



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0000759
(43) 공개일자 2019년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5036 (2013.01)
H01L 27/322 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0116255
(22) 출원일자 2017년09월12일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020170079958 2017년06월23일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
이성훈
경기도 화성시 동탄대로시범길 20, 1411동 1101호(청계동, 동탄역 시범한화 꿈에그린 프레스티지)
이상윤
서울특별시 서초구 서초중앙로 200, 13동 707호(서초동, 삼풍아파트)
(74) 대리인
리엔목특허법인

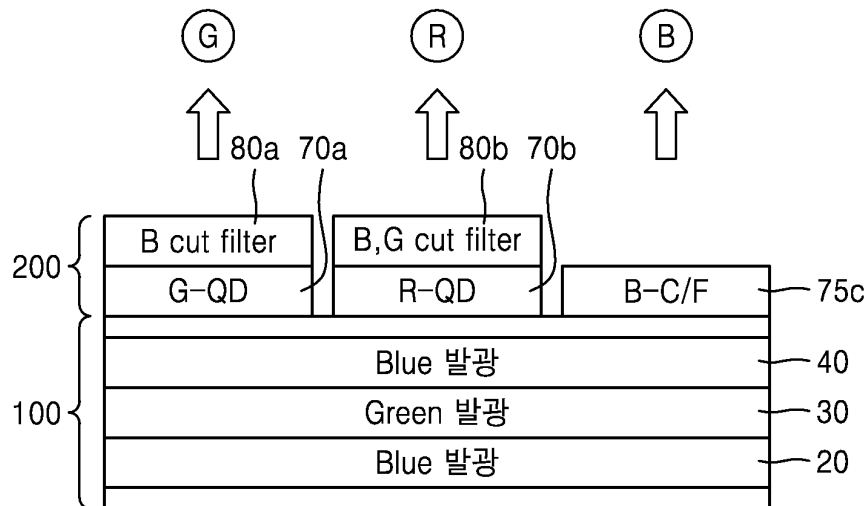
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 디스플레이 장치

(57) 요약

디스플레이 장치에 관해 개시되어 있다. 개시된 디스플레이 장치는 적어도 하나의 청색 발광유닛과 적어도 하나의 녹색 발광유닛이 적층된 구조를 포함하고, 청색광과 녹색광이 혼합된 광을 발생하는 OLED 기관 및 상기 OLED 기관에서 발생된 광의 칼라를 조절하기 위한 칼라제어부를 포함할 수 있다. 상기 OLED 기관은 탠덤(tandem) 구조를 가질 수 있고, 예컨대, 제1 청색 발광유닛, 녹색 발광유닛 및 제2 청색 발광유닛을 포함할 수 있다. 상기 칼라제어부는 녹색 변환을 위한 제1 양자점을 포함하는 제1 색조절요소, 적색 변환을 위한 제2 양자점을 포함하는 제2 색조절요소, 청색 발현을 위한 제3 색조절요소, 상기 제1 색조절요소 상에 구비된 제1 칼라필터 및 상기 제2 색조절요소 상에 구비된 제2 칼라필터를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

전신애

경기도 성남시 분당구 미금로 184, 101동 104호(구 미동, 까치마을1단지대우아파트)

정철희

서울특별시 강남구 언주로30길 26, G동 2202호(도곡동, 타워팰리스)

최병기

경기도 화성시 동탄문화센터로 38, 419동 1401호(반송동, 솔빛마을서해그랑블아파트)

한인택

서울특별시 서초구 신반포로 45, 101동 306호(반포동, 반포아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 청색 발광유닛과 적어도 하나의 녹색 발광유닛이 적층된 구조를 포함하고, 청색광과 녹색광이 혼합된 광을 발생하는 OLED(organic light emitting device) 기관; 및

상기 OLED 기관 상에 구비된 것으로, 상기 OLED 기관에서 발생된 광의 칼라를 조절하기 위한 칼라제어부;를 포함하고, 상기 칼라제어부는 녹색 변환을 위한 제1 양자점을 포함하는 제1 색조절요소, 적색 변환을 위한 제2 양자점을 포함하는 제2 색조절요소, 청색 발현을 위한 제3 색조절요소, 상기 제1 색조절요소 상에 구비된 제1 칼라필터 및 상기 제2 색조절요소 상에 구비된 제2 칼라필터를 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 OLED 기관은 탠덤(tandem) 구조를 갖는 디스플레이 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 OLED 기관은 순차로 적층된 제1 청색 발광유닛, 녹색 발광유닛 및 제2 청색 발광유닛을 포함하고,

상기 녹색 발광유닛은 상기 제1 및 제2 청색 발광유닛 사이에 배치된 디스플레이 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 청색 발광유닛과 상기 녹색 발광유닛 사이에 구비된 제1 전하생성층(charge generation layer); 및

상기 녹색 발광유닛과 상기 제2 청색 발광유닛 사이에 구비된 제2 전하생성층;을 더 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 녹색 발광유닛은 유기물 기반의 녹색 발광층을 포함하고,

상기 녹색 발광층은 TADF(thermally activated delayed fluorescence) 도펀트를 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 녹색 발광유닛은 유기물 기반의 녹색 발광층을 포함하고,

상기 녹색 발광층은 인광 도펀트를 포함하고,

상기 도펀트는 $T1(dopant) \leq S1(dopant) \leq T1(dopant) + 0.5 \text{ eV}$ 를 만족하고, 여기서, $T1(dopant)$ 은 상기 도펀트의 삼중항 에너지 레벨(eV)이고, 상기 $S1(dopant)$ 은 상기 도펀트의 일중항 에너지 레벨(eV)인 디스플레이 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 도펀트는 이리듐(Ir)을 포함하는 유기금속 화합물인 디스플레이 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 도펀트는 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm), 로듐(Rh), 루테튬(Ru), 레늄(Re), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag) 또는 금(Au)을 포함하는 유기금속 화합물인 디스플레이 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 도펀트는 사각-평면 코디네이션(square-planar coordination) 구조를 갖는 유기금속 화합물인 디스플레이 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 도펀트는 금속 M 및 유기 리간드를 포함하고, 상기 금속 M과 상기 유기 리간드는 1개, 2개 또는 3개의 시클로메탈화 고리(cyclometallated ring)를 형성하는 디스플레이 장치.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 도펀트는 금속 M 및 3개 또는 4개의 시클로메탈화 고리(cyclometallated ring)를 형성할 수 있는 4배위 유기 리간드를 포함하고,

상기 M은 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm), 로듐(Rh), 루테튬(Ru), 레늄(Re), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag) 또는 금(Au)을 포함하고,

상기 4배위 유기 리간드는 벤즈이미다졸 그룹 또는 피리딘 그룹을 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제1 칼라필터는 청색 차단 필터(blue cut filter)이고,

상기 제2 칼라필터는 청색 및 녹색 차단 필터(blue and green cut filter)인 디스플레이 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제1 칼라필터는 흡수형 녹색 칼라필터이고,

상기 제2 칼라필터는 흡수형 적색 칼라필터인 디스플레이 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제3 색조절요소는 청색 칼라필터를 포함하고,

상기 청색 칼라필터와 상기 OLED 기관 사이에 구비된 광산란요소를 더 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제3 색조절요소는 청색 변환을 위한 제3 양자점을 구비한 색변환요소를 포함하고,
상기 제3 색조절요소 상에 구비된 제3 칼라필터를 더 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,
상기 제3 칼라필터는 녹색 차단 필터(green cut filter) 또는 흡수형 청색 칼라필터인 디스플레이 장치.

청구항 17

제 1 항에 있어서,
상기 제2 양자점의 코어부는 상기 제1 양자점의 코어부 보다 큰 사이즈를 갖는 디스플레이 장치.

청구항 18

제 1 항에 있어서,
상기 제1 색조절요소는 제1 서브 픽셀 영역에 대응되고, 상기 제2 색조절요소는 제2 서브 픽셀 영역에 대응되고, 상기 제3 색조절요소는 제3 서브 픽셀 영역에 대응되며,
상기 디스플레이 장치는 제4 서브 픽셀 영역을 더 포함하고, 상기 제4 서브 픽셀 영역은 상기 제1 내지 제3 서브 픽셀 영역과 다른 색을 발현하도록 구성된 디스플레이 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,
상기 제4 서브 픽셀 영역은 상기 OLED 기관 상에 색조절요소가 없는 블랭크(blank) 영역이거나, 상기 OLED 기관 상에 구비된 광산란요소를 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 20

제 1 항에 있어서,
상기 OLED 기관과 상기 칼라제어부 사이에 구비된 선택적 반사막을 더 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 21

제 20 항에 있어서,
상기 선택적 반사막은 청색광 및 녹색광은 투과시키고 적색광은 반사하도록 구성된 디스플레이 장치.

청구항 22

제 1 항에 있어서,
상기 OLED 기관의 픽셀 영역들을 구동하기 위한 복수의 박막 트랜지스터(thin film transistor)(TFT)를 구비하는 TFT 어레이 기관을 더 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 23

청구항 1 내지 22 중 어느 하나에 기재된 디스플레이 장치를 포함하는 전자 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 개시된 실시예들은 디스플레이 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기발광소자(organic light emitting device)(OLED)는 자체발광형 소자로서 시야각이 넓고 콘트라스트

(contrast)가 우수할 뿐만 아니라, 응답 속도가 빠르며, 구동전압, 휘도 등의 측면에서 우수한 특성을 갖고 다색화가 가능하다.

- [0003] 유기발광소자는 애노드(anode)와 캐소드(cathode) 및 이들 사이에 개재된 발광층(유기물 함유 발광층)을 포함할 수 있다. 상기 애노드와 발광층 사이에는 정공수송영역이 구비될 수 있고, 상기 발광층과 캐소드 사이에는 전자수송영역이 구비될 수 있다. 상기 애노드로부터 주입된 정공은 정공수송영역을 경유하여 발광층으로 이동할 수 있고, 상기 캐소드로부터 주입된 전자는 전자수송영역을 경유하여 발광층으로 이동할 수 있다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들이 발광층에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성할 수 있고, 이러한 엑시톤이 여기 상태(excited state)에서 기저 상태(ground state)로 변하면서 광이 발생할 수 있다.
- [0004] 복수의 양자점 색변환 요소를 포함하는 유기발광소자(OLED) 방식의 디스플레이에서는 주로 청색(blue)-OLED 기판이나 백색(white)-OLED 기판을 광원으로 사용하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 우수한 성능을 갖는 디스플레이 장치를 제공한다.
- [0006] 높은 효율 및 우수한 색특성을 갖는 디스플레이 장치를 제공한다.
- [0007] 광원 OLED에 녹색광(green light)을 적용한 디스플레이 장치를 제공한다.
- [0008] 광원 OLED에 녹색광 및 청색광을 적용하고, 복수의 양자점 색변환요소 및 복수의 칼라필터요소를 이용하는 디스플레이 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 일 측면(aspect)에 따르면, 적어도 하나의 청색 발광유닛과 적어도 하나의 녹색 발광유닛이 적층된 구조를 포함하고, 청색광과 녹색광이 혼합된 광을 발생하는 OLED(organic light emitting device) 기판; 및 상기 OLED 기판 상에 구비된 것으로, 상기 OLED 기판에서 발생된 광의 칼라를 조절하기 위한 칼라제어부;를 포함하고, 상기 칼라제어부는 녹색 변환을 위한 제1 양자점을 포함하는 제1 색조절요소, 적색 변환을 위한 제2 양자점을 포함하는 제2 색조절요소, 청색 발현을 위한 제3 색조절요소, 상기 제1 색조절요소 상에 구비된 제1 칼라필터 및 상기 제2 색조절요소 상에 구비된 제2 칼라필터를 포함하는 디스플레이 장치가 제공된다.
- [0010] 상기 OLED 기판은 탠덤(tandem) 구조를 가질 수 있다.
- [0011] 상기 OLED 기판은 순차로 적층된 제1 청색 발광유닛, 녹색 발광유닛 및 제2 청색 발광유닛을 포함할 수 있고, 상기 녹색 발광유닛은 상기 제1 및 제2 청색 발광유닛 사이에 배치될 수 있다.
- [0012] 상기 제1 청색 발광유닛과 상기 녹색 발광유닛 사이에 구비된 제1 전하생성층(charge generation layer); 및 상기 녹색 발광유닛과 상기 제2 청색 발광유닛 사이에 구비된 제2 전하생성층;을 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 녹색 발광유닛은 유기물 기반의 녹색 발광층을 포함할 수 있고, 상기 녹색 발광층은 TADF(thermally activated delayed fluorescence) 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 녹색 발광유닛은 유기물 기반의 녹색 발광층을 포함할 수 있고, 상기 녹색 발광층은 인광 도펀트를 포함할 수 있고, 상기 도펀트는 $T1(dopant) \leq S1(dopant) \leq T1(dopant) + 0.5 \text{ eV}$ 를 만족할 수 있다. 여기서, $T1(dopant)$ 은 상기 도펀트의 삼중항 에너지 레벨(eV)이고, $S1(dopant)$ 은 상기 도펀트의 일중항 에너지 레벨(eV)이다.
- [0015] 상기 도펀트는 이리듐(Ir)을 포함하는 유기금속 화합물일 수 있다.
- [0016] 상기 도펀트는 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm), 로듐(Rh), 루테튬(Ru), 레늄(Re), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag) 또는 금(Au)을 포함하는 유기금속 화합물일 수 있다.
- [0017] 상기 도펀트는 사각-평면 코디네이션(square-planar coordination) 구조를 갖는 유기금속 화합물일 수 있다.
- [0018] 상기 도펀트는 금속 M 및 유기 리간드를 포함할 수 있고, 상기 금속 M과 상기 유기 리간드는 1개, 2개 또는 3개

의 시클로메탈화 고리(cyclometallated ring)를 형성할 수 있다.

- [0019] 상기 도펀트는 금속 M 및 3개 또는 4개의 시클로메탈화 고리(cyclometallated ring)를 형성할 수 있는 4배위 유기 리간드를 포함할 수 있다. 상기 M은 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm), 로듐(Rh), 루테튬(Ru), 레늄(Re), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag) 또는 금(Au)을 포함할 수 있고, 상기 4배위 유기 리간드는 벤즈이미다졸 그룹 또는 피리딘 그룹을 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 제1 칼라필터는 청색 차단 필터(blue cut filter)일 수 있고, 상기 제2 칼라필터는 청색 및 녹색 차단 필터(blue and green cut filter)일 수 있다.
- [0021] 상기 제1 칼라필터는 흡수형 녹색 칼라필터일 수 있고, 상기 제2 칼라필터는 흡수형 적색 칼라필터일 수 있다.
- [0022] 상기 제3 색조절요소는 청색 칼라필터를 포함할 수 있고, 상기 청색 칼라필터와 상기 OLED 기관 사이에 광산란 요소가 더 구비될 수 있다.
- [0023] 상기 제3 색조절요소는 청색 변환을 위한 제3 양자점을 구비한 색변환요소를 포함할 수 있고, 상기 제3 색조절 요소 상에 제3 칼라필터가 더 구비될 수 있다.
- [0024] 상기 제3 칼라필터는 녹색 차단 필터(green cut filter)일 수 있다.
- [0025] 상기 제3 칼라필터는 흡수형 청색 칼라필터일 수 있다.
- [0026] 상기 제2 양자점의 코어부는 상기 제1 양자점의 코어부 보다 큰 사이즈를 가질 수 있다.
- [0027] 상기 제1 색조절요소는 제1 서브 픽셀 영역에 대응되고, 상기 제2 색조절요소는 제2 서브 픽셀 영역에 대응되고, 상기 제3 색조절요소는 제3 서브 픽셀 영역에 대응되며, 상기 디스플레이 장치는 제4 서브 픽셀 영역을 더 포함할 수 있고, 상기 제4 서브 픽셀 영역은 상기 제1 내지 제3 서브 픽셀 영역과 다른 색을 나타내도록 구성될 수 있다.
- [0028] 상기 제4 서브 픽셀 영역은 상기 OLED 기관 상에 색조절요소가 없는 블랭크(blank) 영역이거나, 상기 OLED 기관 상에 구비된 광산란요소를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 OLED 기관과 상기 칼라제어부 사이에 구비된 선택적 반사막을 더 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 선택적 반사막은 청색광 및 녹색광은 투과시키고 적색광은 반사하도록 구성될 수 있다.
- [0031] 상기 OLED 기관의 픽셀 영역들을 구동하기 위한 복수의 박막 트랜지스터(thin film transistor)(TFT)를 구비하는 TFT 어레이 기관을 더 포함할 수 있다.
- [0032] 다른 측면에 따르면, 전술한 디스플레이 장치를 적용한 다양한 전자 기기가 제공된다.

발명의 효과

- [0033] 높은 효율 및 우수한 색특성을 갖는 디스플레이 장치를 구현할 수 있다. 광원 OLED에 녹색광을 적용한 디스플레이 장치를 구현할 수 있다.
- [0034] 광원 OLED에 녹색광 및 청색광을 적용하고 아울러 복수의 양자점 색변환요소 및 복수의 칼라필터요소를 이용해서 우수한 성능을 갖는 디스플레이 장치를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 일 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.
- 도 2는 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.
- 도 3은 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.
- 도 4는 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.
- 도 5는 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.
- 도 6은 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.

도 7은 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.

도 8은 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.

도 9는 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 장치의 구성을 보다 구체적으로 보여주는 단면도이다.

도 10은 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 OLED 기관의 구성을 보다 구체적으로 보여주는 단면도이다.

도 11은 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 장치의 구성을 보다 구체적으로 보여주는 단면도이다.

도 12는 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 Green-QD 함유 색변환요소 및 Red-QD 함유 색변환요소의 파장에 따른 PL(photoluminescence) 양자 수율(quantum yield)(%)을 보여주는 그래프이다.

도 13은 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 Green-QD 함유 색변환요소 및 Red-QD 함유 색변환요소의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다.

도 14는 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 OLED 기관의 발광 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 15는 실시예에 따른 것으로, OLED 기관(광원)에서 발생된 광이 Green-QD 함유 색변환요소를 통과한 후의 발광 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 16은 실시예에 따른 것으로, OLED 기관(광원)에서 발생된 광이 Red-QD 함유 색변환요소를 통과한 후의 발광 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 17은 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 흡수형 칼라필터의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다.

도 18은 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 컷오프(cut-off) 타입의 칼라필터의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다.

도 19는 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 흡수형 칼라필터의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다.

도 20은 청색광에 대하여 광산란제를 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 스펙트럴 래디언스(spectral radiance)의 차이를 보여주는 그래프이다.

도 21은 디스플레이 장치를 구성하는 다양한 조건에 따른 전류 효율(cd/A)의 변화를 보여주는 그래프이다.

도 22는 디스플레이 장치를 구성하는 다양한 조건에 따른 색특성(%)의 변화를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 실시예들에 따른 디스플레이 장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면에 도시된 층이나 영역들의 폭 및 두께는 명세서의 명확성 및 설명의 편의성을 위해 다소 과장되어 있을 수 있다. 상세한 설명 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

[0037] 도 1은 일 실시예에 따른 디스플레이 장치를 보여주는 단면도이다.

[0038] 도 1을 참조하면, OLED(organic light emitting device) 기관(100)이 마련될 수 있고, OLED 기관(100)에서 발생된 광의 칼라를 조절하기 위한 칼라제어부(200)가 구비될 수 있다.

[0039] OLED 기관(100)은 광원 OLED 라고 할 수 있다. OLED 기관(100)은 적어도 하나의 청색 발광유닛과 적어도 하나의 녹색 발광유닛이 적층된 구조를 포함할 수 있다. 상기 청색 발광유닛은 약 440~500 nm 또는 450~480 nm 정도의 피크 파장 대역을 갖는 청색광을 발광할 수 있고, 상기 녹색 발광유닛은 약 500~550 nm 또는 510~540 nm 정도의 피크 파장 대역을 갖는 녹색광을 발광할 수 있다. 따라서, OLED 기관(100)은 청색광과 녹색광이 혼합된 광을 발광할 수 있다. 상기 청색 발광유닛은 청색 형광 물질 및/또는 청색 인광 물질을 포함할 수 있다. 상기 녹색 발광유닛은 녹색 인광 물질 및/또는 녹색 형광 물질을 포함할 수 있다.

[0040] 예컨대, OLED 기관(100)은 제1 청색 발광유닛(20), 녹색 발광유닛(30) 및 제2 청색 발광유닛(40)을 포함할 수 있다. 제1 청색 발광유닛(20)과 제2 청색 발광유닛(40) 사이에 녹색 발광유닛(30)이 배치될 수 있다. 제1 청색 발광유닛(20) 상에 및 녹색 발광유닛(30) 및 제2 청색 발광유닛(40)이 차례로 적층될 수 있다. 청색 발광유닛

(20, 40) 각각의 수명은 녹색 발광유닛(30)의 수명보다 짧을 수 있기 때문에, 두 개 혹은 그 이상의 청색 발광유닛(20, 40) 및 이보다 적은 수의 녹색 발광유닛(30)을 사용하는 것이 유리할 수 있다. 발광 효율, 수명, 성능 등을 고려했을 때, 두 개의 청색 발광유닛(20, 40) 사이에 하나의 녹색 발광유닛(30)을 사용할 수 있다. 그러나 OLED 기관(100)의 구성은 다양하게 변화될 수 있다.

[0041] OLED 기관(100)은 탠덤(tandem) 구조를 가질 수 있다. 이때, 제1 청색 발광유닛(20)과 녹색 발광유닛(30) 사이에 제1 전하생성층(charge generation layer)(미도시)이 구비될 수 있다. 또한, 녹색 발광유닛(30)과 제2 청색 발광유닛(40) 사이에 제2 전하생성층(미도시)이 구비될 수 있다. 상기한 탠덤 구조와 제1 및 제2 전하생성층에 대해서는 추후에 도 9 및 도 10을 참조하여 상세히 설명한다. 부가해서, OLED 기관(100)은 제1 청색 발광유닛(20) 아래에 소정의 하부층을 더 포함할 수 있고, 제2 청색 발광유닛(40) 상에 소정의 상부층을 더 포함할 수 있다. 도 1에서는 상기 하부층 및 상부층에 대한 별도의 참조번호를 부여하지 않았지만, 이들은 OLED 기관(100)에 포함된 요소로 여겨질 수 있다. 상기 하부층 및 상부층에 대해서는 추후에 도 9 및 도 11 등을 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[0042] OLED 기관(100)의 일면 상에 칼라제어부(200)가 구비될 수 있다. 칼라제어부(200)는 녹색 변환을 위한 제1 양자점(quantum dot)(QD)을 포함하는 제1 색조절요소(70a), 적색 변환을 위한 제2 양자점을 포함하는 제2 색조절요소(70b) 및 청색 발현을 위한 제3 색조절요소(75c)를 포함할 수 있다. 또한, 칼라제어부(200)는 제1 색조절요소(70a) 상에 구비된 제1 칼라필터(80a) 및 제2 색조절요소(70b) 상에 구비된 제2 칼라필터(80b)를 더 포함할 수 있다.

[0043] 제1 색조절요소(70a)는 Green-QD 함유층일 수 있고, OLED 기관(100)에서 발생된 광을 녹색(G)으로 변환하는 역할을 할 수 있다. 제2 색조절요소(70b)는 Red-QD 함유층일 수 있고, OLED 기관(100)에서 발생된 광을 적색(R)으로 변환하는 역할을 할 수 있다. 따라서, 제1 색조절요소(70a)는 제1 색변환요소(color converter or color conversion element)라 할 수 있고, 제2 색조절요소(70b)는 제2 색변환요소라 할 수 있다. 상기 색변환요소는 레진(resin) 물질과 소정의 양자점 및 광산란제를 혼합하여 구성할 수 있다. 상기 레진 물질은, 예컨대, 포토레지스트(photoresist)(PR) 물질을 포함할 수 있다. 한편, 제3 색조절요소(75c)는 OLED 기관(100)에서 발생된 광에서 청색(B) 파장 영역을 선택적으로 통과시키는 칼라필터일 수 있다. 다시 말해, 제3 색조절요소(75c)는 Blue-칼라필터(C/F)일 수 있다. 이 경우, 제3 색조절요소(75c)는 소정의 안료나 염료 또는 양자점을 포함하는 흡수형 칼라필터일 수 있다. 흡수형 칼라필터는 타겟 파장 대역의 광을 제외한 나머지 파장 대역의 광을 흡수하는 역할을 할 수 있다.

[0044] 제1 칼라필터(80a)는 제1 색조절요소(70a)를 통과한 광 중에 잔류된 청색 영역의 파장을 차단하는 역할을 할 수 있다. 제2 칼라필터(80b)는 제2 색조절요소(70b)를 통과한 광 중에 잔류된 청색 및 녹색 영역의 파장을 차단하는 역할을 할 수 있다. 제1 칼라필터(80a)는 Blue-cut filter 라 할 수 있고, 제2 칼라필터(80b)는 Blue, Green-cut filter 라 할 수 있다. 따라서, 제1 및 제2 칼라필터(80a, 80b)에 의해 칼라 제어/필터링 특성이 향상될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 제3 색조절요소(75c) 상에도 별도의 광학 필름을 더 구비시킬 수 있다. 칼라제어부(200)에 의해 RGB의 full-color를 구현할 수 있다. 여기서, RGB 서브픽셀의 배열 순서나 배열 방식은 예시적인 것이고, 다양하게 변화될 수 있다.

[0045] 제1 색조절요소(70a)에 포함될 수 있는 제1 양자점은 Green-QD 일 수 있고, 제2 색조절요소(70b)에 포함될 수 있는 제2 양자점은 Red-QD 일 수 있다. 양자점은 나노미터(nm) 크기의 작은 구 혹은 그와 유사한 형태의 반도체 입자를 의미하며, 대략 수 nm 내지 수십 nm 정도의 사이즈(지름)를 가질 수 있다. 양자점은 단일체 구조를 갖거나, 코어-셸(core-shell) 구조를 가질 수 있고, 코어-셸 구조의 경우, 단일 셸 또는 멀티 셸 구조를 가질 수 있다. 일례로, 소정의 제1 반도체로 이루어진 코어부(중심체)와 제2 반도체로 이루어진 껍질부(셸부)로 구성될 수 있다. 여기서, 코어부(중심체) 물질로는 카드뮴 셀레나이드(CdSe), 카드뮴 텔루라이드(CdTe), 황화카드뮴(CdS) 등을 이용할 수 있고, 껍질부(셸부) 물질로는 황화아연(ZnS) 등을 이용할 수 있다. 또한, 비카드뮴계 양자점(QD)을 사용할 수 있다. 즉, 카드뮴(Cd)을 포함하지 않는 다양한 물질을 양자점에 적용할 수 있다. 그러나 여기서 구체적으로 제시한 물질들은 예시적인 것이고, 그 밖에 다양한 물질을 양자점에 적용할 수 있다. 예컨대, 양자점은 II-VI족 계열 반도체, III-V족 계열 반도체, IV-VI족 계열 반도체 및 IV족 계열 반도체 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0046] 양자점은 그 크기가 매우 작기 때문에 양자 구속 효과(quantum confinement effect)를 나타낼 수 있다. 입자가 매우 작은 경우에 입자 내의 전자가 입자의 외벽에 의해 불연속적인 에너지 상태를 형성하게 되는데, 입자 내의 공간의 크기가 작을수록 전자의 에너지 상태가 상대적으로 높아지고 에너지 밴드 간격이 넓어지는 효과를 양자

구속 효과라 한다. 이와 같은 양자 구속 효과에 따라, 자외선이나 가시광선 등의 광이 양자점에 입사되면, 다양한 범위의 파장의 광이 발생될 수 있다. 양자점에서 발생되는 광의 파장은 입자(양자점)의 크기나 물질, 구조 등에 의해 결정될 수 있다. 구체적으로, 양자점에 에너지 밴드 간격보다 큰 에너지를 갖는 파장의 광이 입사되면, 양자점은 광의 에너지를 흡수하여 여기되고, 특정 파장의 광을 방출하면서 기저 상태가 될 수 있다. 이 경우, 양자점(혹은, 양자점의 코어부)의 크기가 작을수록 상대적으로 짧은 파장의 광, 일례로, 청색 계열의 광 또는 녹색 계열의 광을 발생시킬 수 있고, 양자점(혹은, 양자점의 코어부)의 크기가 클수록 상대적으로 긴 파장의 광, 일례로 적색 계열의 광을 발생시킬 수 있다. 따라서, 양자점(혹은, 양자점의 코어부)의 크기 등에 따라 다양한 색상의 광을 구현할 수 있다. 녹색 계열의 광을 방출할 수 있는 양자점 입자를 녹색광 양자점 입자(Green quantum dot particle)라 할 수 있고, 적색 계열의 광을 방출할 수 있는 양자점 입자를 적색광 양자점 입자(Red quantum dot particle)라 할 수 있다. 예컨대, 녹색광 양자점 입자(혹은, 코어부)는, 입자의 폭(지름)이 대략 2 nm 내지 약 3 nm 정도인 입자일 수 있고, 적색광 양자점 입자(혹은, 코어부)는, 입자의 폭(지름)이 대략 5 nm 내지 약 6 nm 정도인 입자일 수 있다. 양자점의 크기(지름)뿐 아니라 구성 물질 및 구조에 의해서도 발광 파장이 조절될 수 있다.

[0047] 제1 색조절요소(70a)는 양자점을 이용해서 색을 변환시키는 일종의 칼라필터로 볼 수 있기 때문에, "제1 QD 칼라필터"라 칭할 수 있다. 이와 유사하게, 제2 색조절요소(70b)는 "제2 QD 칼라필터"라 칭할 수 있다.

[0048] 컷오프(cut-off) 필터 방식의 제1 칼라필터(80a) 및 제2 칼라필터(80b)는, 예컨대, DBR(distributed Bragg reflector) 구조로 형성할 수 있다. 굴절률이 다른 두 개의 물질층(유전체)을 반복 적층하되, 물질층의 두께 및 적층수를 조절함으로써, 원하는 파장 대역만 통과시키거나 반사시키는 DBR 구조를 만들 수 있고, 이를 제1 칼라필터(80a) 또는 제2 칼라필터(80b)에 적용할 수 있다. 예를 들어, SiO_2 층과 TiO_2 층을 $\lambda/4$ 조건(여기서, λ 는 빛의 파장)으로 반복 적층할 수 있고, 층들의 두께 및 적층수를 조절하여 원하는 파장 대역의 반사율 또는 투과율을 높일 수 있다. DBR 구조는 잘 알려진바, 이에 대한 자세한 설명은 배제한다. 또한, 제1 칼라필터(80a) 및 제2 칼라필터(80b) 중 적어도 하나는 DBR 구조가 아닌 다른 구조, 예컨대, HCG(high-contrast grating) 구조를 가질 수도 있다.

[0049] 다른 실시예에 따르면, 도 1의 제3 색조절요소(75c)와 OLED 기관(100) 사이에 광산란요소를 더 구비시킬 수 있다. 그 예가 도 2에 도시되어 있다.

[0050] 도 2를 참조하면, 제3 색조절요소(75c)와 OLED 기관(100) 사이에 광산란요소(71c)가 더 구비될 수 있다. 이때, 제3 색조절요소(75c)는 Blue-칼라필터(C/F)일 수 있다. 광산란요소(71c)는 레진(resin) 물질과 광산란제를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 레진 물질은 포토레지스트(PR) 물질을 포함할 수 있다. 상기 광산란제는, 예컨대, 산화 티타늄(TiO_2) 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 제1 및 제2 색조절요소(70a, 70b) 각각은 광산란제를 포함할 수 있기 때문에, 제3 색조절요소(75c) 아래에 광산란요소(71c)를 구비시킴으로써, 색감의 균형을 맞출 수 있다. 다시 말해, RGB 영역 사이의 시인성의 변화를 최소화할 수 있다. 도 2에서 참조번호 201은 칼라 제어부를 나타낸다.

[0051] 다른 실시예에 따르면, 도 1의 제3 색조절요소(75c)로서 Blue-칼라필터(C/F) 대신에 양자점(Blue-QD)을 함유하는 색변환요소를 사용할 수 있다. 그 예가 도 3에 도시되어 있다.

[0052] 도 3을 참조하면, 도 1과 유사하지만, 제3 색조절요소(70c)로서 Blue-칼라필터(C/F) 대신에 Blue-QD 함유층을 사용할 수 있다. 제3 색조절요소(70c)는 OLED 기관(100)에서 발생된 광을 청색(B)으로 변환하는 역할을 할 수 있다. 따라서, 제3 색조절요소(70c)는 제3 색변환요소라 할 수 있다. 제3 색조절요소(70c)는 레진(resin) 물질과 양자점들 및 광산란제를 포함할 수 있다. 이 경우, 칼라제어부(202)는 제3 색조절요소(70c) 상에 구비된 제3 칼라필터(80c)를 더 포함할 수 있다. 제3 칼라필터(80c)는 제3 색조절요소(70c)를 통과한 광 중에 잔류된 녹색 영역의 파장을 차단하는 역할을 할 수 있다. 즉, 제3 칼라필터(80c)는 Green-cut filter 일 수 있다.

[0053] 다른 실시예에 따르면, 도 1 및 도 2의 컷오프 필터 방식의 제1 및 제2 칼라필터(80a, 80b) 대신에 흡수형 칼라필터를 사용할 수 있다. 그 일례가 도 4에 도시되어 있다. 도 4는 도 2의 실시예에서 변형된 것이다.

[0054] 도 4를 참조하면, 제1 칼라필터(75a)로 Blue-cut filter가 아닌 흡수형의 Green-칼라필터(C/F)를 사용할 수 있고, 제2 칼라필터(75b)로 Blue,Green-cut filter가 아닌 흡수형의 Red-칼라필터(C/F)를 사용할 수 있다. 상기 Green-칼라필터(75a)는 녹색 파장 영역의 광은 선택적으로 투과시키고 나머지 파장 영역의 광은 흡수하는 역할을 할 수 있다. 이와 유사하게, 상기 Red-칼라필터(75b)는 적색 파장 영역의 광은 선택적으로 투과시키고 나머지 파장 영역의 광은 흡수하는 역할을 할 수 있다. 본 실시예의 칼라제어부(203)는 R-서브픽셀, G-서브픽셀 및

B-서브픽셀 영역에 공통적으로 흡수형 칼라필터(75a, 75b, 75c)를 사용한다. 본 실시예에서 광산란요소(71c) 대신에 도 3의 Blue-QD를 함유함 제3 색조절요소(70c)를 사용할 수도 있다.

[0055] 다른 실시예에 따르면, 디스플레이 장치는 R-서브픽셀(제1 서브픽셀), G-서브픽셀(제2 서브픽셀), B-서브픽셀(제3 서브픽셀) 영역 이외에 제4 서브픽셀 영역을 더 포함할 수 있다. 상기 제4 서브픽셀은 R, G, B 이외에 다른 칼라(제4 칼라)를 나타내도록 구성될 수 있다. 상기 다른 칼라(제4 칼라)는, 예컨대, 청록(cyan)(C)일 수 있지만, 이에 한정되지 않는다. 상기 제4 서브픽셀 영역을 더 구비시킨 경우가 도 5 내지 도 8에 예시적으로 도시되어 있다. 도 5 내지 도 8에서 100a는 OLED 기판을 나타내고, 200a~203a는 칼라제어부를 나타낸다.

[0056] 도 5를 참조하면, 도 1과 유사하되, OLED 기판(100a)의 일부 영역을 블랭크(blank) 영역으로 남겨둘 수 있다. 상기 블랭크 영역은 제4 서브픽셀 영역에 대응될 수 있고, 이로부터 청록(cyan)(C) 칼라가 나타날 수 있다.

[0057] 도 6을 참조하면, 도 2와 유사하되, OLED 기판(100a)의 제4 서브픽셀 영역에 광산란요소(71d)를 구비시킬 수 있다. 제3 색조절요소(75c) 아래에 구비된 광산란요소(71c)를 제1 광산란요소라 하면, 제4 서브픽셀 영역에 구비된 광산란요소(71d)는 제2 광산란요소라 할 수 있다. 제1 광산란요소(71c) 및 제2 광산란요소(71d)는 동일하거나 유사한 물질 구성을 가질 수 있다.

[0058] 도 7을 참조하면, 도 3과 유사하되, OLED 기판(100a)의 제4 서브픽셀 영역에 광산란요소(71d)를 구비시킬 수 있다.

[0059] 도 8을 참조하면, 도 4와 유사하되, OLED 기판(100a)의 제4 서브픽셀 영역에 광산란요소(71d)를 구비시킬 수 있다.

[0060] 도 5 내지 도 8의 실시예에서 R-서브픽셀(제1 서브픽셀), G-서브픽셀(제2 서브픽셀), B-서브픽셀(제3 서브픽셀), C-서브픽셀(제4 서브픽셀) 영역들의 배열 순서 및 배열 방식은 예시적인 것이고, 이는 다양하게 변화될 수 있다. 예를 들어, R, G, B, C 서브픽셀 영역들은, 위에서 볼 때, 정사각형의 매트릭스 형태를 이루도록 배열될 수 있다. 또한, C-서브픽셀(제4 서브픽셀) 영역에서 나타나는 칼라는 청록(C)이 아닌 다른 색으로 변화시킬 수 있다.

[0061] 도 9는 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 장치의 구성을 보다 구체적으로 보여주는 단면도이다.

[0062] 도 9를 참조하면, 복수의 박막 트랜지스터(thin film transistor)(TFT)(미도시)를 포함하는 TFT 어레이 기판(1)이 구비될 수 있고, TFT 어레이 기판(1) 상에 OLED 기판(101)이 구비될 수 있다. TFT 어레이 기판(1)의 복수의 TFT는 OLED 기판(101)의 픽셀(서브픽셀) 영역들을 구동하기 위한 소자일 수 있다. OLED 기판(101) 상에 칼라 제어부(201)가 구비될 수 있다.

[0063] OLED 기판(101)은 복수의 제1 전극(10a, 10b, 10c)(10)을 포함할 수 있다. 복수의 제1 전극(10a, 10b, 10c)은 각 서브픽셀 영역에 대응되도록 패터닝된 요소일 수 있다. 복수의 제1 전극(10a, 10b, 10c) 각각은 TFT 어레이 기판(1)의 각 TFT 소자에 전기적으로 연결될 수 있다. 복수의 제1 전극(10a, 10b, 10c) 상에 제1 청색 발광유닛(20), 녹색 발광유닛(30) 및 제2 청색 발광유닛(40)이 순차로 적층될 수 있다. 제1 청색 발광유닛(20)과 녹색 발광유닛(30) 사이에 제1 전하생성층(25)이 구비될 수 있다. 또한, 녹색 발광유닛(30)과 제2 청색 발광유닛(40) 사이에 제2 전하생성층(35)이 구비될 수 있다. 따라서, 제1 청색 발광유닛(20), 녹색 발광유닛(30) 및 제2 청색 발광유닛(40)은 탠덤(tandem) 구조를 이루도록 직렬로 연결되었다고 할 수 있다. 제2 청색 발광유닛(40) 상에 제2 전극(50)이 구비될 수 있다. 여기서는, 제2 전극(50)을 패터닝되지 않은 형태로 도시하였지만, 경우에 따라서는, 제2 전극(50)이 복수의 전극 요소로 패터닝될 수 있다. 제1 전극(10)은 애노드(anode)이고 제2 전극(50)은 캐소드(cathode)이거나, 그 반대일 수 있다. 제1 전극(10)을 패터닝하지 않고, 제2 전극(50)을 패터닝하거나, 제1 전극(10)과 제2 전극(50)을 모두 패터닝할 수도 있다. 또한, 제1 전극(10)과 제2 전극(50) 사이에 위치하는 복수의 발광유닛(20, 30, 40) 및 이들 사이의 전하생성층(25, 35)도 서브픽셀 단위로 패터닝된 구조를 가질 수 있다. 제2 전극(50) 상에 소정의 보호층(60)이 더 구비될 수 있다. 보호층(60)은 투명한 절연 물질로 형성될 수 있다.

[0064] 보호층(60) 상에 칼라제어부(201)가 구비될 수 있다. 칼라제어부(201)는 도 2의 칼라제어부(201)와 동일한 구성을 갖는 것으로 도시하였지만, 그 구성은 다양하게 변형될 수 있다.

[0065] 도 10은 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 OLED 기판의 구성을 보다 구체적으로 보여주는 단면도이다. 도 10은 도 9의 OLED 기판(101)이 가질 수 있는 구성을 보다 구체적으로 보여준다.

[0066] 도 10을 참조하면, 제1 전극(10) 상에 제1 청색 발광유닛(20a), 제1 전하생성층(25), 녹색 발광유닛(30a), 제2

전하생성층(35), 제2 청색 발광유닛(40a) 및 제2 전극(50)이 순차로 구비될 수 있다.

[0067]

제1 청색 발광유닛(20a)은 유기물 기반의 청색 발광 물질을 포함하는 제1 청색 발광층(EML1)을 포함할 수 있고, 제1 정공수송층(HTL1) 및 제1 전자수송층(ETL1)을 더 포함할 수 있다. 제1 정공수송층(HTL1)은 제1 청색 발광층(EML1)과 제1 전극(10) 사이에 배치될 수 있고, 제1 전자수송층(ETL1)은 제1 청색 발광층(EML1)과 제1 전하생성층(25) 사이에 배치될 수 있다. 녹색 발광유닛(30a)은 유기물 기반의 녹색 발광 물질을 포함하는 녹색 발광층(EML2)을 포함할 수 있고, 제2 정공수송층(HTL2) 및 제2 전자수송층(ETL2)을 더 포함할 수 있다. 제2 청색 발광유닛(40a)은 유기물 기반의 청색 발광 물질을 포함하는 제2 청색 발광층(EML3)을 포함할 수 있고, 제3 정공수송층(HTL3) 및 제3 전자수송층(ETL3)을 더 포함할 수 있다. 도시하지는 않았지만, 제1 청색 발광유닛(20a), 녹색 발광유닛(30a), 제2 청색 발광유닛(40a) 각각은 정공주입층 및 전자주입층 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 제1 및 제2 전하생성층(25, 35)은 금속이나 금속성 물질로 형성할 수 있고, OLED 기판의 발광 효율을 높이는 역할을 할 수 있다.

[0068]

다른 실시예에 따르면, 도 9와 같은 구조에서 OLED 기판(101)과 칼라제어부(201) 사이에 소정의 "선택적 반사막"을 더 구비시킬 수 있다. 그 일례가 도 11에 도시되어 있다.

[0069]

도 11을 참조하면, 도 9와 유사하되, OLED 기판(101)과 칼라제어부(201) 사이에 선택적 반사막(65)을 더 구비시킬 수 있다. 선택적 반사막(65)은, 예컨대, 청색광 및 녹색광은 투과시키고 적색광은 반사하도록 구성될 수 있다. 선택적 반사막(65)은 약 440~550 nm 정도의 파장 대역은 투과시키고, 약 610~760 nm 정도의 파장 대역은 반사시키는 역할을 할 수 있다. 따라서, OLED 기판(101)으로부터 발광된 청색 및 녹색의 혼합광은 선택적 반사막(65)을 투과하여 칼라제어부(201)로 조사될 수 있다. 또한, 제2 색조절요소(70b)에서 아래쪽으로 방출되는 적색광은 선택적 반사막(65)에 의해 반사되어 위쪽으로 방출될 수 있다. 선택적 반사막(65)에 의해 광 효율이 개선될 수 있다. 필요한 경우, 선택적 반사막(65)은 제2 색조절요소(70b)의 하부에만 선택적으로 형성할 수 있다.

[0070]

선택적 반사막(65)은, 예컨대, DBR(distributed Bragg reflector) 구조로 형성할 수 있다. 굴절률이 다른 두 개의 물질층(유전체)을 반복 적층하되, 물질층의 두께 및 적층수를 조절함으로써, 원하는 파장 대역만 통과시키거나 반사시키는 DBR 구조를 만들 수 있고, 이를 선택적 반사막(65)에 적용할 수 있다. 예를 들어, 제1 유전체층과 제2 유전체층을 반복 적층하되, 층들의 물질, 두께 및 적층수를 조절하여 원하는 파장 대역의 반사율 또는 투과율을 높일 수 있다. 그러나 선택적 반사막(65)의 구성은 DBR에 한정되지 않고, 달라질 수 있다. 선택적 반사막(65)은 이색성 미러(dichroic mirror) 구조를 가질 수도 있다.

[0071]

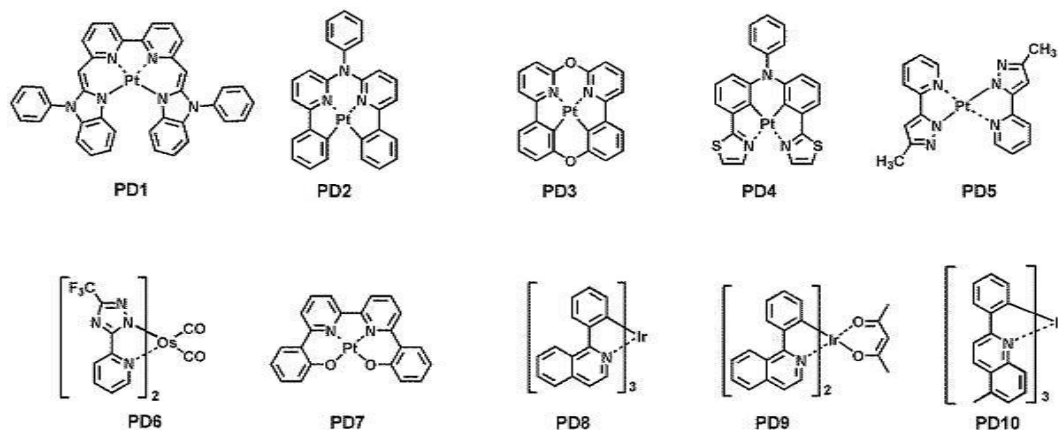
도 9 및 도 11에서는 TFT 어레이 기판(1)이 OLED 기판(101)의 아래에 구비되고, 칼라제어부(201)가 OLED 기판(101)의 위쪽에 배치된 경우를 도시하고 설명하였지만, 이들의 상대적인 위치 관계는 달라질 수 있다. OLED 기판(101)이 전면 발광형 소자가 아닌 후면 발광형 소자인 경우, 칼라제어부(201)는 TFT 어레이 기판(1)의 하면에 구비될 수 있다. 그 밖에도 도 9 및 도 11을 참조하여 설명한 디스플레이 장치의 구성은 다양하게 변화될 수 있다.

[0072]

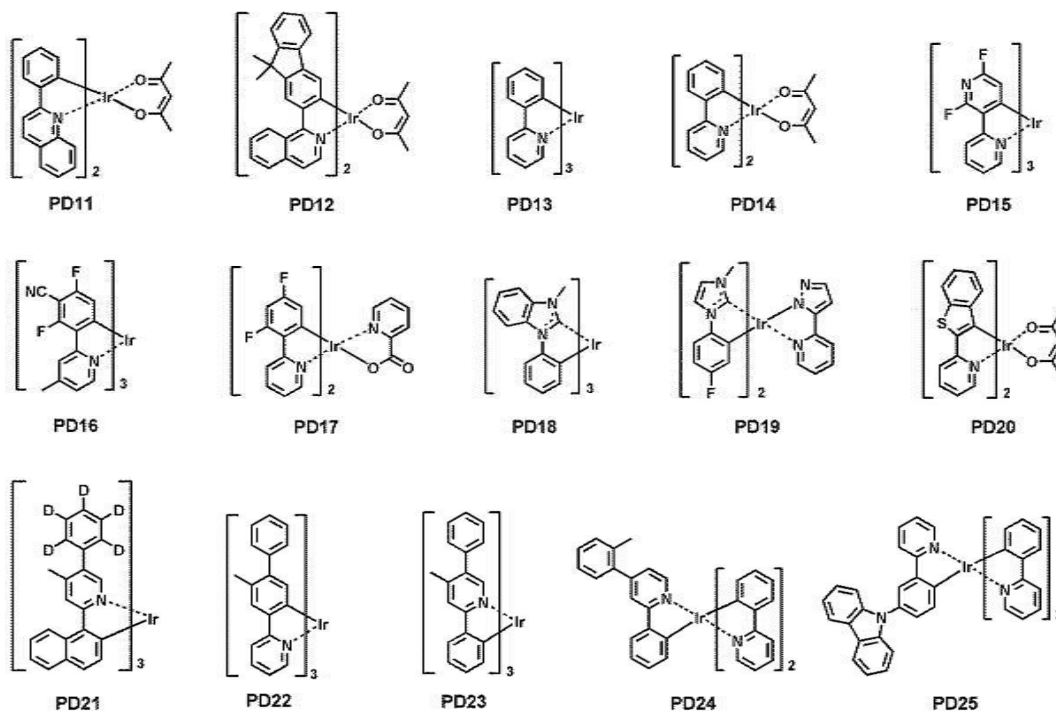
이하에서는, 실시예에 따른 디스플레이 장치의 OLED 기판에 적용될 수 있는 청색 발광 물질 및 녹색 발광 물질에 대해서 설명한다.

[0073]

상기한 녹색 발광 물질 또는 청색 발광 물질은 인광 도펀트를 포함할 수 있다. 상기 인광 도펀트는, 예를 들어, 하기 화합물 PD1 내지 PD25 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0074]



상기한 바와 같이 인광 도펀트는 이리듐(Ir)을 포함하는 유기금속 화합물을 포함하거나, 백금(Pt)을 포함하는 유기금속 화합물을 포함하거나, 오스뮴(Os)을 포함하는 유기금속 화합물을 포함할 수 있다. 그 밖에도 다양한 물질들이 인광 도펀트로 적용될 수 있다.

녹색 발광유닛(녹색 유기발광소자)(30)의 발광층은 전자 수송성 호스트, 정공 수송성 호스트 및 도펀트(dopant)를 포함할 수 있다. 상기 도펀트는 유기금속 화합물일 수 있고, 상기 도펀트는 이리듐을 포함하거나 비포함할 수 있다. 즉, 상기 도펀트는 이리듐-함유 또는 이리듐-비함유 유기금속 화합물일 수 있다. 녹색 발광유닛(녹색 유기발광소자)(30)의 발광층 중 도펀트는 인광 발광성 화합물일 수 있다. 이러한 유기발광소자는 형광 메커니즘에 의하여 형광을 방출하는 유기발광소자와는 명백히 구분될 수 있다.

일 구현예에 따르면, 상기 발광층 중 도펀트는 $T1(dopant) \leq S1(dopant) \leq T1(dopant) + 0.5 \text{ eV}$, 예를 들면, $T1(dopant) \leq S1(dopant) \leq T1(dopant) + 0.36 \text{ eV}$ 를 만족할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 여기서, 상기 $T1(dopant)$ 은 상기 발광층 중 도펀트의 삼중항 에너지 레벨(eV)이고, 상기 $S1(dopant)$ 은 상기 발광층에 포함된 도펀트의 일중항 에너지 레벨(eV)이다.

상술한 바와 같은 범위의 $S1(dopant)$ 을 만족함으로써, 발광층 중 도펀트는 삼중항 에너지 레벨과 가까운 일중항 에너지 레벨과의 SOC(spin-orbital coupling)가 약하더라도, 높은 방사 감쇠율(radiative decay rate)을 가질 수 있다.

예를 들어, 상기 도펀트는 이리듐(Ir)을 포함하는 유기금속 화합물이거나, 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm), 로듐(Rh), 루테튬(Ru), 레늄(Re), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag) 또는 금(Au)을 포함한 유기금속 화합물일 수 있다. 예를 들어, 상기 도펀트는 백금(Pt) 또는 팔라듐(Pd)을 포함한 유기금속 화합물일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

다른 구현예에 따르면, 상기 발광층 중 도펀트는 사각-평면 코디네이션(square-planar coordination) 구조를 갖는 유기금속 화합물일 수 있다.

또 다른 구현예에 따르면, 상기 발광층 중 도펀트는 $T1(dopant) \leq E_{gap}(dopant) \leq T1(dopant) + 0.5 \text{ eV}$ 를 만족할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 여기서, 상기 $T1(dopant)$ 은 상기 발광층 중 도펀트의 삼중항 에너지 레벨(eV)이고, 상기 $E_{gap}(dopant)$ 은 상기 발광층에 포함된 도펀트의 HOMO(dopant)와 LUMO(dopant) 간의 차이이고, 상기 HOMO(dopant)는 상기 발광층에 포함된 도펀트의 HOMO(highest occupied molecular orbital) 에너지 레벨(eV)이고, 상기 LUMO(dopant)는 상기 발광층에 포함된 도펀트의 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital) 에너지 레벨(eV)이다. 상기 HOMO(dopant) 및 LUMO(dopant)는 기준 물질로서 페로센(ferrocene)을 이

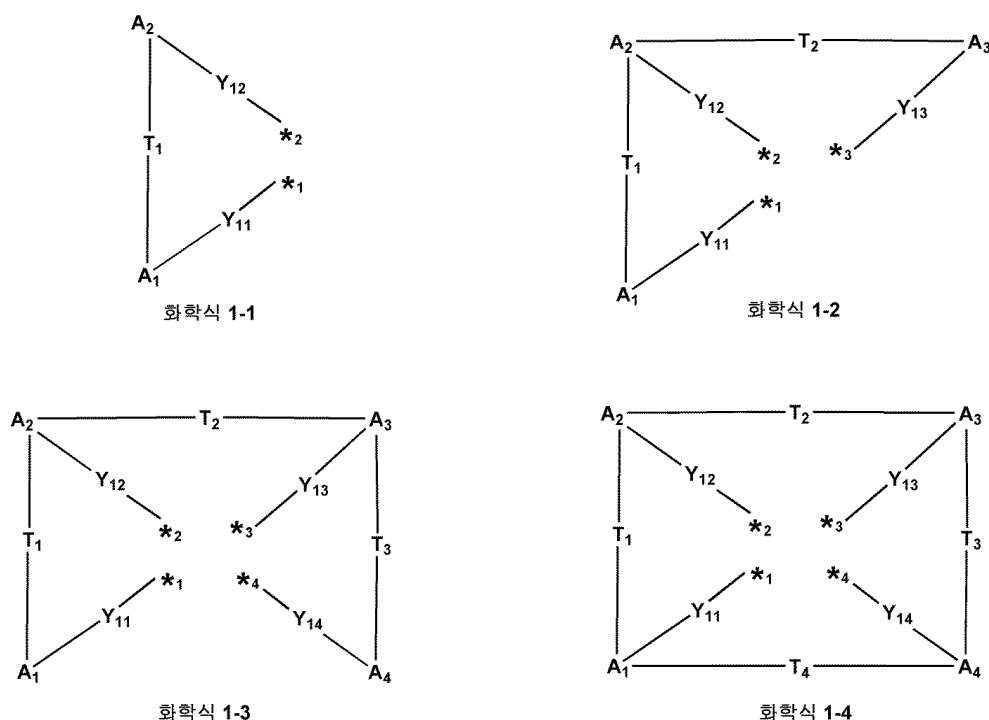
용한 시차 펄스 전압전류법(Differential pulse voltammetry)을 이용하여 측정된 음수 값이고, 상기 T1(dopant)는 발광 측정 기기를 이용하여 측정한 상기 도펀트의 인광 스펙트럼의 피크 파장으로부터 계산된 것이다. 상기 발광층 중 도펀트는 $-2.8 \text{ eV} \leq \text{LUMO(dopant)} \leq -2.3 \text{ eV}$, $-2.8 \text{ eV} \leq \text{LUMO(dopant)} \leq -2.4 \text{ eV}$, $-2.7 \text{ eV} \leq \text{LUMO(dopant)} \leq -2.5 \text{ eV}$, 또는 $-2.7 \text{ eV} \leq \text{LUMO(dopant)} \leq -2.61 \text{ eV}$ 를 만족할 수 있다.

[0084] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 발광층 중 도펀트는 $-6.0 \text{ eV} \leq \text{HOMO(dopant)} \leq -4.5 \text{ eV}$, $-5.7 \text{ eV} \leq \text{HOMO(dopant)} \leq -5.1 \text{ eV}$, $-5.6 \text{ eV} \leq \text{HOMO(dopant)} \leq -5.2 \text{ eV}$ 또는 $-5.6 \text{ eV} \leq \text{HOMO(dopant)} \leq -5.25 \text{ eV}$ 를 만족할 수 있다.

[0085] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 도펀트는 금속 M 및 유기 리간드를 포함하고, 상기 금속 M과 상기 유기 리간드는 1, 2 또는 3개의 시클로메탈화 고리(cyclometallated ring)를 형성할 수 있다. 상기 금속 M은 이리듐(Ir)이거나, 백금(Pt), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm), 로듐(Rh), 루테튬(Ru), 레늄(Re), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag) 또는 금(Au)일 수 있다.

[0086] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 도펀트는 금속 M 및 3개 또는 4개(예를 들면, 3개)의 시클로메탈화 고리(cyclometallated ring)를 형성할 수 있는 4배위 유기 리간드를 포함할 수 있다. 상기 금속 M에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다. 상기 4배위 유기 리간드는 예를 들면, 벤즈이미다졸 그룹 및 피리딘 그룹을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0087] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 도펀트는 금속 M 및 하기 화학식 1-1 내지 1-4로 표시된 리간드 중 적어도 하나의 리간드를 포함할 수 있다:



[0088]

[0089] 예컨대, 금속 M이 이리듐(Ir)인 경우, 화학식 1-1의 리간드와 결합될 수 있고, 금속 M이 백금(Pt)인 경우, 화학식 1-2 내지 1-4로 표시된 리간드와 결합될 수 있다. 금속 M이 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 툴륨(Tm), 로듐(Rh), 루테튬(Ru), 레늄(Re), 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag) 또는 금(Au)인 경우, 화학식 1-1 내지 1-4 중 어느 하나의 리간드와 결합될 수 있다.

[0090] 상기 화학식 1-1 내지 1-4 중,

[0091] A1 내지 A4는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₅-C₃₀카보시클릭 그룹, 치환 또는 비치환된 C₁-C₃₀헤테로시클릭 그룹 및 비고리형(non-cyclic) 그룹 중에서 선택되고,

[0092] Y₁₁ 내지 Y₁₄는 서로 독립적으로, 화학 결합, O, S, N(R₉₁), B(R₉₁), P(R₉₁) 또는 C(R₉₁)(R₉₂)이고,

[0093] T₁ 내지 T₄는 서로 독립적으로, 단일 결합, 이중 결합, *-N(R₉₃)-*', *-B(R₉₃)-*', *-P(R₉₃)-*', *-C(R₉₃)(R₉₄)-*', *-Si(R₉₃)(R₉₄)-*', *-Ge(R₉₃)(R₉₄)-*', *-S-*', *-Se-*', *-O-*', *-C(=O)-*', *-S(=O)-*', *-S(=O)₂-*', *-C(R₉₃)=*', *=C(R₉₃)-*', *-C(R₉₃)=C(R₉₄)-*', *-C(=S)-*' 및 *-C≡C-*' 중에서 선택되고,

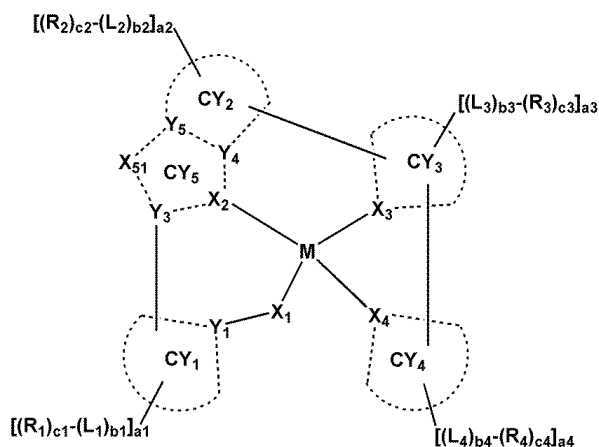
[0094] 상기 치환된 C₅-C₃₀카보시클릭 그룹의 치환기, 치환된 C₁-C₃₀헤테로시클릭 그룹의 치환기 및 R₉₁ 내지 R₉₄는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -SF₅, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 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 선택되고,

[0095] *, ¹*, ²*, ³* 및 ⁴*는 각각 상기 도펀트의 금속 M과의 결합 사이트이다.

[0096] 예를 들어, 상기 도펀트는 상기 화학식 1-3으로 표시되는 리간드를 포함하고, 상기 화학식 1-3의 A₁ 내지 A₄ 중 임의의 2개는 각각 치환 또는 비치환된 벤즈이미다졸 그룹 및 치환 또는 비치환된 피리딘 그룹일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0097] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 도펀트는, 하기 화학식 1A로 표시된 유기금속 화합물일 수 있다:

[0098] <화학식 1A>



[0099]

[0100] 상기 화학식 1A 중

[0101] M은 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 티타늄(Ti), 망간(Mn), 코발트(Co), 구리(Cu), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 지르코늄(Zr), 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 레늄(Re), 백금(Pt) 또는 금(Au)이고,

[0102] X₁은 O 또는 S이고, X₁과 M 사이의 결합은 공유 결합이고,

[0103] X₂ 내지 X₄는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

[0104] X₂와 M 사이의 결합, X₃와 M 사이의 결합 및 X₄와 M 사이의 결합 중 1개의 결합은 공유 결합이고, 나머지 2개의 결합은 배위 결합이고,

[0105] Y₁ 및 Y₃ 내지 Y₅는 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

[0106] X₂와 Y₃ 사이의 결합, X₂와 Y₄ 사이의 결합, Y₄와 Y₅ 사이의 결합, Y₅와 X₅₁ 사이의 결합 및 X₅₁과 Y₃ 사이의 결합

은, 화학 결합이고,

- [0107] CY_1 내지 CY_5 는 서로 독립적으로, C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 및 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹 중에서 선택되고, CY_4 는 벤즈이미다졸이 아니고,
- [0108] CY_5 , CY_2 , CY_3 및 M에 의하여 형성된 시클로메탈화 고리(cyclometallated ring)는 6원환이고,
- [0109] X_{51} 은 O, S, N- $[(L_7)_{b7}-(R_7)_{c7}]$, C(R_7)(R_8), Si(R_7)(R_8), Ge(R_7)(R_8), C(=O), N, C(R_7), Si(R_7) 및 Ge(R_7) 중에서 선택되고,
- [0110] R_7 및 R_8 은 선택적으로, 제1연결기를 통하여 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,
- [0111] L_1 내지 L_4 및 L_7 은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 및 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹 중에서 선택되고,
- [0112] b_1 내지 b_4 및 b_7 은 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,
- [0113] R_1 내지 R_4 , R_7 및 R_8 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, -SF₅, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 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)(Q_8)(Q_9) 중에서 선택되고,
- [0114] c_1 내지 c_4 는 서로 독립적으로, 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,
- [0115] a_1 내지 a_4 는 서로 독립적으로, 0, 1, 2, 3, 4 또는 5이고,
- [0116] 서로 이웃한 복수의 R_1 중 2개는 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,
- [0117] 서로 이웃한 복수의 R_2 중 2개는 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,
- [0118] 서로 이웃한 복수의 R_3 중 2개는 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,
- [0119] 서로 이웃한 복수의 R_4 중 2개는 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,
- [0120] R_1 내지 R_4 중 이웃한 2 이상은 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있다.
- [0121] 상기 화학식 1-1 내지 1-4 및 1A 중 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹, C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹 및 CY_1 내지 CY_4 는 서로 독립적으로, a) 6원환, b) 2 이상의 6원환이 서로 축합된 축합환 또는 c) 1이상의 6원환 및 1개의 5원환이 서로 축합된 축합환 중에서 선택되고, 상기 6원환은, 시클로헥산 그룹, 시클로헥센 그룹, 아다만탄(admantane) 그룹, 노르보난(norbornane) 그룹, 노르보넨 그룹, 벤젠 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹 및 트리아진 그룹 중에서 선택되고, 상기 5원환은, 시클로펜탄 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로펜타디엔 그룹, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 실롤 그룹, 피롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸

그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹 및 티아디아졸 그룹 중에서 선택될 수 있다.

[0122] 상기 화학식 1-1 내지 1-4 중 비고리형(non-cyclic) 그룹은, $^*C(=O)^*$, $^*O-C(=O)^*$, $^*S-C(=O)^*$, $^*O-C(=S)^*$, $^*S-C(=S)^*$ 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0123] 상기 화학식 1-1 내지 1-4 및 1A 중 치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹의 치환기, 치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹의 치환기 및 R_{91} 내지 R_{94} , R_1 내지 R_4 , R_7 및 R_8 는 서로 독립적으로,

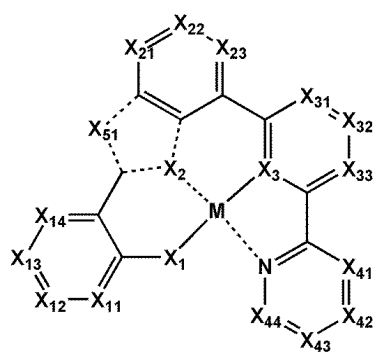
[0124] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, $-SF_5$, C_1-C_{20} 알킬기 및 C_1-C_{20} 알콕시기;

[0125] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1-C_{10} 알킬기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantan-1-yl), 노르보나닐기(norbornan-1-yl), 노르보네닐기(norbornen-1-yl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 피리디닐기 및 피리미디닐기 중 적어도 하나로 치환된, C_1-C_{20} 알킬기 및 C_1-C_{20} 알콕시기;

[0126] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantan-1-yl), 노르보나닐기(norbornan-1-yl), 노르보네닐기(norbornen-1-yl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤릴기, 티오펜릴기, 퓨라닐기, 이미다졸릴기, 피라졸릴기, 티아졸릴기, 이소티아졸릴기, 옥사졸릴기, 이속사졸릴기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌릴기, 인돌릴기, 인다졸릴기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸릴기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸릴기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜릴기, 이소벤조티아졸릴기, 벤조옥사졸릴기, 이소벤조옥사졸릴기, 트리아졸릴기, 테트라졸릴기, 옥사디아졸릴기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜릴기, 디벤조실릴기, 벤조카바졸릴기, 디벤조카바졸릴기, 이미다조피리디닐기 및 이미다조피리미디닐기;

[0127] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CF_3$, $-CF_2H$, $-CFH_2$, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진기, 히드라존기, 카르복실산기 또는 이의 염, 술폰산기 또는 이의 염, 인산기 또는 이의 염, C_1-C_{20} 알킬기, C_1-C_{20} 알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantan-1-yl), 노르보나닐기(norbornan-1-yl), 노르보네닐기(norbornen-1-yl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤릴기, 티오펜릴기, 퓨라닐기, 이미다졸릴기, 피라졸릴기, 티아졸릴기, 이소티아졸릴기, 옥사졸릴기, 이속사졸릴기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌릴기, 인돌릴기, 인다졸릴기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸릴기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸릴기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜릴기, 이소벤조티아졸릴기, 벤조옥사졸릴기, 이소벤조옥사졸릴기, 트리아졸릴기, 테트라졸릴기, 옥사디아졸릴기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜릴기, 디벤조실릴기, 벤조카바졸릴기, 디벤조카바졸릴기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 $-Si(Q_{33})(Q_{34})(Q_{35})$ 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantan-1-yl), 노르보나닐기(norbornan-1-yl), 노르보네닐기(norbornen-1-yl), 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기, 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피롤릴기, 티오펜릴기, 퓨라닐기, 이미다졸릴기, 피라졸릴기, 티아졸릴기, 이소티아졸릴기, 옥사졸릴기, 이속사졸릴기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 이소인돌릴기, 인돌릴기, 인다졸릴기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸릴기, 페난트롤리닐기, 벤조이미다졸릴기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜릴기, 이소벤조티아졸릴기, 벤조옥사졸릴기, 이소벤조옥사졸릴기, 트리아졸릴기, 테트라졸릴기, 옥사디아졸릴기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜릴기, 디벤조실릴기, 벤조카바졸릴기, 디벤조카바졸릴기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 이미다조피리미디닐기;

- [0128] $-N(Q_1)(Q_2)$, $-Si(Q_3)(Q_4)(Q_5)$, $-B(Q_6)(Q_7)$ 및 $-P(=O)(Q_8)(Q_9)$;
- [0129] 중에서 선택되고,
- [0130] Q_1 내지 Q_9 및 Q_{33} 내지 Q_{35} 은 서로 독립적으로,
- [0131] $-CH_3$, $-CD_3$, $-CD_2H$, $-CDH_2$, $-CH_2CH_3$, $-CH_2CD_3$, $-CH_2CD_2H$, $-CH_2CDH_2$, $-CHDCH_3$, $-CHDCD_2H$, $-CHDCDH_2$, $-CHDCD_3$, $-CD_2CD_3$, $-CD_2CD_2H$ 및 $-CD_2CDH_2$;
- [0132] n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 페닐기 및 나프틸기; 및
- [0133] 중수소, C_1 - C_{10} 알킬기 및 페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, 이소부틸기, sec-부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 페닐기 및 나프틸기;
- [0134] 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0135] 다른 구현예에 따르면, 상기 도펀트는 상기 화학식 1A로 표시된 유기금속 화합물이되, 상기 화학식 1A 중,
- [0136] X_2 및 X_3 은 서로 독립적으로, C 또는 N이고,
- [0137] X_4 는 N이고,
- [0138] i) M은 Pt이고, ii) X_1 이 O이고, iii) X_2 및 X_4 는 N이고, X_3 는 C이고, X_2 와 M 사이의 결합 및 X_4 와 M 사이의 결합은 배위 결합이고, X_3 와 M 사이의 결합은 공유 결합이고, iv) Y_1 내지 Y_5 는 C이고, v) Y_5 와 X_{51} 사이의 결합 및 Y_3 과 X_{51} 사이의 결합은 단일 결합이고, vi) CY_1 , CY_2 및 CY_3 가 벤젠 그룹이고, CY_4 가 피리딘 그룹이고, vii) X_{51} 이 O, S 또는 $N-[(L_7)_{b7}-(R_7)_{c7}]$ 이고, viii) 상기 b_7 은 0이고, c_7 은 1이고, 상기 R_7 이 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{60} 알킬기일 경우, a_1 내지 a_4 는 서로 독립적으로, 1, 2, 3, 4 또는 5이고, R_1 내지 R_4 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 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_1 - C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택될 수 있다.
- [0139] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 도펀트는, 하기 화학식 1A-1로 표시될 수 있다:



화학식 1A-1

- [0140]
- [0141] 상기 화학식 1A-1 중,
- [0142] M, X_1 내지 X_3 및 X_{51} 에 대한 설명은 각각 본 명세서에 기재된 바와 동일하고,
- [0143] X_{11} 은 N 또는 $C-[(L_{11})_{b11}-(R_{11})_{c11}]$ 이고, X_{12} 는 N 또는 $C-[(L_{12})_{b12}-(R_{12})_{c12}]$ 이고, X_{13} 은 N 또는 $C-[(L_{13})_{b13}-(R_{13})_{c13}]$ 이고, X_{14} 는 N 또는 $C-[(L_{14})_{b14}-(R_{14})_{c14}]$ 이고,
- [0144] L_{11} 내지 L_{14} , b_{11} 내지 b_{14} , R_{11} 내지 R_{14} 및 c_{11} 내지 c_{14} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 L_1 , b_1 , R_1 및 c_1 에

대한 설명을 참조하고,

[0145] X_{21} 은 N 또는 C- $[(L_{21})_{b21}-(R_{21})_{c21}]$ 이고, X_{22} 는 N 또는 C- $[(L_{22})_{b22}-(R_{22})_{c22}]$ 이고, X_{23} 은 N 또는 C- $[(L_{23})_{b23}-(R_{23})_{c23}]$ 이고,

[0146] L_{21} 내지 L_{23} , b_{21} 내지 b_{23} , R_{21} 내지 R_{23} 및 c_{21} 내지 c_{23} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 L_2 , b_2 , R_2 및 c_2 에 대한 설명을 참조하고,

[0147] X_{31} 은 N 또는 C- $[(L_{31})_{b31}-(R_{31})_{c31}]$ 이고, X_{32} 는 N 또는 C- $[(L_{32})_{b32}-(R_{32})_{c32}]$ 이고, X_{33} 은 N 또는 C- $[(L_{33})_{b33}-(R_{33})_{c33}]$ 이고,

[0148] L_{31} 내지 L_{33} , b_{31} 내지 b_{33} , R_{31} 내지 R_{33} 및 c_{31} 내지 c_{33} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 L_3 , b_3 , R_3 및 c_3 에 대한 설명을 참조하고,

[0149] X_{41} 은 N 또는 C- $[(L_{41})_{b41}-(R_{41})_{c41}]$ 이고, X_{42} 는 N 또는 C- $[(L_{42})_{b42}-(R_{42})_{c42}]$ 이고, X_{43} 은 N 또는 C- $[(L_{43})_{b43}-(R_{43})_{c43}]$ 이고, X_{44} 는 N 또는 C- $[(L_{44})_{b44}-(R_{44})_{c44}]$ 이고,

[0150] L_{41} 내지 L_{44} , b_{41} 내지 b_{44} , R_{41} 내지 R_{44} 및 c_{41} 내지 c_{44} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 L_4 , b_4 , R_4 및 c_4 에 대한 설명을 참조하고,

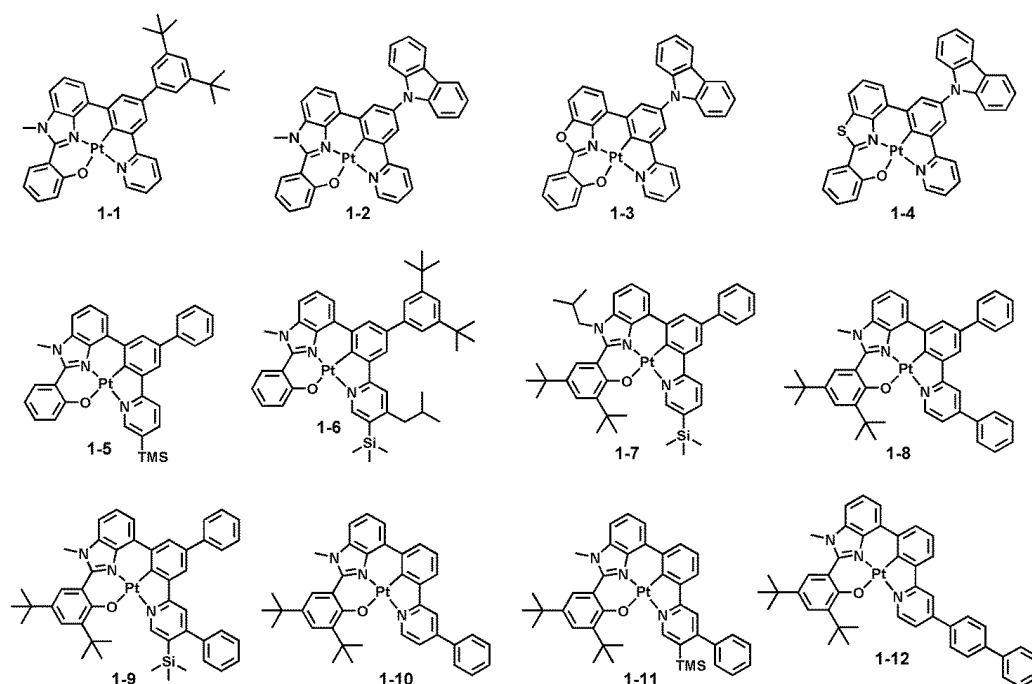
[0151] R_{11} 내지 R_{14} 중 2개는 선택적으로(optionally), 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0152] R_{21} 내지 R_{23} 중 2개는 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

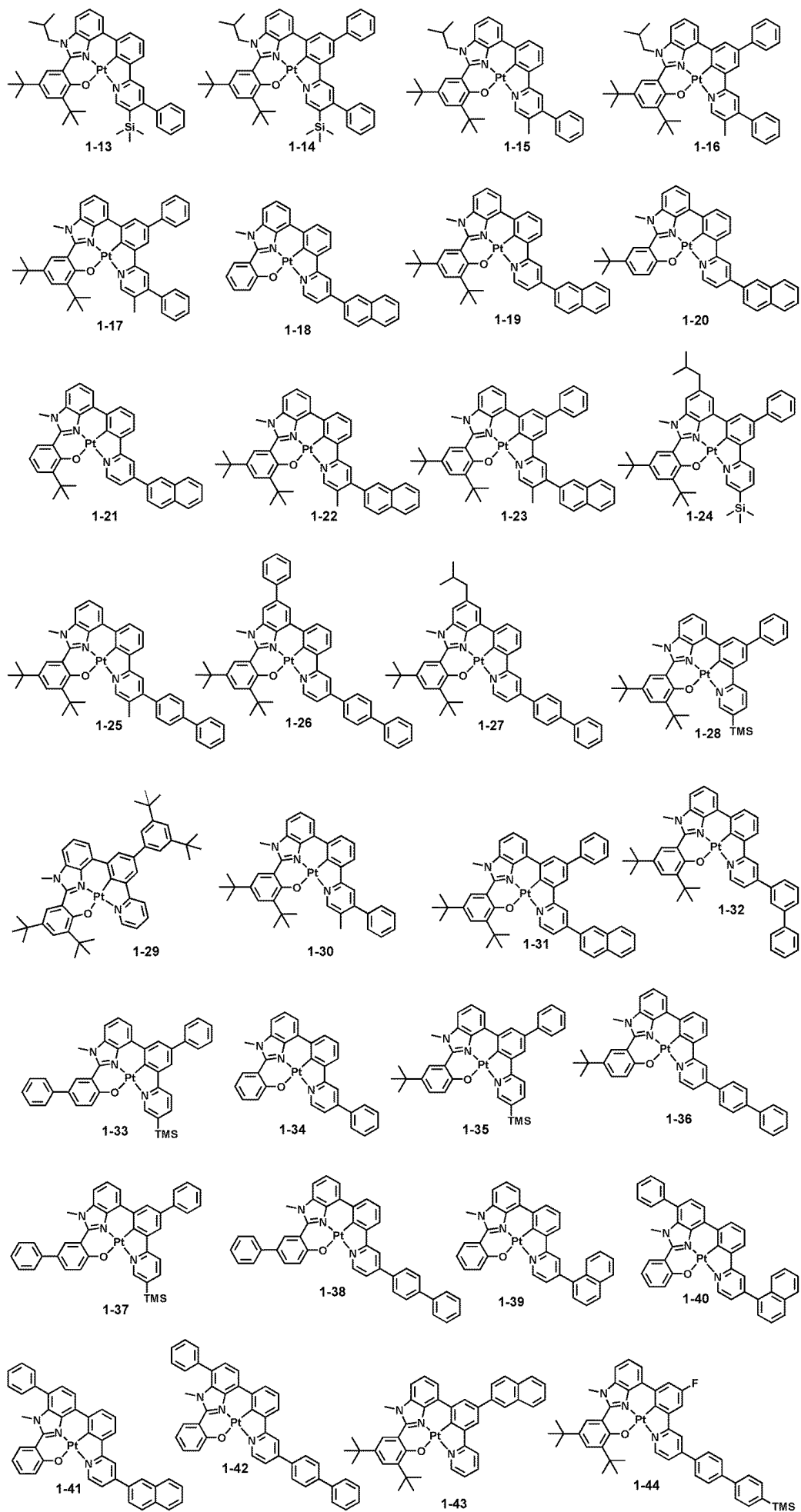
[0153] R_{31} 내지 R_{33} 중 2개는 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0154] R_{41} 내지 R_{44} 중 2개는, 선택적으로, 서로 결합하여, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{30} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{30} 헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있다.

[0155] 예를 들어, 상기 도펀트는 하기 화합물 1-1 내지 1-88, 2-1 내지 2-47 및 3-1 내지 3-582 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



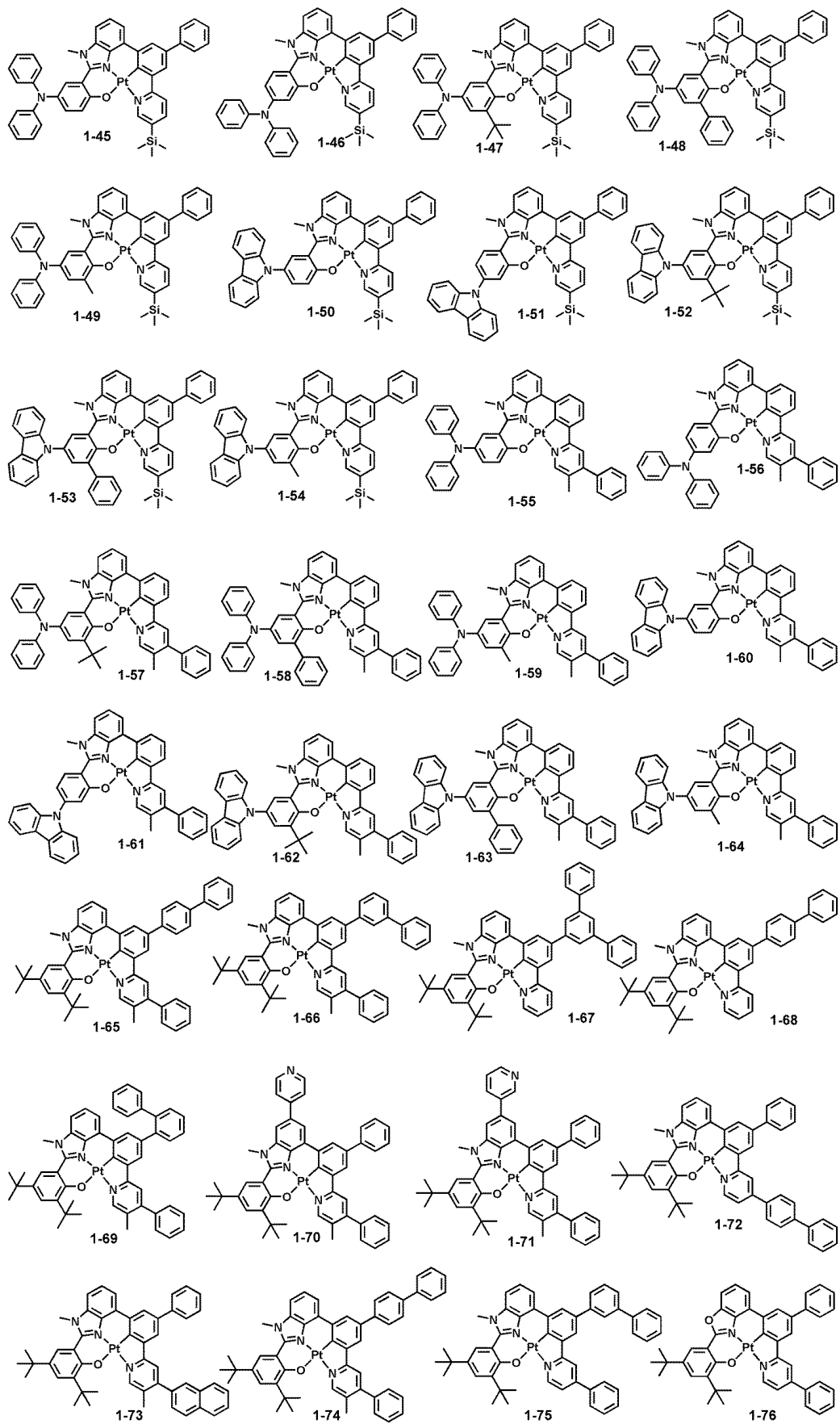
[0156]



[0157]

[0158]

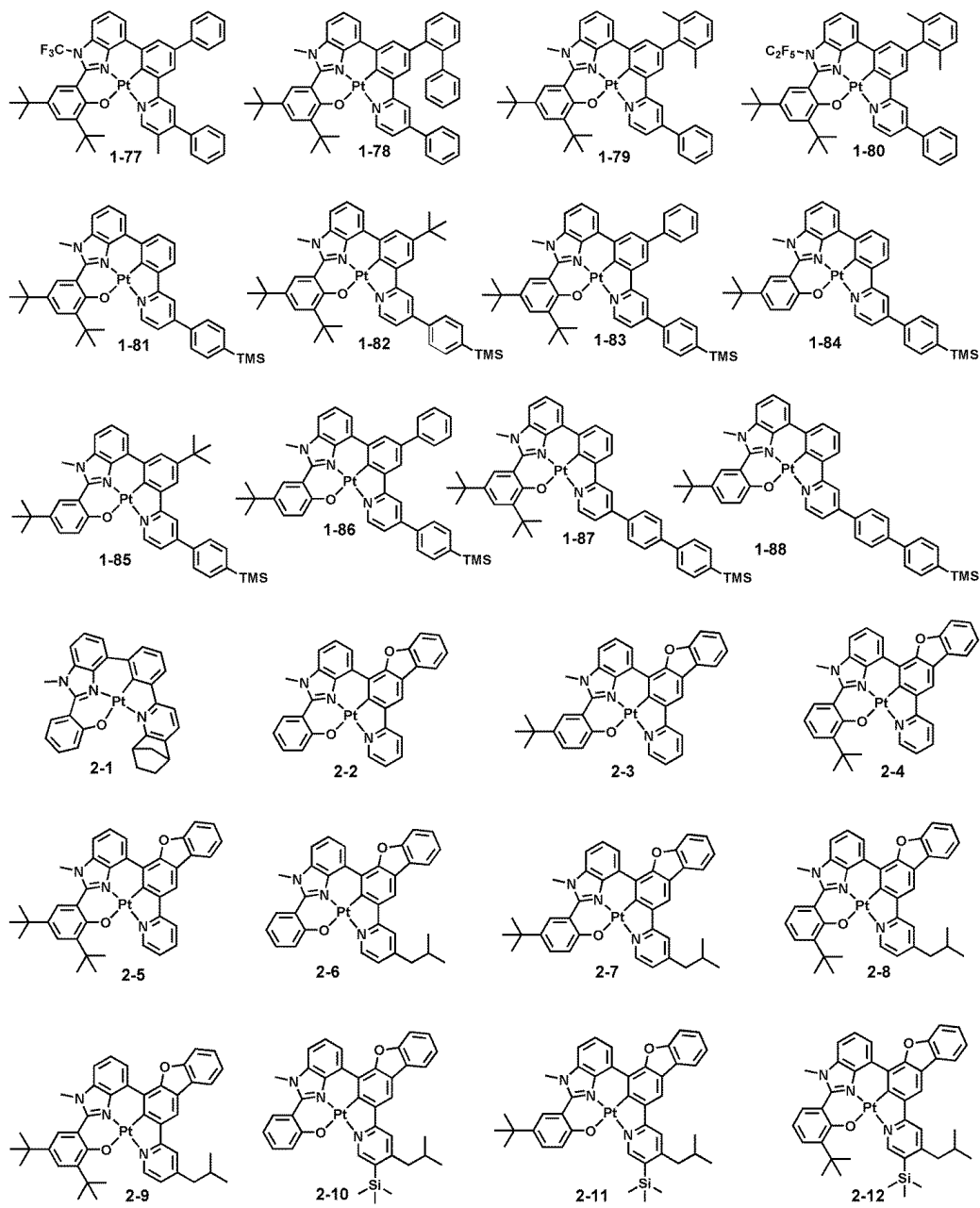
[0159]



[0160]

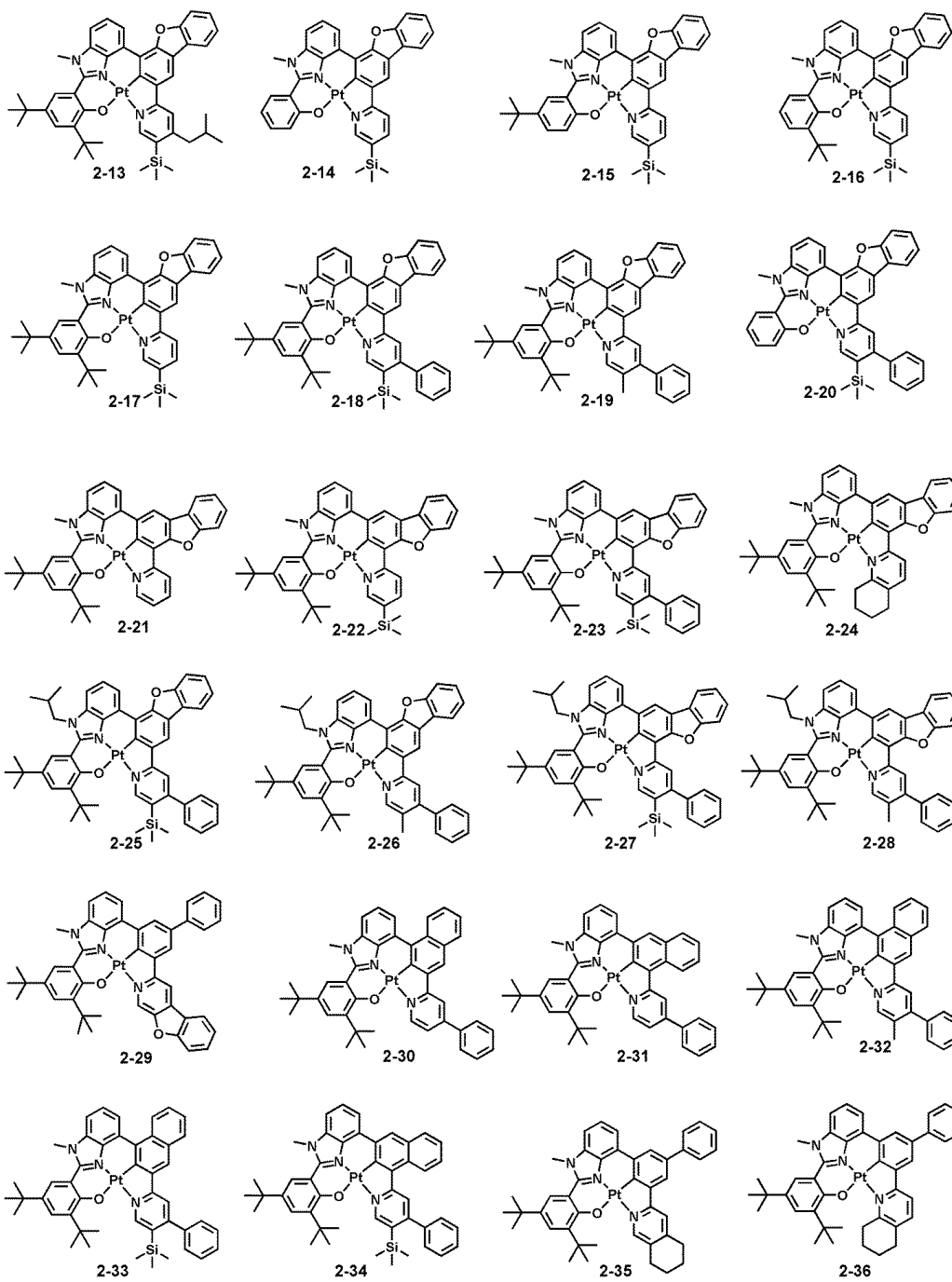
[0161]

[0162]



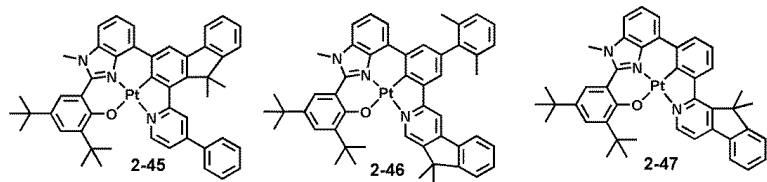
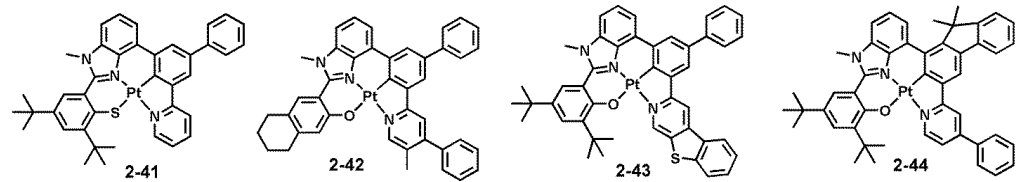
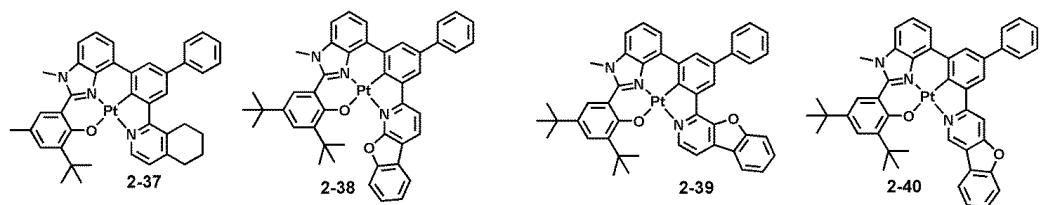
[0163]

[0164]

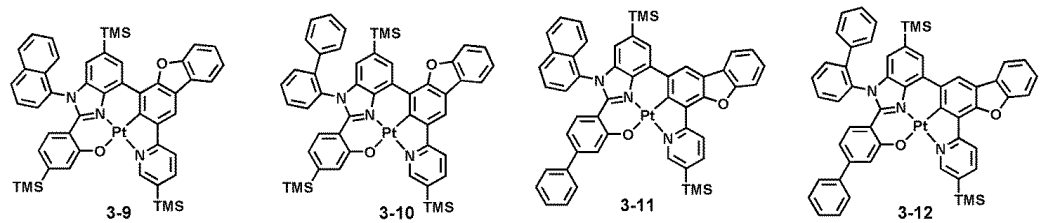
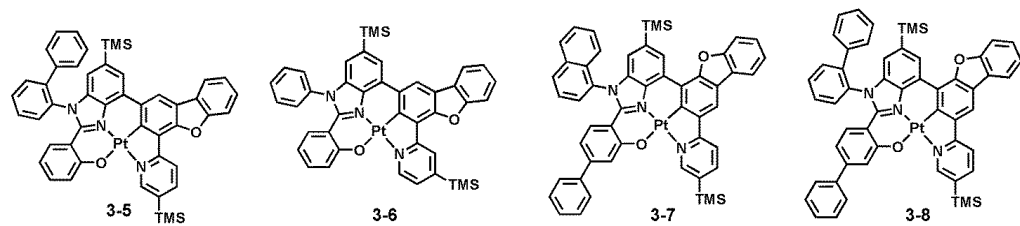
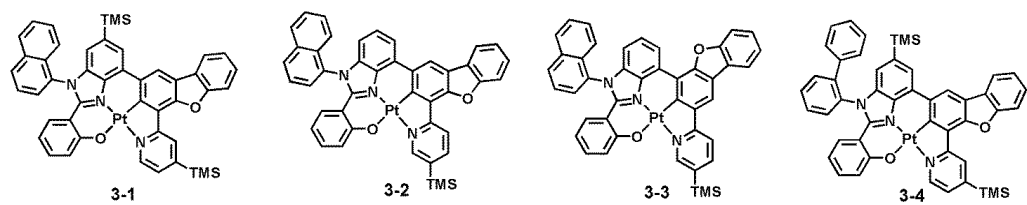


[0165]

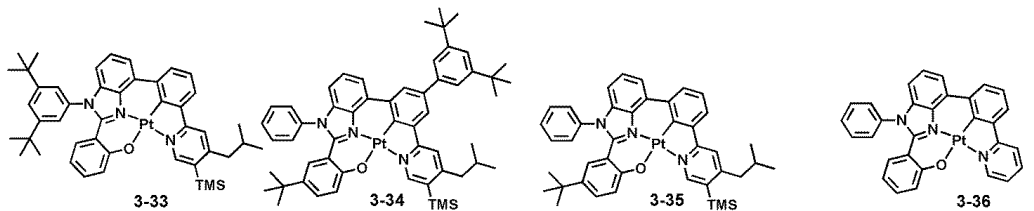
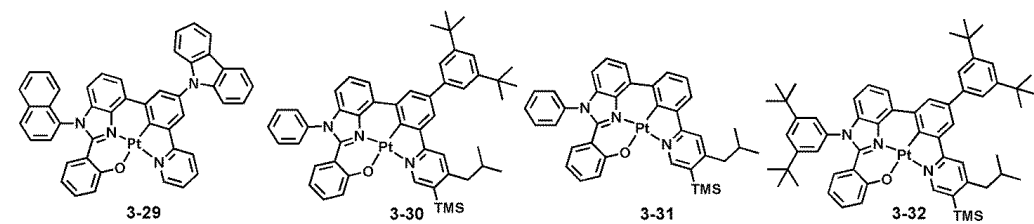
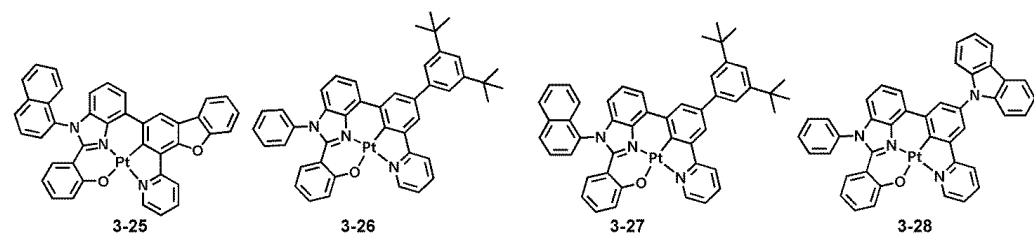
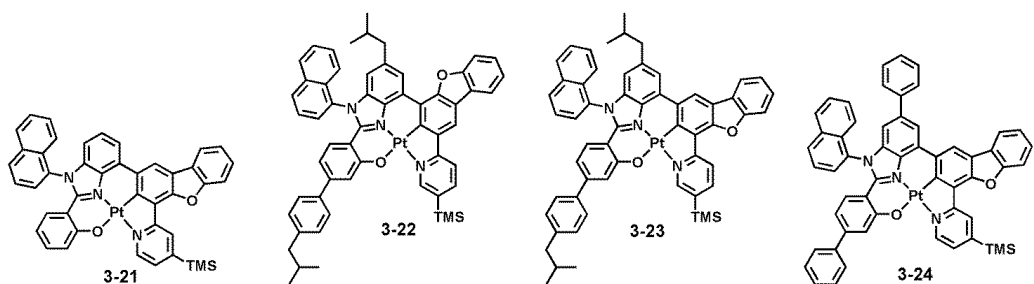
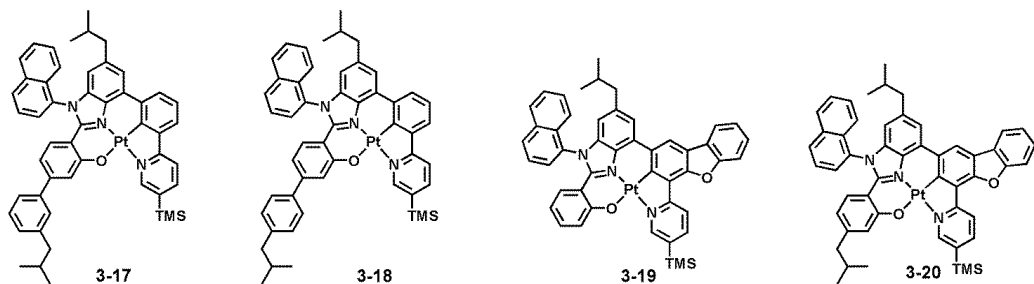
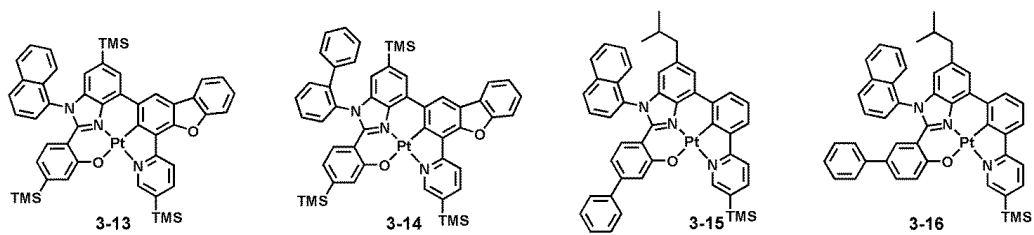
[0166]

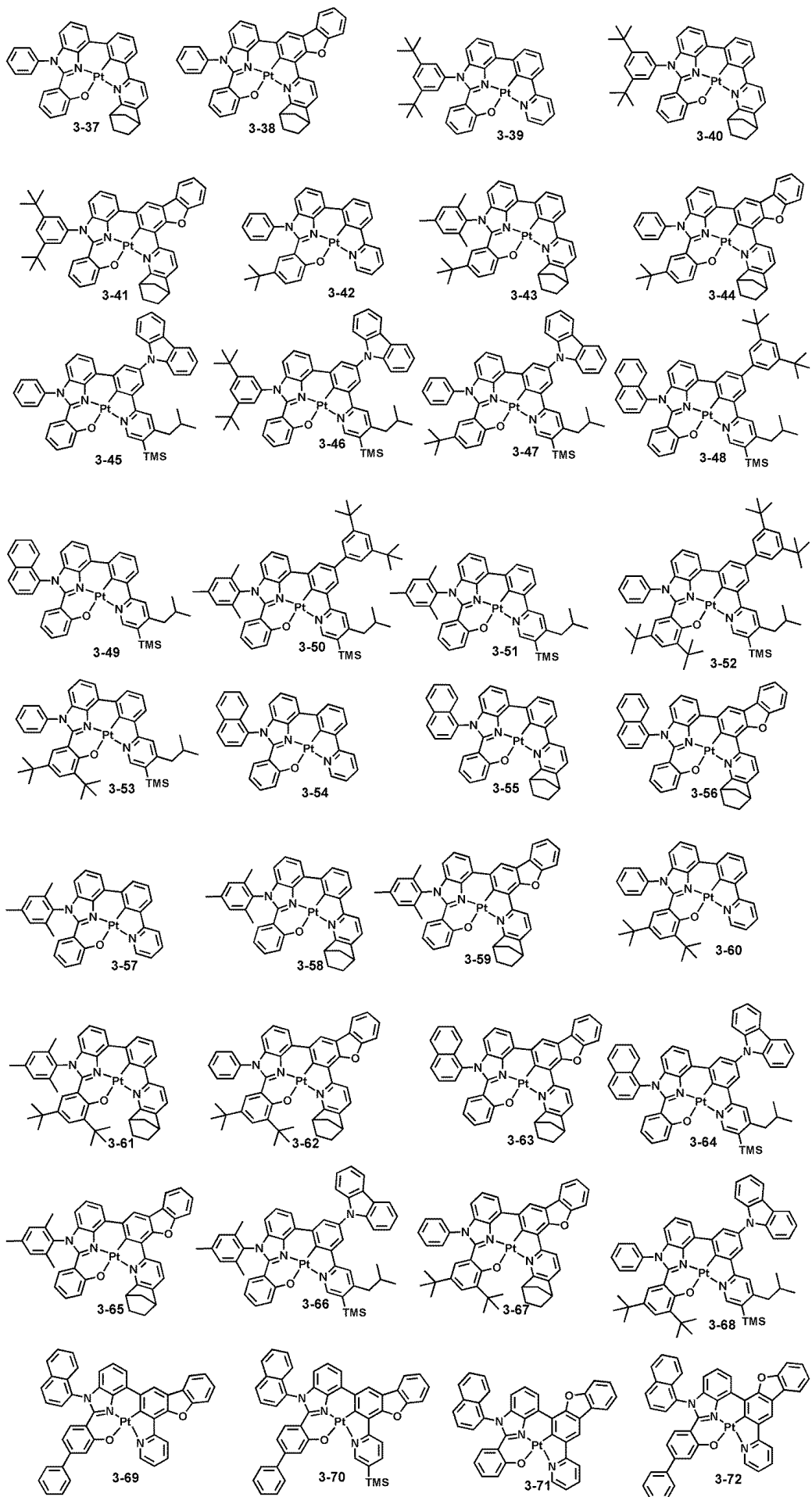


[0167]



[0168]

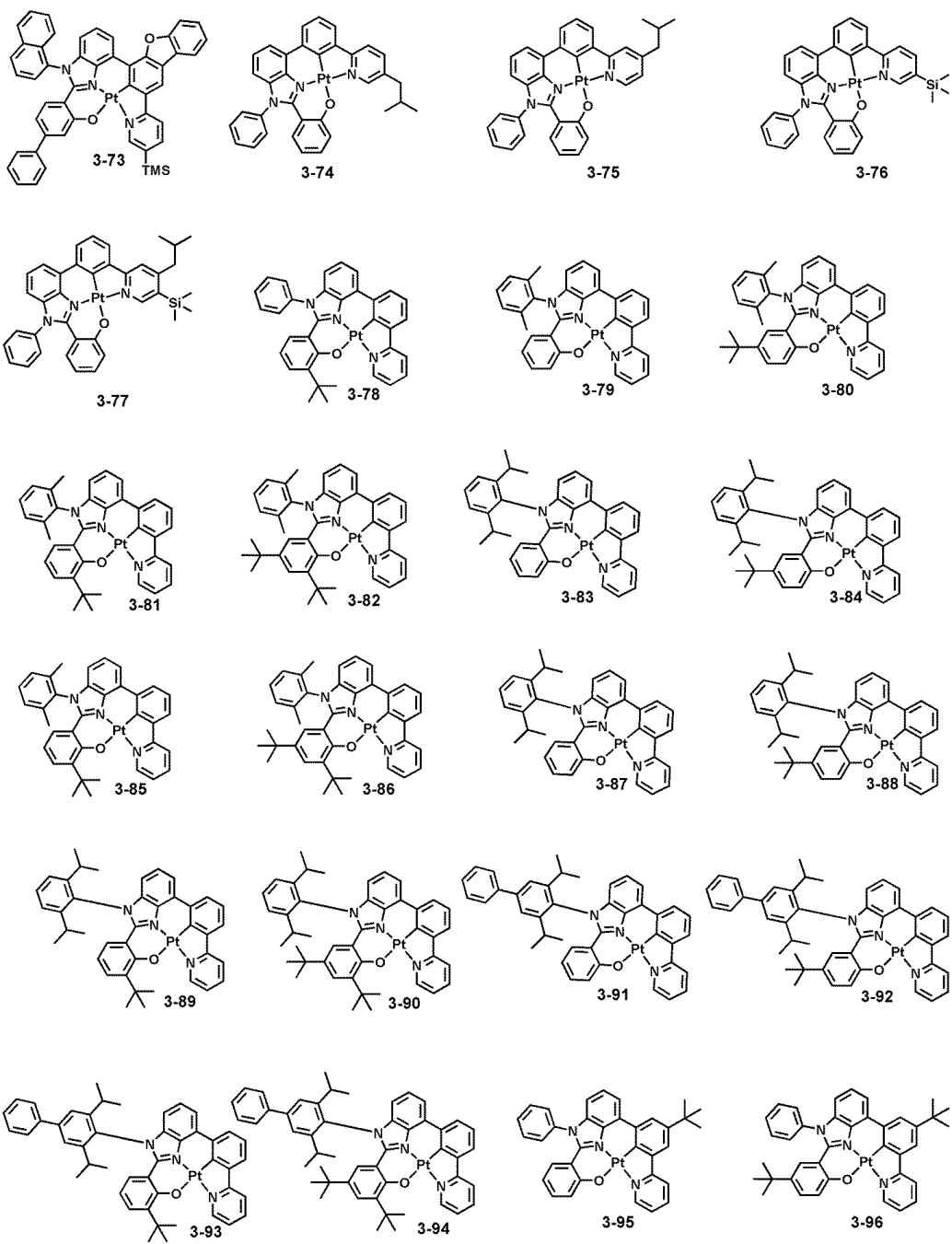




[0172]

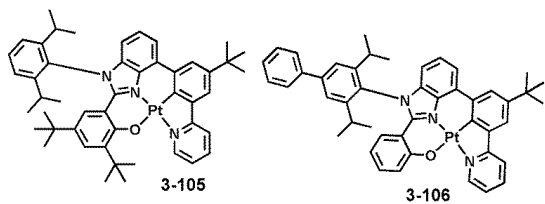
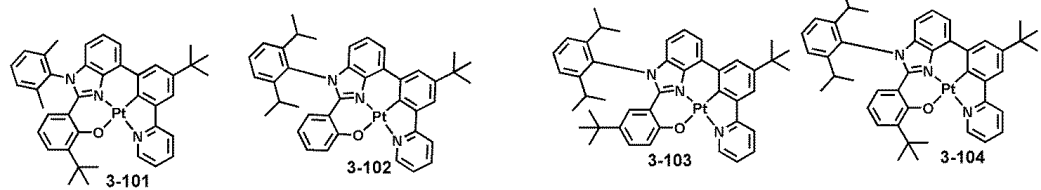
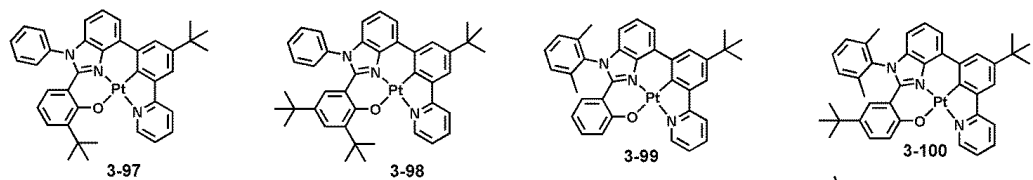
[0173]

[0174]

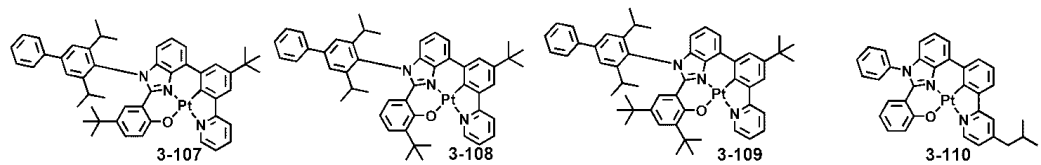


[0175]

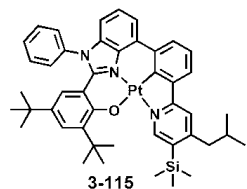
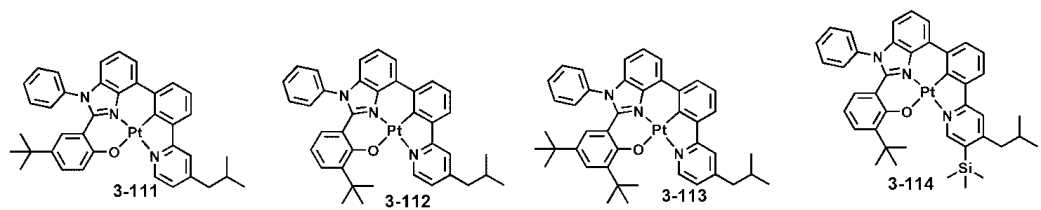
[0176]



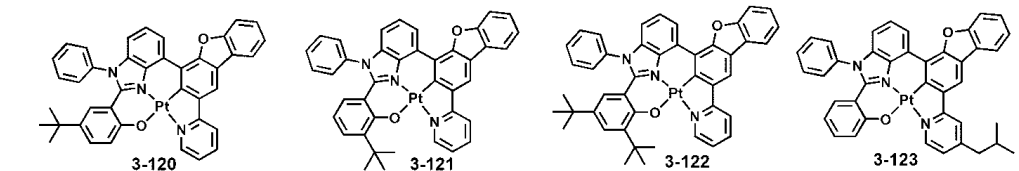
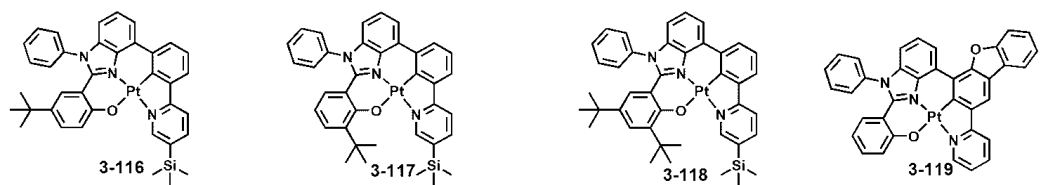
[0177]



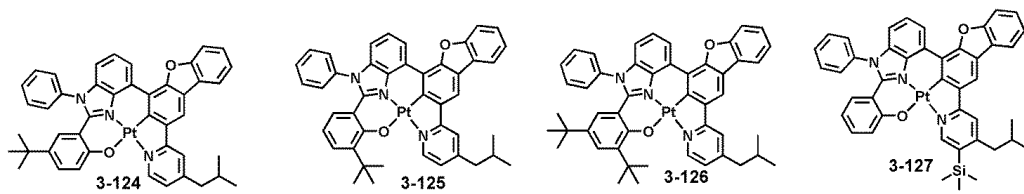
[0178]



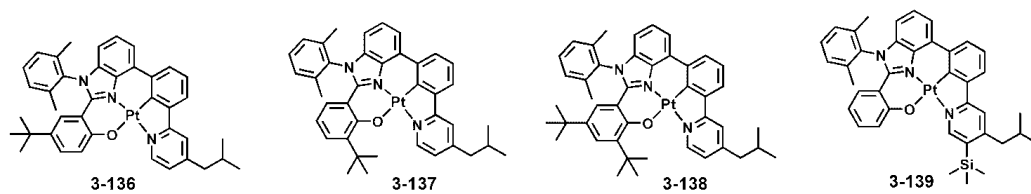
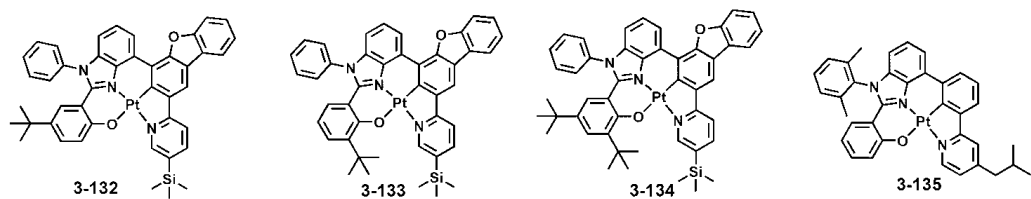
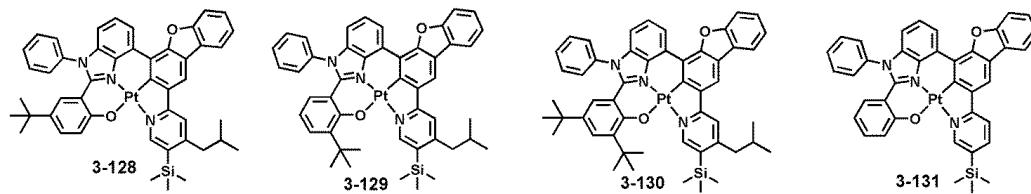
[0179]



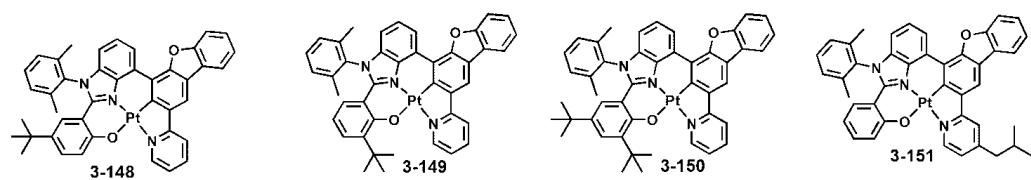
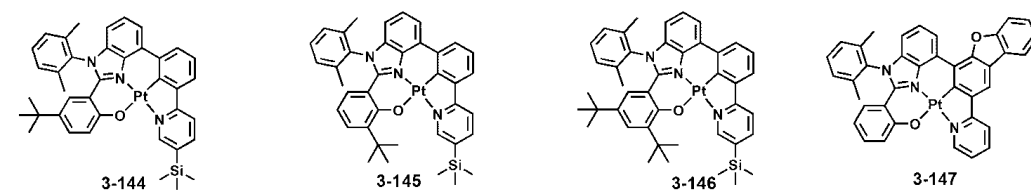
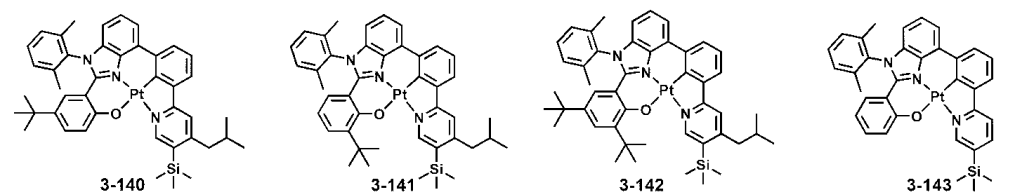
[0180]



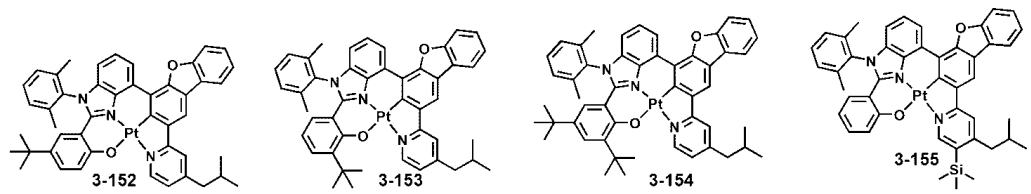
[0181]

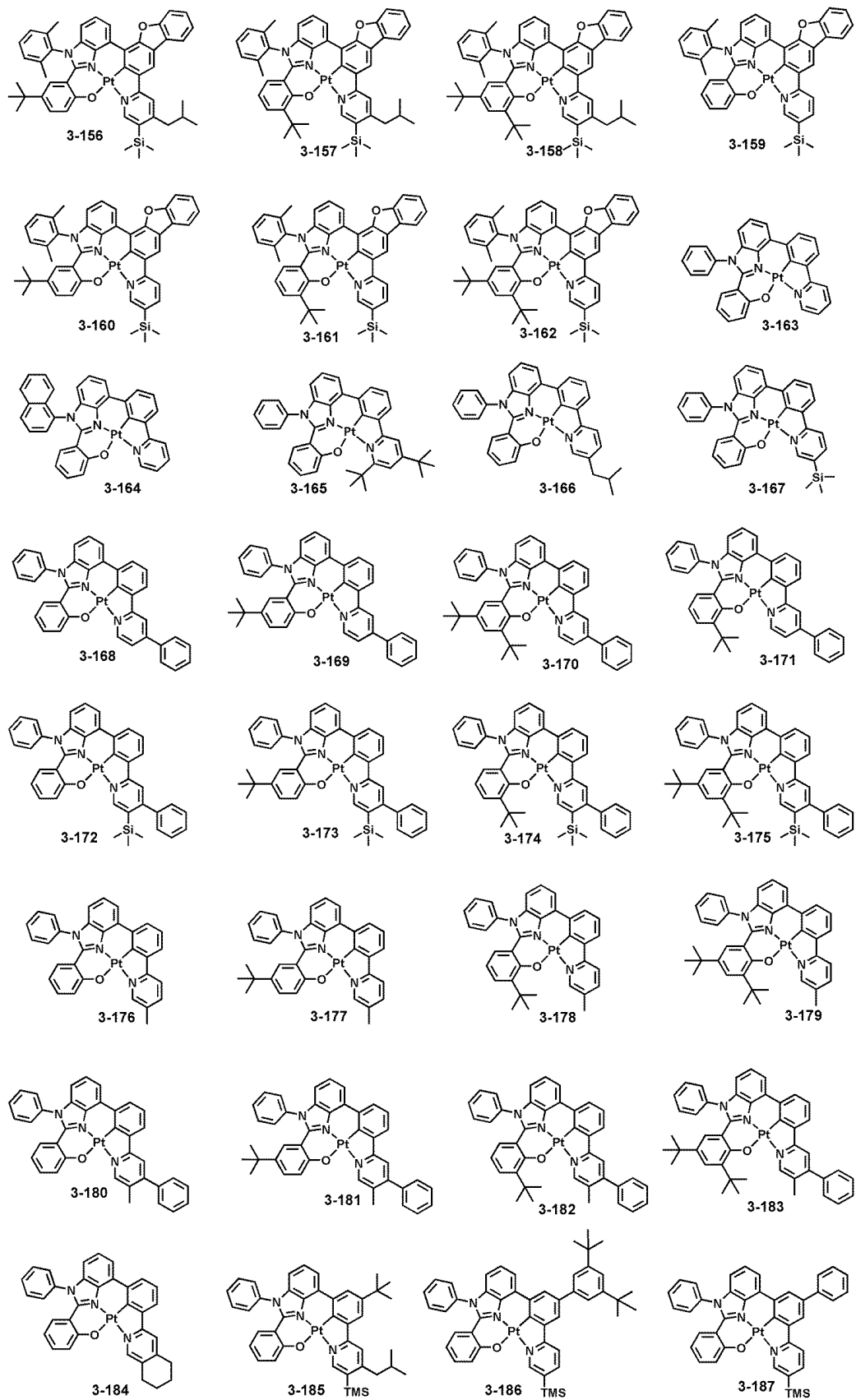


[0182]



[0183]

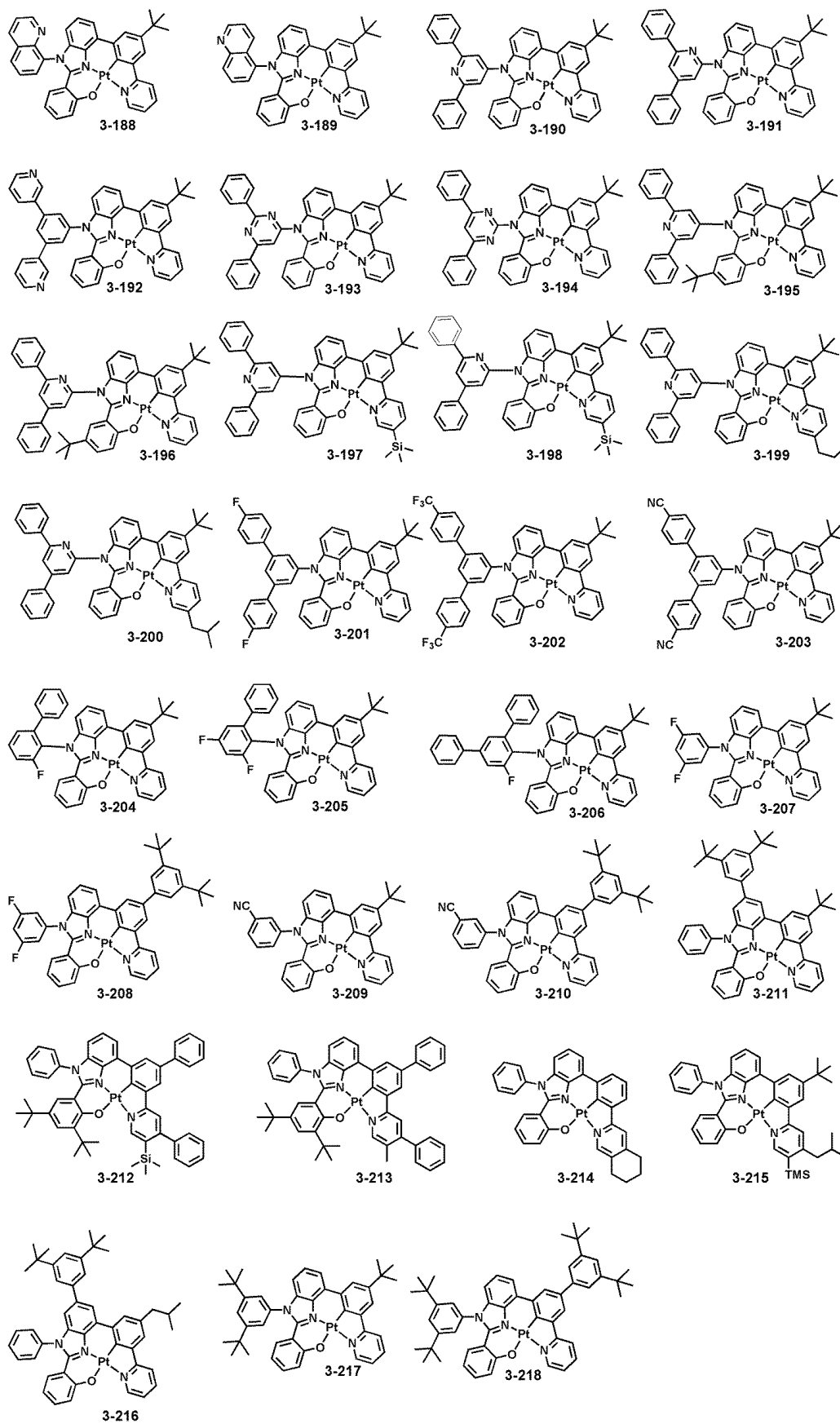




[0184]

[0185]

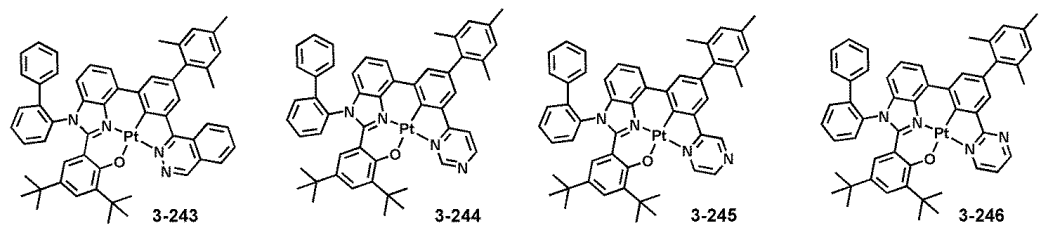
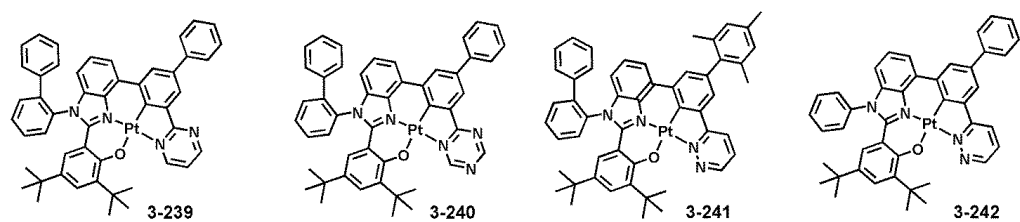
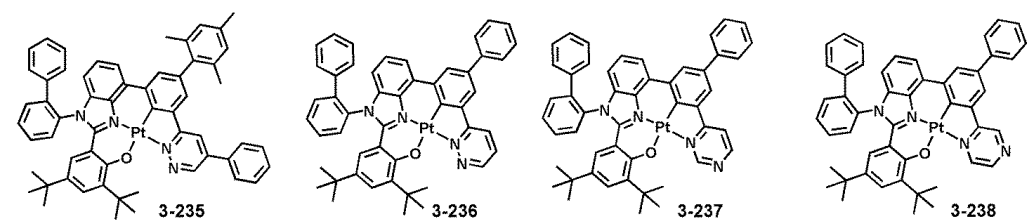
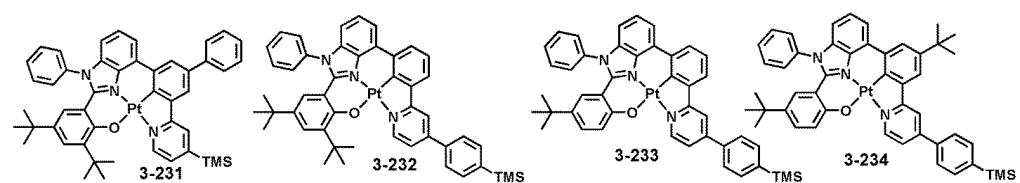
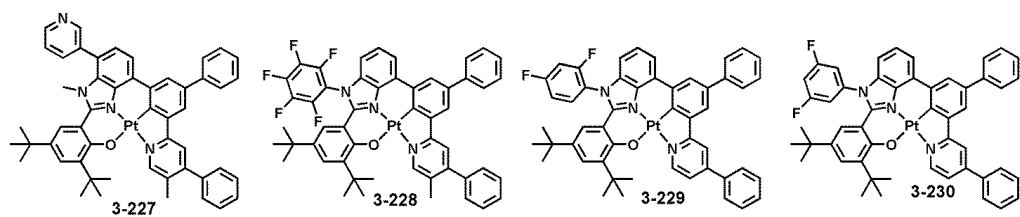
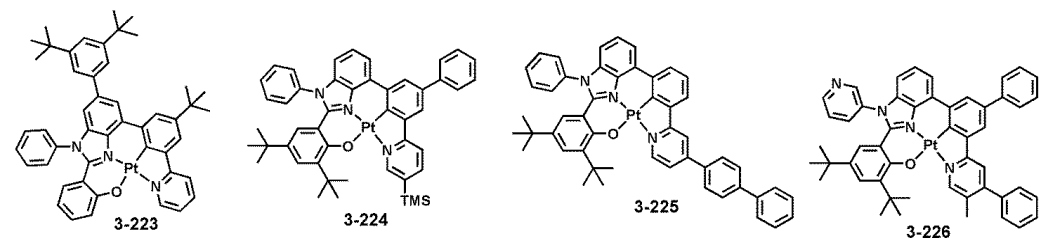
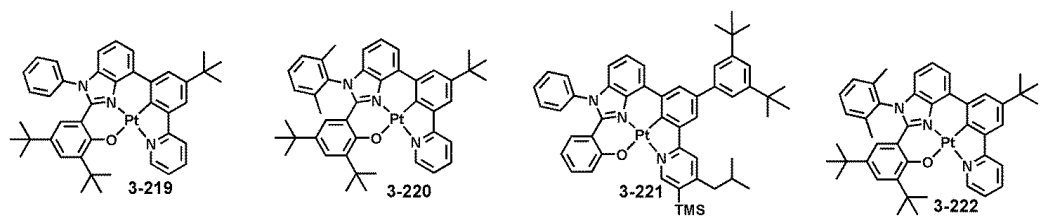
[0186]

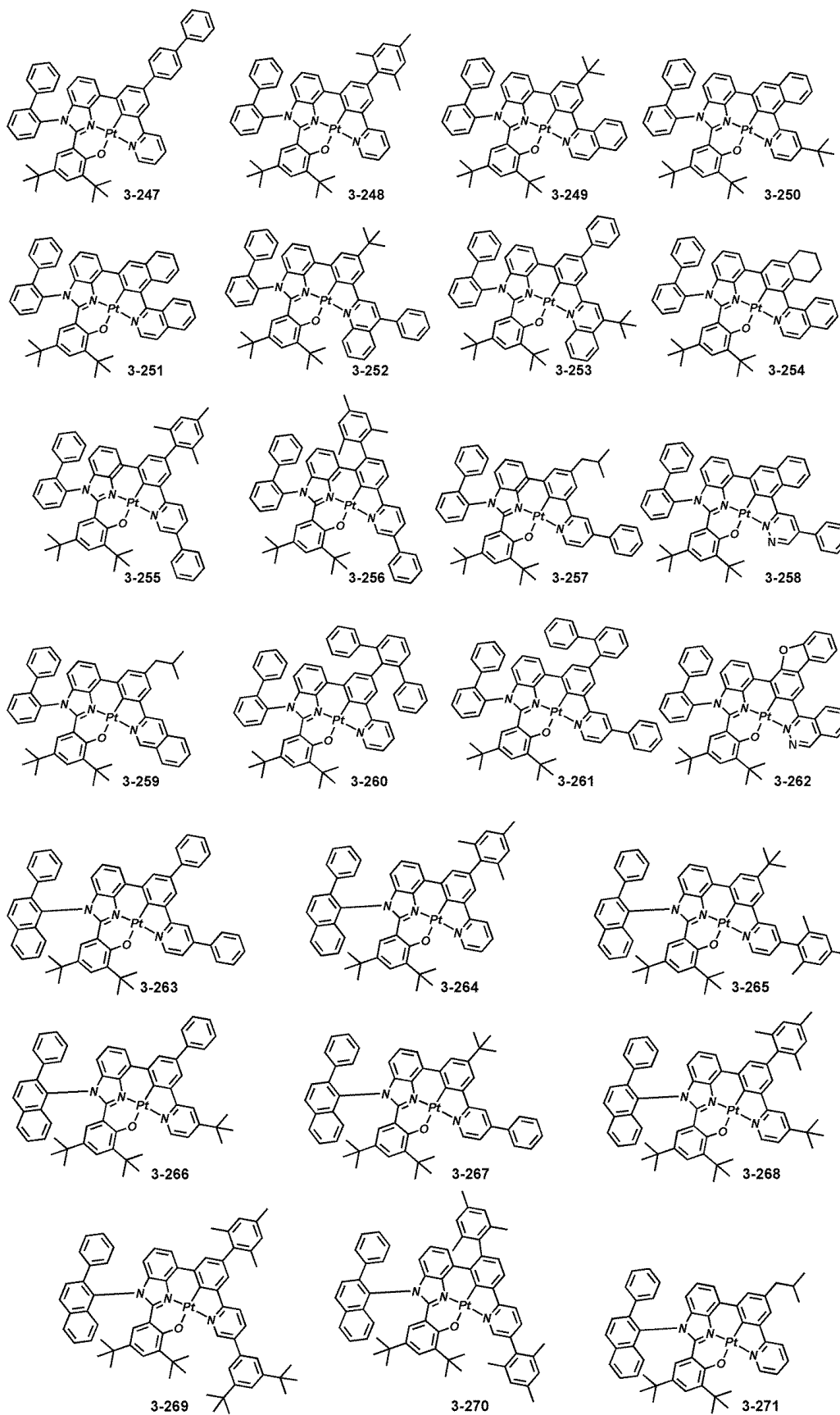


[0187]

[0188]

[0189]

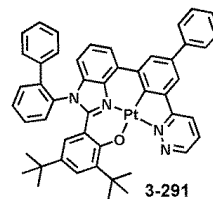
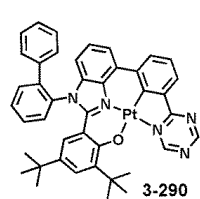
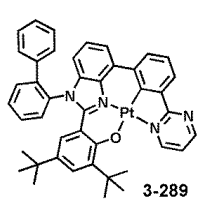
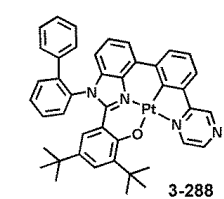
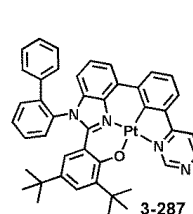
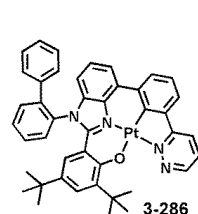
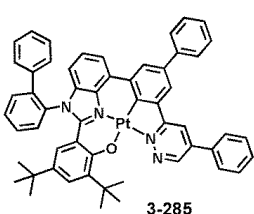
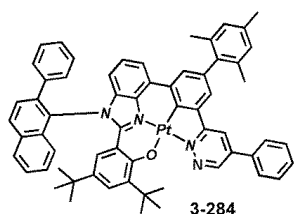
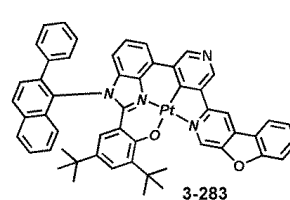
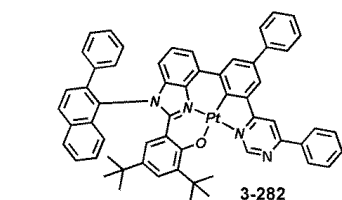
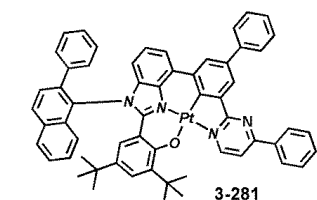
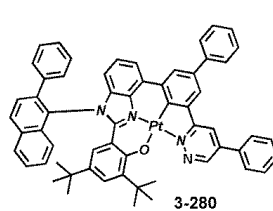
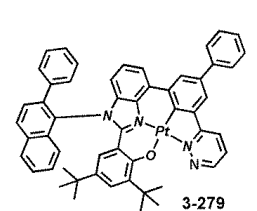
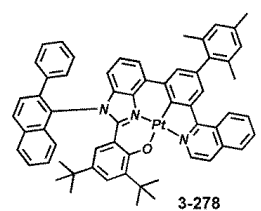
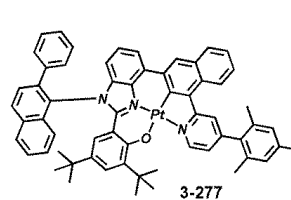
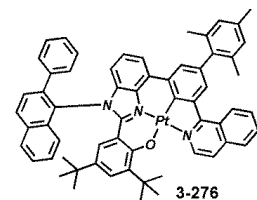
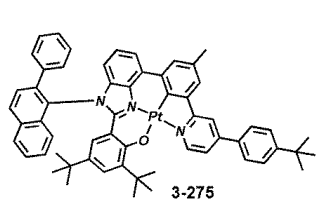
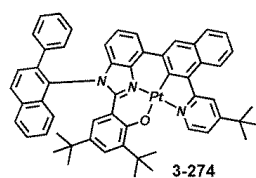
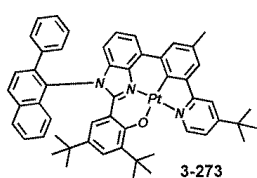
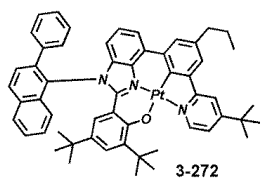




[0193]

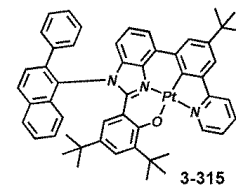
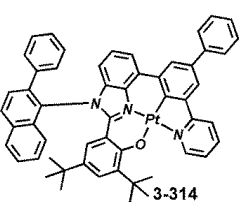
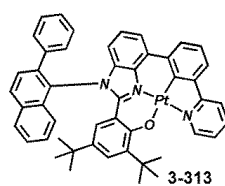
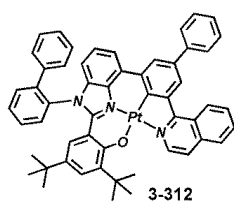
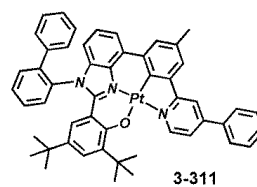
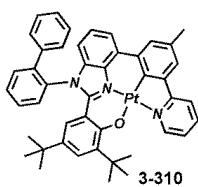
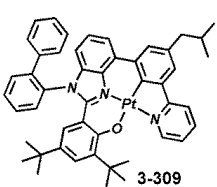
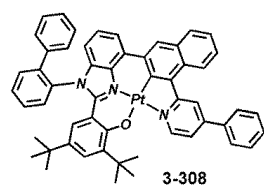
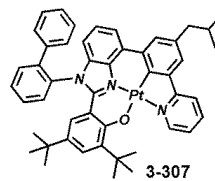
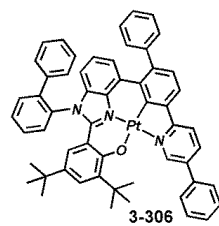
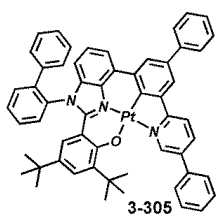
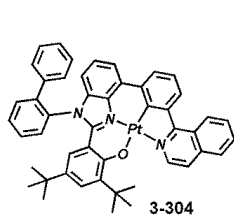
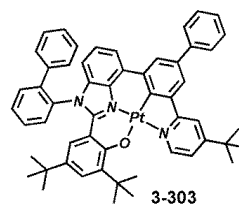
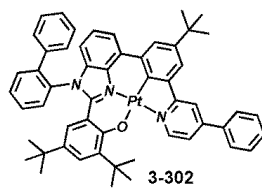
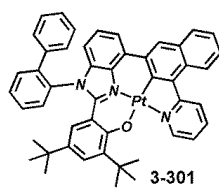
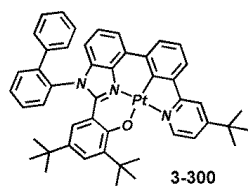
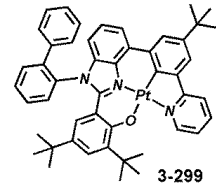
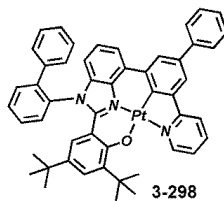
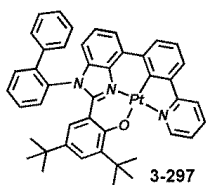
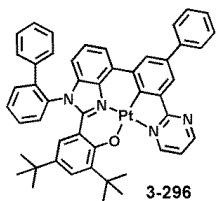
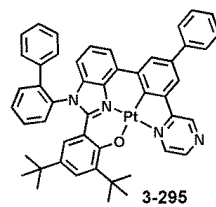
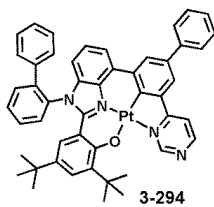
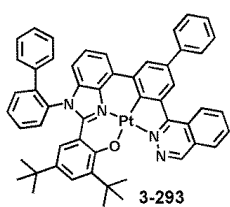
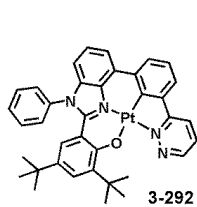
[0194]

[0195]



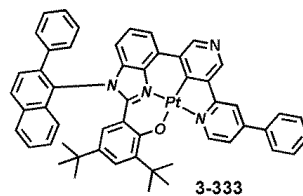
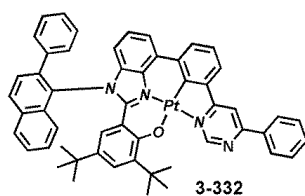
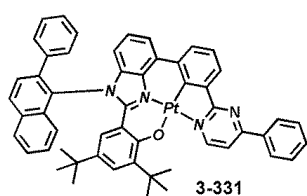
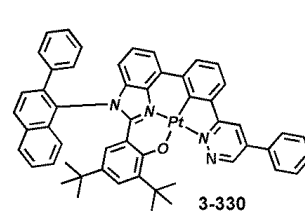
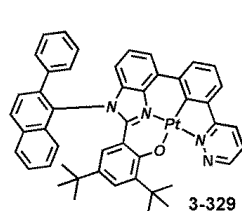
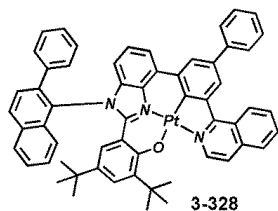
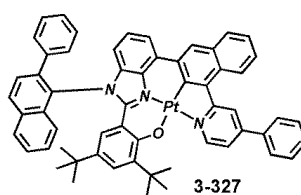
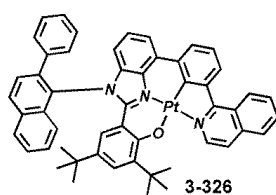
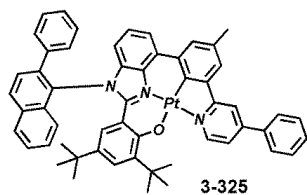
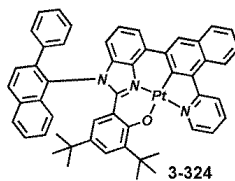
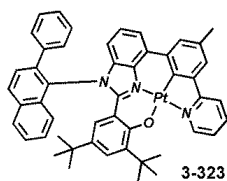
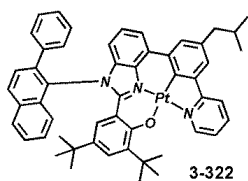
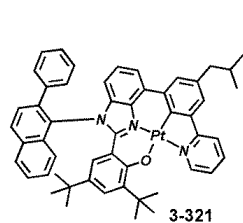
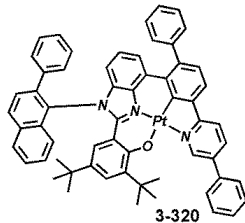
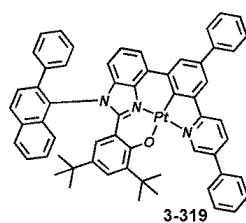
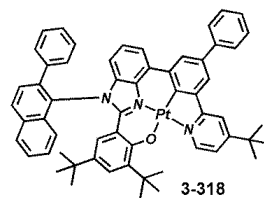
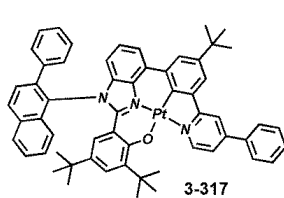
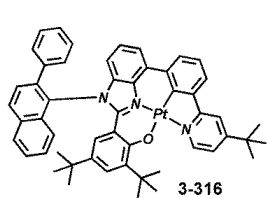
[0196]

[0197]



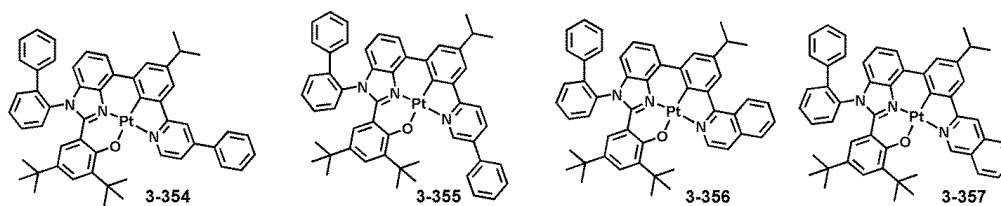
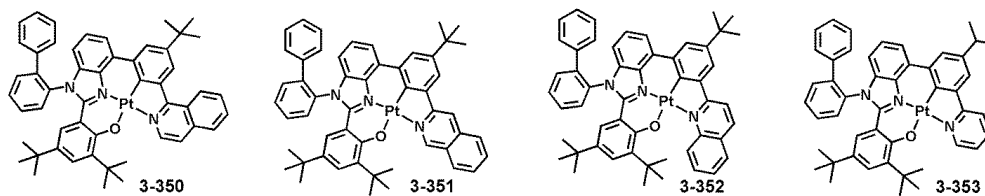
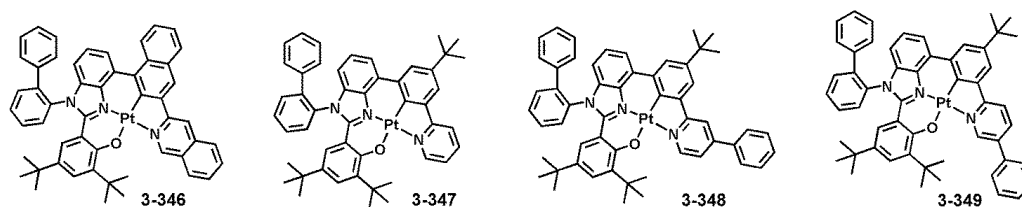
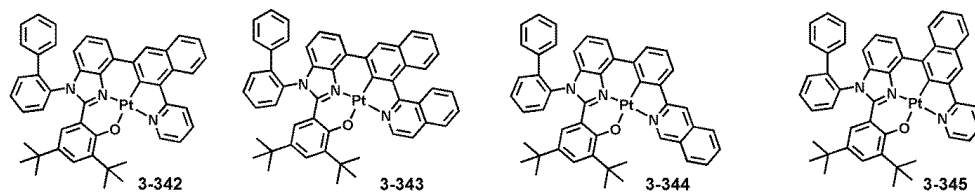
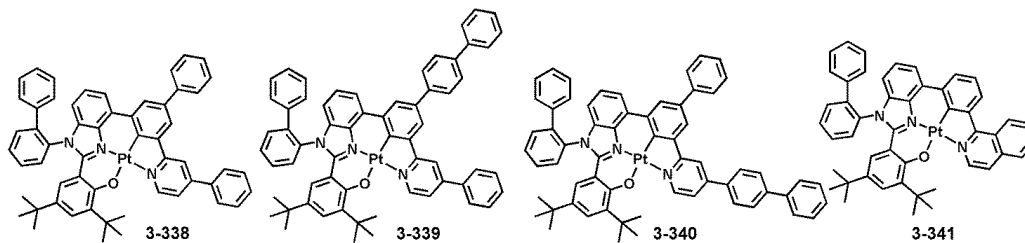
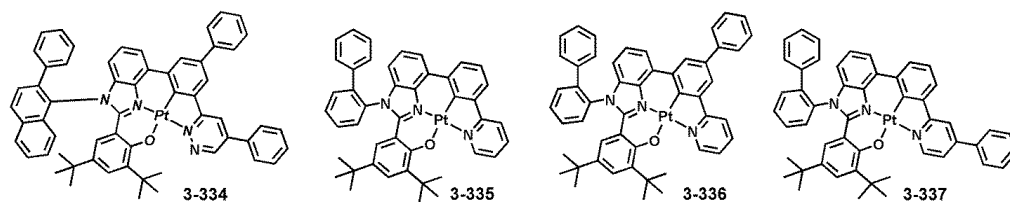
[0198]

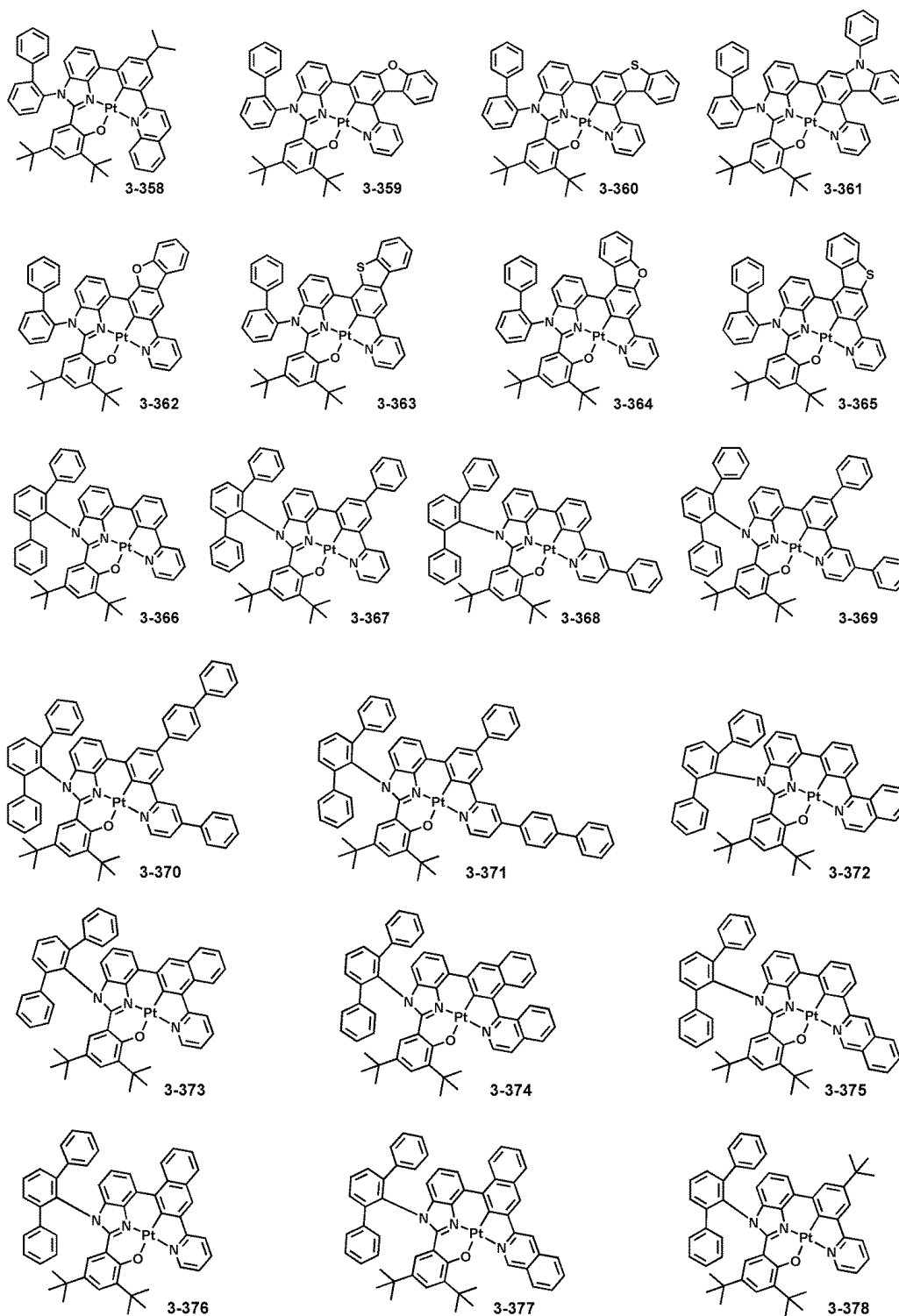
[0199]



[0200]

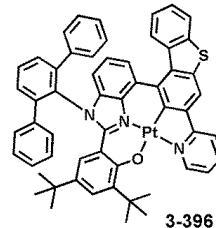
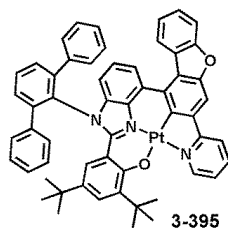
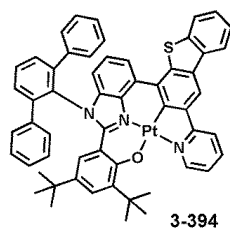
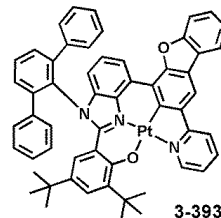
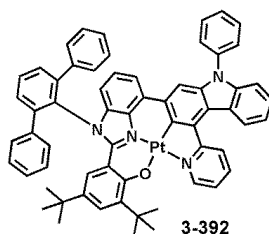
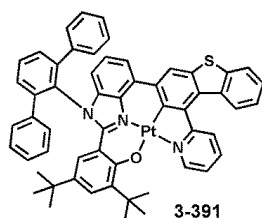
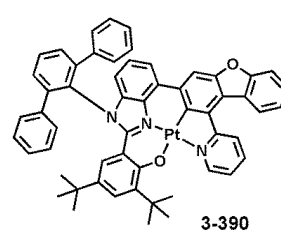
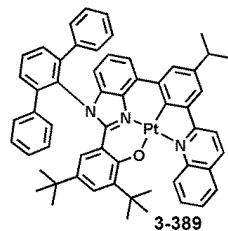
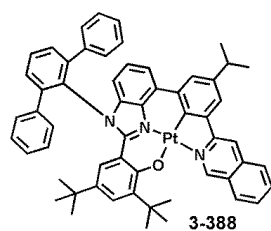
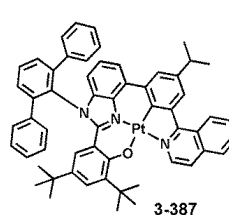
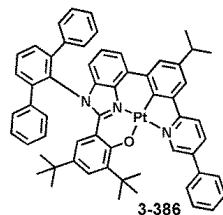
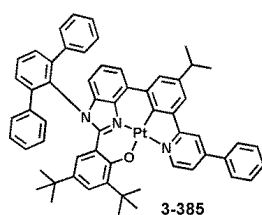
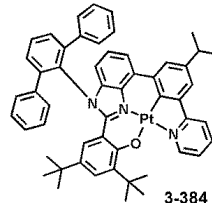
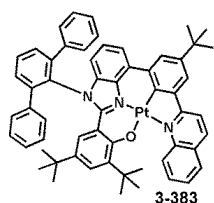
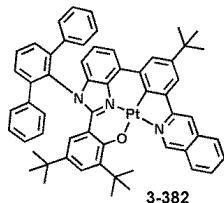
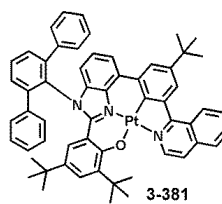
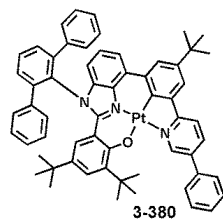
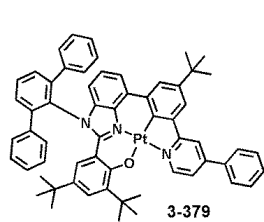
[0201]





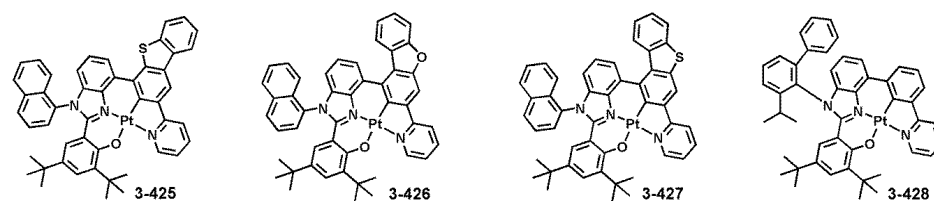
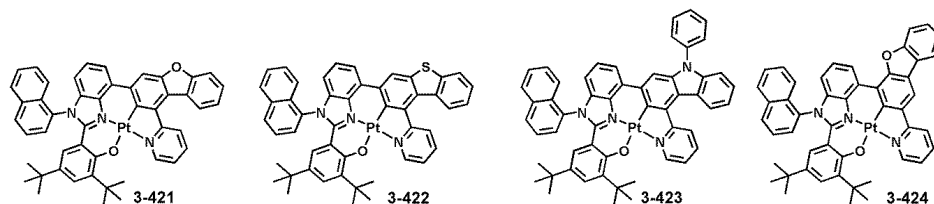
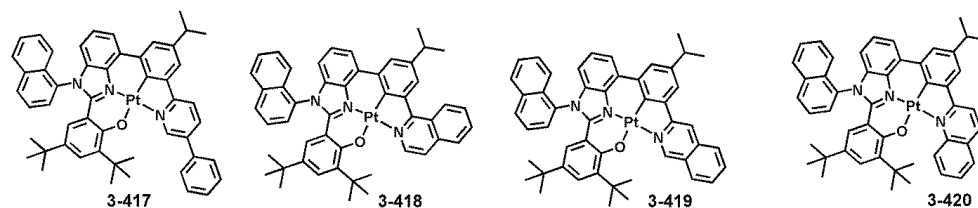
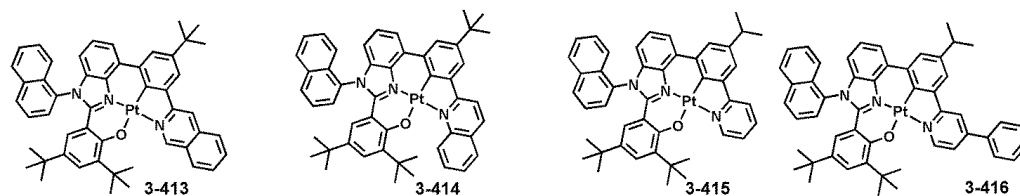
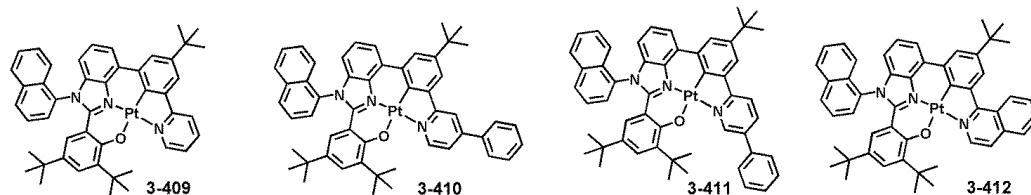
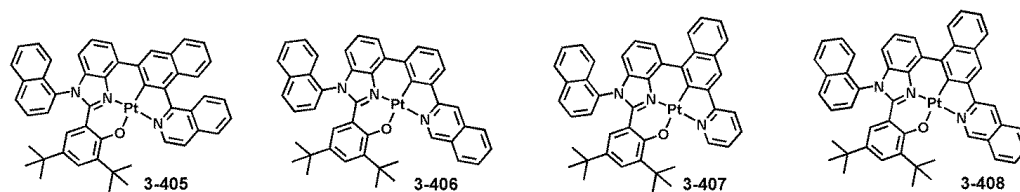
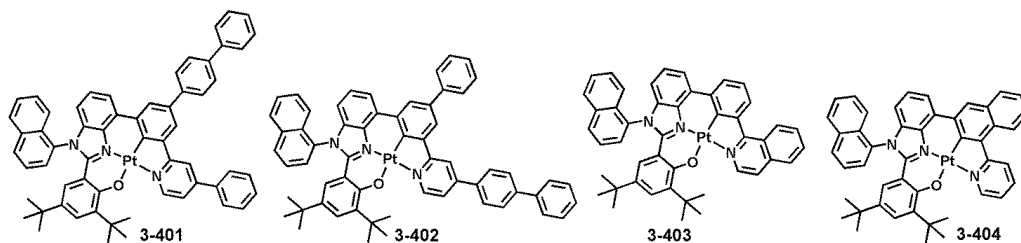
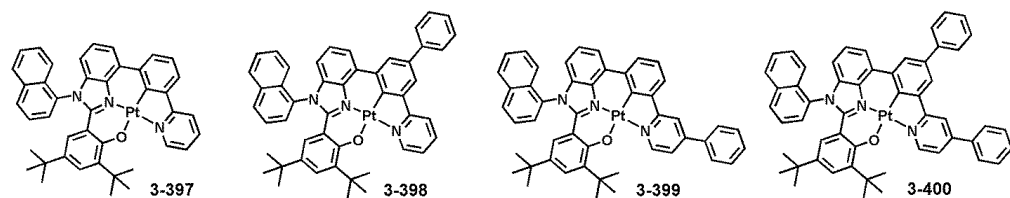
[0204]

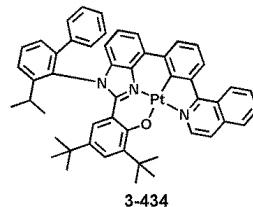
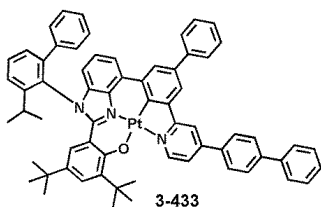
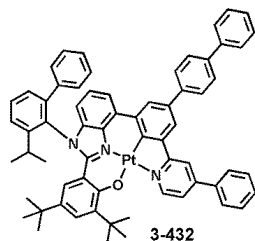
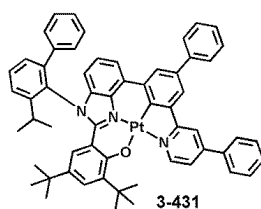
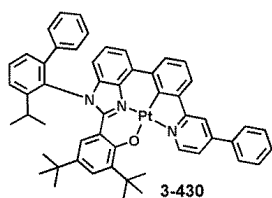
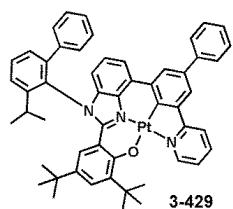
[0205]



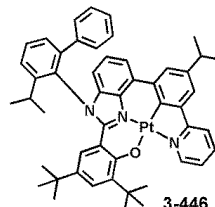
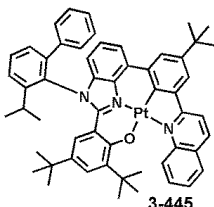
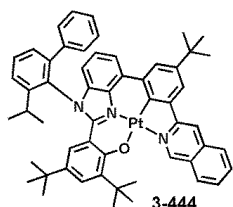
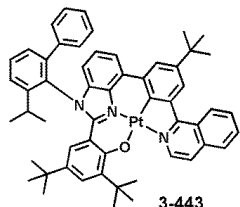
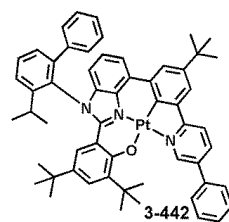
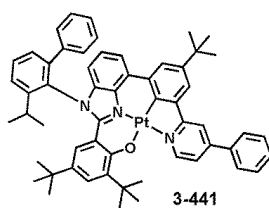
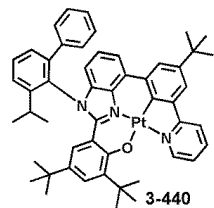
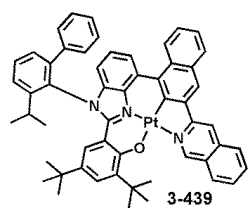
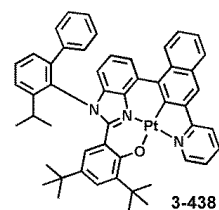
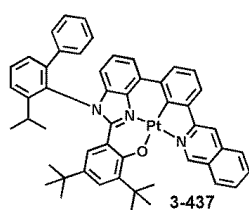
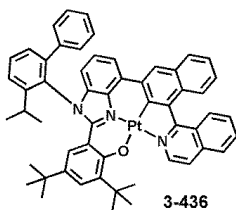
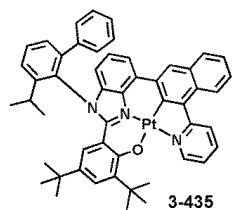
[0206]

[0207]

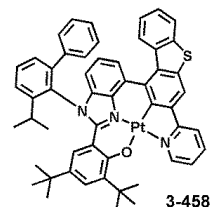
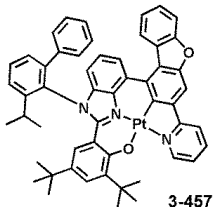
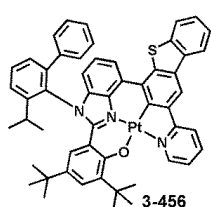
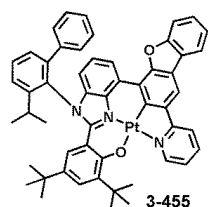
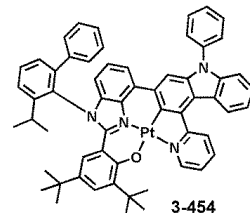
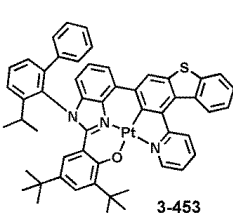
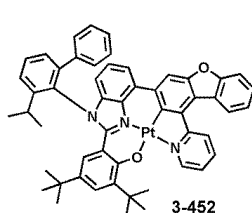
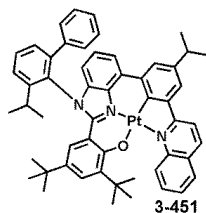
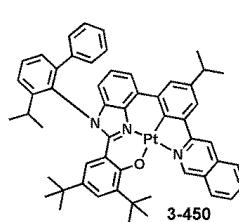
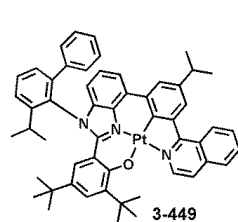
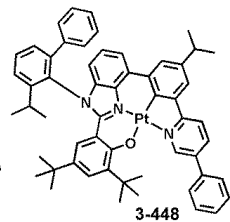
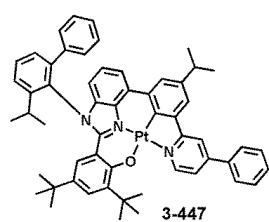




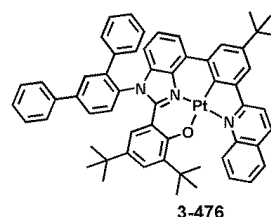
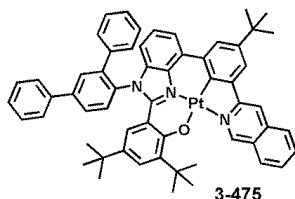
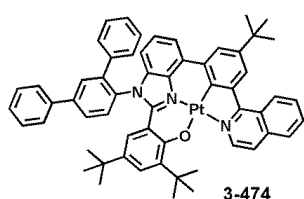
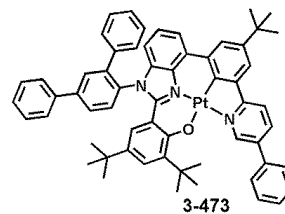
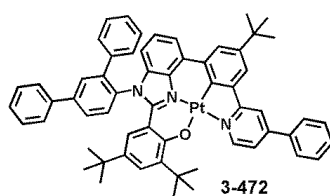
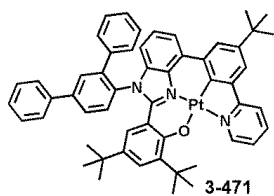
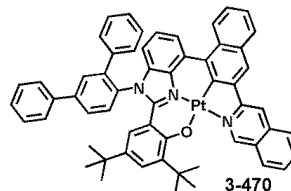
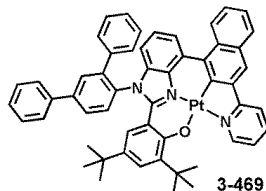
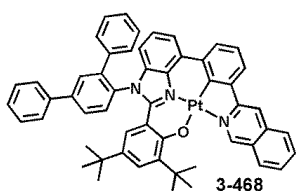
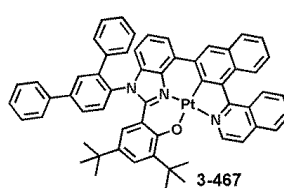
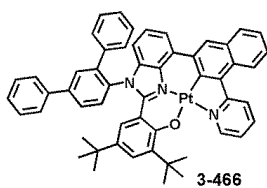
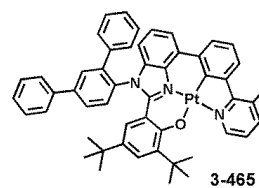
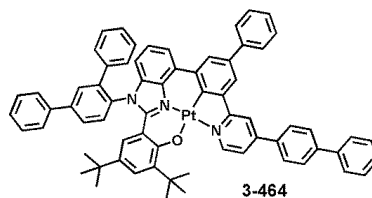
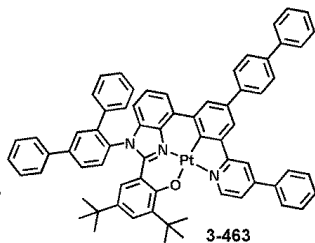
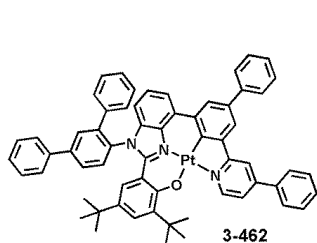
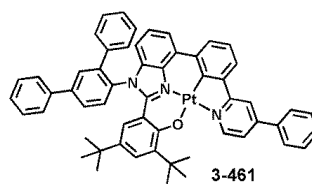
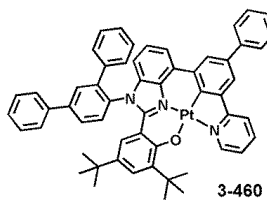
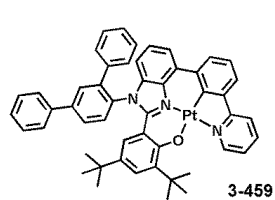
[0211]



[0212]

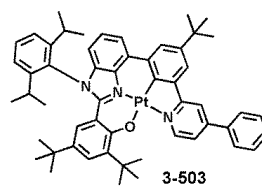
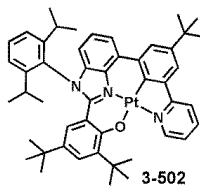
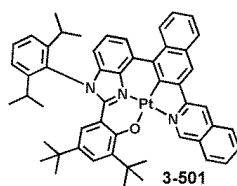
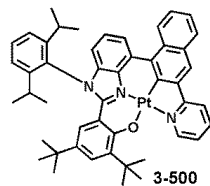
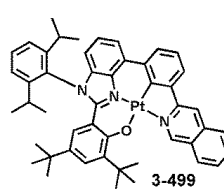
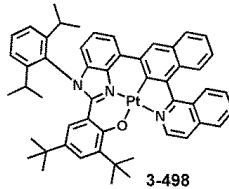
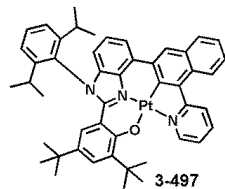
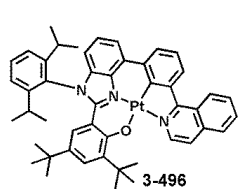
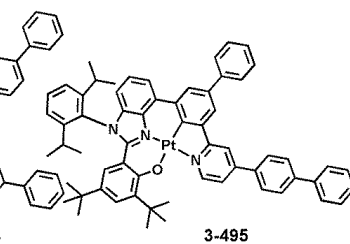
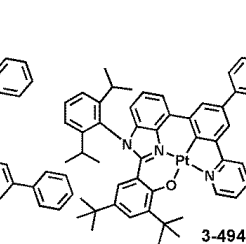
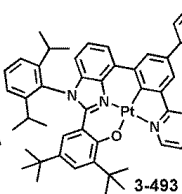
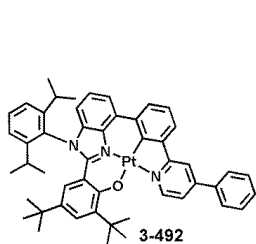
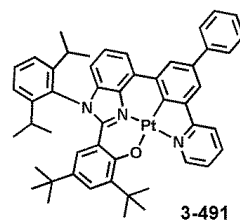
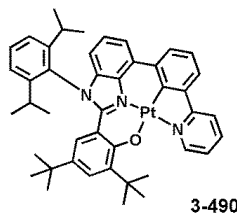
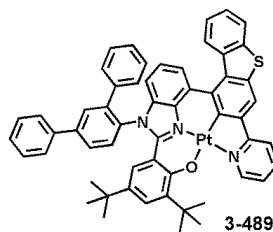
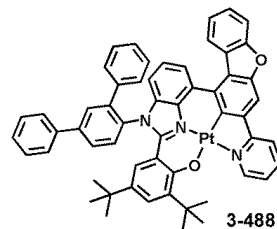
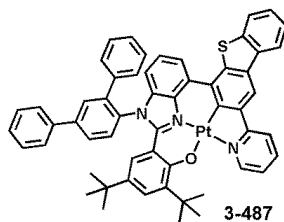
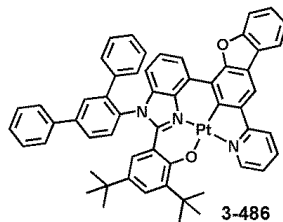
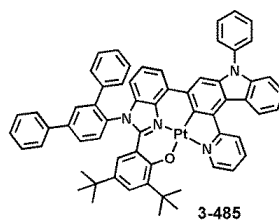
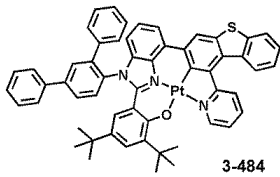
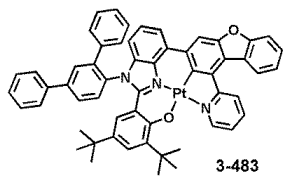
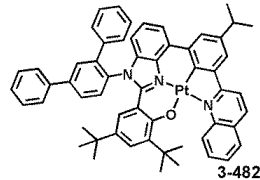
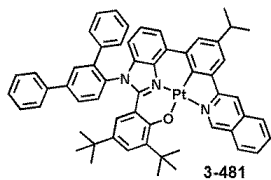
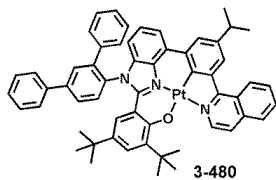
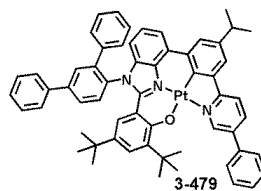
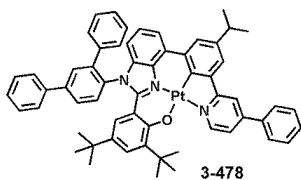
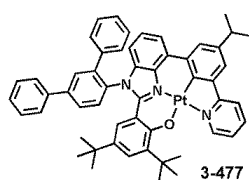


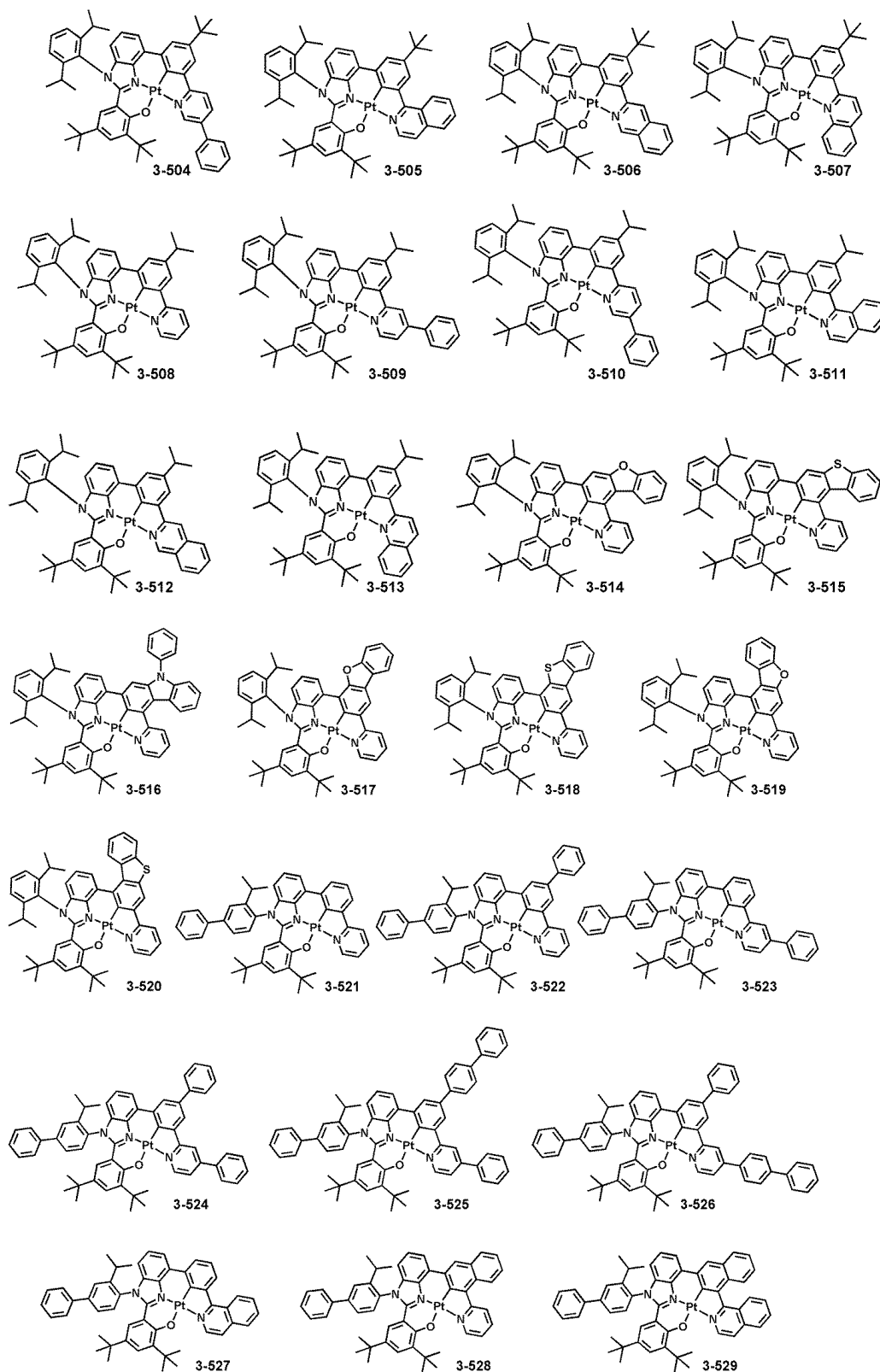
[0213]



[0214]

[0215]

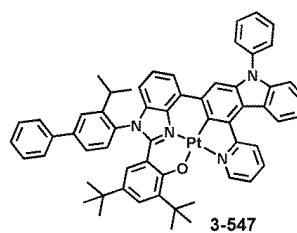
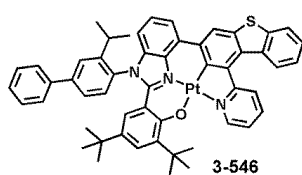
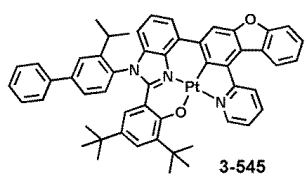
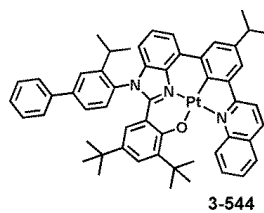
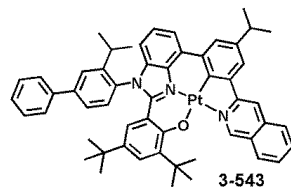
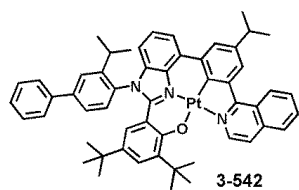
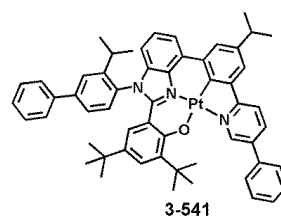
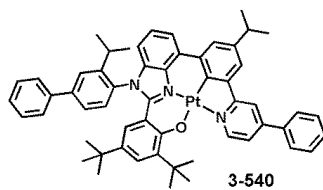
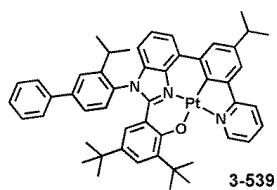
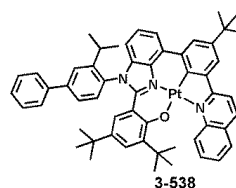
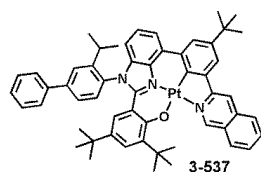
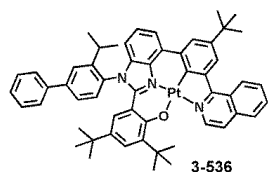
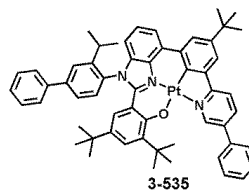
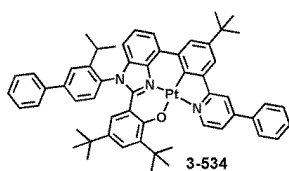
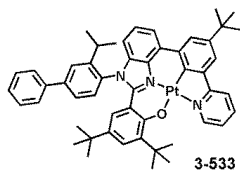
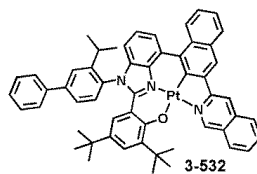
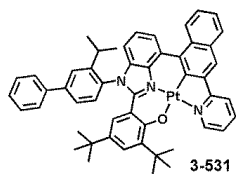
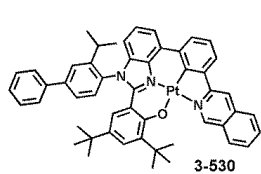




[0219]

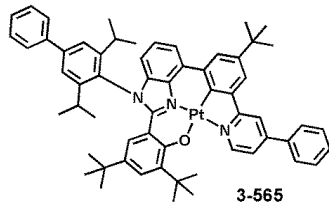
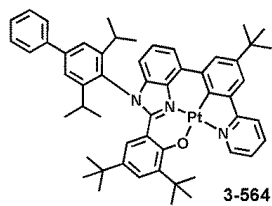
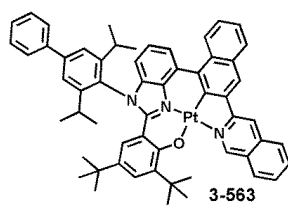
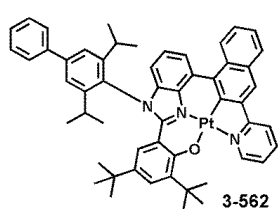
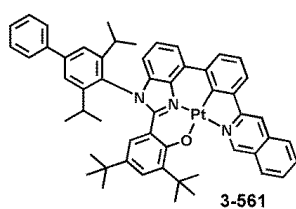
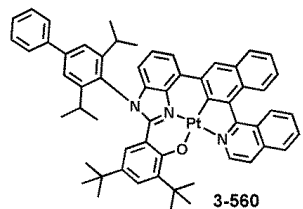
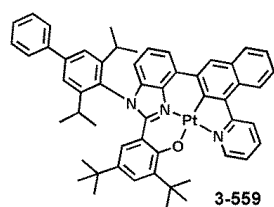
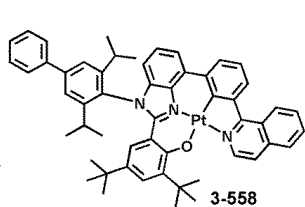
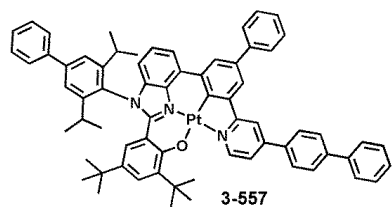
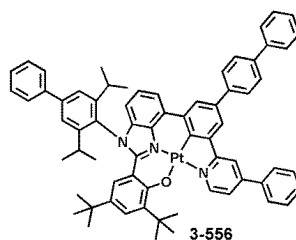
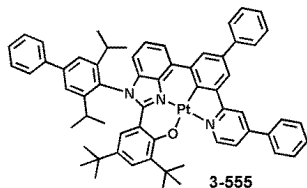
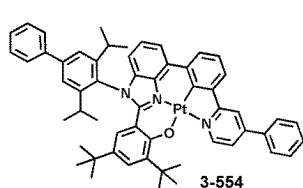
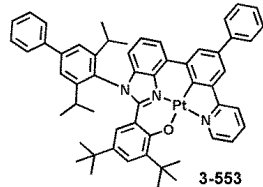
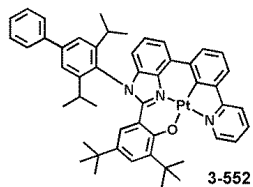
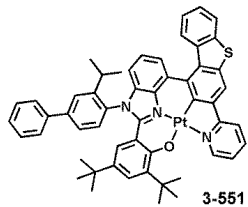
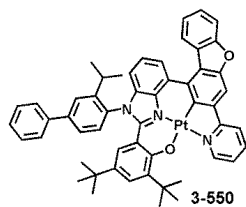
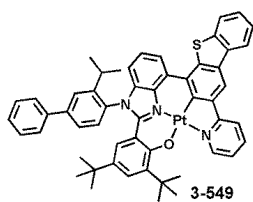
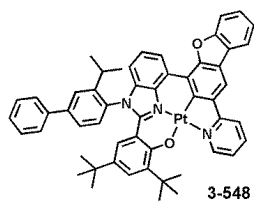
[0220]

[0221]



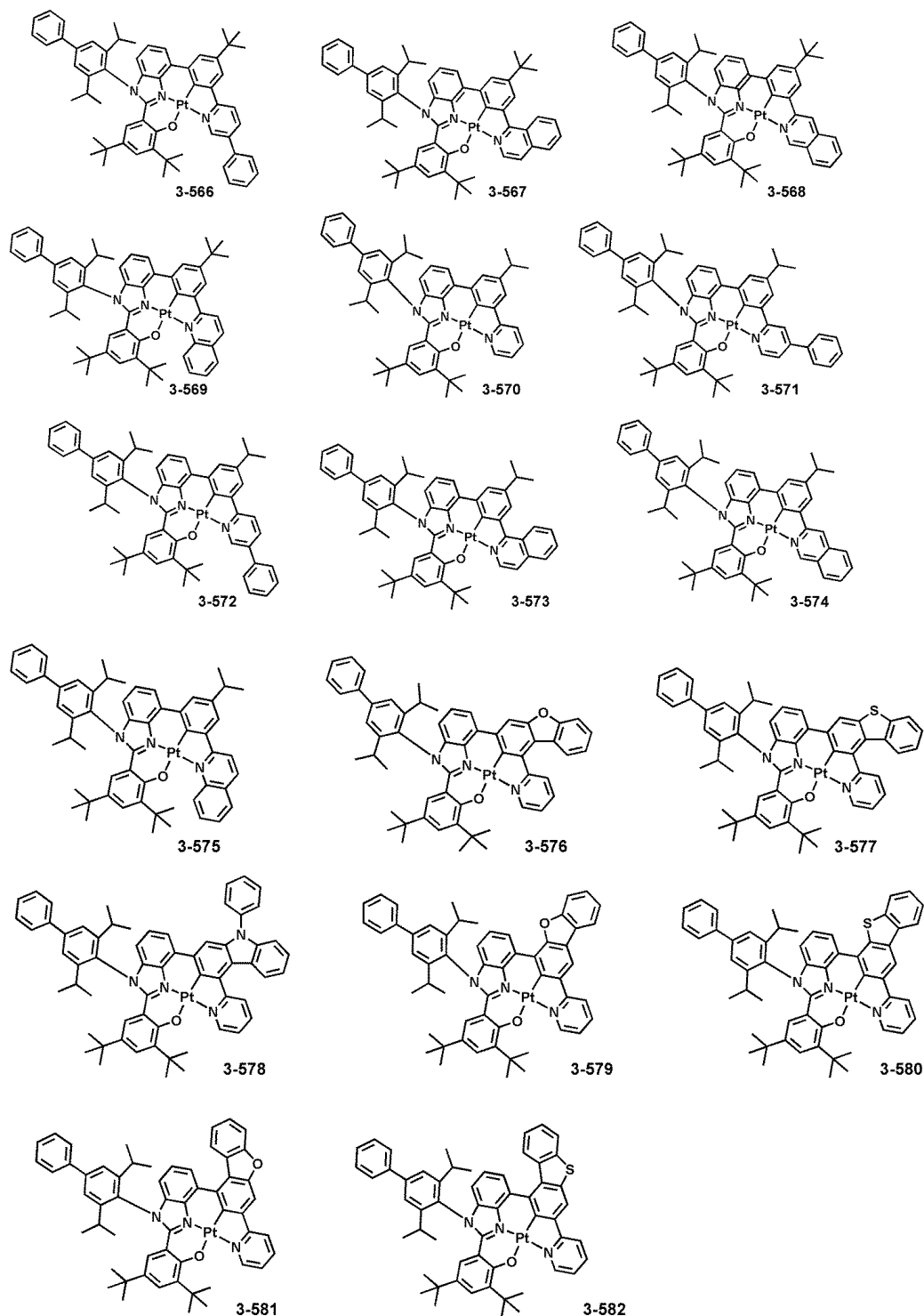
[0222]

[0223]



[0224]

[0225]



이상에서는 녹색 발광유닛(녹색 유기발광소자)(30)의 발광층이 인광성 발광 물질을 포함하는 경우에 대해서 주로 설명하였지만, 본원은 이에 한정되지 않는다. 녹색 발광유닛(녹색 유기발광소자)(30)의 발광층은 TADF(thermally activated delayed fluorescence) 도펀트를 포함할 수 있다. TADF 도펀트는 thermally assisted delayed fluorescence 도펀트라고 할 수도 있다. 이 경우, 고효율의 지연 형광(delayed fluorescence) 방출이 가능할 수 있다.

녹색 발광유닛(녹색 유기발광소자)(30)의 발광층은 전술한 인광성 발광 물질을 포함할 수 있지만, 본원은 이에 한정되지 않는다. 상기 발광층은 전술한 인광성 발광 물질 이외에 다른 인광 물질을 포함할 수도 있다. 또한, 녹색 발광유닛(30)의 발광층은 형광 발광 물질을 포함할 수 있다. 기존 OLED에 사용되는 모든 녹색 형광 물질을 본원의 녹색 발광층 물질로 적용할 수 있다. 녹색을 발광하기 위한 형광성 발광 물질은 잘 알려진바, 이에 대한 상세한 설명은 배제한다.

- [0230] 한편, 본원 실시예에서 청색 발광유닛(20, 40)의 발광층은 청색을 발광하기 위한 형광성 발광 물질 및/또는 인광성 발광 물질을 포함할 수 있다. 종래의 OLED에 사용되는 모든 청색 형광/인광 물질을 본원의 청색 발광층 물질로 적용할 수 있다. 청색을 발광하기 위한 형광성 발광 물질 및 인광성 발광 물질은 잘 알려진바, 이에 대한 상세한 설명은 배제한다.
- [0231] 도 12는 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 Green-QD 함유 색변환요소 및 Red-QD 함유 색변환요소의 파장에 따른 PL(photoluminescence) 양자 수율(quantum yield)(%)을 보여주는 그래프이다.
- [0232] 도 12를 참조하면, Green-QD 함유 색변환요소는 대략 녹색 파장 영역까지 PL 양자 수율이 나타나고, Red-QD 함유 색변환요소는 대략 적색 파장 영역까지 PL 양자 수율이 나타나는 것을 알 수 있다. 상기 Green-QD 함유 색변환요소 및 Red-QD 함유 색변환요소는 각각 도 1의 제1 색조절요소(70a) 및 제2 색조절요소(70b)에 적용될 수 있다.
- [0233] 도 13은 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 Green-QD 함유 색변환요소 및 Red-QD 함유 색변환요소의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0234] 도 13을 참조하면, Green-QD 함유 색변환요소는 대략 녹색 영역에 대응하는 파장부터 높은 투과율이 나타나고, Red-QD 함유 색변환요소는 대략 적색 영역에 대응하는 파장부터 높은 투과율이 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0235] 도 14는 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 OLED 기관(광원)의 발광 스펙트럼을 보여주는 그래프이다. 여기서, OLED 기관(광원)은 도 1의 OLED 기관(100) 또는 도 9의 OLED 기관(101)에 대응되는 것으로, 청색광과 녹색광이 혼합된 광을 발생하도록 구성된다.
- [0236] 도 14를 참조하면, 실시예에 따른 OLED 기관(광원)은 주로 청색 파장 영역 및 녹색 파장 영역의 광을 발생하고, 청색과 녹색의 중간 영역에 해당하는 광도 발생하는 것을 알 수 있다.
- [0237] 도 15는 실시예에 따른 것으로, OLED 기관(광원)에서 발생된 광이 Green-QD 함유 색변환요소를 통과한 후의 발광 스펙트럼을 보여주는 그래프이다. 도 15에 나타난 바와 같이, OLED 기관(광원)에서 발생된 광이 Green-QD 함유 색변환요소를 통과한 후, 녹색 파장 영역의 광이 강해진 것을 알 수 있다. 청색 파장 영역의 광이 일부 남아 있을 수 있지만, 잔류 청색광은 도 1의 제1 칼라필터(80a)에 의해 차단될 수 있다.
- [0238] 도 16은 실시예에 따른 것으로, OLED 기관(광원)에서 발생된 광이 Red-QD 함유 색변환요소를 통과한 후의 발광 스펙트럼을 보여주는 그래프이다. 도 16에 나타난 바와 같이, OLED 기관(광원)에서 발생된 광이 Red-QD 함유 색변환요소를 통과한 후, 적색 파장 영역의 광이 강해진 것을 알 수 있다. 청색 파장 영역 및 녹색 파장 영역의 광이 일부 남아 있을 수 있지만, 잔류 청색광 및 녹색광은 도 1의 제2 칼라필터(80b)에 의해 차단될 수 있다.
- [0239] 도 17은 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 흡수형 칼라필터의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다. 흡수형 Red-칼라필터, 흡수형 Green-칼라필터 및 흡수형 Blue-칼라필터 각각에 대한 결과가 포함되어 있다. 흡수형 Green-칼라필터, 흡수형 Red-칼라필터 및 흡수형 Blue-칼라필터는, 예컨대, 도 4의 제1 칼라필터(75a), 제2 칼라필터(75b) 및 제3 칼라필터(제3 색조절요소)(75c)에 각각 적용될 수 있다.
- [0240] 도 18은 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 컷오프(cut-off) 타입의 칼라필터의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다. 컷오프 타입 Red-칼라필터, 컷오프 타입 Green-칼라필터 및 컷오프 타입 Blue-칼라필터 각각에 대한 결과가 포함되어 있다. 컷오프 타입 Green-칼라필터, 컷오프 타입 Red-칼라필터 및 컷오프 타입 Blue-칼라필터는, 예컨대, 도 3의 제1 칼라필터(80a), 제2 칼라필터(80b) 및 제3 칼라필터(80c)에 각각 적용될 수 있다.
- [0241] 도 19는 실시예에 따른 디스플레이 장치에 적용될 수 있는 흡수형 칼라필터의 파장에 따른 투과율(%) 변화를 보여주는 그래프이다. 흡수형 Red-칼라필터(CF-Red), 흡수형 Green-칼라필터(CF-Green) 및 흡수형 Blue-칼라필터(CF-Blue)에 대한 결과가 포함되어 있다. 또한, 흡수형 저반사 Red-칼라필터(저반사 R), 흡수형 저반사 Green-칼라필터(저반사 G) 및 흡수형 저반사 Blue-칼라필터(저반사 B)에 대한 결과도 포함되어 있다. 상기 흡수형 저반사 Red-칼라필터에서 '저반사'의 의미는 상기 흡수형 Red-칼라필터보다 반사율이 상대적으로 작다는 것을 의미한다. 이는 저반사 Green-칼라필터 및 저반사 Blue-칼라필터에 대해서도 마찬가지이다. 칼라필터의 구성을 제어함으로써, 그의 반사율 및 투과율을 적절히 조절할 수 있다. 상기한 흡수형 저반사 Green-칼라필터, 흡수형 저반사 Red-칼라필터 및 흡수형 저반사 Blue-칼라필터 또한 도 4의 제1 칼라필터(75a), 제2 칼라필터(75b) 및 제3 칼라필터(제3 색조절요소)(75c)에 각각 적용할 수 있다. 흡수형 저반사 칼라필터를 사용하면 패널에서의 반사도를 낮출 수 있어 원편광 폴라라이저(polarizer) 없이도 명실 콘트라스트 비(contrast ratio)를 높일 수 있

다.

- [0242] 도 20은 청색광에 대하여 광산란제를 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 스펙트럴 래디언스(spectral radiance)의 차이를 보여주는 그래프이다.
- [0243] 도 20을 참조하면, 광산란제를 적용하지 않은 경우(Before 산란제), 광이 잘 분산되지 않아 다수의 피크(peak)가 발생하는 것을 알 수 있다. 광산란제를 적용한 경우(After 산란제), 광이 잘 분산되기 때문에, 상대적으로 부드러운 곡선을 갖는 하나의 피크가 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0244] 도 21은 디스플레이 장치를 구성하는 다양한 조건에 따른 전류 효율(cd/A)의 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0245] 도 21을 참조하면, X축의 다양한 조건 중 마지막 조건이 본원 실시예에 해당하는 "B/G/B_QD CF" 조건이다. 이는 B/G/B 탠덤 구조의 OLED 광원을 사용하면서 양자점으로 구성된 복수의 칼라필터(색조절요소)를 사용한 경우이다. X축의 조건 중 "B/Y/B_QD CF" 및 "B/R/Y/B_QD CF"는 White OLED 광원을 사용한 경우이고, "B/B/B_QD CF" 및 "B/B_QD CF"는 Blue OLED 광원을 사용한 경우이다.
- [0246] 도 21의 결과로부터, 본원의 실시예에 해당하는 "B/G/B_QD CF" 조건으로 디스플레이 장치를 구성한 경우, 가장 높은 전류 효율을 얻을 수 있음을 알 수 있다. "B/G/B_QD CF" 조건의 경우, 전류 효율은 11 cd/A 보다 크게 나타났다, "B/B/B_QD CF" 조건의 경우, 전류 효율은 10 cd/A 정도였다. 이들 간 효율 차이는 10% 이상일 수 있다. 특히, "B/B_QD CF" 조건의 경우, 전류 효율이 약 7.5 cd/A 정도이기 때문에, "B/G/B_QD CF" 조건의 전류 효율은 이보다 약 1.5배 정도 큰 값을 갖는다고 할 수 있다. 따라서, 실시예에 따른 조건으로 디스플레이 장치를 구성할 때, 높은 전류 효율을 얻을 수 있다.
- [0247] 도 22는 디스플레이 장치를 구성하는 다양한 조건에 따른 색특성(%)의 변화를 보여주는 그래프이다. 도 22의 X축에 해당하는 조건들은 도 21을 참조하여 설명한 바와 동일하거나 유사할 수 있다. 도 22는 DCI_Gamut 기준으로 측정한 값과, DCI_Coverage 기준으로 측정한 값을 포함한다.
- [0248] 도 22를 참조하면, DCI_Coverage 기준의 색특성(%)의 경우, 비교예에 따른 "B/Y/B_QD CF", "B/R/Y/B_QD CF", "B/B/B_QD CF" 및 "B/B_QD CF" 조건에서 거의 동일한 값이 나타났으나, 실시예에 따른 "B/G/B_QD CF" 조건에서 이들보다 높은 색특성 값을 얻을 수 있었다. 또한, DCI_Gamut 기준 색특성(%)의 경우에도, 실시예에 따른 "B/G/B_QD CF" 조건에서 가장 높은 색특성 값을 얻을 수 있었다. 따라서, 실시예에 따른 조건으로 디스플레이 장치를 구성할 때, 우수한 색특성 및 색재현율을 얻을 수 있다.
- [0249] 이상에서 설명한 실시예들에 따른 디스플레이 장치는 다양한 전자 기기에 적용될 수 있다. 예를 들어, 포터블(portable) 기기나 웨어러블(wearable) 기기와 같은 소형 전자 기기 및 가전제품과 같은 중대형 전자 기기에도 유용하게 적용될 수 있다.
- [0250] 상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 권리 범위를 한정하는 것이라기보다, 구체적인 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 예를 들어, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 도 1 내지 도 11을 참조하여 설명한 OLED 기관, 칼라제어부 및 이들을 포함하는 디스플레이 장치의 구성 및 이들 사이의 연결 관계 등은 다양하게 변형될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 때문에 권리 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 청구항에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

부호의 설명

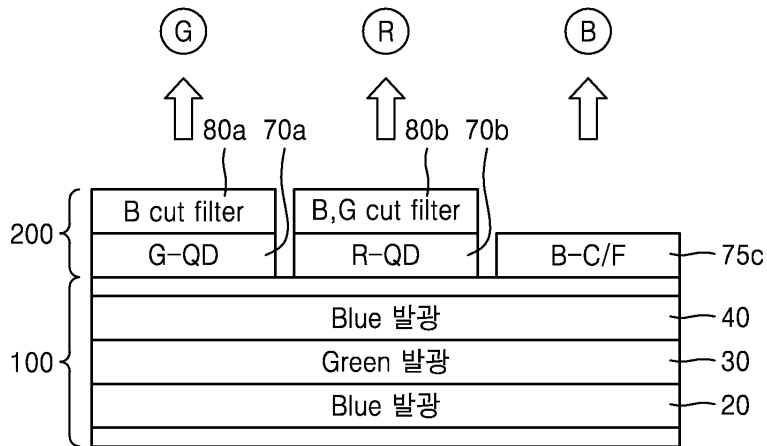
- [0251] * 도면의 주요 부분에 대한 부호설명 *

1 : TFT 어레이 기관	10, 10a~10c : 제1 전극
20, 20a : 제1 청색 발광유닛	25 : 제1 전하생성층
30, 30a : 녹색 발광유닛	35 : 제2 전하생성층
40, 40a : 제2 청색 발광유닛	50 : 제2 전극
60 : 보호층	65 : 선택적 반사막
70a : 제1 색조절요소	70b : 제2 색조절요소
70c : 제3 색조절요소	71c : 제1 광산란요소

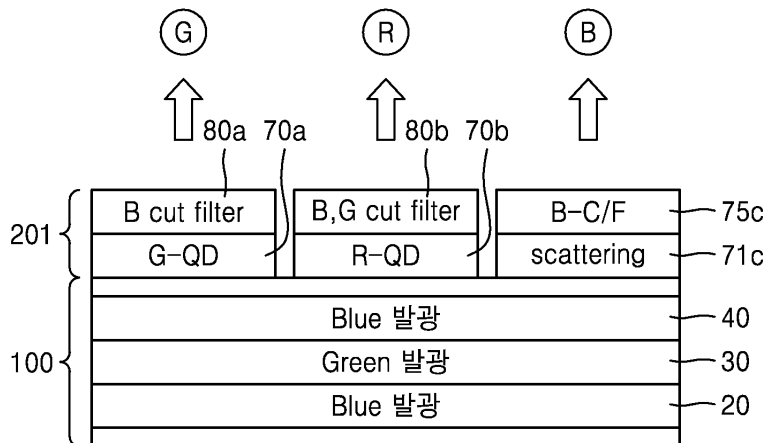
71d : 제2 광산란요소 75a : 제1 칼라필터
 75b : 제2 칼라필터 75c : 제3 색조절요소
 80a : 제1 칼라필터 80b : 제2 칼라필터
 80c : 제3 칼라필터 100, 100a, 101 : OLED 기판
 200~203a : 칼라제어부

도면

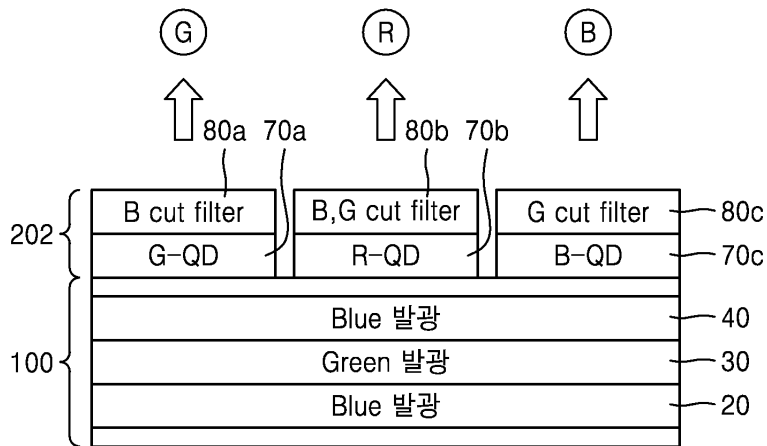
도면1



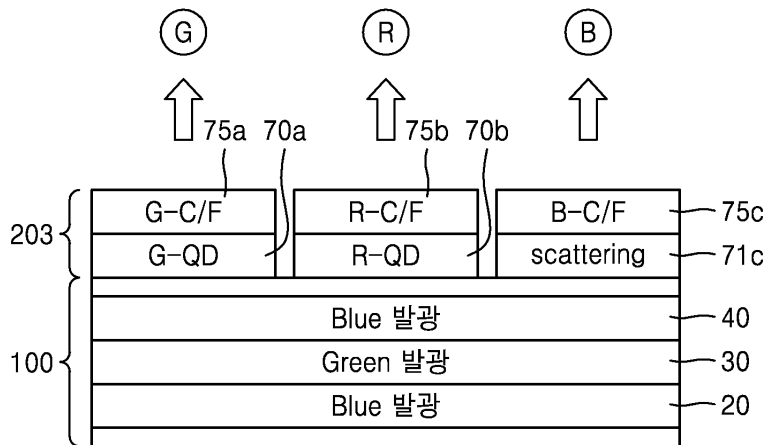
도면2



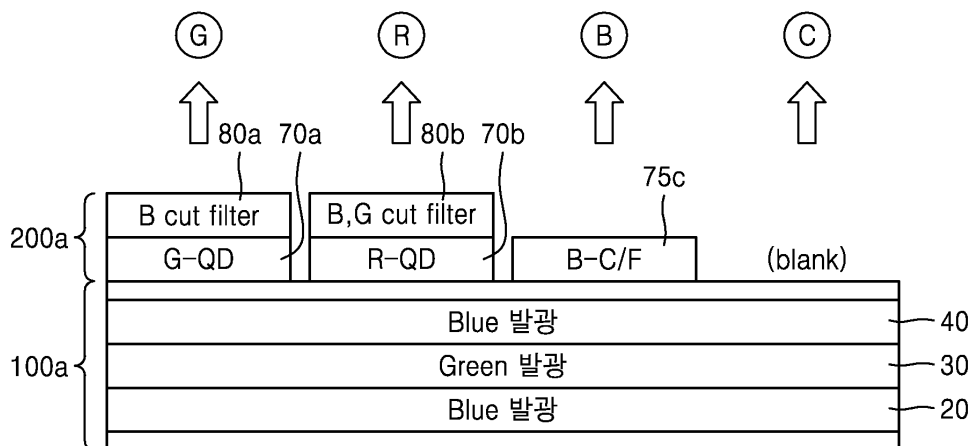
도면3



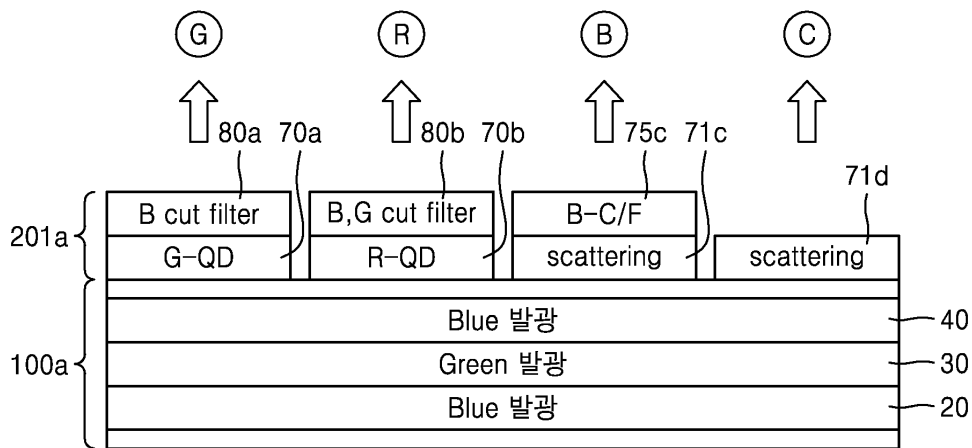
도면4



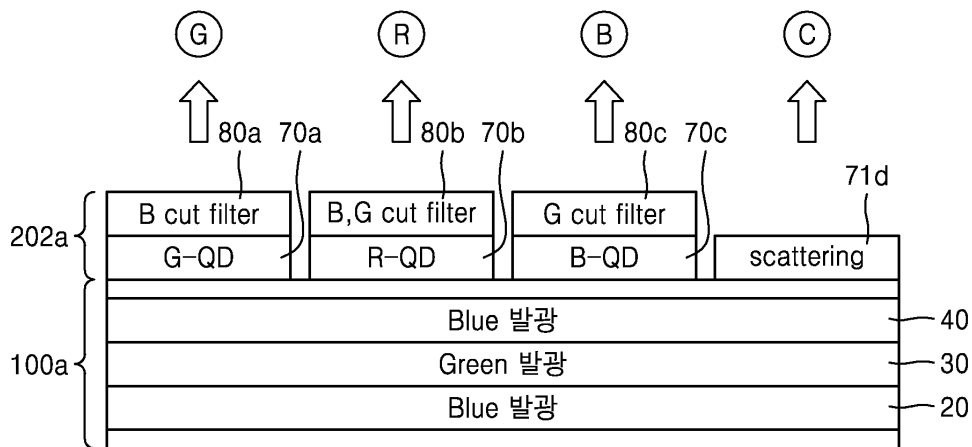
도면5



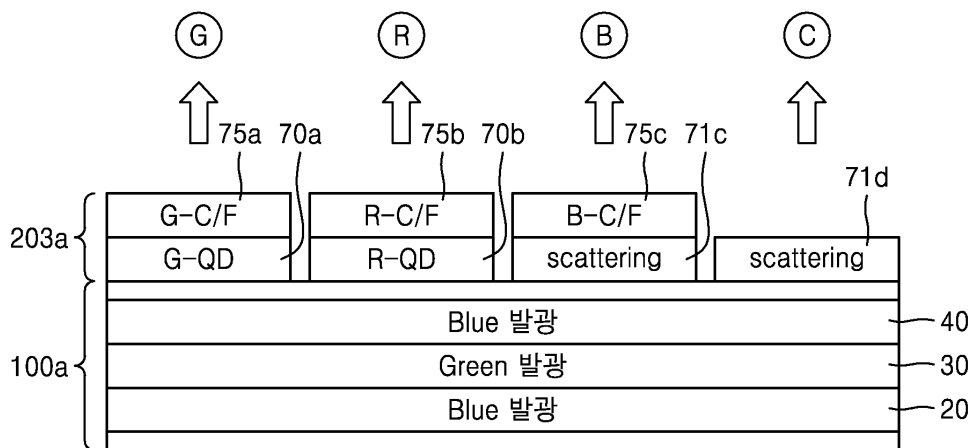
도면6



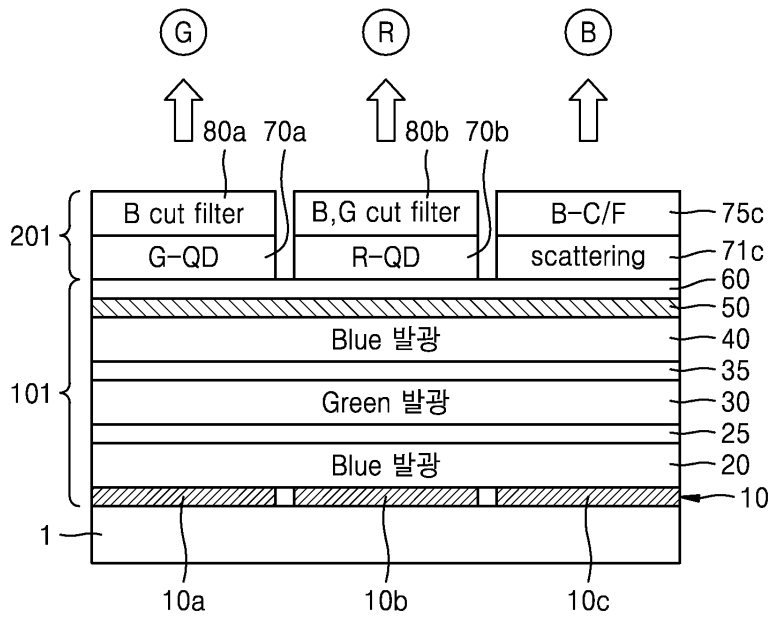
도면7



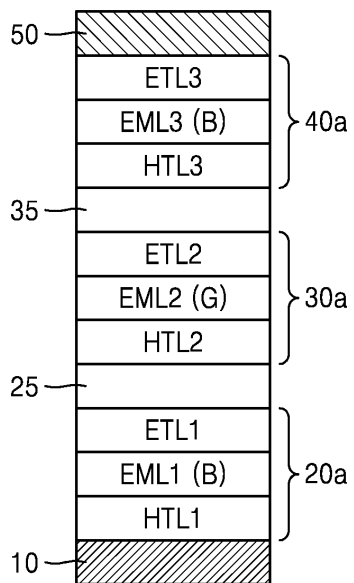
도면8



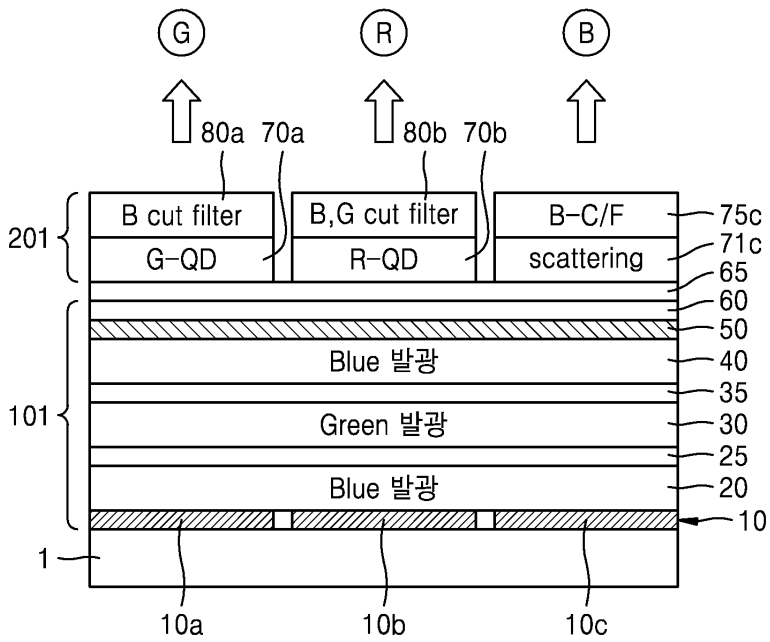
도면9



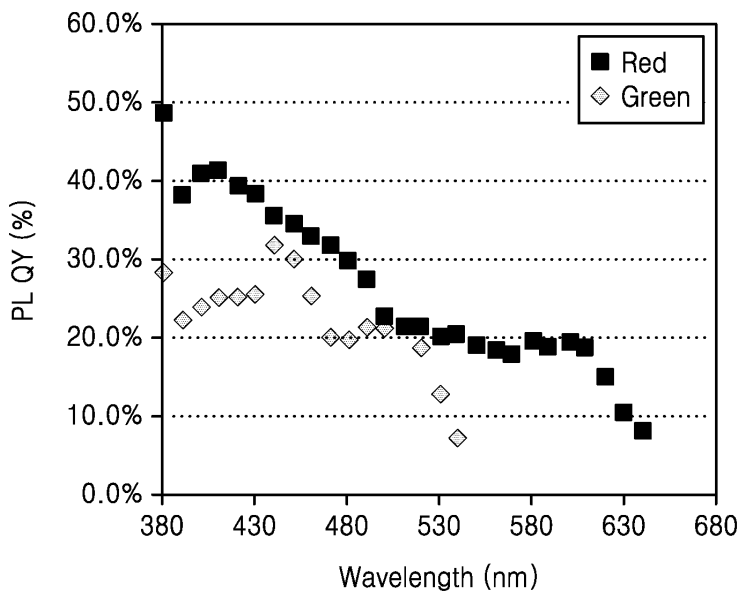
도면10



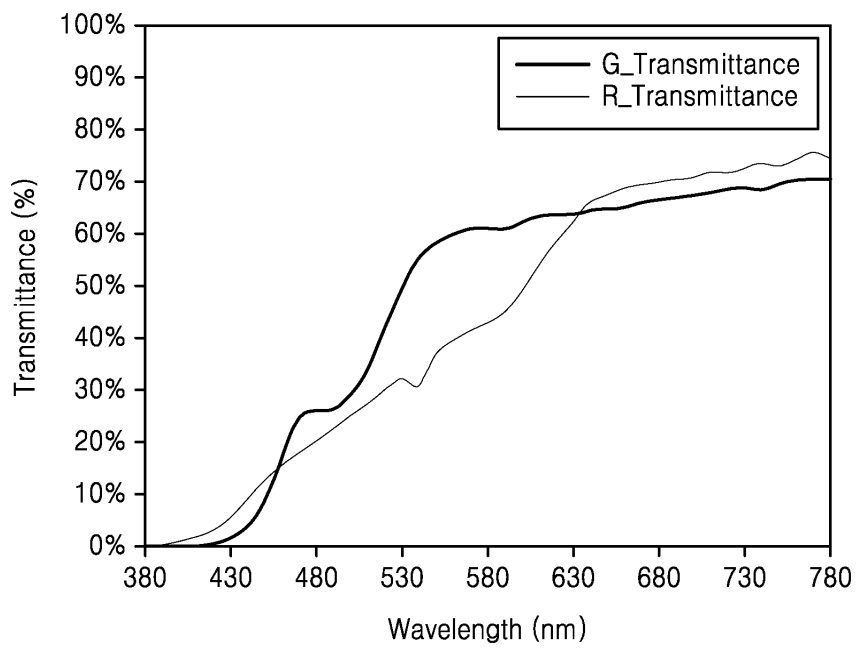
도면11



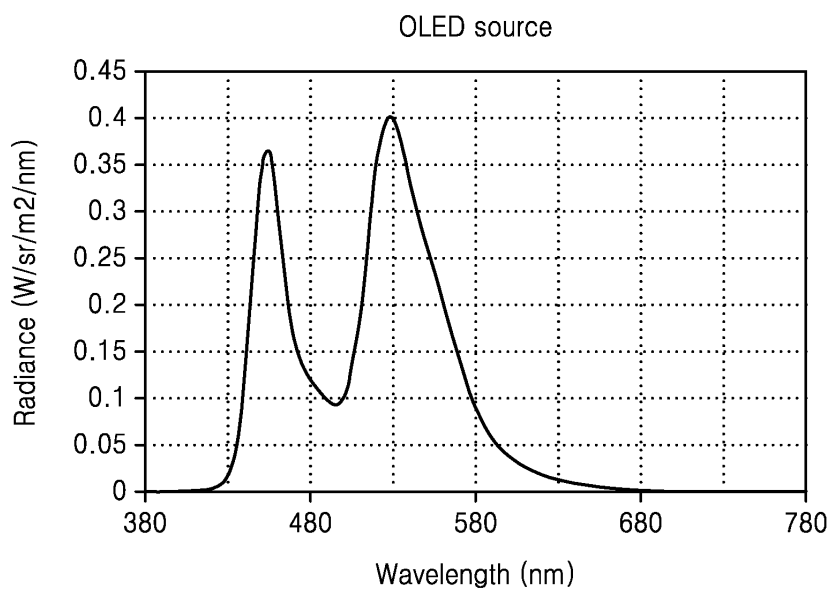
도면12



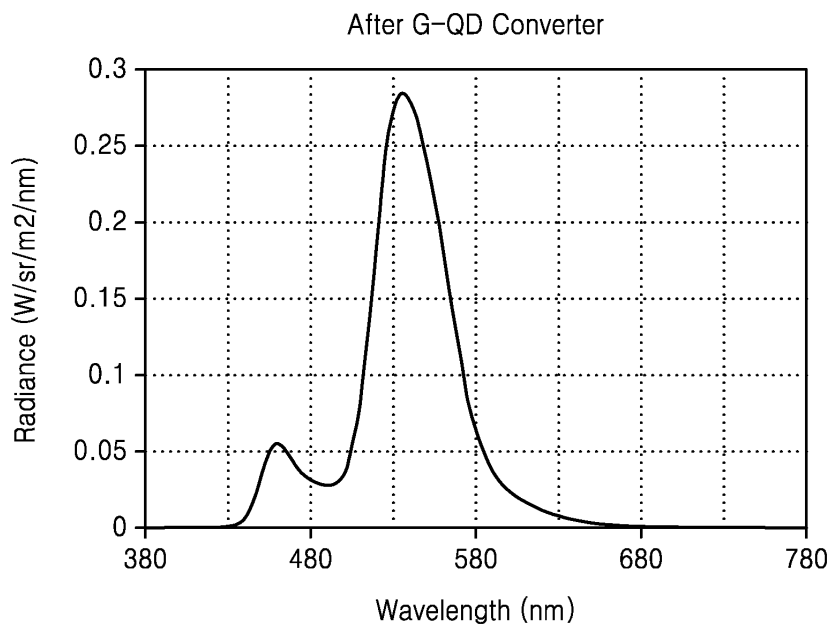
도면13



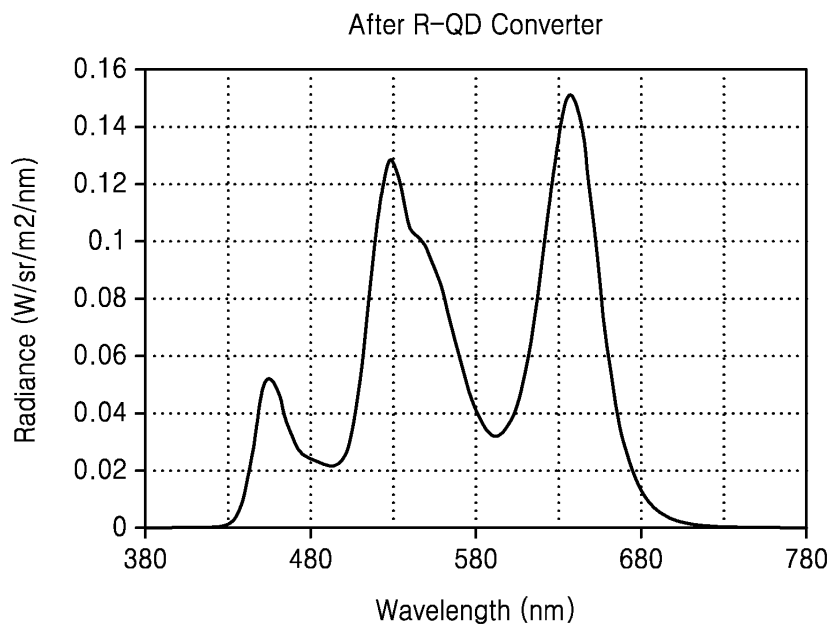
도면14



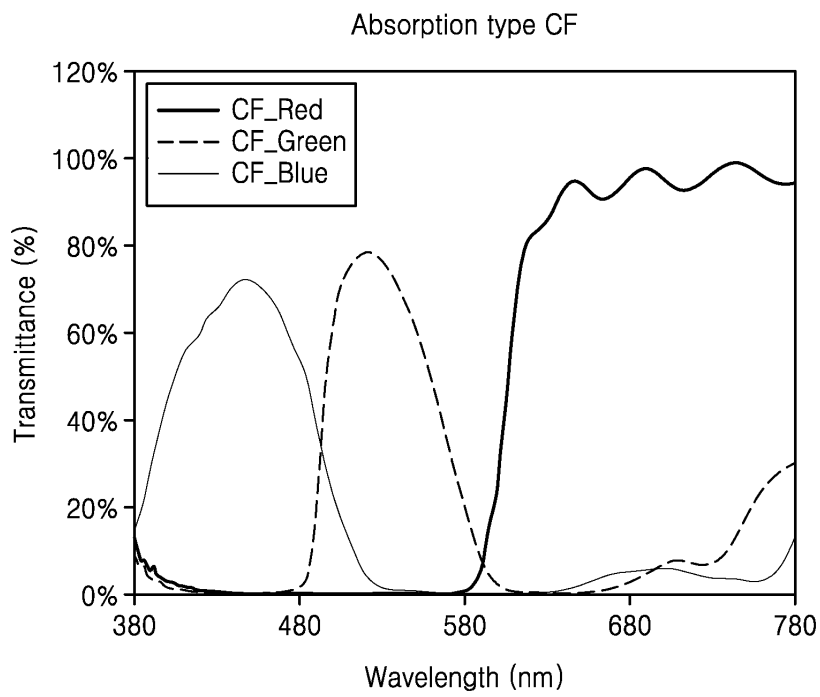
도면15



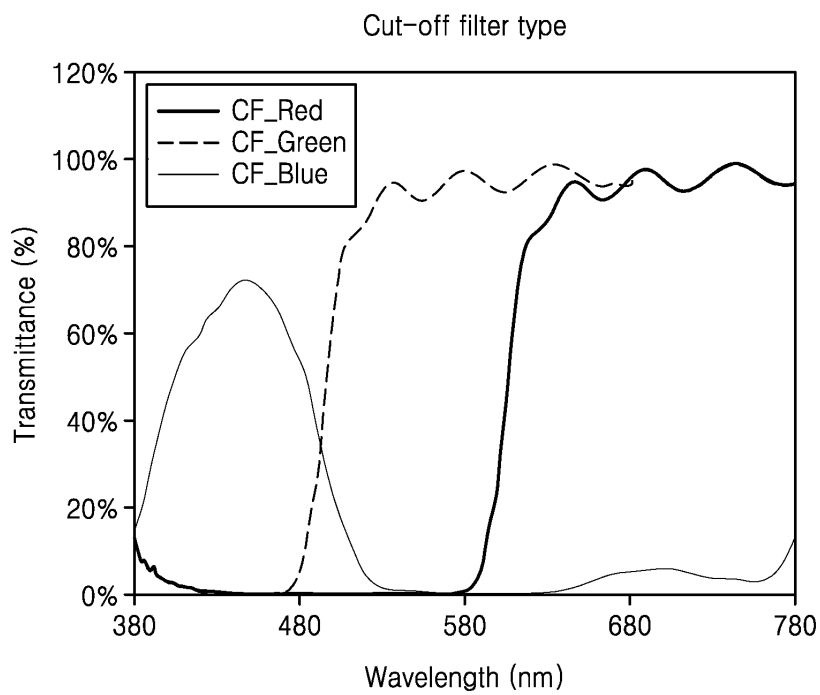
도면16



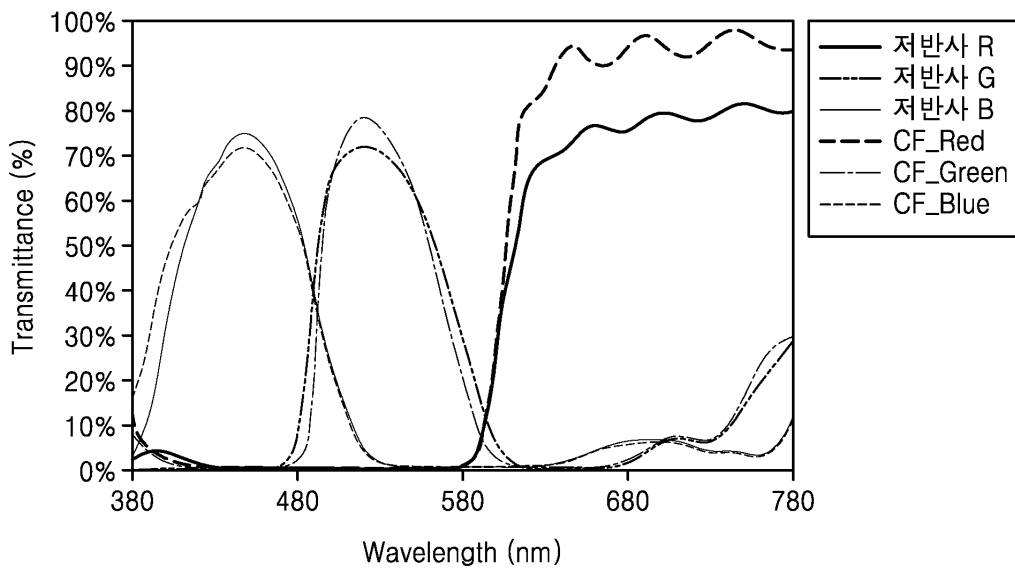
도면17



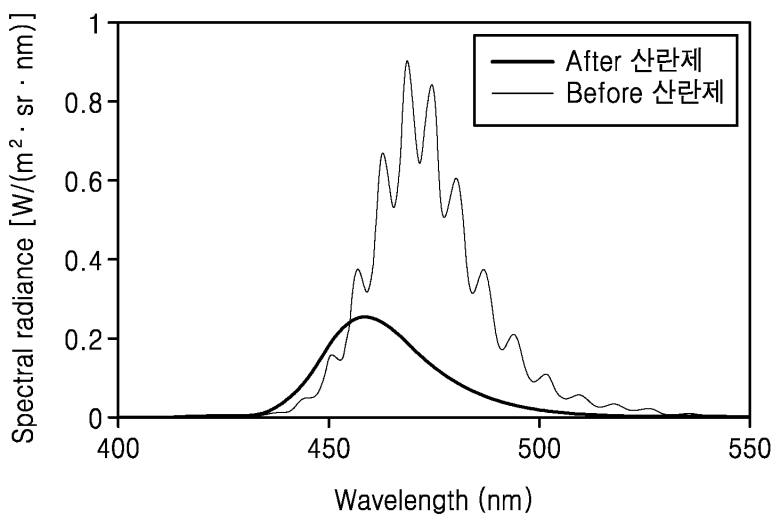
도면18



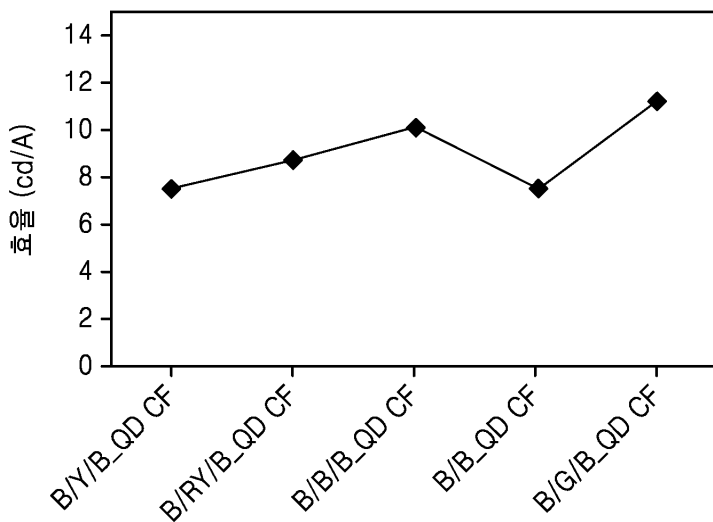
도면19



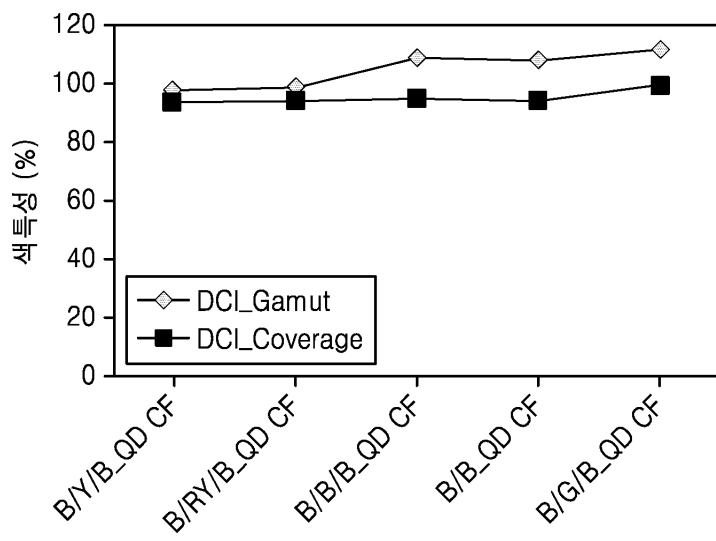
도면20



도면21



도면22



专利名称(译)	显示设备		
公开(公告)号	KR1020190000759A	公开(公告)日	2019-01-03
申请号	KR1020170116255	申请日	2017-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	이성훈 이상윤 전신애 정철희 최병기 한인택		
发明人	이성훈 이상윤 전신애 정철희 최병기 한인택		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L27/322		
优先权	1020170079958 2017-06-23 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种显示装置。公开的显示装置包括其中堆叠至少一个蓝色发光单元和至少一个绿色发光单元的结构，并且用于调节产生与蓝光和绿光混合的光的OLED基板的颜色以及由OLED基板产生的光的颜色。它可以包括颜色控制单元。OLED基板可以具有串联结构，并且可以包括例如第一蓝色发光单元，绿色发光单元和第二蓝色发光单元。颜色控制单元包括：第一颜色控制元件，其包括用于绿色转换的第一量子点；第二颜色控制元件，其包括用于红色转换的第二量子点；用于蓝色表示的第三颜色控制元件；以及第一颜色它可以包括设置在调节元件上的第一滤色器和设置在第二颜色控制元件上的第二滤色器。

