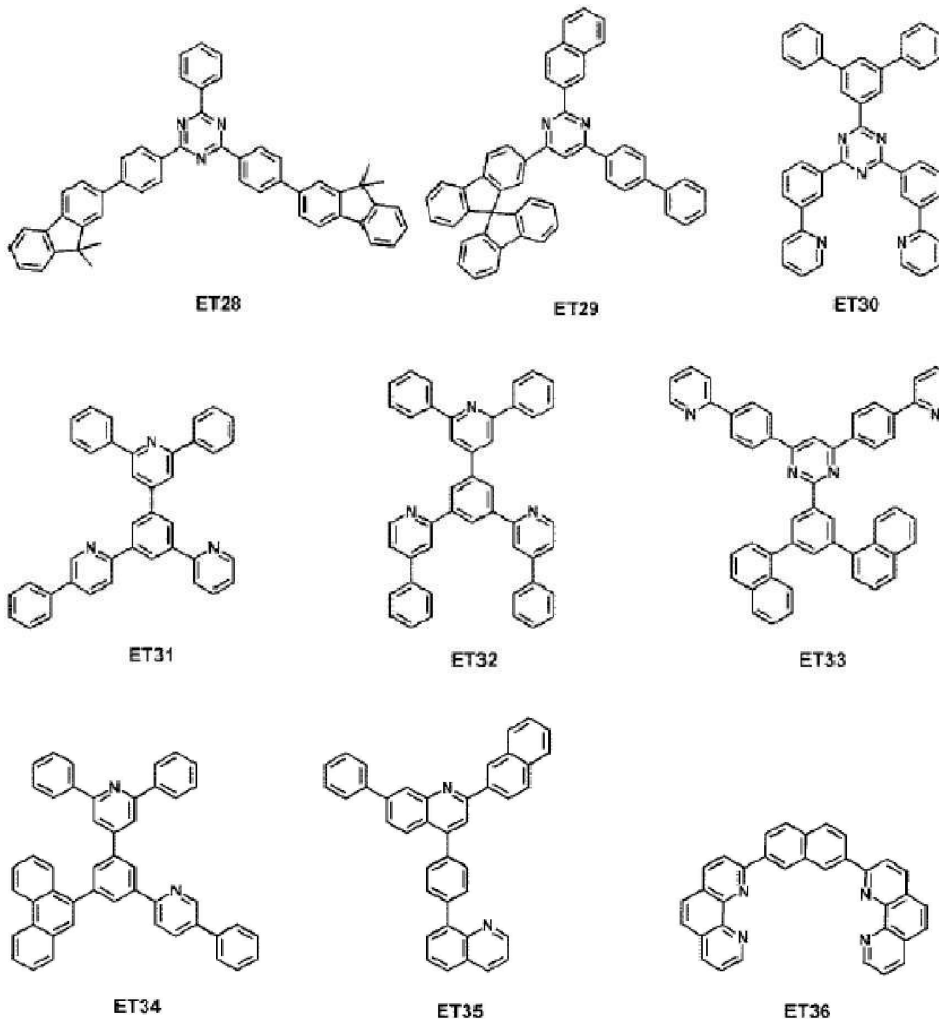
ET25



ET26



ET27



- [0407] 또한, 전자 수송 영역(ETR)은 LiF, NaCl, CsF, RbCl, RbI, CuI, KI와 같은 할로겐화 금속, Yb와 같은 란타넘족 금속, 또한 상기의 할로겐화 금속과 란타넘족 금속의 공증착 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송 영역(ETR)은 공증착 재료로 KI:Yb, RbI:Yb, LiF:Yb 등을 포함할 수 있다. 한편, 전자 수송 영역(ETR)은 Li₂O, BaO와 같은 금속 산화물, 또는 Liq(8-hydroxyl-Lithium quinolate) 등이 사용될 수 있으나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송 영역(ETR)은 또한 전자 수송 물질과 절연성의 유기 금속염(organo metal salt)이 혼합된 물질로 이루어질 수 있다. 유기 금속염은 에너지 밴드 갭(energy band gap)이 대략 4eV 이상의 물질이 될 수 있다. 구체적으로 예를 들어, 유기 금속염은 금속 아세테이트(metal acetate), 금속 벤조에이트(metal benzoate), 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate), 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate) 또는 금속 스테아레이트(stearate)를 포함할 수 있다.
- [0408] 전자 수송 영역(ETR)은 앞서 언급한 재료 이외에 BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), TSP01(diphenyl(4-(triphenylsilyl)phenyl)phosphine oxide) 및 Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0409] 전자 수송 영역(ETR)은 상술한 전자 수송 영역의 화합물들을 전자 주입층(EIL), 전자 수송층(ETL), 및 정공 저지층(HBL) 중 적어도 하나에 포함할 수 있다.
- [0410] 전자 수송 영역(ETR)이 전자 수송층(ETL)을 포함하는 경우, 전자 수송층(ETL)의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들어 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 전자 수송층(ETL)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다. 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL)을 포함하는 경우, 전자 주입층(EIL)의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 전자 주입층(EIL)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.
- [0411] 제2 전극(EL2)은 전자 수송 영역(ETR) 상에 제공된다. 제2 전극(EL2)은 공통 전극일 수 있다. 제2 전극(EL2)은

캐소드(cathode) 또는 애노드(anode)일 수 있으나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제1 전극(EL1)이 애노드인 경우 제2 전극(EL2)은 캐소드일 수 있고, 제1 전극(EL1)이 캐소드인 경우 제2 전극(EL2)은 애노드일 수 있다.

[0412] 제2 전극(EL2)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제2 전극(EL2)이 투과형 전극인 경우, 제2 전극(EL2)은 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 이루어질 수 있다.

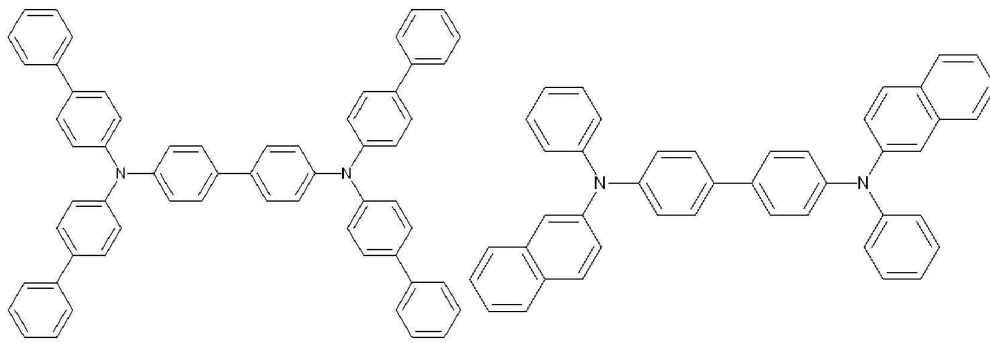
[0413] 제2 전극(EL2)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제2 전극(EL2)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti, Yb, W 또는 이들을 포함하는 화합물이나 혼합물(예를 들어, AgMg, AgYb, 또는 MgYb)을 포함할 수 있다. 또는 제2 전극(EL2)은 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(EL2)은 상술한 금속재료, 상술한 금속재료를 중 선택된 2종 이상의 금속재료들의 조합, 또는 상술한 금속재료들의 산화물 등을 포함하는 것일 수 있다.

[0414] 도시하지는 않았으나, 제2 전극(EL2)은 보조 전극과 연결될 수 있다. 제2 전극(EL2)이 보조 전극과 연결되면, 제2 전극(EL2)의 저항을 감소시킬 수 있다.

[0415] 한편, 일 실시예의 발광 소자(ED)의 제2 전극(EL2) 상에는 캡핑층(CPL)이 더 배치될 수 있다. 캡핑층(CPL)은 다층 또는 단층을 포함할 수 있다.

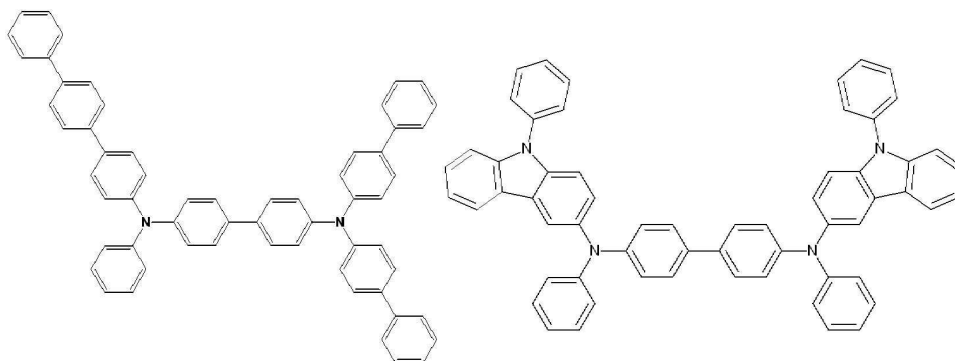
[0416] 일 실시예에서, 캡핑층(CPL)은 유기층 또는 무기층일 수 있다. 예를 들어, 캡핑층(CPL)이 무기물을 포함하는 경우, 무기물은 LiF 등의 알칼리금속 화합물, MgF₂ 등의 알칼리토금속 화합물, SiON, SiN_x, SiO_y 등을 포함하는 것일 수 있다.

[0417] 예를 들어, 캡핑층(CPL)이 유기물을 포함하는 경우, 유기물은 α -NPD, NPB, TPD, m-MTDATA, Alq₃, CuPc, TPD15(N4,N4,N4',N4'-tetra (biphenyl-4-yl) biphenyl-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4"- Tris (carbazol sol-9-yl) triphenylamine) 등을 포함하거나, 에폭시 수지, 또는 메타크릴레이트와 같은 아크릴레이트를 포함할 수 있다. 다만, 실시예가 이에 제한되는 것은 아니며 캡핑층(CPL)은 하기와 같은 화합물 P1 내지 P5 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.



P1

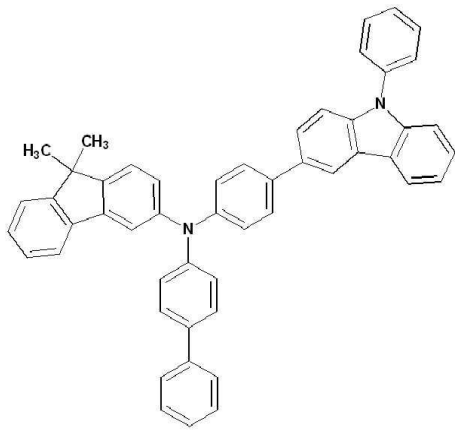
P2



P3

P4

[0418]



P5

[0419]

[0420]

한편, 캡핑층(CPL)의 굴절률은 1.6 이상일 수 있다. 구체적으로, 550nm 이상 660nm 이하의 파장 범위의 광에 대해서 캡핑층(CPL)의 굴절률은 1.6 이상일 수 있다.

[0421]

도 7 및 도 8은 각각 일 실시예에 따른 표시 장치에 대한 단면도이다. 이하 도 7 및 도 8을 참조하여 설명하는 일 실시예에 대한 표시 장치에 대한 설명에 있어서 상술한 도 1 내지 도 6에서 설명한 내용과 중복되는 내용은 다시 설명하지 않으며 차이점을 위주로 설명한다.

[0422]

도 7을 참조하면, 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)는 표시 소자층(DP-ED)을 포함하는 표시 패널(DP), 표시 패널(DP) 상에 배치된 광제어층(CCL) 및 컬러필터층(CFL)을 포함하는 것일 수 있다.

[0423]

도 7에 도시된 일 실시예에서 표시 패널(DP)은 베이스층(BS), 베이스층(BS) 상에 제공된 회로층(DP-CL) 및 표시 소자층(DP-ED)을 포함하고, 표시 소자층(DP-ED)은 발광 소자(ED)를 포함하는 것일 수 있다.

[0424]

발광 소자(ED)는 제1 전극(EL1), 제1 전극(EL1) 상에 배치된 정공 수송 영역(HTR), 정공 수송 영역(HTR) 상에 배치된 발광층(EML), 발광층(EML) 상에 배치된 전자 수송 영역(ETR), 및 전자 수송 영역(ETR) 상에 배치된 제2 전극(EL2)을 포함하는 것일 수 있다. 한편, 도 7에 도시된 발광 소자(ED)의 구조는 상술한 도 3 내지 도 6의 발광 소자의 구조가 동일하게 적용될 수 있다.

[0425]

일 실시예에 따른 표시 장치(DD-a)에서 포함된 발광 소자(ED)의 발광층(EML)은 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함하는 것일 수 있다.

[0426]

도 7을 참조하면, 발광층(EML)은 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH) 내에 배치되는 것일 수 있다. 예를 들어, 화소 정의막(PDL)에 의해 구분되어 각 발광 영역(PXA-R, PXA-G, PXA-B)에 대응하여 제공된 발광층(EML)은 동일한 파장 영역의 광을 방출하는 것일 수 있다. 일 실시예의 표시 장치(DD)에서 발광층(EML)은 청색광을 방출하는 것일 수 있다. 한편, 도시된 것과 달리 일 실시예에서 발광층(EML)은 발광 영역들(PXA-R, PXA-G, PXA-B) 전체에 공통층으로 제공되는 것일 수 있다.

[0427]

광제어층(CCL)은 표시 패널(DP) 상에 배치될 수 있다. 광제어층(CCL)은 광변환체를 포함하는 것일 수 있다. 광변환체는 양자점 또는 형광체 등일 수 있다. 광변환체는 제공받은 광을 파장 변환하여 방출하는 것일 수 있다. 즉, 광제어층(CCL)은 양자점을 포함하는 층이거나 또는 형광체를 포함하는 층일 수 있다.

[0428]

광제어층(CCL)은 복수 개의 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3)을 포함하는 것일 수 있다. 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3)은 서로 이격된 것일 수 있다.

[0429]

도 7을 참조하면, 서로 이격된 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3) 사이에 분할패턴(BMP)이 배치될 수 있으나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다. 도 7에서 분할패턴(BMP)은 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3)과 비중첩하는 것으로 도시되었으나, 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3)의 엣지는 분할패턴(BMP)과 적어도 일부가 중첩할 수 있다.

[0430]

광제어층(CCL)은 발광 소자(ED)에서 제공되는 제1 색광을 제2 색광으로 변환하는 제1 양자점(QD1)을 포함하는 제1 광제어부(CCP1), 제1 색광을 제3 색광을 변환하는 제2 양자점(QD2)을 포함하는 제2 광제어부(CCP2), 및 제1 색광을 투과시키는 제3 광제어부(CCP3)를 포함하는 것일 수 있다.

[0431]

일 실시예에서 제1 광제어부(CCP1)는 제2 색광인 적색광을 제공하고, 제2 광제어부(CCP2)는 제3 색광인 녹색광

을 제공하는 것일 수 있다. 제3 광제어부(CCP3)는 발광 소자(ED)에서 제공된 제1 색광인 청색광을 투과시켜 제공하는 것일 수 있다. 예를 들어, 제1 양자점(QD1)은 적색 양자점이고 제2 양자점(QD2)은 녹색 양자점일 수 있다. 양자점(QD1, QD2)에 대하여는 상술한 내용과 동일한 내용이 적용될 수 있다.

[0432] 또한, 광제어층(CCL)은 산란체(SP)를 더 포함하는 것일 수 있다. 제1 광제어부(CCP1)는 제1 양자점(QD1)과 산란체(SP)를 포함하고, 제2 광제어부(CCP2)는 제2 양자점(QD2)과 산란체(SP)를 포함하며, 제3 광제어부(CCP3)는 양자점을 미포함하고 산란체(SP)를 포함하는 것일 수 있다.

[0433] 산란체(SP)는 무기 입자일 수 있다. 예를 들어, 산란체(SP)는 TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , SiO_2 , 및 중공 실리카 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다. 산란체(SP)는 TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , SiO_2 , 및 중공 실리카 중 어느 하나를 포함하는 것이거나, TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , SiO_2 , 및 중공 실리카 중 선택되는 2종 이상의 물질이 혼합된 것일 수 있다.

[0434] 제1 광제어부(CCP1), 제2 광제어부(CCP2), 및 제3 광제어부(CCP3) 각각은 양자점(QD1, QD2) 및 산란체(SP)를 분산시키는 베이스 수지(BR1, BR2, BR3)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 광제어부(CCP1)는 제1 베이스 수지(BR1) 내에 분산된 제1 양자점(QD1)과 산란체(SP)를 포함하고, 제2 광제어부(CCP2)는 제2 베이스 수지(BR2) 내에 분산된 제2 양자점(QD2)과 산란체(SP)를 포함하고, 제3 광제어부(CCP3)는 제3 베이스 수지(BR3) 내에 분산된 산란체(SP)를 포함하는 것일 수 있다. 베이스 수지(BR1, BR2, BR3)는 양자점(QD1, QD2) 및 산란체(SP)가 분산되는 매질로서, 일반적으로 바인더로 지칭될 수 있는 다양한 수지 조성물로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 베이스수지(BR1, BR2, BR3)는 아크릴계 수지, 우레탄계 수지, 실리콘계 수지, 에폭시계 수지 등일 수 있다. 베이스수지(BR1, BR2, BR3)는 투명 수지일 수 있다. 일 실시예에서, 제1 베이스 수지(BR1), 제2 베이스 수지(BR2), 및 제3 베이스 수지(BR3) 각각은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0435] 광제어층(CCL)은 베리어층(BFL1)을 포함하는 것일 수 있다. 베리어층(BFL1)은 수분 및/또는 산소(이하, '수분/산소'로 칭함)의 침투를 막는 역할을 하는 것일 수 있다. 베리어층(BFL1)은 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3) 상에 배치되어 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3)이 수분/산소에 노출되는 것을 차단할 수 있다. 한편, 베리어층(BFL1)은 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3)을 커버하는 것일 수 있다. 또한, 광제어부들(CCP1, CCP2, CCP3)과 컬러필터층(CFL) 사이에도 베리어층(BFL2)이 제공될 수도 있다.

[0436] 베리어층(BFL1, BFL2)은 적어도 하나의 무기층을 포함하는 것일 수 있다. 즉, 베리어층(BFL1, BFL2)은 무기 물질을 포함하여 이루어질 수 있다. 예를 들어, 베리어층(BFL1, BFL2)은 실리콘 질화물, 알루미늄 질화물, 지르코늄 질화물, 티타늄 질화물, 하프늄 질화물, 탄탈륨 질화물, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 주석 산화물, 세륨 산화물 및 실리콘 산화질화물이나 광투과율이 확보된 금속 박막 등을 포함하여 이루어질 수 있다. 한편, 베리어층(BFL1, BFL2)은 유기막을 더 포함할 수 있다. 베리어층(BFL1, BFL2)은 단일층 또는 복수의 층으로 구성되는 것일 수 있다.

[0437] 일 실시예의 표시 장치(DD)에서 컬러필터층(CFL)은 광제어층(CCL) 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 컬러필터층(CFL)은 광제어층(CCL) 상에 직접 배치될 수 있다. 이 경우 베리어층(BFL2)은 생략될 수 있다.

[0438] 컬러필터층(CFL)은 차광부(BM) 및 필터들(CF1, CF2, CF3)을 포함하는 것일 수 있다. 컬러필터층(CFL)은 제2 색광을 투과시키는 제1 필터(CF1), 제3 색광을 투과시키는 제2 필터(CF2), 및 제1 색광을 투과시키는 제3 필터(CF3)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 필터(CF1)는 적색 필터, 제2 필터(CF2)는 녹색 필터이고, 제3 필터(CF3)는 청색 필터일 수 있다. 필터들(CF1, CF2, CF3) 각각은 고분자 감광수지와 안료 또는 염료를 포함하는 것일 수 있다. 제1 필터(CF1)는 적색 안료 또는 염료를 포함하고, 제2 필터(CF2)는 녹색 안료 또는 염료를 포함하며, 제3 필터(CF3)는 청색 안료 또는 염료를 포함하는 것일 수 있다. 한편, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 제3 필터(CF3)는 안료 또는 염료를 포함하지 않는 것일 수 있다. 제3 필터(CF3)는 고분자 감광수지를 포함하고 안료 또는 염료를 미포함하는 것일 수 있다. 제3 필터(CF3)는 투명한 것일 수 있다. 제3 필터(CF3)는 투명 감광수지로 형성된 것일 수 있다.

[0439] 또한, 일 실시예에서 제1 필터(CF1)와 제2 필터(CF2)는 황색(yellow) 필터일 수 있다. 제1 필터(CF1)와 제2 필터(CF2)는 서로 구분되지 않고 일체로 제공될 수도 있다.

[0440] 차광부(BM)는 블랙 매트릭스일 수 있다. 차광부(BM)는 흑색 안료 또는 흑색염료를 포함하는 유기 차광 물질 또는 무기 차광 물질을 포함하여 형성될 수 있다. 차광부(BM)는 빛샘 현상을 방지하고, 인접하는 필터들(CF1, CF2, CF3) 사이의 경계를 구분하는 것일 수 있다. 또한, 일 실시예에서 차광부(BM)는 청색 필터로 형성되는 것일 수 있다.

- [0441] 제1 내지 제3 필터(CF1, CF2, CF3) 각각은 적색 발광 영역(PXA-R), 녹색 발광 영역(PXA-G), 및 청색 발광 영역(PXA-B) 각각에 대응하여 배치될 수 있다.
- [0442] 컬러필터층(CFL) 상에는 베이스 기판(BL)이 배치될 수 있다. 베이스 기판(BL)은 컬러필터층(CFL) 및 광제어층(CCL) 등이 배치되는 베이스 면을 제공하는 부재일 수 있다. 베이스 기판(BL)은 유리기판, 금속기판, 플라스틱 기판 등일 수 있다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 베이스 기판(BL)은 무기층, 유기층 또는 복합 재료층일 수 있다. 또한, 도시된 것과 달리 일 실시예에서 베이스 기판(BL)은 생략될 수 있다.
- [0443] 도 8은 일 실시예에 따른 표시 장치의 일부를 나타낸 단면도이다. 일 실시예의 표시 장치(DD-TD)에서 발광 소자(ED-BT)는 복수 개의 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3)을 포함하는 것일 수 있다. 발광 소자(ED-BT)는 서로 마주하는 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2), 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2) 사이에서 두께 방향으로 순차적으로 적층되어 제공되는 복수 개의 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3)을 포함하는 것일 수 있다. 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3) 각각은 발광층(EML, 도 7), 발광층(EML, 도7)을 사이에 두고 배치된 정공 수송 영역(HTR) 및 전자 수송 영역(ETR)을 포함하는 것일 수 있다.
- [0444] 즉, 일 실시예의 표시 장치(DD-TD)에 포함된 발광 소자(ED-BT)는 복수의 발광층들을 포함하는 탠덤(Tandem) 구조의 발광 소자일 수 있다.
- [0445] 도 8에 도시된 일 실시예에서 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3) 각각에서 방출되는 광은 모두 청색광일 수 있다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3) 각각에서 방출되는 광의 파장 영역은 서로 상이할 수 있다. 예를 들어, 서로 다른 파장 영역의 광을 방출하는 복수 개의 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3)을 포함하는 발광 소자(ED-BT)는 백색광을 방출할 수 있다.
- [0446] 이웃하는 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3) 사이에는 전하생성층(CGL1, CGL2)이 배치될 수 있다. 전하생성층(CGL1, CGL2)은 p형 전하생성층 및/또는 n형 전하생성층을 포함하는 것일 수 있다.
- [0447] 일 실시예의 표시 장치(DD-TD)에 포함된 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3) 중 적어도 하나에 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다. 즉, 발광 소자(ED-BT)에 포함된 복수의 발광층들 중 적어도 하나는 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다.
- [0448] 도 9는 일 실시예에 따른 표시 장치를 나타낸 단면도이다. 도 10은 일 실시예에 따른 표시 장치를 나타낸 단면도이다.
- [0449] 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 표시 장치(DD-b)는 2개의 발광층들이 적층된 발광 소자들(ED-1, ED-2, ED-3)을 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 일 실시예의 표시 장치(DD)와 비교하여 도 9에 도시된 일 실시예에서는 제1 내지 제3 발광 소자(ED-1, ED-2, ED-3)는 각각 두께 방향으로 적층된 2개의 발광층들을 포함하는 것에서 차이가 있다. 제1 내지 제3 발광 소자(ED-1, ED-2, ED-3) 각각에서 2개의 발광층들은 동일한 파장 영역의 광을 방출하는 것일 수 있다.
- [0450] 제1 발광 소자(ED-1)는 제1 적색 발광층(EML-R1) 및 제2 적색 발광층(EML-R2)을 포함할 수 있다. 제2 발광 소자(ED-2)는 제1 녹색 발광층(EML-G1) 및 제2 녹색 발광층(EML-G2)을 포함할 수 있다. 또한, 제3 발광 소자(ED-3)는 제1 청색 발광층(EML-B1) 및 제2 청색 발광층(EML-B2)을 포함할 수 있다. 제1 적색 발광층(EML-R1)과 제2 적색 발광층(EML-R2) 사이, 제1 녹색 발광층(EML-G1)과 제2 녹색 발광층(EML-G2) 사이, 및 제1 청색 발광층(EML-B1)과 제2 청색 발광층(EML-B2) 사이에는 발광 보조부(OG)가 배치될 수 있다.
- [0451] 발광 보조부(OG)는 단층 또는 다층을 포함할 수 있다. 발광 보조부(OG)는 전하 생성층을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 발광 보조부(OG)는 순차적으로 적층된 전자 수송 영역, 전하 생성층, 및 정공 수송 영역을 포함할 수 있다. 발광 보조부(OG)는 제1 내지 제3 발광 소자(ED-1, ED-2, ED-3) 전체에서 공통층으로 제공될 수 있다. 다만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 발광 보조부(OG)는 화소 정의막(PDL)에 정의된 개구부(OH) 내에 패터닝 되어 제공될 수 있다.
- [0452] 제1 적색 발광층(EML-R1), 제1 녹색 발광층(EML-G1), 및 제1 청색 발광층(EML-B1)은 정공 수송 영역(HTR)과 발광 보조부(OG) 사이에 배치될 수 있다. 제2 적색 발광층(EML-R2), 제2 녹색 발광층(EML-G2), 및 제2 청색 발광층(EML-B2)은 발광 보조부(OG)과 전자 수송 영역(ETR) 사이에 배치될 수 있다.
- [0453] 즉, 제1 발광 소자(ED-1)는 순차적으로 적층된 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR), 제2 적색 발광층(EML-R2), 발광 보조부(OG), 제1 적색 발광층(EML-R1), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다. 제2 발광 소자(ED-2)는 순차적으로 적층된 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR), 제2 녹색 발광층(EML-G2), 발광 보조

부(OG), 제1 녹색 발광층(EML-G1), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다. 제3 발광 소자(ED-3)는 순차적으로 적층된 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR), 제2 청색 발광층(EML-B2), 발광 보조부(OG), 제1 청색 발광층(EML-B1), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다.

[0454] 한편, 표시 소자층(DP-ED) 상에 광학 보조층(PL)이 배치될 수 있다. 광학 보조층(PL)은 편광층을 포함하는 것일 수 있다. 광학 보조층(PL)은 표시 패널(DP) 상에 배치되어 외부광에 의한 표시 패널(DP)에서의 반사광을 제어할 수 있다. 도시된 것과 달리, 일 실시예에 따른 표시 장치에서 광학 보조층(PL)은 생략될 수 있다.

[0455] 도 9에 도시된 일 실시예의 표시 장치(DD-b)에 포함된 적어도 하나의 발광층은 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서 제1 청색 발광층(EML-B1) 및 제2 청색 발광층(EML-B2) 중 적어도 하나는 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다.

[0456] 도 8 및 도 9와 달리, 도 10의 표시 장치(DD-c)는 4개의 발광 구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3, OL-C1)을 포함하는 것으로 도시하였다. 발광 소자(ED-CT)는 서로 마주하는 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2), 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2) 사이에서 두께 방향으로 순차적으로 적층된 제1 내지 제4 발광 구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3, OL-C1)을 포함할 수 있다. 제1 내지 제4 발광 구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3, OL-C1) 사이에는 전하생성층(CGL1, CGL2, CGL3)이 배치될 수 있다. 4개의 발광 구조들 중 제1 내지 제3 발광 구조(OL-B1, OL-B2, OL-B3)는 청색광을 발광하고, 제4 발광 구조(OL-C1)는 녹색광을 발광하는 것일 수 있다. 다만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 제1 내지 제4 발광 구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3, OL-C1)은 서로 상이한 파장 영역의 광을 발광할 수 있다.

[0457] 이웃하는 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3, OL-C1) 사이에 배치된 전하생성층(CGL1, CGL2, CGL3)은 p형 전하생성층 및/또는 n형 전하생성층을 포함하는 것일 수 있다.

[0458] 일 실시예의 표시 장치(DD-c)에 포함된 발광구조들(OL-B1, OL-B2, OL-B3, OL-C1) 중 적어도 하나에 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서 제1 내지 제3 발광 구조(OL-B1, OL-B2, OL-B3)들 중 적어도 하나는 상술한 일 실시예의 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다.

[0459] 이하에서는, 실시예 및 비교예를 참조하면서, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 유기 금속 화합물 및 일 실시예의 발광 소자에 대해서 구체적으로 설명한다. 또한, 이하에 나타내는 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 일 예시이며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0460] [실시예]

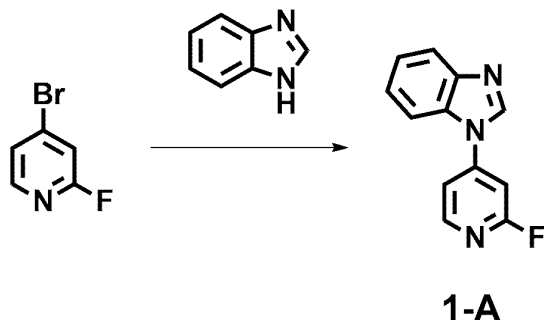
[0461] 1. 유기 금속 화합물의 합성

[0462] 먼저, 본 실시 형태에 따른 유기 금속 화합물의 합성 방법에 대해서, 화합물 1, 2, 3, 21, 및 52의 합성 방법을 예시하여 구체적으로 설명한다. 또한, 이하에 설명하는 유기 금속 화합물의 합성법은 일 실시예로서, 본 발명의 실시형태에 따른 유기 금속 화합물의 합성법이 하기의 실시예에 한정되지 않는다.

[0463] (1) 화합물 1의 합성

[0464] 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물 1는 예를 들어 하기 반응에 의해 합성될 수 있다.

[0465] 1) 중간체 1-A의 합성

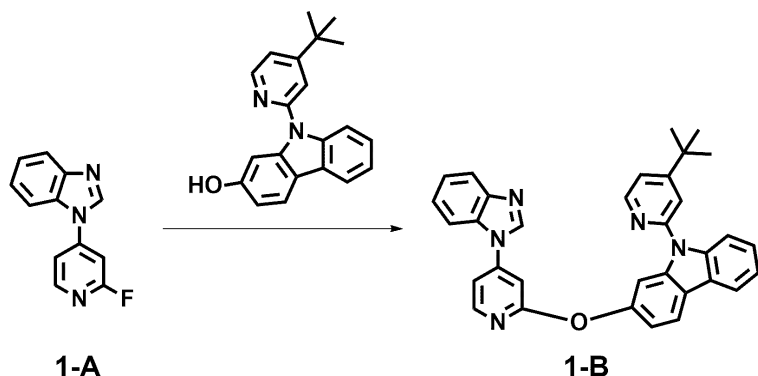


[0466]

[0467] 벤즈이미다졸 5.0g (42.3mmol), 4-브로모-2-플루오로피리딘 11.2g (63.5mmol), 삼인삼칼륨 17.5g (84.6mmol), 요오도구리 800mg (4.2mmol), 피콜린산 500mg (4.2mmol)을 반응용기에 넣고 디메틸설폭시드 420mL에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 160℃에서 12시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 에틸아세테

이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 1-A(6.2g, 29.0mmol)을 수득하였다.

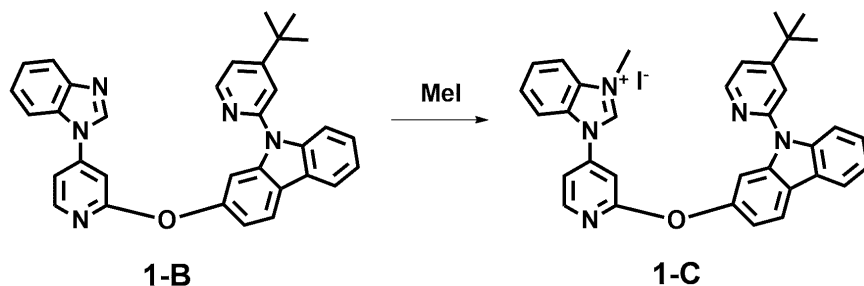
[0468] 2) 중간체 1-B의 합성



[0469]

[0470] 상기 중간체 1-A 6.2g (29.0mmol), 9-(4-(tert-butyl)pyridin-2-yl)-9H-carbazol-2-ol, 13.8g (43.5mmol), 삼인삼칼륨 12.0g (58.0mmol)을 반응용기에 넣고 디메틸설폭시드 290mL에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 160℃에서 12시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 1-B(7.2g, 14.2mmol)을 수득하였다.

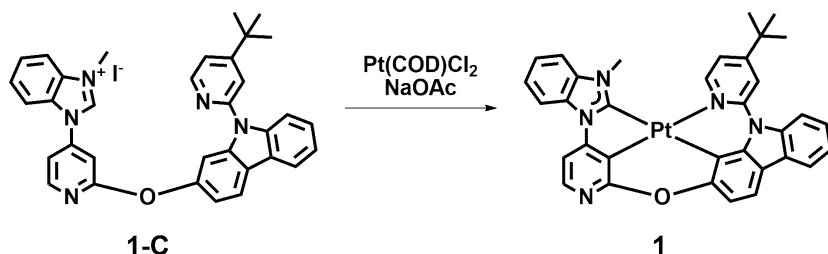
[0471] 3) 중간체 1-C의 합성



[0472]

[0473] 상기 중간체 1-B 7.2g (14.2mmol), 요오드화메탄 6.0g (42.6mmol)을 반응 용기에 넣고 톨루엔 140mL에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 110℃에서 12시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 용매를 일정부분 제거한 후 증류수를 가하여 생성된 고체를 필터했다. 필터 된 고체를 재결정 방법을 이용하여 정제하여 중간체 1-C(5.9g, 9.1mmol)을 수득하였다.

[0474] 4) 화합물 1의 합성

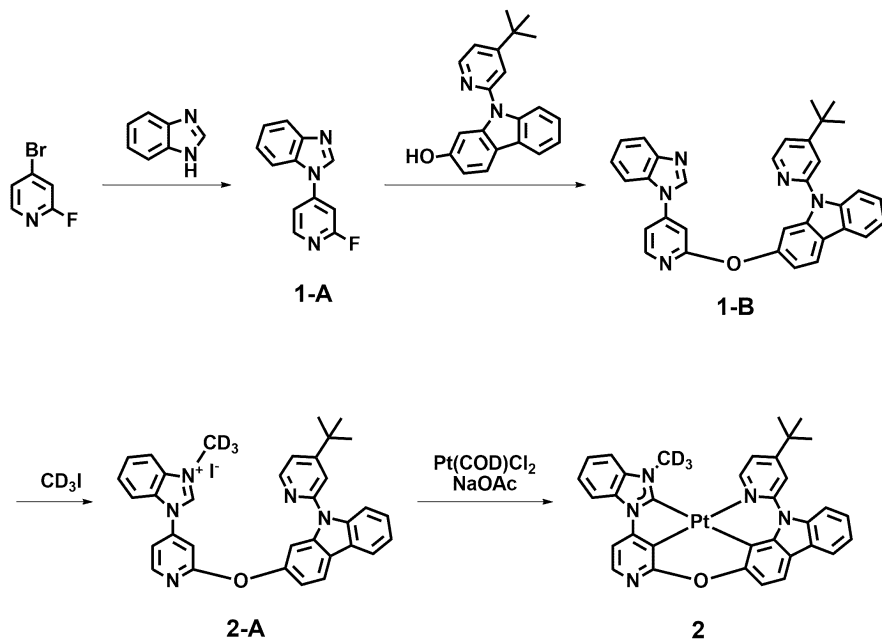


[0475]

[0476] 상기 중간체 1-C 5.9g (9.1mmol), dichloro(1,5-cyclooctadiene)platinum 3.8g (10.0mmol), 초산나트륨 1.5g (18.2mmol)을 디옥산 360mL에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 110℃에서 72시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 360mL의 증류수를 가하고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 화합물 1(570mg, 0.8mmol)을 수득하였다.

[0477] (2) 화합물 2의 합성

[0478] 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물 2는 예를 들어 하기 반응에 의해 합성될 수 있다.



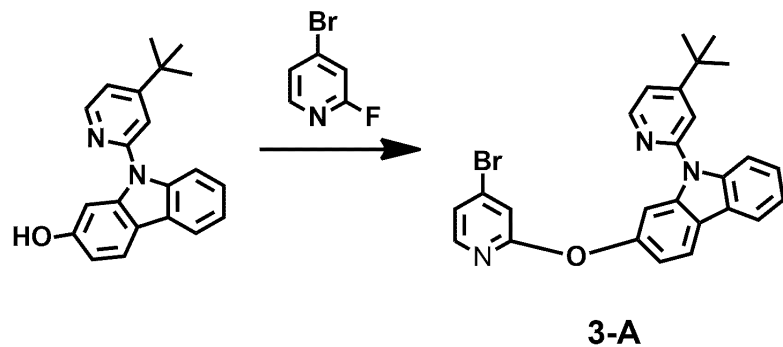
[0479]

[0480] 요오드화메탄- H_3 대신 요오드화메탄- D_3 로 사용한 것을 제외하고는 상기 합성에 1과 동일한 방법을 이용하여 화합물 2(650mg, 0.9mmol)을 수득하였다.

[0481] (3) 화합물 3의 합성

[0482] 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물 3은 예를 들어 하기 반응에 의해 합성될 수 있다.

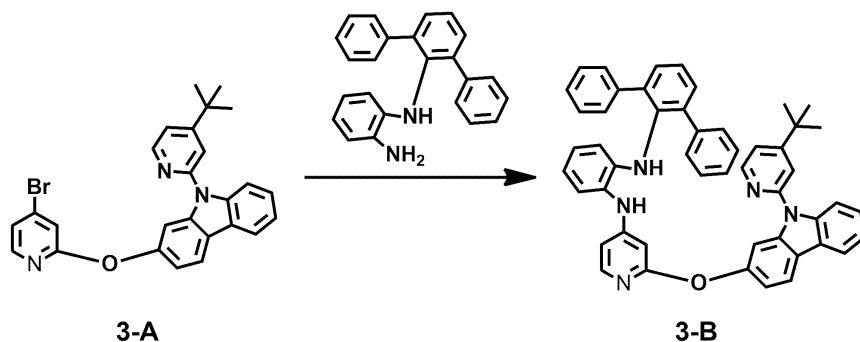
[0483] 1) 중간체 3-A의 합성



[0484]

[0485] 9-(4-(tert-butyl)pyridin-2-yl)-9H-carbazol-2-ol 11.1g (35.0mmol), 4-브로모-2-플루오로피리딘 12.3g (70.0mmol), 삼인삼칼륨 12.0g (70.0mmol) 을 반응용기에 넣고 디메틸설폭시드 350mL에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 160℃에서 12시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 3-A(12.9g, 27.3mmol)을 수득하였다.

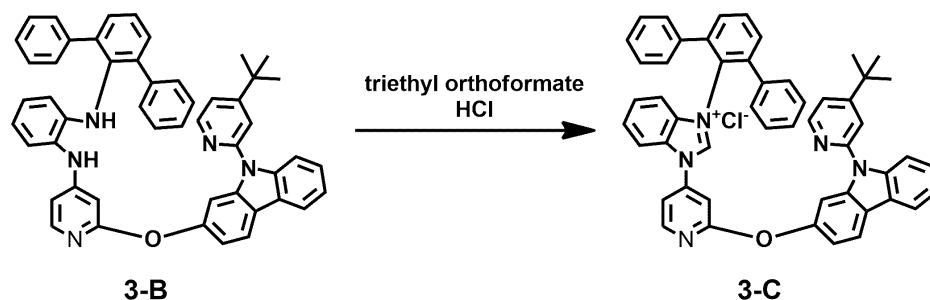
[0486] 2) 중간체 3-B의 합성



[0487]

[0488] 상기 중간체 3-A 12.9g (27.3mmol), N1-([1,1':3',1''-terphenyl]-2'-yl)benzene-1,2-diamine 10.1g (30.0mmol), 트리스(디벤질리덴아세톤)디팔라듐 1.3g (1.4mmol), 엑스포스 1.3g (2.7mmol), 소듐 터트-부톡사이드 6.2g (81.9mmol)을 반응 용기에 넣고 톨루엔 270mL에 현탁시켰다. 반응 온도를 110℃로 승온하여 3시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 3-B(9.8g, 13.5mmol)을 수득하였다.

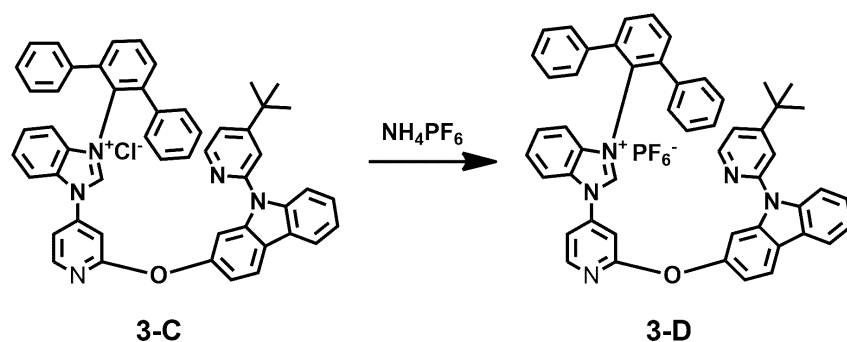
[0489] 3) 중간체 3-C의 합성



[0490]

[0491] 상기 중간체 3-B 9.8g (13.5mmol), 트리에틸올쏘포메이트 90mL (675mmol), HCl 35 wt% 용액 6.4mL (74.3mmol)을 반응 용기에 넣고 가온하여 80℃에서 12시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 3-C(7.7g, 9.9mmol)을 수득하였다.

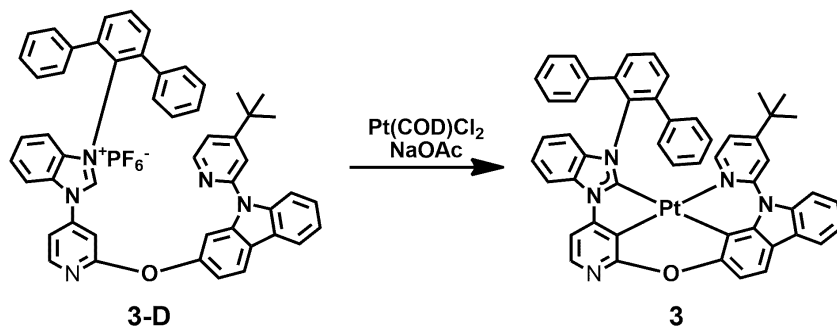
[0492] 4) 중간체 3-D의 합성



[0493]

[0494] 상기 중간체 3-C 7.7g (9.9mmol), 암모늄헥사플루오로포스페이트 3.2g (19.8mmol)을 반응 용기에 넣고 메탄올/물 2:1 용액에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 상온에서 12시간 교반하였다. 생성된 고체를 필터하고 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 3-D(7.0g, 7.9mmol)를 수득하였다.

[0495] 5) 화합물 3의 합성



[0496]

[0497] 상기 중간체 3-D 7.0g (7.9mmol), dichloro(1,5-cyclooctadiene)platinum 3.3g (8.9mmol), 초산나트륨 1.3g (16mmol)을 디옥산 160ml에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 110℃에서 72시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 화합물 3(740mg, 0.8mmol)을 수득하였다.

[0498]

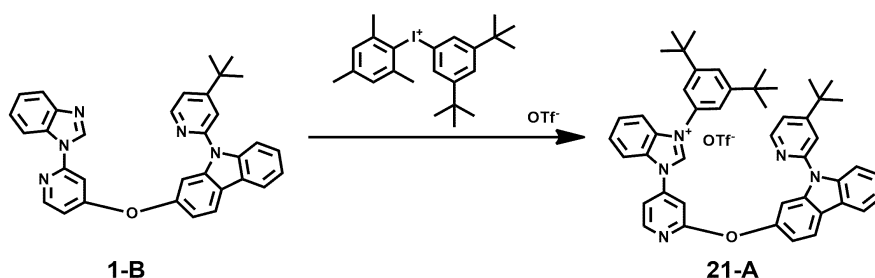
(4) 화합물 21의 합성

[0499]

일 실시예에 따른 유기 금속 화합물 21은 예를 들어 하기 반응에 의해 합성될 수 있다.

[0500]

1) 중간체 21-A의 합성

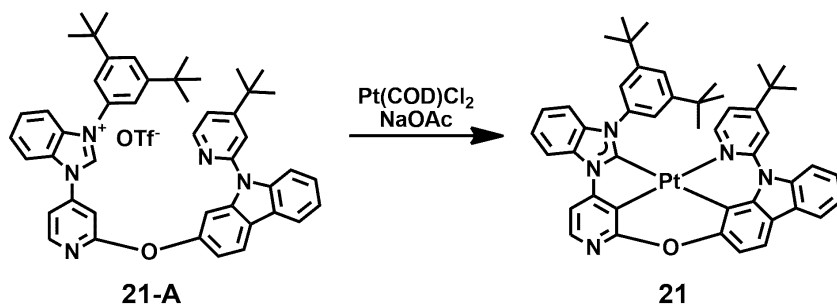


[0501]

[0502] 상기 중간체 1-B 7.2g (14.2mmol), (3,5-di-tert-butylphenyl)(mesityl)iodonium triflate 12.4g (21.3mmol), 초산구리 260mg (1.4mmol)을 디메틸술폭시드 140ml에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 110℃에서 24시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 120ml의 증류수를 가하고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 21-A(9.2g, 10.5mmol)를 수득하였다.

[0503]

2) 화합물 21의 합성



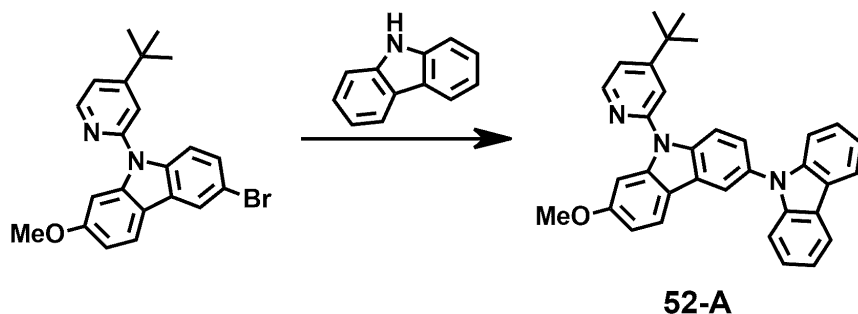
[0504]

[0505] 상기 중간체 21-A 9.2g (10.5mmol), dichloro(1,5-cyclooctadiene)platinum 4.4g (11.6mmol), 초산나트륨 2.6g (31.5mmol)을 디옥산 420ml에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 110℃에서 72시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 420ml의 증류수를 가하고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 화합물 21(800mg, 0.9mmol)을 수득하였다.

[0506] (5) 화합물 52의 합성

[0507] 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물 52는 예를 들어 하기 반응에 의해 합성될 수 있다.

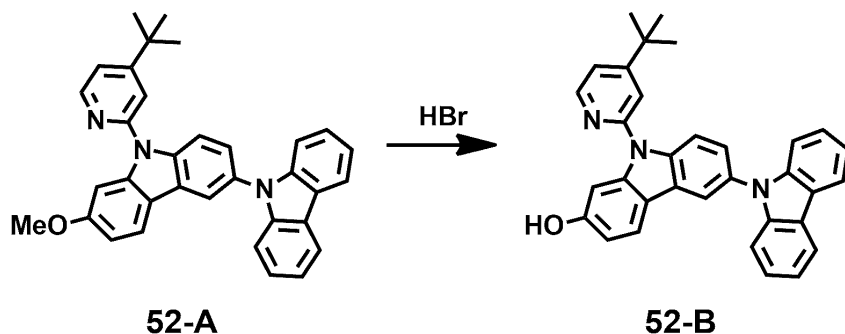
[0508] 1) 중간체 52-A의 합성



[0509]

[0510] 6-bromo-9-(4-(tert-butyl)pyridin-2-yl)-2-methoxy-9H-carbazole 30.0g (73.3mmol), 카바졸 18.4g (110.0mmol), 트리스(디벤질리덴아세톤)디팔라듐 3.5g (3.7mmol), 엑스포스 2.6g (5.5mmol), 소듐 터트-부톡사이드 16.6g (220mmol)을 반응 용기에 넣고 톨루엔 730mL에 현탁시켰다. 반응 온도를 110℃로 승온하여 12시간 동안 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 52-A(25.8g, 52.0mmol)를 수득하였다.

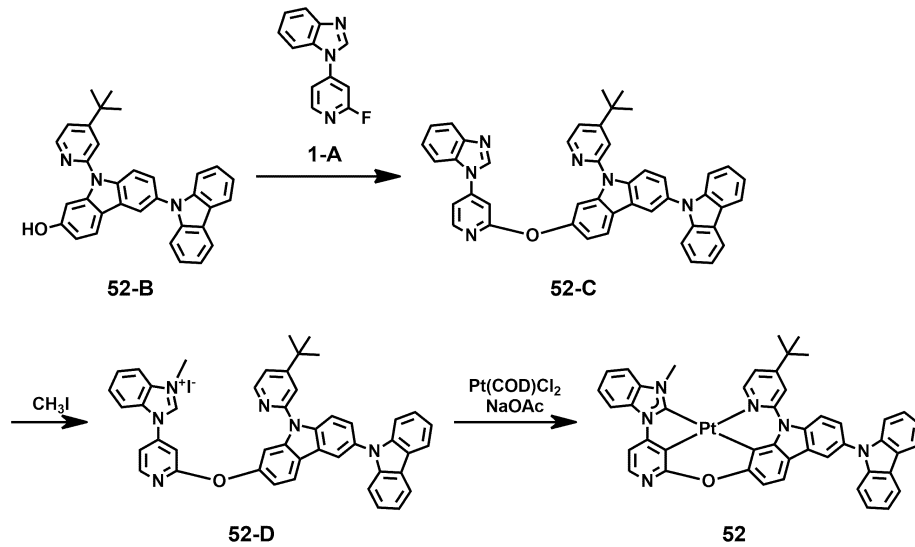
[0511] 2) 중간체 52-B의 합성



[0512]

[0513] : 상기 52-A 25.8g (52.0mmol) 을 과량의 브롬산 용액에 현탁시켰다. 반응 혼합물을 가온하여 110℃에서 24시간 교반하였다. 반응 종결 후 상온으로 식히고 적정량의 탄산수소나트륨을 가하여 중화시켰다. 300mL 증류수를 가하고 에틸아세테이트로 추출하였다. 추출된 유기층을 포화염화나트륨 수용액으로 세척하고 소듐설페이트로 건조하였다. 용매를 제거한 잔여물을 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리하여 중간체 52-B(20.2g, 42.0mmol)를 수득하였다.

[0514] 3) 화합물 52의 합성



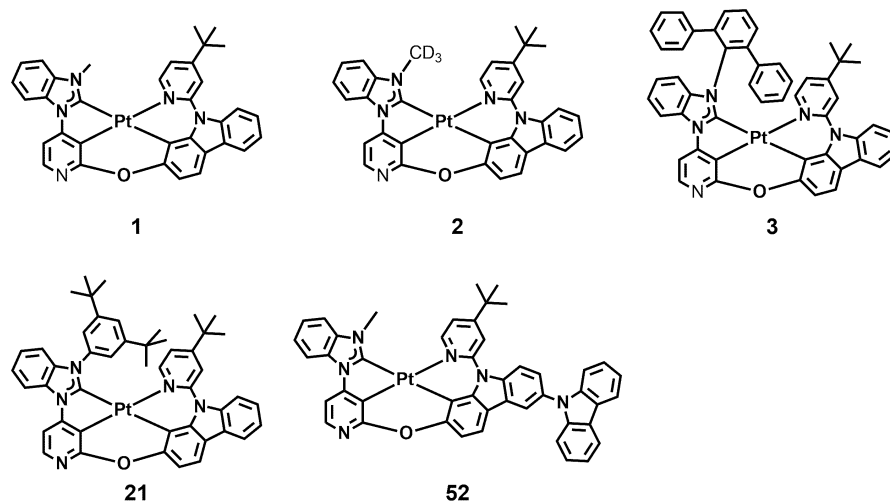
[0515]

[0516] 이후, 9-(4-(tert-butyl)pyridin-2-yl)-9H-carbazol-2-ol 대신 상기 52-B 로 사용한 것을 제외하고는 상기 합성에 1과 동일한 방법을 이용하여 화합물 52(710mg, 0.8mmol)를 수득하였다.

[0517] 2. 유기 금속 화합물을 포함하는 발광 소자의 제작 및 평가

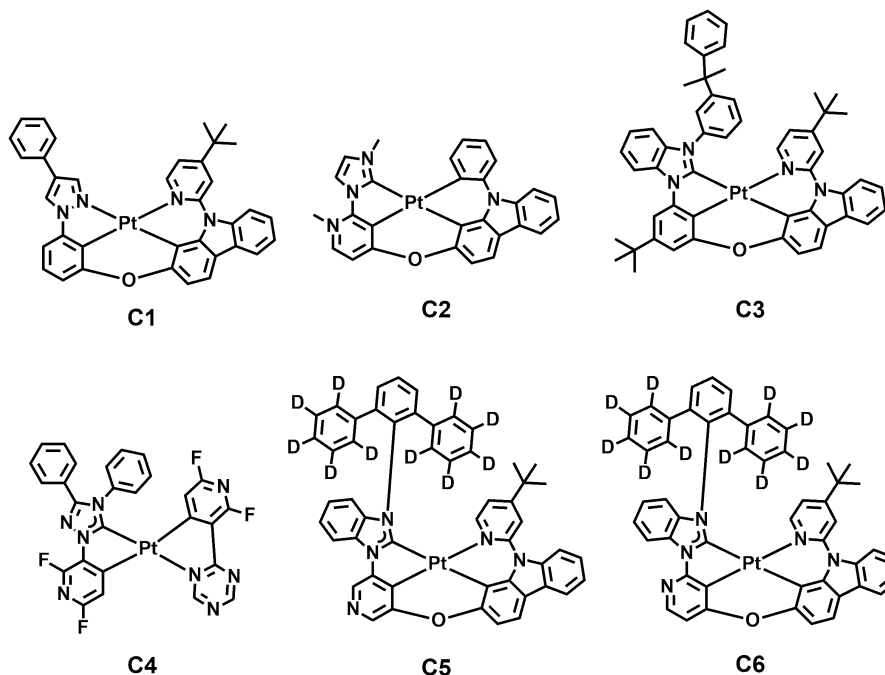
[0518] 일 실시예의 유기 금속 화합물을 발광층에 포함하는 일 실시예의 발광 소자를 아래의 방법으로 제조하였다. 상술한 실시예 화합물인 화합물 1, 2, 3, 21, 및 52의 유기 금속 화합물을 발광층 도펀트 재료로 사용하여 실시예 1 내지 실시예 5의 발광 소자를 제작하였다. 비교예 1은 비교예 화합물 C1을 발광층 도펀트 재료로 사용하여 제작된 발광 소자에 해당한다.

[0519] [실시예 화합물]



[0520]

[0521] [비교예 화합물]



[0522]

[0523] (발광 소자의 제작)

[0524] 실시예 1

[0525] ITO 유리기판을 약 50mm x 50mm x 0.7mm크기로 잘라서 이소프로필 알콜과 증류수를 이용하여 각각 5분간 초음파 세정 후 약 30분간 자외선 조사 후 오존에 노출시켜 세정한 후, 진공 증착 장치에 설치하였다. 이후, 2-TNATA로 약 600Å 두께의 정공 주입층을 형성하고, NPB로 약 300Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다. 이후 화합물 H1과 화합물 E2를 중량비 5:5 혼합한 호스트에 일 실시예의 화합물 1을 10% 비율로 도프한 300Å의 두께의 발광층을 형성하였다. 이후, ETH2으로 50Å 두께의 정공 차단층을 형성하고, Alq₃로 300Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다. 이후, LiF로 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하고, Al로 3000Å 두께의 제2 전극을 형성하였다. 각 층은 모두 진공 증착법으로 형성하였다.

[0526] 실시예 2

[0527] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 화합물 2를 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.

[0528] 실시예 3

[0529] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 화합물 3을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.

[0530] 실시예 4

[0531] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 화합물 21을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.

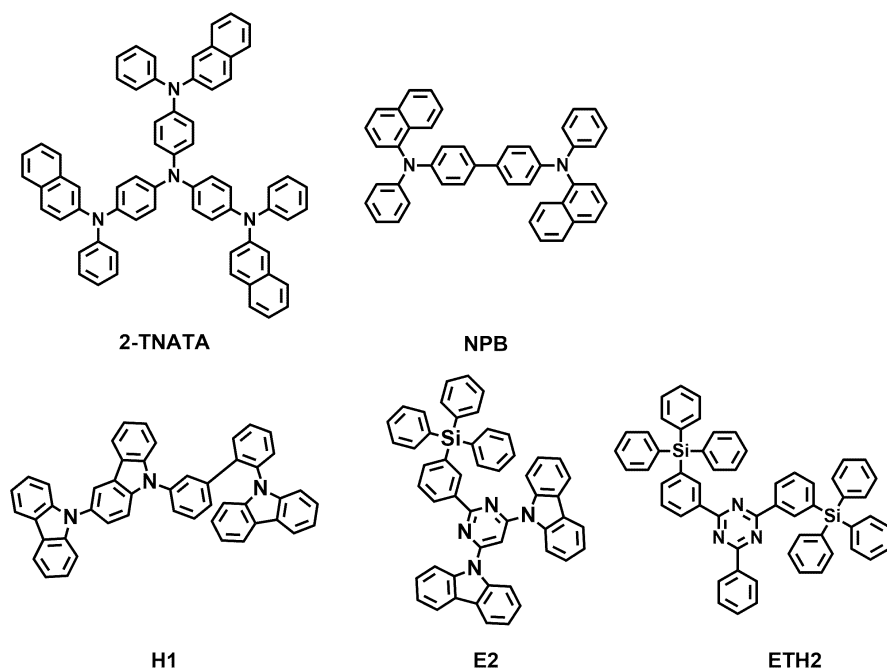
[0532] 실시예 5

[0533] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 화합물 52를 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.

[0534] 비교예 1

[0535] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 비교예 화합물 C1을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.

- [0536] 비교예 2
- [0537] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 비교예 화합물 C2을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.
- [0538] 비교예 3
- [0539] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 비교예 화합물 C3을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.
- [0540] 비교예 4
- [0541] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 비교예 화합물 C4을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.
- [0542] 비교예 5
- [0543] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 비교예 화합물 C5을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.
- [0544] 비교예 6
- [0545] 청색 발광층 형성 시 상기 화합물 1 대신 비교예 화합물 C6을 이용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제작했다.
- [0546] 실시예 및 비교예의 발광 소자 제작에 사용된 화합물들은 아래에 개시하였다. 하기 물질들은 공지된 물질이며, 시판품을 승화 정제하여 소자 제작에 사용하였다.



- [0547]
- [0548] 상기 합성예에서 합성된 화합물 1, 2, 3, 21, 및 52의 ^1H NMR 및 MS/FAB을 하기 표 1에 나타내었다.
- [0549] 표 1에 나타난 화합물 이외의 다른 화합물들도 위의 합성 경로 및 원료 물질을 참조하여 기술 분야에 숙련된 이들이 그 합성 방법을 용이하게 인식할 수 있다.

표 1

화합물 번호	^1H NMR (CDCl_3 , 400 MHz)	MS/FAB	
		found	calc.
1	8.77 (m, 1H), 8.31 (m, 1H), 8.25 (m, 1H), 7.55-7.49 (m, 3H), 7.41-7.38 (m, 4H), 7.18 (m, 1H), 7.05 (m, 1H), 6.65 (m, 1H), 6.55 (m, 1H), 5.75 (m, 1H), 3.45 (s, 3H), 1.33 (s, 9H)	716.1859	716.1863

2	8.75 (m, 1H), 8.26 (m, 1H), 8.21 (m, 1H), 7.54-7.50 (m, 3H), 7.39-7.37 (m, 4H), 7.20 (m, 1H), 7.08 (m, 1H), 6.68 (m, 1H), 6.57 (m, 1H), 5.77 (m, 1H), 1.35 (s, 9H)	719.2055	719.2052
3	8.75 (m, 1H), 8.22-8.18 (m, 4H), 7.55-7.53 (m, 2H), 7.48 (m, 1H), 7.45-7.39 (m, 9H), 7.19-7.16 (m, 3H), 7.02-6.95 (m, 6H), 6.45 (m, 1H), 5.58 (m, 1H), 1.37 (s, 9H)	930.2651	930.2646
21	8.67 (m, 1H), 8.25-8.21 (m, 2H), 7.55 (m, 1H), 7.51-7.49 (m, 2H), 7.41 (m, 2H), 7.21-7.19 (m, 3H), 7.15-7.13 (m, 3H), 6.98-6.95 (m, 2H), 6.54 (m, 1H), 5.68 (m, 1H), 1.45 (s, 9H), 1.43 (s, 9H), 1.33 (s, 9H)	890.3274	890.3272
52	8.88 (m, 1H), 8.56 (m, 1H), 8.25-8.23 (m, 2H), 7.99 (m, 1H), 7.70-7.68 (m, 2H), 7.55-7.52 (m, 3H), 7.42-7.39 (m, 5H), 7.33 (m, 1H), 7.19-7.17 (m, 2H), 7.01 (m, 1H), 6.75 (m, 1H), 6.53 (m, 1H), 5.61 (m, 1H), 3.41 (s, 3H), 1.28 (s, 9H)	881.2446	881.2442

[0551] (발광 소자의 특성 평가)

[0552] 상술한 실험에 화합물 1, 2, 3, 21, 및 52, 및 비교예 화합물 C1, C2, C3, C4, C5 및 C6로 제작한 발광 소자의 소자 효율 및 소자 수명을 평가하였다. 표 2에서는 실시예 1 내지 실시예 5, 및 비교예 1 내지 비교예 6에 대한 발광 소자의 평가 결과를 나타내었다. 표 2에 나타난 실시예 및 비교예에 대한 특성 평가 결과에서 구동 전압 및 전류 밀도는 V7000 OLED IVL Test System, (Polaronix)를 이용하여 측정하였다. 발광 효율 및 소자 수명은 전류 밀도 100 mA/cm^2 에서 측정한 값을 나타내었다. 표 2에서 수명(T_{95})은 초기 휘도 대비 95%의 휘도가 되는데 걸리는 시간을 측정한 것이다.

표 2

[0553]

	도펀트	제1 호스트:제2 호스트 (비율)	휘도 (cd/m^2)	구동 전압 (V)	발광 효율 (cd/A) (상대값)	CIE _y	최대 발광 파장 (nm)	소자 수명 (T_{95} , h)
실시예 1	1	H1:E2 (5:5)	1000	4.1	110	0.201	459	115
실시예 2	2	H1:E2(5:5)	1000	4.1	112	0.202	459	124
실시예 3	3	H1:E2(5:5)	1000	4.0	120	0.193	462	133
실시예 4	21	H1:E2(5:5)	1000	4.0	119	0.196	463	126
실시예 5	52	H1:E2(5:5)	1000	3.5	135	0.187	461	118
비교예 1	C1	H1:E2 (5:5)	1000	4.7	100	0.235	458	100
비교예 2	C2	H1:E2(5:5)	1000	4.8	89	0.240	460	89
비교예 3	C3	H1:E2(5:5)	1000	4.9	102	0.222	466	108
비교예 4	C4	H1:E2(5:5)	1000	5.1	69	0.237	457	14
비교예 5	C5	H1:E2(5:5)	1000	4.3	105	0.205	463	101
비교예 6	C6	H1:E2(5:5)	1000	4.5	99	0.219	465	87

[0554] 표 1의 결과를 같이 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물을 발광층 호스트 재료로 사용한 발광 소자의 실시예들의 경우 비교예와 비교하여 발광 효율 및 소자 수명이 향상된 것을 확인할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 금속 화합물을 중심 금속 원자, 및 중심 금속 원자에 결합된 리간드를 포함한다. 리간드는 제1 내지 제4 리간드를 포함하고, 제1 내지 제4 리간드들은 서로 선택적으로 연결되어 하나의 네 자리 리간드를 형성할 수 있다. 일 실시예의 유기 금속 화합물에서 중심 금속 원자와 결합된 리간드 중 제1 리간드는 피리딘 모이더를 포함할 수 있다. 제1 리간드는 질소 원자를 기준으로 메타 위치의 탄소에서 중심 금속 원자와 결합할 수 있다. 또한, 제1 리간드는 질소 원자를 기준으로 파라 위치에서 제2 리간드와 결합하고, 질소 원자 및 중심 금속 원자와 연결된 탄소 원자의 오르쏘 위치에서 제3 리간드와 결합할 수 있다. 이러한 연결 구조를 가지는 제1 리간드는 분자 전체의 HOMO 에너지 레벨을 조절하는 데 기여할 수 있다. 즉, 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 유기 금속 화합물은 제1 리간드를 특정 위치에 포함하여 깊은 HOMO 에너지 레벨을 가질 수 있고, 이에 따라, 화학식 1로 표시되는 유기 금속 화합물을 발광층(EML) 내에 도펀트 재료로 사용하는 경우, 발

광층 내 호스트와 도펀트 간의 HOMO 에너지 레벨 차이가 낮아질 수 있어 고색순도의 청색광을 나타낼 수 있고, 저 구동 전압, 우수한 발광 효율 및 개선된 수명 특성을 나타낼 수 있다.

[0555] 비교예 1 내지 비교예 3에 포함된 비교예 화합물 C1 내지 비교예 화합물 C3은 중심 금속 원자, 및 중심 금속 원자와 결합된 네 개의 리간드들을 포함하나, 본 발명에서 제안하는 제1 리간드를 포함하지 않아, 실시예와 비교해 구동 전압이 높고, 발광 효율 및 소자 수명이 모두 저하된 것을 확인할 수 있다. 비교예 화합물 C1의 경우 HOMO 에너지 레벨이 제1 리간드를 포함하는 실시예 화합물들에 비하여 얕아(shallow)지게 되어 호스트와의 HOMO 에너지 레벨 차이가 증가하게 될 수 있다. 이로 인해, 발광층 내에서 도펀트에 의한 트랩 현상이 증가하게 되어 구동 전압이 높아지고, 발광 효율 및 소자 수명이 감소될 수 있다.

[0556] 비교예 4에 포함된 비교예 화합물 C4는 중심 금속 원자, 및 중심 금속 원자와 결합된 네 개의 리간드들을 포함하고, 제1 리간드로 피리딘 모이어티를 포함하나, 본 발명의 제1 리간드와 제3 리간드에 대응하는 리간드가 별도의 연결기를 통해 연결되지 않는 구조를 가짐에 따라 실시예들에 비해 구동 전압이 높고, 발광 효율 및 소자 수명이 감소된 것을 확인할 수 있다.

[0557] 비교예 5 및 비교예 6에 포함된 비교예 화합물 C5 및 비교예 화합물 C6은 중심 금속 원자, 및 중심 금속 원자와 결합된 네 개의 리간드들을 포함하고, 제1 리간드로 피리딘 모이어티를 포함하나, 본 발명에서 제안하는 제1 리간드의 연결 구조와 상이한 연결 구조를 가짐에 따라 실시예들과 비교해 구동 전압이 높고, 발광 효율 및 소자 수명이 감소된 것을 확인할 수 있다. 즉, 제1 리간드가 질소 원자를 기준으로 파라 위치에서 중심 금속 원자와 결합된 비교예 화합물 C5를 사용한 비교예 5에 비하여 실시예들의 효과가 우수함을 알 수 있다. 또한, 제1 리간드가 질소 원자를 기준으로 메타 위치에서 중심 금속 원자 연결되나, 질소 원자를 기준으로 파라 위치에서 제2 리간드가 아닌 제3 리간드와 연결된 구조를 가지는 비교예 화합물 C6을 사용한 비교예 6에 비하여 실시예들의 효과가 우수함을 알 수 있다.

[0558] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면, 후술될 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0559] 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 청구범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

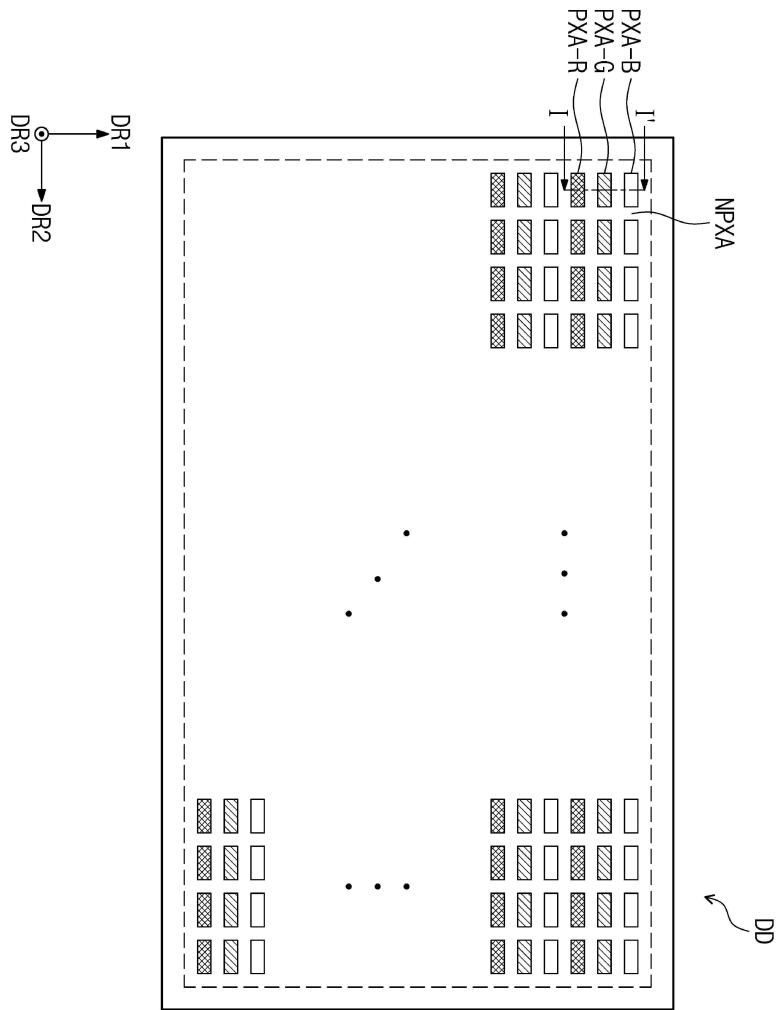
부호의 설명

[0560] DD, DD-TD : 표시 장치

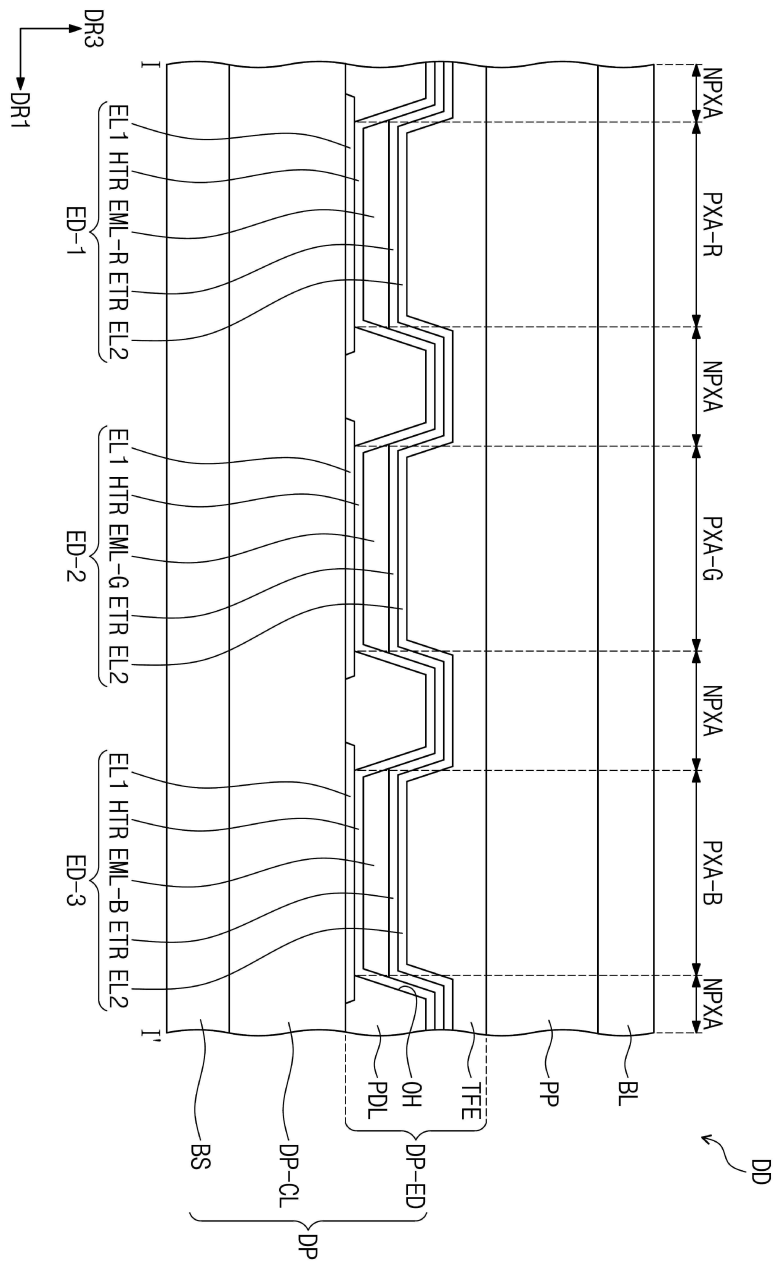
ED: 발광 소자	EL1 : 제1 전극
EL2 : 제2 전극	HTR : 정공 수송 영역
EML : 발광층	ETR : 전자 수송 영역

도면

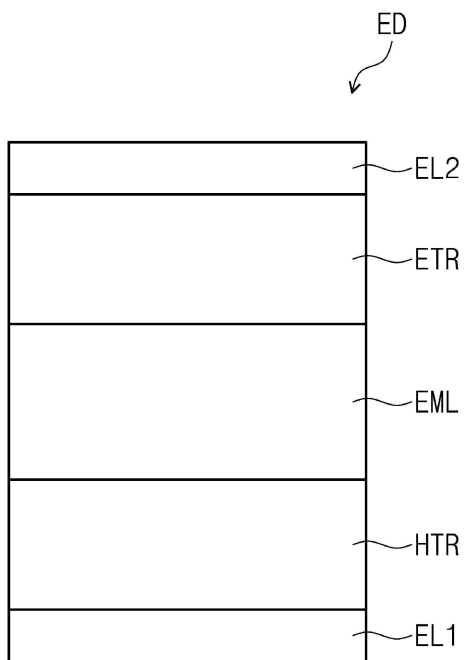
도면1



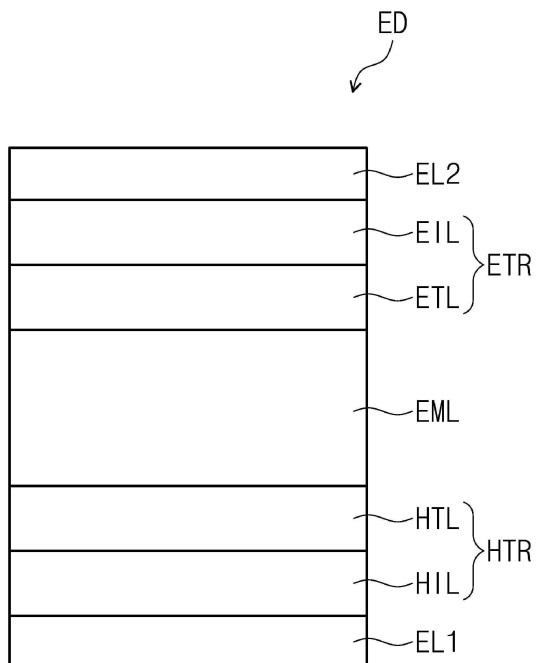
도면2



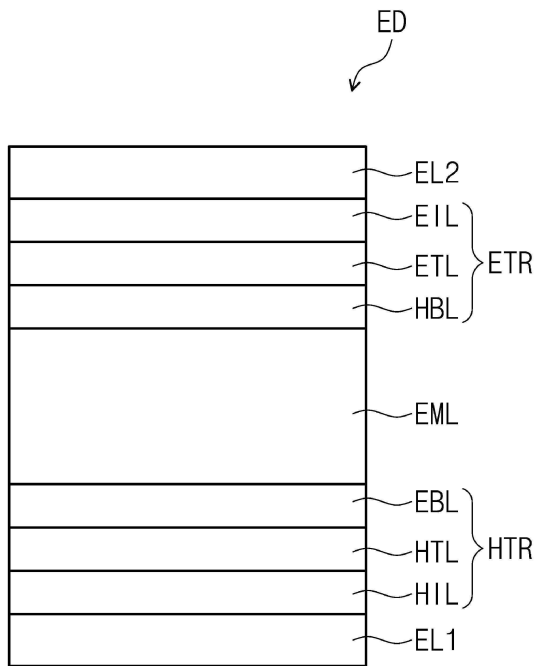
도면3



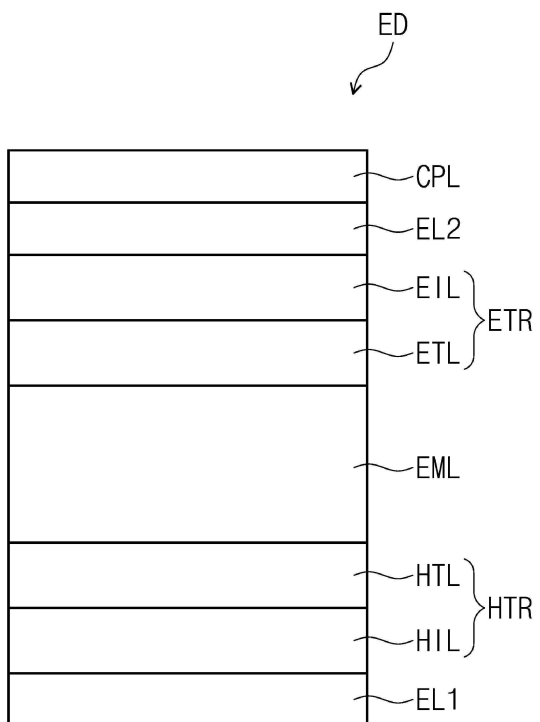
도면4



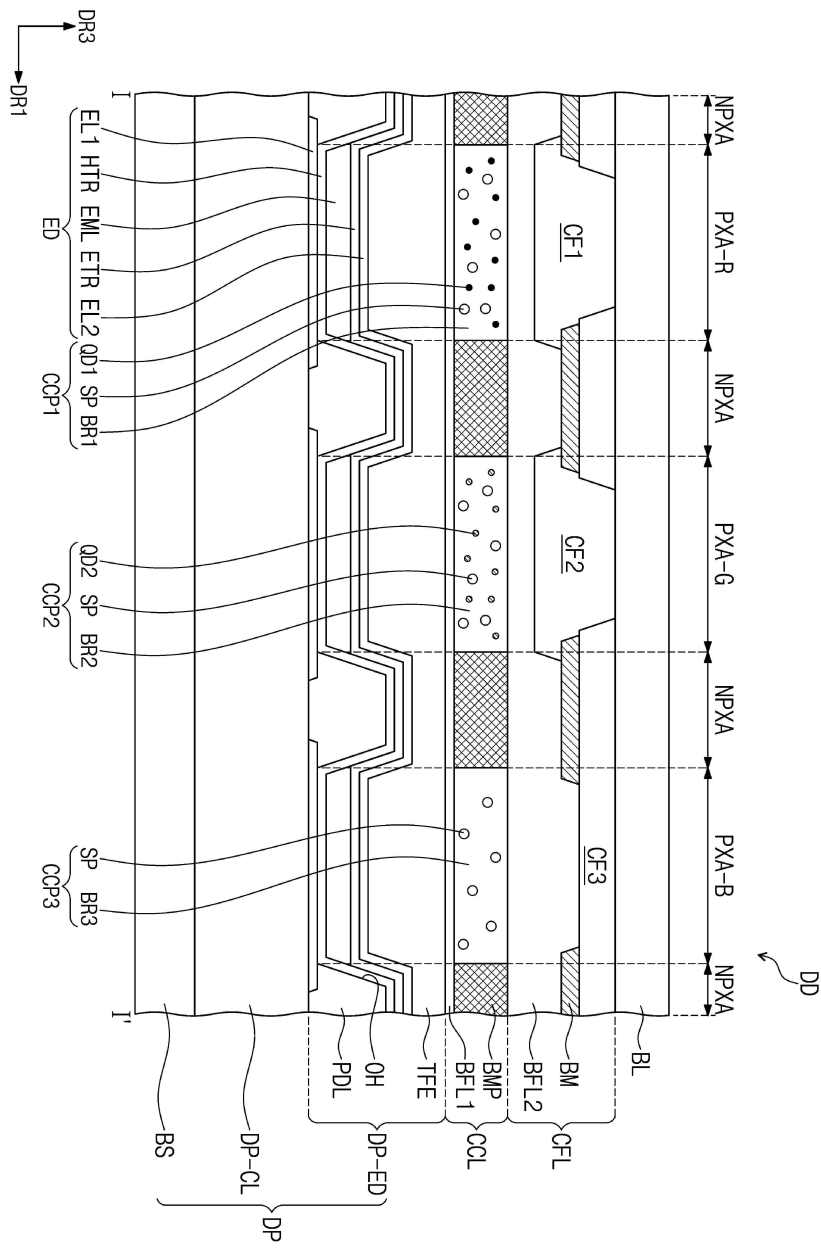
도면5



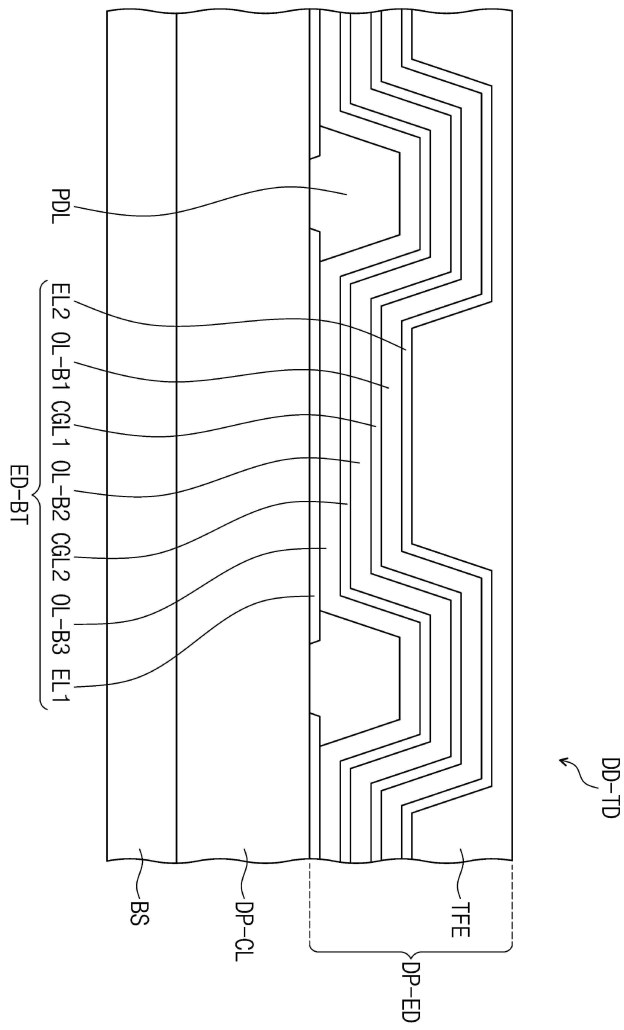
도면6



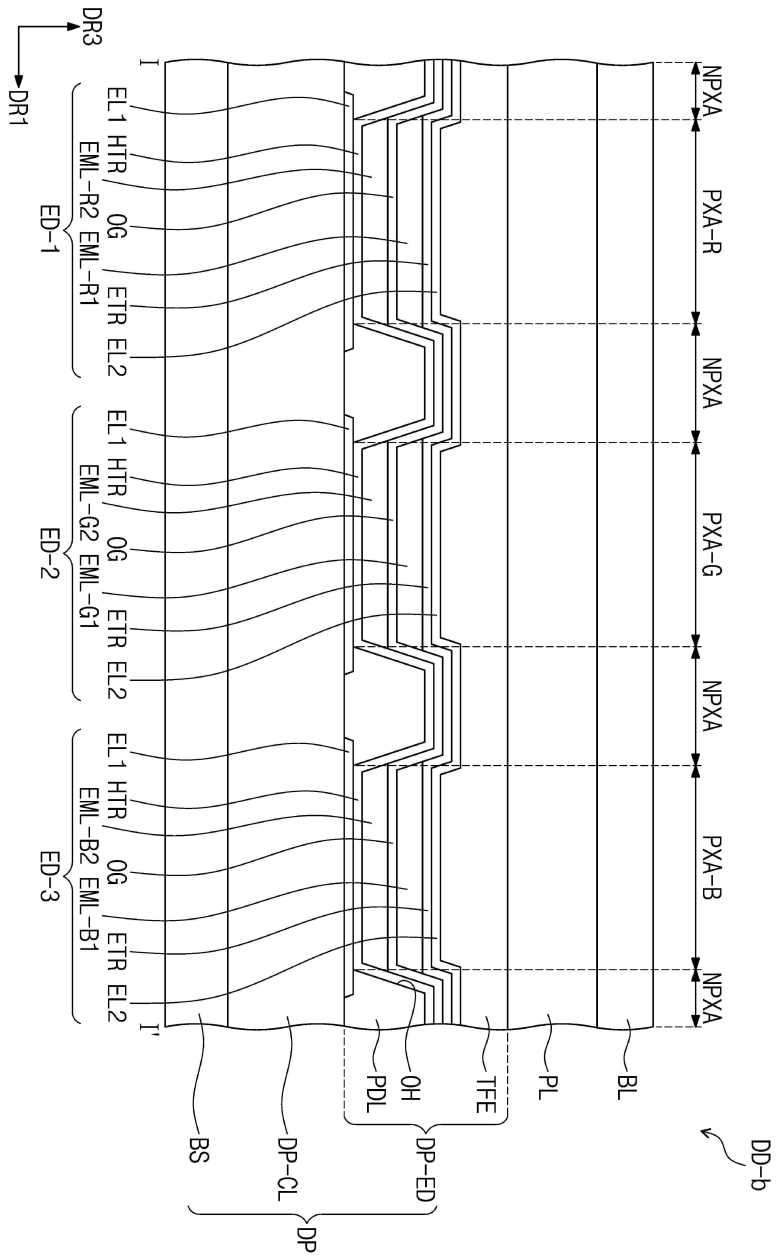
도면7



도면8



도면9



도면10

