



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월13일
(11) 등록번호 10-1502317
(24) 등록일자 2015년03월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07F 15/00 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7007595(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2006년11월22일
심사청구일자 2014년03월21일
- (85) 번역문제출일자 2014년03월21일
- (65) 공개번호 10-2014-0054332
- (43) 공개일자 2014년05월08일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7032021
원출원일자(국제) 2006년11월22일
심사청구일자 2013년12월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2006/323882
- (87) 국제공개번호 WO 2007/066556
국제공개일자 2007년06월14일
- (30) 우선권주장 JP-P-2005-350807 2005년12월05일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌 JP2005314414 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자 가부시카기이사 한도오마이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
- (72) 발명자 이노우에 히데코
일본 가나가와 아쓰기시 하세 398
세오 사토시
일본 가나가와 아쓰기시 하세 398
오사와 노부하루
일본 가나가와 아쓰기시 하세 398
- (74) 대리인 장훈

전체 청구항 수 : 총 8 항

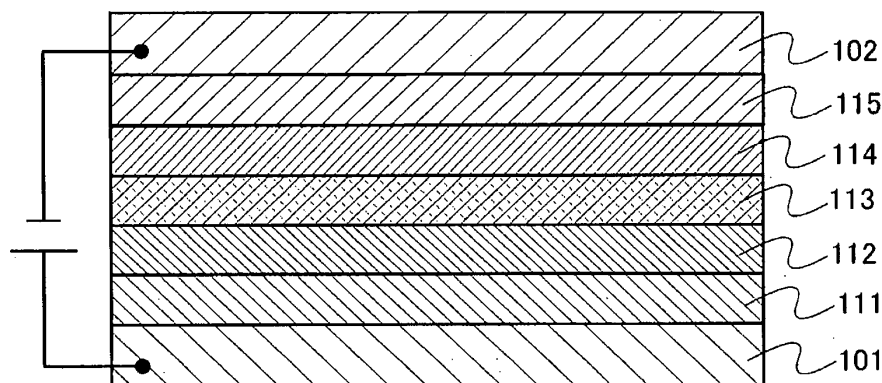
심사관 : 이연주

(54) 발명의 명칭 유기금속 착체, 및 이를 사용하는 발광 소자, 발광 장치 및 전자 기기

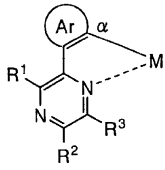
(57) 요약

본 발명은 하기 화학식 G1의 구조를 갖는 유기금속 착체를 합성하여, 발광 소자에 적용시키는 것에 관한 것이다. 화학식 G1에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 또는 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹을 나타내며, R² 및 R³은 각각 수소 또는 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타내고, Ar은 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



탄소수가 6 내지 25인 아릴렌 그룹을 나타내며, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이다.
[화학식 G1]



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

발광 소자에 있어서,

상기 발광 소자가

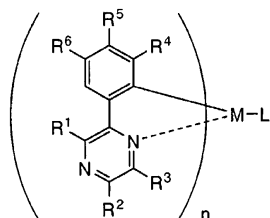
기판 위의 제1 전극;

상기 제1 전극 위의 발광층; 및

상기 발광층 위의 제2 전극을 포함하고,

상기 발광층이 하기 화학식 G12로 표시되는 유기금속 착체를 포함하는, 발광 소자.

화학식 G12



상기 화학식 G12에서,

R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타내고;

R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 하나를 나타내고;

R⁴ 내지 R⁶은 각각 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 어느 하나를 나타내고;

M은 이리듐이고;

L은 β-디케톤 구조를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드를 나타내고;

n은 2이다.

청구항 3

삭제

청구항 4

발광 소자에 있어서,

상기 발광 소자가

기판 위의 제1 전극;

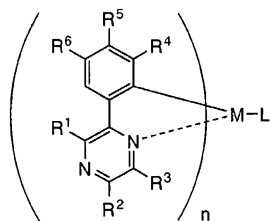
상기 제1 전극 위의 제1 발광층;

상기 제1 발광층 위의 제2 발광층; 및

상기 제2 발광층 위의 제2 전극을 포함하고,

상기 제2 발광층이 하기 화학식 G12로 표시되는 유기금속 착체를 포함하는, 발광 소자.

화학식 G12



상기 화학식 G12에서,

R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타내고;

R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 하나를 나타내고;

R⁴ 내지 R⁶은 각각 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 어느 하나를 나타내고;

M은 이리듐이고;

L은 β-디케톤 구조를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드를 나타내고;

n은 2이다.

청구항 5

삭제

청구항 6

발광 소자에 있어서,

상기 발광 소자가

기판 위의 제1 전극;

상기 제1 전극 위의 제1 발광층;

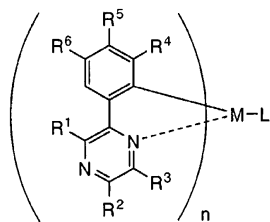
상기 제1 발광층 위의 전하 발생층;

상기 전하 발생층 위의 제2 발광층; 및

상기 제2 발광층 위의 제2 전극을 포함하고,

상기 제2 발광층이 하기 화학식 G12로 표시되는 유기금속 착체를 포함하는, 발광 소자.

화학식 G12



상기 화학식 G12에서,

R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타내고;

R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 하나를 나타내고;

R⁴ 내지 R⁶은 각각 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 어느 하나를 나타내고;

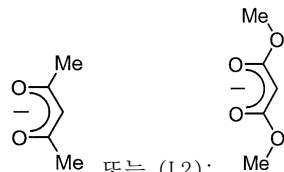
M은 이리듬이고;

L은 β-디케톤 구조를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드를 나타내고;

n은 2이다.

청구항 7

제2항, 제4항 및 제6항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 β-디케톤 구조를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리



간드가 화학식 (L1): 또는 (L2): 로 표시되는, 발광 소자.

청구항 8

제2항, 제4항 및 제6항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 중의 하나가, 가시광을 투과할 수 있는 전도막으로 형성되는, 발광 소자.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 발광 소자가

상기 제1 전극과 상기 발광층 사이의 정공 수송층; 및

상기 제2 전극과 상기 발광층 사이의 전자 수송층을 추가로 포함하는, 발광 소자.

청구항 10

제4항 또는 제6항에 있어서,

상기 발광 소자가

상기 제1 전극과 상기 제1 발광층 사이의 정공 수송층; 및

상기 제2 전극과 상기 제2 발광층 사이의 전자 수송층을 추가로 포함하는, 발광 소자.

청구항 11

제2항, 제4항 및 제6항 중의 어느 한 항에 기재된 발광 소자를 포함하는 표시 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 유기금속 착체에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 삼중항 여기 상태를 발광으로 전환시킬 수 있는 유기금속 착체에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 유기금속 착체를 사용하는 발광 소자, 발광 장치 및 전자 기기에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 유기 화합물은 광을 흡광하여 여기 상태로 만든다. 이의 여기 상태를 통하여, 다양한 반응(예: 광화학 반응)이 일부 경우에 유발되거나, 발광이 일부 경우에는 생성된다. 따라서, 유기 화합물의 다양한 적용이 이루어져 왔다.
- [0003] 광화학 반응의 한 예로서, 일중항 산소와 불포화 유기 분자와의 반응(산소 부가)이 공지되어 있다(참조 문헌 1로 언급함: 예를 들면, Haruo INOUE, et al., Basic Chemistry Course PHOTOCHEMISTRY I(Masuzen Co., Ltd.), pp. 106-110). 산소 분자의 기저 상태가 삼중항 상태이기 때문에, 일중항 상태인 산소(일중항 산소)는 직접 광여기에 의해 생성되지 않는다. 그러나, 다른 삼중항-여기된 분자의 존재하에, 일중항 산소가 생성되어 산소 부가 반응을 성취하게 된다. 이 경우에, 삼중항 여기된 분자를 형성할 수 있는 화합물은 감광제로서 언급된다.
- [0004] 상기 기술한 바와 같이, 일중항 산소를 생성하기 위하여, 광여기에 의해 삼중항 여기된 분자를 형성할 수 있는 감광제가 필요하다.
- [0005] 그러나, 통상의 유기 화합물의 기저 상태가 일중항 상태이기 때문에, 삼중항 여기 상태로의 광여기는 금지된 전이이고, 삼중항 여기된 분자는 생성되지 않을 것 같다. 따라서, 이러한 감광제로서, 일중항 여기된 상태에서부터 삼중항 여기된 상태로 시스템간 교차가 용이하게 일어나는 화합물(또는 삼중항 여기된 상태로 직접 금지된 광여기의 전이가 허용되는 화합물)이 필요하다. 환언하면, 이러한 화합물은 감광제로서 사용될 수 있고, 유용하다.
- [0006] 또한, 이러한 화합물은 종종 인광을 방출한다. 인광은 다중도에 있어서의 에너지 차 간의 전이에 의해 생성되는 발광이고, 통상의 유기 화합물의 경우에, 삼중항 여기된 상태에서부터 일중항 기저 상태로 전환시 생성되는 발광을 나타낸다(대조적으로, 일중항 여기된 상태에서부터 일중항 기저 상태로 전환시 발광을 형광으로 언급한다). 인광을 방출할 수 있는 화합물, 즉 삼중항 여기된 상태를 발광으로 전환시킬 수 있는 화합물(이후에는, 인광 화합물로서 언급함)의 적용 분야는 발광 재료로서 유기 화합물을 사용하는 발광 소자를 포함한다.
- [0007] 이러한 발광 소자는 발광 재료인 유기 화합물을 포함하는 발광층이 전극 사이에 제공되는 간단한 구조를 갖는다. 이러한 발광 소자는 얇고, 중량이 가벼우며, 고속 반응, 및 직류 저전압 구동과 같은 특징 면에서 차세대 평판 디스플레이 소자로서 주목받는 장치이다. 또한, 이러한 발광 소자를 사용하는 표시 장치는 대조적으로 영상 품질이 우수하고, 시야각이 광범위하다.
- [0008] 유기 화합물이 발광 물질로서 사용되는 발광 소자의 방출 메커니즘은 캐리어 주입 형태이다. 즉, 전극들 사이에 삽입된 발광층에 전압을 인가함으로써, 전극으로부터 주입되는 전자 및 정공은 재결합되어 발광 물질을 여기하게 만들며, 여기 상태가 기저 상태로 되돌아 가는 경우에 광을 방출한다. 여기 상태의 형태로서, 상기 기술한 광여기의 경우에서와 같이, 일중항 여기 상태(S^*) 및 삼중항 여기 상태(T^*)가 가능하다. 또한, 발광 소자에서 이의 통계학적 생성비는 $S^*:T^* = 1:3$ 인 것으로 여겨진다.
- [0009] 일중항 여기 상태를 발광으로 전환시킬 수 있는 화합물(이후에는, 형광 화합물)의 경우에, 삼중항 여기 상태에서부터의 발광(인광)은 관찰되지 않지만, 일중항 여기 상태에서부터의 발광(형광)만이 실온에서 관찰된다. 따라서, 형광 화합물을 사용하는 발광 소자에서 내부 양자 효율(생성된 양성자 대 주입된 캐리어의 비)은 $S^*:T^* = 1:3$ 을 기준으로 하여 25%의 이론치를 갖는 것으로 예상된다.
- [0010] 한편, 상기 기술한 인광 화합물이 사용되는 경우에, 내부 양자 효율은 이론치의 75 내지 100%이다. 즉, 형광 화합물의 발광 효율보다 3 내지 4배 만큼 큰 발광 효율이 성취될 수 있다. 이러한 이유로, 고효율 발광 소자를 성취하기 위하여, 인광 화합물을 사용하는 발광 소자가 활발히 개발되어 왔다(예: 참조 문헌 2: Zhang, Guo-Lin, et al., Gaodeng Xuexiao Huaxue Xuebao (2004), vol. 25, No. 3, pp. 397-400). 특히, 인광 화합물로서, 중심 금속으로서 이리듐 등을 사용하는 유기금속 착체가 높은 인광 양자 수율로 인하여 주목받아 왔다.
- [0011] 참조 문헌 2에 기술된 유기금속 착체는 시스템간 교차가 용이하게 일어나기 때문에 감광제로서 사용되리라 예상할 수 있다. 또한, 유기금속 착체가 삼중항 여기 상태에서부터 발광(인광)을 용이하게 생성하므로, 고효율 발광 소자는 발광 소자용 유기금속 착체를 사용함으로써 기대된다. 그러나, 현재 상태에서, 이러한 유기금속 착체의 형태수는 작다.
- [0012] 예를 들면, 참조 문헌 2에 기술된 유기금속 착체의 리간드로서 사용되는 피라진 유도체는 에틸렌디아민과 α -디케톤(벤질)의 탈수 축합 반응 및 탈수 축합 반응에 이어지는 탈수소화 반응에 의해 합성되지만, 원료로서 사용될 수 있는 에틸렌디아민 유도체 및 α -디케톤의 형태에는 한계가 있으므로, 피라진 유도체의 형태에도 또한 한

게가 있다. 따라서, 자연적으로, 리간드로서 피라진 유도체를 사용하는 유기금속 착체의 형태에도 또한 한계가 있게 된다.

[0013] 또한, 참조 문헌 2에 기술된 유기금속 착체는 발광 스펙트럼이 광범위하다는 문제점이 있다. 이는 색순도를 저하시킴으로, 재생적으로 색상 면에서 풀 칼라(full color) 디스플레이 장치에 적용하기에 단점이 있다. 이러한 유기금속 착체는 적-오렌지색 광을 방출하지만, 발광 스펙트럼이 광범위한 경우에, 스펙트럼은 심적색 내지 적외선 영역으로 연장되어 발광 효율(시각 효율(cd/A))을 저하시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

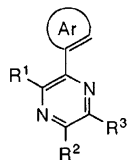
[0014] 본 발명은 상기 문제점들의 측면에서 완성되었다. 본 발명의 목적은 다양한 유도체를 용이하게 합성하는데 사용될 수 있는 유기금속 착체를 리간드에 적용시켜 인광을 방출할 수 있는 유기금속 착체의 베리에이션(variation)을 풍부하게 하는 것이다. 또한, 본 발명의 다른 목적은 샤프한 발광 스펙트럼을 갖는 유기금속 착체를 제공하는 것이다. 더욱이, 본 발명의 또 다른 목적은 발광 효율이 높은 유기금속 착체를 제공하는 것이다.

[0015] 더욱이, 본 발명의 다른 목적은 이러한 유기금속 착체를 사용하는 방출 소자를 제조함으로써 녹색 내지 적색의 광범위한 발광 베리에이션을 갖는 발광 소자를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 색순도가 높은 발광 소자를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 다른 목적은 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공하는 것이다. 더욱이, 본 발명의 또 다른 목적은 전력 소비가 저하된 발광 장치 및 전자 기기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명자는 열심히 연구를 하였다. 그 결과, 본 발명자는 하기 화학식 G0의 피라진 유도체가 제9족 또는 제10족의 금속 이온으로 오르토 금속화됨으로써, 유기금속 착체가 수득됨을 밝혀냈다. 또한, 본 발명자는 오르토 금속화된 화학식 G0의 구조를 갖는 유기금속 착체가 용이하게 시스템간 교차를 일으키고, 인광을 방출할 수 있음을 밝혀냈다.

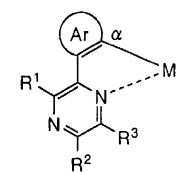
[0017] [화학식 G0]



[0018] [0019] 상기 화학식 G0에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 것을 나타내고, Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴 그룹을 나타내며, 아릴 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있다.

[0020] 따라서, 본 발명의 구조는 하기 화학식 G1의 구조를 포함하는 유기금속 착체이다.

[0021] [화학식 G1]

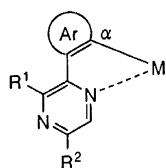


[0022]

[0023] 상기 화학식 G1에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 것을 나타내고, Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴렌 그룹을 나타내며, 아릴렌 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있고, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이며, α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다.

[0024] 또한, 상기 화학식 G0에서 R³이 수소인 경우에, 화학식 G0의 피라진 유도체는 입체적 장애가 작으므로 금속 이온에 의해 오르토 금속화되기 쉽고, 이는 합성시 수용면에서 바람직하다. 따라서, 본 발명의 바람직한 구조는 하기 화학식 G2의 구조를 포함하는 유기금속 착체이다.

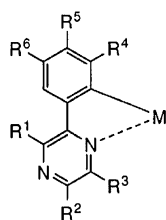
[0025] [화학식 G2]



[0026] 상기 화학식 G2에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R²는 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 하나를 나타내고, Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴렌 그룹을 나타내며, 아릴렌 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있고, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이며, α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다.

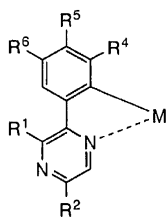
[0028] 상기 화학식 G1 또는 G2에서, 아릴렌(Ar) 그룹은 바람직하게는 페닐렌 그룹이다. 치환체를 페닐렌 그룹으로 도입시킴으로써, 광범위한 녹색 내지 적색 영역의 발광색이 실현될 수 있다. 따라서, 본 발명의 바람직한 구조는 하기 화학식 G3 또는 G4의 구조를 포함하는 유기금속 착체가 화학식 G2에서와 동일한 이유로, 합성시 수용 면에서 보다 바람직하다.

[0029] [화학식 G3]



[0031] 상기 화학식 G3에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 것을 나타내고, R⁴ 내지 R⁶은 각각 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 할로젠 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 어느 것을 나타내며, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이다.

[0032] [화학식 G4]

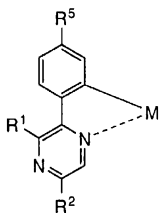


[0033]

[0034] 상기 화학식 G4에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R²는 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 하나를 나타내고, R⁴ 내지 R⁶은 각각 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 할로젠 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 어느 것을 나타내며, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이다.

[0035] 또한, 상기 화학식 G4에서 R⁴ 및 R⁶이 수소인 경우에, 피라진 유도체는 입체적 장애가 작으므로, 수율 면에서 보다 바람직하다. 또한, 이성체를 생성하기 어렵다는 유용한 효과가 있다. 따라서, 본 발명의 보다 바람직한 구조는 하기 화학식 G5의 구조를 포함하는 유기금속 착체이다.

[0036] [화학식 G5]

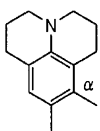


[0037]

[0038] 상기 화학식 G5에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R²는 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 하나를 나타내고, R⁵는 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 할로젠 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 하나를 나타내며, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이다.

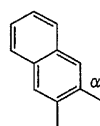
[0039] 또한, 상기 화학식 G1 또는 G2의 구조를 갖는 유기금속 착체에서, 아릴렌 그룹(Ar)의 공액을 확장시킴으로써, 유용한 적색 발광이 수득된다. 따라서, 본 발명의 다른 구조는 상기 화학식 G1 또는 G2의 구조를 갖는 유기금속 착체에서 아릴렌 그룹이 하기 화학식 G6 내지 G9의 그룹 중의 하나를 나타내는 유기금속 착체이다.

[0040] [화학식 G6]



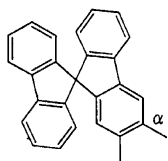
[0041]

[0042] [화학식 G7]



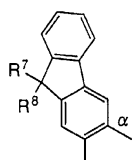
[0043]

[0044] [화학식 G8]



[0045]

[0046] [화학식 G9]

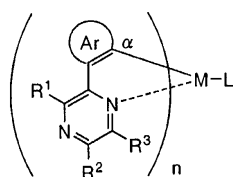


[0047]

[0048] 상기 화학식 G6 내지 G9에서, R⁷ 및 R⁸은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타내며, α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다.

[0049] 본원에서, 화학식 G1의 구조를 갖는 유기금속 착체로서, 보다 특히 하기 화학식 G10의 유기금속 착체가 합성하기 용이하므로 바람직하다.

[0050] [화학식 G10]

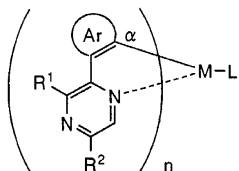


[0051]

[0052] 상기 화학식 G10에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 것을 나타내고, Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴렌 그룹을 나타내며, 아릴렌 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있고, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이며, α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타내고, L은 1가 음이온성 리간드를 나타내며, 중심 금속이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이고, 중심 금속이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0053] 또한, 상기 화학식 G2의 구조를 갖는 유기금속 착체로서, 보다 특히 하기 화학식 G11의 유기금속 착체가 합성하기 용이하므로 바람직하다.

[0054] [화학식 G11]



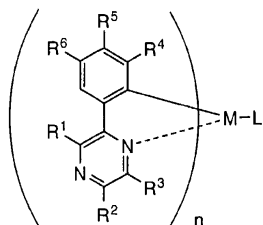
[0055]

[0056] 상기 화학식 G11에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R²는 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 하나를 나타내고, Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴렌 그룹을 나타내며, 아릴렌 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있고, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이며, α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타내고, L은 1가 음이온성 리간드를 나타내며, 중심 금속이 제9족에 속하는 원소인 경우 n

은 2이고, 중심 금속이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0057] 또한, 상기 화학식 G3의 구조를 갖는 유기금속 착체로서, 보다 특히 하기 화학식 G12의 유기금속 착체가 합성하기 용이하므로 바람직하다.

[0058] [화학식 G12]

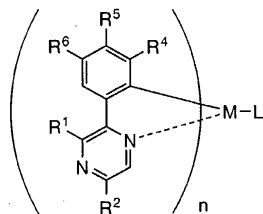


[0059]

[0060] 상기 화학식 G12에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R² 및 R³은 각각 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 어느 것을 나타내고, R⁴ 내지 R⁶은 각각 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 할로젠 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 어느 것을 나타내며, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이고, L은 1가 음이온성 리간드를 나타내며, 중심 금속이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이고, 중심 금속이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0061] 더욱이, 상기 화학식 G4의 구조를 갖는 유기금속 착체로서, 보다 특히 하기 화학식 G13의 유기금속 착체가 합성하기 용이하므로 바람직하다.

[0062] [화학식 G13]



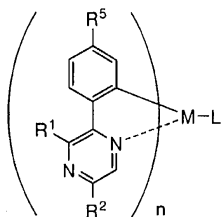
[0063]

[0064] 상기 화학식 G13에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R²는 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 하나를 나타내고, R⁴ 내지 R⁶은 각각 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 할로젠 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 어느 것을 나타내며, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이고, L은 1가 음이온성 리간드를 나타내며, 중심 금속이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이고, 중심 금속이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0065] 또한, 상기 화학식 G5의 구조를 갖는 유기금속 착체로서, 보다 특히 하기 화학식 G14의 유기금속 착체가 합성하기 용이하므로 바람직하다.

[0066]

[화학식 G14]



[0067]

[0068]

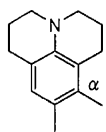
상기 화학식 G14에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 및 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹 중의 하나를 나타내며, R²는 수소 및 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹 중의 하나를 나타내고, R⁵는 수소, 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹, 할로겐 그룹, 트리플루오로메틸 그룹, 탄소수가 6 내지 12인 아릴 그룹, 탄소수가 2 내지 8인 디알킬아미노 그룹 및 탄소수가 12 내지 24인 디아릴아미노 그룹 중의 하나를 나타내며, M은 제9족 원소 및 제10족 원소로부터 선택되는 중심 금속이고, L은 1가 음이온성 리간드를 나타내며, 중심 금속이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이고, 중심 금속이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0069]

또한, 상기 화학식 G10 또는 G11의 유기금속 착체에서, 아릴렌 그룹(Ar)의 공액을 확장시킴으로써, 유용한 적색 발광이 수득된다. 따라서, 본 발명의 다른 구조는 상기 화학식 G10 또는 G11의 구조를 갖는 유기금속 착체에서 아릴렌 그룹이 하기 화학식 G6 내지 G9 중의 하나를 나타내는 유기금속 착체이다.

[0070]

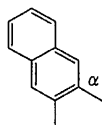
화학식 G6



[0071]

[0072]

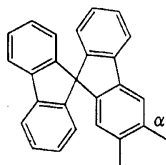
화학식 G7



[0073]

[0074]

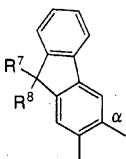
화학식 G8



[0075]

[0076]

화학식 G9



[0077]

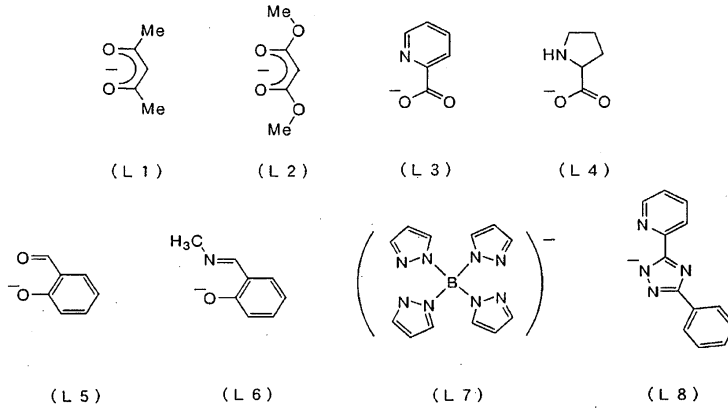
[0078]

상기 화학식 G6 내지 G9에서, R⁷ 및 R⁸은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타내며, α는 아릴렌 그룹에서 중

심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다.

[0079]

상기 언급한 1가 음이온성 리간드 L은 바람직하게는 β-디케톤 구조를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드, 카복실 그룹을 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드, 페놀성 하이드록실 그룹을 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드 또는 두 리간드 원소가 모두 질소인 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드이다. 보다 바람직하게는, 1가 음이온성 리간드 L은 하기 화학식 (L1) 내지 (L8)의 1가 음이온성 리간드이다. 이들 리간드는 배위 능력이 높고 낮은 가격에서 수득될 수 있기 때문에, 이들은 유용하다.



[0080]

[0081]

인광을 보다 효율적으로 방출하기 위하여, 중심금속이 중원자 효과 면에서 중심 금속으로서 바람직하다. 따라서, 본 발명의 한 특징은 이리듐 또는 백금이 본 발명의 상기 유기금속 착체 각각에서 중심 금속 M으로서 사용된다는 것이다.

[0082]

상기 화학식 G1 내지 G5의 구조를 포함하는 유기금속 착체(환언하면, 상기 화학식 G10 내지 G14의 유기금속 착체를 포함)에서, 화학식 G0의 피라진 유도체가 금속 이온에 의해 오르토 금속화되는 배위 구조가 인광의 방출에 상당히 기여한다. 따라서, 본 발명의 다른 구조는 상기 기술한 바와 같은 유기금속 착체를 포함하는 발광 재료이다.

[0083]

또한, 본 발명의 유기금속 착체는 인광을 방출할 수 있다. 환언하면, 삼중항 여기 에너지는 광으로 전환될 수 있으므로, 유기금속 착체를 발광 소자에 적용시켜 높은 효율을 수득할 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기금속 착체가 매우 효과적이다. 따라서, 본 발명은 본 발명의 유기금속 착체를 사용하는 발광 소자를 포함한다.

[0084]

이때, 본 발명의 유기금속 착체는 발광 효율 면에서 발광 물질로서 사용되는 경우에 효과적이다. 따라서, 본 발명의 한 특징은 발광 물질로서 본 발명의 유기금속 착체를 사용하는 발광 소자이다.

[0085]

이렇게 수득된 본 발명의 발광 소자는 높은 발광 효율을 실현할 수 있고, 이에 따라, 이러한 발광 소자를 사용하는 발광 장치(예: 영상 표시 장치 또는 발광 장치)가 낮은 전력 소비를 실현할 수 있다. 따라서, 본 발명은 본 발명의 발광 소자를 사용하는 발광 장치 및 전자 기기 등을 포함한다.

[0086]

본 명세서에서, 용어 "발광 장치"는 발광 소자를 포함하는 영상 표시 장치 또는 발광 장치를 의미한다. 또한, 발광 장치의 범위는 이방성 전도막, TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 또는 TCP(Tape Carrier Package)에 부착된 모듈; TAB 또는 TCP의 상부에 인쇄된 배선판 제공된 모듈 또는 IC(집적 회로)가 직접 COG(Chip On Glass)에 의해 발광 소자 위에 설치된 모듈 등과 같은 커넥터와 부착된 발광 소자를 포함하는 모듈을 포함한다. 또한, 범위는 조명 장치 등에 사용되는 발광 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0087]

본 발명을 수행함으로써, 인광을 방출할 수 있는 유기금속 착체의 베리에이션이 풍부해질 수 있다. 또한, 샤프한 발광 스펙트럼을 갖는 유기금속 착체가 제공될 수 있다. 더욱이, 높은 발광 효율을 갖는 유기금속 착체가 제공될 수 있다.

[0088]

또한, 본 발명의 유기금속 착체를 사용하는 발광 소자를 제조함으로써, 광범위한 녹색 내지 적색의 발광 베리에이션을 갖는 발광 소자가 제공될 수 있다. 높은 색순도를 갖는 발광 소자가 제공될 수 있다. 더욱이, 높은 발

광 효율을 갖는 발광 소자가 제공될 수 있다.

[0089] 본 발명의 유기금속 착체를 사용함으로써, 전력 소비가 저하된 발광 장치 및 전자 기기가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0090] 첨부된 도면에서,

도 1은 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체를 사용하는 발광 소자의 구조를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체를 사용하는 발광 소자의 구조를 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체를 사용하는 발광 소자의 구조를 나타낸 것이다.

도 4a 내지 도 4c는 각각 본 발명의 한 측면에 따르는 발광 소자를 사용하는 발광 장치를 나타낸 것이다.

도 5a 내지 5c는 각각 본 발명의 한 측면에 따르는 발광 장치를 사용하는 전자 기기를 나타낸 것이다.

도 6a 및 6b는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 의 $^1\text{H-NMR}$ 차트이다.

도 7은 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 의 자외선/가시광선의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시한 차트이다.

도 8은 합성 실시예 1 및 비교 실시예 1의 발광 스펙트럼의 비교를 도시한 그래프이다

도 9a 및 9b는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 발광 효율을 나타낸 것이다.

도 10은 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 NTSC 색도 좌표를 나타낸 것이다.

도 11은 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 12a 및 12b는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$ 의 $^1\text{H-NMR}$ 차트이다.

도 13은 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$ 의 자외선/가시광선의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시한 차트이다.

도 14는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 전류 밀도-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 15는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 전압-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 16a 및 16b는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 발광 효율을 나타낸 것이다.

도 17은 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 18a 및 18b는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$ 의 $^1\text{H-NMR}$ 차트이다.

도 19는 본 발명의 한 측면에 따르는 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$ 의 자외선/가시광선의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시한 차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0091] [실시예]

[0092] 실시 형태

[0093] 본 발명의 실시 형태는 도면을 참조로 기술할 것이다. 본 발명은 하기 제시된 기술에 제한되지 않고, 많은 상이한 형태로 수행될 수 있다. 당해 분야의 숙련가는 본 명세서에 기술된 형태 및 설명이 본 발명의 취지 및 범위를 벗어나지 않고, 다양한 방법으로 변형될 수 있음을 용이하게 알 것이다. 본 발명은 하기 제시된 실시 형태 및 실시예의 기술에 제한되는 것으로 해석되어서는 안됨을 주지하여야 한다.

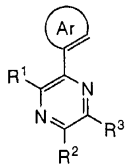
[0094] 실시 형태 1

[0095] 실시 형태 1은 본 발명의 한 특징에 따르는 유기금속 착체를 기술할 것이다.

[0096] <화학식 G0의 피라진 유도체의 합성법>

[0097] 본 발명의 유기금속 착체는 제9족 또는 제10족에 속하는 금속 이온에 의해 하기 화학식 G0의 피라진 유도체를 오르토 금속화하여 형성한다.

[0098] 화학식 G0

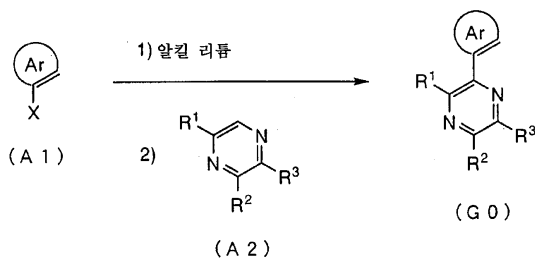


[0099]

[0100] 상기 화학식 G0에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 또는 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹을 나타낸다. 또한, R² 및 R³은 수소 또는 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타낸다. Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴 그룹을 나타내며, 아릴 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있다.

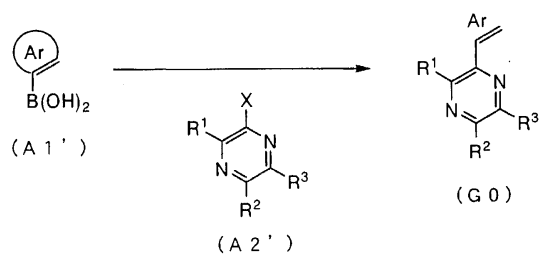
[0101] 화학식 G0의 피라진 유도체는 하기 제시된 바와 같이 간단하고 용이한 합성 반응식에 의해 합성할 수 있다. 예를 들면, 하기 반응식 a에 제시된 바와 같이, 아렌의 할라이드(A1)를 알킬리튬 등으로 리튬화시키고, 피라진(A2)과 반응시켜 피라진 유도체를 수득한다. 또는, 반응식 a'에 제시된 바와 같이, 피라진 유도체는 아렌의 보론산(A1') 및 피라진의 할라이드(A2')를 커플링시켜 수득할 수 있다. 화학식에서 X는 할로젠 원자를 나타낸다.

[0102] [반응식 a]



[0103]

[0104] [반응식 a']



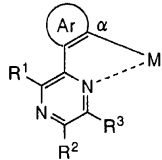
[0105]

[0106] 상기 화합물 (A1), (A2), (A1') 및 (A2')의 다양한 형태는 시판중이거나, 합성할 수 있으므로, 화학식 G0의 피라진 유도체의 수많은 형태가 합성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기금속 착체는 광범위한 리간드 배리에이션의 특징을 갖는다.

[0107] <화학식 G1로 제시된 구조를 갖는 본 발명의 유기금속 착체의 합성법>

[0108] 이어서, 화학식 G0의 피라진 유도체의 오르토 금속화에 의해 형성되는 본 발명의 유기금속 착체, 즉 하기 화학식 G1의 구조를 갖는 유기금속 착체를 기술할 것이다.

[0109] 화학식 G1

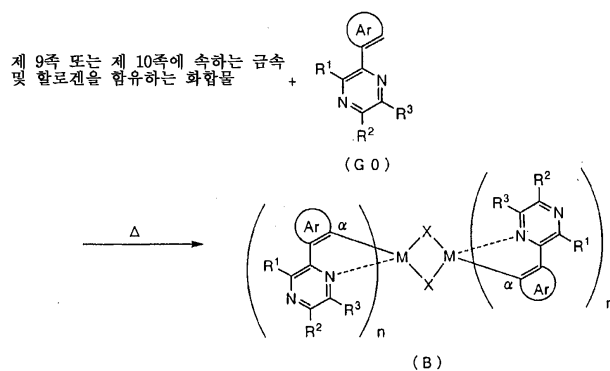


[0110]

[0111] 상기 화학식 G1에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 또는 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹을 나타낸다. R² 및 R³은 수소 또는 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타낸다. Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴렌 그룹을 나타내며, 아릴렌 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있다. M은 중심 금속이며, 제9족 또는 제10족에 속하는 원소를 나타낸다. α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다.

[0112] 먼저, 합성 반응식 b에 제시된 바와 같이, 화학식 G0의 피라진 유도체 및 제9족 또는 제10족에 속하는 금속 또는 할로젠(예: 금속 할라이드 또는 금속 착체)을 포함하는 화합물을 적절한 용매에서 가열함으로써, 본 발명의 유기금속 착체의 종류이고 화학식 G1의 구조를 갖는 복합 착체(B)를 수득한다. 제9족 또는 제10족에 속하는 금속을 포함하고 할로젠을 포함하는 화합물로서, 염화로듐 수화물, 염화팔라듐, 염화이리듐 수화물, 염화이리듐 수화물 하이드로클로라이드 및 테트라클로로백금(II)산 칼륨 등이 제시되지만, 본 발명은 이들 예로 제한되지 않는다. 반응식 b에서, M은 제9족 또는 제10족에 속하는 원소를 나타내며, X는 할로젠 원소를 나타낸다. α는 아릴렌 그룹 Ar에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다. 또한, M이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이며, M이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0113] [반응식 b]

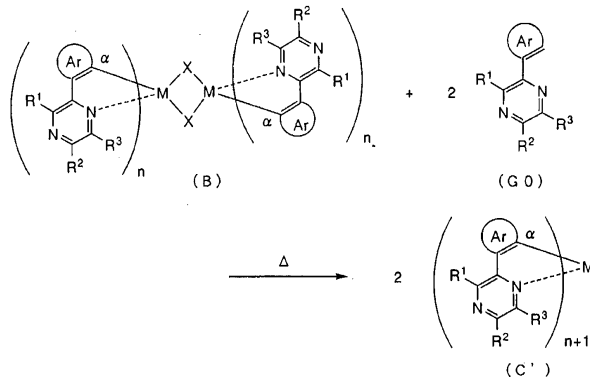


[0114]

[0115] 또한, 하기의 합성 반응식 c'에 제시된 바와 같이, 복합 착체(B) 및 화학식 G0의 피라진 유도체는 글리세롤 등의 고비점 용매에서 약 200°C의 고온에서 가열하며, 이에 따라, 화학식 G1의 구조를 포함하는 본 발명의 유기금속 착체의 한 형태 (C')가 수득될 수 있다. 반응식 c'에 제시된 바와 같이, 복합 착체(B) 및 오르토 금속화될 수 있는 화합물[예: 페닐피리딘(보다 통상적으로는, 사이클로-금속화될 수 있는 화합물)]은 글리세롤 등의 고비점 용매에서 200°C 부근의 고온에서 가열하며, 이에 따라, 화학식 G1의 구조를 포함하는 본 발명의 유기금속 착체의 한 형태 (C'')가 수득될 수 있다. 반응식 c' 및 c''에서, M은 제9족 또는 제10족에 속하는 원소를 나타내며, X는 할로젠 원소를 나타낸다. α는 아릴렌 그룹 Ar에서 중심 금속 M에 결합되는 탄소의 위치를 나타

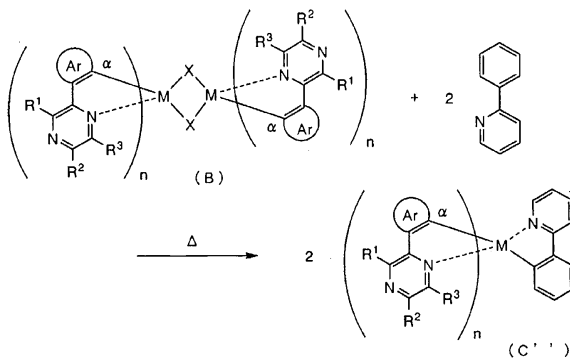
낸다. 또한, M이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이며, M이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0116] [반응식 c']



[0117]

[0118] [반응식 c'']

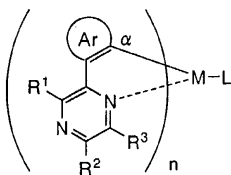


[0119]

[0120] <화학식 G10의 본 발명의 유기금속 착체의 합성법>

[0121] 상기 화학식 G1의 구조를 갖는 유기금속 착체중 가장 바람직한 예, 즉 화학식 G10의 유기금속 착체를 기술할 것이다.

[0122] 화학식 G10



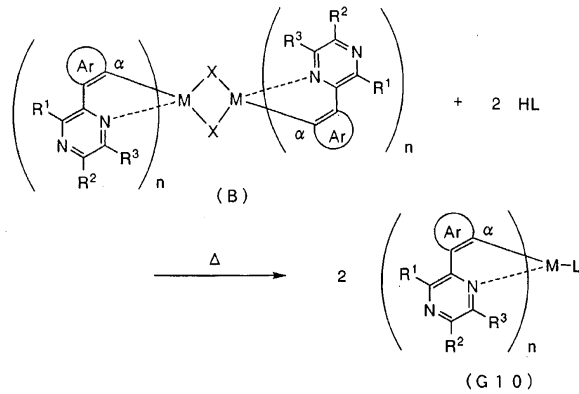
[0123]

[0124] 상기 화학식 G10에서, R¹은 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹, 탄소수가 1 내지 4인 알콕시 그룹 또는 탄소수가 1 내지 5인 알콕시카보닐 그룹을 나타낸다. R² 및 R³은 수소 또는 탄소수가 1 내지 4인 알킬 그룹을 나타낸다. Ar은 탄소수가 6 내지 25인 아릴렌 그룹을 나타내며, 아릴렌 그룹은 부가의 치환체(들)를 가질 수 있다. M은 중심 금속이며, 제9족 또는 제10족에 속하는 원소를 나타낸다. α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속이 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다. L은 1가 음이온성 리간드를 나타낸다. 또한, 중심 금속이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이고, 중심 금속이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0125] 화학식 G10의 본 발명의 유기금속 착체는 하기 반응식 c에 의해 합성할 수 있다. 환언하면, 상기 반응식 b에 의해 수득되는 복핵 착체(B)를 1가 음이온성 리간드 물질 HL과 반응시키고, HL의 양성자를 제거한 다음, 중심 금속 M에 배위시킨다. 이러한 방식으로, 화학식 G10의 본 발명의 유기금속 착체가 수득될 수 있다. 반응식 c에서, M은 제9족 또는 제10족에 속하는 원소를 나타내며, X는 할로젠 원소를 나타낸다. α는 아릴렌 그룹 Ar에서 중심 금속 M에 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다. 또한, M이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이며, M이

제10쪽에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0126] [반응식 c]



[0127]

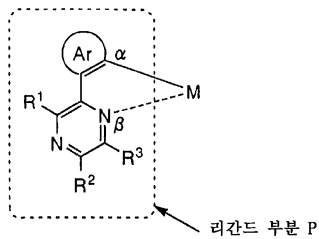
[0128] <화학식 G1로 제시되는 구조를 갖는 본 발명의 유기금속 착체 및 화학식 G10의 본 발명의 유기금속 착체의 특정 구조식>

[0129] 이어서, 화학식 G1로 제시되는 구조를 갖는 본 발명의 유기금속 착체 및 화학식 G10의 본 발명의 유기금속 착체의 특정 구조식을 기술할 것이다.

[0130] 중심 금속 M은 제9족 또는 제10족에 속하는 원소로부터 선택되지만, 이리듐(III) 또는 백금(II)이 발광 효율 면에서 바람직하다. 특히, 이리듐(III)이 열적으로 안정하므로, 바람직하게 사용된다.

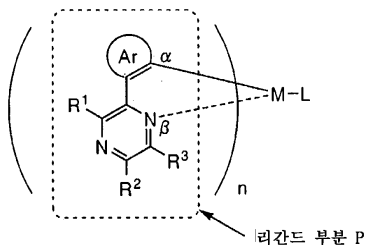
[0131] 이어서, 화학식 G1 및 G10에서 파선으로 둘러싸인 리간드 부분을 기술할 것이다. 상기 기술한 바와 같이, M은 제9족 또는 제10족에 속하는 원소를 나타낸다. α는 아릴렌 그룹에서 중심 금속에 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다. L은 1가 음이온성 리간드를 나타낸다(특정 예가 하기 기술된다). 또한, M이 제9족에 속하는 원소인 경우 n은 2이며, M이 제10족에 속하는 원소인 경우 n은 1이다.

[0132] 화학식 G1



[0133]

[0134] 화학식 G10



[0135]

[0136] R¹의 특정 예로서, 알킬 그룹(예: 메틸 그룹, 에틸 그룹, 이소프로필 그룹 또는 n-부틸 그룹); 알콕시 그룹(예: 메톡시 그룹, 에톡시 그룹, 이소프로폭시 그룹 또는 n-부톡시 그룹) 또는 알콕시카보닐 그룹(예: 메톡시카보닐 그룹, 에톡시카보닐 그룹, 이소프로폭시카보닐 그룹 또는 n-부톡시카보닐 그룹)이 제시된다. R¹에 이들 치환체

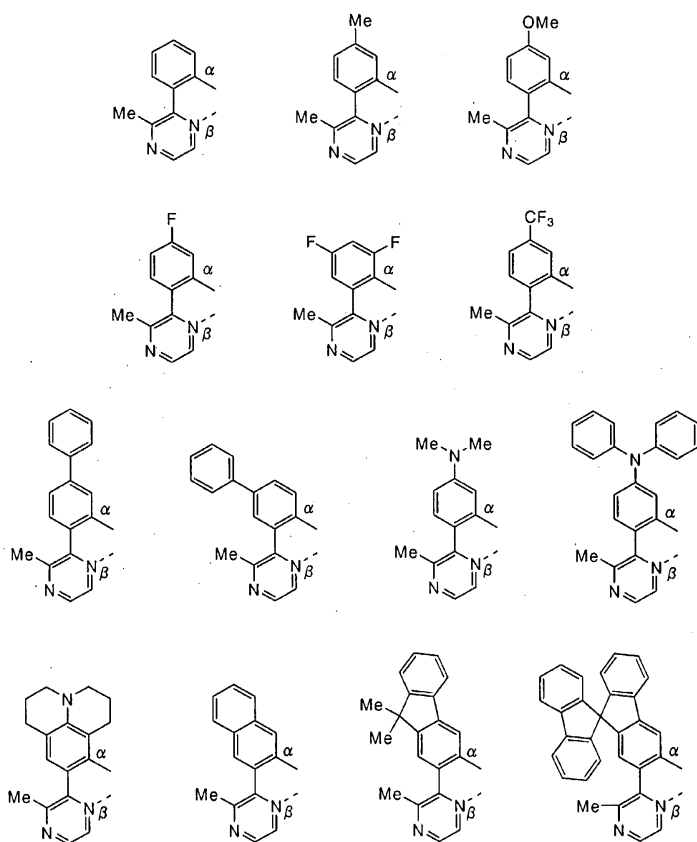
를 선택함으로써, 유기금속 착체의 합성 수율이 R¹이 수소인 경우보다 증진될 수 있다. 공액 그룹(예: 페닐 그룹)이 R¹에 대해 사용되는 경우에, 발광 스펙트럼은 보다 샤프할 수 있으며, 이에 따라 색순도가 증가될 수 있다.

[0137] R² 및 R³의 특정 예로서, 수소 뿐만 아니라, 메틸 그룹, 에틸 그룹, 이소프로필 그룹 또는 n-부틸 그룹 등으로 대표되는 알킬 그룹이 사용될 수 있다.

[0138] Ar의 특정 예로서, 페닐렌 그룹, 알킬 그룹(예: 메틸 그룹)으로 치환된 페닐렌 그룹, 알콕시 그룹(예: 메톡시 그룹)으로 치환된 페닐렌 그룹, 할로젠 그룹(예: 플루오로 그룹)으로 치환된 페닐렌 그룹, 트리플루오로메틸 그룹으로 치환된 페닐렌 그룹, 페닐 그룹으로 치환된 페닐렌 그룹, 디알킬아미노 그룹(예: 디메틸아미노 그룹)으로 치환된 페닐렌 그룹, 디아릴아미노 그룹(예: 디페닐아미노 그룹)으로 치환된 페닐렌 그룹이 제시된다. 특히, Ar에 대해 할로젠 그룹 또는 트리플루오로메틸 그룹으로 치환된 페닐렌 그룹을 사용함으로써, 발광 파장은 치환되지 않은 페닐렌 그룹이 Ar에 대해 사용되는 경우에 비해 단파장으로 이동될 수 있다. Ar에 대해 디알킬아미노 그룹 또는 디아릴아미노 그룹으로 치환된 페닐렌 그룹을 사용함으로써, 발광 파장은 치환되지 않은 페닐렌 그룹이 Ar에 대해 사용되는 경우에 비해 장파장으로 이동될 수 있다. 더욱이, Ar로서, 줄롤리딜렌 그룹, 나프틸렌 그룹, 스피로 플루오렌-디일 그룹, 9,9-디알킬플루오렌-디일 그룹(예: 9,9-디메틸플루오렌-디일 그룹)이 적용될 수 있다. 이 경우에, 발광 파장은 Ar이 치환되지 않은 페닐렌 그룹을 선택한 경우에 비해 장파장 측으로 이동될 수 있다.

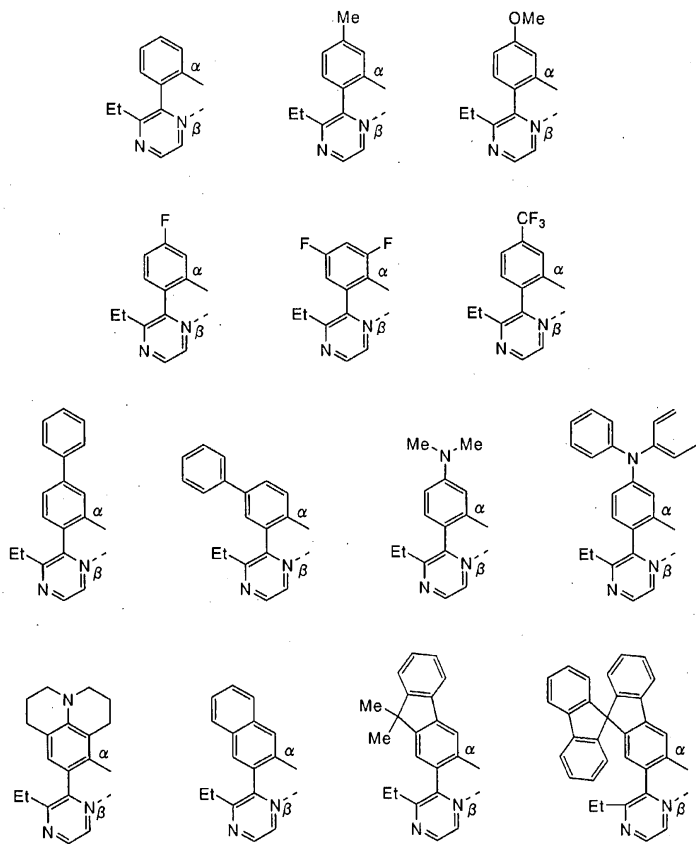
[0139] 상기 화학식 G0 및 G10에서 리간드 부분 P의 구조로서, 보다 특히 하기의 리간드 그룹 1 내지 7의 구조가 적용될 수 있다. 그러나, 본 발명은 이들 리간드 그룹으로 제한되지 않는다. α는 중심 금속 M에 결합되는 탄소의 위치를 나타낸다. β는 중심 금속 M으로 배위되는 질소의 위치를 나타낸다.

리간드 그룹 1



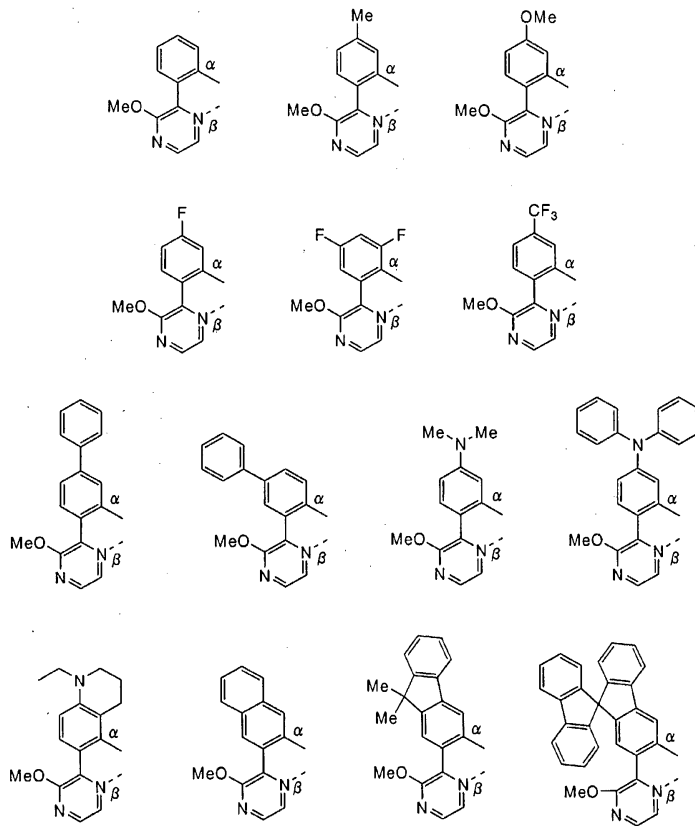
[0140]

리간드 그룹 2



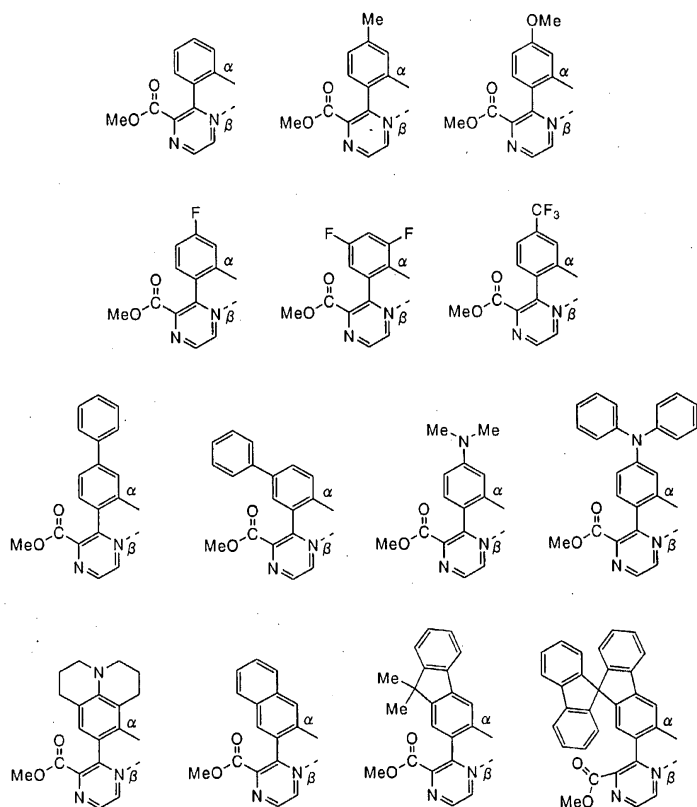
[0141]

리간드 그룹 3



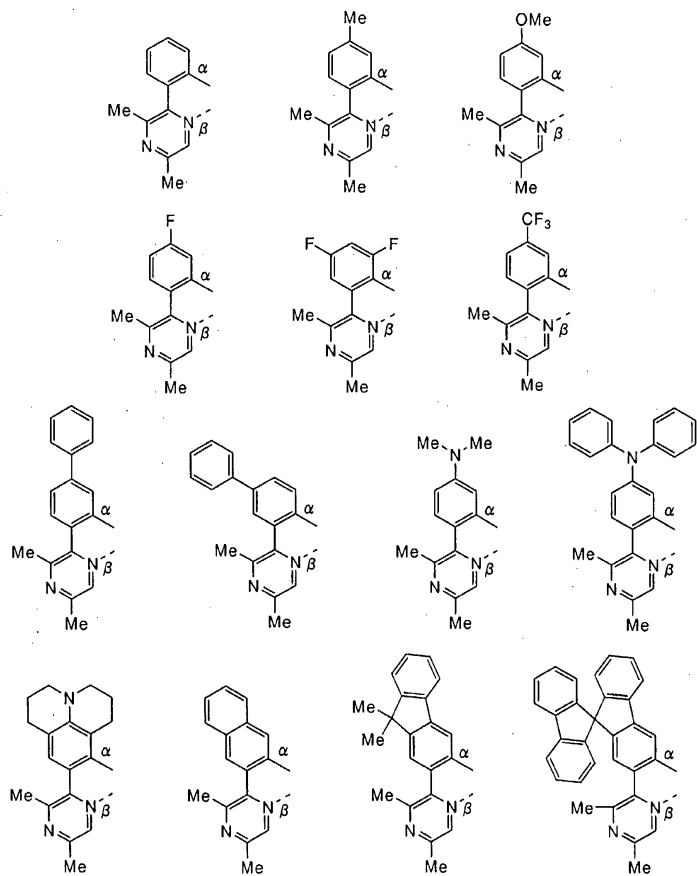
[0142]

리간드 그룹 4



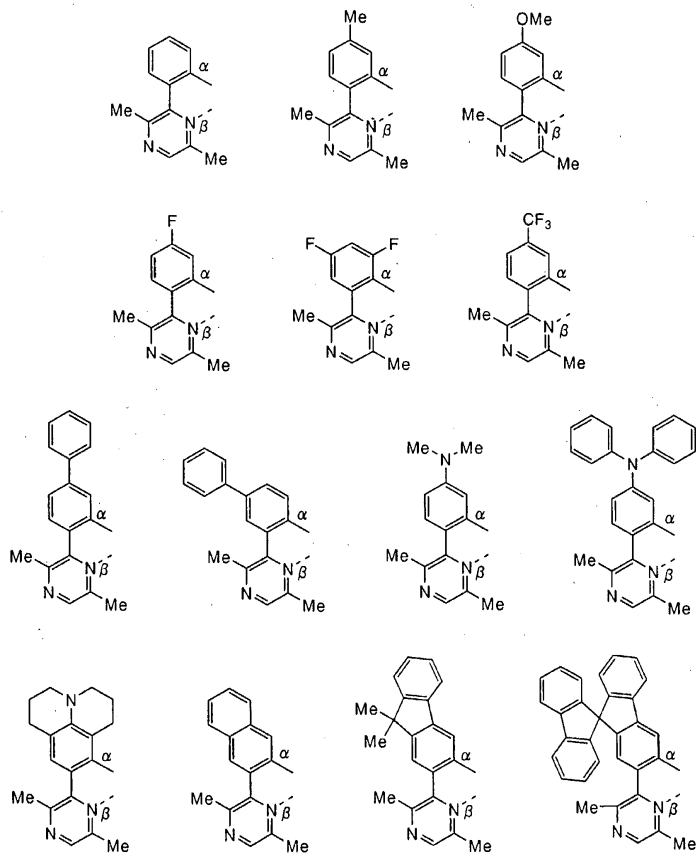
[0143]

리간드 그룹 5



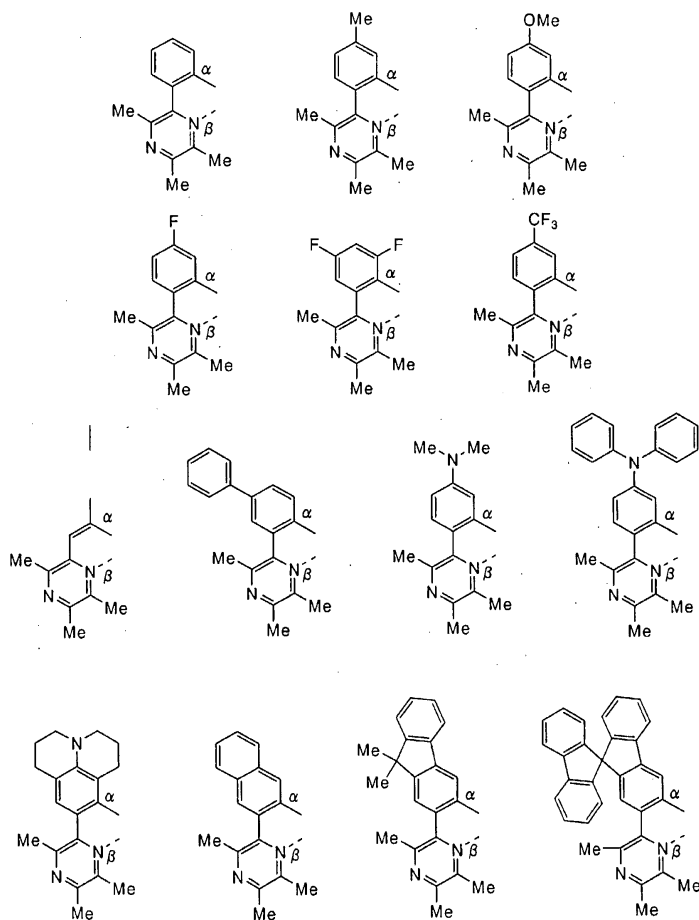
[0144]

리간드 그룹 6



[0145]

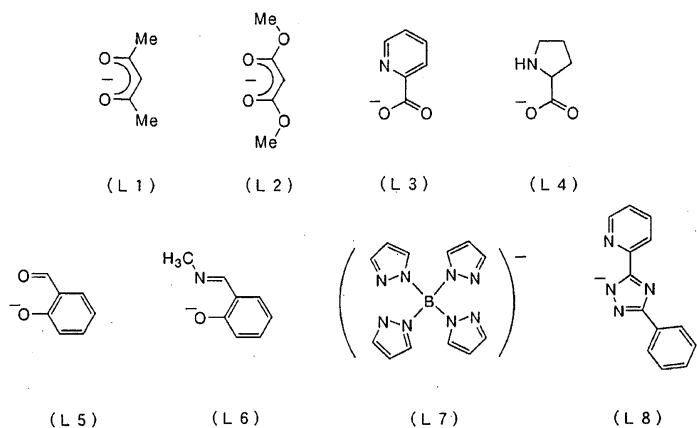
리간드 그룹 7



[0146]

[0147]

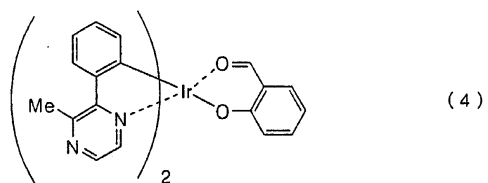
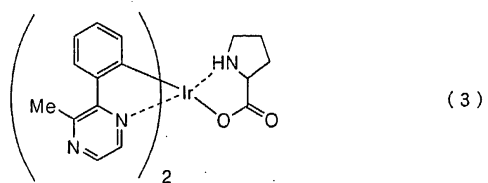
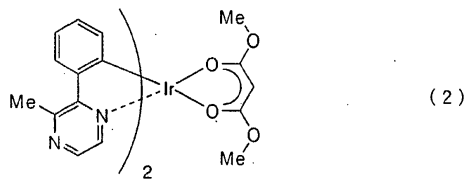
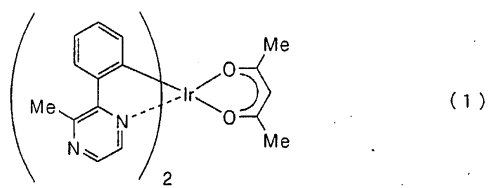
이어서, 화학식 G10에서 1가 음이온성 리간드 L을 기술한다. 1가 음이온성 리간드 L은 바람직하게는 β-디케톤 구조를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드, 카복실 그룹을 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드, 페놀성 하이드록실 그룹을 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드 또는 두 리간드 원소가 모두 질소인 1가 음이온성 이좌 킬레이트 리간드이다. 이는 이들 리간드의 배위 능력이 높기 때문이다. 보다 특히, 하기 화학식 (L1) 내지 (L8)의 1가 음이온성 리간드가 제시되지만, 본 발명은 이로 제한되지 않는다.



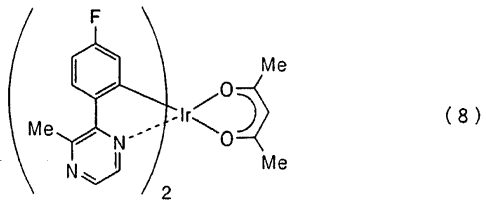
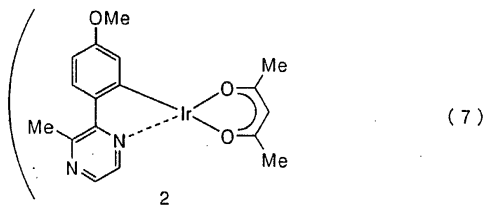
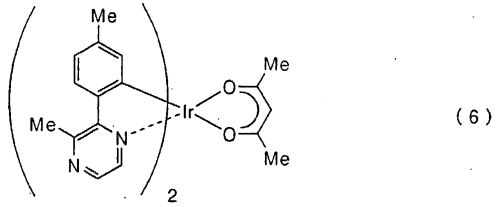
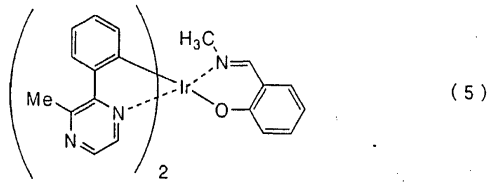
[0148]

[0149]

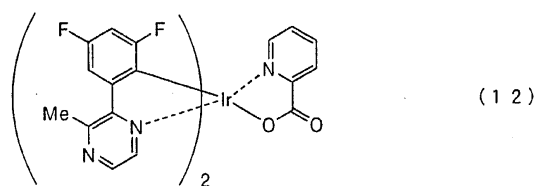
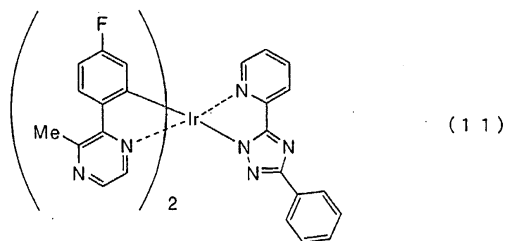
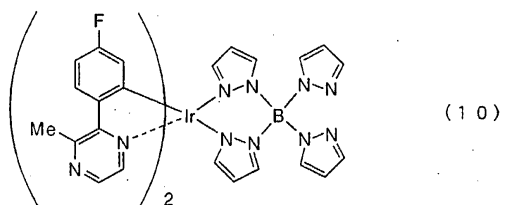
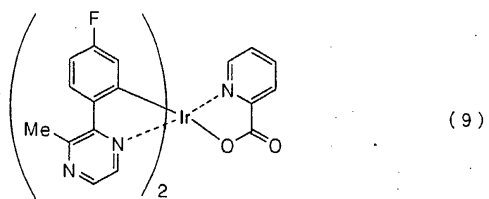
경우에 따라 조합하여 상기 기술한 바와 같은 중심 금속 M, 리간드 그룹 1 내지 7 및 1가 음이온성 리간드 L을 사용함으로써, 본 발명의 유기금속 착체를 구성한다. 이후에, 본 발명의 유기금속 착체의 특정 화학식 (1) 내지 (56)이 제시된다. 그러나, 본 발명은 이로써 제한되지 않는다.



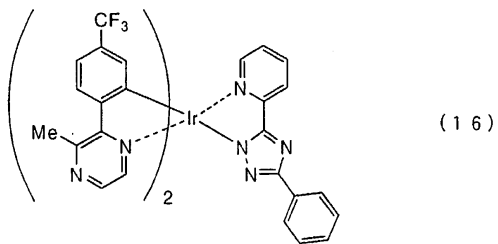
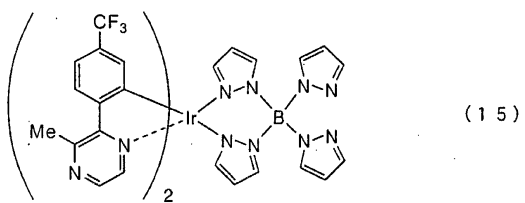
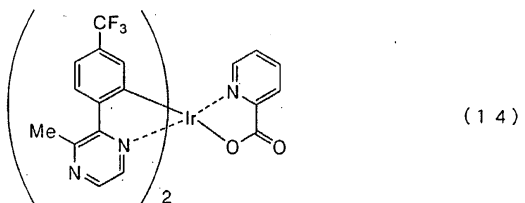
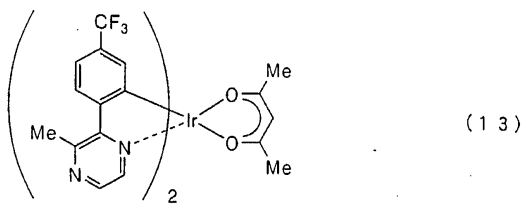
[0150]



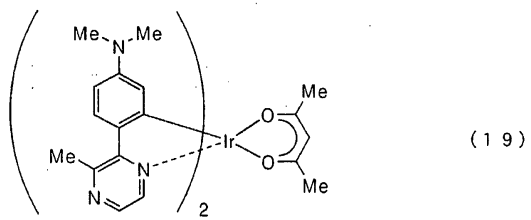
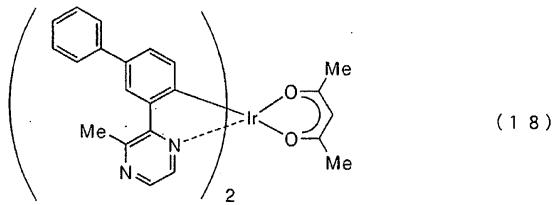
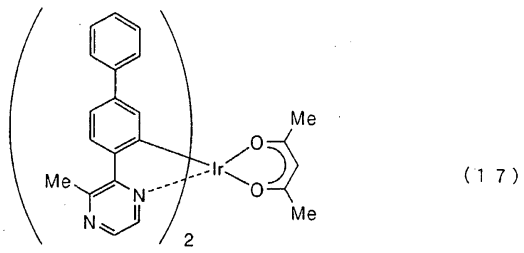
[0151]



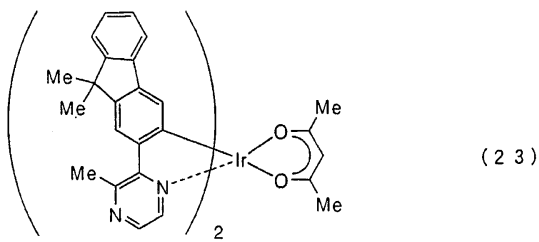
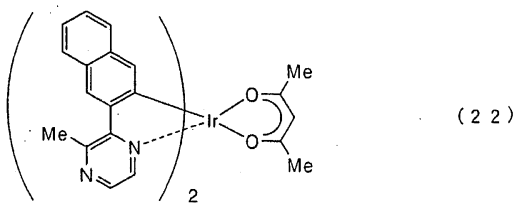
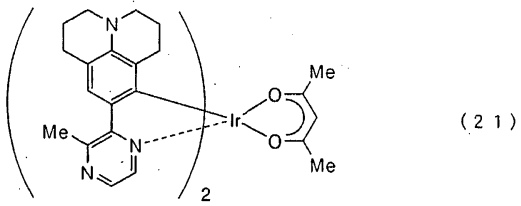
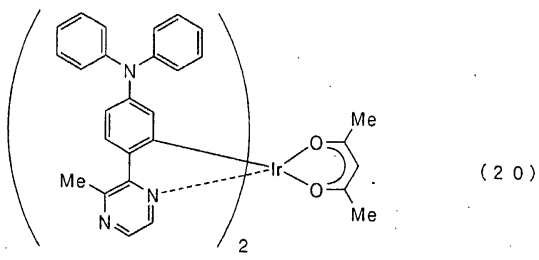
[0152]



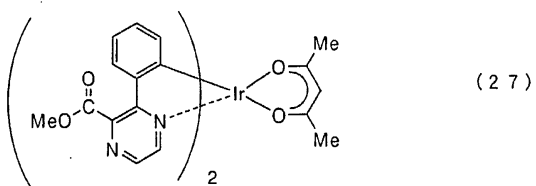
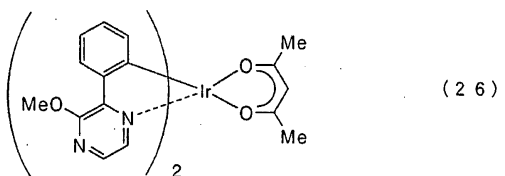
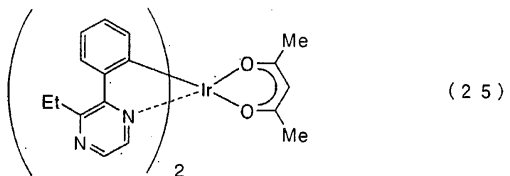
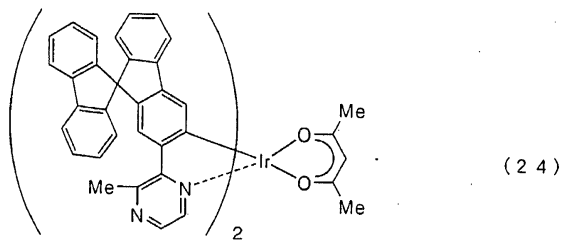
[0153]



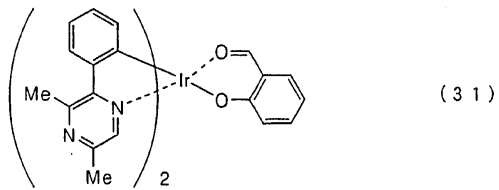
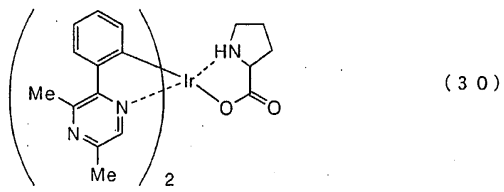
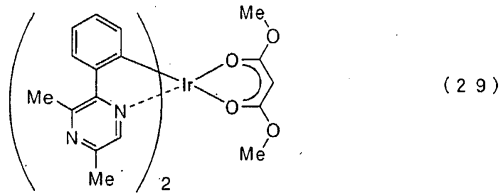
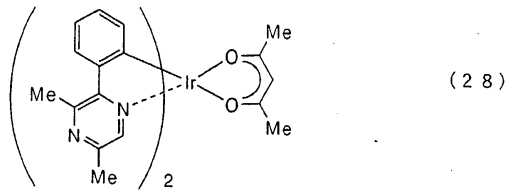
[0154]



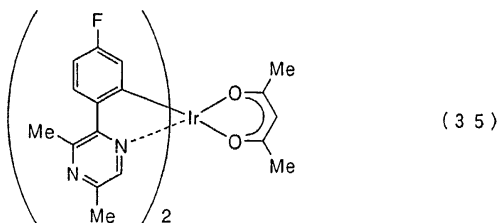
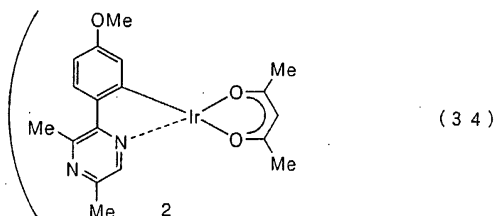
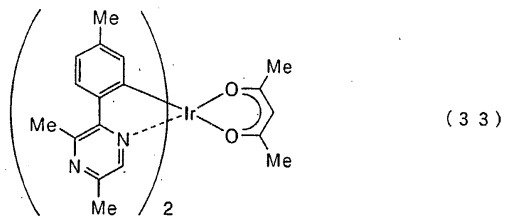
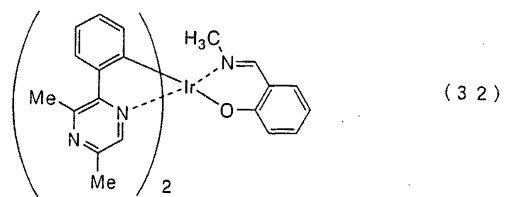
[0155]



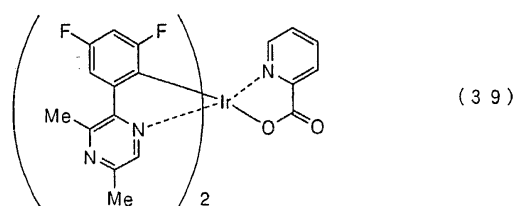
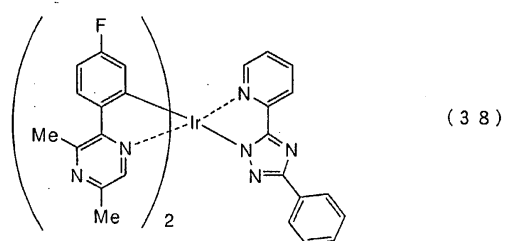
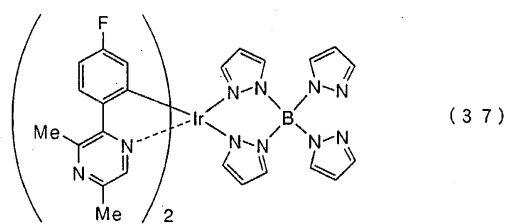
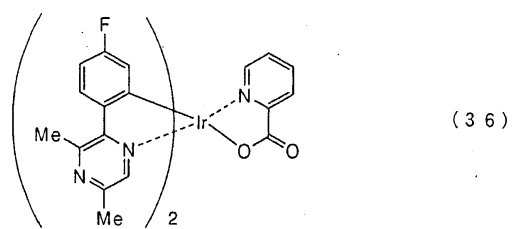
[0156]



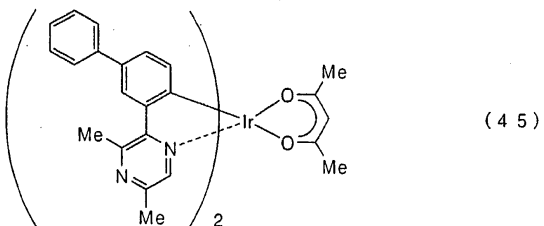
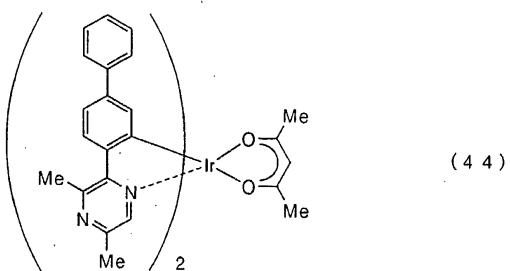
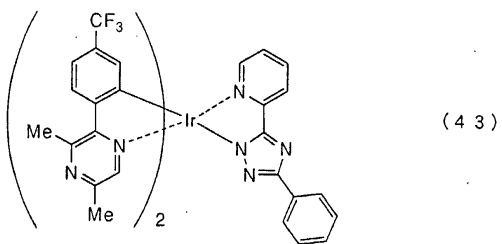
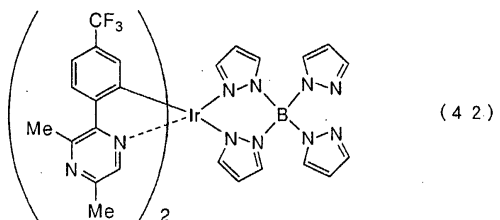
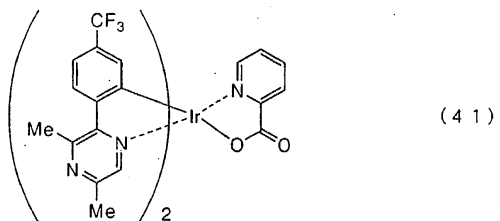
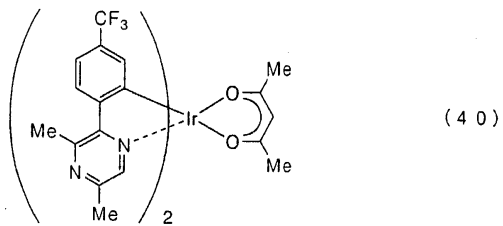
[0157]



[0158]

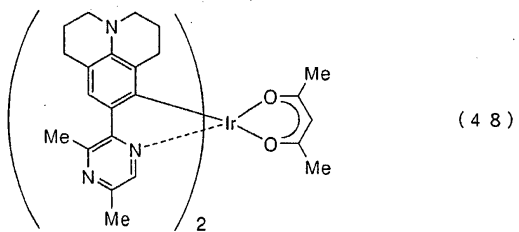
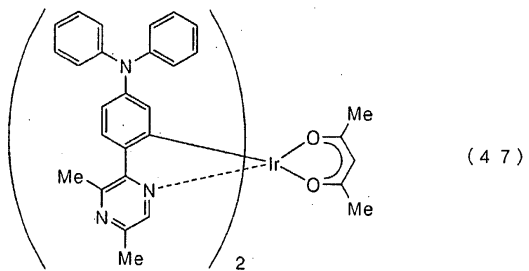
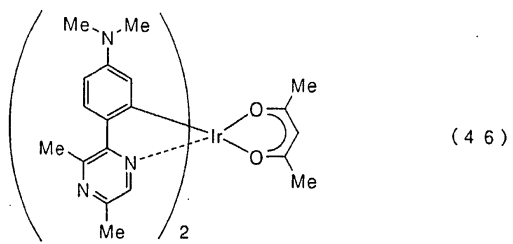


[0159]

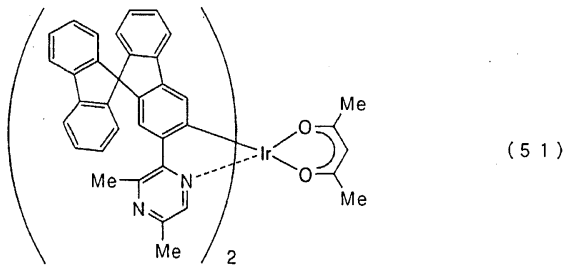
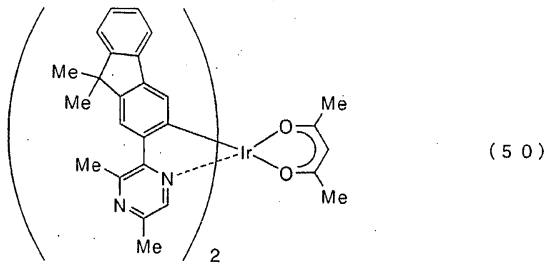
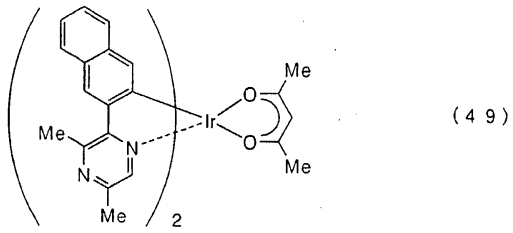


[0160]

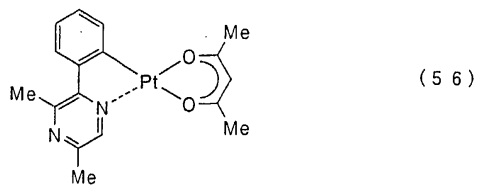
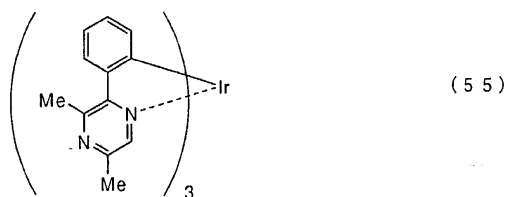
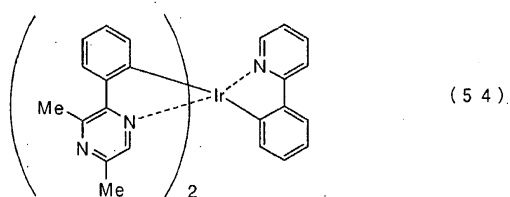
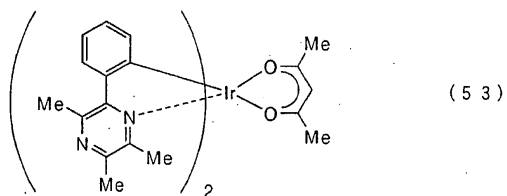
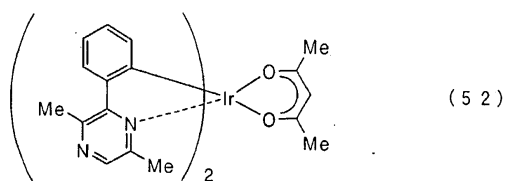
[0161]



[0162]



[0163]



[0164]

[0165]

[0166] 상기 화학식 (1) 내지 (56)의 유기금속 착체에서, 리간드의 형태에 따라 기하 이성체 및 입체 이성체가 존재할 수 있다. 본 발명의 유기금속 착체는 이러한 이성체들을 포함한다.

[0167] 또한, 화학식 (55)의 유기금속 착체로서 면 이성체 및 자오선 이성체의 두 기하 이성체가 존재한다. 본 발명의 유기금속 착체는 이러한 이성체들을 또한 포함한다.

[0168] 본 발명의 상기 유기금속 착체는 시스템간 교차 능력으로 인하여 감광제로서 사용될 수 있으며, 또한 인광을 방출한다. 따라서, 본 발명의 유기금속 착체는 발광 소자용 발광 재료 또는 발광 물질로서 사용할 수 있다.

[0169] 실시 형태 2

[0170] 실시 형태 2는 도 1을 참조로 발광 물질로서, 실시 형태 1에 기술된 본 발명의 유기금속 착체를 갖는 발광 소자의 형태를 기술할 것이다.

[0171] 도 1에 제시된 바와 같이, 발광 소자는 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이에 형성된 발광층(113)을 갖는다.

발광층(113)은 실시 형태 1에 기술된 바와 같은 본 발명의 유기금속 착체를 포함한다.

- [0172] 전압을 이러한 발광 소자에 인가함으로써, 제1 전극(101) 측으로부터 주입되는 정공 및 제2 전극(102) 측으로부터 주입되는 전자를 발광층(113) 내에서 서로 재결합시켜 본 발명의 유기금속 착체를 여기 상태로 만든다. 또한, 여기 상태에 있는 유기금속 착체가 기저 상태로 되돌아 가는 경우에, 광을 방출한다. 이렇게 기술된 바와 같이, 본 발명의 유기금속 착체는 발광 소자의 발광 물질로서 작용한다. 실시 형태 2의 발광 소자에서, 제1 전극(101)은 애노드로서 작용하며, 제2 전극(102)은 캐소드로서 작용한다.
- [0173] 본원에서, 발광층(113)은 본 발명의 유기금속 착체를 포함한다. 발광층(113)은 바람직하게는 호스트로서 본 발명의 유기금속 착체보다 에너지 갭이 더 큰 물질을, 그리고 게스트로서 분산되게 함유된 본 발명의 유기금속 착체를 포함하는 층이다. 따라서, 농도에 따라 유발되는 본 발명의 유기금속 착체로부터 방출되는 광의 소광이 방지될 수 있다. 삼중항 여기 에너지는 기저 상태와 삼중항 여기 상태 사이에 에너지 갭을 나타냄을 알아야 한다.
- [0174] 본 발명의 유기금속 착체를 분산시키는데 사용되는 물질(즉, 호스트)에 대한 특별한 제한은 없다. 아릴아민 골격을 갖는 화합물[예: 2,3-비스(4-디페닐아미노페닐)퀴놀살린(약어: TPAQn) 또는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약어: NPB)] 이외에, 카바졸 유도체[예: 4,4'-디(N-카보졸릴)바이페닐(약어: CBP) 또는 4,4',4"-트리스(N-카보졸릴)트리페닐아민(약어: TCTA)] 또는 금속 착체[예: 비스[2-(2-하이드록시페닐)피리디네이트]아연(약어: Znp₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤즈옥사졸레이토]아연(약어: ZnBOX), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(약어: BA1q) 또는 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(약어: Alq₃)] 등이 바람직하게 사용된다. 더욱이, 고분자량 화합물(예: 폴리(N-비닐카바졸)(약어: PVK))이 또한 사용될 수 있다.
- [0175] 본 발명의 유기금속 착체는 녹색광 내지 적색광에 이르는 발광색의 베리에이션이 풍부하므로, 녹색 내지 적색의 다양한 광을 방출할 수 있는 발광 소자가 제공될 수 있다. 본 발명의 유기금속 착체는 샤프한 발광 스펙트럼을 가지므로, 색순도가 높은 발광 소자가 제공될 수 있다. 더욱이, 본 발명의 유기금속 착체는 인광의 발광 효율을 가지므로, 발광 효율이 높은 발광 소자가 제공될 수 있다.
- [0176] 제1 전극(101)에 대한 특별한 제한은 없지만, 제1 전극(101)은 바람직하게는 제1 전극(101)이 실시 형태 2에서와 같이 애노드로서 작용하는 경우에 높은 일함수를 갖는 물질을 사용하여 형성한다. 특히, 인듐 주석 옥사이드(ITO) 이외에, 산화규소를 함유하는 인듐 주석 옥사이드(ITSO) 및, 산화아연을 2 내지 20중량% 함유하는 산화인듐(IZO); 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu) 또는 팔라듐(Pd) 등이 사용될 수 있다. 제1 전극(101)은, 예를 들면, 스퍼터링법 또는 증착법 등에 의해 형성될 수 있다.
- [0177] 또한, 제2 전극(102)에 대한 특별한 제한은 없지만, 제2 전극(102)은 바람직하게는 제2 전극(102)이 실시 형태 2에서와 같이 캐소드로서 작용하는 경우에 낮은 일함수를 갖는 물질로부터 형성된다. 특히, 알루미늄(Al) 또는 인듐(In) 이외에, 알칼리 금속(예: 리튬(Li) 또는 세슘(Cs)); 알칼리 토 금속(예: 마그네슘(Mg) 또는 칼슘(Ca)) 또는 희토류 금속(예: 에르븀(Er) 또는 이테르븀(Yb)) 등이 사용될 수 있다. 또한, 합금(예: 알루미늄-리튬 합금(AlLi) 또는 마그네슘-은 합금(MgAg))이 사용될 수 있다. 제2 전극(102)은, 예를 들면, 스퍼터링법 또는 증착법 등에 의해 형성될 수 있다.
- [0178] 외부로 방출된 광을 얻기 위하여, 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)중 하나 또는 둘 다는 바람직하게는 가시광을 투과할 수 있는 인듐 주석 옥사이드(ITO) 등의 전도막으로 형성된 전극 또는 가시광을 투과하도록 두께가 수 나노미터인 전극이다.
- [0179] 또한, 정공 수송층(112)은 도 1에 제시된 바와 같이, 제1 전극(101)과 발광층(113) 사이에 제공될 수 있다. 이때, 정공 수송층은 제1 전극(101)으로부터 발광층(113)으로 주입되는 정공을 수송하는 작용을 하는 층이다. 정공 수송층(112)은 이러한 방법으로 발광층(113)과 제1 전극(101)을 분리하도록 제공되므로, 금속으로 인한 광의 소광을 방지할 수 있다. 그러나, 정공 수송층(112)은 반드시 제공되지는 않는다.
- [0180] 정공 수송층(112)에 대한 특별한 제한은 없으며, 예를 들면, 방향족 아민 화합물(즉, 벤젠 환-질소 결합을 갖는 화합물)[예: 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약어: NPB), 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약어: TPD), 4,4'-비스[N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약어: DFLDPBi), 4,4',4"-트리스[N,N-디페닐아미노]트리페닐아민(약어: TDATA) 또는 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약어: TDATA)] 등이 사용될 수 있다.

노]트리페닐아민(약어: m-DATA)]로부터 형성된 층이 사용될 수 있다. 더욱이, 고분자량 화합물(예: 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약어: PVTPA))이 또한 사용될 수 있다.

[0181] 또한, 정공 수송층(112)은 둘 이상의 층이 적층된 다층 구조를 갖거나, 둘 이상의 물질을 합하여 형성할 수 있다.

[0182] 또한, 전자 수송층(114)이 도 1에 제시된 바와 같이, 제2 전극(102)과 발광층(113) 사이에 제공될 수 있다. 이때, 전자 수송층은 제2 전극(102)으로부터 발광층(113)으로 주입된 전자를 수송하는 작용을 갖는 층이다. 전자 수송층(114)은 이러한 방법으로 발광층(113)과 제2 전극(102)을 분리하도록 제공되므로, 금속으로 인한 광의 소광을 방지할 수 있다. 전자 수송층(114)이 반드시 제공되지 않음을 주지해야 한다.

[0183] 전자 수송층(114)에 대한 특별한 제한은 없다. 통상, 금속 착체[예: 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(약어: Alq₃), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(약어: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이토)베릴륨(약어: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(약어: BA1q), 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조사졸레이토]아연(약어: Zn(BOX)₂) 또는 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조티아졸레이토]아연(약어: Zn(BTZ)₂)]이 사용될 수 있다. 또한, 헤테로 방향족 화합물[예: 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-3급 부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약어: PBD), 1,3-비스[5-(p-3급 부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약어: OXD-7), 3-(4-3급 부틸페닐)-4-페닐-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약어: TAZ), 3-(4-3급 부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약어: p-EtTAZ), 바토펜안트라롤린(약어: BPhen), 바토클로프로인(약어: BCP) 또는 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약어: BzOs)]이 사용될 수 있다. 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린 등이 사용될 수 있다. 또한, 고분자량 화합물(예: 폴리(2,5-피리딘-디일)(약어: PPy))이 사용될 수 있다.

[0184] 또한, 전자 수송층(114)은 둘 이상의 층이 적층된 다층 구조를 갖거나, 둘 이상의 물질을 합하여 형성할 수 있다.

[0185] 또한, 정공 주입층(111)이 도 1에 제시된 바와 같이, 제1 전극(101)과 정공 수송층(112) 사이에 제공될 수 있다. 이때, 정공 주입층은 정공 수송층(112)에 대해 애노드로서 작용하는 전극으로부터 정공의 주입을 돕는 작용을 갖는 층이다. 정공 주입층(111)이 반드시 제공되지 않음을 주지해야 한다.

[0186] 정공 주입층(111)에 대한 특별한 제한은 없다. 정공 주입층(111)을 형성하는 경우에, 산화바나듐(VO_x), 산화니오븀(NbO_x), 산화탄탈(TaO_x), 산화크롬(CrO_x), 산화몰리브덴(MoO_x), 산화텅스텐(WO_x), 산화망간(MnO_x), 산화레늄(ReO_x) 또는 산화루테튬(RuO_x)과 같은 금속 산화물이 사용될 수 있다. 또한, 프탈로시아닌(약어: H₂Pc) 또는 구리 프탈로시아닌(약어: CuPc)과 같은 프탈로시아닌계 화합물이 사용될 수 있다. 또한, 상기 기술한 바와 같은 정공 수송층(112)을 형성하기 위한 물질이 사용될 수 있다. 또한, 폴리(에틸렌디옥시티오펜)과 폴리(스티렌 설포네이트)의 혼합물(약어: PEDOT/PSS)과 같은 고분자량 화합물이 사용될 수 있다.

[0187] 유기 화합물과 전자 수용체를 혼합하여 형성되는 복합 재료가 정공 주입층(111)을 위해 사용될 수 있다. 복합 재료는 정공 주입 특성 및 정공 수송 특성이 우수한데, 이는 정공이 전자 수용체에 의해 유기 화합물내에 생성되기 때문이다. 이 경우에, 유기 화합물은 바람직하게는 생성된 정공을 수송하는데 우수한 물질이다. 특히, 예를 들면, 정공 수송층(112)을 형성하기 위한 상기 물질(예: 방향족 아민계 화합물)이 사용될 수 있다. 또한, 전자 수용체로서, 유기 화합물에 대한 전자 수용 특성을 나타내는 물질이 사용될 수 있으며, 특히 전이금속 산화물이 바람직하다. 예를 들면, 산화바나듐(VO_x), 산화니오븀(NbO_x), 산화탄탈(TaO_x), 산화크롬(CrO_x), 산화몰리브덴(MoO_x), 산화텅스텐(WO_x), 산화망간(MnO_x), 산화레늄(ReO_x) 및 산화루테튬(RuO_x) 등이 제시된다. 염화철(III) 또는 염화알루미늄(II)과 같은 루이스산이 또한 사용될 수 있다. 또한, 유기 화합물[예: 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약어: F4-TCNQ)]이 사용될 수 있다.

[0188] 정공 주입층(111)은 둘 이상의 층이 적층된 다층 구조를 갖거나, 둘 이상의 물질을 합하여 형성할 수 있다.

[0189] 또한, 전자 주입층(115)이 도 1에 제시된 바와 같이, 제2 전극(102)과 전자 수송층(114) 사이에 제공될 수 있다. 이때, 전자 주입층은 전자 수송층(114)에 대해 캐소드로서 작용하는 전극으로부터 전자의 주입을 돕는 작용을 갖는 층이다. 전자 주입층(115)이 반드시 제공되지 않음을 주지해야 한다.

[0190] 전자 주입층(115)에 대한 특별한 제한은 없다. 알칼리 금속 또는 알칼리 토 금속 화합물[예: 리튬 플루오라이드(LiF), 세슘 플루오라이드(CsF), 칼슘 플루오라이드(CaF₂) 또는 산화리튬(LiO_x) 등]이 또한 사용될 수 있다.

또한, 희토류 금속 화합물, 예를 들면, 불화 에르븀(ErF₃)도 사용될 수 있다. 상기 언급한 전자 수송층(114)을 형성하는 물질이 또한 사용될 수 있다.

[0191] 유기 화합물과 전자 공여체를 혼합하여 형성되는 복합 재료가 전자 주입층(115)을 위해 사용될 수 있다. 복합 재료는 전자 주입 특성 및 전자 수송 특성이 우수한데, 이는 전자 공여체에 의해 유기 화합물내에 전자가 생성되기 때문이다. 이 경우에, 유기 화합물은 바람직하게는 생성된 전자를 수송하는데 우수한 물질이다. 특히, 예를 들면, 전자 수송층(114)을 형성하기 위한 상기 물질(예: 금속 착체 또는 헤테로 방향족 화합물 등)이 사용될 수 있다. 전자 공여체로서, 유기 화합물에 대한 전자 공여 특성을 나타내는 물질이 사용될 수 있으며, 특히 알칼리 금속, 알칼리토금속 또는 희토류 금속(예: 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 에르븀 또는 이테르븀)이 바람직하다. 예를 들면, 알칼리 금속 또는 알칼리 토 금속 산화물이 바람직하며, 예를 들면, 산화리튬(LiO_x), 산화칼슘(CaO_x) 또는 산화바륨(BaO_x) 등이 제시될 수 있다. 루이스산(예: 산화마그네슘)이 또한 사용될 수 있다. 또한, 유기 화합물(예: 테트라티아풀발렌(약어: TTF))이 사용될 수 있다.

[0192] 본 발명의 상기 발광 소자에서, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115)은 각각 특정 방법, 예를 들면, 증착법, 잉크젯 법 또는 도포법 등에 의해 형성될 수 있다. 또한, 제1 전극(101) 또는 제2 전극(102)은 스퍼터링법, 증착법, 잉크젯법, 도포법 등에 의해 형성될 수 있다.

[0193] 실시 형태 3

[0194] 본 발명의 발광 소자는 다수의 발광층을 가질 수 있다. 예를 들면, 백색광은 다수의 발광층을 제공하고, 각각의 발광층으로부터 방출되는 광을 혼합하여 수득할 수 있다. 실시 형태 3에서, 다수의 발광층을 갖는 발광 소자가 도 2를 참조로 기술된다.

[0195] 도 2에서, 제1 발광층(213) 및 제2 발광층(215)은 제1 전극(201)과 제2 전극(202) 사이에 제공된다. 제1 발광층(213)으로부터 방출되는 광과 제2 발광층(215)으로부터 방출되는 광이 혼합된 광이 수득될 수 있다. 분리층(214)이 바람직하게는 제1 발광층(213)과 제2 발광층(215) 사이에 형성된다.

[0196] 제1 전극(201)의 전위가 제2 전극(202)의 전위보다 더 높도록 전압을 인가하는 경우에, 전류가 제1 전극(201)과 제2 전극(202) 사이를 흐르며, 정공 및 전자는 제1 발광층(213), 제2 발광층(215) 또는 분리층(214) 내에서 재결합된다. 생성된 여기 에너지는 제1 발광층(213) 및 제2 발광층(215)으로 분배되어, 제1 발광층(213)에 함유된 제1 발광 물질 및 제2 발광층(215)에 함유된 제2 발광 물질을 각각 여기 상태로 가져간다. 이어서, 여기 상태의 제1 및 제2 발광 물질은 기저 상태로 되돌아 가는 경우에 광을 방출한다.

[0197] 제1 발광층(213)은 형광 물질[예: 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(3급 부틸)페릴렌(약어: TBP), 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)바이페닐(약어: DPVBi), 4,4'-비스[2-(N-에틸카바졸-3-일)비닐]바이페닐(약어: BCzVBi), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(약어: BA1q) 또는 비스(2--메틸-8-퀴놀리놀레이토)갈륨클로라이드(약어: Gamq₂Cl)] 또는 인광 물질[예: 비스{2-[3,5-비스(트리플루오로메틸)페닐]피리디네이토-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약어: Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4,6-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약어: FIr(acac)), 비스[2-(4,6-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약어: FIrpic) 또는 비스[2-(4,6-디플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}}이리듐(III)테트라(1-피라졸릴)보레이트(약어: FIr₆)]로 예시되는 제1 발광 물질을 함유하며, 이로부터 발광 스펙트럼에서 450 내지 510nm에서 피크를 갖는 발광(즉, 청색광 내지 청녹색광)이 수득될 수 있다. 또한, 제1 발광 물질이 형광 화합물인 경우에, 발광층(213)은 제1 발광 물질보다 더 큰 일중항 여기 에너지를 갖는 물질이 제1 호스트로서 사용되고, 제1 발광 물질은 게스트로서 분산되어 함유되는 구조를 가질 수 있다. 또한, 제1 발광 물질이 인광 화합물인 경우에, 발광층(213)은 바람직하게는 제1 발광 물질보다 더 큰 삼중항 여기 에너지를 갖는 물질이 제1 호스트로서 사용되고, 제1 발광 물질은 게스트로서 분산되어 함유되는 구조를 갖는다. 제1 호스트로서, NPB, CBP 또는 TCTA 등 뿐만 아니라, 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약어: DNA) 또는 2-3급 부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약어: t-BuDNA) 등이 사용될 수 있다. 일중항 여기 에너지는 기저 상태와 일중항 여기 상태간의 에너지 차이이며, 삼중항 여기 에너지는 기저 상태와 삼중항 여기 상태간의 에너지 차이를 유지하여야 한다.

[0198] 한편, 제2 발광층(215)은 본 발명의 유기금속 착체를 포함하며, 녹색 내지 적색의 발광을 나타낼 수 있다. 제2

발광층(215)은 실시 형태 2에 기술된 발광층(113)과 동일한 구조를 가질 수 있다.

- [0199] 또한, 분리층(214)이 특히, 상기 기술된 TPAQn, NPB, CBP, TCTA, Znp₂ 또는 ZnBOX 등으로부터 형성될 수 있다. 이러한 방법으로, 분리층(214)을 제공함으로써, 제1 발광층(213) 및 제2 발광층(215)중 하나의 발광 강도가 다른 것보다 더 큰 결함을 방지할 수 있다. 분리층(214)이 반드시 제공되는 것은 아님을 주지하여야 하며, 제1 발광층(213) 및 제2 발광층(215)의 발광 강도의 비가 조절될 수 있도록, 경우에 따라, 제공될 수 있다.
- [0200] 실시 형태 3에서, 본 발명의 유기금속 착체는 제2 발광층(215)에 대해 사용되며, 다른 발광 물질이 제1 발광층(213)에 대해 사용되지만, 본 발명의 유기금속 착체는 제1 발광층(213)에 대해 사용될 수 있고, 다른 발광 물질은 제2 발광층(215)에 대해 사용된다.
- [0201] 실시 형태 3에서, 도 2에 제시된 바와 같이 두 개의 발광층을 포함하는 발광 소자가 기술되지만, 발광층의 수는 둘로 제한되지 않으며, 예를 들면, 3개일 수 있다. 각각의 발광층으로부터의 발광을 혼합할 수 있다. 그 결과, 백색 발광이, 예를 들면, 수득될 수 있다.
- [0202] 또한, 제1 전극(201)은 실시 형태 2에서 기술한 제1 전극(101)과 동일한 구조를 가질 수 있다. 또한, 제2 전극(202)은 실시 형태 2에서 기술한 제2 전극(102)과 동일한 구조를 가질 수 있다.
- [0203] 실시 형태 3에서, 도 2에 제시된 바와 같이, 정공 주입층(211), 정공 수송층(212), 전자 수송층(216) 및 전자 주입층(217)이 제공되지만, 이들 층 구조에, 실시 형태 2에서 기술한 각각의 층의 구조가 적용될 수 있다. 그러나, 이들 층은 반드시 제공되지는 않으며, 소자 특성에 따라 제공될 수 있다.
- [0204] 실시 형태 4
- [0205] 실시 형태 4는 다수의 발광층을 포함하는 발광 소자를 예시한 것으로, 이는 실시 형태 3의 것과 상이한 소자 구조를 가지며, 광은 각각의 발광층으로부터 방출된다. 따라서, 또한 실시 형태 4에서도, 다수의 방출이 혼합된 광이 수득될 수 있다. 환언하면, 백색광이 수득될 수 있다. 이후에는, 도 3을 참조로 기술된다.
- [0206] 도 3의 발광 소자에서, 제1 발광층(313) 및 제2 발광층(323)은 제1 전극(301)과 제2 전극(302) 사이에 제공된다. 전하 발생층으로서 N 층(315) 및 P 층(321)이 제1 발광층(313)과 제2 발광층(323) 사이에 제공된다.
- [0207] N 층(315)은 전자를 발생하는 층이고, P 층(321)은 정공을 발생하는 층이다. 제1 전극(301)의 전위가 제2 전극(302)의 전위보다 더 높도록 전압을 인가하는 경우에, 제1 전극(301)으로부터 주입되는 정공 및 N 층(315)으로부터 주입되는 전자가 제1 발광층(313)에서 재결합되므로, 제1 발광층(313)에 포함된 제1 발광 물질은 광을 방출한다. 또한, 제2 전극(302)으로부터 주입되는 전자 및 P 층(321)으로부터 주입되는 정공이 제2 발광층(323)에서 재결합되므로, 제2 발광층(323)에 포함된 제2 발광 물질은 광을 방출한다.
- [0208] 제1 발광층(313)은 실시 형태 3의 제1 발광층(213)과 동일한 구조를 가질 수 있고, 450 내지 510nm에서 발광 스펙트럼의 피크를 갖는 광(즉, 청색광 내지 청녹색광)을 방출할 수 있다. 제2 발광층(323)은 실시 형태 3의 제2 발광층(215)과 동일한 구조를 가질 수 있고, 본 발명의 유기금속 착체를 포함하며, 녹색광 내지 적색광이 수득될 수 있다.
- [0209] N 층(315)은 전자를 발생하는 층이므로, 실시 형태 2에 기술된 유기 화합물 및 전자 공여체가 혼합된 복합 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 이러한 구조를 채택함으로써, 전자를 제1 발광층(313) 측으로 주입할 수 있다.
- [0210] P 층(321)은 정공을 발생하는 층이므로, 실시 형태 2에 기술된 유기 화합물 및 전자 공여체가 결합된 복합 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 이러한 구조를 채택함으로써, 정공을 제2 발광층(323) 측으로 주입할 수 있다. P 층(321)의 경우에, 정공 주입 특성이 우수한 금속 산화물(예: MoO_x, VO_x, ITO 또는 ITS0)이 사용될 수 있다.
- [0211] 본원에서, 실시 형태 4는 두 개의 발광층이 도 3에 제시된 바와 같이 제공된 발광 소자를 기술하지만, 발광층의 수는 둘로 제한되지 않는다. 예를 들면, 수는 3개일 수 있다. 각각의 발광층으로부터의 광은 혼합할 수 있다. 결과적으로, 예를 들면, 백색광이 수득될 수 있다.
- [0212] 제1 전극(301)은 실시 형태 2의 제1 전극(101)과 동일한 구조를 가질 수 있다. 또한, 제2 전극(302)은 실시 형태 2에 기술된 제2 전극(102)과 동일한 구조를 가질 수 있다.
- [0213] 실시 형태 4에서, 도 3에 제시된 바와 같이, 정공 주입층(311), 정공 수송층(312 및 322), 전자 수송층(314 및 324) 및 전자 주입층(325)이 제공된다. 그러나, 실시 형태 2에 기술된 층 구조가 또한 정공 주입층(311), 정공

수송층(312 및 322), 전자 수송층(314 및 324) 및 전자 주입층(325)에 적용될 수 있다. 이들 층은 반드시 제공되지 않으므로, 이들 층은, 경우에 따라, 소자 특성에 따라 제공될 수 있음을 주지하여야 한다.

[0214] 실시 형태 5

[0215] 본 발명의 유기금속 착체를 감광제로서 사용하는 발광 소자의 형태를 도 1을 참조로 설명한다.

[0216] 도 1은 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이에 발광층(113)을 갖는 발광 소자를 도시한 것이다. 발광층(113)은 실시 형태 1에 기술된 본 발명의 유기금속 착체, 및 본 발명의 유기금속 착체보다 장파장의 광을 방출할 수 있는 형광 화합물을 함유한다.

[0217] 이와 같은 발광 소자에서, 제1 전극(101)으로부터 주입되는 정공 및 제2 전극(102)으로부터 주입되는 전자는 발광층(113)에서 재결합되어 형광 화합물을 여기 상태로 가져간다. 이어서, 여기 상태의 형광 화합물이 기저 상태로 되돌아 가는 경우에 광을 방출한다. 이 경우에, 본 발명의 유기금속 착체는 형광 화합물의 더 많은 분자를 일중항 여기 상태로 존재하도록 만들기 위한 형광 화합물에 대한 감광제로서 작용한다. 상기 기술한 바와 같이, 발광 효율이 우수한 발광 소자는 감광제로서 본 발명의 유기금속 착체를 사용함으로써 수득할 수 있다. 실시 형태 5의 발광 소자에서 제1 전극(101)은 애노드로서 작용하고, 제2 전극(102)은 캐소드로서 작용함을 주지하여야 한다.

[0218] 본원에서, 발광층(113)은 본 발명의 유기금속 착체, 및 본 발명의 유기금속 착체보다 장파장의 광을 방출할 수 있는 형광 화합물을 포함한다. 발광층(113)은 본 발명의 유기금속 착체보다 더 큰 삼중항 여기 에너지 뿐만 아니라, 형광 물질보다 더 큰 일중항 여기 에너지를 갖는 물질이 호스트로서 사용되고, 본 발명의 유기금속 착체와 형광 화합물은 게스트로서 분산되게 함유되는 구조를 가질 수 있다.

[0219] 본 발명의 유기금속 착체와 형광 화합물을 분산시키는데 사용되는 물질(즉, 호스트)에 대한 특별한 제한은 없으며, 실시 형태 2에서 호스트로서 사용된 물질 등이 사용될 수 있다.

[0220] 또한, 형광 착체에 대한 특별한 제한은 없지만, 적색광 내지 적외선의 방출할 수 있는 화합물은 바람직하게는, 예를 들면, 4-디시아노메틸렌-2-이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸줄롤리딘-9-일)에테닐]-4H-피란(약어: DCJTI), 마그네슘 프탈로시아닌, 마그네슘 포르피린 또는 프탈로시아닌 등이다.

[0221] 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)은 모두 실시 형태 2의 제1 전극 및 제2 전극과 각각 동일한 구조를 가질 수 있음을 주지하여야 한다.

[0222] 실시 형태 5에서, 도 1에 제시된 바와 같이, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115)이 제공되며, 또한 이들 층에, 실시 형태 2에서 기술된 각 층의 구조가 적용될 수 있다. 이들 층이 반드시 제공되지 않으므로, 이들 층은, 경우에 따라, 소자 특성에 따라 제공될 수 있음을 주지하여야 한다.

[0223] 상기의 발광 소자는 감광제로서 본 발명의 유기금속 착체를 사용함으로써 광을 상당히 효율적으로 방출할 수 있다.

[0224] 실시 형태 6

[0225] 실시 형태 6에서, 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치의 형태가 도 4a 내지 도 4c를 참조로 설명된다. 도 4a 내지 도 4c는 발광 장치의 단면도를 나타낸 것이다.

[0226] 도 4a 내지 도 4c에서, 직사각형 형태의 점선으로 둘러싸인 부분은 본 발명의 발광 소자(12)를 구동시키도록 제공된 트랜지스터(11)이다. 발광 소자(12)는 발광층을 포함하는 층(15)이 제1 전극(13)과 제2 전극(14) 사이에 형성되고, 발광층은 본 발명의 유기금속 착체를 포함하는 본 발명의 발광 소자이다. 특히, 발광 소자(12)는 실시 형태 2에 제시된 바와 같은 구조를 갖는다. 트랜지스터(11)의 드레인 영역은 제1 층간 절연막(16; 16a, 16b 및 16c)을 관통하는 배선(17)에 의해 제1 전극(13)에 전기적으로 연결된다. 발광 소자(12)는 격벽층(18)에 의해 인접되게 제공된 다른 발광 소자와 분리되어 있다. 본 발명의 이러한 구조를 갖는 발광 장치는 실시 형태 6에서 기판(10) 위에 제공된다.

[0227] 도 4a 내지 도 4c에 제시된 각각의 트랜지스터(11)는 게이트 전극이 기판과 반대측 위에 제공되어, 반도체 층이 중심으로서 간주되는 상부 게이트 형태이다. 그러나, 트랜지스터(11)의 구조에 대한 특별한 제한은 없으

며; 예를 들면, 기저 게이트 형태가 사용될 수 있다. 기저 게이트 형태인 경우에, 트랜지스터(11)는 보호막이 채널을 형성하는 반도체 층 위에 형성된 구조(채널 보호 형태) 또는 채널을 형성하는 반도체 층의 일부가 침강된 구조(채널 에치 형태)를 가질 수 있다. 참조 번호 21은 게이트 전극; 22는 게이트 절연막; 23은 반도체 층; 24는 n 형 반도체; 25는 전극 및 26은 보호막을 나타낸다.

[0228] 또한, 트랜지스터(11)에 포함된 반도체 층은 결정성 또는 비결정성일 수 있다. 또한, 반비결정성 동일 수 있다.

[0229] 반비결정성 반도체는 다음과 같음을 주지하라. 비결정성 구조와 결정성 구조(단결정 및 다결정 포함) 사이에 중간체 구조 및 자유 에너지 면에서 안정한 제3 상태를 가지며, 단거리 질서 및 격자 변형을 갖는 결정성 영역을 포함한다. 적어도 막내 영역의 일부는 0.5 내지 20nm의 결정 입자를 함유한다. L-O 포논(phonon)으로부터 유도된 라만 스펙트럼은 520cm^{-1} 보다 낮은 파수측으로 이동된다. 실리콘의 결정 격자에 의해 유발되는 (111) 및 (220)의 회절 피크는 X선 회절로 관찰한다. 1 원자% 이상의 수소 또는 할로젠이 포함되어 미결합수(dangling bond)를 종결시킨다. 이는 미결정(microcrystalline) 반도체로 또한 언급한다. 반비결정성 반도체는 실리콘을 포함하는 기체 상에서 글로우 방전 분해(플라즈마 CVD)를 수행하여 형성한다. SiH_4 는 실리콘을 포함하는 기체로서 제시된다. 또한, Si_2H_6 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 또는 SiF_4 등이 또한 실리콘을 포함하는 기체로서 사용될 수 있다. 실리콘을 포함하는 기체는 H_2 , 또는 H_2 와 헬륨(He), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr) 및 네온(Ne)의 희 가스 원소 중의 하나 이상에 의해 희석시킬 수 있다. 이의 희석비는 2 내지 1000배; 압력은 대략 0.1 내지 133Pa; 전력 공급 주파수는 1 내지 120MHz, 바람직하게는 13 내지 60MHz의 범위일 수 있다. 기관 가열 온도는 300°C 이하, 바람직하게는 100 내지 250°C 일 수 있다. 막내 불순물 원소로서 산소, 질소 또는 탄소와 같은 대기 성분 불순물의 농도는 바람직하게는 $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 이하이고, 특히 산소 농도는 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 이하, 바람직하게는 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 이하이다. 반비결정성 반도체를 사용하는 TFT(막막 트랜지스터)의 이동성은 대략 1 내지 $10 \text{ cm}^2/\text{Vsec}$ 이다.

[0230] 결정성 반도체 층의 특정 예로서, 단결정 또는 다결정 실리콘 또는 실리콘 게르마늄 등으로 형성된 층이 제시될 수 있다. 이는 레이저 결정화에 의해 형성하거나, 예를 들면, 니켈을 사용하는 고체상 성장법을 통한 결정화에 의해 형성할 수 있다.

[0231] 반도체 층이 비결정성 물질(예: 비결정성 실리콘)로 형성되는 경우에, 발광 장치는 바람직하게는 트랜지스터(11) 및 다른 트랜지스터(발광 소자를 구동시키기 위한 회로내에 포함되는 트랜지스터)가 모두 n 채널 트랜지스터인 회로를 갖는다. 이와 달리, 발광 장치는 n 채널 트랜지스터 또는 p 채널 트랜지스터를 포함하는 회로를 갖거나, 표시 장치는 두 형태의 트랜지스터를 모두 포함하는 회로를 가질 수 있다.

[0232] 제1 층간 절연막(16a 내지 16c)은 도 4a 내지 도 4c에 제시된 바와 같은 다층 구조, 또는 단층 구조를 가질 수 있다. 층간 절연막 (16a)은 무기 물질(예: 산화규소 또는 질화규소)로부터 제조되며; 층간 절연막 (16b)은 아크릴, 실록산[규소-산소 결합(Si-O 결합)의 골격을 포함하고, 적어도 수소를 치환체로서 포함하는 유기 그룹] 또는 도포법에 의해 막으로서 형성될 수 있는 자기 평탄성 물질(예: 산화규소)로부터 제조된다. 또한, 층간 절연막 (16c)는 아르곤(Ar)을 함유하는 질화규소로부터 제조된다. 각 층을 형성하는 물질에 대한 특별한 제한은 없으며, 상기 물질이 아닌 다른 물질이 또한 사용될 수 있다. 상기 물질이 아닌 다른 물질로부터 제조된 층을 또한 결합시킬 수 있다. 상기 기술한 바와 같이, 제1 층간 절연막(16a 내지 16c)은 무기 물질 또는 유기 물질이나, 이들 모두에 의해 형성될 수 있다.

[0233] 격벽층(18)은 바람직하게는 곡률 반경이 옛지 부분에서 계속해서 변하는 형태를 갖는다. 또한, 격벽층(18)은 아크릴, 실록산, 내식막 또는 산화규소 등에 의해 형성된다. 격벽층(18)은 무기 물질 또는 유기 물질이나, 이들 모두에 의해 형성될 수 있음을 주지하여야 한다.

[0234] 도 4a 내지 도 4c에서, 제1 층간 절연막(16a 내지 16c)만이 트랜지스터(11)와 발광 소자(12) 사이에 제공된다. 그러나, 도 4b에 제시된 바와 같이, 제2 층간 절연막(19; 19a 및 19b)이 또한 제1 층간 절연막(16a 및 16b)에 추가하여 제공될 수 있다. 도 4b에 제시된 발광 장치에서, 제1 전극(13)은 제2 층간 절연막(19)을 관통하여, 배선(17)에 연결된다.

[0235] 제2 층간 절연막(19)은 제1 층간 절연막(16)과 유사한 다층 구조 또는 단층 구조를 가질 수 있다. 제2 층간 절

연막 (19a)는 아크릴, 실록산(규소-산소 결합(Si-O 결합)의 골격을 포함하고, 적어도 수소를 치환체로서 포함하는 유기 그룹) 또는 도포법에 의해 막으로서 형성될 수 있는 자기 평탄성 물질(예: 산화규소)로부터 제조된다. 제2 층간 절연막 (19b)는 아르곤(Ar)을 함유하는 질화규소로부터 형성된다. 각 층을 형성하는 물질에 대한 특별한 제한은 없으며, 상기 물질이 아닌 다른 물질이 또한 사용될 수 있다. 상기 물질이 아닌 다른 물질로부터 제조된 층을 또한 결합시킬 수 있다. 상기 기술한 바와 같이, 제2 층간 절연막(19)은 무기 물질 또는 유기 물질이나, 이들 모두에 의해 형성될 수 있다.

[0236] 제1 전극(13)과 제2 전극(14)이 발광 소자(12)에서 투광 물질로부터 형성되는 경우에, 발광은 도 4a에 화살표 윤곽으로 표시한 바와 같이 제1 전극(13) 및 제2 전극(14) 모두를 통해 수득될 수 있다. 단지 제2 전극(14)만이 투광 물질로부터 형성되는 경우에, 발광은 도 4b에 화살표 윤곽으로 표시한 바와 같이 제2 전극(14)만을 통해 수득될 수 있다. 이 경우에, 상당히 반사성인 물질로부터 제1 전극(13)을 형성하거나, 제1 전극(13) 아래에 상당히 반사성인 물질(반사막)로부터 형성된 막을 제공하는 것이 바람직하다. 단지 제1 전극(13)만이 투광 물질로부터 형성되는 경우에, 발광은 도 4c에 화살표 윤곽으로 표시한 바와 같이 제1 전극(13)만을 통해 수득될 수 있다. 이 경우에, 상당히 반사성인 물질로부터 제2 전극(14)을 형성하거나, 제2 전극(14) 위에 반사막을 제공하는 것이 바람직하다.

[0237] 발광 소자(12)에서, 층(15)은 제2 전극(14)의 전위가 제1 전극(13)의 전위보다 더 커지도록 전압을 인가하는 경우에 발광 소자(12)가 작동하기 위한 적층 구조를 가지거나, 층(15)은 제2 전극(14)의 전위가 제1 전극(13)의 전위보다 더 낮아지도록 전압을 인가하는 경우에 발광 소자(12)가 작동하기 위한 적층 구조를 가질 수 있다. 전자의 경우에, 트랜지스터(11)는 n 채널 트랜지스터이고, 후자의 경우에, 트랜지스터(11)는 p 채널 트랜지스터이다.

[0238] 상기 기술한 바와 같이, 발광 소자의 구동이 트랜지스터에 의해 조절되는 능동형 발광 장치를 이 실시 형태에서 설명한다. 그러나, 발광 소자가 특별한 구동 소자(예: 트랜지스터)의 제공없이 구동되는, 수동형 발광 장치가 또한 사용될 수 있다.

[0239] 실시 형태 6에 제시된 발광 장치는 다양한 발광색을 실현하는 특징을 갖는데, 이는 발광 장치가 본 발명의 발광 소자를 사용하기 때문이다. 또한, 발광 장치는 색순도가 높은 발광색의 특징을 갖는다. 더욱이, 발광 장치는 높은 발광 효율 및 낮은 전력 소비의 특징을 갖는다.

[0240] 실시 형태 7

[0241] 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치는 바람직한 영상을 표시할 수 있다. 따라서, 우수한 영상을 제공할 수 있는 전자 기기는 본 발명의 발광 장치를 전자 기기의 표시부에 적용하여 수득할 수 있다. 또한, 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치는 발광 효율이 우수하기 때문에 낮은 전력 소비로 구동될 수 있다. 따라서, 전력 소비가 낮은 전자 기기는 본 발명의 발광 장치를 전자 기기의 표시부에 적용하여 수득할 수 있고, 예를 들면, 전지 유지 시간이 긴 전화 등이 수득될 수 있다. 이후에는, 본 발명의 발광 소자가 적용된 발광 장치가 포함된 전자 기기의 일부 예가 제시된다.

[0242] 도 5a는 본 발명을 적용시켜 제조한 컴퓨터이며, 이는 본체(511), 케이스(512), 표시부(513) 및 키보드(514) 등을 포함한다. 컴퓨터는 표시부에 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치를 내장시켜 완성할 수 있다.

[0243] 도 5b는 본 발명을 적용시켜 제조한 전화이며, 여기서 본체(522)는 표시부(521), 오디오 출력부(524), 오디오 입력부(525), 작동 스위치(526 및 527) 및 안테나(523) 등을 포함한다. 전화는 표시부에 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치를 내장시켜 완성할 수 있다.

[0244] 도 5c는 본 발명을 적용시켜 제조한 텔레비전 수상기이며, 이는 표시부(531), 케이스(532) 및 스피커(533) 등을 포함한다. 텔레비전 수상기는 표시부에 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치를 내장시켜 완성할 수 있다.

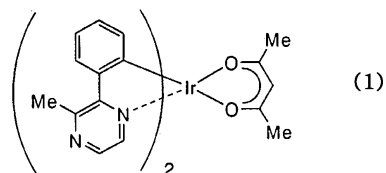
[0245] 상기 기술한 바와 같이, 본 발명의 발광 장치는 다양한 종류의 전자 기기의 표시부에 상당히 적합하다.

[0246] 컴퓨터 등이 실시 형태 7에서 기술되었지만, 그 외에, 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치를 네비게이션 시스템 또는 조명 기구 등에 내장시킬 수 있다.

[0247] 실시예 1

[0248] <합성 실시예 1>

[0249] 합성 실시예 1은 특히, 실시 형태 1에서 화학식 (1)의 본 발명의 유기금속 착체, (아세틸아세토네이트)비스(2-메틸-3-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약어: $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$)의 합성을 예시하는 것이다.

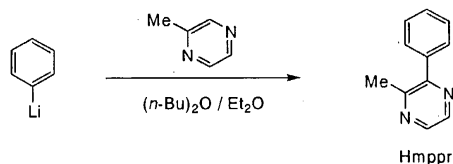


[0250]

[0251] <단계 1: 2-메틸-3-페닐피라진(약어: Hmppr)의 합성>

[0252] 먼저, 질소 대기하에, 페닐 리튬(제조원: Wako Pure Chemical Industries, Ltd. 2.1 mol/l)을 함유하는 디부틸 에테르 용액 50ml 및 디에틸에테르 250ml를 혼합한다. 이어서, 2-메틸피라진(제조원: Tokyo Chemical Industries Co., Ltd) 8.98g을 용액을 얼음으로 냉각시키면서, 이 용액에 적가하고, 실온에서 3시간 동안 교반한다. 물을 반응 용액에 가하고, 유기층을 디에틸에테르로 추출한다. 합한 유기층을 물로 세척하고, 황산마그네슘으로 건조시킨다. 용매를 증류시킨 후에, 수득된 잔사를 전개 용매로서 디클로로메탄을 사용하여 칼럼 크로마토그래피로 정제하여, 피라진 유도체 Hmppr(황색 오일성 물질: 22%)을 수득한다. 단계 1의 합성 반응식은 하기 반응식 a-1로 제시된다.

[0253] [반응식 a-1]

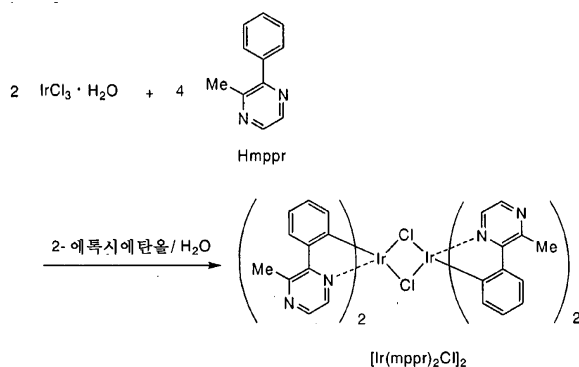


[0254]

[0255] <단계 2: 디-μ-클로로-비스[비스(2-메틸-3-페닐피라지네이트)이리듐(III)](약어: $[\text{Ir}(\text{mppr})_2\text{Cl}]_2$)의 합성>

[0256] 이어서, 상기 단계 1에서 수득한 피라진 유도체 Hmppr 3.61g 및 이리듐 클로라이드 수화물($\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)(제조원: Aldrich Corp.) 2.35g을 2-에톡시에탄올 30ml 및 물 10ml를 포함하고 용매로서 작용하는 혼합물에서 혼합한 다음, 질소 대기하에 15시간 동안 환류시켜, 복색 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2\text{Cl}]_2$ (암녹색 분말, 수율: 74%)를 수득한다. 단계 2의 합성 반응식은 하기의 반응식 b-1로 제시된다.

[0257] [반응식 b-1]

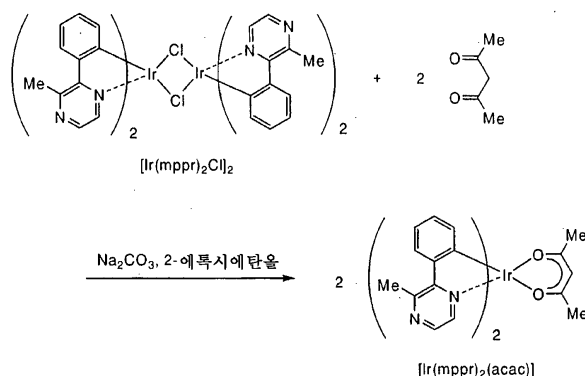


[0258]

[0259] <단계 3: (아세틸아세토네이트)비스(2-메틸-3-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약어: $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$)의 합성>

[0260] 또한, 단계 2에서 수득한 복합 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2\text{Cl}]_2$ 1.57g, 아세틸아세톤 0.43ml 및 탄산나트륨 1.47g을 2-에톡시에탄올(60ml)의 용매에서 혼합하고, 질소 대기하에 16시간 동안 환류시킨다. 반응 용액을 실온으로 자연스럽게 냉각시키고, 여과에 의해 수득한 분말을 디클로로메탄으로 재결정화하여, 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ (오렌지색 분말, 수율: 26%)을 수득한다. 단계 3의 합성 반응식은 하기의 반응식 c-1로 제시된다.

[0261] [반응식 c-1]



[0262]

[0263] 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)으로 단계 3에서 수득한 오렌지색 분말의 분석 결과가 하기에 제시된다. $^1\text{H-NMR}$ 차트는 도 6a 및 6b에 제시되어 있다. 도 6b는 수직축 면에 대한 도 6a의 확대도를 나타낸 것이다. 도 6a 및 6b로부터, 상기 화학식 (1)의 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 가 본 합성 실시예 1에서 수득됨을 알 수 있다.

[0264] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 1.79(s, 6H), 3.10(s, 6H), 5.23(s, 1H), 6.24(dd, 2H), 6.73(td, 2H), 6.90(td, 2H), 7.92(d, 2H), 8.21(d, 2H), 8.42(d, 2H).

[0265] 수득된 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 의 분해 온도 T_d 는 열중량/시차 열 분석기(제조원: Seiko Instrument Inc., TG/DTA 320 Type)로 측정하며, 결과는 $T_d = 332^\circ\text{C}$ 이다. 수득된 생성물은 유용한 내열성을 나타내는 것으로 밝혀졌다.

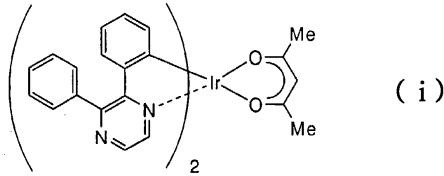
[0266] 이어서, $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼(여기 파장: 468nm)은 자외선-가시광선 분광 광도계(제조원: Japan Spectroscopy Corporation, V550 type) 및 형광 분광 광도계(제조원: Hamamatsu Photonics Corporation, FS920)로 각각 측정한다. 측정은 실온에서 탈기된 디클로로메탄 용액(0.19 mmol/l)을 사용하여 수행한다. 도 7은 측정 결과를 나타낸다. 수평축은 파장을 나타내고, 수직축은 몰 흡광 계수 및 발광 강도를 나타낸다.

[0267] 도 7에 제시된 바와 같이, 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 는 320nm, 360nm(sh), 408nm(sh), 496nm, 536nm(sh) 및 570nm(sh)에서 흡수 피크를 갖는다. 또한, 유기금속 착체는 598nm에서 발광 스펙트럼의 피크를 가지며, 오렌지색 광을 나타낸다. 발광 스펙트럼의 반가폭(half-maximum)은 70nm이고, 스펙트럼은 샤프하다.

[0268] 또한, 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 는 가시광선 영역에서 일부 흡수 피크를 갖는 것으로 관찰되었다. 이는 일부 유기금속 착체에 대해 독특한 흡수이며, 이는 종종 오르토 금속화 착체 등에서 관찰되고, 일중항 MLCT 전이, 삼중항 $\pi-\pi^*$ 전이 또는 삼중항 MLCT 전이 등에 상응하는 것으로 여겨진다. 특히, 최대 장파장 측에서의 흡수 피크는 가시 영역에서 광범위하게 기저로 퍼지며, 이는 삼중항 MLCT 전이로 여겨진다. 환언하면, 본 발명의 유기금속 착체인 $[\text{Ir}(\text{mppr})_2(\text{acac})]$ 는 삼중항 여기 상태로의 직접 광여기 및 시스템간 교차할 수 있는 화합물인 것으로 밝혀진 것이다. 따라서, 수득된 발광은 삼중항 여기 상태로부터의 발광, 환언하면, 인광인 것으로 여겨질 수 있다.

[0269] <비교 실시예 1>

[0270] 방출 스펙트라를 비교하기 위하여, 하기 화학식 (i)의 통상의 유기금속 착체, (아세틸아세토네이트)비스(2,3-디페닐피라지네이트)이리듐(III)(약어: $[\text{Ir}(\text{dphp})_2(\text{acac})]$)를 합성한다. 이 $[\text{Ir}(\text{dphp})_2(\text{acac})]$ 는 참조 문헌 2에 기술된 화합물이다.



[0271]

[0272] 도 8은 디클로로메탄 용액중 $[\text{Ir}(\text{dphp})_2(\text{acac})]$ 의 발광 스펙트럼(여기 과장: 468nm)을 나타낸 것이다. 수평축은 파장을 나타내며, 수직축은 발광 강도를 나타낸다. 도 8은 또한 상기 합성 실시예 1에서 합성한 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppy})_2(\text{acac})]$ 의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

[0273] 도 8에 제시된 바와 같이, $[\text{Ir}(\text{dphp})_2(\text{acac})]$ 의 발광 스펙트럼의 반가폭은 80nm이며, 스펙트럼은 상기 합성 실시예 1에서 합성한 본 발명의 유기금속 착체, $[\text{Ir}(\text{mppy})_2(\text{acac})]$ 보다 더 넓은 것으로 밝혀졌다.

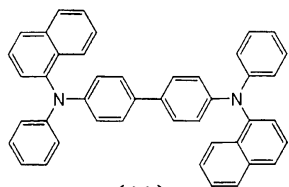
[0274] 실시예 2

[0275] 실시예 2는 발광 물질로서, 실시예 1의 상기 합성 실시예 1에서 합성한 본 발명의 유기금속 착체, $[\text{Ir}(\text{mppy})_2(\text{acac})]$ 를 사용하는 발광 소자의 특정 예를 나타낸 것이다. 도 1은 소자 구조를 나타낸 것이다.

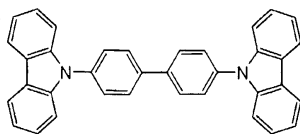
[0276] 먼저, 두께가 110nm인 산화규소를 포함하는 인듐 주석 옥사이드(ITSO)가 형성되는 유리 기판을 준비한다. ITSO 표면의 주변은 표면의 2 mm x 2 mm 부분이 노출되는 방식으로 절연막으로 도포한다. ITSO는 발광 소자의 애노드로서 작용하는 제1 전극(101)으로서 형성된다. 기판 위에 발광 소자를 형성하는 전처리로서, 기판 표면을 다공성 수지 브러시로 세척하고, 200°C에서 1시간 동안 소성한 다음, UV 오존 처리를 370초 동안 수행한다.

[0277] 이어서, 기판을 진공 증발 장치에 제공된 홀더에 고정시켜, 기판 표면에 ITSO 면이 아래로 제공되도록 한다.

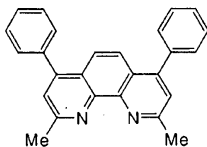
[0278] 진공 증발 장치의 압력을 10^{-4} Pa로 감소시킨 후에, 하기 화학식 (ii)의 NPB 및 산화몰리브덴(VI)을 공증착시켜, NPB:산화몰리브덴(VI) = 4:1이 수득되도록 함으로써, 정공 주입층(111)을 형성한다. 정공 주입층(111)의 두께는 50nm이다. 공증착법은 일부 상이한 물질이 동시에 상이한 증발원으로부터 증발되는 증착법을 지지하여야 한다. 이어서, 두께가 10nm인 NPB를 정공 수송층(112)으로서 증착에 의해 형성한다. 정공 수송층(112) 위에서, 하기 화학식 (iii)의 CBP 및 합성 실시예 1에서 합성한 $[\text{Ir}(\text{mppy})_2(\text{acac})]$ 를 공증착시켜 CBP: $[\text{Ir}(\text{mppy})_2(\text{acac})]$ = 1:0.05(질량비)가 수득되도록 함으로써, 발광층(113)을 형성한다. 발광층(113)의 두께는 30nm이다. 이어서, 두께가 10nm인 하기 화학식 (iv)의 BCP를 증착에 의해 성막하여 전자 수송층(114)을 형성한다. 전자 주입층(115)은 하기 화학식 (v)의 Alq_3 및 리튬(Li)을 공증착시켜 Alq_3 :Li = 1:0.01(질량비)이 수득되도록 함으로써 전자 수송층(114) 위에 형성한다. 전자 주입층(115)의 두께는 45nm이다. 마지막으로, 200nm의 알루미늄을 캐소드로서 작용하는 제2 전극(102)으로서 성막하여, 본 발명의 발광 소자를 수득한다. 상기 증착 과정에서, 증착은 전부 저항 가열법을 사용함을 지지하여야 한다.



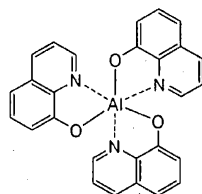
(ii)



(iii)



(iv)



(v)

[0279]

[0280]

발광 소자가 공기에 노출되지 않도록 이러한 발광 소자를 질소 대기를 포함하는 글로브 박스에 밀봉한 후에, 발광 소자의 작동 특성을 측정한다. 측정은 실온에서(대기는 25℃로 유지함) 수행한다.

[0281]

도 9a는 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 나타내며, 도 9b는 도 9a의 수직축이 외부 양자 효율로 전환된 그래프이다. 이러한 발광 소자는 전류 밀도가 7.80 mA/cm²인 전류 흐름을 허용함으로써 2600 cd/m²의 휘도에서 광을 방출한다. 이때, 전류 효율은 33.3 cd/A이며, 외부 양자 효율은 13.2%이므로, 발광 소자는 높은 발광 효율을 나타낸다. 또한, 도 10은 이때의 CIE 색도 좌표를 나타내며, CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.54, 0.45)이다. 따라서, 오렌지색 발광이 수득된다. 도 10에 제시된 바와 같이, 본 실시예의 발광 소자의 CIE 색도 좌표는 NTSC 표준의 색 재현 영역(이는 도 10에서 삼각형 내부이다) 밖에 존재하므로, 발광 소자는 높은 색순도를 나타낼 수 있다.

[0282]

도 11은 전류 밀도가 25 mA/cm²인 전류를 이러한 발광 소자에 공급하는 경우의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 도 11에 제시된 바와 같이, 발광 스펙트럼은 584nm에서 피크를 가지며, 피크는 본 발명의 유기금속 착체인 [Ir(mppr)₂(acac)]의 방출로부터 얻어진 것을 나타내는 것이다.

[0283]

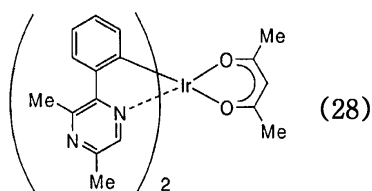
실시예 3

[0284]

<합성 실시예 2>

[0285]

합성 실시예 2는 실시 형태 1에서 화학식 (28)인 본 발명의 유기금속 착체인 (아세틸아세토네이트)비스(3,5-디메틸-2-페닐피라진)이리듐(III)(약어: [Ir(mppr-Me)₂(acac)])의 합성의 특정 실시예를 나타낸 것이다.



(28)

[0286]

[0287]

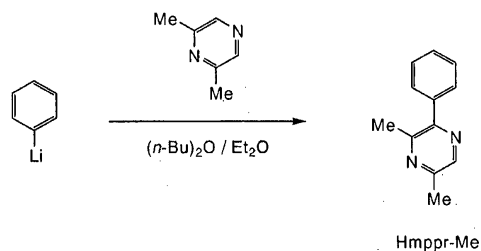
<단계 1: 3,5-디메틸-2-페닐피라진(약어: Hmppr-Me)의 합성>

[0288]

먼저, 질소 대기하에, 페닐 리튬(제조원: Wako Pure Chemical Industries, Ltd. 2.1 mol/l)을 함유하는 디부틸에테르 용액 50ml 및 디에틸에테르 250ml를 혼합한다. 이어서, 2,6-디메틸피라진 10.33g을 용액을 얼음으로 냉각시키면서, 이 용액에 가하고, 실온에서 24시간 동안 교반한다. 물을 이 혼합물에 가하고, 유기층을 디에틸에테르로 추출한다. 수득한 유기층을 물로 세척하고, 황산마그네슘으로 건조시킨다. 건조 후에, 용액을 여과한다. 여액의 용매를 증류시킨 후에, 수득된 잔사를 전개 용매로서 디클로로메탄을 사용하여 실리카겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하여, 목적하는 피라진 유도체 Hmppr-Me(적갈색 액체, 수율: 16%)를 수득한다. 단계 1의

합성 반응식은 하기 반응식 a-2로 제시된다.

[0289] [반응식 a-2]

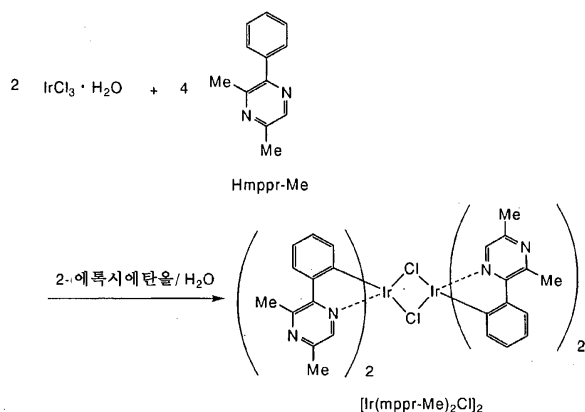


[0290]

[0291] <단계 2: 디-μ-클로로-비스[비스(3,5-디메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)](약어: [Ir(mppr-Me)₂Cl]₂)의 합성>

[0292] 이어서, 상기 단계 1에서 수득한 피라진 유도체 Hmppr-Me 2.88g 및 이리듐 클로라이드 수화물(IrCl₃·H₂O)(제조원: Sigma-Aldrich Corp.) 1.49g을 2-에톡시에탄올 30ml 및 물 10ml를 포함하고 용매로서 작용하는 혼합물에서 혼합한 다음, 질소 대기하에 15시간 동안 환류시켜 반응시킨다. 반응 용액으로부터 침전되는 분말을 여과하고, 에탄올로 세척하여, 복핵 착체 [Ir(mppr-Me)₂Cl]₂(갈색 분말, 수율: 89%)를 수득한다. 단계 2의 합성 반응식은 하기의 반응식 b-2로 제시된다.

[0293] [반응식 b-2]

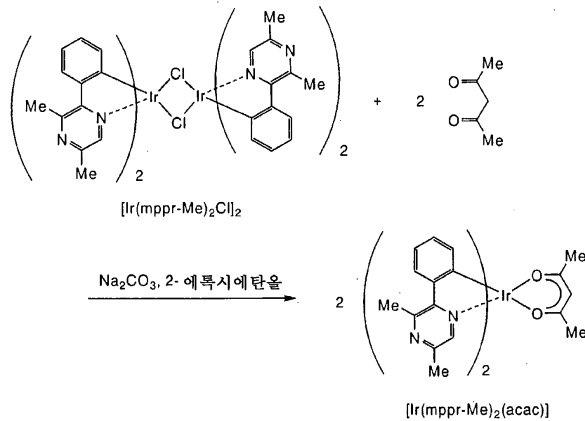


[0294]

[0295] <단계 3: (아세틸아세토네이토)비스(3,5-디메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)(약어: [Ir(mppr-Me)₂(acac)])의 합성>

[0296] 또한, 단계 2에서 수득한 복핵 착체 [Ir(mppr-Me)₂Cl]₂ 1.51g, 아세틸아세톤 0.39ml 및 탄산나트륨 1.35g을 2-에톡시에탄올(30ml)의 용매에서 혼합하고, 질소 대기하에 18시간 동안 환류시킨다. 반응 용액을 실온으로 자연스럽게 냉각시키고 여과한다. 수득한 여액을 에탄올로 세척하고, 디클로로메탄에 용해시켜 재결정화함으로써, 본 발명의 유기금속 착체 [Ir(mppr-Me)₂(acac)](오렌지색 분말, 수율: 24%)을 수득한다. 단계 3의 합성 반응식은 하기의 반응식 c-2로 제시된다.

[0297] [반응식 c-2]



[0298]

[0299] 핵자기 공명 분광법(¹H-NMR)으로 단계 3에서 수득한 오렌지색 분말의 분석 결과가 하기에 제시된다. ¹H-NMR 차트는 도 12a 및 12b에 제시되어 있다. 도 12b는 수직축 면에 대한 도 12a의 확대도를 나타낸 것이다. 도 12a 및 12b로부터, 상기 화학식 28의 본 발명의 유기금속 착체 [Ir(mppr-Me)₂(acac)]가 본 합성 실시예 1에서 수득됨을 알 수 있다.

[0300] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 1.80(s, 6H), 2.65(s, 6H), 3.09(s, 6H), 5.22(s, 1H), 6.21(dd, 2H), 6.70(td, 2H), 6.87(td, 2H), 7.86(d, 2H), 8.29(s, 2H).

[0301] 수득된 본 발명의 유기금속 착체 [Ir(mppr-Me)₂(acac)]의 열중량/시차 열 분석(TG/DTA) 측정을 수행한다. 측정은 고진공 시차형 시차 열 저울(제조원: Bruker AXS K.K., TG/DTA 2410SA)을 사용하여 수행한다. 측정은 정상 압력하에 질소 대기하에서 수행한다. 중량 및 온도의 관계로부터(열중량 측정), 측정 초기에 중량에 대해 중량이 95% 이하가 되는 경우의 온도는 292℃로, 우수한 내열성을 나타내는 것으로 밝혀졌다.

[0302] 이어서, [Ir(mppr-Me)₂(acac)]의 흡수 스펙트럼은 자외선-가시광선 분광 광도계(제조원: Japan Spectroscopy Corporation, V550 type)로 측정한다. 측정은 [Ir(mppr-Me)₂(acac)]의 디클로로메탄 용액(0.13 mmol/ℓ)을 조절하고 탈기시킨 후에, 실온에서 수행한다. 또한, [Ir(mppr-Me)₂(acac)]의 발광 스펙트럼(여기 파장: 465nm)은 형광 분광 광도계(제조원: Hamamatsu Photonics Corporation, FS920)로 측정한다. 측정은 [Ir(mppr-Me)₂(acac)]의 디클로로메탄 용액(0.47 mmol/ℓ)을 조절하고 탈기시킨 후에 실온에서 수행한다. 도 13은 측정 결과를 나타낸다. 수평축은 파장을 나타내고, 수직축은 물 흡광 계수 및 발광 강도를 나타낸다.

[0303] 도 13에 제시된 바와 같이, 본 발명의 유기금속 착체 [Ir(mppr-Me)₂(acac)]는 605nm에서 발광 피크를 가지며, 적색-오렌지색 발광을 나타냄을 알 수 있다.

[0304] 실시예 4

[0305] 실시예 4는 특히, 발광 물질로서, 실시예 3의 합성 실시예 2에서 합성된 본 발명의 유기금속 착체, [Ir(mppr-Me)₂(acac)]를 사용하는 발광 소자를 예시하는 것이다. 도 1은 소자 구조를 나타낸 것이다.

[0306] 소자 구조는 실시예 2에서의 것과 유사한 방법으로 수득되나, 발광층(113)은 하기의 구조를 갖는다. 발광층(113)은 CBP: [Ir(mppr-Me)₂(acac)] = 1:0.06(질량비)이 수득되도록 CBP 및 합성 실시예 2에서 합성된 [Ir(mppr-Me)₂(acac)]를 공증착시켜 형성한다. 발광층(113)의 두께는 30nm이다.

[0307] 발광 소자가 공기에 노출되지 않도록 이러한 발광 소자를 질소 대기를 포함하는 글로브 박스에 밀봉한 후에, 발광 소자의 작동 특성을 측정한다. 측정은 실온에서(대기는 25℃로 유지함) 수행한다.

[0308] 도 14 및 도 15는 휘도-전류 밀도 특성 및 전압-휘도 특성을 각각 나타낸다. 이러한 발광 소자는 7.4V의 전압

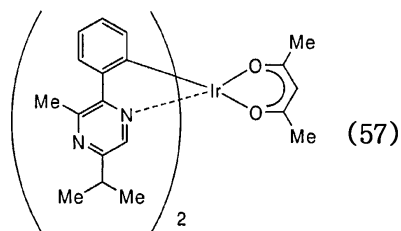
을 인가하면, 전류 밀도 6.94 mA/cm²로 전류가 흐르고 2600 cd/m²의 휘도로 발광한다. 도 16a는 휘도-전류 효율 특성을 나타내며, 도 16b는 도 9a의 수직축을 외부 양자 효율로 전환시킨 그래프이다. 2600 cd/m²의 휘도로 발광하는 경우에, 전류 효율은 37.8 cd/A이며, 외부 양자 효율은 13.3%이다. 높은 발광 효율을 나타냄을 알 수 있다. 또한, 이때 CIE 색도 좌표는 (x, y) = (0.53, 0.47)이고, 황색 오렌지색 광이다.

[0309] 도 17은 전류 밀도가 25 mA/cm²인 전류를 이러한 발광 소자에 인가하는 경우의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 도 17에 제시된 바와 같이, 발광 스펙트럼은 571nm에서 피크를 가지며, 피크는 본 발명의 유기금속 착체인 [Ir(mppr-Me)₂(acac)]의 발광으로부터 얻어진 것을 나타내는 것이다. 실시예 4의 발광 소자는 실시예 2의 발광 소자와 비교하는 경우에, 약 13nm만큼 단파장으로 이동되는 발광 스펙트럼을 갖는다. 이러한 방식으로, 본 발명의 유기금속 착체에 대해, 분자 디자인에 의해 발광색을 용이하게 조절할 수 있다.

[0310] 실시예 5

[0311] <합성 실시예 3>

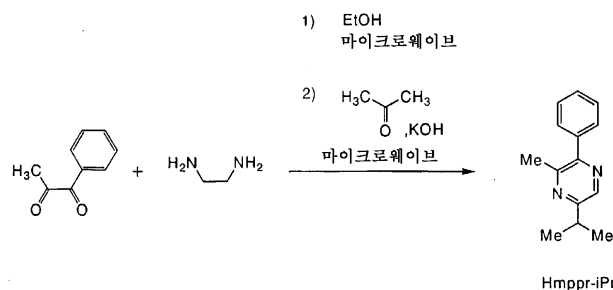
[0312] 합성 실시예 3에서, 화학식 (57)인 본 발명의 유기금속 착체, (아세틸아세토네이트)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약어: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)])의 합성을 특히 예시할 것이다.



[0313] <단계 1: 5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라진(약어: Hmppr-iPr)의 합성>

[0315] 탈수 에탄올 20ml, 1-페닐-1,2-프로판디온 2.22g 및 무수 에틸렌디아민 0.90g을 환류 파이프가 장착된 에그플렌트형 플라스크에 가하고, 플라스크의 내부 공기는 아르곤으로 대체한다. 이어서, 10분 동안 마이크로파(2.45GHz, 1 내지 100 W)로 조사하여 반응시킨다. 그 다음에, 이렇게 반응된 용액에 아세트산 2.20ml 및 수산화칼륨 1.01g을 가하고, 마이크로파(2.45GHz, 1 내지 100 W)로 20분 동안 조사한다. 물을 이 혼합물로 가하고, 유기층을 에틸 아세테이트로 추출한다. 수득한 유기층을 물로 세척하고, 황산마그네슘으로 건조시킨다. 건조후 용액을 여과하고, 여액의 용매를 증류시킨다. 수득한 잔사를 전개 용매로서 디클로로메탄을 사용하여 실리카겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하여, 목적하는 피라진 유도체 Hmppr-iPr(오렌지색 액체, 수율: 35%)를 수득한다. 마이크로파의 조사시, 마이크로파 합성 시스템(Discovery, 제조원: CEM Corporation)이 사용된다. 단계 1의 합성 반응식은 하기 반응식 a-3으로 제시된다.

[0316] [반응식 a-3]

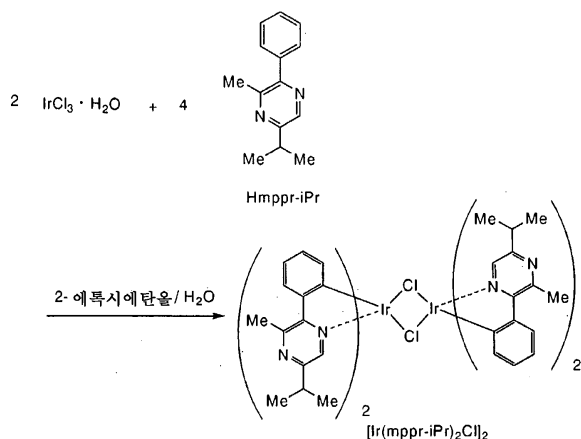


[0317] <단계 2: 디-μ-클로로-비스[비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)](약어: [Ir(mppr-iPr)₂Cl]₂)의 합성>

[0319] 이어서, 2-에톡시에탄올 24ml, 물 8ml, 상기 단계 1에서 수득한 피라진 유도체 Hmppr-iPr 1.12g 및 이리듐 클로

라이드 수화물($\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (제조원: Aldrich Corp.) 0.72g을 환류 파이프가 장착된 에그플랜트형 플라스크로 가하고, 플라스크 내의 공기를 아르곤으로 대체한다. 이어서, 30분 동안 마이크로파(2.45GHz, 150 W)로 조사하여 반응시킨다. 반응 용액으로부터 침전되는 분말을 여과하고, 에탄올로 세척하여, 복핵 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2\text{Cl}]_2$ (오렌지색 분말, 수율: 52%)를 수득한다. 단계 2의 합성 반응식은 하기의 반응식 b-3으로 제시된다.

[0320] [반응식 b-3]

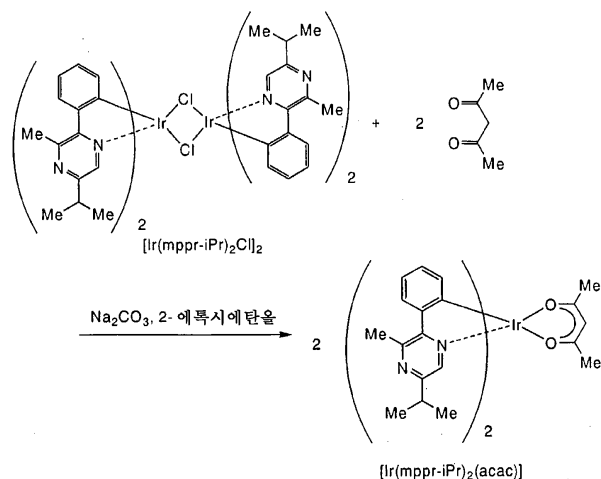


[0321]

[0322] <단계 3: (아세틸아세토네이트)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약어: $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)의 합성>

[0323] 또한, 2-에톡시에탄올 30ml, 단계 2에서 수득한 복핵 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2\text{Cl}]_2$ 0.81g, 아세틸아세톤 0.19ml 및 탄산나트륨 0.66g을 환류 파이프가 장착된 에그플랜트형 플라스크로 가하고, 플라스크 내의 공기를 아르곤으로 대체한다. 이어서, 30분 동안 마이크로파(2.45GHz, 150 W)로 조사하여 반응시킨다. 반응 용액을 실온으로 자연스럽게 냉각시키고 여과한다. 수득한 여액을 농축시키고, 건조에 의해 경화시킨 다음, 침전된 잔사는 에탄올로 재결정화하여, 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2\text{C}(\text{acac})]$ (오렌지색 미세결정, 수율: 57%)을 수득한다. 단계 3의 합성 반응식은 하기의 반응식 c-3으로 제시된다.

[0324] [반응식 c-3]



[0325]

[0326] 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)으로 단계 3에서 수득한 오렌지색 분말의 분석 결과가 하기에 제시된다. $^1\text{H-NMR}$ 차트는 도 18a 및 18b에 제시되어 있다. 도 18b는 수직축 면에 대한 도 18a의 확대도를 나타낸 것이다. 도 18a 및 18b로부터, 상기 화학식 57의 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2\text{C}(\text{acac})]$ 가 본 합성 실시예 3에서 수득됨을 알 수 있다.

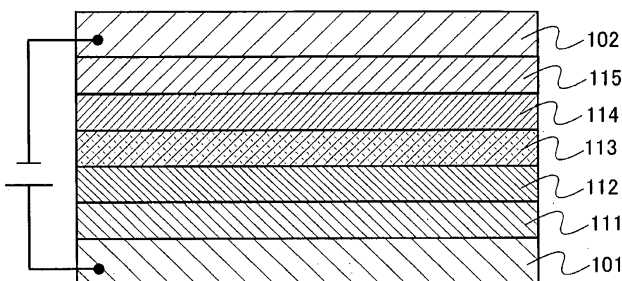
- [0327] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 1.36(m, 12H), 1.79(s, 6H), 3.06(s, 6H), 3.13(m, 2H), 5.23(s, 1H), 6.22(d, 2H), 6.70(td, 2H), 6.87(td, 2H), 7.86(d, 2H), 8.23(s, 2H).
- [0328] 취득된 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppy-iPr})_2\text{C}(\text{acac})]$ 의 분해 온도를 측정한다. 측정은 고진공 시차형 시차 열 저울(제조원: Bruker AXS K.K., TG/DTA 2410SA)을 사용하여 수행한다. 상승 온도는 $10\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 으로 조절하고, 온도를 상승시킨다. 온도가 $300\text{ }^\circ\text{C}$ 가 되면, 5% 중량 감소가 나타나며, 유기금속 착체는 우수한 내열성을 나타내는 것으로 밝혀졌다.
- [0329] 이어서, $[\text{Ir}(\text{mppy-iPr})_2(\text{acac})]$ 의 흡수 스펙트럼은 자외선-가시광선 분광 광도계(제조원: Japan Spectroscopy Corporation, V550 type)로 측정한다. 측정은 디클로로메탄 용액($0.11\text{ mmol}/\ell$)을 사용하여 실온에서 수행한다. 또한, $[\text{Ir}(\text{mppy-iPr})_2(\text{acac})]$ 의 발광 스펙트럼(여기 파장: 467nm)을 측정한다. 발광 스펙트럼의 측정은 실온에서 탈기된 디클로로메탄 용액($0.41\text{ mmol}/\ell$)을 사용하여 형광 분광 광도계(제조원: Hamamatsu Photonics Corporation, FS920)에 의해 측정한다. 도 19는 측정 결과를 나타낸다. 수평축은 파장을 나타내고, 수직축은 몰 흡광 계수 및 발광 강도를 나타낸다.
- [0330] 도 19에 제시된 바와 같이, 본 발명의 유기금속 착체 $[\text{Ir}(\text{mppy-iPr})_2(\text{acac})]$ 는 586nm 에서 발광 피크를 가지며, 용액은 오렌지색 발광을 나타냄을 알 수 있다.
- [0331] 본 출원은 일본국 특허청에 2005년 12월 5일자로 출원된 일본 특허원 제2005-350807호에 기초하며, 이의 전 내용은 본 명세서에 참조로 인용된다.

부호의 설명

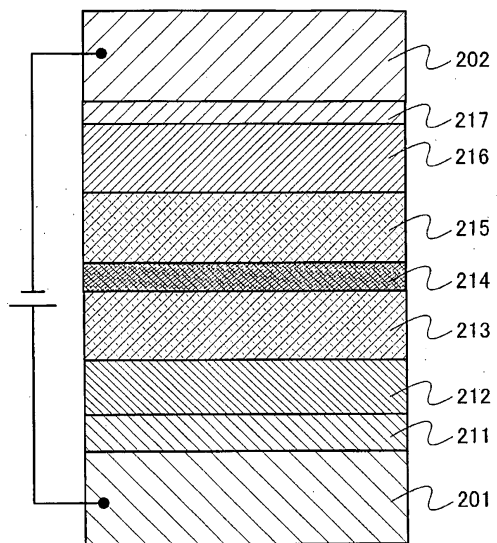
- [0332] 10: 기판, 11: 트랜지스터, 12: 발광 소자, 13: 제1 전극, 14: 제2 전극, 15: 층, 16: 층간 절연막, 17: 배선, 18: 격벽층, 19: 층간 절연막, 101: 제1 전극, 102: 제2 전극, 111: 정공 주입층, 112: 정공 수송층, 113: 발광층, 114: 전자 수송층, 115: 전자 주입층, 16a: 층간 절연막, 201: 제1 전극, 202: 제2 전극, 211: 정공 주입층, 212: 정공 수송층, 213: 발광층, 214: 분리층, 215: 발광층, 216: 전자 수송층, 217: 전자 주입층, 301: 제1 전극, 302: 제2 전극, 311: 정공 주입층, 312: 정공 수송층, 313: 발광층, 314: 전자 수송층, 315: N 층, 321: P 층, 323: 발광층, 325: 전자 주입층, 511: 본체, 512: 케이스, 513: 표시부, 514: 키보드, 521: 표시부, 522: 본체, 523: 안테나, 524: 오디오 출력부, 525: 오디오 입력부, 526: 작동 스위치, 531: 표시부, 532: 케이스, 533: 스피커.

도면

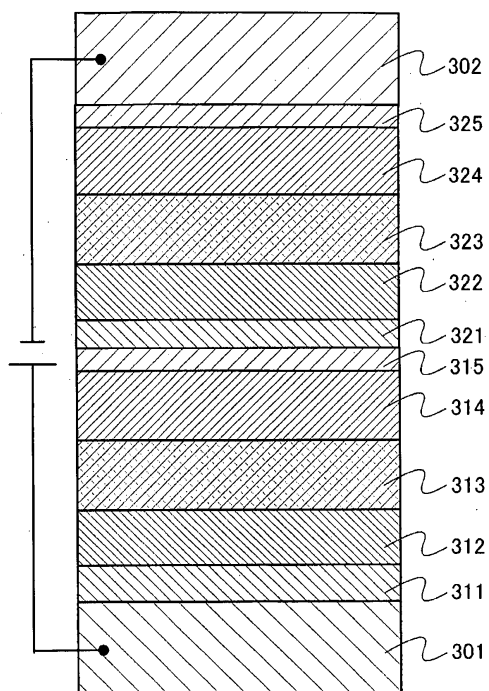
도면1



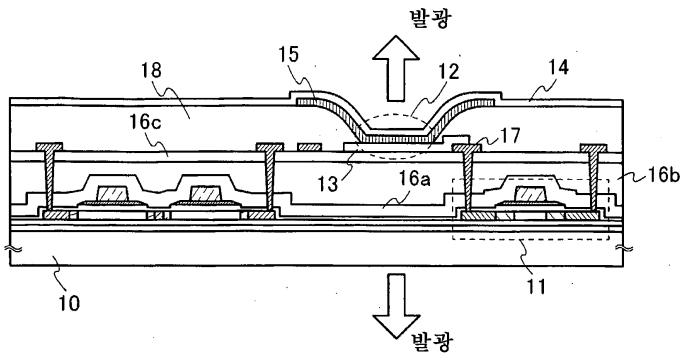
도면2



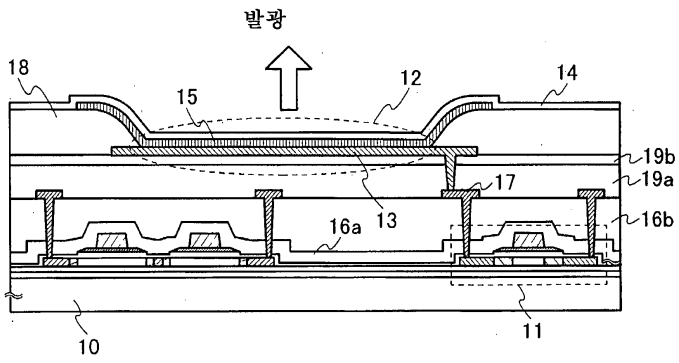
도면3



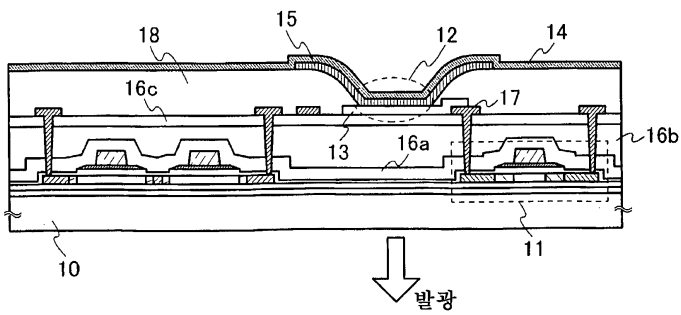
도면4a



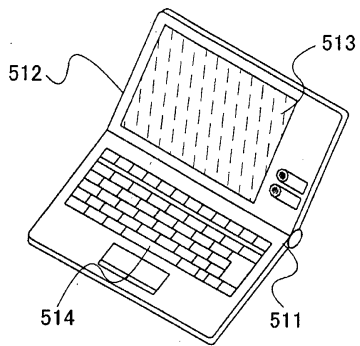
도면4b



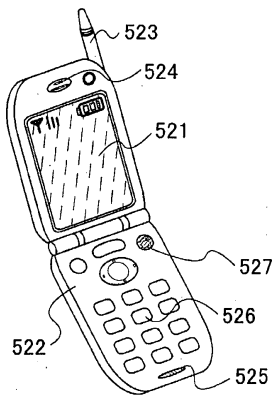
도면4c



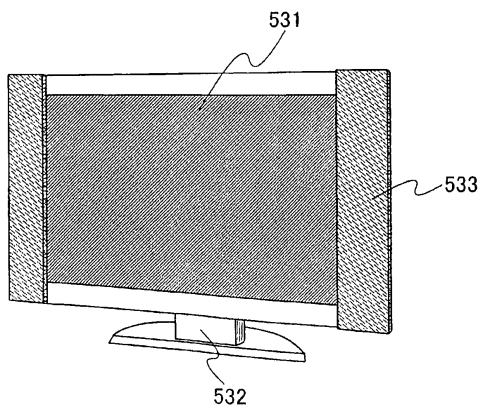
도면5a



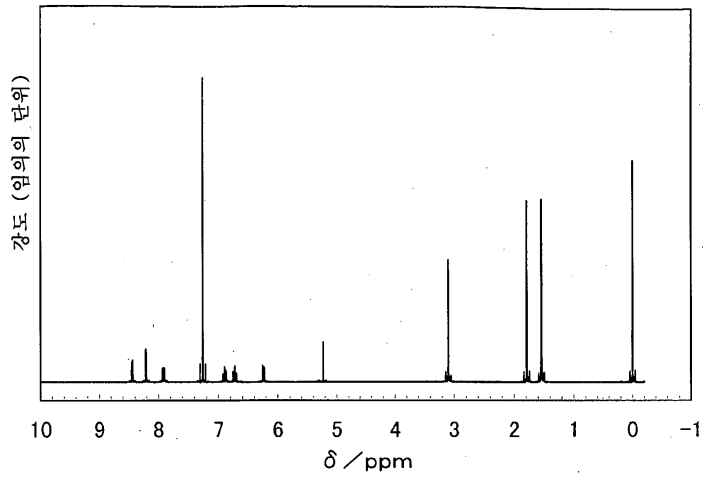
도면5b



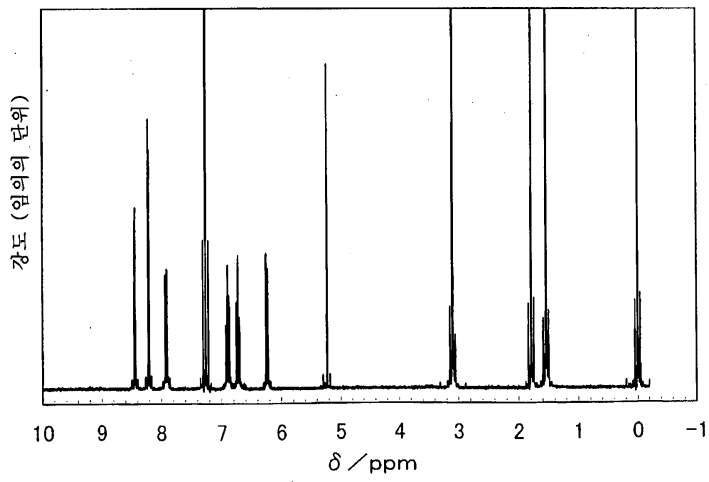
도면5c



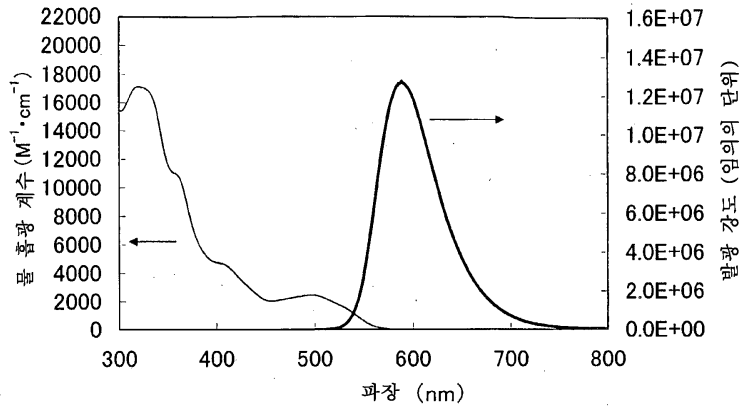
도면6a



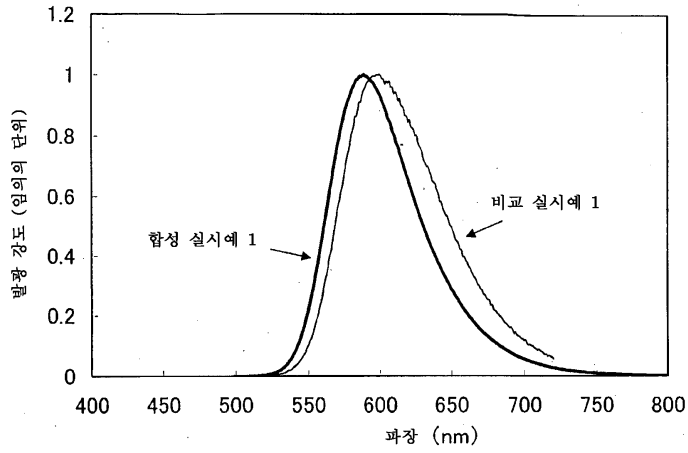
도면6b



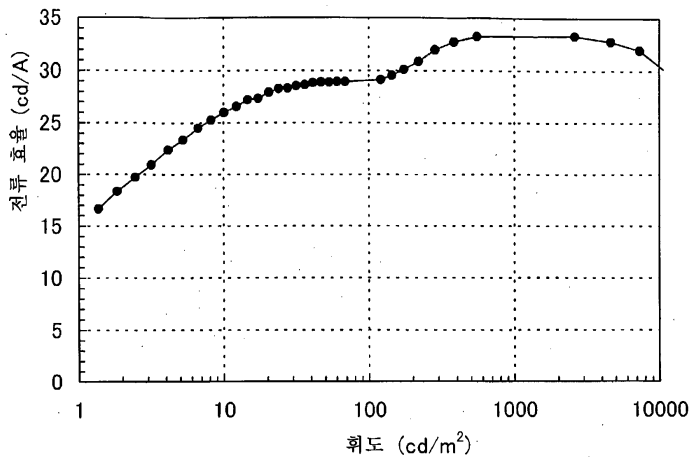
도면7



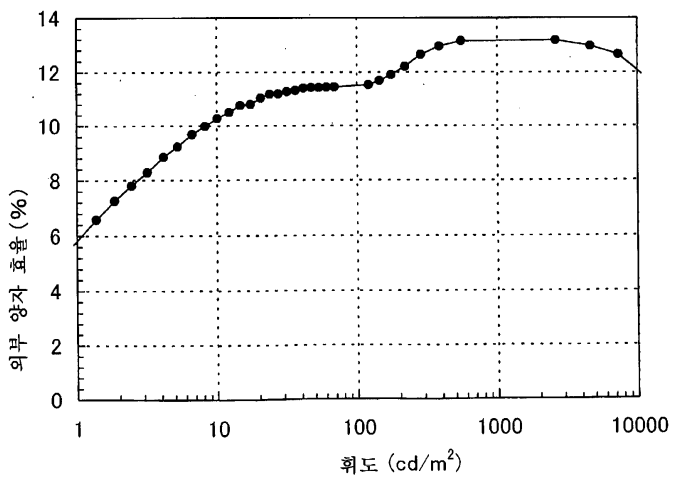
도면8



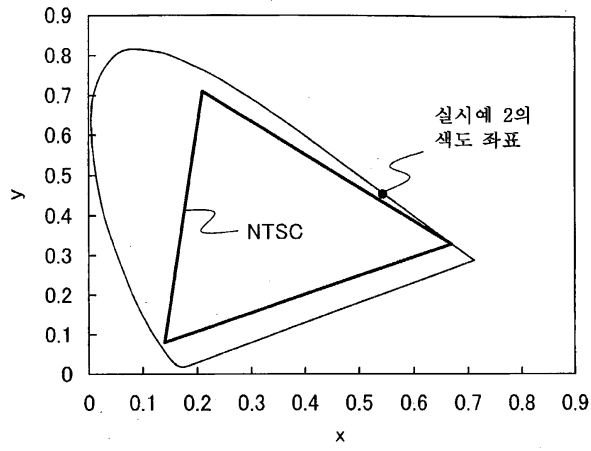
도면9a



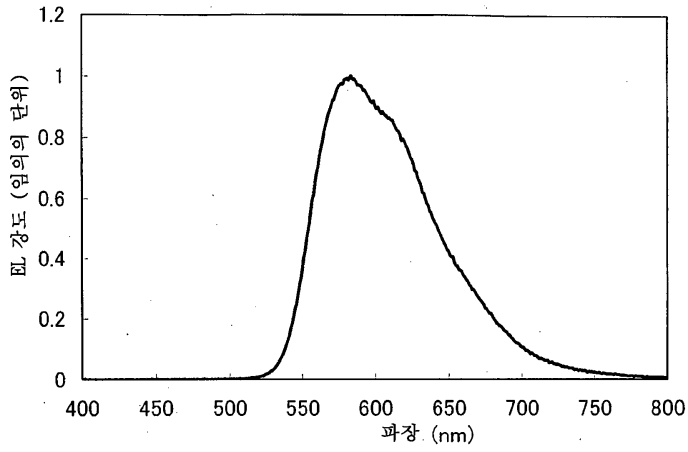
도면9b



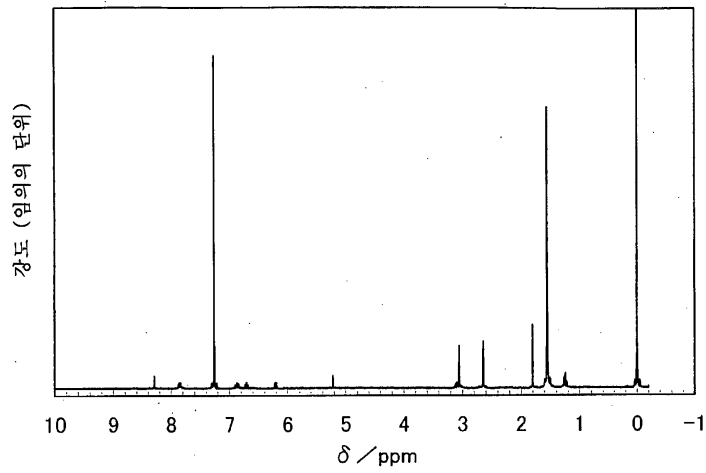
도면10



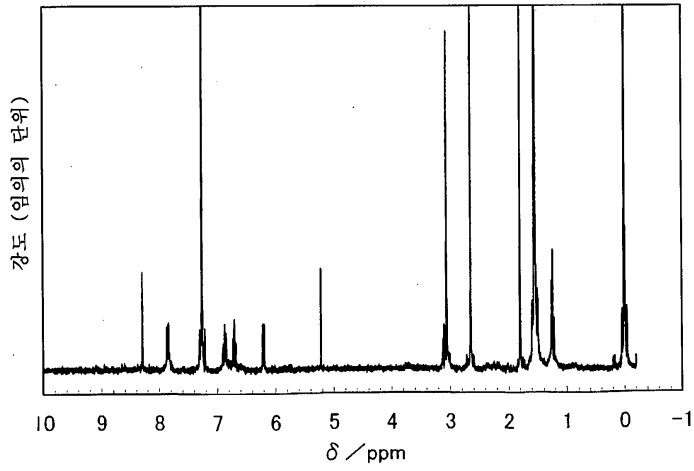
도면11



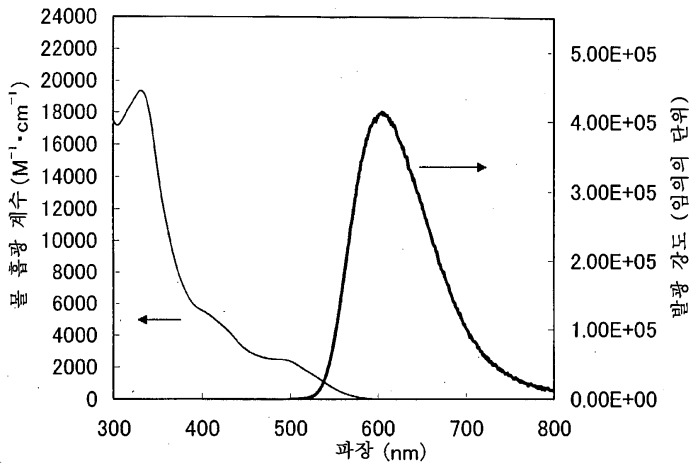
도면12a



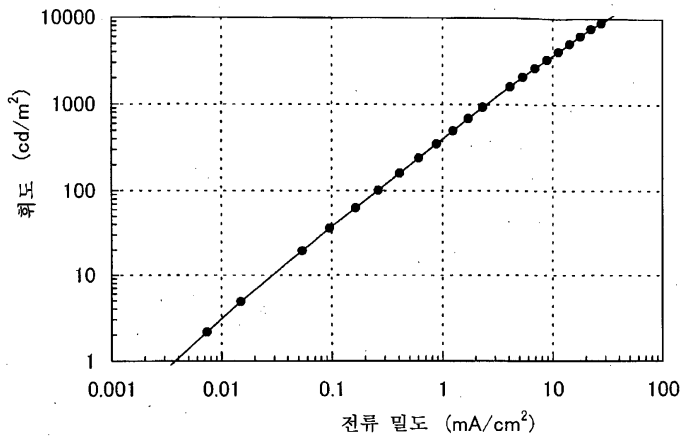
도면12b



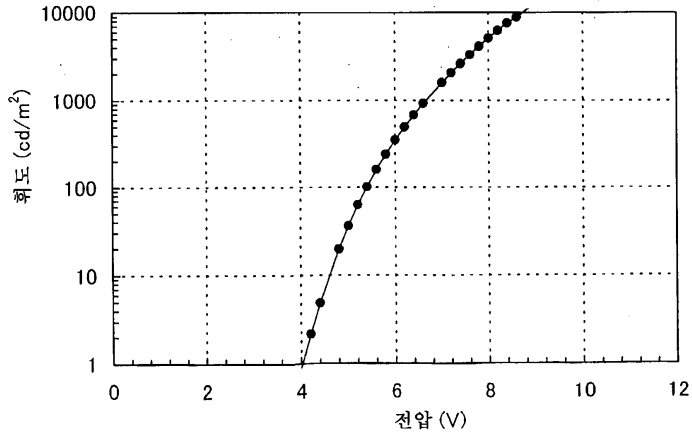
도면13



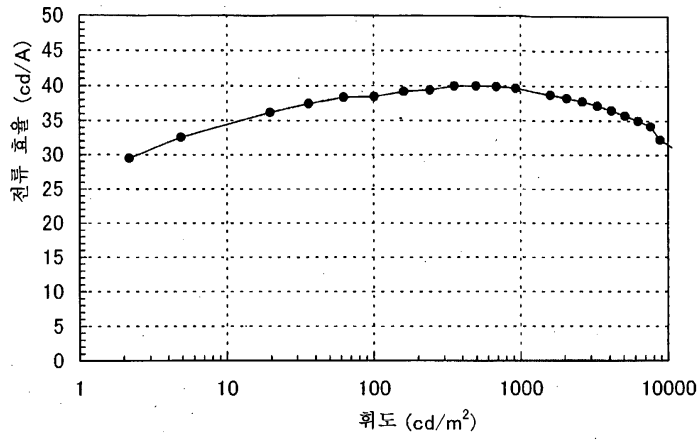
도면14



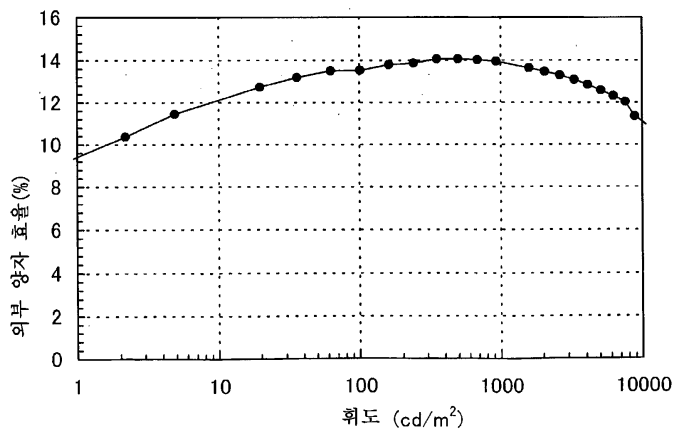
도면15



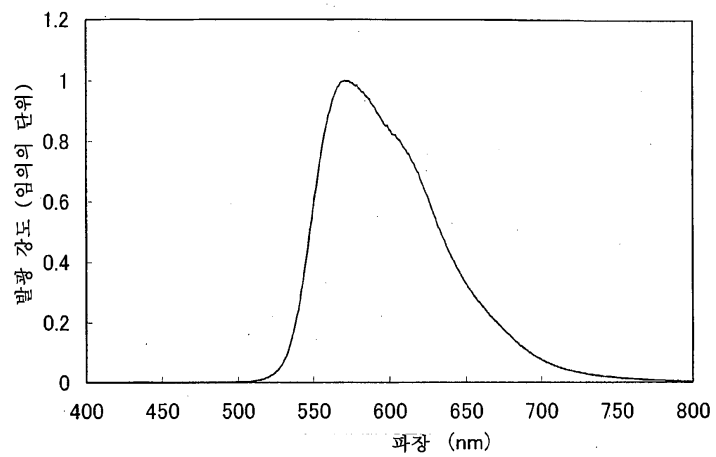
도면16a



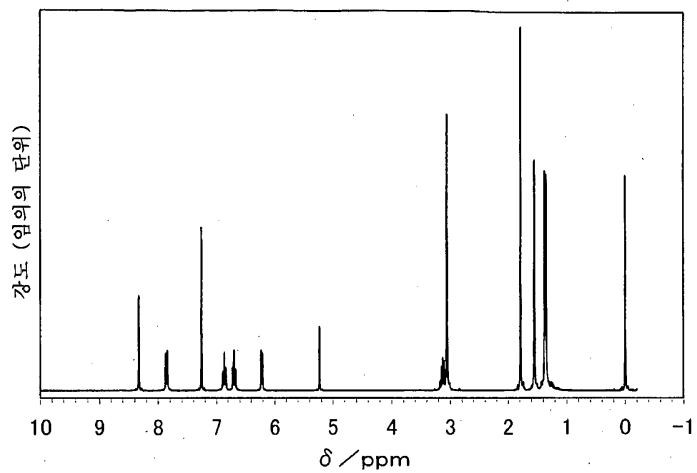
도면16b



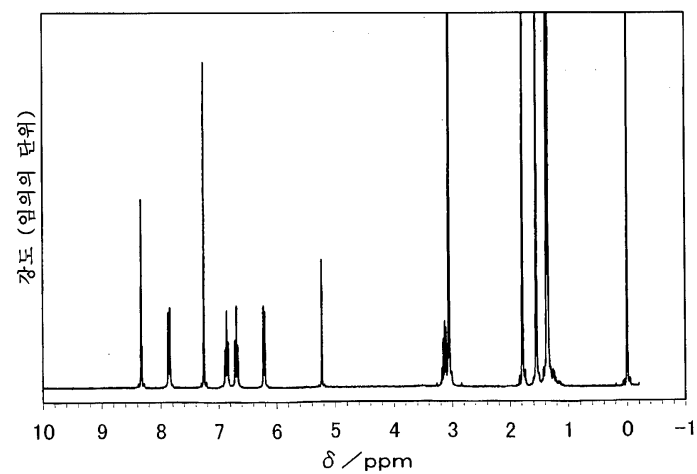
도면17



도면18a



도면18b



도면19

