



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월07일
(11) 등록번호 10-2384222
(24) 등록일자 2022년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07F 19/00 (2006.01) C07F 15/00 (2006.01)
C07F 7/08 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0129516
(22) 출원일자 2014년09월26일
심사청구일자 2019년09월20일
(65) 공개번호 10-2016-0037007
(43) 공개일자 2016년04월05일
(56) 선행기술조사문헌
W02014007564 A1*
KR1020140007278 A*
KR1020130110934 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
황규영
경기도 안산시 상록구 건건8길 10, 106동 702호
(건건동, 건건e-편한세상아파트)
곽윤현
서울특별시 강남구 도산대로30길 16-2, 401호 (논
현동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 16 항

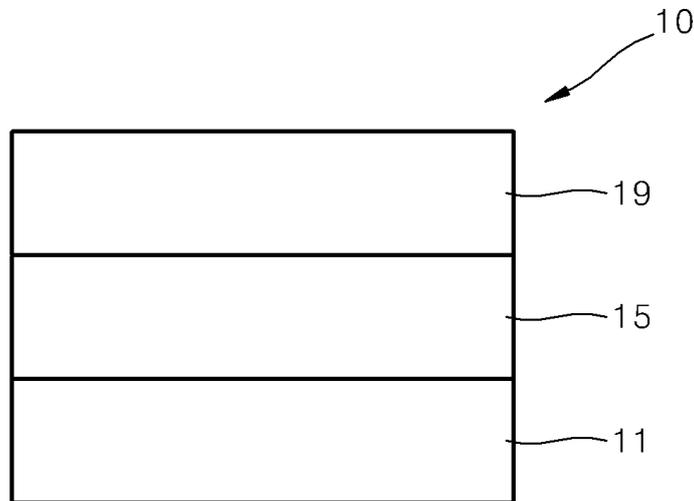
심사관 : 김지은

(54) 발명의 명칭 유기금속 화합물 및 이를 포함한 유기 발광 소자

(57) 요약

유기금속 화합물 및 상기 유기금속 화합물을 포함한 유기 발광 소자가 개시된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

권오현

경기도 용인시 기흥구 한보라2로 141, 801동 405호
(공세동, 화성파크드림프라브아파트)

김소연

경기도 안양시 동안구 평촌대로40번길 100, 308동
2401호 (호계동, 샘마을임광아파트)

김지환

서울특별시 서초구 동광로39길 34-7, 302호 (반포
동, 피케이빌)

이상엽

경기도 화성시 동탄반석로 232, 133동 602호 (석
우동, 예당마을신일유토빌아파트)

이정인

경기도 화성시 동탄반석로 231, 155동 1403호 (석
우동, 예당마을롯데캐슬아파트)

정대영

서울특별시 송파구 충민로4길 5, 502동 401호 (장
지동, 송파과인타운5단지)

최종원

경기도 용인시 수지구 광교마을로 62, 4207동 805
호 (상현동, 광교상록자이아파트)

최현호

서울특별시 송파구 올림픽로 399, 12동 402호 (신
천동, 진주아파트)

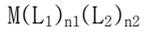
명세서

청구범위

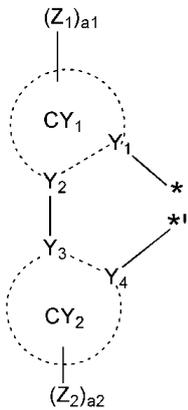
청구항 1

하기 화학식 1로 표시된 유기금속(organometallic) 화합물:

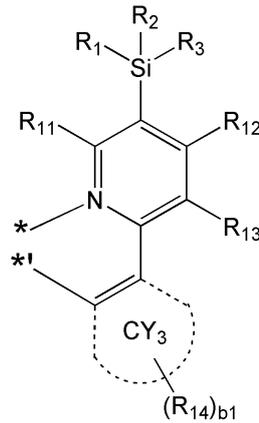
<화학식 1>



<화학식 2A>



<화학식 2B>



상기 화학식 1 중 L_1 은 상기 화학식 2A로 표시되는 리간드이고,

상기 화학식 1 중 L_2 는 상기 화학식 2B로 표시되는 리간드이고,

상기 화학식 1 중 L_1 과 L_2 는 서로 상이하고,

상기 화학식 1 중 M은 이리듐(Ir)이고,

상기 화학식 2A 중 Y_1 은 질소(N)이고, Y_2 내지 Y_4 는 탄소(C)이고,

상기 화학식 2A 중 CY_1 은 피리딘이고,

상기 화학식 2A 및 2B 중 CY_2 및 CY_3 는 서로 독립적으로, 벤젠, 디벤조퓨란 및 디벤조티오펜 중에서 선택되고,

상기 화학식 2B 중 R_1 내지 R_3 는 서로 독립적으로,

C_1 - C_{10} 알킬기; 및

적어도 하나의 중수소로 치환된 C_1 - C_{10} 알킬기;

중에서 선택되고,

상기 화학식 2A 및 2B 중 Z_1 , Z_2 , 및 R_{11} 내지 R_{14} 은 서로 독립적으로,

수소, 중수소, -F, 및 C_1 - C_{20} 알킬기;

중수소, -F, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 및 페닐기 중 적어도 하나로 치환된 C_1 - C_{20} 알킬기;

시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기; 및

중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, C₁-C₂₀알킬기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기 중 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기;

중에서 선택되며, 화학식 2B 중 R₁₂는 수소 및 -CH₃가 아니고,

상기 화학식 2A 중 a₁ 및 a₂는 서로 독립적으로 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고, a₁이 2 이상일 경우 2 이상의 Z₁은 서로 동일하거나 상이하고, a₂가 2 이상일 경우 2 이상의 Z₂는 서로 동일하거나 상이하고,

상기 화학식 2B 중 b₁은 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

상기 화학식 1 중 n₁ 및 n₂는 서로 독립적으로, 1 또는 2이고, n₁ + n₂는 3이고,

상기 화학식 2A 및 2B 중 * 및 *'는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 화학식 2B 중 R₁ 내지 R₃는 서로 독립적으로,

메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기 및 tert-데실기; 및

적어도 하나의 중수소로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기 및 tert-데실기;

중에서 선택된, 유기금속 화합물.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 화학식 2B 중 R₁ 내지 R₃는 서로 독립적으로,

메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기; 및

적어도 하나의 중수소로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기;

중에서 선택된, 유기금속 화합물.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 화학식 2B 중 R₁ 내지 R₃는 서로 독립적으로, -CH₃, -CH₂CH₃, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CH₂CD₃ 및 -CD₂CH₃ 중에서 선택된, 유기금속 화합물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 화학식 2B 중 R₁ 내지 R₃는 서로 동일한, 유기금속 화합물.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 화학식 2A 및 2B 중 Z_1 , Z_2 , 및 R_{11} 내지 R_{14} 은 서로 독립적으로,

수소, 중수소, -F, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, 및 tert-데실기;

중수소, -F, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, 및 tert-데실기;

시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기; 및

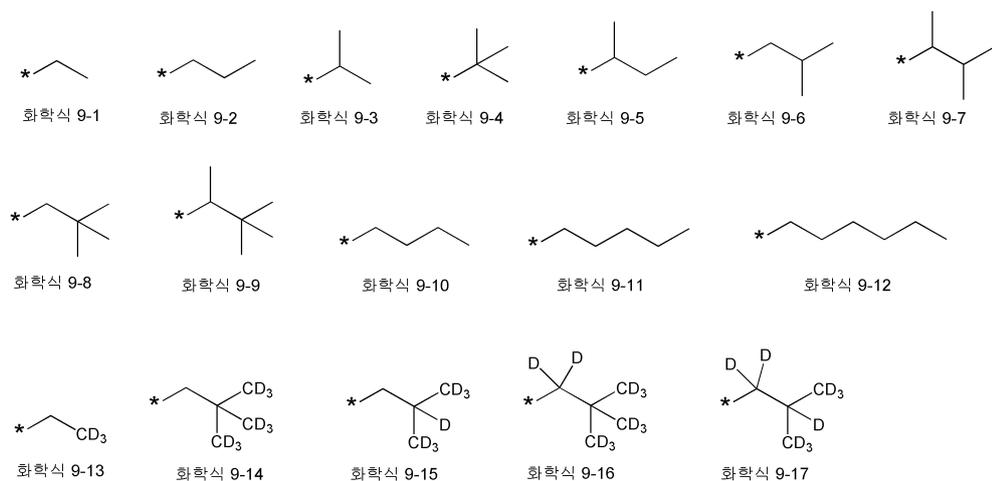
중수소, -F, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기 중 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기;

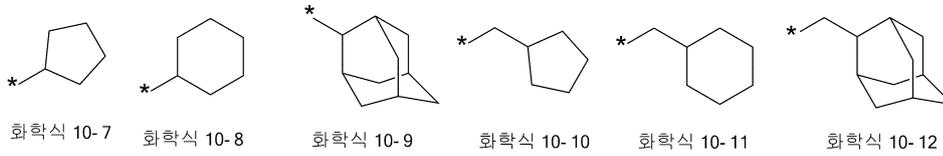
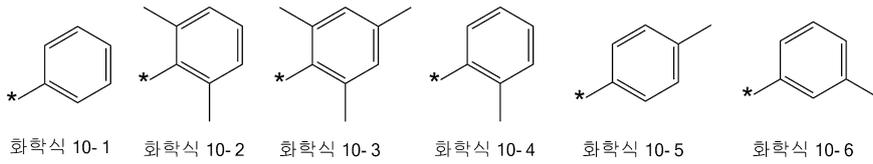
중에서 선택되되, 화학식 2B 중 R_{12} 는 수소 및 $-CH_3$ 가 아닌, 유기금속 화합물.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 화학식 2A 및 2B 중 Z_1 , Z_2 , 및 R_{11} 내지 R_{14} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, $-CH_3$, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 하기 화학식 9-1 내지 9-17로 표시되는 그룹 및 하기 화학식 10-1 내지 10-12 중 하나로 표시되는 그룹 중에서 선택되되, 화학식 2B 중 R_{12} 는 수소 및 $-CH_3$ 가 아닌, 유기금속 화합물:

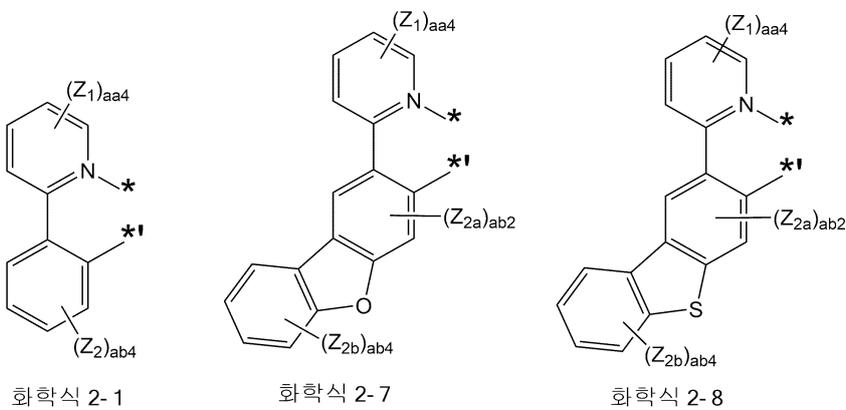




청구항 8

제1항에 있어서,

상기 화학식 1 중 L_1 이 하기 화학식 2-1, 2-7 및 2-8 중에서 선택된, 유기금속 화합물:



상기 화학식 2-1, 2-7 및 2-8 중,

Z_1 및 Z_2 에 대한 설명은 제1항에 기재된 바와 동일하고,

Z_{2a} 및 Z_{2b} 에 대한 설명은 서로 독립적으로, Z_2 에 대한 설명과 동일하고,

ab2는 1 또는 2이고,

aa4는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

ab4는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

ab2와 ab4의 합은 2 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

* 및 *'은 M과의 결합 사이트이다.

청구항 9

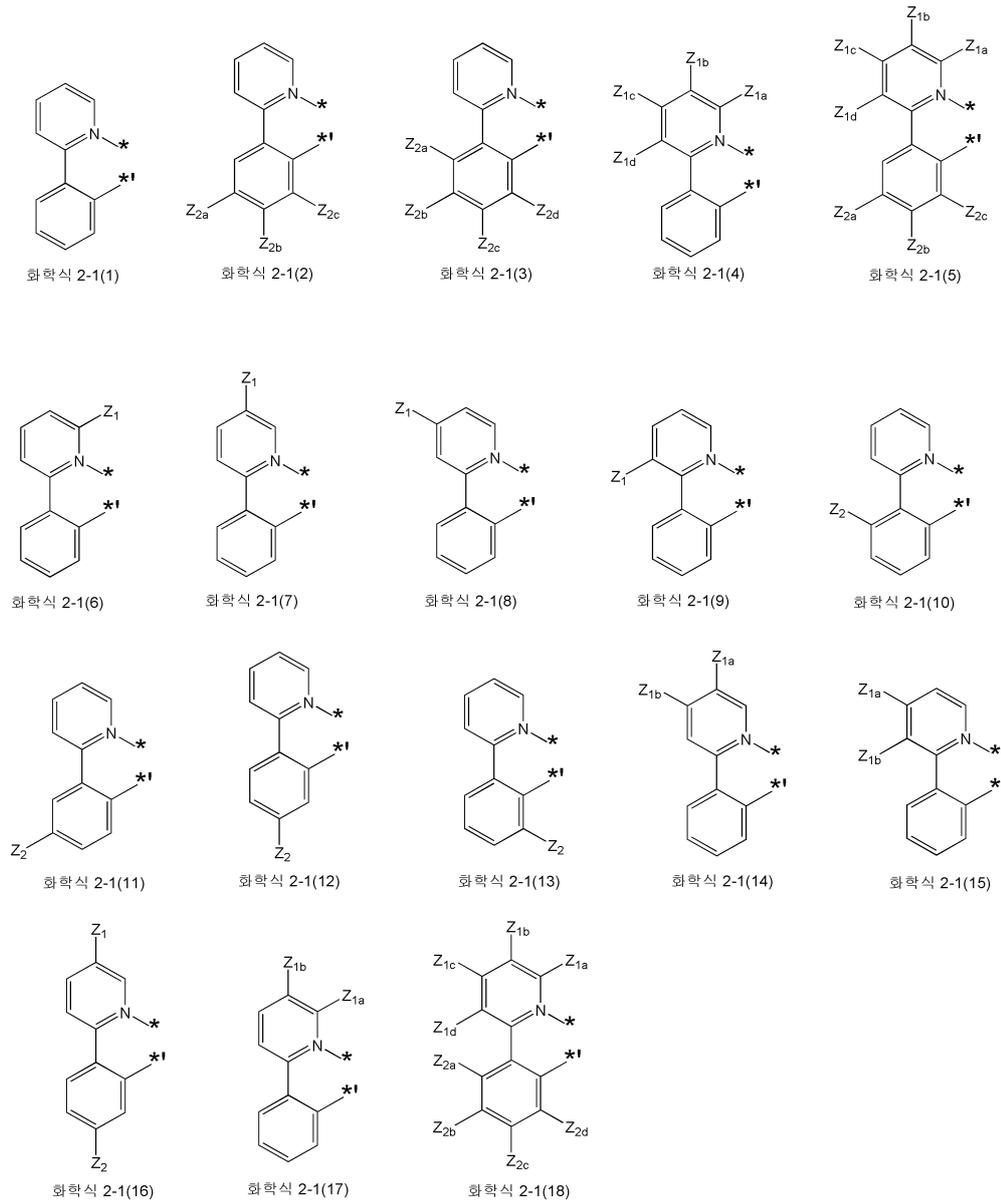
제8항에 있어서,

상기 화학식 1 중 L_1 이 상기 화학식 2-1로 표시되는 리간드인, 유기금속 화합물.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 화학식 1 중 L₁이 하기 화학식 2-1(1) 내지 2-1(18)로 표시되는 리간드 중에서 선택된, 유기금속 화합물:



상기 화학식 2-1(1) 내지 2-1(18) 중,

Z₁ 및 Z₂에 대한 설명은 제1항에 기재된 바와 동일하고, Z_{1a}, Z_{1b}, Z_{1c} 및 Z_{1d}에 대한 설명은 각각 Z₁에 대한 설명과 동일하고, Z_{2a}, Z_{2b}, Z_{2c} 및 Z_{2d}에 대한 설명은 각각 Z₂에 대한 설명과 동일하되, Z₁, Z₂, Z_{1a}, Z_{1b}, Z_{1c}, Z_{1d}, Z_{2a}, Z_{2b}, Z_{2c} 및 Z_{2d}는 수소가 아니고,

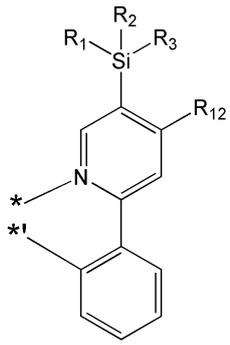
* 및 *'은 M과의 결합 사이트이다.

청구항 11

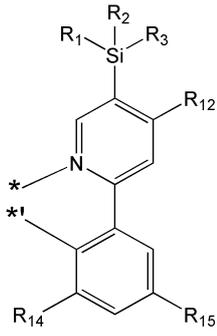
제1항에 있어서,

상기 L₂가 하기 화학식 2B-1 내지 2B-9, 2B-11 및 2B-12로 표시되는 리간드 중에서 선택된, 유기금속 화합물:

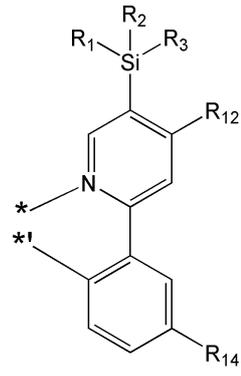
<화학식 2B-1> <화학식 2B-2> <화학식 2B-3>



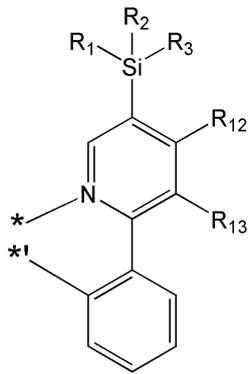
<화학식 2B-4>



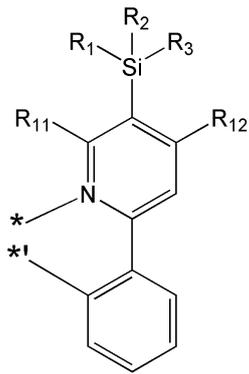
<화학식 2B-5>



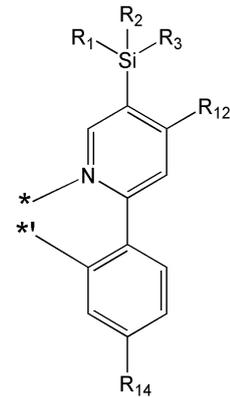
<화학식 2B-6>



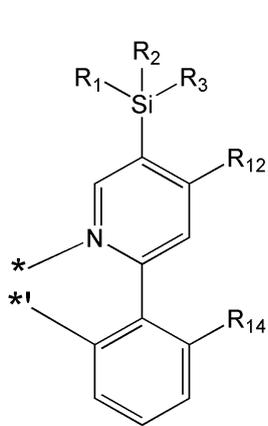
<화학식 2B-7>



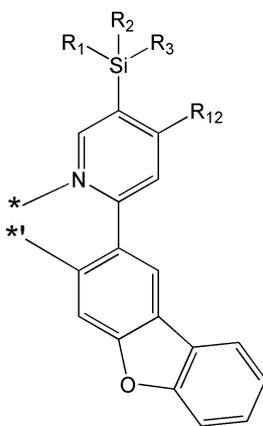
<화학식 2B-8>



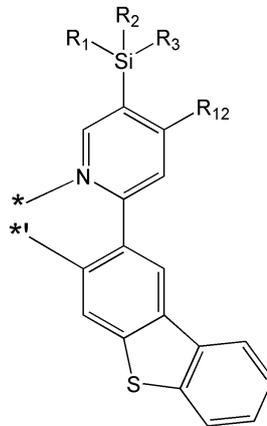
<화학식 2B-9>

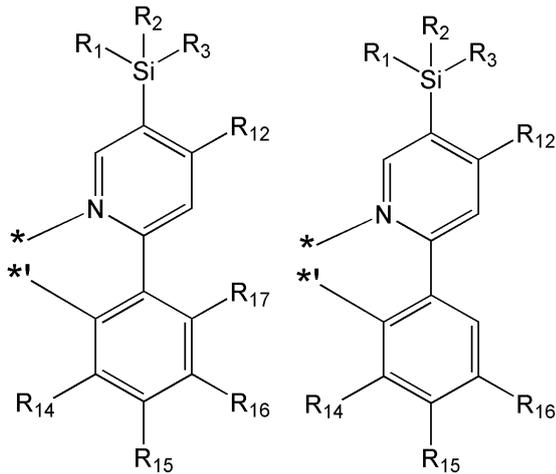


<화학식 2B-11>



<화학식 2B-12>





상기 화학식 2B-1 내지 2B-9, 2B-11 및 2B-12 중,

R₁ 내지 R₃는 서로 독립적으로,

메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기; 및

적어도 하나의 중수소로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기;

중에서 선택되고,

R₁₁ 내지 R₁₇은 서로 독립적으로,

중수소, -F, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, 및 tert-데실기;

중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, 및 tert-데실기;

시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기; 및

중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기 중 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만타닐기, 노르보네닐기, 및 페닐기;

중에서 선택되되, R₁₂는 -CH₃가 아니다.

청구항 12

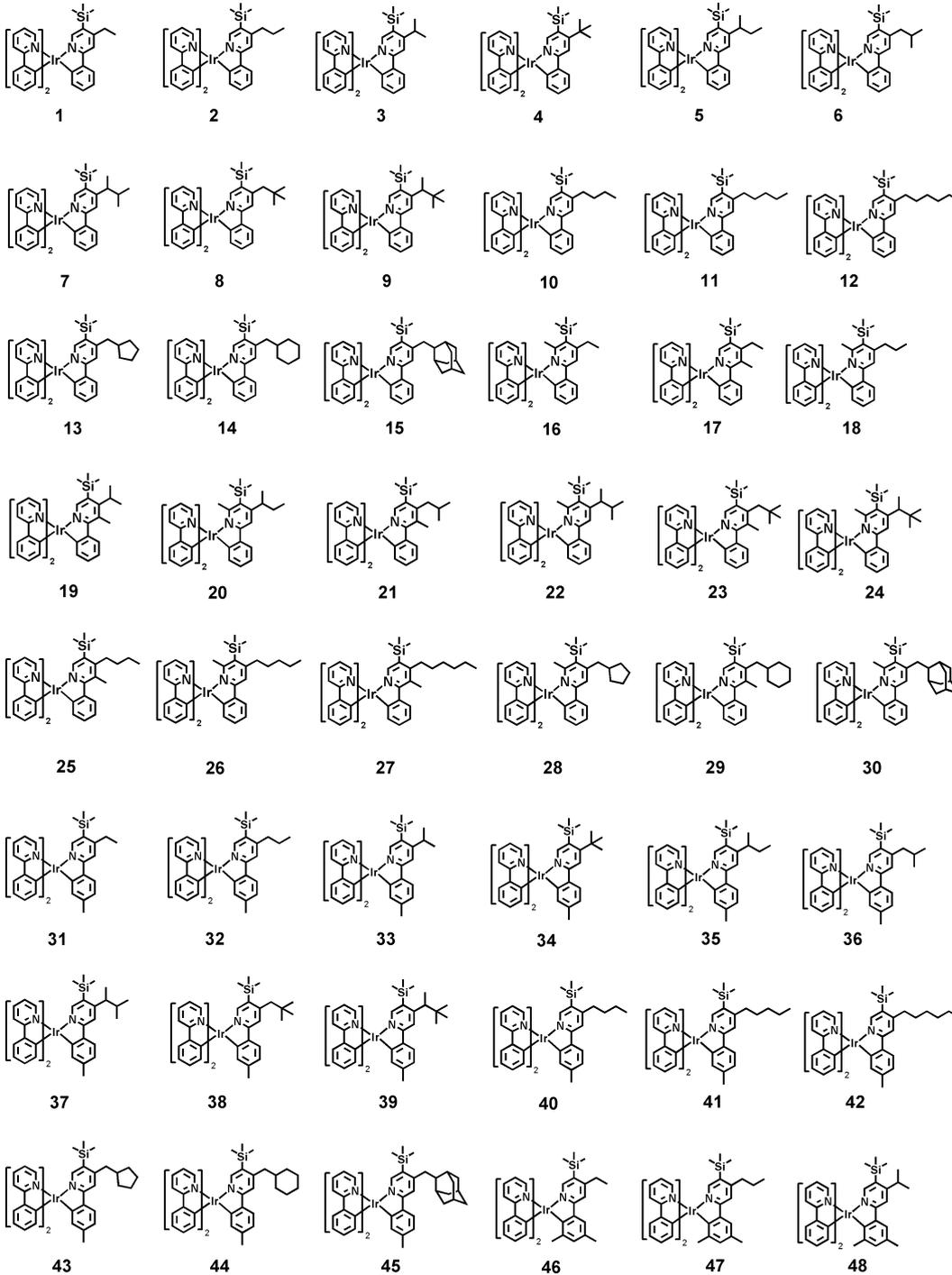
제1항에 있어서,

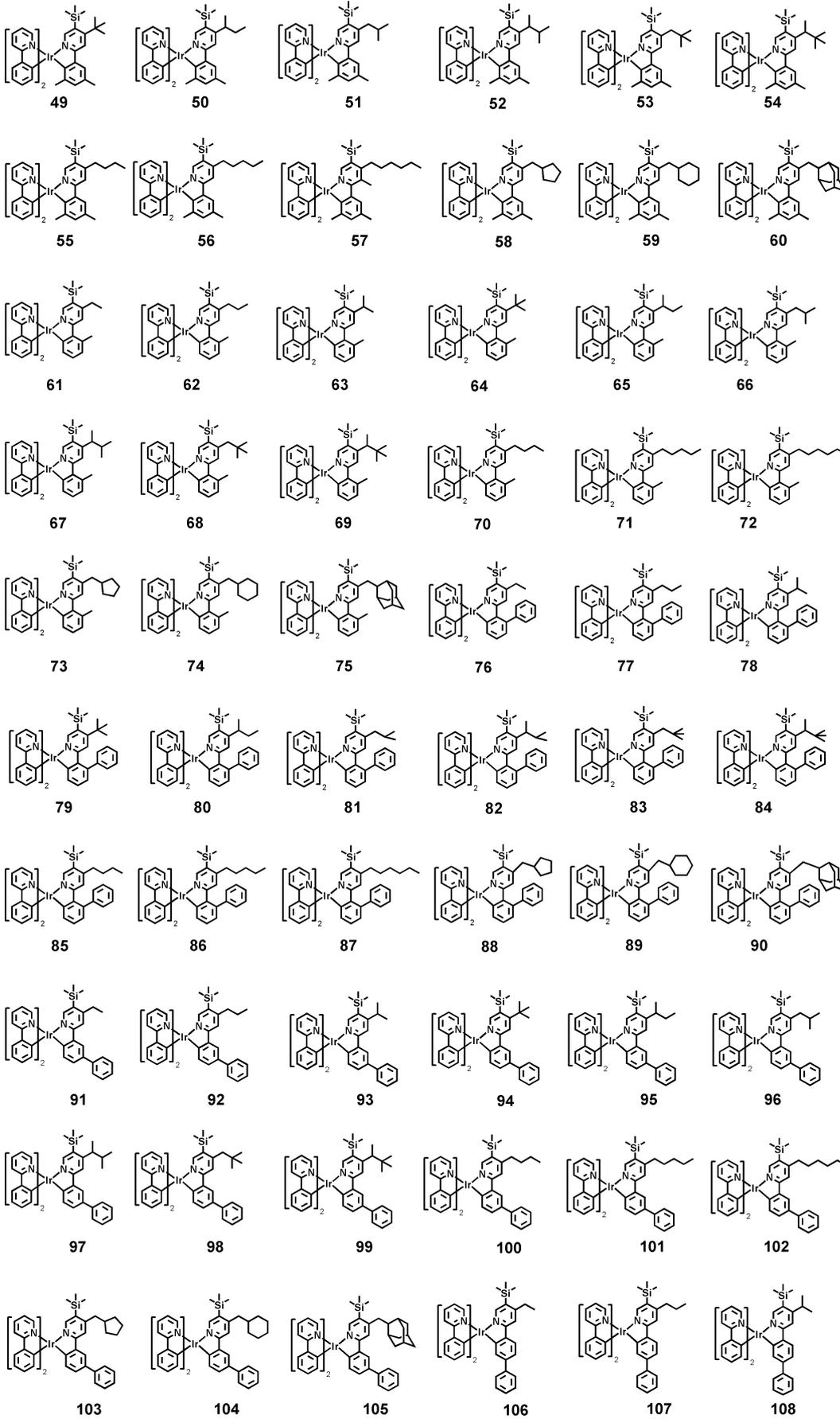
상기 화학식 1 중 n₂가 1인, 유기금속 화합물.

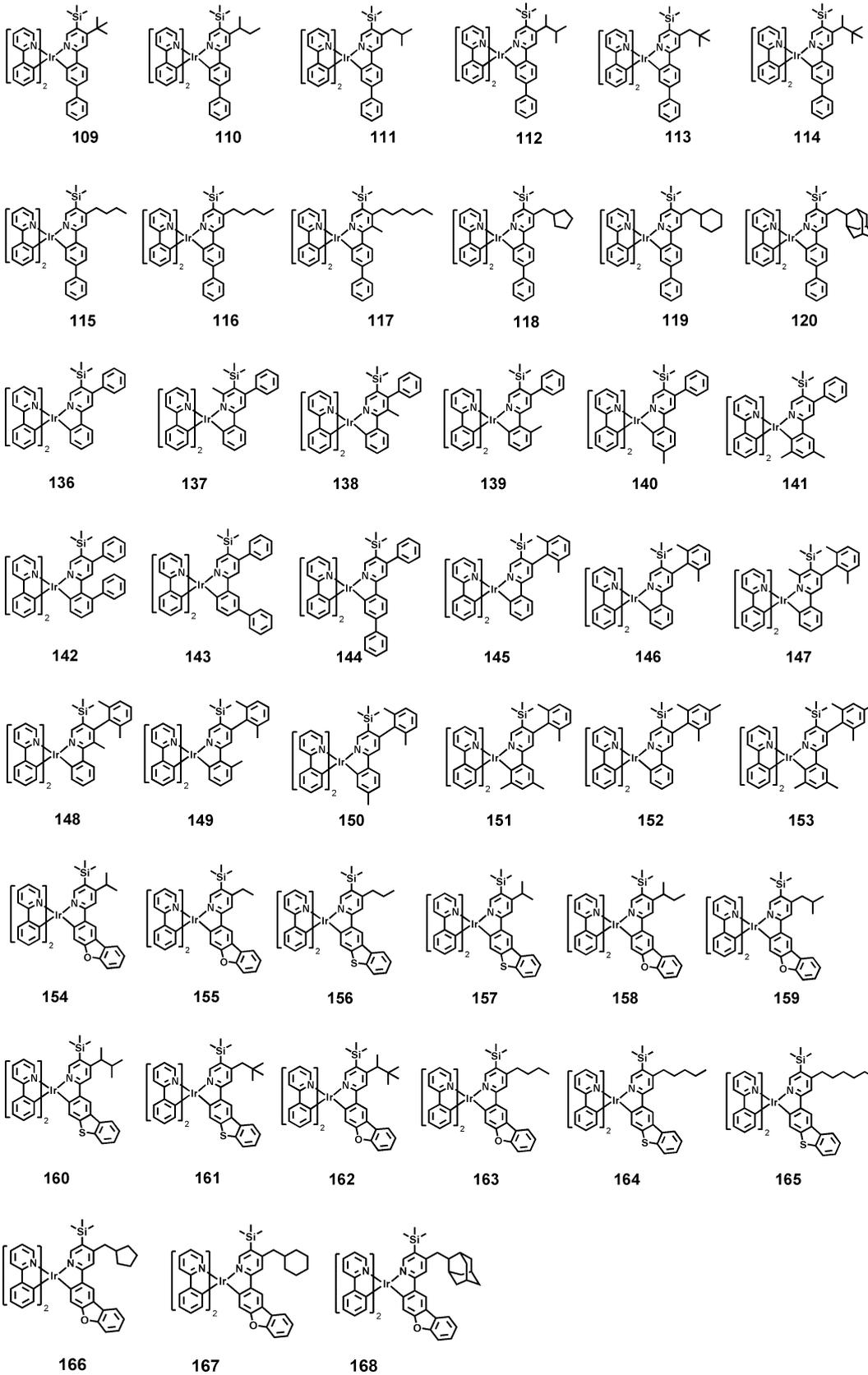
청구항 13

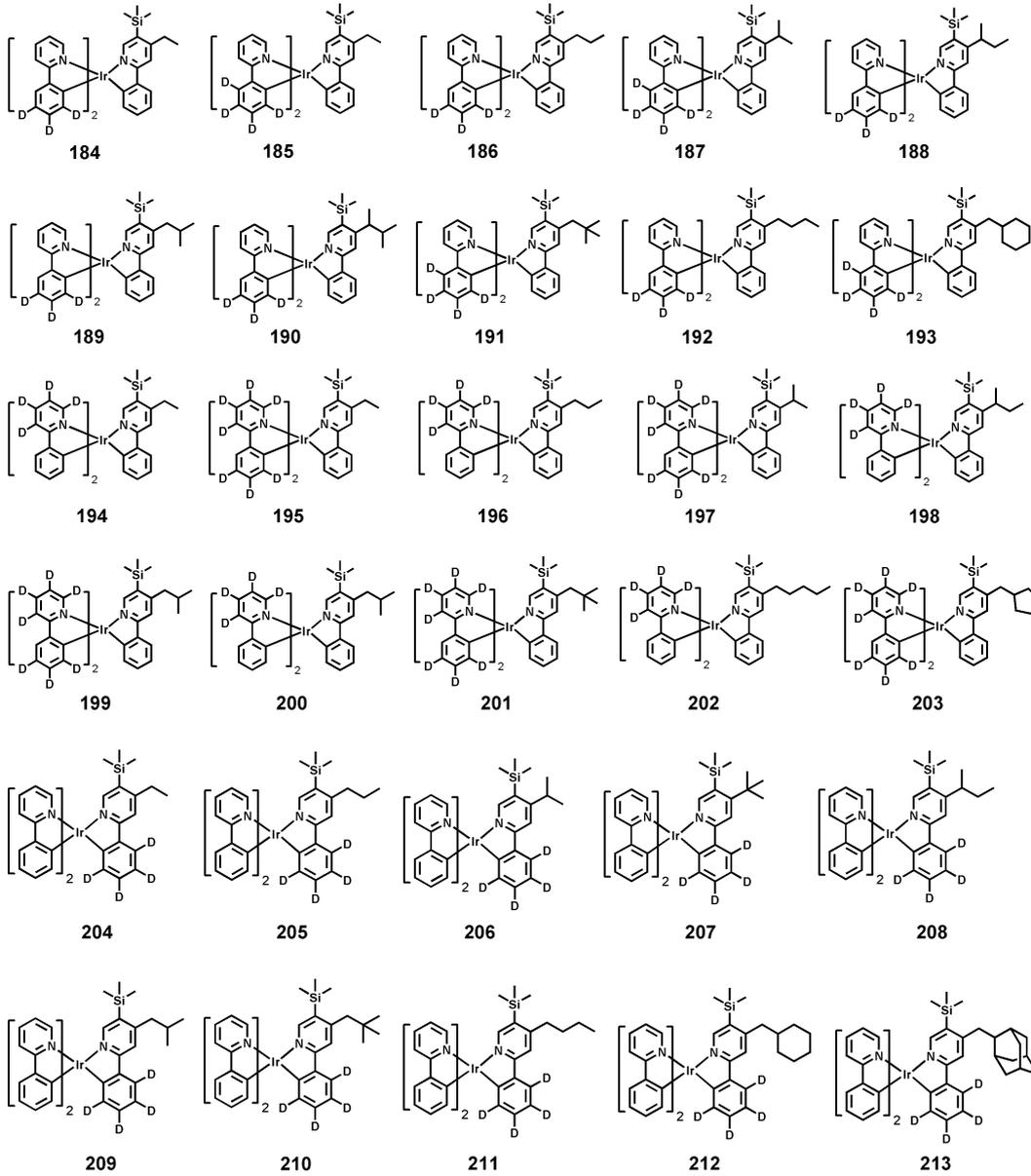
제1항에 있어서,

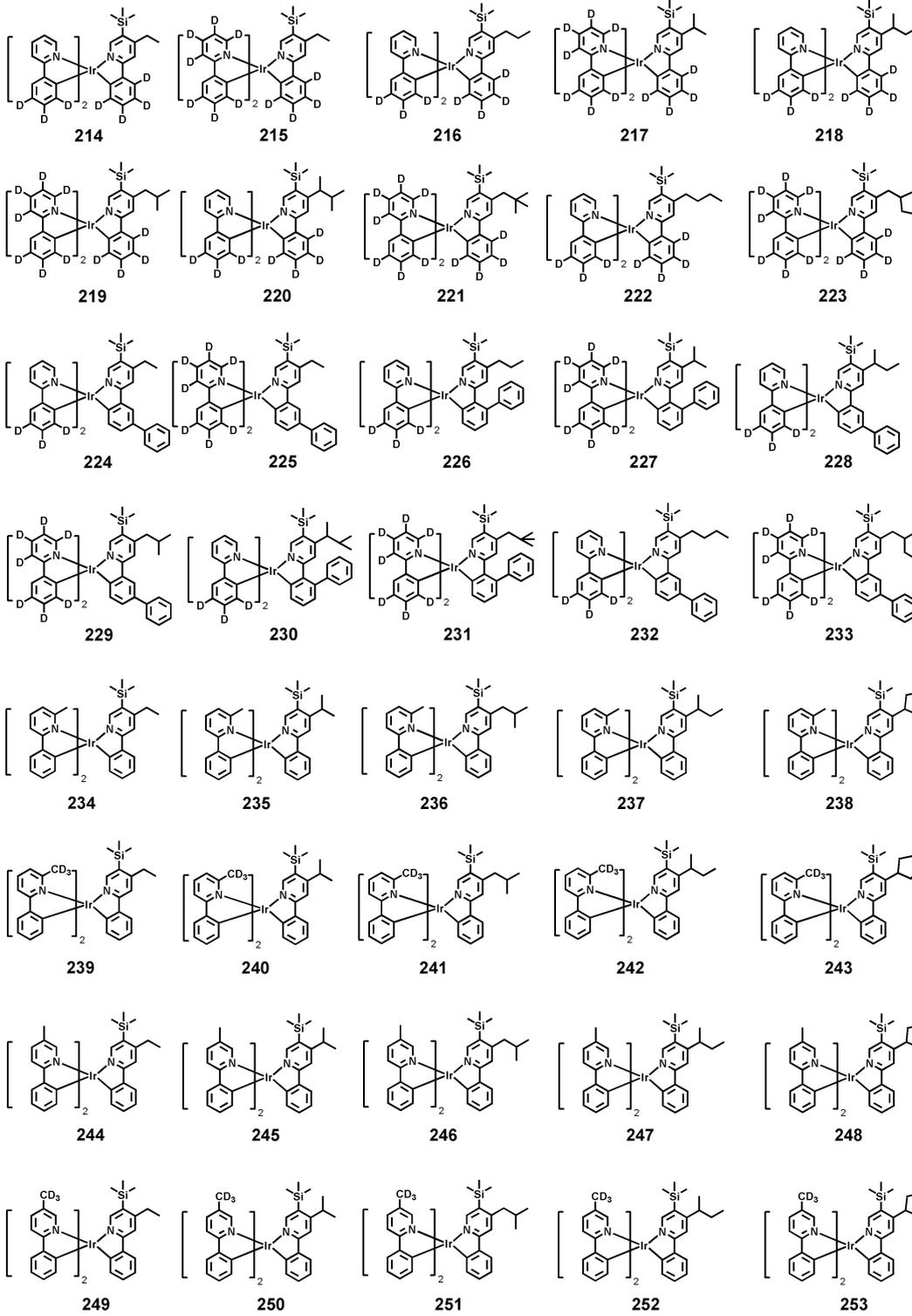
하기 화합물 1 내지 120, 136 내지 168, 184 내지 321, 323 내지 327 및 333 내지 388 중 하나인, 유기금속 화합물:

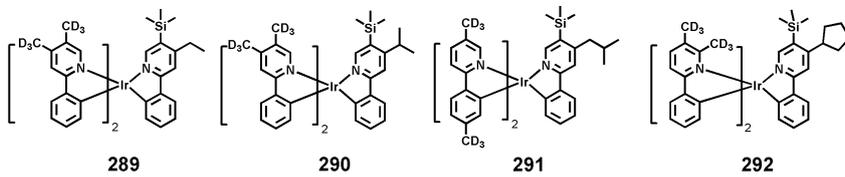
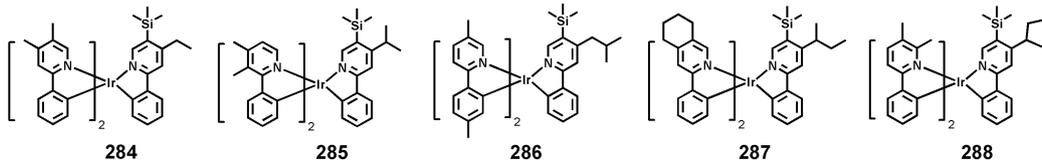
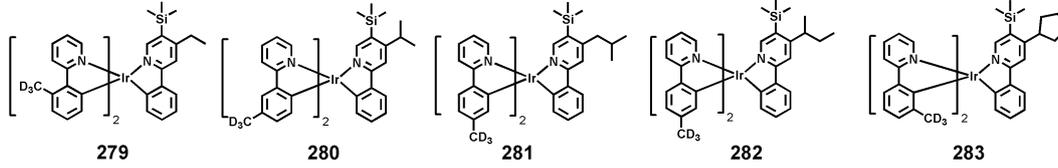
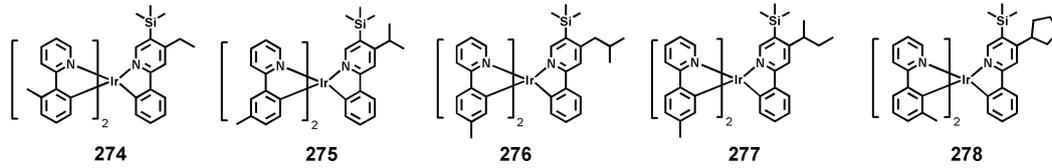
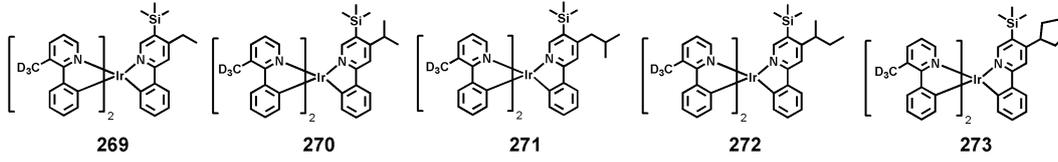
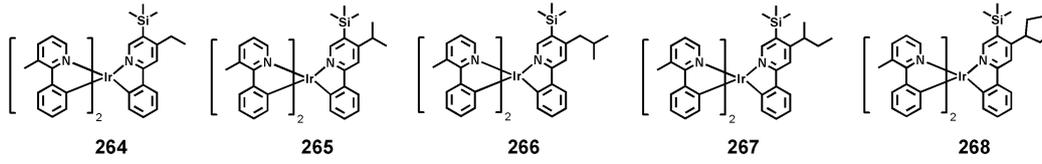
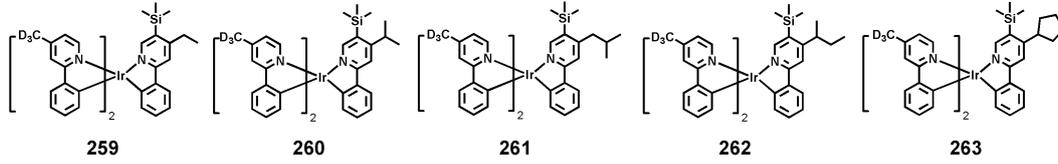
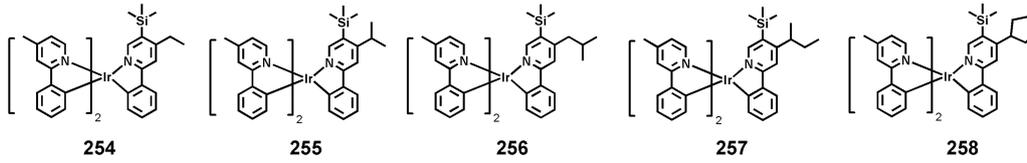


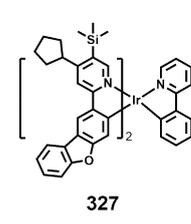
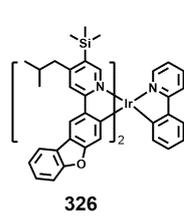
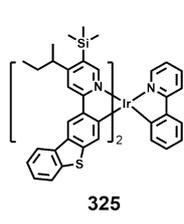
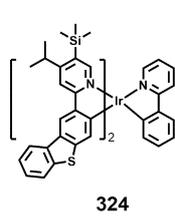
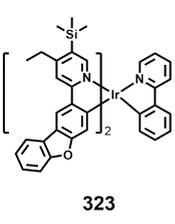
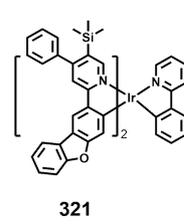
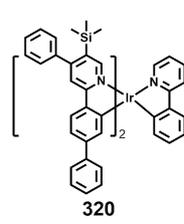
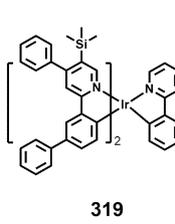
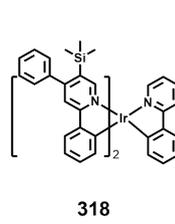
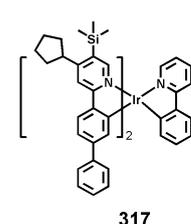
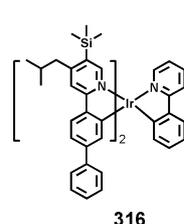
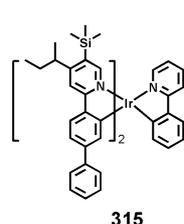
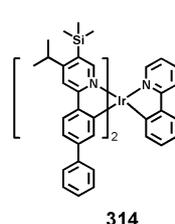
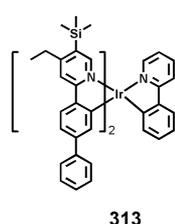
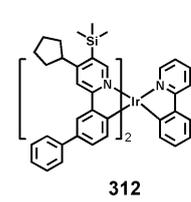
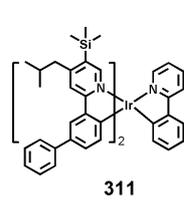
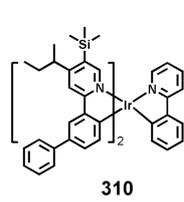
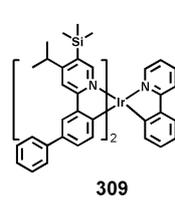
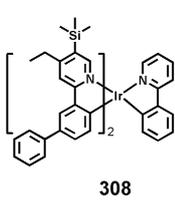
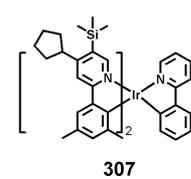
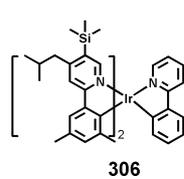
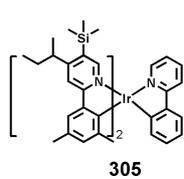
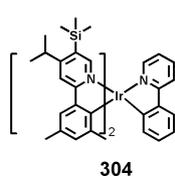
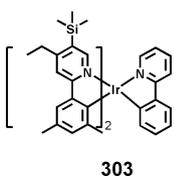
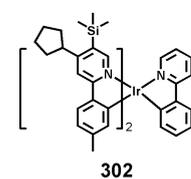
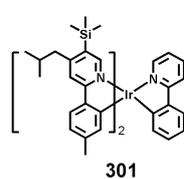
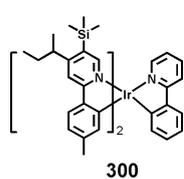
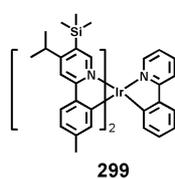
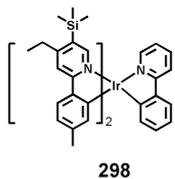
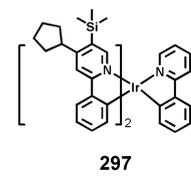
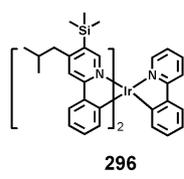
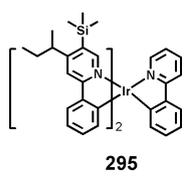
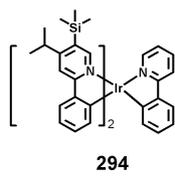
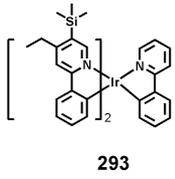


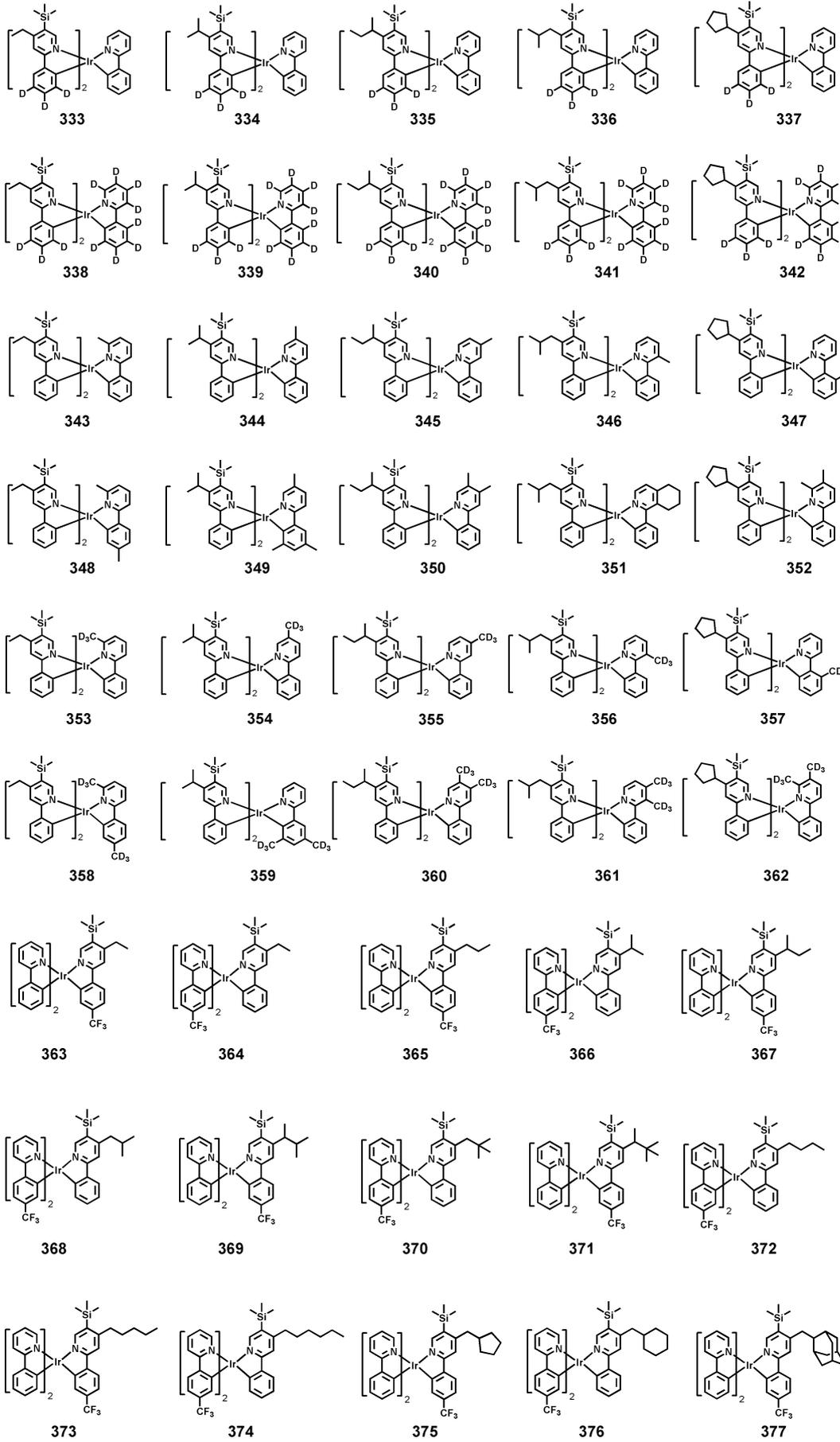


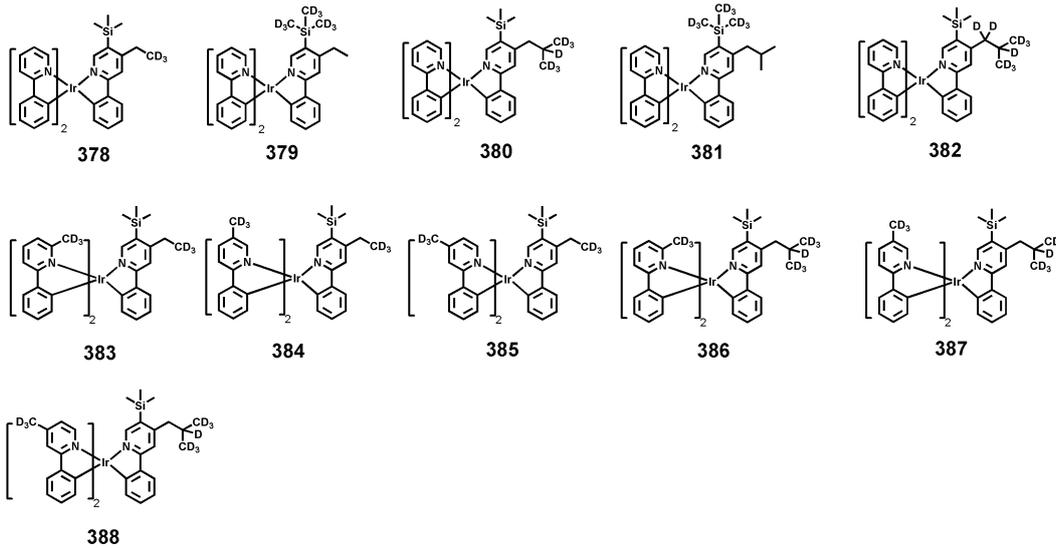












청구항 14

제1전극;

제2전극; 및

상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재되고, 발광층을 포함한, 유기층;

을 포함하고,

상기 유기층은, 제1항 내지 제13항 중 어느 한 항의 유기금속 화합물을 1종 이상 포함하는, 유기 발광 소자.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제1전극은 애노드이고, 상기 제2전극은 캐소드이고,

상기 유기층은,

i) 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 개재되고, 정공 주입층, 정공 수송층 및 전자 저지층 중 적어도 하나를 포함한 정공 수송 영역; 및

ii) 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재되고, 정공 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 포함한 전자 수송 영역;

을 포함하는, 유기 발광 소자.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 유기금속 화합물은 상기 발광층에 포함되어 있고,

상기 발광층은 호스트를 더 포함하고,

상기 유기금속 화합물의 중량은 상기 호스트의 중량보다 작은, 유기 발광 소자.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 유기금속 화합물 및 이를 포함한 유기 발광 소자가 제시된다.

배경 기술

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

[0003] 일예에 따르면, 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드 및 상기 애노드와 캐소드 사이에 개재되고 발광층을 포함한 유기층 포함할 수 있다. 상기 애노드와 발광층 사이에는 정공 수송 영역이 구비될 수 있고, 상기 발광층과 캐소드 사이에는 전자 수송 영역이 구비될 수 있다. 상기 애노드로부터 주입된 정공은 정공 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동하고, 캐소드로부터 주입된 전자는 전자 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자는 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성한다. 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 신규 유기금속 화합물 및 이를 채용한 유기 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

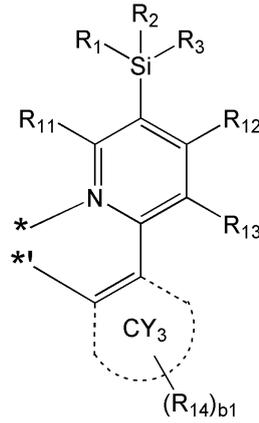
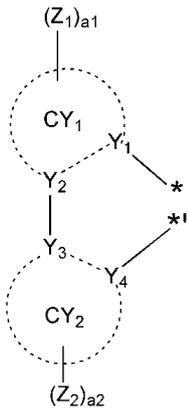
[0005] 일 측면에 따르면, 하기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물이 제공된다:

[0006] <화학식 1>

[0007] $M(L_1)_{n1}(L_2)_{n2}$

[0008] <화학식 2A>

<화학식 2B>



- [0009]
- [0010] 상기 화학식 1 중 L₁은 상기 화학식 2A로 표시되는 리간드이고,
- [0011] 상기 화학식 1 중 L₂는 상기 화학식 2B로 표시되는 리간드이고,
- [0012] 상기 화학식 1 중 L₁과 L₂는 서로 상이하고,
- [0013] 상기 화학식 1 중 M은 이리듐(Ir), 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm) 및 로듐(Rd) 중에서 선택되고,
- [0014] 상기 화학식 2A 중 Y₁ 내지 Y₄는 서로 독립적으로, 탄소(C) 또는 질소(N)이고, Y₁과 Y₂는 단일 결합 또는 이중 결합으로 서로 연결되어 있고, Y₃와 Y₄는 단일 결합 또는 이중 결합으로 서로 연결되어 있고,
- [0015] 상기 화학식 2A 중 CY₁ 내지 CY₃는 서로 독립적으로, C₅-C₆₀시클릭 그룹 및 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹 중에서 선택되고, CY₁과 CY₂는 선택적으로(optionally), 단일 결합 또는 제1연결기(a first linking group)를 통하여 서로 결합되고,
- [0016] 상기 화학식 2B 중 R₁ 내지 R₃는 서로 독립적으로,
- [0017] C₁-C₁₀알킬기; 및
- [0018] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염 및 C₁-C₁₀알킬기 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₁₀알킬기; 중에서 선택되고,
- [0019] 상기 화학식 2A 및 2B 중 Z₁, Z₂ 및 R₁₁ 내지 R₁₄은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -SF₅, 히드록실기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁)(Q₂), -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅), -B(Q₆)(Q₇) 및 -P(=O)(Q₈)(Q₉) 중에서 선택되되, 화학식 2B 중 R₁₂는 수소 및 -CH₃가 아니고,
- [0020] 상기 화학식 2A 중 a₁ 및 a₂는 서로 독립적으로 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고, a₁이 2 이상일 경우 2 이상의 Z₁은 서로 동일하거나 상이하고, a₂가 2 이상일 경우 2 이상의 Z₂는 서로 동일하거나 상이하고, 화학식 2B 중 b₁은 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,
- [0021] 상기 화학식 1 중 n₁ 및 n₂는 서로 독립적으로, 1 또는 2이고, n₁ + n₂는 2 또는 3이고,

- [0022] 상기 화학식 2A 및 2B 중 * 및 *'는 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이고;
- [0023] 상기 치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는,
- [0024] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0025] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁₁)(Q₁₂), -Si(Q₁₃)(Q₁₄)(Q₁₅), -B(Q₁₆)(Q₁₇) 및 -P(=O)(Q₁₈)(Q₁₉) 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0026] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;
- [0027] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₂₁)(Q₂₂), -Si(Q₂₃)(Q₂₄)(Q₂₅), -B(Q₂₆)(Q₂₇) 및 -P(=O)(Q₂₈)(Q₂₉) 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및
- [0028] -N(Q₃₁)(Q₃₂), -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅), -B(Q₃₆)(Q₃₇) 및 -P(=O)(Q₃₈)(Q₃₉); 중에서 선택되고;
- [0029] 상기 Q₁ 내지 Q₉, Q₁₁ 내지 Q₁₉, Q₂₁ 내지 Q₂₉ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₉는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택된다.
- [0030] 다른 측면에 따르면, 제1전극; 제2전극; 및 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재되고, 발광층을 포함하고, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물을 적어도 1종 이상 포함한 유기층;을 포함한, 유기 발광 소자가 제공된다.
- [0031] 상기 유기금속 화합물은 상기 발광층에 포함되어 있을 수 있고, 상기 발광층에 포함된 상기 유기금속 화합물은 도펀트의 역할을 하고, 상기 발광층은 호스트를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0032] 상기 유기금속 화합물은 우수한 전기적 특성 및 열적 안정성을 갖는 바, 상기 유기금속 화합물을 채용한 유기

발광 소자는 저구동 전압, 고효율, 고전력, 고양자 효율휘도 및 장수명 특성과 우수한 색순도들을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 상기 유기금속 화합물은 하기 화학식 1로 표시된다:

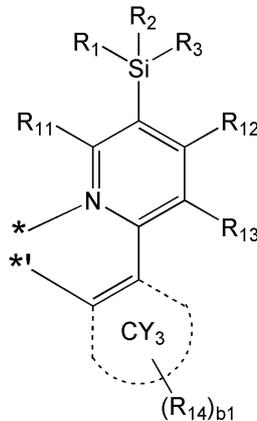
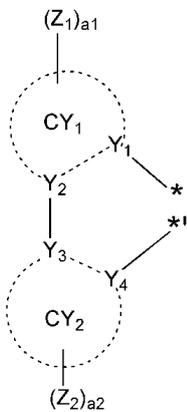
[0035] <화학식 1>

[0036] $M(L_1)_{n1}(L_2)_{n2}$

[0037] 상기 화학식 1 중 L_1 은 상기 화학식 2A로 표시되는 리간드이고, 상기 화학식 1 중 L_2 는 상기 화학식 2B로 표시되는 리간드이다.

[0038] <화학식 2A>

<화학식 2B>



[0039]

[0040] 상기 화학식 1 중 L_1 과 L_2 는 서로 상이하다.

[0041] 상기 화학식 2A 및 2B 중 * 및 *'은 상기 화학식 1 중 M과의 결합 사이트이다.

[0042] 상기 화학식 1 중 M은 이리듐(Ir), 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 톨륨(Tm) 및 로듐(Rd) 중에서 선택될 수 있다.

[0043] 예를 들어, 상기 화학식 1 중 M은 Ir 또는 Pt일 수 있다.

[0044] 상기 화학식 2A 중 Y_1 내지 Y_4 는 서로 독립적으로, 탄소(C) 또는 질소(N)이고, Y_1 과 Y_2 는 단일 결합 또는 이중 결합으로 서로 연결되어 있고, Y_3 와 Y_4 는 단일 결합 또는 이중 결합으로 서로 연결되어 있다.

[0045] 예를 들어, 상기 화학식 2A 중 Y_1 은 N이고, Y_2 내지 Y_4 는 C일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0046] 상기 화학식 2A 중 CY_1 내지 CY_3 는 서로 독립적으로, C_5 - C_{60} 시클릭 그룹 및 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹 중에서 선택되고, CY_1 과 CY_2 는 선택적으로(optionally), 단일 결합 또는 제1연결기(a first linking group)를 통하여 서로 결합될 수 있다. 상기 C_5 - C_{60} 시클릭 그룹 및 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹은 "모노시클릭 그룹" 또는 "폴리시클릭 그룹"일 수 있다.

[0047] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 2A 중 CY_1 내지 CY_3 는 서로 독립적으로, 벤젠, 나프탈렌, 플루오렌, 스파이로-플루오렌, 인덴, 피롤, 티오펜, 퓨란(furan), 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 이소티아졸, 옥사졸, 이속사졸(isooxazole), 피리딘, 피리진, 피리미딘, 피리다진, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 벤조퀴놀린, 퀴녹살린, 퀴나졸린, 카바졸, 벤조이미다졸, 벤조퓨란(benzofuran), 벤조티오펜, 이소벤조티오펜, 벤조옥사졸, 이소벤조옥사졸, 트리아졸, 테트라졸, 옥사디아졸, 트리아진, 디벤조퓨란(dibenzofuran), 디벤조티오펜 및 5, 6, 7, 8-테트라히드로이

소퀴놀린(5,6,7,8-tetrahydroisoquinoline) 중에서 선택될 수 있다.

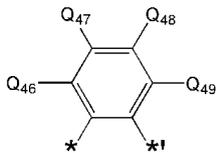
[0048] 또 다른 예로서, 상기 화학식 2A 중 CY₁은 피리딘, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 트리아졸, 이미다졸, 피라졸 및 5, 6, 7, 8-테트라히드로이소퀴놀린 중에서 선택되고, CY₂는 벤젠, 피리딘, 피리미딘, 피라진, 트리아진, 카바졸, 디벤조퓨란 및 디벤조티오펜 중에서 선택되고, CY₃는 벤젠, 카바졸, 디벤조퓨란 및 디벤조티오펜 중에서 선택될 수 있다.

[0049] 상기 화학식 2A 중 CY₁과 CY₂는 단일 결합 또는 제1연결기를 통하여 서로 결합되어 있고, 상기 제1연결기는 하기 화학식 6으로 표시되는 연결기 중에서 선택될 수 있다:

[0050] <화학식 6>

[0051] $*(Z_{31})_{b10}-*$

[0052] 상기 화학식 6 중 Z₃₁은, $*-O-*$, $*-S-*$, $*-N(Q_{41})-*$, $*-C(Q_{42})(Q_{43})-*$, $*-C(Q_{44})=C(Q_{45})-*$ 및



중에서 선택되고;

[0053] Q₄₁ 내지 Q₄₉는 서로 독립적으로,

[0054] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;

[0055] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기; 및

[0056] 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기; 중에서 선택되고;

[0057] b₁₀은 1 내지 10의 정수 중에서 선택되고, b₁₀이 2 이상일 경우, 복수의 Z₃₁은 서로 동일하거나 상이하다.

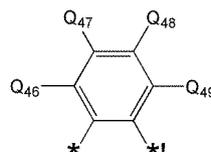
[0058] 예를 들어, 상기 화학식 6 중, 상기 Q₄₁ 내지 Q₄₉는 서로 독립적으로,

[0059] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;

[0060] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기; 및

[0061] 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0062] 예를 들어, 상기 화학식 2 중 CY₁과 CY₂는, 단일 결합 또는 제1연결기(a first linking group)를 통하여 서로



결합되고, 상기 제1연결기는 $*-C(Q_{44})=C(Q_{45})-*$ 또는 $*-C(Q_{44})-C(Q_{45})-*$ 로 표시되고(즉, 화학식 6 중 b₁₀ = 1), 상기 Q₄₄ 내지 Q₄₉는 서로 독립적으로, 수소, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0063] 상기 화학식 2B 중 R_1 내지 R_3 는 서로 독립적으로,
- [0064] C_1 - C_{10} 알킬기; 및
- [0065] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, - CD_3 , - CD_2H , - CDH_2 , - CF_3 , - CF_2H , - CFH_2 , 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염 및 C_1 - C_{10} 알킬기 중 적어도 하나로 치환된, C_1 - C_{10} 알킬기; 중에서 선택될 수 있다.
- [0066] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R_1 내지 R_3 는 서로 독립적으로,
- [0067] 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기 및 tert-데실기; 및
- [0068] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, - CD_3 , - CD_2H , - CDH_2 , - CF_3 , - CF_2H , - CFH_2 , 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염 및 C_1 - C_{10} 알킬기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기 및 tert-데실기;
- [0069] 중에서 선택될 수 있다.
- [0070] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R_1 내지 R_3 는 서로 독립적으로,
- [0071] 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기; 및
- [0072] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, - CD_3 , - CD_2H , - CDH_2 , - CF_3 , - CF_2H , - CFH_2 , 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염 및 C_1 - C_{10} 알킬기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기;
- [0073] 중에서 선택될 수 있다.
- [0074] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R_1 내지 R_3 는 서로 독립적으로, C_1 - C_4 알킬기; 및 적어도 하나의 중수소로 치환된 C_1 - C_4 알킬기 중에서 선택될 수 있다.
- [0075] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R_1 내지 R_3 는 서로 독립적으로, - CH_3 , - CH_2CH_3 , - CD_3 , - CD_2H , - CDH_2 , - CH_2CD_3 및 - CD_2CH_3 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0076] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R_1 내지 R_3 는 서로 동일할 수 있다.
- [0077] 상기 화학식 2A 및 2B 중 Z_1 , Z_2 및 R_{11} 내지 R_{14} 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, - SF_5 , 히드록실기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2 - C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3 - C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{60} 아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, - $N(Q_1)(Q_2)$, - $Si(Q_3)(Q_4)(Q_5)$, - $B(Q_6)(Q_7)$ 및

-P(=O)(Q₈)(Q₉) 중에서 선택되되, 화학식 2B 중 R₁₂는 수소 및 -CH₃가 아니다.

- [0078] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 2A 및 2B 중 Z₁, Z₂, R₁₁, R₁₃ 및 R₁₄은 서로 독립적으로,
- [0079] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -SF₅, 히드록실기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0080] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0081] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;
- [0082] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및
- [0083] -N(Q₁)(Q₂), -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅), -B(Q₆)(Q₇) 및 -P(=O)(Q₈)(Q₉); 중에서 선택되고,
- [0084] 상기 Q₁ 내지 Q₉은 서로 독립적으로, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₂₀알킬기 및 C₆-C₁₄아릴기 중 적어도 하나로 치환된 C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택될 수 있다.
- [0085] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2A 및 2B 중 Z₁, Z₂, R₁₁, R₁₃ 및 R₁₄은 서로 독립적으로,
- [0086] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, -SF₅, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0087] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantany1), 노르보네닐기(norborneny1), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₂₀알킬기 및 C₁-C₂₀알콕시기;
- [0088] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantany1), 노르보네닐기(norborneny1), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기,

트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기;

[0089] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜닐기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜닐기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜닐기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜닐기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기; 및

[0090] -B(Q₆)(Q₇) 및 -P(=O)(Q₈)(Q₉); 중에서 선택되고,

[0091] Q₆ 내지 Q₉는 서로 독립적으로,

[0092] C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기 및 카바졸일기;

[0093] C₁-C₂₀알킬기, 페닐기 및 나프틸기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기 및 나프틸기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0094] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2A 및 2B 중 Z₁, Z₂, R₁₁, R₁₃ 및 R₁₄은 서로 독립적으로,

[0095] 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, -SF₅, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기;

[0096] 중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 시아노기, 니트로기, C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기; 및

- [0097] -B(Q₆)(Q₇) 및 -P(=O)(Q₈)(Q₉); 중에서 선택되고,
- [0098] Q₆ 내지 Q₉는 서로 독립적으로,
- [0099] C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, 페닐기 및 나프틸기;
- [0100] C₁-C₁₀알킬기, 페닐기 및 나프틸기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기 및 나프틸기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0101] 한편, 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R₁₂는,
- [0102] C₂-C₂₀알킬기 및 C₂-C₂₀알콕시기;
- [0103] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기 및 메톡시기;
- [0104] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, C₂-C₂₀알킬기 및 C₂-C₂₀알콕시기;
- [0105] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;
- [0106] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및
- [0107] -N(Q₁)(Q₂), -Si(Q₃)(Q₄)(Q₅), -B(Q₆)(Q₇) 및 -P(=O)(Q₈)(Q₉); 중에서 선택되고,
- [0108] 상기 Q₁ 내지 Q₉은 서로 독립적으로, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₂₀알킬기 및 C₆-C₁₄아릴기 중 적어도 하나로 치환된 C₆-C₁₄아릴기, C₁-C₁₄헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택될 수 있다.
- [0109] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R₁₂는,
- [0110] C₂-C₂₀알킬기 및 C₂-C₂₀알콕시기;
- [0111] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기 또는 메톡시기;
- [0112] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네

닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, C₂-C₂₀알킬기 및 C₂-C₂₀알콕시기;

[0113] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기;

[0114] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기; 및

[0115] -B(Q₆)(Q₇) 및 -P(=O)(Q₈)(Q₉); 중에서 선택되고,

[0116] Q₆ 내지 Q₉는 서로 독립적으로,

[0117] C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기 및 카바졸일기;

[0118] C₁-C₂₀알킬기, 페닐기 및 나프틸기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기 및 나프틸기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0119] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2B 중 R₁₂는,

[0120] 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기;

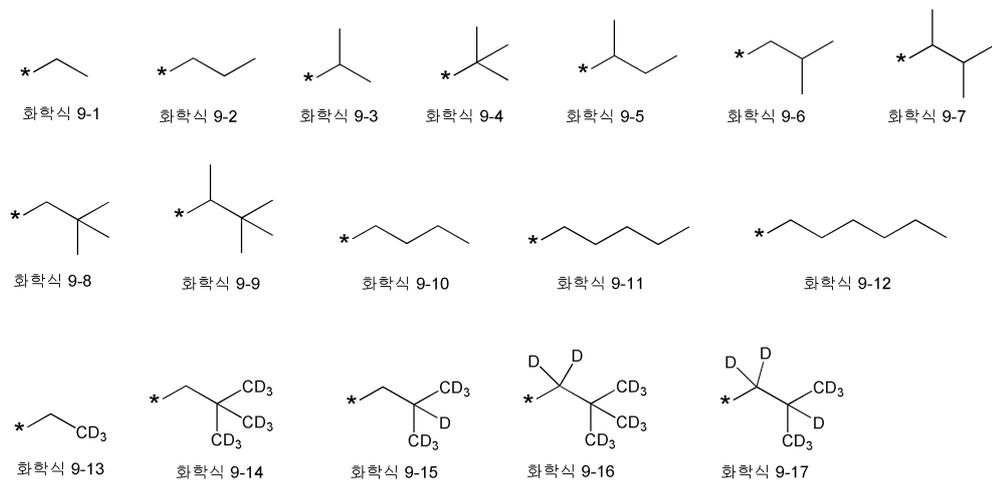
[0121] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기

(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기 또는 메톡시기; 및

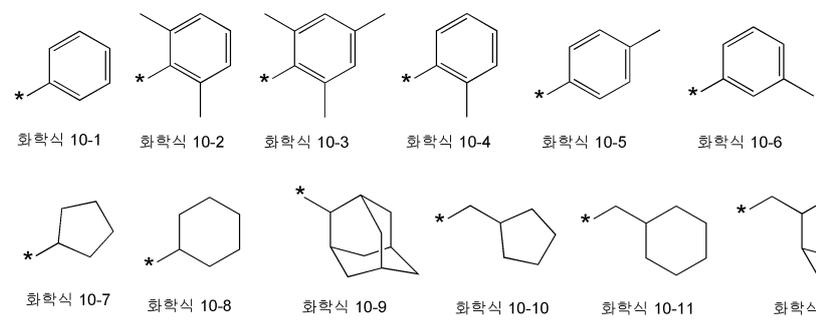
[0122] 중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 시아노기, 니트로기, C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기; 중에서 선택될 수 있다.

[0123] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 2A 및 2B 중 Z₁, Z₂, R₁₁, R₁₃ 및 R₁₄은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, -SF₅, -CH₃, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 하기 화학식 9-1 내지 9-17로 표시되는 그룹 및 하기 화학식 10-1 내지 10-16 중 하나로 표시되는 그룹 중에서 선택되고,

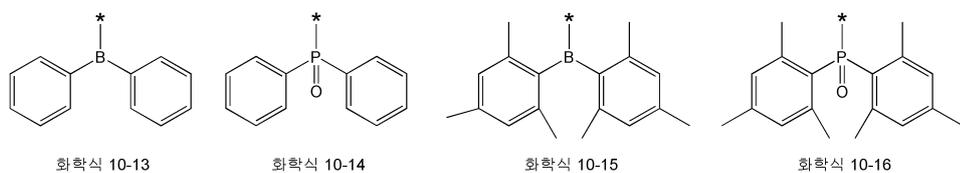
[0124] 상기 화학식 2B 중 R₁₂는 하기 화학식 9-1 내지 9-17로 표시되는 그룹 및 하기 화학식 10-1 내지 10-16으로 표시되는 그룹 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0125]



[0126]



[0127] 상기 화학식 2A 중 a₁ 및 a₂는 서로 독립적으로 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고, a₁이 2 이상일 경우 2 이상

의 Z₁은 서로 동일하거나 상이하고, a₂가 2 이상일 경우 2 이상의 Z₂는 서로 동일하거나 상이하다. 예를 들어, 상기 a₁ 및 a₂는 1, 2 또는 3일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0128] 상기 화학식 2B 중 b₁는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고, b₁이 2 이상일 경우 2 이상의 R₁₄는 서로 동일하거나 상이하다. 예를 들어, b₁은 1 또는 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0129] 본 명세서 중 R₁₅ 내지 R₁₇에 대한 정의는 R₁₄에 대한 정의를 참조한다.

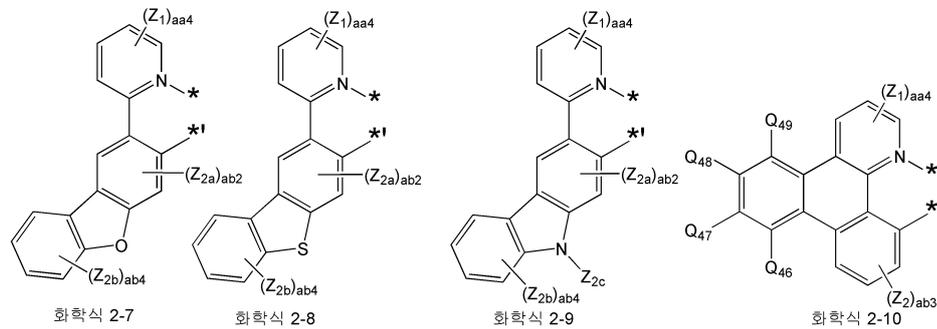
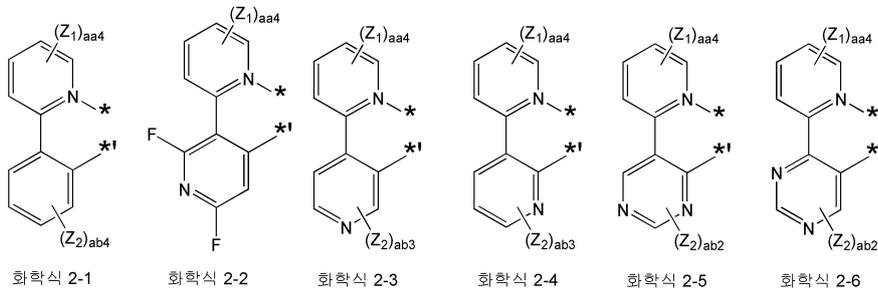
[0130] 상기 화학식 1 중 n₁ 및 n₂는 서로 독립적으로, 1 또는 2이고, n₁ + n₂는 2 또는 3이다.

[0131] 예를 들어, M은 Ir이고, n₁ + n₂ = 3이거나, M은 Pt이고, n₁ + n₂ = 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

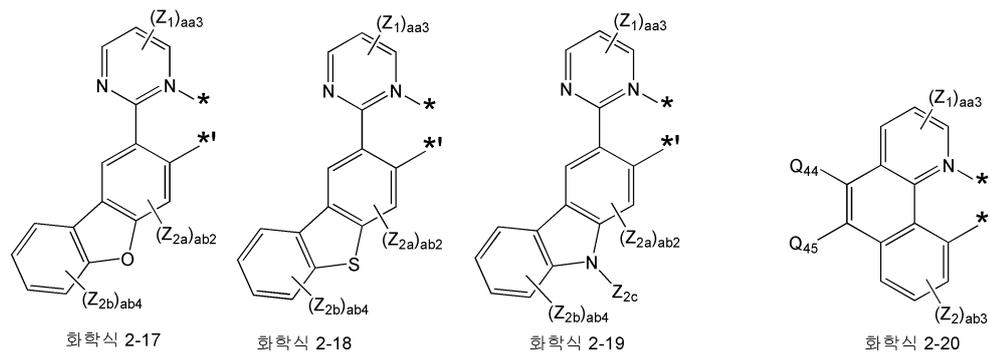
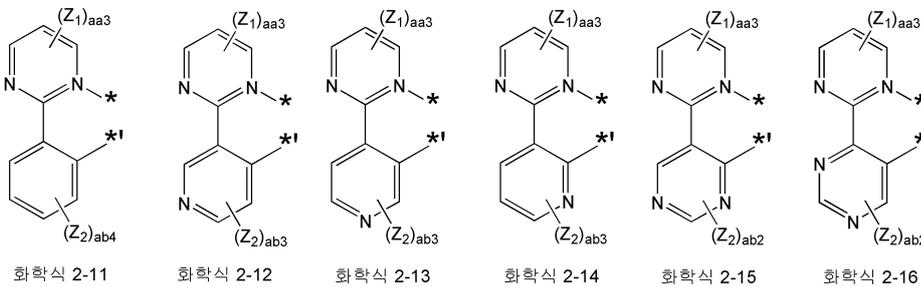
[0132] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중 n₂는 1일 수 있다.

[0133] 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 이온쌍으로 이루어진 염의 형태를 갖지 않고, 중성일 수 있다.

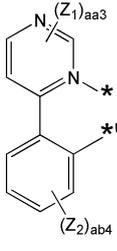
[0134] 예를 들어, 상기 화학식 1 중 L₁은 하기 화학식 2-1로 표시되는 리간드 내지 화학식 2-112로 표시되는 리간드 중에서 선택될 수 있다:



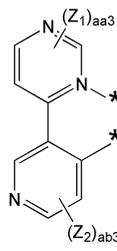
[0135]



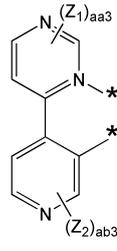
[0136]



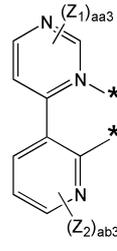
화학식 2-21



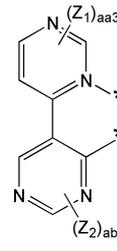
화학식 2-22



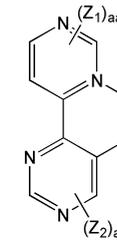
화학식 2-23



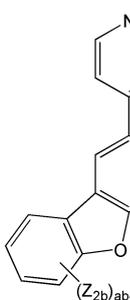
화학식 2-24



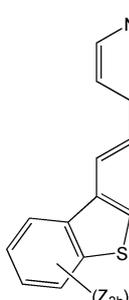
화학식 2-25



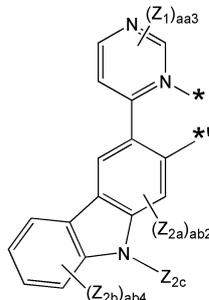
화학식 2-26



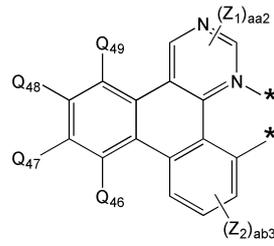
화학식 2-27



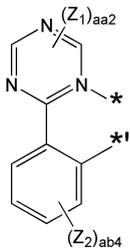
화학식 2-28



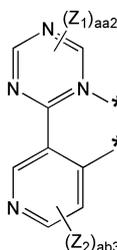
화학식 2-29



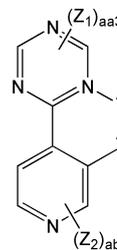
화학식 2-30



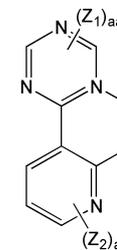
화학식 2-31



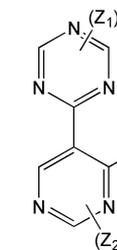
화학식 2-32



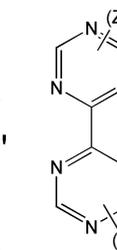
화학식 2-33



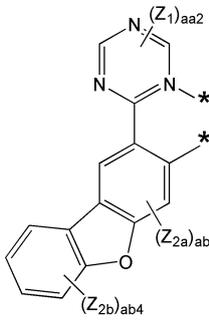
화학식 2-34



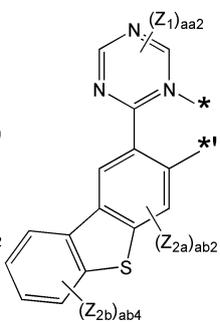
화학식 2-35



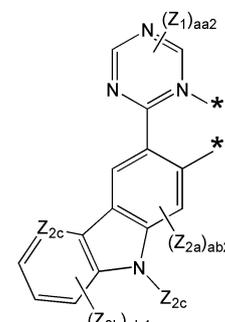
화학식 2-36



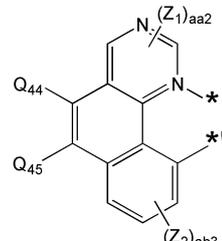
화학식 2-37



화학식 2-38



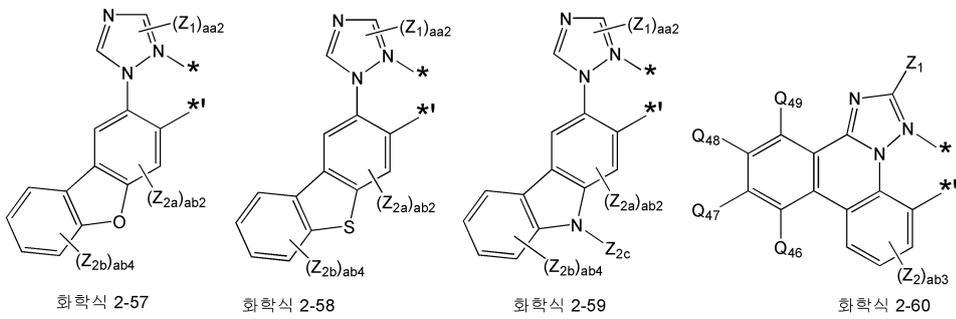
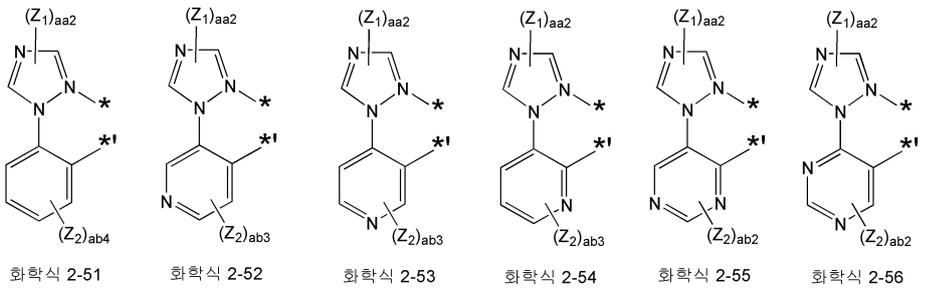
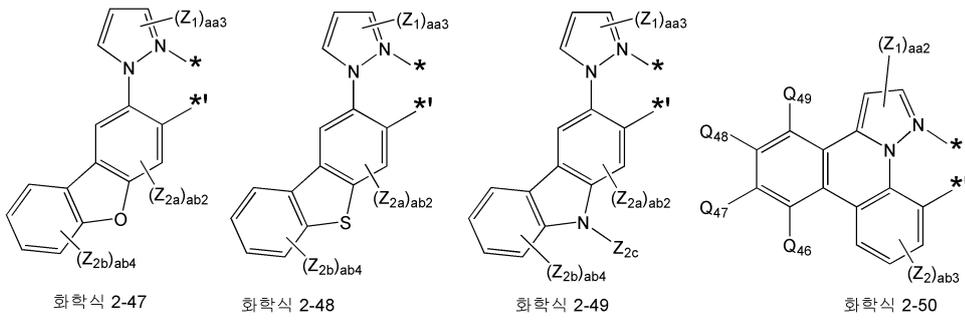
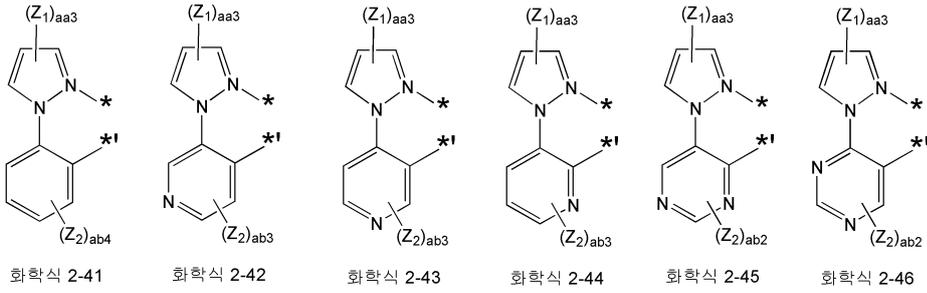
화학식 2-39



화학식 2-40

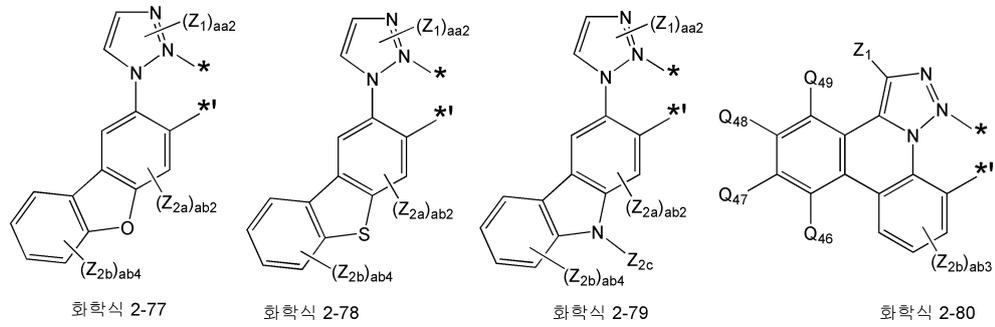
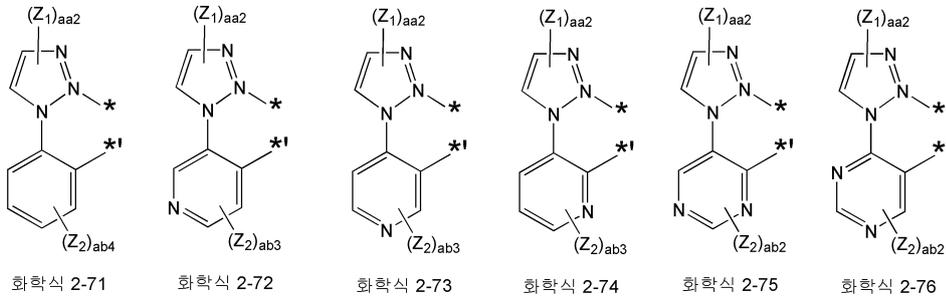
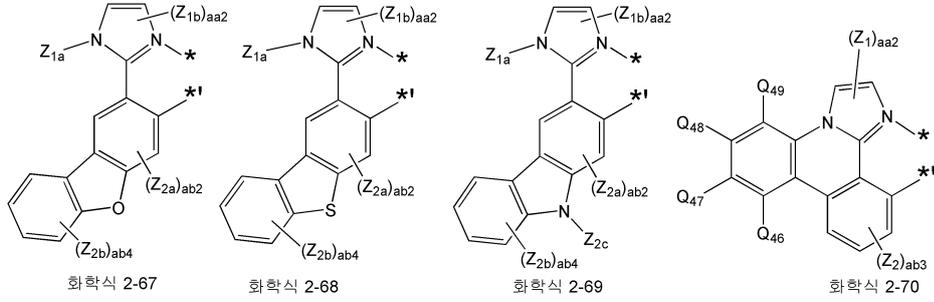
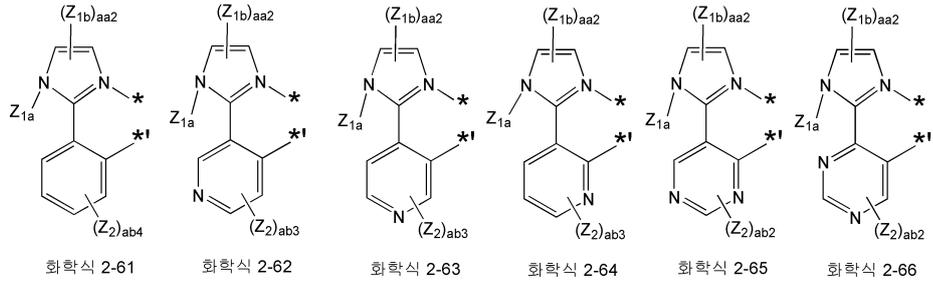
[0137]

[0138]



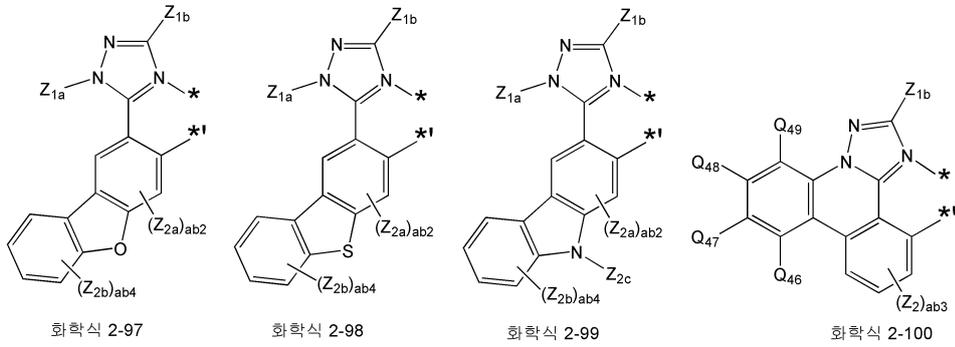
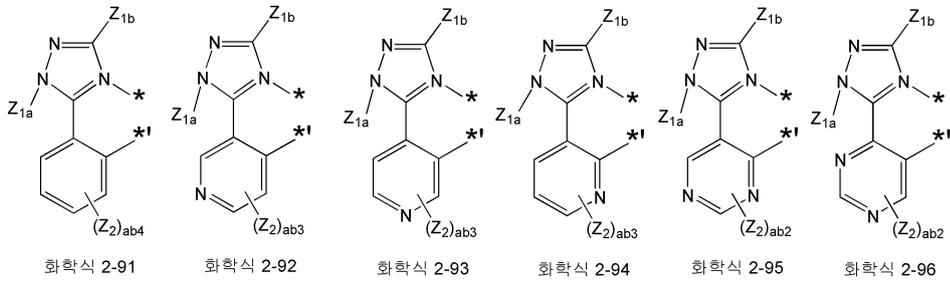
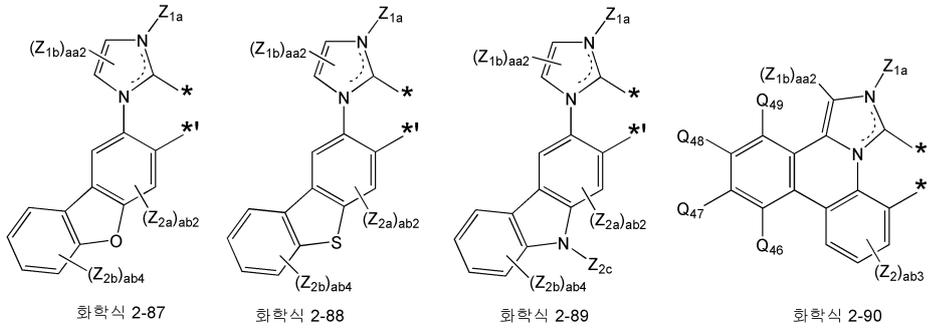
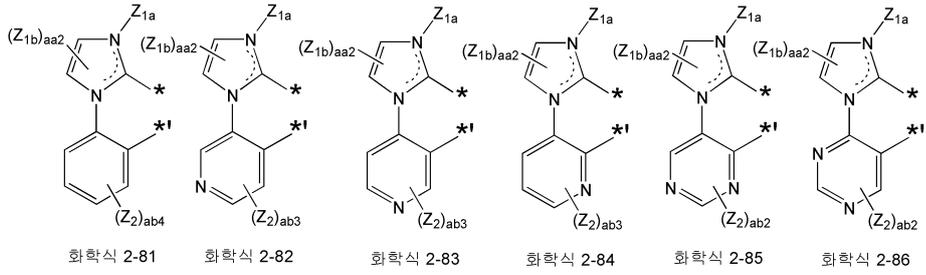
[0139]

[0140]



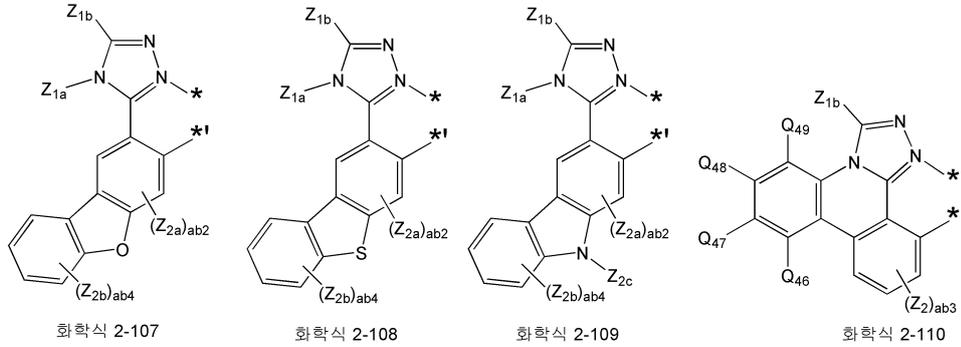
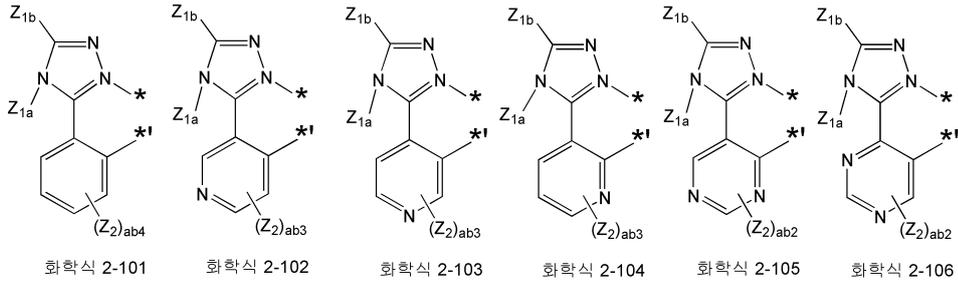
[0141]

[0142]

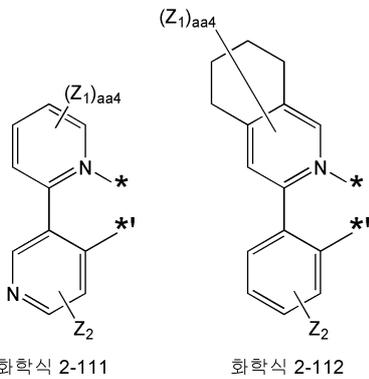


[0143]

[0144]



[0145]



[0146]

[0147] 상기 화학식 2-1 내지 2-112 중, Z_1 및 Z_2 에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바와 동일하고,

[0148] Z_{1a} 및 Z_{1b} 에 대한 설명은 서로 독립적으로 Z_1 에 대한 설명과 동일하고,

[0149] Z_{2a} , Z_{2b} 및 Z_{2c} 에 대한 설명은 서로 독립적으로, Z_2 에 대한 설명과 동일하고,

[0150] aa2 및 ab2는 서로 독립적으로, 1 또는 2이고,

[0151] aa3 및 ab3은 서로 독립적으로, 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0152] aa4 및 ab4는 서로 독립적으로, 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

[0153] * 및 *'은 M과의 결합 사이트이다.

[0154] 예를 들어, 상기 화학식 2-1 내지 2-112 중 Z_1 , Z_2 , Z_{1a} , Z_{1b} , Z_{2a} , Z_{2b} 및 Z_{2c} 은 서로 독립적으로,

[0155] 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, -SF₅, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기 및 펜톡시기;

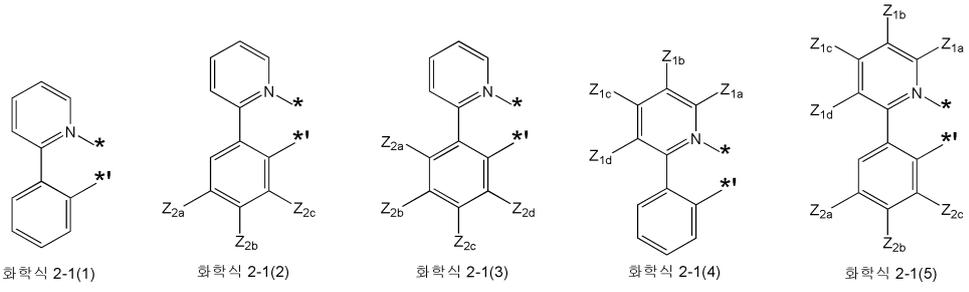
[0156] 중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 시아노기, 니트로기 및 C₁-C₁₀알킬기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기,

이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기 및 펜톡시기; 및

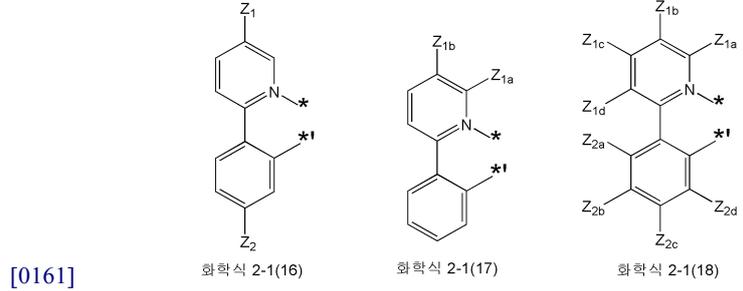
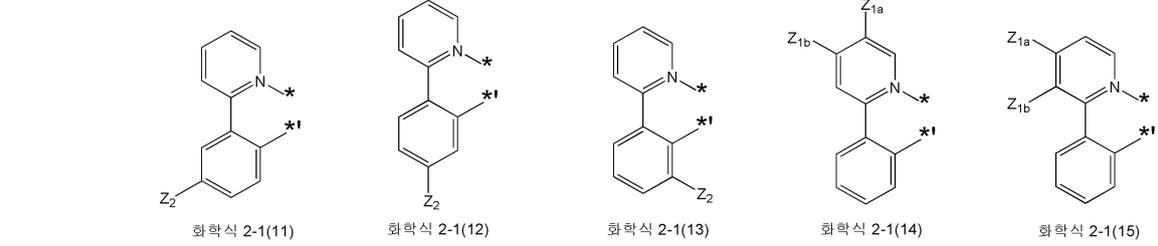
[0157] 상기 화학식 10-1 내지 10-16 중 하나로 표시되는 그룹; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0158] 예를 들어, 상기 화학식 1 중 L₁이 상기 화학식 2-1 또는 2-112로 표시되는 리간드일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0159] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중 L₁이 하기 화학식 2-1(1) 내지 2-1(18)로 표시되는 리간드 중에서 선택될 수 있다:



[0160] 화학식 2-1(6) 화학식 2-1(7) 화학식 2-1(8) 화학식 2-1(9) 화학식 2-1(10)



[0161] 상기 화학식 2-1(1) 내지 2-1(18) 중

[0162] Z₁ 및 Z₂에 대한 설명은 제1항에 기재된 바와 동일하고, Z_{1a}, Z_{1b}, Z_{1c} 및 Z_{1d}에 대한 설명은 각각 Z₁에 대한 설명과 동일하고, Z_{2a}, Z_{2b}, Z_{2c} 및 Z_{2d}에 대한 설명은 각각 Z₂에 대한 설명과 동일하되, Z₁, Z₂, Z_{1a}, Z_{1b}, Z_{1c}, Z_{1d}, Z_{2a}, Z_{2b}, Z_{2c} 및 Z_{2d}는 수소가 아니고,

[0163] * 및 *'은 M과의 결합 사이트이다.

[0164] 예를 들어, 상기 화학식 2-1(1) 내지 2-1(8) 중 Z₁, Z₂, Z_{1a}, Z_{1b}, Z_{1c}, Z_{1d}, Z_{2a}, Z_{2b}, Z_{2c} 및 Z_{2d}는 서로 독립적으

로,

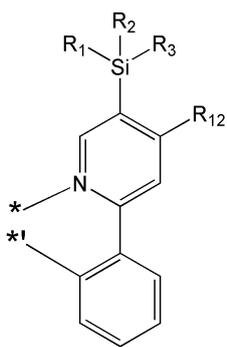
[0166] 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, -SF₅, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기 및 펜톡시기;

[0167] 중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 시아노기, 니트로기 및 C₁-C₁₀알킬기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기 및 펜톡시기; 및

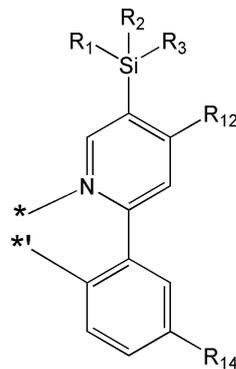
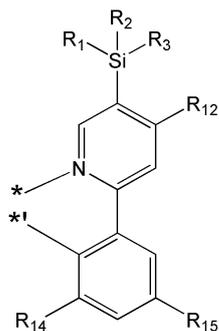
[0168] 상기 화학식 10-1 내지 10-16 중 하나로 표시되는 그룹; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0169] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 1의 L₂는 하기 화학식 2B-1 내지 2B-12로 표시되는 리간드 중에서 선택될 수 있다:

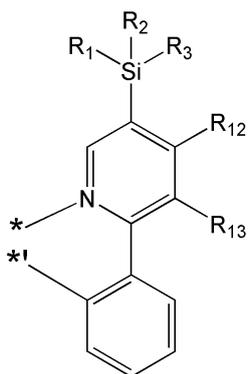
[0170] <화학식 2B-1> <화학식 2B-2> <화학식 2B-3>



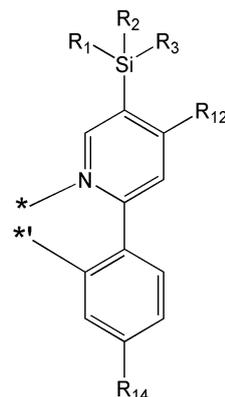
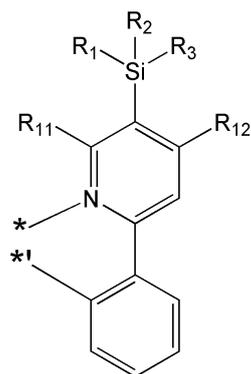
[0171]



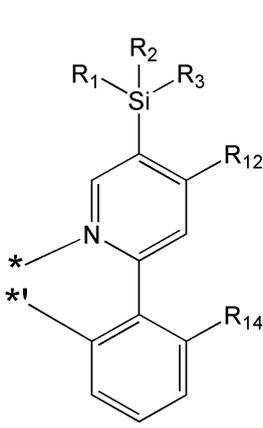
[0172] <화학식 2B-4> <화학식 2B-5> <화학식 2B-6>



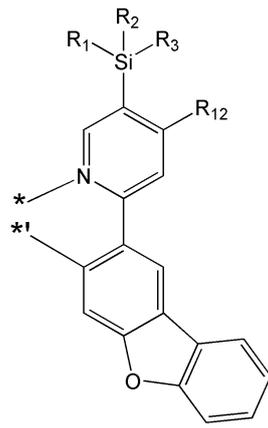
[0173]



[0174] <화학식 2B-7> <화학식 2B-8> <화학식 2B-9>



[0175]

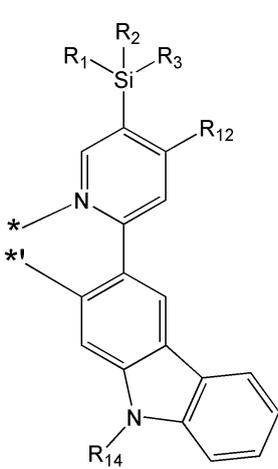
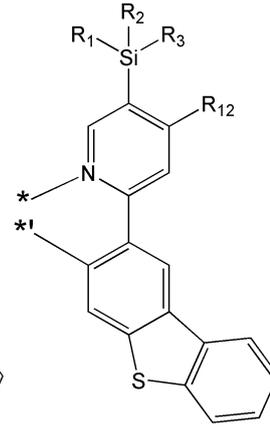


[0176]

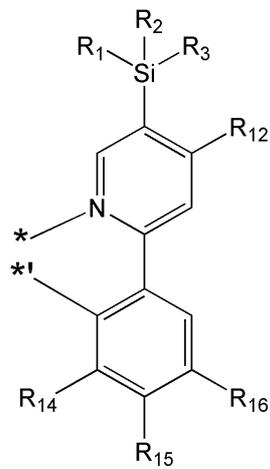
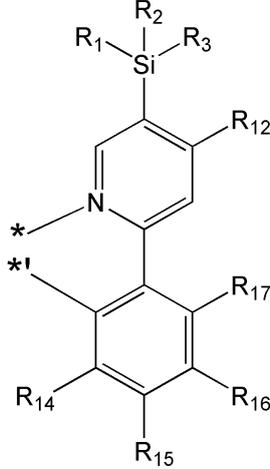
<화학식 2B-10>

<화학식 2B-11>

<화학식 2B-12>



[0177]



[0178]

상기 화학식 2B-1 내지 2B-12 중 R₁, R₂, R₃ 및 R₁₁ 내지 R₁₄에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고, R₁₅ 내지 R₁₇에 대한 설명은 본 명세서 중 R₁₄에 대한 설명을 참조한다. 단, 상기 화학식 2B-1 내지 2B-12 중 R₁₁ 내지 R₁₇은 수소가 아니다.

[0179]

예를 들어, 상기 화학식 2B-1 내지 2B-12 중

[0180]

R₁ 내지 R₃는 서로 독립적으로,

[0181]

메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기; 및

[0182]

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염 및 C₁-C₁₀알킬기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기 및 tert-펜틸기;

[0183]

중에서 선택되고,

[0184]

R₁₁ 및 R₁₃ 내지 R₁₇은 서로 독립적으로,

[0185]

중수소, -F, 시아노기, 니트로기, -SF₅, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기,

시클로헥틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기;

[0186] 중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 시아노기, 니트로기, C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기; 및

[0187] -B(Q₆)(Q₇) 및 -P(=O)(Q₈)(Q₉); 중에서 선택되고,

[0188] Q₆ 내지 Q₉는 서로 독립적으로,

[0189] C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, 페닐기 및 나프틸기;

[0190] C₁-C₁₀알킬기, 페닐기 및 나프틸기 중 적어도 하나로 치환된, 페닐기 및 나프틸기; 중에서 선택되고,

[0191] R₁₂는,

[0192] 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기;

[0193] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 메틸기 또는 메톡시기; 및

[0194] 중수소, -F, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 시아노기, 니트로기, C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보네닐기(norbornenyl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헥테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0195] 또 다른 예로서, 상기 화학식 2B-1 내지 2B-12 중

[0196] R₁ 내지 R₃는 서로 독립적으로, -CH₃, -CH₂CH₃, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CH₂CD₃ 및 -CD₂CH₃ 중에서 선택되고,

[0197] R₁₁ 및 R₁₃ 내지 R₁₇은 서로 독립적으로, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, -SF₅, -CH₃, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 상기 화학식 9-1 내지 9-17로 표시되는 그룹 및 상기 화학식 10-1 내지 10-16 중 하나로 표시되는 그룹 중에서 선택되고,

[0198] R_{12} 는 상기 화학식 9-1 내지 9-17로 표시되는 그룹 및 상기 화학식 10-1 내지 10-16으로 표시되는 그룹 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0199] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 1 중

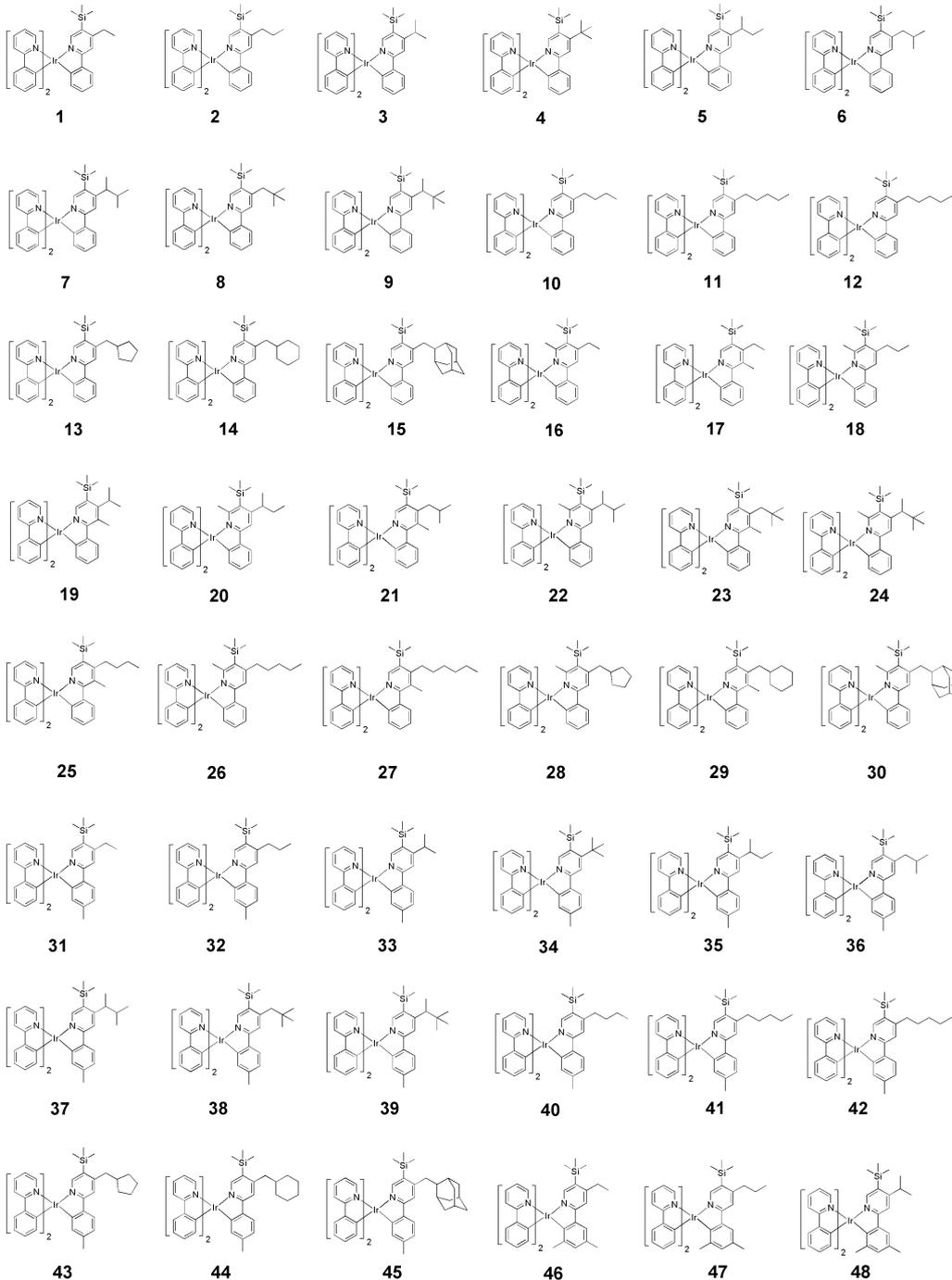
[0200] M은 Ir이고, $n_1 + n_2 = 3$ 이거나, M은 Pt이고, $n_1 + n_2 = 2$ 이고,

[0201] L_1 는 상기 화학식 2-1 및 2-112로 표시되는 리간드(예를 들면, 상기 화학식 2-1(1) 내지 2-1(18)로 표시되는 리간드) 중에서 선택되고,

[0202] L_2 는 상기 화학식 2B-1 내지 2B-12로 표시되는 리간드 중에서 선택되고,

[0203] 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 중성(neutral)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

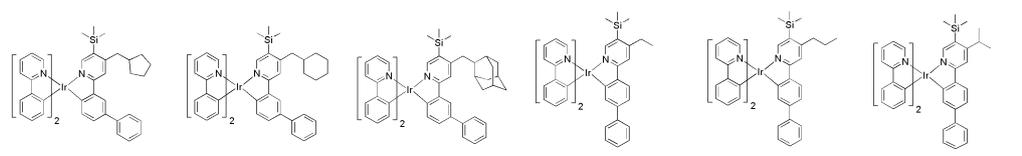
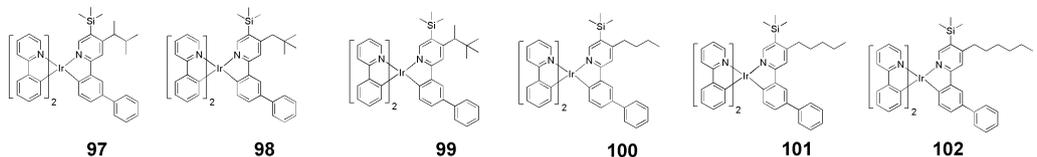
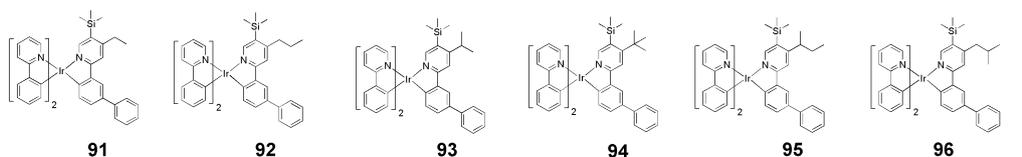
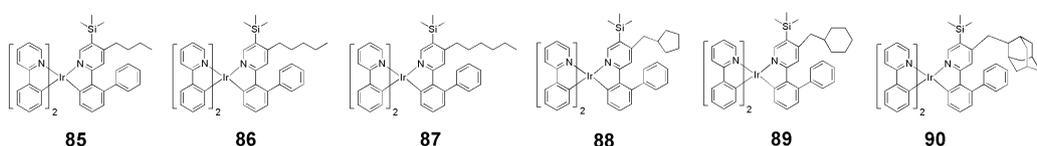
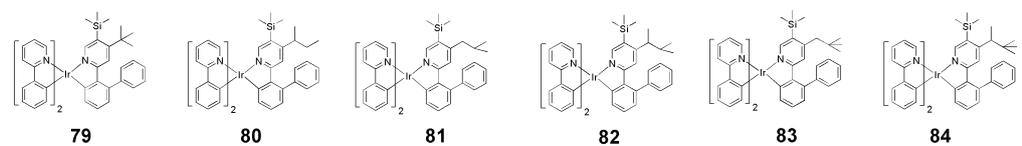
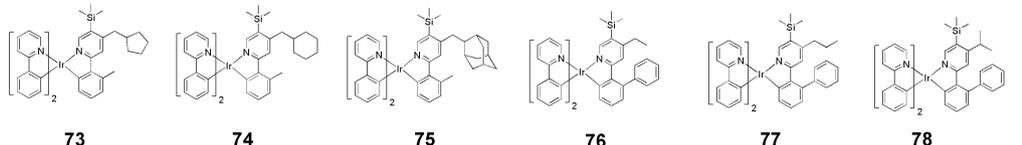
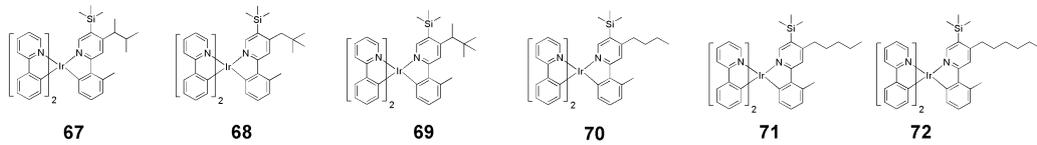
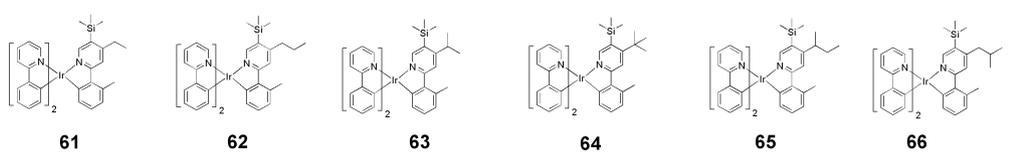
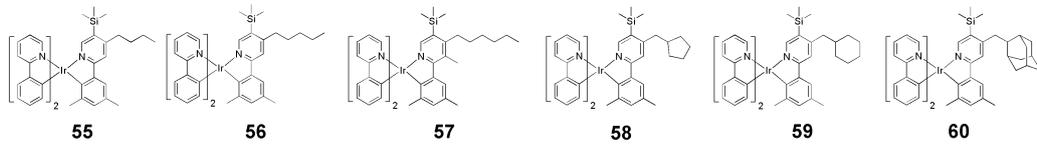
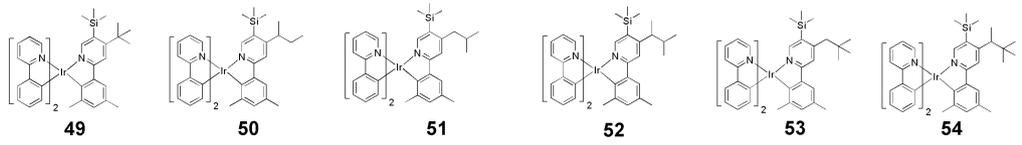
[0204] 상기 유기금속 화합물은 하기 화합물 1 내지 388 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[0205]

[0206]

[0207]

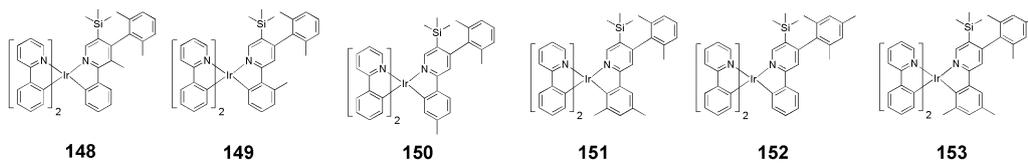
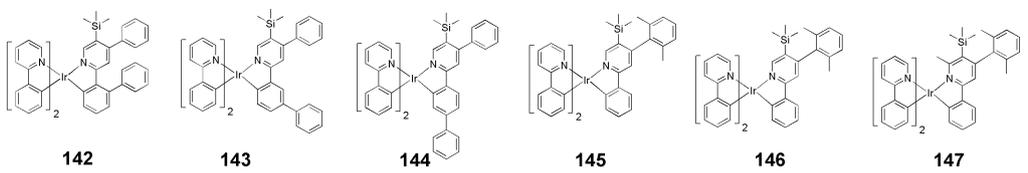
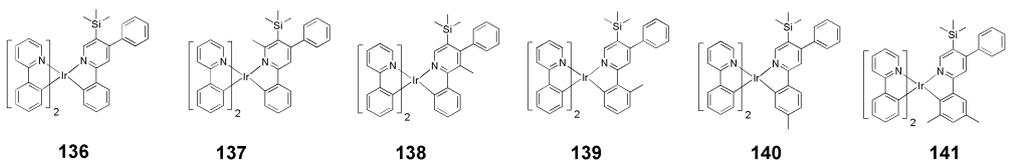
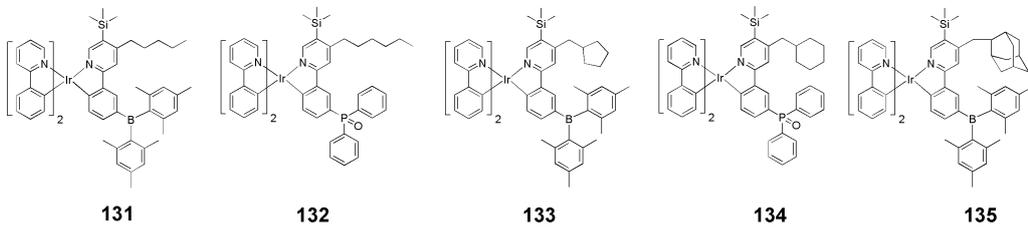
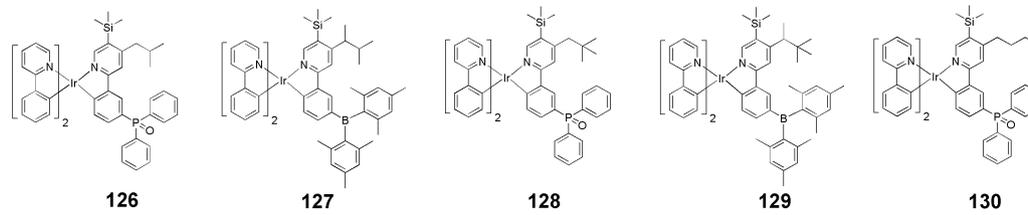
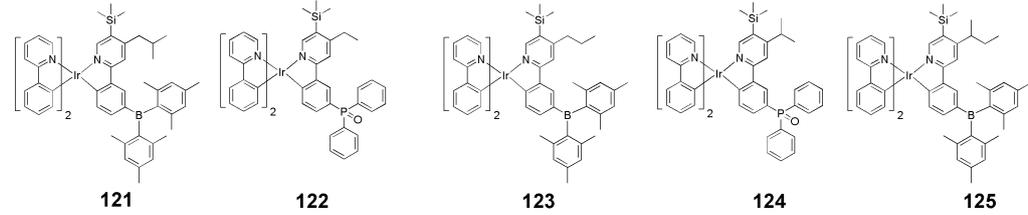
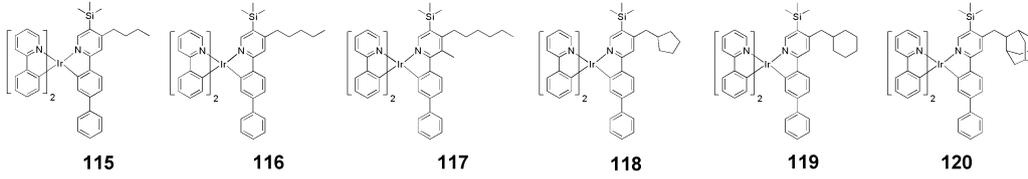
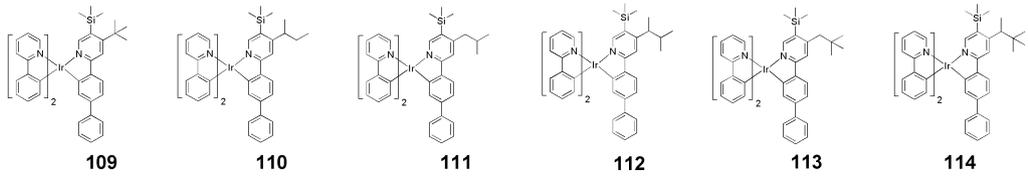


[0208]

[0209]

[0210]

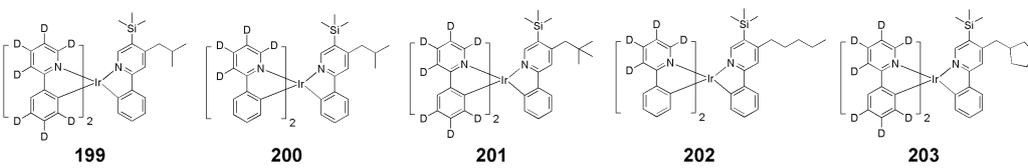
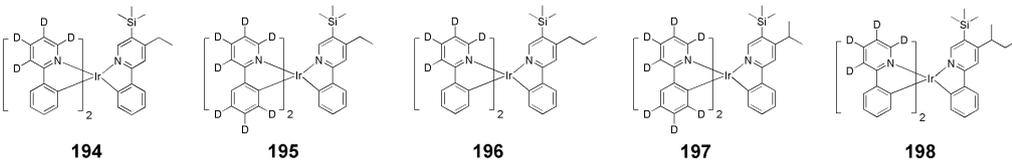
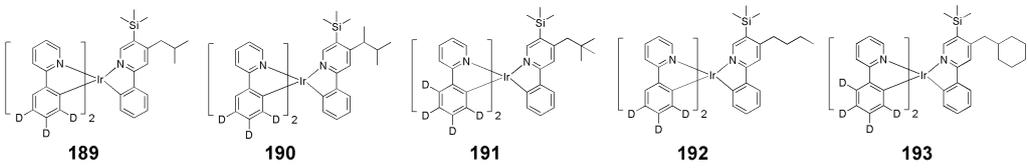
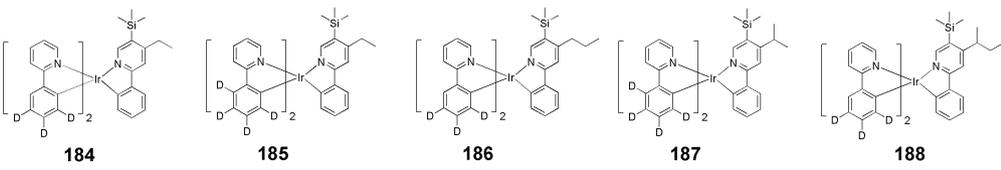
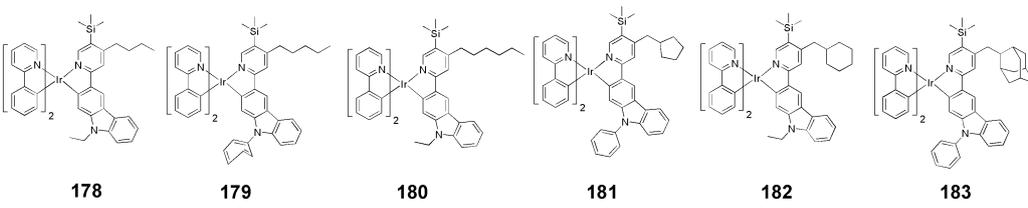
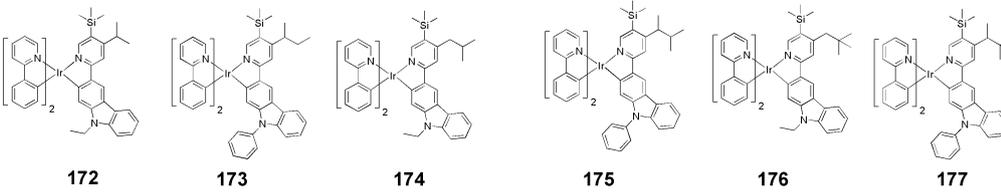
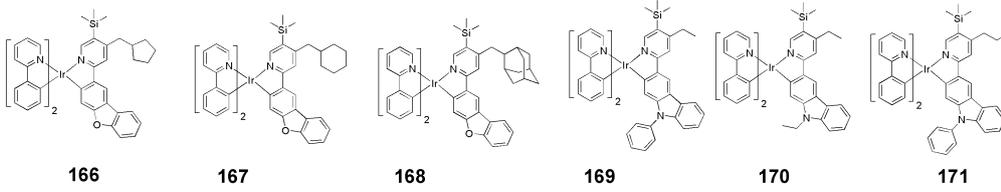
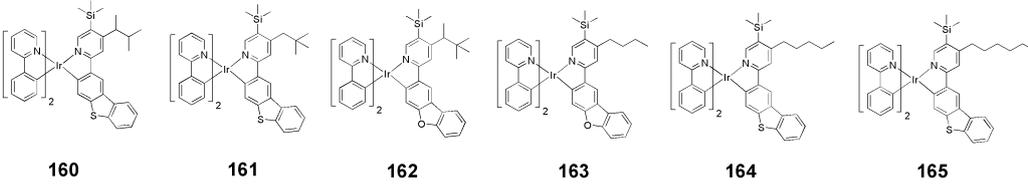
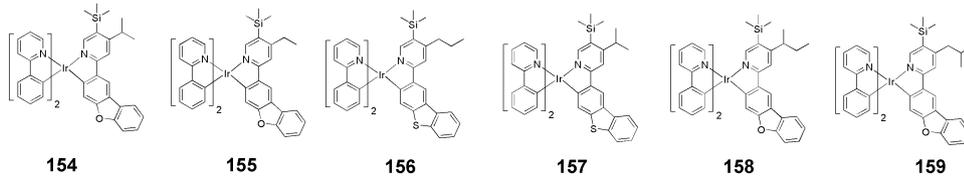
[0211]



[0212]

[0213]

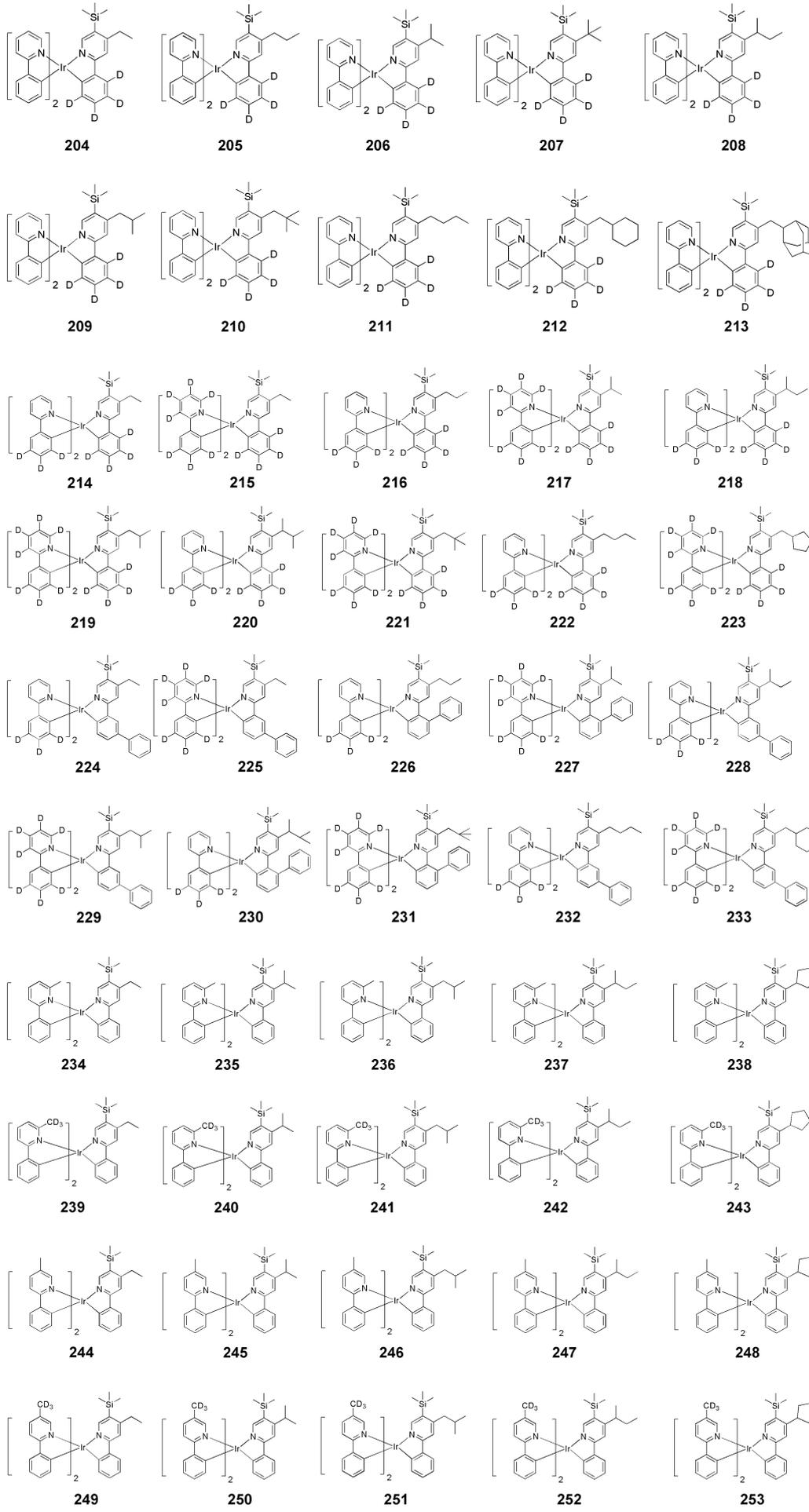
[0214]



[0215]

[0216]

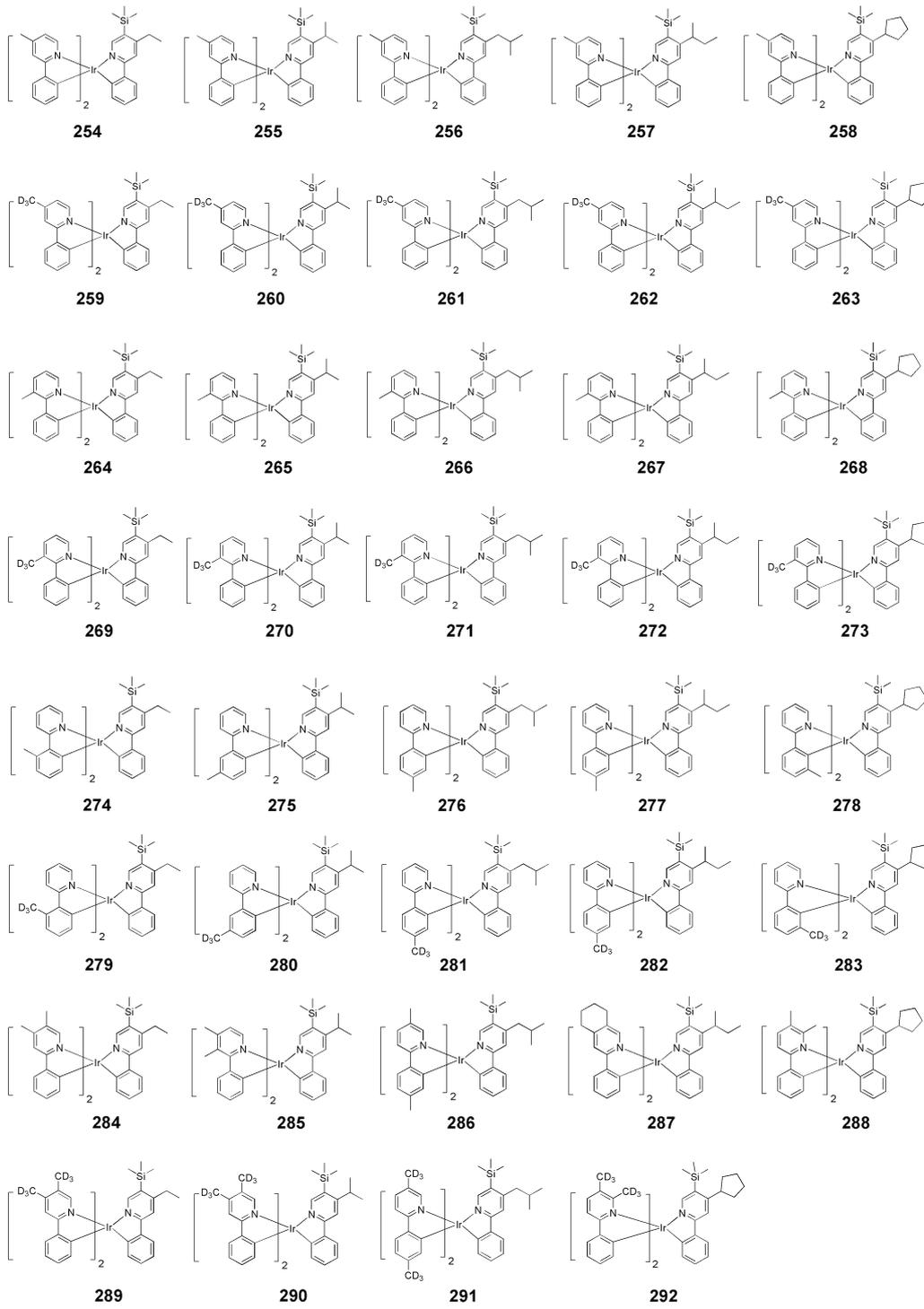
[0217]



[0218]

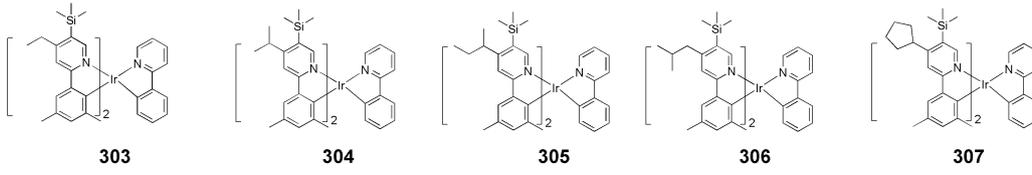
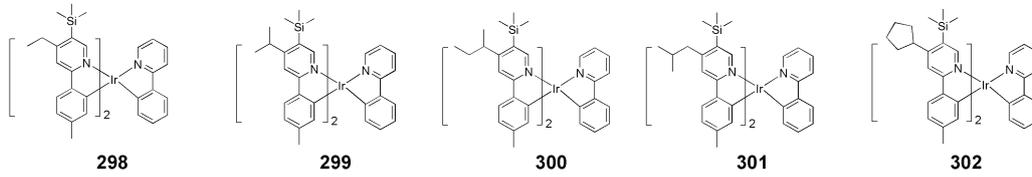
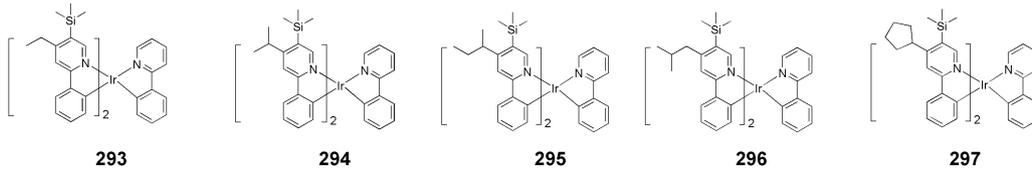
[0219]

[0220]

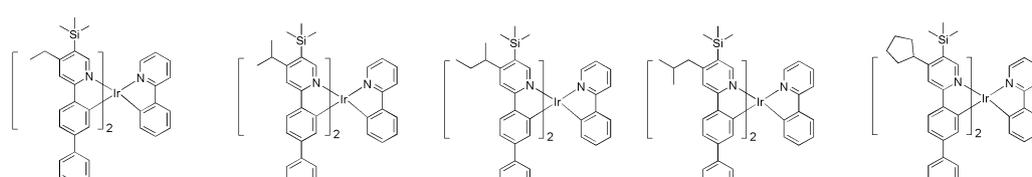
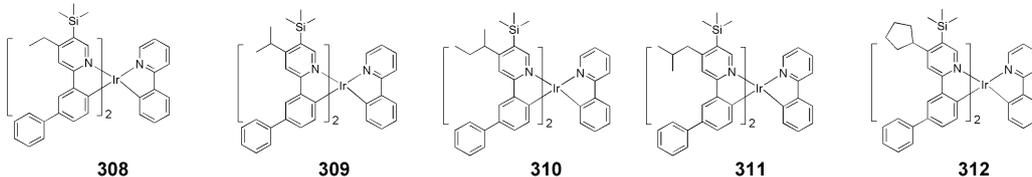


[0221]

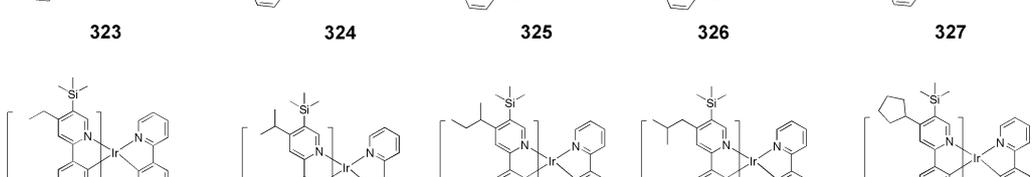
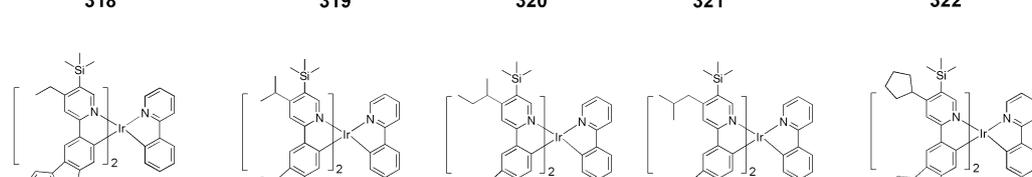
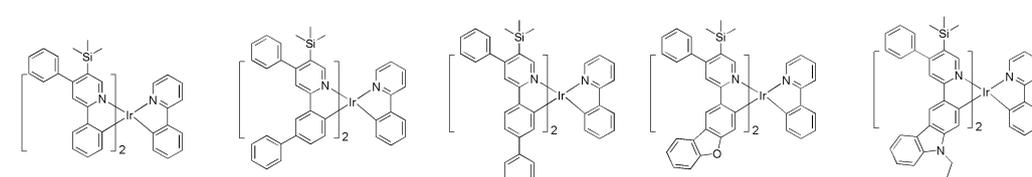
[0222]



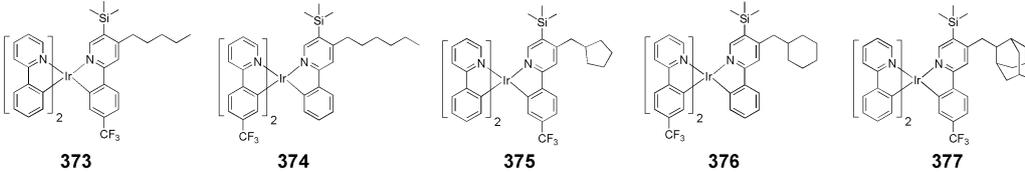
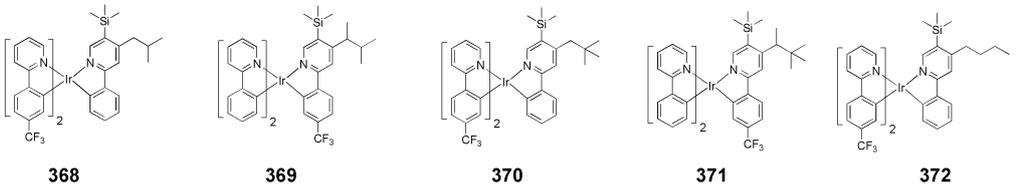
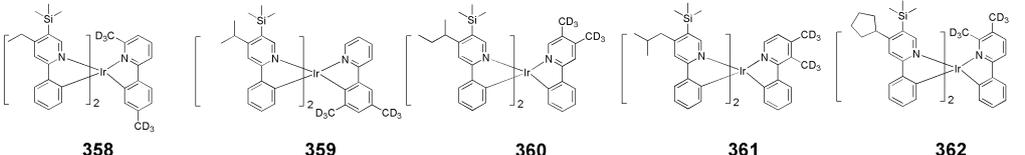
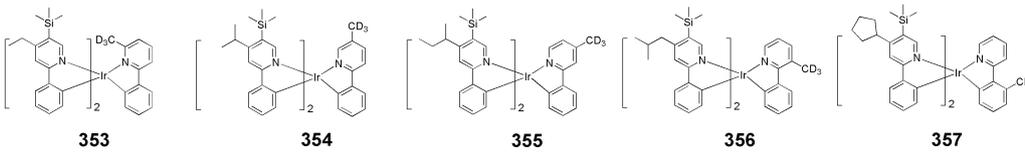
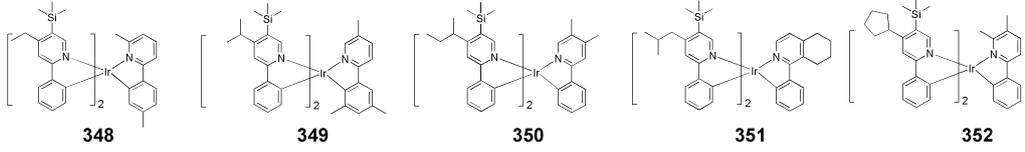
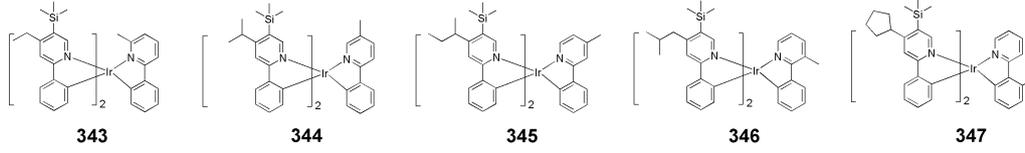
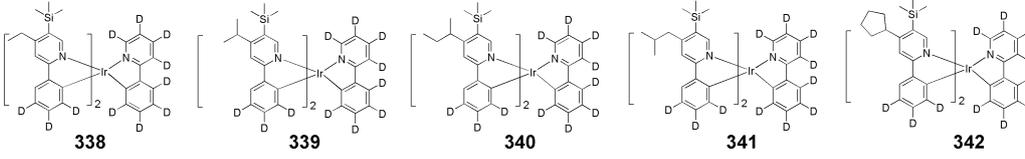
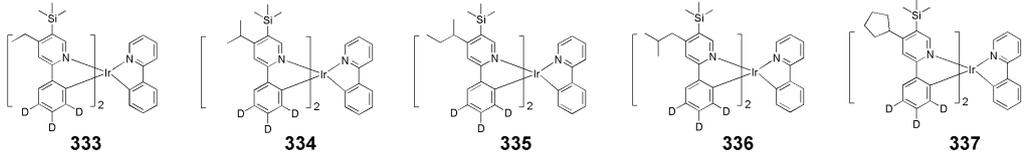
[0223]



[0224]



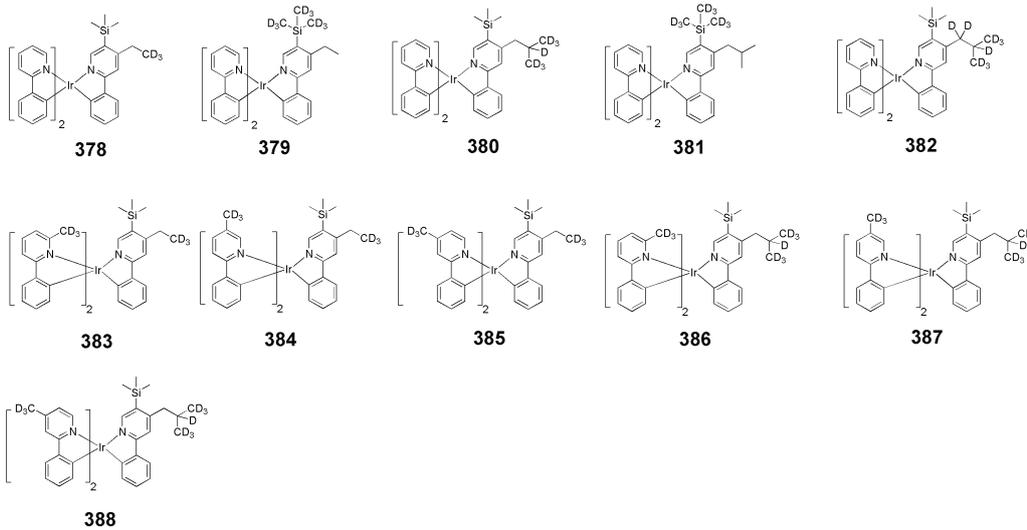
[0225]



[0226]

[0227]

[0228]



[0229]

[0230]

상기 화학식 1 중 L_2 는 화학식 2B로 표시되는 리간드인데, 화학식 2B는 페닐-피리딜계 2배위 리간드이다. 이로써, 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 전기 소자, 예를 들면 유기 발광 소자용 재료로 사용하기에 적합한 HOMO 에너지 레벨, LUMO 에너지 레벨 및 T1 에너지 레벨을 가질 수 있는 바, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물을 채용한 유기 발광 소자는 우수한 효율 및 수명 특성을 가질 수 있다.

[0231]

또한, 상기 화학식 2B의 R_1 내지 R_3 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{10} 알킬기이다. 또한, 상기 화학식 2B 중 R_{12} 는 수소 및 메틸기가 아니다. 이로써, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 상대적으로 단파장으로 쉬프트된 청색광, 녹색광 또는 청록색광을 방출할 수 있으며, 상기 유기금속 화합물을 채용한 소자, 예를 들면, 유기 발광 소자는 장수명을 가질 수 있다.

[0232]

한편, 상기 화학식 2B 중 실릴기는 피리딘 고리의 5번 위치에 결합되어 있다. (화학식 2A 참조) 이로써, 상기 화학식 2B로 표시되는 리간드를 포함한 상기 유기금속 화합물은 우수한 내열성 및 내분해성을 가질 수 있는 바, 이를 채용한 소자, 예를 들면, 유기 발광 소자는 제작, 보관 및/또는 구동 시 높은 안정성 및 장수명을 가질 수 있다.

[0233]

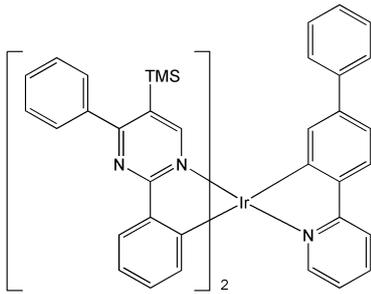
예를 들어, 상기 유기금속 화합물 중 일부 화합물과 하기 화합물 A'에 대한 HOMO, LUMO, 단일항(S_1) 및 삼중항(T_1) 에너지 레벨을 Gaussian 프로그램의 DFT 방법을 이용하여 (B3LYP, 6-31G(d,p) 수준에서 구조 최적화) 평가한 결과는 하기 표 1과 같다.

표 1

[0234]

화합물 No.	HOMO(eV)	LUMO(eV)	S_1 에너지 레벨 (eV)	T_1 에너지 레벨(eV)
6	-4.807	-1.180	2.880	2.624
14	-4.803	-1.175	2.881	2.624
51	-4.776	-1.167	2.832	2.581
96	-4.803	-1.232	2.862	2.567
136	-4.830	-1.294	2.815	2.563
189	-4.807	-1.180	2.880	2.624
219	-4.807	-1.180	2.880	2.624
241	-4.767	-1.174	2.869	2.641
296	-4.756	-1.153	2.866	2.615
A'Z1	-4.936	-1.567	2.691	2.498

[0235] <화합물 A'>



[0236]

[0237]

상기 표 1로부터, 화합물 A'의 HOMO 에너지 레벨 절대값 및 LUMO 에너지 레벨 절대값은 화합물 6, 14, 51, 96, 136, 189, 219, 241 및 296의 HOMO 에너지 레벨 절대값 및 LUMO 에너지 레벨 절대값보다 크고, 화합물 A'의 T₁ 에너지값은 화합물 6, 14, 51, 96, 136, 189, 219, 241 및 296의 T₁ 에너지값보다 작다. 따라서, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 화합물 A'에 비하여 우수한 전하 이동도를 제공할 수 있는 바, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물을 채용한 전기 소자, 예를 들면, 유기 발광 소자는 우수한 효율 및 수명 특성을 가질 수 있다. 뿐만 아니라, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 화합물 A'에 비하여 넓은 색재현 범위를 제공할 수 있는 바, 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물을 이용함으로써, 고품위의 유기 발광 소자를 구현할 수 있다.

[0238]

상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물의 합성 방법은, 후술하는 합성예를 참조하여, 당업자가 용이하게 인식할 수 있다.

[0239]

따라서, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 유기 발광 소자의 유기층, 예를 들면, 상기 유기층 중 발광층의 도펀트로 사용하기 적합할 수 있는 바, 다른 측면에 따르면, 제1전극; 제2전극; 및 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재되고, 발광층을 포함하고, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물을 적어도 1종 이상 포함한 유기층;을 포함한, 유기 발광 소자가 제공된다.

[0240]

상기 유기 발광 소자는 상술한 바와 같은 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물을 포함한 유기층을 구비함으로써, 저구동 전압, 고효율, 고전력, 고양자 효율휘도 및 장수명과 우수한 색순도들을 가질 수 있다.

[0241]

상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 유기 발광 소자의 한 쌍의 전극 사이에 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물은 상기 발광층에 포함되어 있을 수 있다. 이 때, 상기 유기금속 화합물은 도펀트의 역할을 하고, 상기 발광층은 호스트를 더 포함할 수 있다(즉, 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물의 함량은 상기 호스트의 함량보다 작음).

[0242]

본 명세서 중 "(유기층이) 유기금속 화합물을 1종 이상 포함한다"란, "(유기층이) 상기 화학식 1의 범주에 속하는 1종의 유기금속 화합물 또는 상기 화학식 1의 범주에 속하는 서로 다른 2종 이상의 유기금속 화합물을 포함할 수 있다"로 해석될 수 있다.

[0243]

예를 들어, 상기 유기층은 상기 유기금속 화합물로서, 상기 화합물 1만을 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1은 상기 유기 발광 소자의 발광층에 존재할 수 있다. 또는, 상기 유기층은 상기 유기금속 화합물로서, 상기 화합물 1과 화합물 2를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1과 화합물 2는 동일한 층에 존재(예를 들면, 상기 화합물 1과 화합물 2는 모두 발광층에 존재할 수 있음)할 수 있다.

[0244]

상기 제1전극은 정공 주입 전극인 애노드이고 상기 제2전극은 전자 주입 전극인 캐소드이거나, 상기 제1전극은 전자 주입 전극인 캐소드이고 상기 제2전극은 정공 주입 전극인 애캐소드이다.

[0245]

예를 들어, 상기 제1전극은 애노드이고, 상기 제2전극은 캐소드이고, 상기 유기층은, i) 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 개재되고, 정공 주입층, 정공 수송층 및 전자 저지층 중 적어도 하나를 포함한 정공 수송 영역; 및 ii) 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재되고, 정공 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 포함한 전자 수송 영역;을 포함할 수 있다.

[0246]

본 명세서 중 "유기층"은 유기 발광 소자 중 제1전극과 제2전극 사이에 개재된 단일 및/또는 복수의 층을 가리키는 용어이다. 상기 "유기층"은 유기 화합물뿐만 아니라, 금속을 포함한 유기금속 착체 등도 포함할 수 있다.

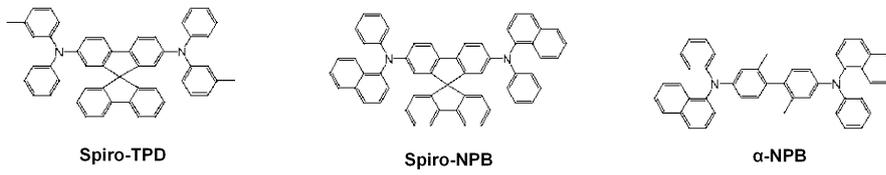
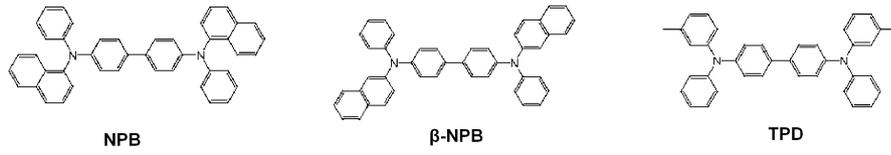
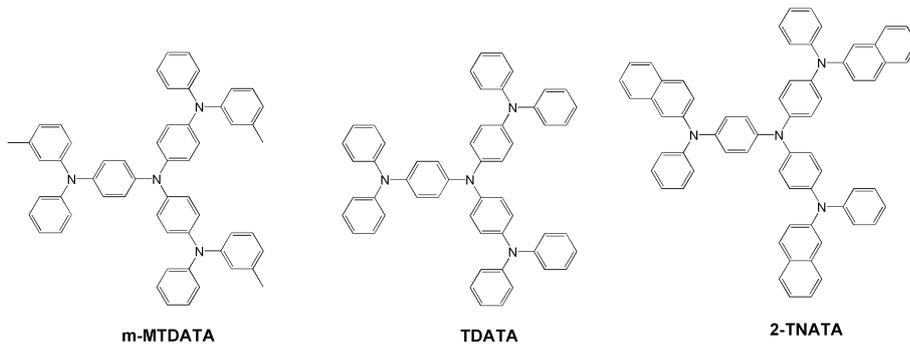
[0247]

도 1은 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자(10)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다. 이하, 도 1

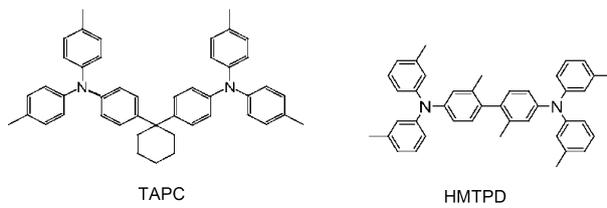
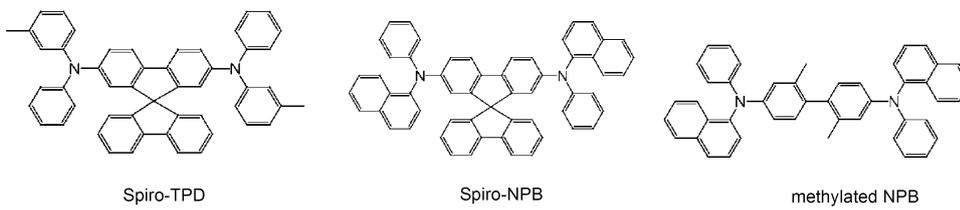
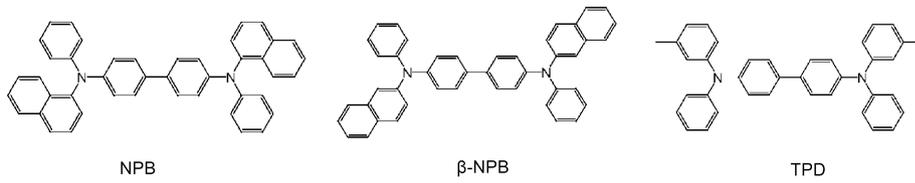
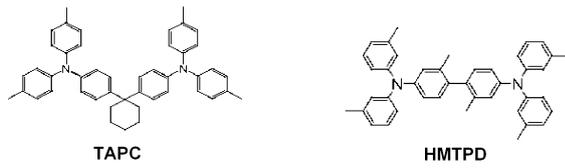
을 참조하여 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자의 구조 및 제조 방법을 설명하면 다음과 같다. 유기 발광 소자(10)는 제1전극(11), 유기층(15) 및 제2전극(19)이 차례로 적층된 구조를 갖는다.

- [0248] 상기 제1전극(11) 하부 또는 제2전극(19) 상부에는 기관이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기관으로는, 통상적인 유기 발광 소자에서 사용되는 기관을 사용할 수 있는데, 기계적 강도, 열안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급용이성 및 방수성이 우수한 유리 기관 또는 투명 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0249] 상기 제1전극(11)은 예를 들면, 기관 상부에, 제1전극용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 제공함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극(11)은 애노드일 수 있다. 상기 제1전극용 물질은 정공 주입이 용이하도록 높은 일함수를 갖는 물질 중에서 선택될 수 있다. 상기 제1전극(11)은 반사형 전극, 반투과형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 제1전극용 물질로는 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO₂), 산화아연(ZnO) 등을 이용할 수 있다. 또는, 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag)등과 같은 금속을 이용할 수 있다.
- [0250] 상기 제1전극(11)은 단일층 또는 2 이상의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1전극(11)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0251] 상기 제1전극(11) 상부로는 유기층(15)이 배치되어 있다.
- [0252] 상기 유기층(15)은 정공 수송 영역(hole transport region); 발광층(emission layer); 및 전자 수송 영역(electron transport region);을 포함할 수 있다.
- [0253] 상기 정공 수송 영역은 제1전극(11)과 발광층 사이에 배치될 수 있다.
- [0254] 상기 정공 수송 영역은 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 저지층 및 버퍼층 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0255] 상기 정공 수송 영역은 정공 주입층만을 포함하거나, 정공 수송층만을 포함할 수 있다. 또는, 상기 정공 수송 영역은, 제1전극(11)로부터 차례로 적층된, 정공 주입층/정공 수송층 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층의 구조를 가질 수 있다.
- [0256] 정공 수송 영역이 정공 주입층을 포함할 경우, 정공 주입층(HIL)은 상기 제1전극(11) 상부에 진공증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0257] 진공 증착법에 의하여 정공 주입층을 형성하는 경우, 그 증착 조건은 정공 주입층 재료로 사용하는 화합물, 목적으로 하는 정공 주입층의 구조 및 열적 특성에 따라 다르지만, 예를 들면, 증착온도 약 100 내지 약 500°C, 진공도 약 10⁻⁸ 내지 약 10⁻³ torr, 증착 속도 약 0.01 내지 약 100 Å/sec의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0258] 스핀 코팅법에 의하여 정공 주입층을 형성하는 경우, 코팅 조건은 정공주입층 재료로 사용하는 화합물, 목적하는 하는 정공 주입층의 구조 및 열적 특성에 따라 상이하지만, 약 2000rpm 내지 약 5000rpm의 코팅 속도, 코팅 후 용매 제거를 위한 열처리 온도는 약 80°C 내지 200°C의 온도 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0259] 상기 정공 수송층 및 전자 저지층 형성 조건은 정공 주입층 형성 조건을 참조한다.
- [0260] 상기 정공 수송 영역은, 예를 들면, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB, β-NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, methylated α-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4"-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine)), Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid:폴리아닐린/도데실벤젠술포산), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate):폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌술포네이트)), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonicacid:폴리아닐린/캄페롤술포산), PANI/PSS (Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate):폴리아닐린)/폴리(4-스티렌술포네이트)), 하기 화학식 201로 표시되는 화합물 및 하기 화학식 202로 표시되는 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:

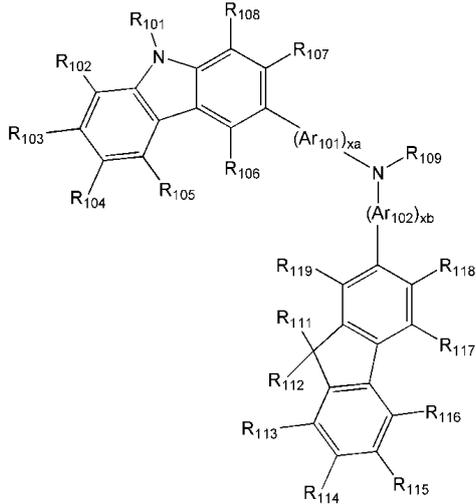
[0261]



[0262]

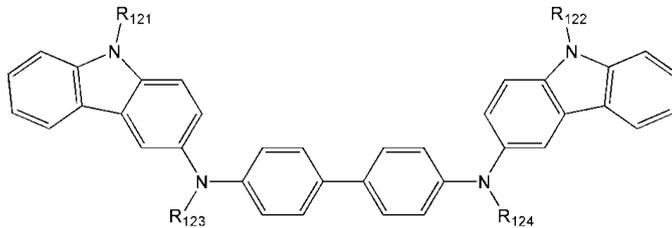


[0263] <화학식 201>



[0264]

[0265] <화학식 202>



[0266]

[0267] 상기 화학식 201 중, Ar₁₀₁ 및 Ar₁₀₂는 서로 독립적으로,

[0268] 페닐렌기, 펜타레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵탈레닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 페나레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 콰이레닐렌기, 크라이세닐레닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페틸레닐렌기 및 펜타세닐렌기; 및

[0269] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 펜타레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵탈레닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 페나레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 콰이레닐렌기, 크라이세닐레닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페틸레닐렌기 및 펜타세닐렌기; 중에서 선택될 수 있다.

[0270] 상기 화학식 201 중, 상기 xa 및 xb는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수, 또는 0, 1 또는 2일 수 있다. 예를 들어, 상기 xa는 1이고, xb는 0일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0271] 상기 화학식 201 및 202 중, 상기 R₁₀₁ 내지 R₁₀₈, R₁₁₁ 내지 R₁₁₉ 및 R₁₂₁ 내지 R₁₂₄는 서로 독립적으로,

[0272] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기(예를 들면, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기 등) 및 C₁-C₁₀알콕시기(예를 들면, 메톡시기, 에톡시기, 프로폭시기, 부톡시기, 펜톡시기 등);

[0273] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염 및 인산 또는 이의 염 중 하나 이상으로 치환된, C₁-C₁₀알킬기

및 C₁-C₁₀알콕시기;

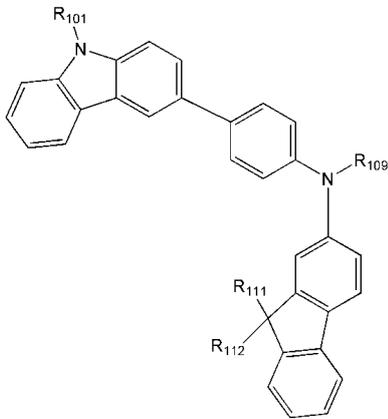
[0274] 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 플루오레닐기 및 파이레닐기; 및

[0275] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기 중 하나 이상으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 플루오레닐기 및 파이레닐기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0276] 상기 화학식 201 중, R₁₀₉는, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리디닐기; 및 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리디닐기 중 하나 이상으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기 및 피리디닐기; 중에서 선택될 수 있다.

[0277] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물은 하기 화학식 201A로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

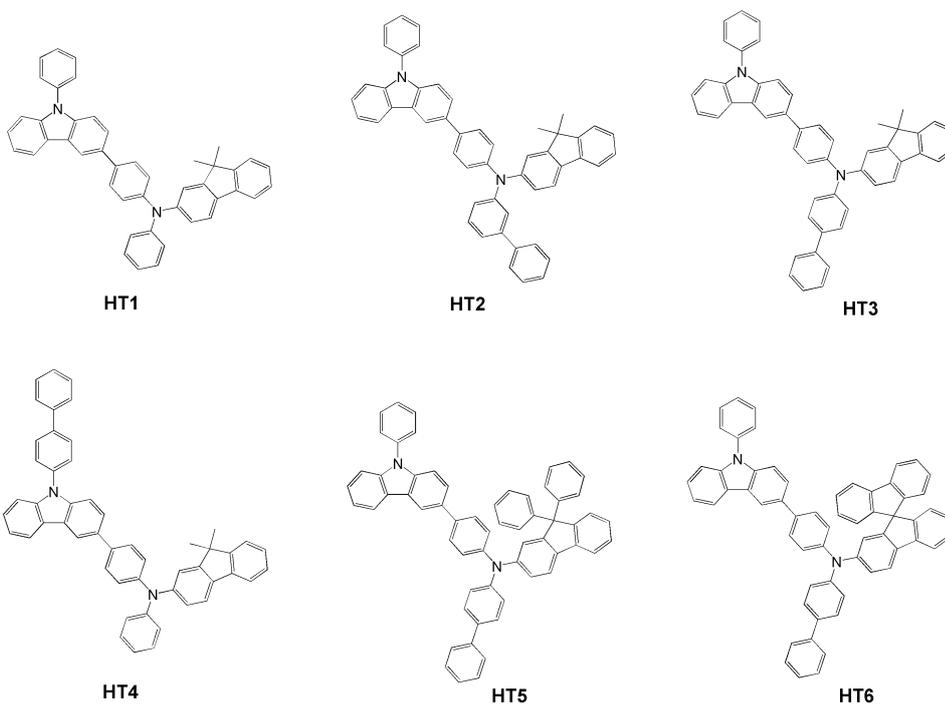
[0278] <화학식 201A>



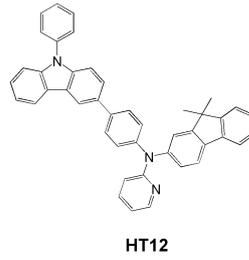
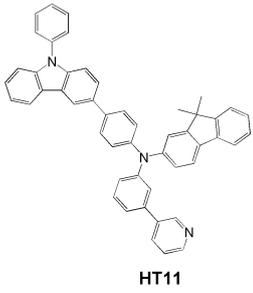
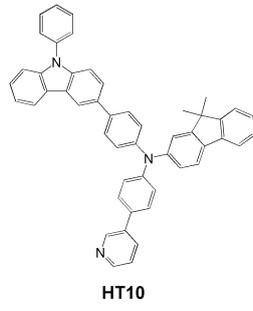
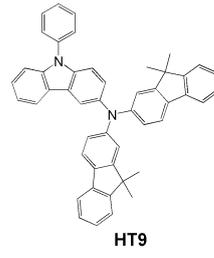
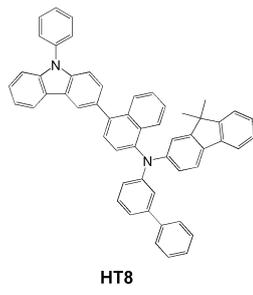
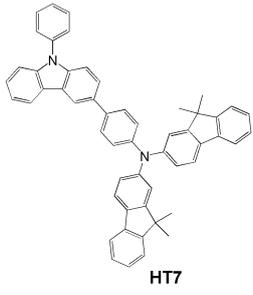
[0279]

[0280] 상기 화학식 201A 중, R₁₀₁, R₁₁₁, R₁₁₂ 및 R₁₀₉에 대한 상세한 설명은 상술한 바를 참조한다.

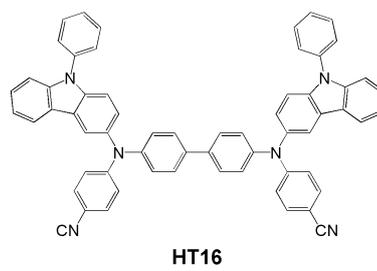
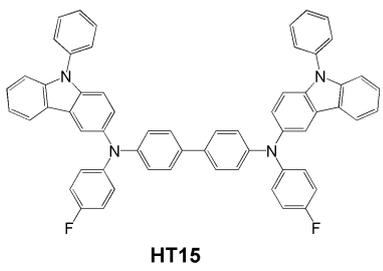
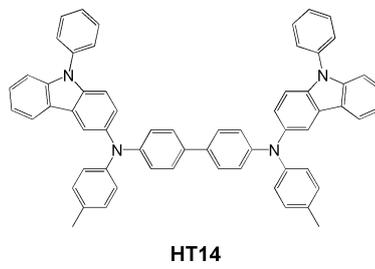
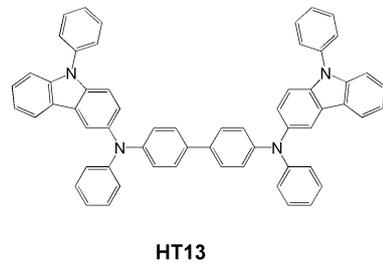
[0281] 예를 들어, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물 및 상기 화학식 202로 표시되는 화합물은 하기 화합물 HT1 내지 HT20을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



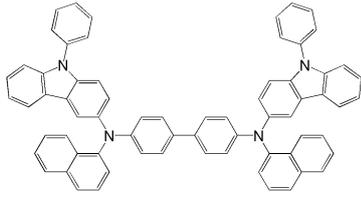
[0282]



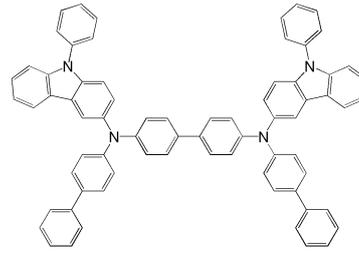
[0283]



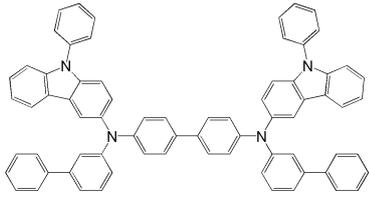
[0284]



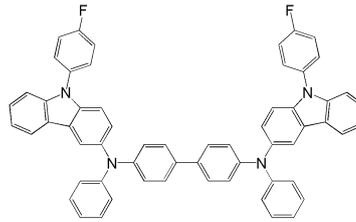
HT17



HT18



HT19



HT20

[0285]

[0286]

상기 정공 수송 영역의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역이 정공 주입층 및 정공 수송층을 모두 포함한다면, 상기 정공 주입층의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å이고, 상기 정공 수송층의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1500Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역, 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0287]

상기 정공 수송 영역은 상술한 바와 같은 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하-생성 물질을 더 포함할 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 상기 정공 수송 영역 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다.

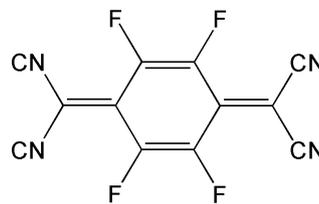
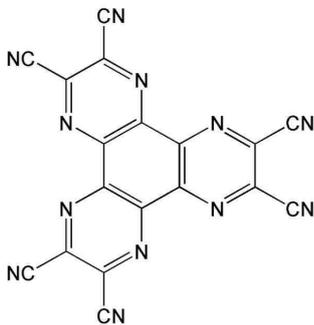
[0288]

상기 전하-생성 물질은 예를 들면, p-도펀트일 수 있다. 상기 p-도펀트는 퀴논 유도체, 금속 산화물 및 시아노기-함유 화합물 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 p-도펀트의 비제한적인 예로는, 테트라시아노퀴논다이메테인(TCNQ) 및 2,3,5,6-테트라플루오로-테트라시아노-1,4-벤조퀴논다이메테인(F4-TCNQ) 등과 같은 퀴논 유도체; 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물; 및 하기 화합물 HT-D1 등과 같은 시아노기-함유 화합물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0289]

<화합물 HT-D1>

<F4-TCNQ>



[0290]

상기 정공 수송 영역은, 버퍼층을 더 포함할 수 있다.

[0292]

상기 버퍼층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 효율을 증가시키는 역할을 수 있다.

[0293]

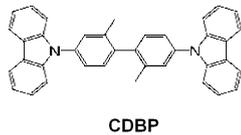
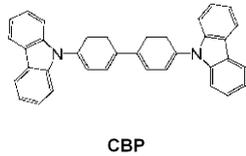
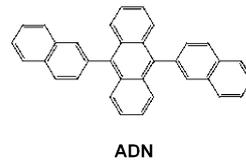
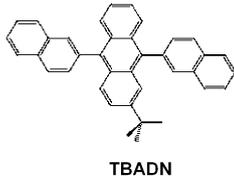
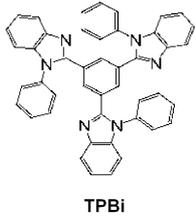
상기 정공 수송 영역 상부에 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 방법을 이용하여 발광층(EML)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀 코팅법에 의해 발광층을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택

될 수 있다.

[0294] 한편, 상기 정공 수송 영역이 전자 저지층을 포함할 경우, 상기 전자 저지층 재료는, 상술한 바와 같은 정공 수송 영역에 사용될 수 있는 물질 및 후술하는 호스트 물질 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 정공 수송 영역이 전자 저지층을 포함할 경우, 전자 저지층 재료로서, 후술하는 mCP를 사용할 수 있다.

[0295] 상기 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함할 수 있고, 상기 도펀트는 상기 화학식 1로 표시되는 유기금속 화합물을 포함한다.

[0296] 상기 호스트는 하기 TPBi, TBADN, ADN("DNA"라고도 함), CBP, CDBP, TCP, Mcp, 화합물 H50 및 화합물 H51 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:



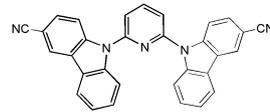
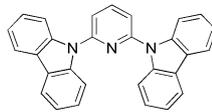
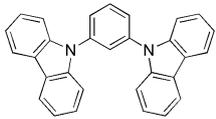
[0297]

[0298]

<mCP>

<화합물 H50>

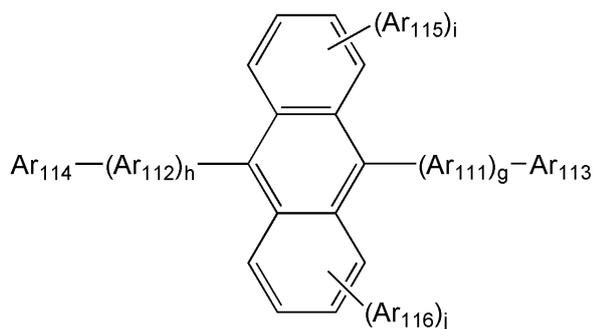
<화합물 H51>



[0299]

[0300] 또는, 상기 호스트는 하기 화학식 301로 표시되는 화합물을 더 포함할 수 있다:

[0301] <화학식 301>



[0302]

[0303] 상기 화학식 301 중, Ar₁₁₁ 및 Ar₁₁₂는 서로 독립적으로,

[0304] 페닐렌기, 나프틸렌기, 페난트레닐렌기 및 파이레닐렌기; 및

[0305] 페닐기, 나프틸기 및 안트라세닐기 중 하나 이상으로 치환된 페닐렌기, 나프틸렌기, 페난트레닐렌기 및 파이레닐렌기; 중에서 선택될 수 있다.

[0306] 상기 화학식 301 중 상기 Ar₁₁₃ 내지 Ar₁₁₆은 서로 독립적으로,

[0307] C₁-C₁₀알킬기, 페닐기, 나프틸기, 페난트레닐기 및 파이레닐기; 및

[0308] 페닐기, 나프틸기 및 안트라세닐기 중 하나 이상으로 치환된 페닐기, 나프틸기, 페난트레닐기 및 파이레닐기; 중에서 선택될 수 있다.

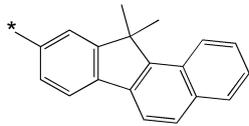
[0309] 상기 화학식 301 중 g, h, i 및 j는 서로 독립적으로 0 내지 4의 정수, 예를 들면, 0, 1 또는 2일 수 있다.

[0310] 상기 화학식 301 중, Ar₁₁₃ 내지 Ar₁₁₆은 서로 독립적으로,

[0311] 페닐기, 나프틸기 및 안트라세닐기 중 하나 이상으로 치환된 C₁-C₁₀알킬기;

[0312] 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난트레닐기 및 플루오레닐기;

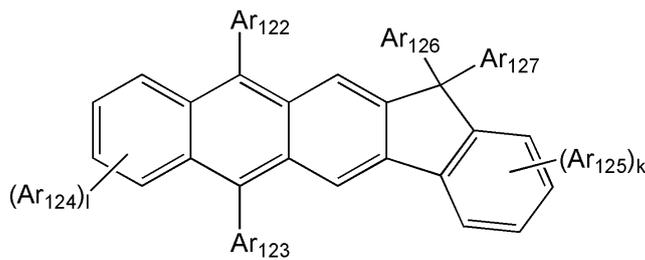
[0313] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난트레닐기 및 플루오레닐기 중 하나 이상으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 페난트레닐기 및 플루오레닐기; 및



[0314] ; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0315] 또는, 상기 호스트는 하기 화학식 302로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0316] <화학식 302>



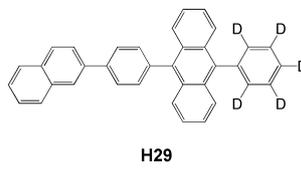
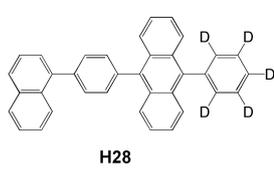
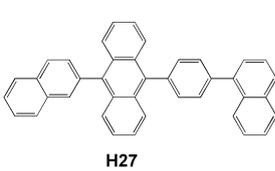
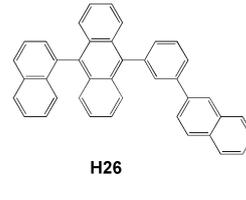
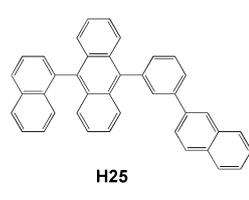
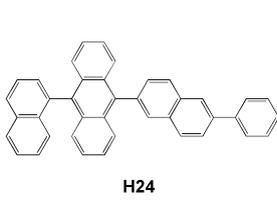
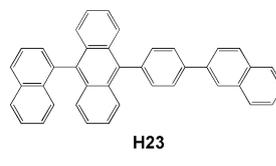
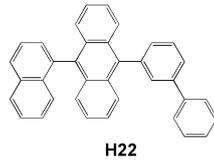
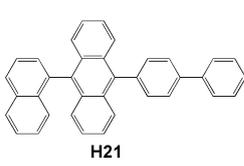
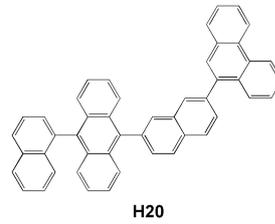
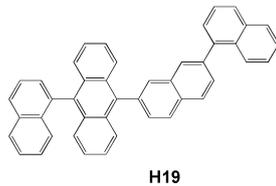
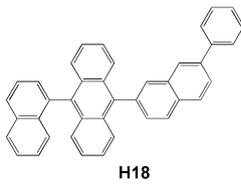
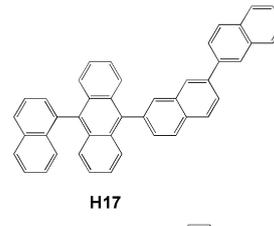
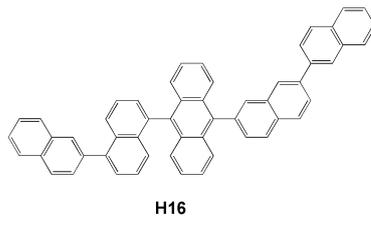
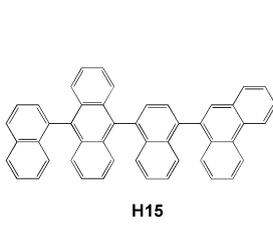
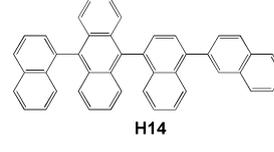
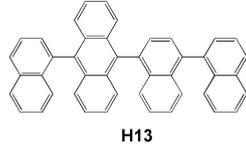
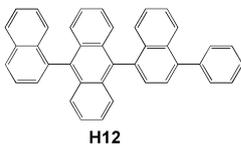
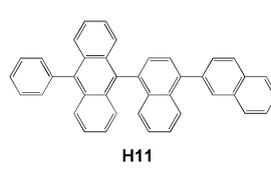
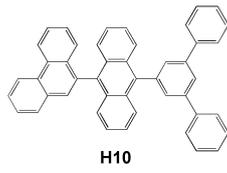
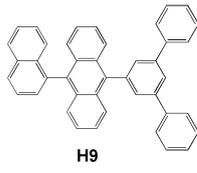
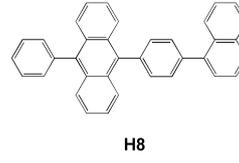
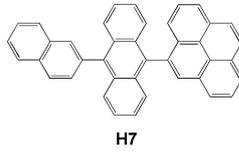
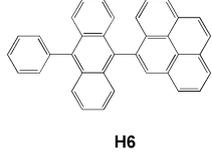
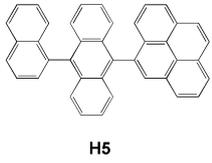
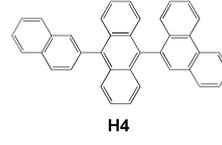
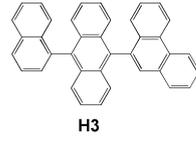
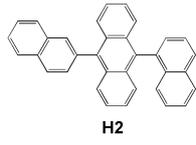
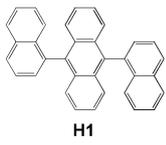
[0317]

[0318] 상기 화학식 302 중 Ar₁₂₂ 내지 Ar₁₂₅에 대한 상세한 설명은 상기 화학식 301의 Ar₁₁₃에 대한 설명을 참조한다.

[0319] 상기 화학식 302 중 Ar₁₂₆ 및 Ar₁₂₇은 서로 독립적으로, C₁-C₁₀알킬기(예를 들면, 메틸기, 에틸기 또는 프로필기)일 수 있다.

[0320] 상기 화학식 302 중 k 및 l은 서로 독립적으로 0 내지 4의 정수일 수 있다. 예를 들어, 상기 k 및 l은 0, 1 또는 2일 수 있다.

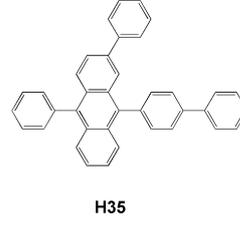
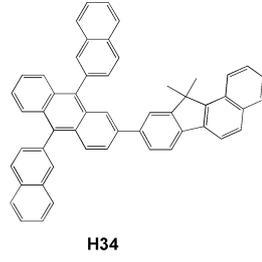
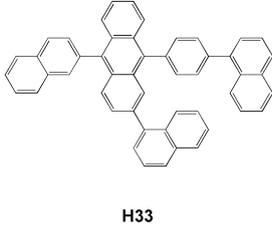
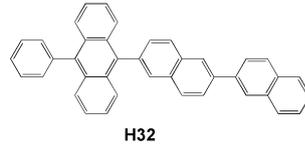
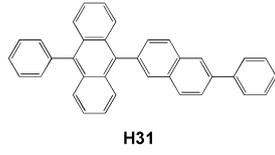
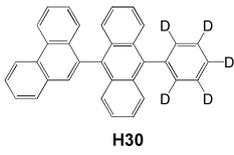
[0321] 상기 화학식 301로 표시되는 화합물 및 상기 화학식 302로 표시되는 화합물은 하기 화합물 H1 내지 H42를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



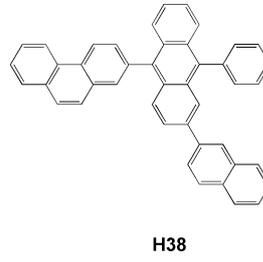
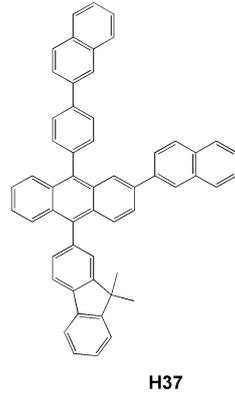
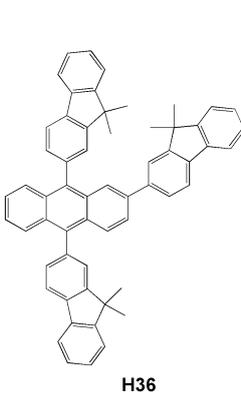
[0322]

[0323]

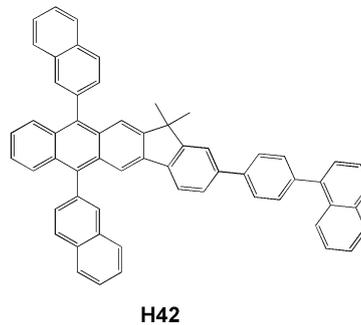
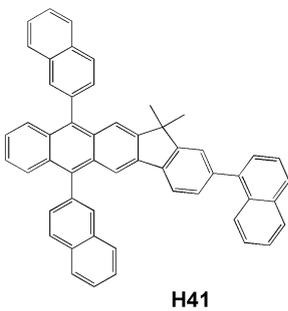
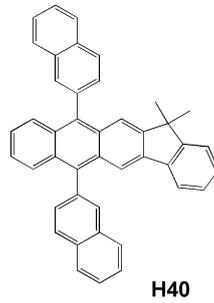
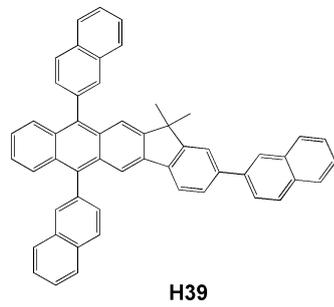
[0324]



[0325]



[0326]



[0327]

[0328] 상기 유기 발광 소자가 풀 컬러 유기 발광 소자일 경우, 발광층은 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층으로 패턴될 수 있다. 또는, 상기 발광층은 적색 발광층, 녹색 발광층 및/또는 청색 발광층이 적층된 구조를 가짐으로써, 백색광을 방출할 수 있는 등 다양한 변형예가 가능하다.

[0329] 상기 발광층이 호스트 및 도펀트를 포함할 경우, 도펀트의 함량은 통상적으로 호스트 약 100 중량부를 기준으로 하여 약 0.01 내지 약 15 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0330] 상기 발광층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å일 수 있다. 상기 발광층의

두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.

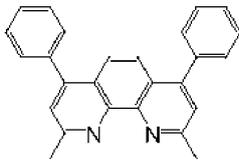
[0331] 다음으로 발광층 상부에 전자 수송 영역이 배치된다.

[0332] 전자 수송 영역은 정공 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

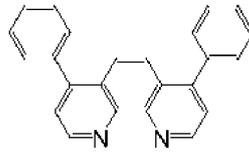
[0333] 예를 들어, 전자 수송 영역은 정공 저지층/전자 수송층/전자 주입층 또는 전자 수송층/전자 주입층의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 전자 수송층은 단일층 또는 2 이상의 서로 다른 물질을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다.

[0334] 상기 전자 수송 영역의 정공 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입층의 형성 조건은 정공 주입층의 형성 조건을 참조한다.

[0335] 상기 전자 수송 영역이 정공 저지층을 포함할 경우, 상기 정공 저지층은 예를 들면, 하기 BCP, 및 Bphen 및 Balq 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



BCP

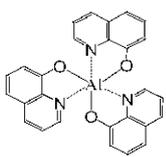


Bphen

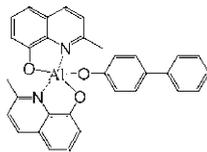
[0336]

[0337] 상기 정공 저지층의 두께는 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 30Å 내지 약 300Å일 수 있다. 상기 정공 저지층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 정공 저지 특성을 얻을 수 있다.

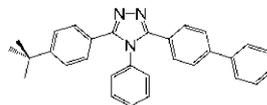
[0338] 상기 전자 수송층은 상기 BCP, Bphen 및 하기 Alq₃, Baalq, TAZ 및 NTAZ 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.



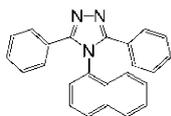
Alq₃



Baalq



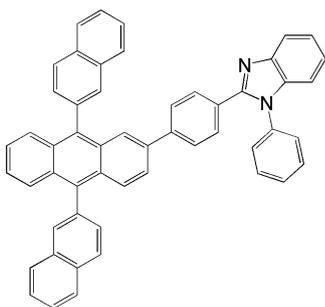
TAZ



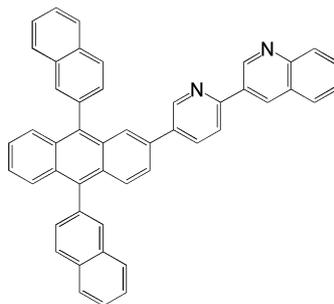
NTAZ

[0339]

[0340] 또는, 상기 전자 수송층은 하기 화합물 ET1 및 ET2 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



ET1



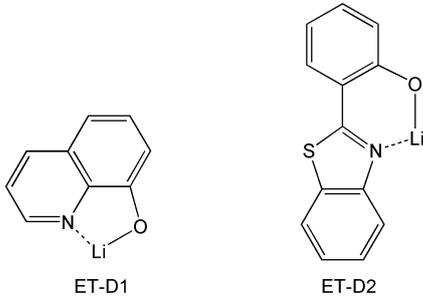
ET2

[0341]

[0342] 상기 전자 수송층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 상기 전자 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0343] 상기 전자 수송층은 상술한 바와 같은 물질 외에, 금속-함유 물질을 더 포함할 수 있다.

[0344] 상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다. 상기 Li 착체는, 예를 들면, 하기 화합물 ET-D1(리튬 퀴놀레이트, LiQ) 또는 ET-D2를 포함할 수 있다.



[0345]

[0346] 또한 전자 수송 영역은, 제2전극(19)으로부터 전자의 주입을 용이하게 하는 전자 주입층(EIL)을 포함할 수 있다.

[0347] 상기 전자 주입층은, LiF, NaCl, CsF, Li₂O 및 BaO 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0348] 상기 전자 주입층의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 상기 전자 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0349] 상기 유기층(15) 상부로는 제2전극(19)이 구비되어 있다. 상기 제2전극(19)은 캐소드일 수 있다. 상기 제2전극(19)용 물질로는 상대적으로 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 조합을 사용할 수 있다. 구체적인 예로서는 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag) 등을 제2전극(19) 형성용 물질로 사용할 수 있다. 또는, 전면 발광 소자를 얻기 위하여 ITO, IZO를 이용하여 투과형 제2전극(19)을 형성할 수 있는 등, 다양한 변형이 가능하다.

[0350] 이상, 상기 유기 발광 소자를 도 1을 참조하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0351] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬기는 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 구체적인 예에는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, 펜틸기, iso-아밀기, 헥실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬렌기는 상기 C₁-C₆₀알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.

[0352] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알콕시기는 -OA₁₀₁(여기서, A₁₀₁은 상기 C₁-C₆₀알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.

[0353] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐가는 상기 C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 이중 결합을 포함한 구조를 가지며, 이의 구체적인 예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0354] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐기는 상기 C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 삼중 결합을 포함한 구조를 가지며, 이의 구체적인 예에는, 에티닐기(ethynyl), 프로피닐기(propynyl), 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알키닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0355] 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬기는 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

- [0356] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함할 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예는 테트라히드로푸라닐기(tetrahydrofuranlyl), 테트라히드로티오펜기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0357] 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체예는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0358] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함할 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기의 구체예는, 2,3-히드روف우라닐기, 2,3-히드로티오펜기 등을 포함한다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0359] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴기는 탄 원자수 6 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C₆-C₆₀아릴렌기는 탄소 원자수 6 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 C₆-C₆₀아릴기의 구체예는, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트레닐기, 콰이레닐기, 크라이세닐기 등을 포함한다. 상기 C₆-C₆₀아릴기 및 C₆-C₆₀아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 융합될 수 있다.
- [0360] 본 명세서 중 C₁-C₆₀헤테로아릴기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기는 N, O, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기의 구체예는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피라다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기 등을 포함한다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기 및 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 융합될 수 있다.
- [0361] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴옥시기는 -OA₁₀₂(여기서, A₁₀₂는 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리키고, 상기 C₆-C₆₀아릴티오기(arylthio)는 -SA₁₀₃(여기서, A₁₀₃은 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리킨다.
- [0362] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 8 내지 60의 탄소수를 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 구체예는 플루오레닐기 등을 포함한다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0363] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소 외에 N, O, P 및 S 중에서 선택된 헤테로 원자를 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 1 내지 60의 탄소수를 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은, 카바졸일기 등을 포함한다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0364] 본 명세서 중 상기 치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도

하나는,

- [0365] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0366] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁₁)(Q₁₂), -Si(Q₁₃)(Q₁₄)(Q₁₅), -B(Q₁₆)(Q₁₇) 및 -P(=O)(Q₁₈)(Q₁₉) 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0367] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;
- [0368] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -CD₃, -CD₂H, -CDH₂, -CF₃, -CF₂H, -CFH₂, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₂₁)(Q₂₂), -Si(Q₂₃)(Q₂₄)(Q₂₅), -B(Q₂₆)(Q₂₇) 및 -P(=O)(Q₂₈)(Q₂₉) 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및
- [0369] -N(Q₃₁)(Q₃₂), -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅), -B(Q₃₆)(Q₃₇) 및 -P(=O)(Q₃₈)(Q₃₉); 중에서 선택되고;
- [0370] 상기 Q₁ 내지 Q₉, Q₁₁ 내지 Q₁₉, Q₂₁ 내지 Q₂₉ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₉는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀알킬기 및 C₆-C₆₀아릴기 중 적어도 하나로 치환된 C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택된다.
- [0371] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 또는 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0372] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₁₁)(Q₁₂), -Si(Q₁₃)(Q₁₄)(Q₁₅) 및 -B(Q₁₆)(Q₁₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 또는 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0373] C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 또는 1가 비-방향족 헤테

로축합다환 그룹;

[0374] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -N(Q₂₁)(Q₂₂), -Si(Q₂₃)(Q₂₄)(Q₂₅) 및 -B(Q₂₆)(Q₂₇) 중 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 또는 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 또는

[0375] -N(Q₃₁)(Q₃₂), -Si(Q₃₃)(Q₃₄)(Q₃₅) 또는 -B(Q₃₆)(Q₃₇); 이고;

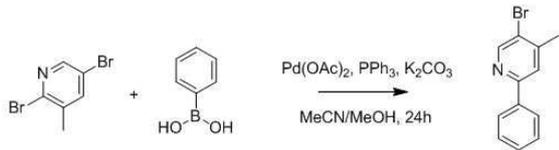
[0376] 상기 Q₁ 내지 Q₇, Q₁₁ 내지 Q₁₇, Q₂₁ 내지 Q₂₇ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₇은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산 또는 이의 염, 술폰산 또는 이의 염, 인산 또는 이의 염, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 또는 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 일 수 있다.

[0377] 이하, 합성에 및 실시예를 들어, 본 발명의 일 구현예를 따르는 화합물 및 유기 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명하나, 본 발명이 하기의 합성에 및 실시예로 한정되는 것은 아니다. 하기 합성에 중 'A' 대신 'B'를 사용하였다"란 표현 중 'B'의 사용량과 'A'의 사용량은 몰당량 기준으로 동일하다.

[0378] [실시예]

[0379] **합성에 1: 화합물 6의 합성**

[0380] 화합물 A3의 합성

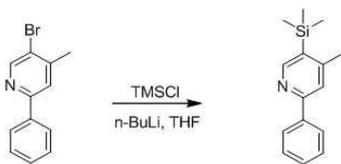


화합물 A3

[0381]

[0382] 2,5-디브로모-4-메틸피리딘(2,5-dibromo-4-methylpyridine) (10 g, 39.86 mmol), 페닐보론산(phenylboronic acid) (5.35 g, 43.85 mmol), Pd(OAc)₂ (0.90 g, 3.99 mmol), PPh₃ (2.09 g, 7.97 mmol) 및 K₂CO₃ (11.02 g, 79.72 mmol)에 100 mL의 아세토니트릴(acetonitrile)과 50 mL의 메탄올을 혼합한 다음, 50℃에서 18시간 교반한 후, 실온까지 냉각시키고 여과하였다. 이로부터 메틸렌클로라이드(methylenechloride(MC))를 사용하여 유기층을 추출하고 무수황산마그네슘(MgSO₄)를 첨가하여 수분을 제거한 다음 여과하여 수득한 여과액을 감압하여 수득한 잔류물을 ethylacetate(EA):Hexane = 3:97 조건에서 컬럼 크로마토그래피 방법을 통해서 정제하여 화합물 A3 6 g (61%)을 수득하였다.

[0383] 화합물 A2의 합성

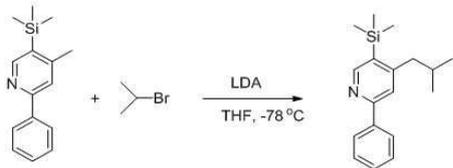


화합물 A2

[0384]

[0385] 화합물 A3 (6 g, 24.18 mmol)에 테트라히드로퓨란(tetrahydrofuran(THF)) 100 mL를 넣고, -78℃로 냉각한 후 n-BuLi (16.6 mL, 26.60 mmol)를 천천히 넣은 다음, -78℃에서 1시간 교반하였다. 이 후, TMSCl (3.38 mL, 26.60 mmol)를 넣고, -78℃에서 1시간 반응 진행 후, 상온으로 가온하여 12시간 반응을 진행하였다. 이로부터 수득한 유기층을 MC를 사용하여 추출하고 무수황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하고, 여과하여 수득한 여과액을 감압하여 수득한 잔류물에 대하여 EA:Hexane = 4:96 조건에서 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 화합물 A2 4.5 g (77%)을 수득하였다.

[0386] 화합물 A1의 합성

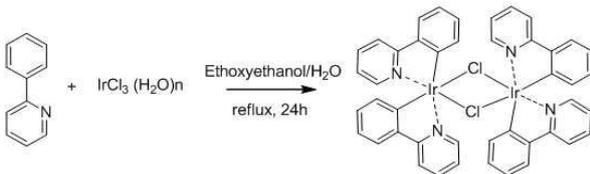


화합물 A1

[0387]

[0388] 화합물 A2 (4.27 g, 17.68 mmol)에 100 mL의 THF를 혼합한 다음, -78℃로 냉각한 후 리튬 디이소프로필아미드(Lithium diisopropylamide)(LDA, 16 mL, 31.83 mmol)을 천천히 첨가하였다. 이 후, -78℃에서 1시간 교반하여 반응을 진행한 후 상온으로 가온한 다음, 1.5시간 추가로 반응을 진행하였다. 이어서, -78℃로 온도를 내리고 2-브로모프로판(2-bromopropane)(2.99 mL, 31.83 mmol)을 천천히 첨가한 다음, 상온으로 온도를 올린 후 12시간 반응을 진행하였다. 이로부터 수득한 유기층을 MC를 사용하여 추출하고 무수황산마그네슘을 첨가하여 수분을 제거하고 여과하여 수득한 여과액을 감압하여 수득한 잔류물에 대하여 EA:Hexane = 4:96 조건에서 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 화합물 A1 3.73 g (74%)을 수득하였다.

[0389] 화합물 M2A의 합성

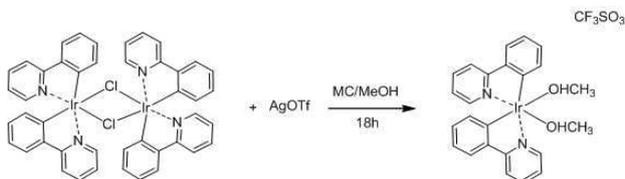


화합물 M2A

[0390]

[0391] 2-페닐피리딘(2-phenylpyridine) (14.66 g, 94.44 mmol)과 이리듐 클로라이드(iridium chloride) (14.8 g, 41.97 mmol)에 210 mL의 에톡시에탄올(ethoxyethanol)과 70 mL의 증류수를 혼합한 다음, 24시간 동안 환류 교반하여 반응 진행 후, 상온까지 온도를 낮추었다. 이로부터 생성된 고형물을 여과하여 분리하고, 물/메탄올/hexane 순으로 충분히 세정하여 수득한 고체를 진공 오븐에서 건조하여 화합물 M2A 20.2 g (90%)를 수득하였다.

[0392] 화합물 M1A의 합성

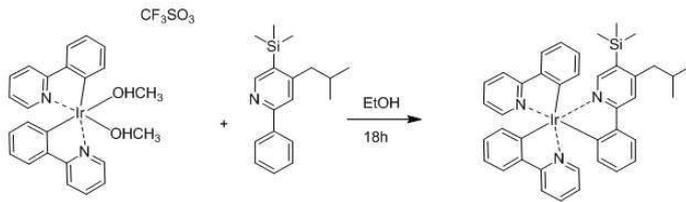


화합물 M1A

[0393]

[0394] 화합물 M2A (4.5 g, 4.20 mmol)에 60mL의 MC를 혼합한 다음, AgOTf (2.16 g, 8.41 mmol)을 20 mL의 메탄올에 녹여 첨가하였다. 이 후, 알루미늄 호일로 빛을 차단한 상태로 상온에서 18 시간 교반하여 반응 진행한 다음, 셀라이트 여과하여 생성된 고체를 제거하고 여과액을 감압하여 수득한 고체(화합물 M1)에 대하여 추가적인 정제를 하지 않고 다음 반응에 사용하였다.

[0395] 화합물 6의 합성



화합물 6

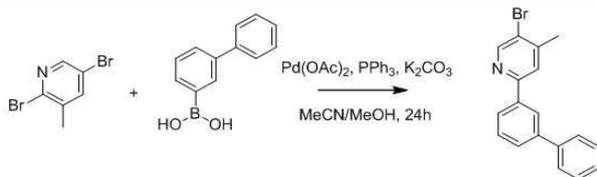
[0396]

[0397] 화합물 M1A (5 g, 7 mmol)과 화합물 A1 (2.98 g, 10.50 mmol)에 에탄올 90 mL를 혼합하고, 18시간 동안 환류 교반하여 반응을 진행한 후에 온도를 낮추었다. 이로부터 수득한 혼합물을 여과하여 수득한 고체를 에탄올과 hexane으로 충분히 세정하고, MC: hexane=35:65 조건으로 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 화합물 6 2.1g (38%)을 수득하였다. Mass와 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0398] HRMS(MALDI) calcd for C₄₀H₄₀IrN₃Si: m/z 783.2621, Found: 783.2625

[0399] 합성예 2: 화합물 96의 합성

[0400] 화합물 B3의 합성

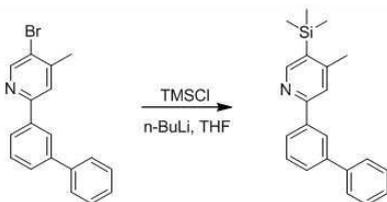


화합물 B3

[0401]

[0402] 페닐보론산 대신 [1,1'-비페닐]-3-일보론산([1,1'-biphenyl]-3-ylboronic acid) (8.68 g, 43.85 mmol)을 사용하고, 아세토니트릴 및 메탄올의 사용량을 각각 120 mL 및 60mL로 변경하였다는 점을 제외하고는, 합성예 1의 화합물 A3의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 B3 10.4 g (80%)을 수득하였다.

[0403] 화합물 B2의 합성

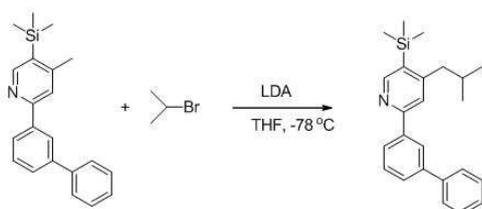


화합물 B2

[0404]

[0405] 화합물 A3 대신 화합물 B3 (6 g, 18.51 mmol)를 사용하고 n-BuLi의 사용량을 12.8 mL(20.36 mmol)로 변경하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 화합물 A2의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 B2 4.6 g (78%)을 수득하였다.

[0406] 화합물 B1의 합성

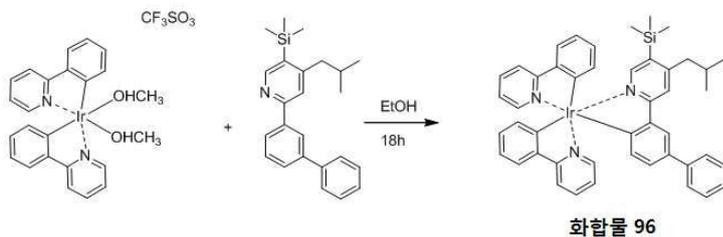


화합물 B1

[0407]

[0408] 화합물 A1 대신 화합물 B2 (4 g, 12.60 mmol)를 사용하고 LDA의 사용량을 11.34 mL(22.68 mmol)로 변경하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화합물 A1의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 B1 3.9 g (86%)을 수득하였다.

[0409] 화합물 96의 합성

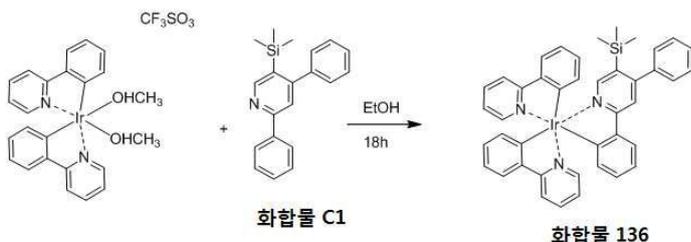


[0410]

[0411] 화합물 M1A (5 g, 7 mmol) 및 화합물 A1 (2.98 g, 10.50 mmol) 대신 화합물 M1A (4.2 g, 5.89 mmol) 및 화합물 B1 (3.18 g, 8.83 mmol)을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 96 1.5 g (30%)을 수득하였다. Mass와 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0412] HRMS(MALDI) calcd for $C_{46}H_{44}IrN_3Si$: m/z 859.2934, Found: 859.2930

[0413] 합성예 3: 화합물 136의 합성



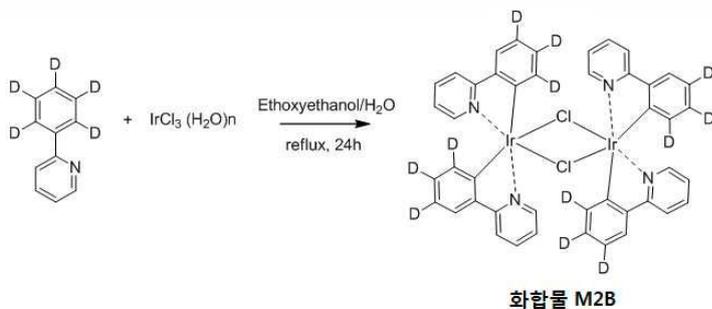
[0414]

[0415] 화합물 M1A (5 g, 7 mmol), 화합물 A1 및 에탄올 90 mL 대신 화합물 M1A (4 g, 5.60 mmol), 화합물 C1 (2.55 g, 8.41 mmol) 및 에탄올 60 mL를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 136 1.4 g (31%)를 수득하였다. Mass와 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0416] HRMS(MALDI) calcd for $C_{42}H_{36}IrN_3Si$: m/z 803.2308, Found: 803.2313

[0417] 합성예 4: 화합물 189의 합성

[0418] 화합물 M2B의 합성

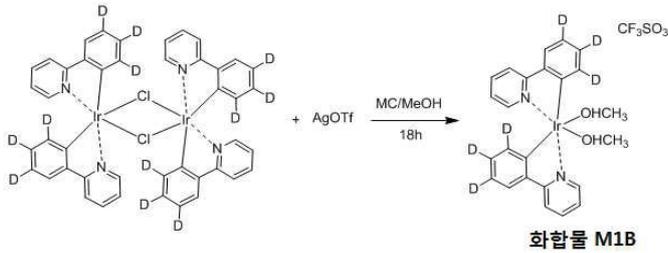


[0419]

[0420] 2-페닐피리딘(2-phenylpyridine) (14.66 g, 94.44 mmol) 및 이리듐 클로라이드(iridium chloride) (14.8 g, 41.97 mmol) 대신 2-phenyl(d5)-pyridine (10.64 g, 66.41 mmol) 및 iridium chloride (10.41 g, 29.52 mmol)를 사용하고 에톡시에탄올 및 증류수의 사용량을 각각 180mL 및 70mL로 변경하였다는 점을 제외하고는, 상기

합성에 1의 화합물 M2A의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 M2B 14.0 g (88%)를 수득하였다.

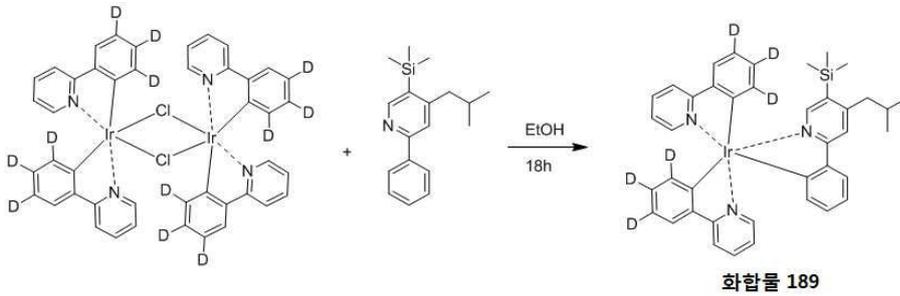
[0421] 화합물 M1B의 합성



[0422]

[0423] 화합물 M2A 대신 화합물 M2B (4.52 g, 4.17 mmol)를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화합물 M1A의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 M1B를 수득하여 추가적인 정제를 하지 않고 다음 반응에 사용하였다.

[0424] 화합물 189의 합성



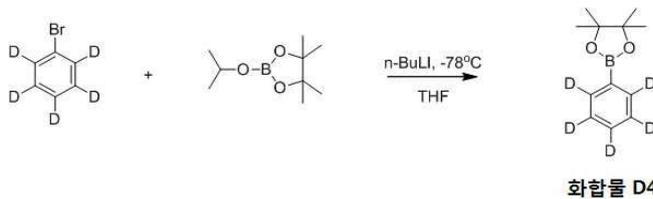
[0425]

[0426] 화합물 M1A, 화합물 A1 (2.98 g, 10.50 mmol) 및 에탄올 90mL 대신 화합물 M1B (6 g, 8.34 mmol), 화합물 A1 (3.55 g, 12.51 mmol) 및 에탄올 60 mL를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 189 2.7 g (41%)를 수득하였다. Mass와 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0427] HRMS(MALDI) calcd for C₄₀H₃₄D₆IrN₃Si: m/z 789.2997, Found: 789.2990

[0428] 합성에 5: 화합물 209의 합성

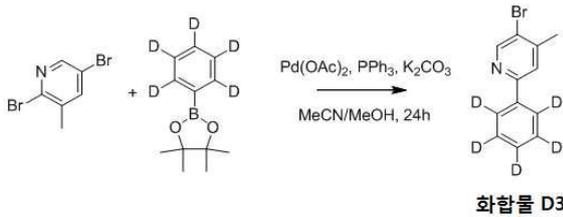
[0429] 화합물 D4의 합성



[0430]

[0431] 브로모벤젠(d5)(Bromobenzene(d5)) (10.72 g, 66.48 mmol)에 100 mL의 THF를 넣은 다음, -78°C로 냉각한 후 n-BuLi (49.86 mL, 79.77 mmol)를 천천히 넣었다. 이 후, -78°C의 온도를 유지하며 30분 동안 반응 진행한 후, 2-isopropoxy-4,4,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolane (16.27 mL, 79.77 mmol)를 넣은 다음, 상온으로 가온하여 반응을 진행하고 18시간 교반하며 상온에서 반응을 진행하였다. 이로부터 수득한 혼합물로부터 EA를 이용하여 유기층을 추출하고 무수황산마그네슘(MgSO₄)를 첨가하여 수분을 제거하고 여과하여 수득한 여과액을 감압하여 수득한 잔류물에 대하여 ethylacetate(EA):Hexane = 4:96 조건에서 컬럼 크로마토그래피를 수행하여 화합물 D4 11.7 g (84%)를 수득하였다.

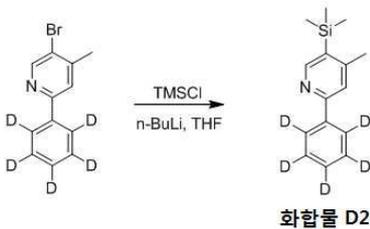
[0432] 화합물 D3의 합성



[0433]

[0434] 2,5-디브로모-4-메틸피리딘(2,5-dibromo-4-methylpyridine) (11.89 g, 47.40 mmol), 화합물 E4 (10.90 g, 52.14 mmol), Pd(OAc)₂ (1.06 g, 4.74 mmol), PPh₃ (2.49 g, 9.48 mmol) 및 KOH (5.32 g, 94.81 mmol)에 180 mL의 아세트니트릴을 혼합한 다음, 50°C에서 18시간 교반한 후, 실온까지 냉각시키고 여과하였다. 이로부터 메틸렌클로라이드(methylenechloride(MC))를 사용하여 유기층을 추출하고 무수황산마그네슘(MgSO₄)를 첨가하여 수분을 제거한 다음 여과하여 수득한 여과액을 감압하여 수득한 잔류물을 ethylacetate(EA):Hexane = 3:97 조건에서 컬럼 크로마토그래피 방법을 통해서 정제하여 화합물 D3 9.7 g (81%)을 수득하였다.

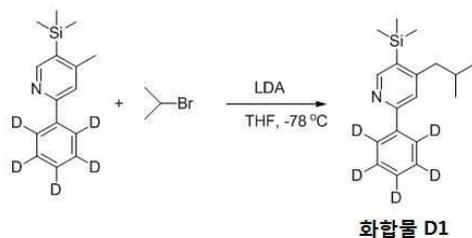
[0435] 화합물 D2의 합성



[0436]

[0437] 화합물 A3 대신 화합물 D3 (9 g, 35.55 mmol)를 사용하고 THF의 사용량을 120 mL로 변경하고, n-BuLi의 사용량을 24.5 mL(39.11 mmol)로 변경하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화합물 A2의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 D2 6.4 g (73%)를 수득하였다.

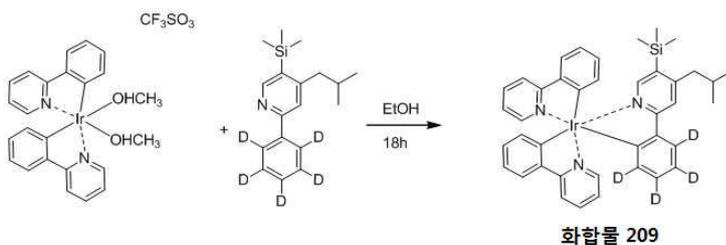
[0438] 화합물 D1의 합성



[0439]

[0440] 화합물 A2 대신 화합물 D2 (4 g, 16.23 mmol)를 사용하고 THF의 사용량을 70 mL로 변경하고, LDA의 사용량을 14.61 mL (29.22 mmol)로 변경하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화합물 A1의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 D1 3.3 g (70%)을 수득하였다.

[0441] 화합물 209의 합성



[0442]

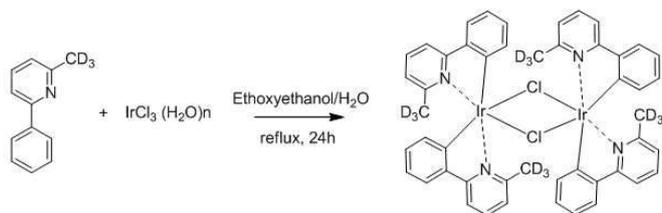
[0443] 화합물 M1A (5 g, 7 mmol), 화합물 A1 (2.98 g, 10.50 mmol) 및 에탄올 90 mL 대신 화합물 M1A (4 g, 5.61 mmol), 화합물 D1 (2.43 g, 8.40 mmol) 및 에탄올 60 mL를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성에 1의 화

합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 209 1.7 g (39%)를 수득하였다. Mass와 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0444] HRMS(MALDI) calcd for $C_{40}H_{36}D_4IrN_3Si$: m/z 787.2872, Found: 787.2879

[0445] **합성예 6: 화합물 241의 합성**

[0446] 화합물 M2C의 합성

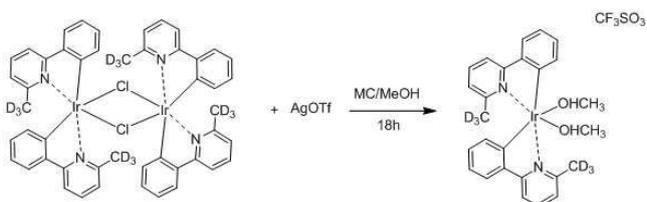


화합물 M2C

[0447]

[0448] 2-페닐피리딘, 이리듐 클로라이드 (14.8 g, 41.97 mmol), 210 mL의 에톡시에탄올 및 70 mL의 증류수 대신 2-메틸(d3)-6-페닐피리딘(2-methyl(d3)-6-phenylpyridine) (8.792 g, 51.05 mmol)과 이리듐 클로라이드 (8 g, 22.69 mmol), 150 mL의 에톡시에탄올 및 50 mL의 증류수를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 화합물 M2A의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 M2C 9.9 g (77%)를 수득하였다.

[0449] 화합물 M1C의 합성

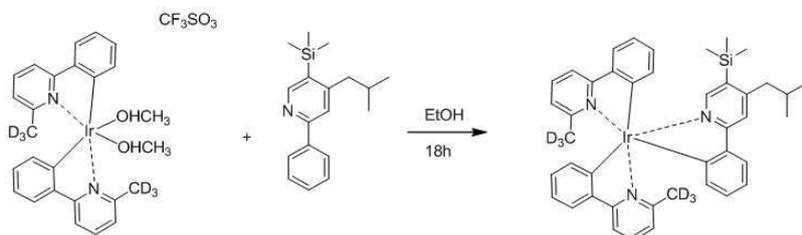


화합물 M1C

[0450]

[0451] 화합물 M2A 대신 화합물 M2C (4.57 g, 4.01 mmol)를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 화합물 M1A의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 M1C를 합성하고 추가적인 정제없이 다음 반응에서 사용하였다.

[0452] 화합물 241의 합성



화합물 241

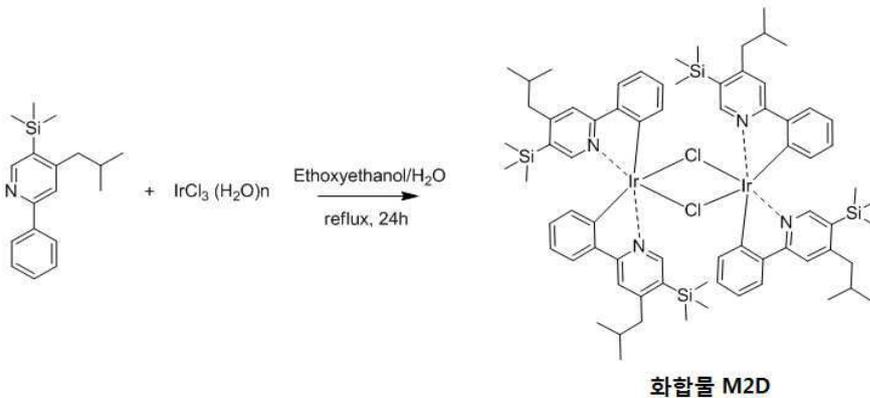
[0453]

[0454] 화합물 M1A (5 g, 7 mmol), 화합물 A1 (2.98 g, 10.50 mmol) 및 에탄올 90 mL 대신 화합물 M1C (6 g, 8.02 mmol), 화합물 A1 (3.41 g, 12.03 mmol) 및 에탄올 60 mL를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 241 1.3 g (20%)를 수득하였다. Mass과 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0455] HRMS(MALDI) calcd for $C_{42}H_{38}D_6IrN_3Si$: m/z 817.3310, Found: 817.3301

[0456] **합성예 7: 화합물 296의 합성**

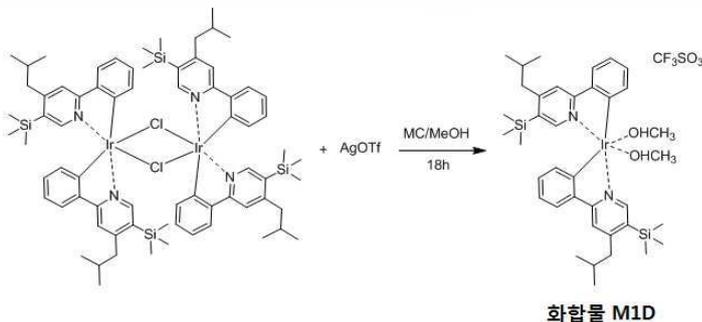
[0457] **화합물 M2D의 합성**



[0458]

[0459] 2-페닐피리딘, 이리듐 클로라이드 (14.8 g, 41.97 mmol), 210 mL의 에톡시에탄올 및 70 mL의 증류수 대신 화합물 A1 (9.66 g, 34.06 mmol), 이리듐 클로라이드 (5.34 g, 15.14 mmol), 150 mL의 에톡시에탄올 및 50 mL의 증류수를 사용하였다는 점을 제외하고는, 합성예 1의 화합물 M2A의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 M2D 7.4 g (62%)를 수득하였다.

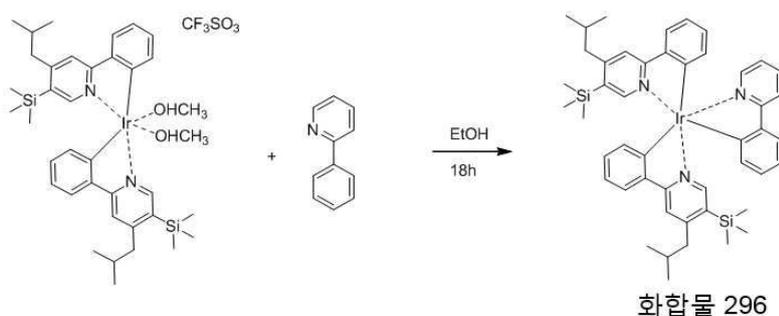
[0460] **화합물 M1D의 합성**



[0461]

[0462] 화합물 M2A 및 AgOTf (2.16 g, 8.41 mmol) 대신 화합물 M2D (4.90 g, 3.09 mmol) 및 AgOTf (1.59 g, 6.18 mmol)를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 화합물 M1A의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 M1D를 합성하고 추가 정제없이 다음 반응에 사용하였다.

[0463] **화합물 296의 합성**

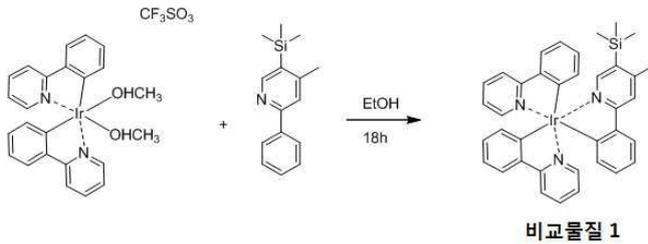


[0464]

[0465] 화합물 M1A (5 g, 7 mmol) 및 화합물 A1 (2.98 g, 10.50 mmol) 대신 화합물 M1D (6 g, 6.18 mmol) 및 페닐피리딘 (1.44 g, 9.28 mmol)을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 화합물 296 2.0 g (35%)를 수득하였다. Mass와 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0466] HRMS(MALDI) calcd for C₄₇H₅₆IrN₃Si₂: m/z 911.3642, Found: 911.3648

[0467] **비교 합성예 1: 비교물질 1의 합성**



[0468]

[0469] 화합물 M1A (5 g, 7 mmol) 및 화합물 A1 (2.98 g, 10.50 mmol) 대신 화합물 M1A (6 g, 8.41 mmol) 및 화합물 A2 (3.0 g, 12.61 mmol)를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 합성예 1의 화합물 6의 합성 방법과 동일한 방법을 이용하여 비교물질 1 2.4 g (39%)을 수득하였다. Mass와 HPLC 분석을 통해 물질을 확인하였다.

[0470] HRMS(MALDI) calcd for C₃₇H₃₄IrN₃Si: m/z 741.2151, Found: 741.2157

[0471] **실시예 1**

[0472] ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.5mm크기로 잘라서 아세톤 이소프로필 알콜과 순수물 속에서 각 15분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 UV 오존 세정하였다.

[0473] 이어서, 상기 유리 기판 상의 ITO 전극(애노드) 상에 m-MTDATA를 증착 속도 1Å/sec로 증착하여 600Å 두께의 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상에 α-NPD를 증착 속도 1Å/sec로 증착하여 250Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

[0474] 상기 정공 수송층 상에 화합물 6(도펀트) 및 CBP(호스트)를 각각 증착 속도 0.1Å/sec와 1Å/sec로 공증착하여 400Å 두께의 발광층을 형성하였다.

[0475] 상기 발광층 상에 BA1q를 증착 속도 1Å/sec로 증착하여 50Å 두께의 정공 저지층을 형성하고, 상기 정공 저지층 상에 Alq₃를 증착하여 300Å 두께의 전자 수송층을 형성한 다음, 전자 수송층 상부에 LiF를 증착하여 10Å 두께의 전자 주입층을 형성한 후, 상기 전자 주입층 상에 Al를 진공 증착하여 1200Å 두께의 제2전극(캐소드)을 형성함으로써, ITO / m-MTDATA (600Å) / α-NPD (250Å) / CBP + 10% (화합물 6) (400Å) / BA1q(50Å) / Alq₃(300Å) / LiF(10Å) / Al(1200Å) 구조를 갖는 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0476] **실시예 2 내지 7 및 비교예 1 내지 2**

[0477] 발광층 형성시 도펀트로서 화합물 6 대신 표 2에 기재된 화합물을 각각 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0478] **평가예 1: 유기 발광 소자의 특성 평가**

[0479] 상기 실시예 1 내지 7 및 비교예 1 내지 2에서 제조된 각각의 유기 발광 소자에 대하여 구동 전압, 효율, 전력, 색순도, 양자효율 및 수명(T₉₅)을 평가하여 그 결과를 표 2에 나타내었다. 평가 장치로서 전류-전압계(Keithley 2400) 및 휘도계(Minolta Cs-1000A)를 사용하였고, 수명(T₉₅)(at 6000nit)은 초기 휘도 100% 대비 95%의 휘도가 되는데 걸리는 시간을 평가하였다.

표 2

[0480]

	도펀트	구동 전압 (V)	효율 (cd/A)	전력 (Im/W)	CIE _x	CIE _y	양자 효율 (%)	수명 (hr) (T95)
실시예 1	화합물 6	5.0	49.2	30.9	0.340	0.605	19	250
실시예 2	화합물 96	4.9	48.7	31.2	0.342	0.604	19	234
실시예 3	화합물 136	5.2	52.2	31.5	0.349	0.605	19	190
실시예 4	화합물 189	5.0	49.9	31.3	0.340	0.604	19	285
실시예 5	화합물 209	5.0	49.3	31.0	0.340	0.605	19	270
실시예 6	화합물 241	4.9	53.1	34.0	0.338	0.605	19	270
실시예 7	화합물 296	5.1	52.4	32.3	0.344	0.604	19	260
비교예 1	비교물질 1	5.3	48.5	28.7	0.344	0.604	18	135
비교예 2	Ir(ppy) ₃	6.5	40.2	19.4	0.330	0.604	18	15

[0481]

상기 표 2로부터, 실시예 1 내지 7의 유기 발광 소자는 비교예 1 및 2의 유기 발광 소자에 비하여 우수한 구동 전압, 효율, 전력, 색순도, 양자 효율 및 수명 특성을 가짐을 확인할 수 있다.

부호의 설명

[0482]

- 10: 유기 발광 소자
- 11: 제1전극
- 15: 유기층
- 19: 제2전극

도면

도면1

