



등록특허 10-2531833



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월12일  
(11) 등록번호 10-2531833  
(24) 등록일자 2023년05월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C07F 15/00* (2006.01) *C07D 239/70* (2006.01)  
*C09K 11/06* (2006.01) *F21K 99/00* (2016.01)  
*H10K 50/00* (2023.01) *H10K 99/00* (2023.01)  
*F21Y 105/00* (2016.01)
- (52) CPC특허분류  
*C07F 15/0033* (2013.01)  
*C07D 239/70* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0178283  
(22) 출원일자 2015년12월14일  
심사청구일자 2020년11월17일
- (65) 공개번호 10-2016-0075334  
(43) 공개일자 2016년06월29일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2014-256995 2014년12월19일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140104916 A\*

WO2012096241 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

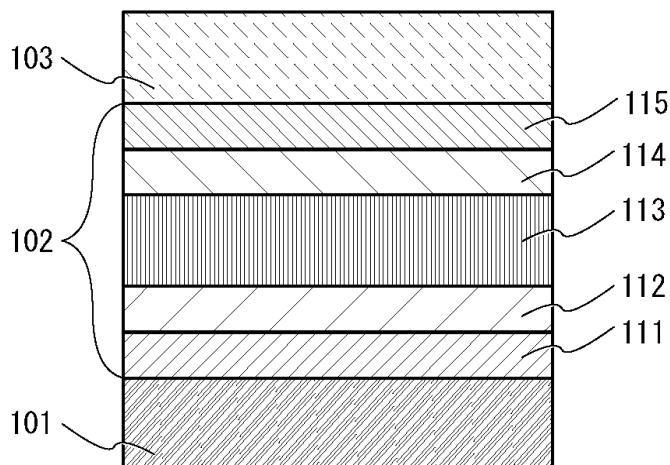
전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 김지은

(54) 발명의 명칭 유기 금속 콩체, 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

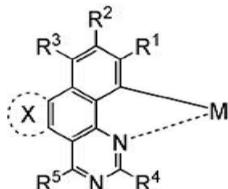
**(57) 요 약**

본 발명은 신규 물질로서, 발광 효율 및 내열성이 양호하고 황록색 발광을 나타내는 유기 금속 콩체를 제공한다. 금속과, 배위자를 갖고, 배위자는 벤조[h]퀴나졸린 골격이며, 벤조[h]퀴나졸린 골격은 벤조[h]퀴나졸린의 5위치와 6위치의 탄소-탄소 결합을 공유하여 형성되는 축합환을 갖고, 벤조[h]퀴나졸린 골격과 금속이 결합한 하기 일 (뒷면에 계속)

**대 표 도** - 도1

반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함하는 유기 금속 착체이다.

[식]



(G1)

(식 중, M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타낸다. R<sup>1~R<sup>5</sup>는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소 수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고, R<sup>5</sup>는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한 환 X는 탄소 또는, 탄소 및 질소의 양 쪽으로 형성되는 치환 또는 비치환된 6원-방향환을 나타낸다.)

(52) CPC특허분류

*C09K 11/06* (2022.01)

*F21K 9/00* (2021.08)

*F21S 2/005* (2013.01)

*H10K 50/11* (2023.02)

*H10K 85/342* (2023.02)

*H10K 85/6572* (2023.02)

*C09K 2211/1044* (2013.01)

*C09K 2211/185* (2013.01)

*F21Y 2105/00* (2021.08)

(72) 발명자

**세오 히로미**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

**타카하시 타쓰요시**

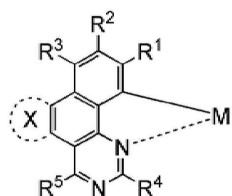
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

## 명세서

## 청구범위

## 청구항 1

유기 금속 착체에 있어서,  
식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함하는, 유기 금속 착체:



(G1)

상기 식에서,

M은 Ir을 나타내고,

R<sup>1</sup>~R<sup>4</sup>는 각각 수소를 나타내고,

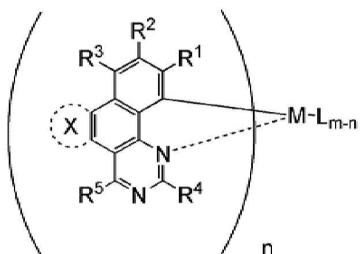
R<sup>5</sup>는 탄소수 1~6의 알킬기를 나타내고,

환 X는, 탄소수 1~6의 알킬기로 비치환 또는 치환되는, 탄소로 또는, 탄소 및 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

## 청구항 2

유기 금속 착체에 있어서,

식(G2)으로 나타내어지는, 유기 금속 착체:



(G2)

상기 식에서,

M은 Ir을 나타내고,

L은 일가음이온성의 배위자를 나타내고,

R<sup>1</sup>~R<sup>4</sup>는 각각 수소를 나타내고,

R<sup>5</sup>는 탄소수 1~6의 알킬기를 나타내고,

환 X는, 탄소수 1~6의 알킬기로 비치환 또는 치환되는, 탄소로 또는, 탄소 및 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타내고,

m은 3, n은 1, 2 또는 3이다.

### 청구항 3

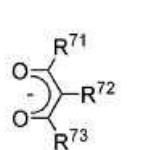
제 2 항에 있어서,

상기 일가음이온성의 배위자는  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 카복실기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 페놀성 수산기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 또는 2개의 배위 원소가 모두 질소인 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자인, 유기 금속 착체.

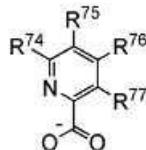
### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

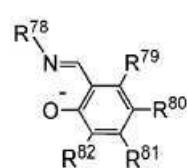
상기 일가음이온성의 배위자는 식(L1)~식(L7) 중 어느 하나로 나타내어지는, 유기 금속 착체:



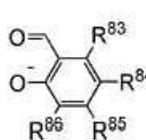
(L1)



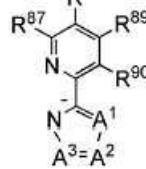
(L2)



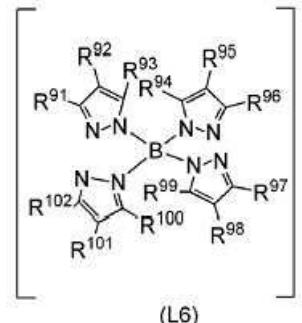
(L3)



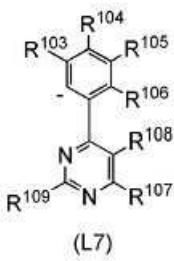
(L4)



(L5)



(L6)



(L7)

상기 식에서,

$R^{71} \sim R^{109}$ 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 바이닐기, 탄소수 1~6의 할로알킬기, 탄소수 1~6의 알콕시기, 또는 탄소수 1~6의 알킬싸이오기를 나타내고,

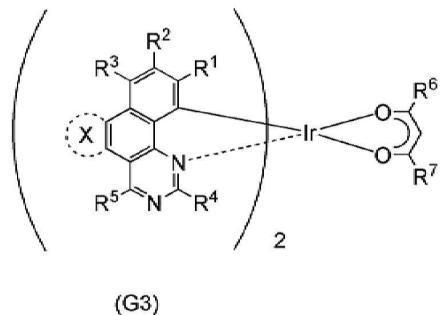
$A^1 \sim A^3$ 은 각각 독립적으로 질소, 수소와 결합하는  $sp^2$  혼성 탄소, 또는 치환기를 갖는  $sp^2$  혼성 탄소를 나타내고,

상기 치환기는 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 탄소수 1~6의 할로알킬기, 또는 페닐기이다.

### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 유기 금속 착체는 식(G3)으로 나타내어지는, 유기 금속 착체:



상기 식에서,

$R^1 \sim R^4$ 는 각각 수소를 나타내고,

$R^5$ 는 탄소수 1~6의 알킬기를 나타내고,

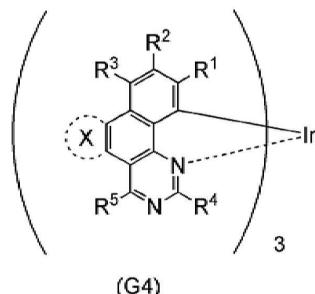
$R^6$  및  $R^7$ 은 각각 독립적으로 수소, 또는 탄소수 1~6의 알킬기를 나타내고,

환  $X$ 는, 탄소수 1~6의 알킬기로 비치환 또는 치환되는, 탄소로 또는, 탄소 및 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

### 청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 유기 금속 착체는 식(G4)으로 나타내어지는, 유기 금속 착체:



$R^1 \sim R^4$ 는 각각 수소를 나타내고,

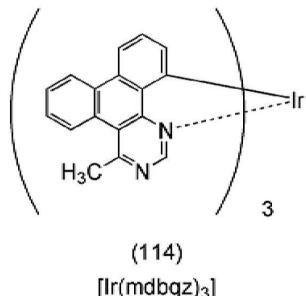
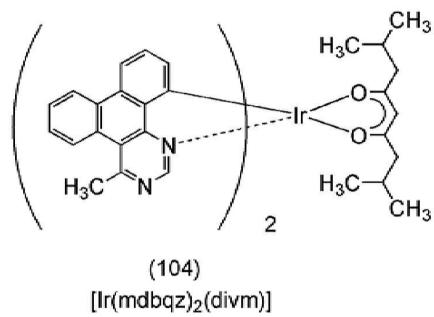
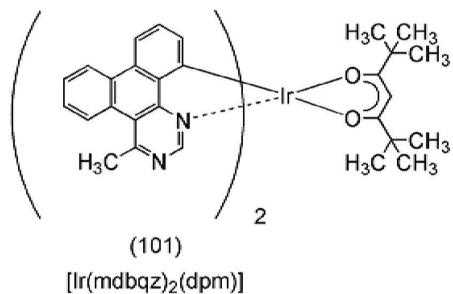
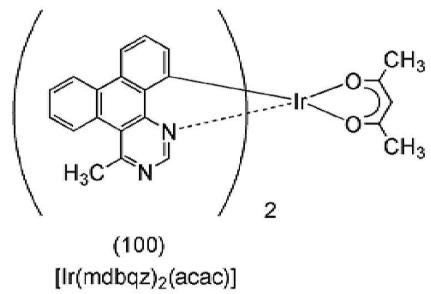
$R^5$ 는 탄소수 1~6의 알킬기를 나타내고,

환  $X$ 는, 탄소수 1~6의 알킬기로 비치환 또는 치환되는, 탄소로 또는, 탄소 및 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

### 청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 유기 금속 착체는 식(100), 식(101), 식(104), 및 식(114) 중 어느 하나로 나타내어지는 유기 금속 착체:



#### 청구항 8

한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함하는 발광 소자에 있어서,

상기 발광층은 제 2 항에 따른 유기 금속 착체를 포함하는, 발광 소자.

#### 청구항 9

발광 장치에 있어서,

제 8 항에 따른 발광 소자; 및  
트랜지스터 및 기판 중 적어도 하나를 포함하는, 발광 장치.

### 청구항 10

전자 기기에 있어서,  
제 9 항에 따른 발광 장치; 및  
마이크로폰, 카메라, 조작 버튼, 외부 접속 단자, 및 스피커 중 적어도 하나를 포함하는, 전자 기기.

### 청구항 11

조명 장치에 있어서,  
제 9 항에 따른 발광 장치; 및  
하우징을 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 12

삭제

### 청구항 13

삭제

### 청구항 14

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 유기 금속 착체에 관한 것이다. 특히, 3중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 유기 금속 착체에 관한 것이다. 또한, 유기 금속 착체를 사용한 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명의 일 형태는, 상술한 기술 분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 제시하는 발명의 일 형태가 속하는 기술 분야는, 물건, 방법, 또는, 제조 방법에 관한 것이다. 또는, 본 발명의 일 형태는, 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 따라서, 본 명세서에 제시되는 본 발명의 일 형태가 속하는 기술 분야의 예로서, 더 구체적으로는 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 축전 장치, 기억 장치, 활상 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제작 방법을 들 수 있다.

### 배경 기술

[0003] 근년에 들어, 일렉트로루미네센스(EL: Electroluminescence)를 이용한 발광 소자의 연구 개발이 활발히 행해지고 있다. 이들 발광 소자의 기본적인 구성은 한 쌍의 전극 사이에 발광성 물질을 포함하는 층(EL층)을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가함으로써 발광성을 갖는 물질로부터의 발광이 일어진다.

[0004] 상술한 발광 소자는 자기 발광형이므로, 이것이 사용된 표시 장치는 시인성(視認性)이 우수하고, 백 라이트가 불필요하고, 소비 전력이 적은 등의 이점을 갖는다. 또한 얇고 가볍게 제작할 수 있고 응답 속도가 빠른 등의 이점도 갖는다.

- [0005] 유기 금속 착체가 발광 물질로서 사용되고, 한 쌍의 전극 사이에 이 유기 금속 착체를 포함하는 EL층을 제공한 유기 EL 소자인 경우, 한 쌍의 전극 사이에 전압을 인가함으로써, 음극에서 전자가, 양극에서 정공(홀)이 각각 발광성 EL층으로 주입되어 전류가 흐른다. 그리고, 주입된 전자 및 정공이 재결합됨으로써 이 유기 금속 착체가 여기 상태가 되어 여기된 상기 유기 금속 착체에서 발광을 얻을 수 있다.
- [0006] 유기 금속 착체가 형성하는 여기 상태의 종류로서는 단일항 여기 상태( $S_1$ )와 3중항 여기 상태( $T_1$ )가 있고, 단일항 여기 상태로부터의 발광이 형광, 3중항 여기 상태로부터의 발광이 인광이라고 불린다. 또한, 발광 소자에서의 이들의 통계적인 생성 비율은  $S_1:T_1=1:3$ 인 것으로 여겨진다.
- [0007] 또한, 상기 유기 금속 착체 중, 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 화합물은 형광성 화합물(형광 재료)이라고 불리고, 3중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 화합물은 인광성 화합물(인광 재료)이라고 불린다.
- [0008] 또한, 형광 재료를 사용한 발광 소자에서의 내부 양자 효율(주입한 캐리어에 대하여 발생하는 포톤의 비율)의 이론적 한계는,  $S_1:T_1=1:3$ 인 것을 근거로 25%로, 인광 재료를 사용한 발광 소자에서의 내부 양자 효율의 이론적 한계는 75%로 되어 있다.
- [0009] 그러므로 형광 재료를 사용한 발광 소자보다 인광 재료를 사용한 발광 소자가 더 높은 발광 효율을 얻을 수 있다. 따라서, 3중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 것이 가능한 인광 재료의 개발이 최근에 활발히 행해지고 있다. 특히, 높은 인광 양자 수율에 의하여, 이리듐 등을 중심 금속으로 하는 유기 금속 착체가 주목을 받고 있다. 예를 들어, 특허문헌 1 및 특허문헌 2에는 이리듐을 중심 금속으로 하는 유기 금속 착체가 인광 재료로서 제시되고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본국 특개 2013-053158호 공보  
(특허문헌 0002) 일본국 특개 2008-069221호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0011] 상술한 특허문헌 1 및 특허문헌 2에 보고되어 있는 바와 같이, 다양한 발광색을 나타내는 인광 재료의 개발이 진행되고 있지만, 더 고효율의 신규 유기 금속 착체의 개발이 요구되고 있다.
- [0012] 따라서, 본 발명의 일 형태에서는 인광을 발광할 수 있는 신규 유기 금속 착체를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 청록색~황록색의 인광 발광이 가능한 신규 유기 금속 착체를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다. 또는, 발광 효율이 높은 신규 유기 금속 착체를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다. 또는, 내열성이 양호한 신규 유기 금속 착체를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다. 또는 이 신규 유기 금속 착체를 사용한 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다.
- [0013] 또는, 발광 효율이 높은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다. 또는, 신뢰성이 높은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다. 또는, 소비 전력이 낮은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다. 또는, 신규 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공하는 것을 목적 중 하나로 한다.
- [0014] 또한, 이들 과제의 기재(記載)는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없는 것으로 한다. 또한, 이들 이외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 이외의 과제를 추출할 수 있다.

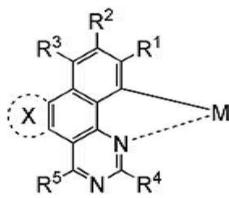
## 과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 형태는 9족 또는 10족에 속하는 금속과 벤조[h]퀴나졸린 골격을 갖고, 벤조[h]퀴나졸린 골격은 벤조[h]퀴나졸린의 5위치와 6위치의 탄소-탄소 결합을 공유하여 형성되는 축합환(축환) 구조를 갖고, 벤조[h]퀴나졸린 골격과 금속이 결합한 유기 금속 착체이다.

[0016] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 9족 또는 10족에 속하는 금속과, 제 1 배위자와, 제 2 배위자를 갖고, 제 1 배위자는 벤조[h]퀴나졸린 골격이며, 벤조[h]퀴나졸린 골격은 벤조[h]퀴나졸린의 5위치와 6위치의 탄소-탄소 결합을 공유하여 형성되는 축합환을 갖고, 제 2 배위자는  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 카복실기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 페놀성 수산기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 또는 2개의 배위 원소가 모두 질소인 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자이고, 제 1 배위자인 상기 벤조[h]퀴나졸린 골격과 금속이 결합하여, 제 2 배위자와 금속이 결합한 유기 금속 착체이다.

[0017] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함한 유기 금속 착체이다.

[0018] [화학식 1]



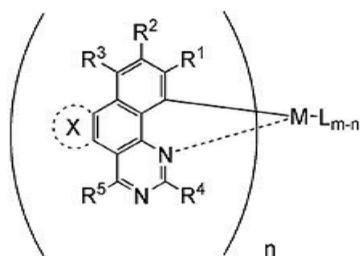
(G1)

[0019]

[0020] 다만, 일반식(G1)에서, M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타내고, R<sup>1</sup>~R<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고, R<sup>5</sup>는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

[0021] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0022] [화학식 2]



(G2)

[0023]

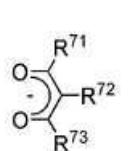
[0024] 다만, 일반식(G2)에서, M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타내고, L은 일가음이온성의 배위자를 나타내고, R<sup>1</sup>~R<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고, R<sup>5</sup>는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다. 또한, M이 9족에 속하는 금속을 나타낼 때 m은 3을, n은 1~3을 나타내고, M이 10족에 속하는 금속을 나타낼 때 m은 2를, n은 1 또는 2를 나타낸다.

[0025] 또한, 일반식(G2)에서 일가음이온성의 배위자는,  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 카복실기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 페놀성 수산기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 또는 2개의 배위 원소가 모두 질소인 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자인 것이 바람직하다. 특히,  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자라면,  $\beta$ -다이케톤 구조를 가짐으로써, 유기 금속 착체의 유기 용매에 대한 용해성이 높아지고, 경제가 용이하게 되어 바람직하다. 또한,  $\beta$ -

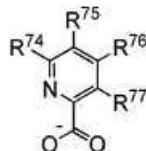
다이케톤 구조를 가짐으로써, 발광 효율이 높은 유기 금속 착체를 얻을 수 있으므로 바람직하다. 또한,  $\beta$ -다이케톤 구조를 가짐으로써 승화성이 높아지고, 증착 성능이 우수하다는 이점이 있다.

[0026] 또한, 상기 각 구성에서, 일가음이온성의 배위자는 일반식(L1)~일반식(L7) 중 어느 하나인 것이 바람직하다. 이러한 배위자는 배위 능력이 높고, 염가로 입수할 수 있으므로 유효하다.

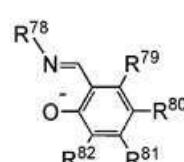
[화학식 3]



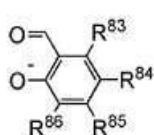
(L1)



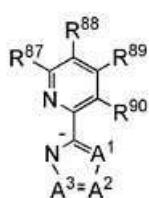
(L2)



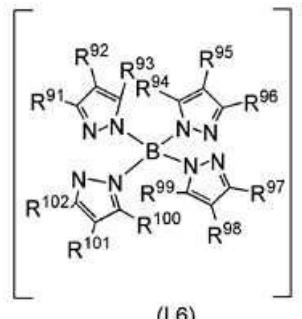
(L3)



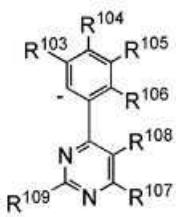
(L4)



(L5)



(L6)



(L7)

[0028]

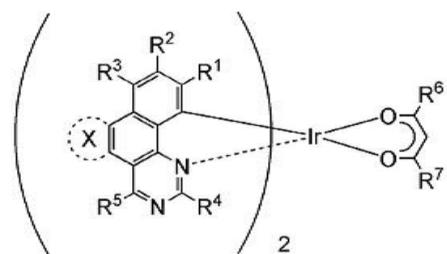
[0029] 다만 식에서,  $R^{71} \sim R^{109}$ 는, 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 바이닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 할로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알콕시기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬싸이오기를 나타낸다. 또한  $A^1 \sim A^3$ 은 각각 독립적으로 질소, 수소와 결합하는  $sp^2$  혼성 탄소, 또는 치환기를 갖는  $sp^2$  혼성 탄소를 나타내고, 상기 치환기는 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 탄소수 1~6의 할로알킬기, 또는 폐닐기를 나타낸다.

[0030]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0031]

[화학식 4]



(G3)

[0032]

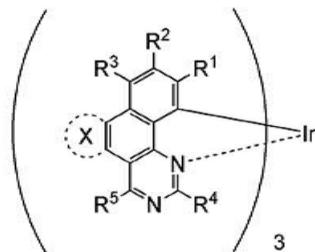
다만, 일반식(G3)에서,  $R^1 \sim R^4$ ,  $R^6$ , 및  $R^7$ 은 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 폐닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

[0034]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0035]

[화학식 5]



(G4)

[0036]

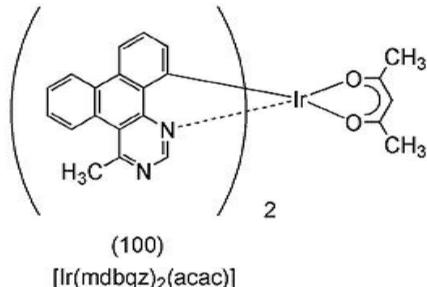
다만, 일반식(G4)에서,  $R^1 \sim R^4$ 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 폐닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

[0038]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 구조식(100)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0039]

[화학식 6]

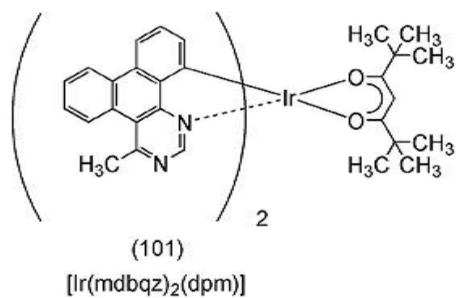


[0040]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 구조식(101)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0042]

[화학식 7]



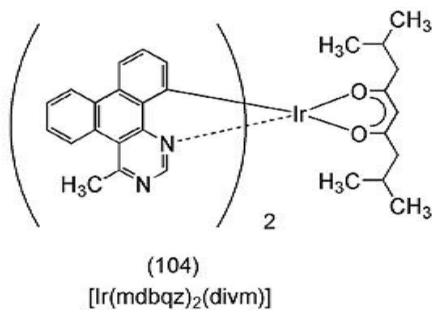
[0043]

[0044]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 구조식(104)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0045]

[화학식 8]



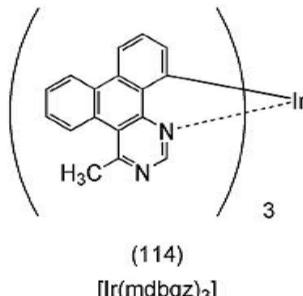
[0046]

[0047]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 구조식(114)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0048]

[화학식 9]



[0049]

[0050]

또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체는, 사이클로메탈화 배위자인 벤조[h]퀴나졸린 골격이 벤조[h]퀴나졸린의 5위치와 6위치의 탄소-탄소 결합을 공유하여 형성되는 축합환을 가지므로 내열성이 높아 신뢰성이 높다. 또한 벤조[h]퀴나졸린의 5위치와 6위치의 탄소-탄소 결합을 공유하여 형성되는 축합환을 갖는 구조를 배위자로 하는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체는 이 축합환을 가지므로 공액이 확대되는 것을 억제할 수 있고, 발광 파장이 단파장화되어 고효율의 청록색~황록색의 발광이 얻어진다.

[0051]

또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체는 인광을 발광할 수 있다. 즉, 3중항 여기 상태로부터의 발광을 얻을 수 있으므로 발광 소자에 적용함으로써 고효율화가 가능하게 되어 매우 유효하다. 따라서, 본 발명의 일 형태는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체를 사용한 발광 소자도 포함하는 것으로 한다.

[0052]

또한, 본 발명의 일 형태에는, 발광 소자를 갖는 발광 장치뿐만 아니라, 발광 장치를 갖는 조명 장치도 그 범주에 포함되는 것으로 한다. 따라서, 본 명세서 중에서 발광 장치란 화상 표시 디바이스, 또는 광원(조명 장치를 포함함)을 가리킨다. 또한 발광 장치에 커넥터, 예를 들어 FPC(Flexible printed circuit) 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 부착된 모듈, TCP 끝에 프린트 배선판이 제공된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 발광 장치의 범주에 포함되는 것으로 한다.

## 발명의 효과

[0053]

본 발명의 일 형태에 의하여 인광을 발광할 수 있는 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또는, 발광 효율이 높은 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또는, 내열성이 높은 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또는 청록색~황록색의 인광을 발광할 수 있는 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또는 이 신규 유기 금속 착체를 사용한 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공할 수 있다.

[0054]

또는, 발광 효율이 높은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공할 수 있다. 또는, 신뢰성이 높은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공할 수 있다. 또는, 소비 전력이 낮은 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공할 수 있다. 또는, 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또는, 신규 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치를 제공할 수 있다.

[0055]

또한, 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 반드시 이들 효과 모두를 가질 필요는 없다. 또한, 이들 이외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것으로, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 이외의 효과를 추출할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0056]

도 1은 발광 소자의 구조에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 2는 발광 소자의 구조에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 3은 발광 장치에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 4는 전자 기기에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 5는 전자 기기에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 6은 조명 장치에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 7은 조명 장치에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 8은 터치 패널의 일례를 도시한 도면.

도 9는 터치 패널의 일례를 도시한 도면.

도 10은 터치 패널의 일례를 도시한 도면.

도 11은 터치 센서의 블록도 및 타이밍 차트.

도 12는 터치 센서의 회로도.

도 13은 구조식(500) 및 구조식(600)에 나타낸 유기 금속 착체의 스펜 밀도 분포를 나타낸 도면.

도 14는 구조식(500) 및 구조식(600)에 나타낸 유기 금속 착체의 C-C결합 위치를 나타낸 도면.

도 15는 구조식(100)에 나타낸 유기 금속 착체의  $^1\text{H-NMR}$  차트.

도 16은 구조식(100)에 나타낸 유기 금속 착체의 자외·가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.

도 17은 구조식(100)에 나타낸 유기 금속 착체의 LC-MS 측정 결과를 나타낸 도면.

도 18은 구조식(101)에 나타낸 유기 금속 착체의  $^1\text{H-NMR}$  차트.

도 19는 구조식(101)에 나타낸 유기 금속 착체의 자외·가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.

도 20은 구조식(101)에 나타낸 유기 금속 착체의 LC-MS 측정 결과를 나타낸 도면.

도 21은 구조식(104)에 나타낸 유기 금속 착체의  $^1\text{H-NMR}$  차트.

도 22는 구조식(104)에 나타낸 유기 금속 착체의 자외·가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.

도 23은 구조식(114)에 나타낸 유기 금속 착체의 EI-MS 측정 결과를 나타낸 도면.

도 24는 발광 소자에 대하여 설명하기 위한 도면.

도 25는 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 나타낸 도면.

도 26은 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 나타낸 도면.

도 27은 발광 소자 1의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

도 28은 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 나타낸 도면.

도 29는 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성을 나타낸 도면.

도 30은 발광 소자 2의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

도 31은 발광 소자 2의 신뢰성을 나타낸 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0057]

이하, 본 발명의 실시형태에 대하여, 도면을 참조하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 아래에 기재되는 설명에 한정되지 않으며, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 상세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명은 아래에 기재되는 실시형태의 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

[0058]

또한, "막"이란 말과, "층"이란 말은 경우 또는 상황에 따라서는 서로 바뀔 수 있다. 예를 들어, "도전층"이란 용어를, "도전막"이란 용어로 변경하는 것이 가능한 경우가 있다. 또는, 예를 들어, "절연막"이란 용어를, "절연층"이란 용어로 변경하는 것이 가능한 경우가 있다.

[0059]

(실시형태 1)

[0060]

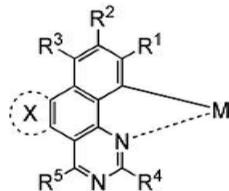
본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체에 대하여 설명한다.

[0061]

본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체는 금속과 배위자를 갖고, 배위자는 벤조[h]퀴나졸린 골격이며, 벤조[h]퀴나졸린 골격은 벤조[h]퀴나졸린의 5위치와 6위치의 탄소-탄소 결합을 공유하여 형성되는 축합환을 갖고, 벤조[h]퀴나졸린 골격이 금속에 결합한 유기 금속 착체이다. 또한, 본 실시형태에서 설명하는 유기 금속 착체의 일 형태는 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함하는 유기 금속 착체이다.

[0062]

[화학식 10]



(G1)

[0063]

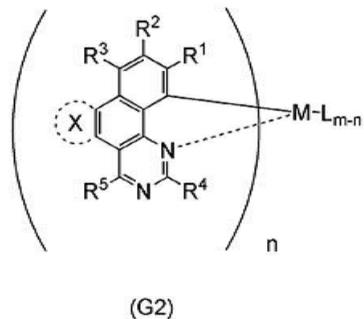
일반식(G1)에서, M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타내고, R<sup>1</sup>~R<sup>4</sup>는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고, R<sup>5</sup>는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

[0065]

또한, 본 실시형태에서 설명하는 유기 금속 착체의 일 형태는 하기 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0066]

[화학식 11]



[0067]

[0068] 일반식(G2)에서, M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타내고, L은 일가음이온성의 배위자를 나타내고,  $R^1 \sim R^4$ 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다. 또한, M이 9족에 속하는 금속을 나타낼 때 m은 3을, n은 1~3을 나타내고, M이 10족에 속하는 금속을 나타낼 때 m은 2를, n은 1 또는 2를 나타낸다.

[0069]

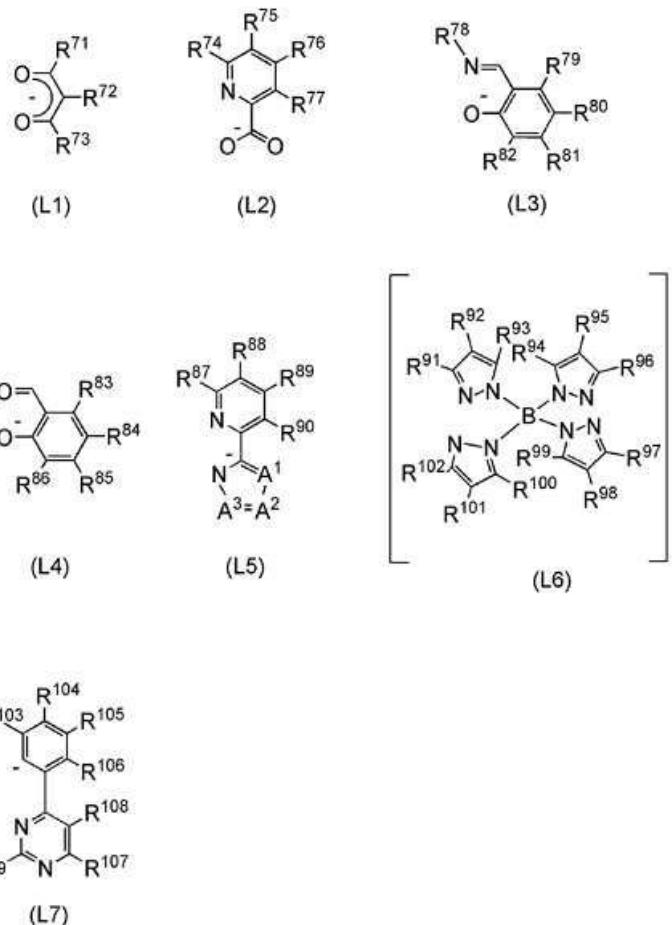
또한, 일반식(G2)에서의 일가음이온성의 배위자는,  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 카복실기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 페놀성 수산기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 또는 2개의 배위 원소가 모두 질소인 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자인 것이 바람직하다. 특히,  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자라면,  $\beta$ -다이케톤 구조를 가짐으로써, 유기 금속 치료의 유기 용매에 대한 용해성이 높아지고, 정제가 용이하게 되어 바람직하다.

[0070]

구체적으로 일가음이온성의 배위자는 일반식(L1)~일반식(L7) 중 어느 하나인 것이 바람직하다.

[0071]

[화학식 12]



[0072]

[0073]

다만 식에서, R<sup>71</sup>~R<sup>109</sup>는, 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 바이닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 할로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알콕시기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬싸이오기를 나타낸다. 또한 A<sup>1</sup>~A<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 질소, 수소와 결합하는 sp<sup>2</sup> 혼성 탄소, 또는 치환기를 갖는 sp<sup>2</sup> 혼성 탄소를 나타내고, 상기 치환기는 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 탄소수 1~6의 할로알킬기, 또는 폐닐기를 나타낸다.

[0074]

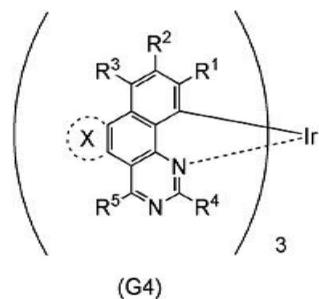
또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체는 벤조[h]퀴나졸린 골격에 있어서 축합환을 갖는다. 이와 같이, 벤조[h]퀴나졸린 골격에 축합환을 가짐으로써 유기 금속 착체의 내열성을 향상시킬 수 있어 발광 소자에 사용한 경우에 소자의 신뢰성을 높일 수 있다. 또한, 벤조[h]퀴나졸린 골격을 포함함으로써 발광 효율을 높일 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체에 의하여 발광 효율이 높은 청록색~황록색 발광 재료가 얻어진다.

[0075]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0076]

[화학식 13]



[0077]

[0078]

일반식(G4)에서,  $R^1 \sim R^4$ 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

[0079]

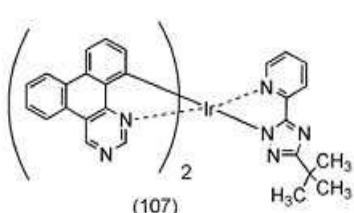
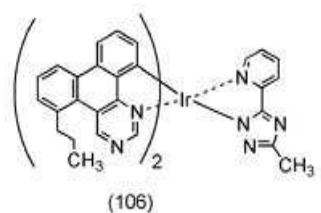
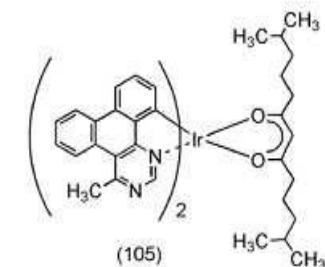
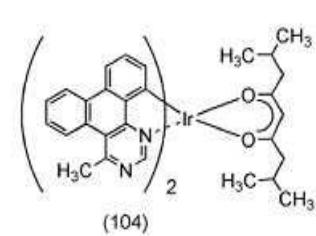
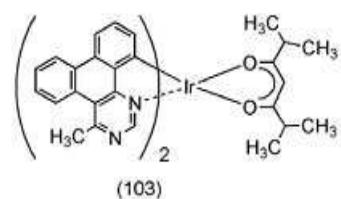
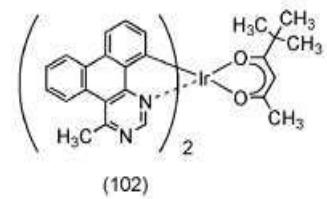
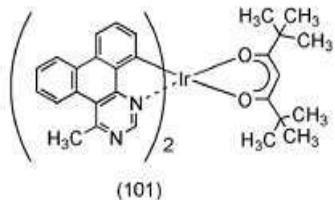
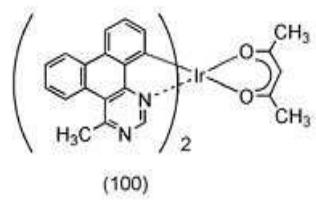
또한, 상기 일반식(G1), 일반식(G2), 및 일반식(G4)에서,  $R^1 \sim R^5$ 에서의 탄소수 1~6의 알킬기의 구체적인 예로서는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 아이소뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 네오펜틸기, 헥실기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 네오헥실기, 3-메틸펜틸기, 2-메틸펜틸기, 2-에틸뷰틸기, 1,2-다이메틸뷰틸기, 2,3-다이메틸뷰틸기 등을 들 수 있다.

[0080]

다음에 상술한 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 촉매의 구체적인 구조식을 나타낸다(하기 구조식(100)~구조식(119)). 다만, 본 발명은 이들에 한정되지 않는다.

[0081]

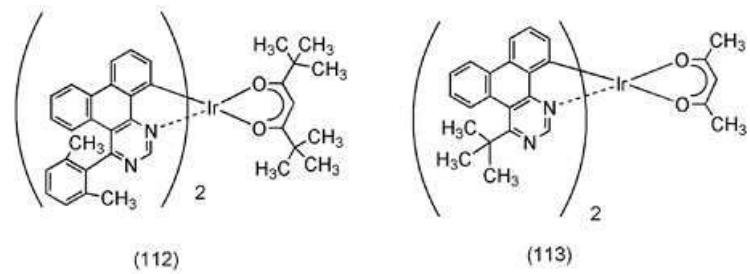
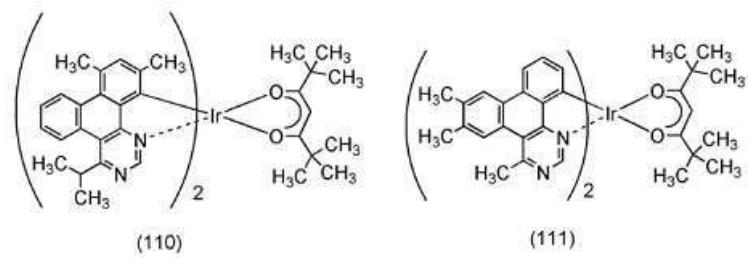
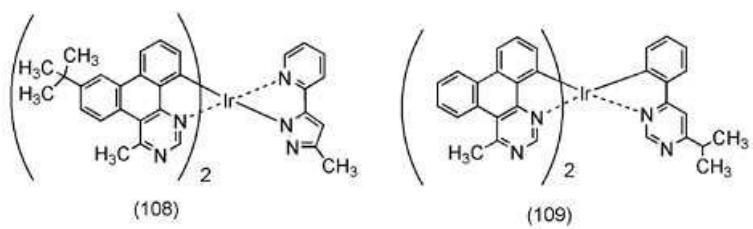
[화학식 14]



[0082]

[0083]

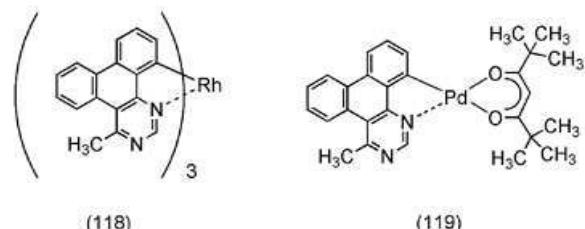
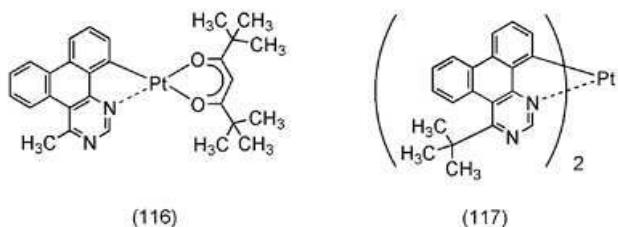
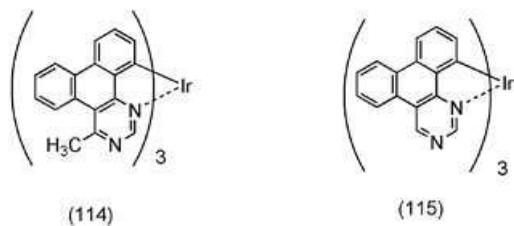
[화학식 15]



[0084]

[0085]

### [화학식 16]



[0086]

[0087] 또한, 상기 구조식(100)~구조식(119)으로 나타내어지는 유기 금속 착체는 인광을 발광할 수 있는 신규 물질이다. 또한, 이들 물질은 배위자의 종류에 따라서는 기하 이성체와 입체 이성체가 존재할 수 있는데, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체에는 이들 이성체도 모두 포함된다.

[0088]

다음에 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다.

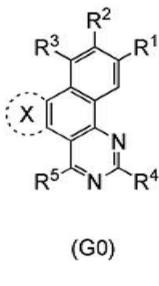
## [0089] 《일반식(GO)으로 나타내어지는 퀴나졸린 유도체의 합성 방법》

[0090]

먼저 하기 일반식 (GO)으로 나타내어지는 퀴나졸린 유도체의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다.

[0091]

### [화학식 17]



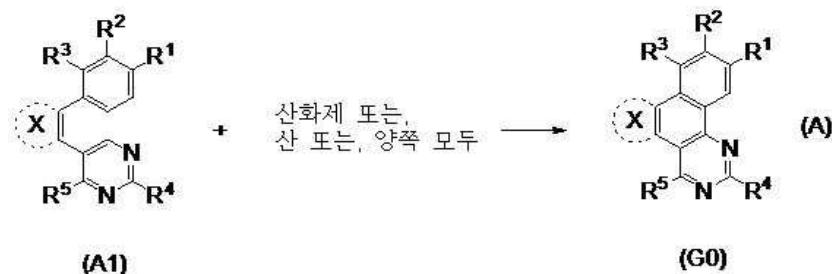
[0092]

[0093] 일반식(GO)에서,  $R^1 \sim R^4$ 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다.

[0094] 일반식(G0)으로 나타내어지는 퀴나졸린 유도체는 이하와 같은 간편한 합성 스Kim(A) 또는 합성 스Kim(A')에 의하여 합성할 수 있다. 하기 합성 스Kim(A)에 나타낸 바와 같이, 피리미딘 화합물(A1)과 산화제 또는, 산 또는, 양

쪽 모두를 반응시킴으로써 얻어진다.

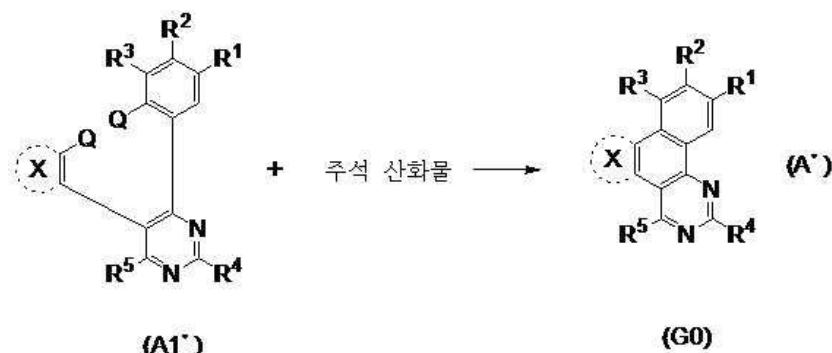
[0095] [화학식 18]



[0096]

[0097] 또는 하기 합성 스킴(A')에 나타낸 바와 같이, 할로젠판 피리미딘 화합물(A1')과 주석 화합물을 더블 커플링시 킴으로써 얻어진다. 또한 합성 스킴(A')에서 Q는 할로젠판을 나타낸다.

[0098] [화학식 19]



[0099]

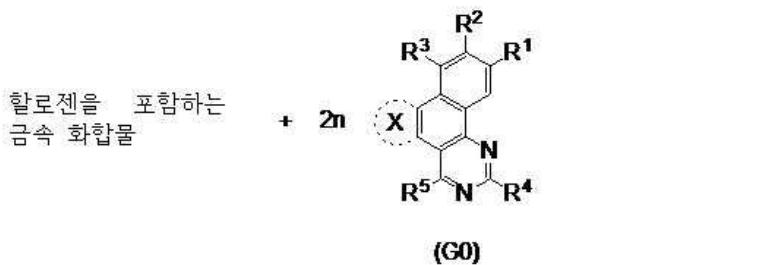
[0100] 상술한 화합물(A1), 화합물(A1')은 여러 가지 출시되고 있거나, 또는 합성이 가능하므로 일반식(G0)으로 나타내어지는 퀴나졸린 유도체는 수많은 종류를 합성할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 치체는 그 배위자의 베리에이션이 풍부하다는 특징을 갖는다.

[0101] 『일반식(G2)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 치체의 합성 방법』

[0102] 다음에 일반식(G2)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 치체의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다. 먼저 하기 합성 스킴(B-1)에 나타낸 바와 같이, 일반식(G0)으로 나타내어지는 퀴나졸린 유도체, 할로젠판을 포함하는 금속 화합물(염화 팔라듐, 염화 이리듐, 브로민화 이리듐, 아이오딘화 이리듐, 테트라클로로백금산 포타슘 등)을 불활성 가스 분위기에서 가열함으로써 할로젠판으로 가교된 구조를 갖는 유기 금속 치체의 일종이며 신규 물질인 복핵(複核) 치체(P)를 얻을 수 있다. 또한, 상술한 반응은 알코올계 용매(글리세롤, 에틸렌 글라이콜, 2-메톡시 에탄올, 2-에톡시에탄올 등) 또는 알코올계 용매 1종류 이상과 물의 혼합 용매를 사용하여도 좋다. 가열 수단으로서 특별히 한정은 없으며, 오일 베스, 샌드 배스(sand bath), 또는 알루미늄 블록을 사용하여도 좋다. 또한, 마이크로파를 가열 수단으로서 사용할 수도 있다. 이 때, 합성 스킴 (B-1)에서 M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타낸다. 또한, M이 9족에 속하는 금속일 때는 n=2이고, M이 10족에 속하는 금속일 때는 n=1이다.

[0103]

### [화학식 20]



[0104]

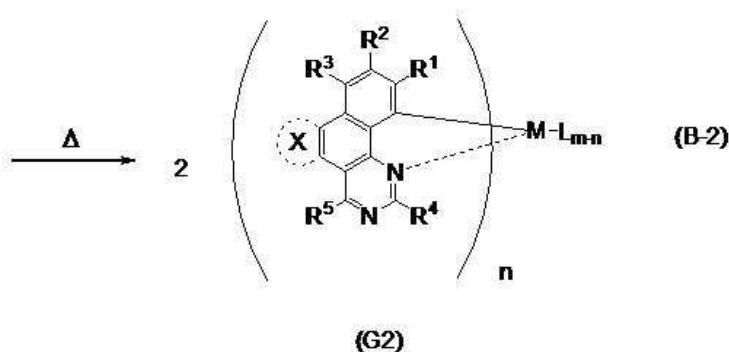
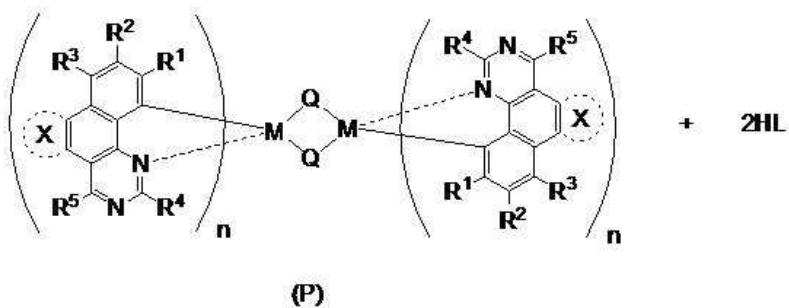
[0105] 합성 스킴(B-1)에서 Q는 할로젠을 나타내고,  $R^1$ ~ $R^4$ 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 폐닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다. 또한, M이 9족에 속하는 금속을 나타낼 때, n은 2를 나타내고, M이 10족에 속하는 금속을 나타낼 때 n은 1을 나타낸다.

[0106]

또한, 하기 합성 스킴(B-2)에 나타낸 바와 같이, 상술한 합성 스킴(B-1)으로 얻어지는 복핵 착체(P)와 일가음이 온성의 배위자의 원료HL을 불활성 가스 분위기에서 가열함으로써, HL의 프로톤(proton)이 탈리되어 L이 중심 금 속M에 배위되어, 일반식(G2)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체가 얻어진다. 가열 수 단으로서 특별히 한정은 없으며, 오일 배스, 샌드 배스, 또는 알루미늄 블록을 사용하여도 좋다. 또한, 마이크로파를 가열 수단으로서 사용할 수도 있다. 또한, 합성 스킴(B-2)에서 M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타낸다. 또한, M이 9족에 속하는 금속일 때  $m=3$ ,  $n=2$ 이고, M이 10족에 속하는 금속일 때  $m=2$ ,  $n=1$ 이다.

[0107]

[화학식 21]



[0108]

[0109]

합성 스킴(B-2)에서,  $L$ 은 일가음이온성의 배위자를 나타내고,  $Q$ 는 할로젠을 나타내고,  $R^1 \sim R^4$ 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환  $X$ 는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다. 또한,  $M$ 이 9족에 속하는 금속을 나타낼 때,  $m$ 은 3을,  $n$ 은 2를 나타내고,  $M$ 이 10족에 속하는 금속을 나타낼 때  $m$ 은 2를,  $n$ 은 1을 나타낸다.

[0110]

본 발명에서, 일반식(G0)으로 나타내어지는 유도체를 배위자로 하는 오르토 메탈 착체를 얻기 위하여,  $R^5$ 에 치환기를 도입하는 것이 바람직하다. 특히  $R^5$ 로서 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 사용하는 것이 바람직하다. 이로써  $R^5$ 로서 수소를 사용한 경우에 비하여, 합성 스킴(B-1)에서 생성된 할로젠으로 가교된 복핵(複核) 금속 착체가 합성 스킴(B-2)으로 나타내어지는 반응 중에 분해되는 것을 억제하여, 수율을 비약적으로 높일 수 있다. 또한, 이에 의하여 용해성이 높아져 용액을 사용한 정제가 용이하게 되어 재료의 순도를 높일 수 있다. 따라서, 발광 소자의 도편트로서 사용하면 특성이 안정화되어 신뢰성이 높아진다. 또한 이에 의하여 발광 소자의 도편트로서 사용하였을 때 분산성이 향상되므로 소광을 방지하여 효율이 높아진다.

[0111]

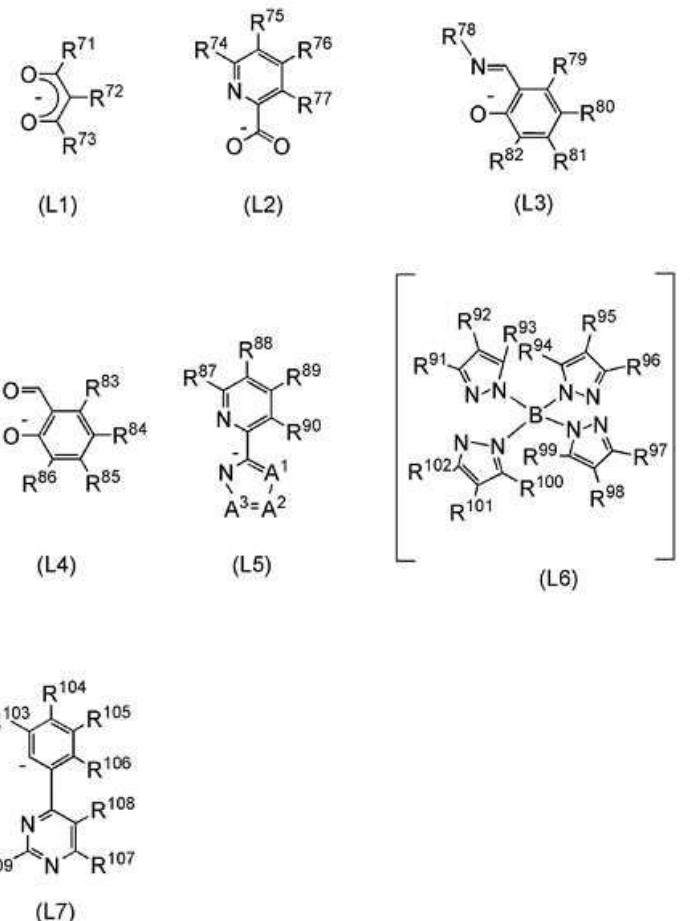
또한, 일반식(G2)에서의 일가음이온성의 배위자  $L$ 은  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 카복실기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 페놀성 수산기를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자, 또는 2개의 배위 원소가 모두 질소인 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자인 것이 바람직하다. 특히,  $\beta$ -다이케톤 구조를 갖는 일가음이온성의 두자리 킬레이트 배위자라면,  $\beta$ -다이케톤 구조를 가짐으로써, 유기 금속 착체의 유기 용매에 대한 용해성이 높아지고, 정제가 용이하게 되어 바람직하다. 또한,  $\beta$ -다이케톤 구조를 가짐으로써, 발광 효율이 높은 유기 금속 착체를 얻을 수 있으므로 바람직하다. 또한,  $\beta$ -다이케톤 구조를 가짐으로써 승화성이 높아지고, 증착 성능이 우수하다는 이점이 있다.

[0112]

또한, 일가음이온성의 배위자는 일반식(L1)~일반식(L7) 중 어느 하나인 것이 바람직하다. 이러한 배위자는 배위 능력이 높고, 또한 염가로 입수할 수 있으므로 유효하다.

[0113]

[화학식 22]



[0114]

[0115]

다만 식에서, R<sup>71</sup>~R<sup>109</sup>는, 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 바이닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 할로알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알콕시기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬싸이오기를 나타낸다. 또한 A<sup>1</sup>~A<sup>3</sup>은 각각 독립적으로 질소, 수소와 결합하는 sp<sup>2</sup> 혼성 탄소, 또는 치환기를 갖는 sp<sup>2</sup> 혼성 탄소를 나타내고, 상기 치환기는 탄소수 1~6의 알킬기, 할로젠기, 탄소수 1~6의 할로알킬기, 또는 폐닐기를 나타낸다.

[0116]

«일반식(G2')으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체의 합성 방법»

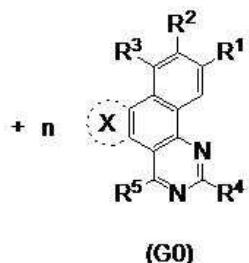
[0117]

일반식(G2')으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다. 하기 합성 스Kim(C)에 나타낸 바와 같이, 일반식(G0)으로 나타내어지는 유도체와, 할로젠을 포함하는 9족 또는 10족의 금속 화합물(염화 로듐 수화물, 염화 팔라듐, 염화 이리듐 수화물, 헥사클로로이리듐산 암모늄, 테트라클로로 백금산 포타슘 등), 또는 9족 또는 10족의 유기 금속 착체 화합물(아세틸아세토나토 착체, 다이에틸설파이드 착체 등)을 혼합한 후, 가열함으로써 일반식(G2')으로 나타내어지는 구조를 갖는 유기 금속 착체를 얻을 수 있다. 또한, 이 가열 공정은 일반식(G0)으로 나타내어지는 퀴나졸린 유도체와, 할로젠을 포함하는 9족 또는 10족의 금속 화합물, 또는 9족 또는 10족의 유기 금속 착체 화합물을 알코올계 용매(글라이세롤, 에틸렌 글라이콜, 2-메톡시에탄올, 2-에톡시에탄올 등)에 용해한 후에 수행되어도 좋다. 또한 합성 스Kim(C)에서 M은 9족 또는 10족에 속하는 금속을 나타낸다. 또한, M이 9족에 속하는 금속일 때는 n=3이고, M이 10족에 속하는 금속일 때는 n=2이다.

[0118]

[화학식 23]

할로젠을 포함하는 9족 또는 10족에 속하는 금속 화합물  
또는  
9족 또는 10족에 속하는 유기 금속 화합물



[0119]

[0120]

합성 스킴(C)에서,  $R^1 \sim R^4$ 는 각각 독립적으로 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6~10의 아릴기를 나타내고,  $R^5$ 는 수소, 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 나타낸다. 또한, 환 X는 치환 또는 비치환된, 탄소 또는 질소로 형성되는 6원-방향환을 나타낸다. 또한, M이 9족에 속하는 금속을 나타낼 때 n은 3을 나타내고, M이 10족에 속하는 금속을 나타낼 때 n은 2를 나타낸다.

[0121]

본 발명에서, 일반식(G0)으로 나타내어지는 유도체를 배위자로 하는 오르토 메탈 착체를 얻기 위하여,  $R^5$ 에 치환기를 도입하는 것이 바람직하다. 특히  $R^5$ 로서 치환 또는 비치환된 탄소수 1~6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기를 사용하는 것이 바람직하다. 이로써  $R^5$ 로서 수소를 사용한 경우에 비하여, 합성 스킴(C)에서의 수율을 높일 수 있다.

[0122]

상술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체의 합성 방법의 일례에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 어떤 합성 방법에 의하여 합성되어도 좋다.

[0123]

또한, 상술한 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체는 인광을 발광할 수 있으므로 발광 재료나 발광 소자의 발광 물질로서 이용할 수 있다.

[0124]

(실시형태 2)

[0125]

본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체에서의, 분자 구조에 기인하는 발광 파장의 단파장화에 대하여 설명한다.

[0126]

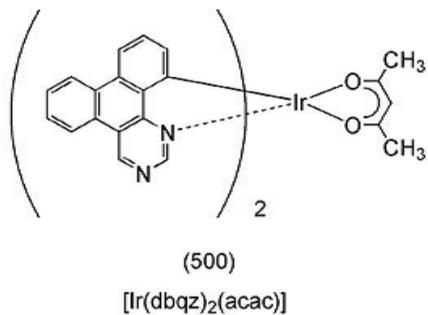
사이클로메탈화 배위자는 벤젠환을 축환시킴으로써 내열성을 향상시킬 수 있지만, 축환으로 인하여 공액은 확대되어 발광 파장은 장파장화되는 경우가 많다. 그러나, 배위자가 벤조[h]퀴나졸린 골격인 경우에 있어서, 벤젠환을 축환시키는 위치에 따라서는 공액의 확대를 억제할 수 있어 발광 파장이 단파장화한다. 즉, 내열성을 향상시켜, 발광 파장의 단파장화를 실현할 수 있다. 그래서, 후술하는 바와 같이 분자 궤도 계산을 한 바, 스픬밀도 분포의 확대가 억제되어 있는 것을 알 수 있다. 그러므로,  $T_1$ 준위가 높아져 발광 파장의 단파장화가 가능하게 된다.

[0127]

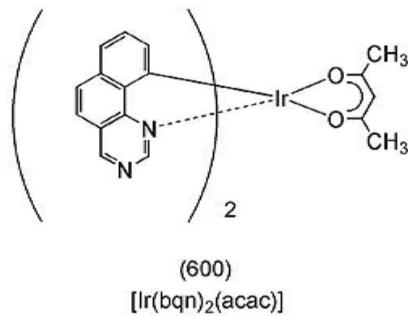
계산으로 구한 분자 궤도 분포에 대하여 설명한다. 또한 사용하는 유기 금속 착체는 하기 구조식(500)으로 나타내어지는 유기 금속 착체, 비스(다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일-κC, κN)(2,4-펜타이오나토-κ<sup>2</sup>O, O')이리듐

(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dbqz})_2(\text{acac})]$ )로 한다.

### [화학식 24]



또한, 비교로서 하기 구조식(600)으로 나타내어지는 유기 금속 착체, 비스(벤조[*h*]퀴나졸린-10-일-κC, κN)(2,4-펜탄다이오나토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{bqn})_2(\text{acac})]$ )를 사용한다.  $[\text{Ir}(\text{bqn})_2(\text{acac})]$ 는 황색  
발광을 나타내는 재료이다.



## 《계산예》

본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체  $[Ir(dbqz)_2(acac)]$ 와 비교 재료인  $[Ir(bqn)_2(acac)]$ 의 단일 항 기저 상태( $S_0$ )와 최저 여기 3중 항 상태( $T_1$ )에서의 가장 안정된 구조를 밀도 범함수법(DFT)을 이용하여 계산하였다. 각각의 가장 안정된 구조에서 진동 해석을 행하여  $S_0$ 와  $T_1$ 의 총 에너지의 차에서  $T_1$ 준위를 계산하였다. DFT에서, 총 에너지는 페텐셜 에너지, 전자들 사이의 정전 에너지, 전자의 운동 에너지, 및 전자들 사이의 복잡한 모든 상호작용을 포함하는 교환 상관 에너지의 합으로 나타내어진다. DFT에서는 전자 밀도로 표현된 일 전자 페텐셜의 범함수(함수의 함수를 의미함)에 의하여 교환 상관 상호작용을 근사하므로 계산은 고속이다. 여기서 혼합 범함수인 B3PW91을 사용하여 교환-상관 에너지에 따른 각 파라미터의 가중을 규정하였다.

또한, 기저 함수로서 H, C, N, O 원자에는 6-311G(각각의 원자가 궤도에 3개의 단축 함수를 이용한 Triple Split Valence 기저계의 기저 함수)를, Ir 원자에는 LanL2DZ를 이용하였다. 상술한 기저 함수에 의하여, 예를 들어 수소 원자이면 1s~3s의 궤도가 고려되고, 탄소 원자이면 1s~4s, 2p~4p의 궤도가 고려된다. 또한 계산 정밀도 향상을 위하여 분극 기저계로서 수소 원자에는 p 함수를, 수소 원자 외에는 d 함수를 가하였다. 또한 분극 연속체 모델을 사용하여 용매 효과를 고려하여 다이클로로메탄 용매에 상당하는 유전율( $\epsilon = 8.93$ )을 고려하여 계산하였다. 또한 양자 화학 계산 프로그램으로서는 Gaussian 09를 사용하였다. 계산은 고성능 컴퓨터(Altix 4700; SGI Japan, Ltd. 제)를 이용하여 수행하였다.

구조식(500)으로 나타내어지는 유기 금속 착체[ $\text{Ir}(\text{dbqz})_2(\text{acac})$ ]와 구조식(600)으로 나타내어지는 유기 금속 착체[ $\text{Ir}(\text{bqn})_2(\text{acac})$ ] 각각에서의  $S_0$ 와  $T_1$ 에 대하여 구조 최적화를 행하여  $T_1$ 준위와 스핀 밀도 분포를 계산하였다. 스핀 밀도 분포를 도 13에 나타내었다.

산출한  $T_{1/2}$ 는  $[Ir(dbaz)_2(acac)]$ 가 2.22eV,  $[Ir(bqn)_2(acac)]$ 가 2.13eV였다.  $[Ir(bqn)_2(acac)]$ 에 비하여

[Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]의 발광 단파장이 되는 것을 알 수 있다.

[0138] 또한 스판 밀도 분포를 나타낸 도 13에서 영역(401(a)) 및 영역(401(b))에 나타낸 바와 같이, [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]의 영역(401(a))은, [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)]의 영역(401(b))에 비하여 스판 밀도 분포가 적고, 스판 밀도 분포의 확대가 억제되어 있는 것을 알 수 있다. 이 원인으로서 C-C결합 거리의 차이를 들 수 있다.

[0139] 도 14에 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]에서의 벤젠환 Y의 C-C결합(402(Y))과 C-C결합(403(Y)), 및 [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)]에서의 벤젠환 Z의 C-C결합(402(Z))과 C-C결합(403(Z))으로 나타낸 C-C결합의 위치를 나타낸다. [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]의 벤젠환 Y에서의 C-C결합(402(Y))의 C-C결합 거리는 0.1465nm, C-C결합(403(Y))의 C-C결합 거리는 0.1457nm이고, [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)]의 벤젠환 Z에서의 C-C결합(402(Z))의 C-C결합 거리는 0.1438nm, C-C결합(403(Z))의 C-C결합 거리는 0.1432nm이다. C-C결합(402(Z)) 및 C-C결합(403(Z))에 비하여 C-C결합(402(Y)) 및 C-C결합(403(Y))의 C-C결합 거리가 긴 것을 알 수 있다. 이 원인으로서, 공명 구조를 고려하였을 경우에 C-C결합(402(Y)) 및 C-C결합(403(Y))은 C-C결합(402(Z)) 및 C-C결합(403(Z))에 비하여 2중 결합보다 단일 결합 상태가 되는 비율이 높다는 것이 생각된다. 이로부터 C-C결합(402(Y)) 및 C-C결합(403(Y))의 C-C결합 거리는 C-C결합(402(Z)) 및 C-C결합(403(Z))의 C-C결합 거리보다 길게 되고 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]에서는 공액의 확대가 억제되어 스판 밀도 분포의 확대가 억제되었다. 그러므로, [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]는 T<sub>1</sub>준위가 높아지고 발광 파장이 단파장화한다.

[0140] 또한 표 1에 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]와 [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)] 각각에서 각 부위의 스판 밀도의 분포의 비율을 계산한 결과를 나타내었다.

[0141] [표 1]

	[Ir(dbqz) <sub>2</sub> (acac)]	[Ir(bqn) <sub>2</sub> (acac)]
I r	25.0%	19.9%
사이클로메탈화 배위자_1	66.7%	73.5%
사이클로메탈화 배위자_2	5.4%	3.7%
일가음이온성의 배위자	2.9%	2.8%

[0142] [0143] 표 1에서 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]에서는 중심 금속인 Ir의 스판 밀도 분포의 비율은 25.0%, [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)]에서는 Ir의 스판 밀도 분포의 비율은 19.9%인 것으로부터 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]는 [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)]와 비교하여 Ir의 스판 밀도 분포의 비율이 큰 것을 알 수 있다. 이로부터 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]는 중심 금속인 Ir의 스판 밀도 분포의 비율이 높으므로 배위자로의 전하 이동인 MLCT(Metal to Ligand Charge Transfer)성이 높아진다고 생각된다. 일반적으로 고효율의 인광 발광 전이 금속 캐릭터의 발광 메커니즘은 MLCT인 것이 알려져 있으므로 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]는 발광 효율이 향상되는 것이 계산 결과로부터 나타내어진다.

[0144] 상술한 바와 같이, [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)]의 사이클로메탈화 배위자에 벤젠환을 축환시킨 [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]로 함으로써 스판 밀도 분포의 확대가 억제되고 T<sub>1</sub>준위가 높아진다. 그 결과, [Ir(dbqz)<sub>2</sub>(acac)]는 [Ir(bqn)<sub>2</sub>(acac)]가 발광하는 황색의 발광 파장을 단파장화하고, 청록색~황록색을 발광하는 내열성과 발광 효율이 우수한 유기 금속 캐릭터가 되는 것이 나타내어진다.

[0145] (실시형태 3)

[0146] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태로서 실시형태 1에서 나타낸 유기 금속 캐릭터를 발광층에 사용한 발광 소자에 대하여 도 1을 참조하여 설명한다.

[0147] 도 1은 제 1 전극(101)과 제 2 전극(103) 사이에 EL층(102)을 갖는 발광 소자를 도시한 도면이다. EL층(102)은 발광층(113)을 포함하고 발광층(113)은 실시형태 1에서 설명한 유기 금속 캐릭터를 포함한다. 또한 EL층(102)에는 발광층(113)에 더하여 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115) 등을 포함하여 형성된다.

[0148] 이와 같은 발광 소자에 대하여 전압을 인가함으로써, 제 1 전극(101) 측으로부터 주입된 정공과 제 2 전극(103)

측으로부터 주입된 전자가, 발광층(113)에서 재결합하여, 유기 금속 착체를 여기 상태로 한다. 그리고, 여기 상태의 유기 금속 착체가 기저 상태로 되돌아올 때 발광한다. 이와 같이, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체는 발광 소자에 있어서의 발광 물질로서 기능한다. 또한, 본 실시형태에 나타낸 발광 소자에 있어서, 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(103)은 음극으로서 기능한다.

[0149] 또한, EL층(102)에서의 정공 주입층(111)은 정공 수송성이 높은 물질과 억셉터성 물질을 포함하는 층이고, 억셉터성 물질에 의하여 정공 수송성이 높은 물질로부터 전자가 추출됨으로써 정공(홀)이 발생한다. 따라서, 정공은 정공 수송층(112)을 통해 정공 주입층(111)으로부터 발광층(113)으로 주입된다.

[0150] 이하에 본 실시형태에 제시되는 발광 소자를 제작하기 위한 구체적인 예에 대하여 설명한다.

[0151] 양극으로서 기능하는 제 1 전극(101)은 일 함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들어 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유하는 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연(Indium Zinc Oxide), 산화 텉스텐 및 산화 아연을 함유하는 산화 인듐 등을 들 수 있다. 이 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텁스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브데늄(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 타이타늄(Ti)은(Ag), 알루미늄(Al) 등을 사용할 수 있다. 또한, EL층(102) 중, 제 1 전극(101)에 접촉되어 형성되는 층이 후술하는 유기 화합물과 전자 수용체(억셉터)를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용하여 형성되는 경우에는 제 1 전극(101)에 사용하는 물질은 일 함수의 대소에 상관없이 다양한 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다.

[0152] 제 1 전극(101)은, 예를 들어 스팍터링법이나 증착법(진공 증착법을 포함함) 등에 의하여 형성될 수 있다. 또한, 은 페이스트 등을 사용하는 경우에는, 도포법이나 잉크젯법 등을 사용할 수 있다.

[0153] 제 1 전극(101) 위에 형성되는 EL층(102)은 적어도 발광층(113)을 갖고 있으며, 또한 실시형태 1에서 설명한 유기 금속 착체를 포함하여 형성된다. EL층(102)의 일부에는 다양한 물질을 사용할 수도 있고, 저분자계 화합물 및 고분자계 화합물의 양쪽 모두를 사용할 수도 있다. 또한 EL층(102)을 형성하는 물질에는 유기화합물만으로 이루어진 것뿐만 아니라, 무기화합물을 일부에 포함하는 구성도 포함하는 것으로 한다.

[0154] 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성이 높은 물질로서는 예를 들어 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 a-NPD)이나 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4',4"-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA), 4,4',4"-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오レン-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물, 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다. 또한, 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸일)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등의 카바졸 유도체 등을 사용할 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면 이들 이외의 물질을 사용하여도 좋다.

[0155] 또한, 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-(4-(4-다이페닐아미노)페닐)-페닐}-N'-페닐아미노)페닐]메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0156] 또한, 정공 주입층(111)에 사용하는 억셉터성 물질로서는, 원소 주기율표에서 4족~8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 몰리브데늄이 특히 바람직하다.

[0157] 발광층(113)은, 발광 물질을 포함하는 층이다. 또한, 발광 물질로서는 실시형태 1에 제시된 유기 금속 착체를 사용할 수 있고, 또한, 이 유기 금속 착체(캐스트 재료)보다 3중향 여기 에너지가 큰 물질을 호스트 재료로서 포함하는 층이어도 좋다. 또한, 발광 물질에 더하여 발광층에서 캐리어(전자 및 홀)가 재결합할 때 들뜬 복합체(엑시플렉스(exciplex)라고도 함)를 형성할 수 있는 조합이 되는 2가지 유기 화합물(상기 호스트 재료 중 어느 것이라도 좋음)을 포함하는 구성으로 하여도 좋다.

[0158] 호스트 재료 및 들뜬 복합체를 형성할 수 있는 2가지 유기 화합물에 사용할 수 있는 유기 화합물로서는, 예를 들어, 2,3-비스(4-다이페닐아미노페닐)퀴녹살린(약칭: TPAQn), NPB 등 아릴아민 골격을 갖는 화합물 외에, CBP,

4,4',4"-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA) 등의 카바졸 유도체나, 비스[2-(2-하이드록시페닐)파리디나토]아연(약칭: Znpp<sub>2</sub>), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤즈옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q), 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq<sub>3</sub>) 등의 금속착체가 바람직하다. 또한, PVK 등 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0159] 또한, 발광층(113)에서, 유기 금속 착체(게스트 재료)와, 상술한 호스트 재료 또는 상술한 들뜬 복합체를 형성할 수 있는 2종류의 유기 화합물을 포함하여 형성함으로써 발광층(113)으로부터 발광 효율이 높은 인광 발광을 얻을 수 있다.

[0160] 또한, 발광층(113)은 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체와 함께 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질, 또는 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용할 수도 있다. 이 경우, 이들 발광 물질은 상기 유기 금속 착체와 동일한 층에 존재하여도 좋고, 다른 층에 존재하여도 좋다. 또한, 이들 발광 물질의 발광색을 다른 것으로 함으로써 소자 전체로서 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 3개의 발광층이 존재하는 경우, 제 1 발광층의 발광색을 적색, 제 2 발광층의 발광색을 녹색, 제 3 발광층의 발광색을 청색으로 함으로써 발광 소자 전체로서는 백색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 상기 발광 물질로서는 예를 들어 이하와 같은 것을 들 수 있다.

[0161] 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는 예를 들어 형광을 발하는 물질(형광성 화합물)을 들 수 있다.

[0162] 형광을 발하는 물질로서는, N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스틸벤-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라-tert-뷰틸페릴렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), N,N''-(2-tert-뷰틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA), N,N,N',N'',N'',N''''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린 30, N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트라이페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린 545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-6-메틸-4H-피란-4-일리덴)프로판다이나이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[i,j]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리덴}프로판다이나이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라카스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라카스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-아이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[i,j]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리덴}프로판다이나이트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-뷰틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[i,j]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리덴}프로판다이나이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-4H-피란-4-일리덴)프로판다이나이트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-4H-피란-4-일리덴}프로판다이나이트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다.

[0163] 3중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 예를 들어 인광을 발하는 물질(인광성 화합물)이나 열 활성화 지연 형광(TADF) 재료를 들 수 있다. 또한, TADF 재료에서 지연 형광이란, 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지면서도 수명이 현저하게 긴 발광을 말한다. 수명은 10<sup>-6</sup>초 이상, 바람직하게는 10<sup>-3</sup>초 이상이다.

[0164] 인광을 발하는 물질로서는 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]파리디나토-N,C<sup>2'</sup>}이리듐(III)파콜리네이트(약칭: [Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)파리디나토-N,C<sup>2'</sup>]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac), 트리스(2-페닐파리디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)<sub>3</sub>]), 비스(2-페닐파리디나토)이리듐

(III)아세틸아세토네이트(약칭:  $[Ir(ppy)_2(acac)]$ ), 트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭:  $[Tb(acac)_3(Phen)]$ ), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:  $[Ir(bzq)_2(acac)]$ ), 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸라토- $N, C^{2'}$ )이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:  $[Ir(dpo)_2(acac)]$ ), 비스{2-[4'-(페닐오로페닐)페닐]페리디나토- $N, C^{2'}$ }이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:  $[Ir(p-PF-ph)_2(acac)]$ ), 비스(2-페닐벤조싸이아졸라토- $N, C^{2'}$ )이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:  $[Ir(bt)_2(acac)]$ ), 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]싸이엔일)페리디나토- $N, C^{2'}$ ]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:  $[Ir(btp)_2(acac)]$ ), 비스(1-페닐아이소퀴놀리나토- $N, C^{2'}$ )이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:  $[Ir(piq)_2(acac)]$ ), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-페닐오로페닐)퀴녹살리나토]이리듐(III)(약칭:  $[Ir(Fdpq)_2(acac)]$ ), (아세틸아세토나토)비스(3,5-다이메틸-2-페닐페리디나토)이리듐(III)(약칭:  $[Ir(mppr-Me)_2(acac)]$ ), (아세틸아세토나토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐페리디나토)이리듐(III)(약칭:  $[Ir(mppr-iPr)_2(acac)]$ ), (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트라이페닐페리디나토)이리듐(III)(약칭:  $[Ir(tppr)_2(acac)]$ ), 비스(2,3,5-트라이페닐페리디나토)(다이페닐로일메타나토)이리듐(III)(약칭:  $[Ir(tppr)_2(dpm)]$ ), (아세틸아세토나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐페리미디나토)이리듐(III)(약칭:  $[Ir(tBuppm)_2(acac)]$ ), (아세틸아세토나토)비스(4,6-다이페닐페리미디나토)이리듐(III)(약칭:  $[Ir(dppm)_2(acac)]$ ), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르페린 백금(II)(약칭: PtOEP), 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인디아오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭:  $[Eu(DBM)_3(Phen)]$ ), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭:  $[Eu(TTA)_3(Phen)]$ ) 등을 들 수 있다.

[0165]

또한, TADF 재료로서는, 예를 들어 풀러렌이나 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 에오신 등을 들 수 있다. 또한, 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 함유하는 금속 함유 포르페린을 들 수 있다. 상기 금속 함유 포르페린으로서는, 예를 들어 프로토포르페린-불화 주석 착체( $SnF_2$ (Proto IX)), 메소포르페린-불화 주석 착체( $SnF_2$ (Meso IX)), 헤마토포르페린-불화 주석 착체( $SnF_2$ (Hemato IX)), 코프로포르페린테트라메틸에스터-불화 주석 착체( $SnF_2$ (Copro III-4Me)), 옥타에틸포르페린-불화 주석 착체( $SnF_2$ (OEP)), 에티오포르페린-불화 주석 착체( $SnF_2$ (Etio I)), 옥타에틸포르페린-염화 백금 착체( $PtCl_2OEP$ ) 등을 들 수 있다. 또한, 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인드로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(PIC-TRZ) 등의  $\pi$ 전자 과잉형 혜테로 방향환 및  $\pi$ 전자 부족형 혜테로 방향환을 갖는 복소환 화합물을 사용할 수도 있다. 또한,  $\pi$ 전자 과잉형 혜테로 방향환과  $\pi$ 전자 부족형 혜테로 방향환이 직접 결합된 물질은,  $\pi$ 전자 과잉형 혜테로 방향환의 도너성과  $\pi$ 전자 부족형 혜테로 방향환의 억셉터성의 양쪽이 강해져  $S_1$ 과  $T_1$ 의 에너지 차이가 작아지므로 특히 바람직하다.

[0166]

전자 수송층(114)은, 전자 수송성이 높은 물질(전자 수송성 화합물이라고도 함)을 포함하는 층이다. 전자 수송층(114)에는 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭:  $Alq_3$ ), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭:  $Almq_3$ ), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(약칭:  $BeBq_2$ ), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭:  $BA1q$ ), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤즈옥사졸라토]아연(약칭:  $Zn(BOX)_2$ ), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조싸이아졸라토]아연(약칭:  $Zn(BTZ)_2$ ) 등의 금속 착체를 사용할 수 있다. 또한, 2-(4-바이페닐일)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4'-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4"-바이페닐)-1,2,4-트라이아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐일)-1,2,4-트라이아졸(약칭: p-EtTAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등의 혜테로 방향족 화합물도 사용할 수 있다. 또한, 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPY), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-PY), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이페리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPY) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공보다 전자의 수송성이 높은 물질이면 상술한 물질 이외의 물질을 전자 수송층(114)에 사용하여

도 좋다.

[0167] 또한, 전자 수송층(114)은 단층 구조에 한정되지 않고, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 구조로 하여도 좋다.

[0168] 전자 주입층(115)은, 전자주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 주입층(115)에는 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF<sub>2</sub>), 리튬 산화물(LiO<sub>x</sub>) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 불화 어븀(ErF<sub>3</sub>) 등의 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 전자 주입층(115)에 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 상기 전자화물로서는 예를 들어, 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자가 고농도로 첨가된 물질 등을 들 수 있다. 또한, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0169] 또한, 전자 주입층(115)에, 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이러한 복합 재료는, 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하므로, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는, 발생한 전자의 수송이 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는, 예를 들어, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질(금속 착체나 헤테로 방향족 화합물 등)을 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는, 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이면 좋다. 구체적으로는, 알칼리 금속이나 알칼리 토금속이나 희토류 금속이 바람직하며, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 이터븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물이나 알칼리 토금속 산화물이 바람직하며, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한 산화 마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한, 테트라싸이아풀랄렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0170] 또한, 상술한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)은, 각각 증착법(진공 증착법을 포함함), 인쇄법(예를 들어, 철판 인쇄법, 요판 인쇄법, 그라비어 인쇄법, 평판 인쇄법, 콩판 인쇄법 등), 잉크젯법, 도포법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0171] 음극으로서 기능하는 제 2 전극(103)은 일 함수가 작은(바람직하게는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 즉 리튬이나 세슘 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘, 칼슘, 스트론튬 등의 알칼리 토금속, 및 이들을 포함하는 합금(예를 들어, Mg-Ag, Al-Li), 유로퓸, 이터븀 등의 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금 외에, 알루미늄이나 은 등을 사용할 수 있다. 다만, EL층(102) 중, 제 2 전극(103)에 접하여 형성되는 층이, 상술한 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어진 복합 재료를 사용하는 경우에는, 일 함수의 대소에 상관없이, Al, Ag, ITO, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 등 다양한 도전성 재료를 사용할 수 있다.

[0172] 또한, 제 2 전극(103)을 형성하는 경우에는, 진공 증착법이나 스퍼터링법을 사용할 수 있다. 또한, 은 페이스트 등을 사용하는 경우에는 도포법이나 잉크젯법 등을 사용할 수 있다.

[0173] 상술한 발광 소자는, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(103)의 사이에 부여된 전위차에 의하여 전류가 흘러, EL층(102)에서 정공과 전자가 재결합함으로써 발광한다. 그리고, 이 발광은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두를 통하여 외부로 추출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두는 투광성을 갖는 전극이 된다.

[0174] 여기까지 설명한 발광 소자는, 유기 금속 착체에 기초한 인광 발광이 얻어지므로 형광성 화합물만을 사용한 발광 소자에 비하여 고효율의 발광 소자를 실현할 수 있다.

[0175] 또한, 본 실시형태에 제시된 구성은 다른 실시형태에 제시된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0176] (실시형태 4)

[0177] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체를 EL 재료로서 EL층에 사용하고, 전하 발생층을 사이에 두고 복수의 EL층을 갖는 구조의 발광 소자(이하, 텐덤형 발광 소자라고 함)에 대하여 설명한다.

[0178] 본 실시형태에 제시되는 발광 소자는 도 2의 (A)에 도시된 바와 같이 한 쌍의 전극(제 1 전극(201)과 제 2 전극(204)) 사이에 복수의 EL층(제 1 EL층(202(1)), 제 2 EL층(202(2)))을 갖는 텐덤형 발광 소자이다.

[0179] 본 실시형태에 있어서, 제 1 전극(201)은 양극으로서 기능하는 전극이며, 제 2 전극(204)은 음극으로서 기능하는 전극이다. 또한, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(204)의 구성은 실시형태 3과 같은 구성으로 할 수 있다. 또

한, 복수의 EL층(제 1 EL층(202(1))과 제 2 EL층(202(2)))을 양쪽 모두 실시형태 3에 기재된 EL층과 같은 구성으로 하여도 좋지만, 어느 하나만을 같은 구성으로 하여도 좋다. 즉, 제 1 EL층(202(1))과 제 2 EL층(202(2))은 서로 같은 구성이든 다른 구성이든 어느 쪽이라도 좋고, 이들의 구성은 실시형태 3에 제시된 것과 같은 것을 적용할 수 있다.

[0180] 또한, 복수의 EL층(제 1 EL층(202(1))과 제 2 EL층(202(2))) 사이에 전하 발생층(205)이 제공되어 있다. 전하 발생층(205)은 제 1 전극(201)과 제 2 전극(204)에 전압이 인가되었을 때, 한쪽 EL층에 전자를 주입하고 다른 쪽 EL층에 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 본 실시형태에서는, 제 1 전극(201)의 전위가 제 2 전극(204)의 전위보다 높게 되도록 전압을 인가하면, 전하 발생층(205)으로부터 제 1 EL층(202(1))에 전자가 주입되고 제 2 EL층(202(2))에 정공이 주입된다.

[0181] 또한, 전하 발생층(205)은 광의 추출 효율의 관점에서 가시광에 대한 투광성을 갖는(구체적으로는, 전하 발생층(205)의 가시광 투과율이 40% 이상인) 것이 바람직하다. 또한, 전하 발생층(205)은 제 1 전극(201) 또는 제 2 전극(204)보다 도전율이 낮아도 가능한다.

[0182] 전하 발생층(205)은 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체(억셉터)가 첨가된 구성이어도 좋고, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체(도너)가 첨가된 구성이어도 좋다. 또한, 이를 양쪽의 구성이 적층되어 있어도 좋다.

[0183] 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체가 첨가된 구성으로 하는 경우에 있어서, 정공 수송성이 높은 유기 화합물로서는, 예를 들어, NPB나 TPD, TDATA, MTDATA, BSPB 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 단, 전자보다 정공의 수송성이 높은 유기 화합물이면, 상기 이외의 물질을 사용하여도 좋다.

[0184] 또한, 전자 수용체로서는, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메탄(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표에 있어서의 4족~8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데늄, 산화 텉스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄은 전자 수송성이 높으므로 바람직하다. 이 중에서도 특히, 산화 몰리브데늄은 대기 중에서도 안정적이며, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉬우므로 바람직하다.

[0185] 한편, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체가 첨가된 구성으로 하는 경우에, 전자 수송성이 높은 유기 화합물로서는, 예를 들어, Alq, Almq<sub>3</sub>, BeBq<sub>2</sub>, BA1q 등, 퀴놀린 콜격 또는 벤조퀴놀린 콜격을 갖는 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 또한, 이 이외에 Zn(BOX)<sub>2</sub>, Zn(BTZ)<sub>2</sub> 등의 옥사졸계, 싸이아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 더구나, 금속 착체 이외에도, PBD나 OXD-7, TAZ, BPhen, BCP 등도 사용할 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공보다 전자의 수송성이 높은 유기 화합물이면, 상기 이외의 물질을 사용하여도 상관없다.

[0186] 또한, 전자 공여체로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 또는 원소 주기율표의 2족, 13족에 속하는 금속 및 그 산화물, 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이터븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬, 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 테트라싸이아나프타센과 같은 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.

[0187] 또한, 상술한 재료를 사용하여 전하 발생층(205)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우에 구동 전압이 상승되는 것을 억제할 수 있다.

[0188] 본 실시형태에서는 EL층을 2층 갖는 발광 소자에 대하여 설명하였으나, 도 2의 (B)에 도시된 바와 같이 n층(다만, n은 3 이상)의 EL층(202(1)~202(n))을 적층한 발광 소자에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시 형태에 따른 발광 소자처럼, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 EL층을 갖는 경우, EL층과 EL층 사이에 각각 전하 발생층(205(1)~205(n-1))을 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고휘도 영역에서의 발광이 가능하다. 전류 밀도를 낮게 유지할 수 있으므로, 장수명 소자를 구현할 수 있다. 또한, 큰 발광면을 갖는 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치 등에 응용하였을 경우에는, 전극 재료의 저항에 의한 전압 강하를 작게 할 수 있으므로 대면적에서의 균일 발광이 가능해진다.

[0189] 또한, 각각의 EL층의 발광색을 상이한 것으로 함으로써, 발광 소자 전체로서 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 EL층을 갖는 발광 소자에 있어서, 제 1 EL층의 발광색과 제 2 EL층의 발광색을 보색의 관계가

되도록 함으로써 발광 소자 전체로서 백색 발광하는 발광 소자를 얻을 수도 있다. 또한, 보색이란, 혼합하면 무채색이 되는 색들간의 관계를 말한다. 즉, 보색의 관계에 있는 색의 광을 서로 혼합하면 백색 발광을 얻을 수 있다.

[0190] 또한, 3개의 EL층을 갖는 발광 소자의 경우에도 마찬가지이며, 예를 들어, 제 1 EL층의 발광색이 적색이고 제 2 EL층의 발광색이 녹색이고 제 3 EL층의 발광색이 청색인 경우, 발광 소자 전체로서는 백색 발광을 얻을 수 있다.

[0191] 본 실시형태에 제시된 구성은 다른 실시형태에 제시된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0192] (실시형태 5)

[0193] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체를 EL층에 사용한 발광 소자를 갖는 발광 장치에 대하여 설명한다.

[0194] 상기 발광 장치는 패시브 매트릭스형 및 액티브 매트릭스형 중 어느 쪽이라도 좋다. 또한, 본 실시형태에 제시되는 발광 장치에는 다른 실시형태에서 설명한 발광 소자를 적용할 수 있다.

[0195] 본 실시형태에서는, 먼저 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 도 3을 사용하여 설명한다.

[0196] 또한, 도 3의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 3의 (B)는 도 3의 (A)에 도시된 일점쇄선 A-A' 부분에서 자른 단면도이다. 본 실시형태에 따른 액티브 매트릭스형 발광 장치는 소자 기판(301) 위에 형성된 화소부(302), 구동 회로부(소스선 구동 회로)(303), 및 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(304a, 304b)를 갖는다. 화소부(302), 구동 회로부(303), 및 구동 회로부(304a, 304b)는 밀봉재(305)에 의하여 소자 기판(301)과 밀봉 기판(306) 사이에 밀봉된다.

[0197] 또한, 소자 기판(301) 위에는 구동 회로부(303) 및 구동 회로부(304a, 304b)에 외부로부터의 신호(예를 들어, 비디오 신호, 클록 신호, 스타트 신호, 또는 리셋 신호 등)나 전위를 전달하는 외부 입력 단자를 접속하기 위한 리드(lead) 배선(307)이 제공된다. 여기서는, 외부 입력 단자로서 FPC(308)를 제공하는 예를 제시한다. 또한, 여기서는 FPC밖에 도시되지 않았지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기판(PWB)이 장착되어 있어도 좋다. 본 명세서에 있어서의 발광 장치는 발광 장치 본체뿐만 아니라 FPC 또는 PWB가 발광 장치에 장착된 상태도 포함한다.

[0198] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 3의 (B)를 참조하여 설명한다. 소자 기판(301) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있으며, 여기서는 소스선 구동 회로인 구동 회로부(303)와, 화소부(302)가 도시되어 있다.

[0199] 구동 회로부(303)의 구성의 예로서는 FET(309)와 FET(310)를 조합한 구성에 대하여 예시하였다. 또한, 구동 회로부(303)는 단극성(N형 및 P형 중 어느 한쪽만) 트랜지스터를 포함하는 회로로 형성되어도 좋고, N형 트랜지스터와 P형 트랜지스터를 포함하는 CMOS 회로로 형성되어도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는 기판 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 제시하지만, 반드시 그럴 필요는 없으며, 기판 위가 아니라 외부에 구동 회로를 형성할 수도 있다.

[0200] 또한, 화소부(302)는 스위칭용 FET(311), 전류 제어용 FET(312), 및 전류 제어용 FET(312)의 배선(소스 전극 또는 드레인 전극)에 전기적으로 접속된 제 1 전극(313)을 포함하는 복수의 화소로 형성된다. 또한, 본 실시형태에서는 화소부(302)가 스위칭용 FET(311)와 전류 제어용 FET(312)의 2가지 FET로 구성된 예에 대하여 설명하였지만 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 화소부(302)는 3개 이상의 FET와, 용량 소자를 조합하여 형성되어도 좋다.

[0201] FET(309, 310, 311, 312)로서는, 예를 들어 스탠다드형이나 역스탠다드형의 트랜지스터를 적용할 수 있다. FET(309, 310, 311, 312)에 사용할 수 있는 반도체 재료로서는, 예를 들어 13족 반도체, 14족 반도체, 화합물 반도체, 산화물 반도체, 유기 반도체를 사용할 수 있다. 또한, 상기 반도체 재료의 결정성에 대해서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 비정질 반도체막, 또는 결정성 반도체막을 사용할 수 있다. 특히, FET(309, 310, 311, 312)로서는 산화물 반도체를 사용하면 바람직하다. 상기 산화물 반도체로서는, 예를 들어, In-Ga 산화물, In-M-Zn 산화물(M은, Al, Ga, Y, Zr, La, Ce, 또는 Nd) 등을 들 수 있다. FET(309, 310, 311, 312)로서, 예를 들어 에너지 캡이 2eV 이상, 바람직하게는 2.5eV 이상, 더 바람직하게는 3eV 이상인 산화물 반도체 재료를 사용함으로써 트랜지스터의 오프 전류를 저감할 수 있다.

[0202] 또한, 제 1 전극(313)의 단부를 덮도록 절연물(314)이 형성되어 있다. 여기서는, 절연물(314)로서 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용하여 형성한다. 또한, 본 실시형태에서는 제 1 전극(313)을 양극으로서 사용한다.

- [0203] 또한, 절연물(314)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되는 것이 바람직하다. 절연물(314)의 형상을 상술한 바와 같이 형성함으로써, 절연물(314)의 위에 형성되는 막의 피복성을 양호하게 할 수 있다. 예를 들어, 절연물(314)의 재료로서 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 하나를 사용할 수 있고, 유기 화합물에 한정되지 않으며 무기 화합물, 예를 들어 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화 실리콘 등을 사용할 수 있다.
- [0204] 발광 소자(317)는 제 1 전극(양극)(313), EL층(315) 및 제 2 전극(음극)(316)이 적층된 구조이고, EL층(315)에는 적어도 발광층이 제공된다. 또한, EL층(315)에는 발광층 외에도 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 전하 발생층 등을 적절히 제공할 수 있다.
- [0205] 또한, 제 1 전극(313), EL층(315) 및 제 2 전극(316)에 사용하는 재료로서는 실시형태 3에 제시된 재료를 사용할 수 있다. 또한, 여기서는 도시하지 않았지만, 제 2 전극(316)은 외부 입력 단자인 FPC(308)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0206] 또한, 도 3의 (B)에 도시된 단면도에서는 발광 소자(317)를 하나만 도시하였지만, 화소부(302)에서 복수의 발광 소자가 매트릭스 형태로 배치되는 것으로 한다. 화소부(302)에는 3종류(R, G, B)의 발광이 얻어지는 발광 소자를 각각 선택적으로 형성함으로써, 풀 컬러 표시가 가능한 발광 장치를 형성할 수 있다. 또한, 3종류(R, G, B)의 발광이 얻어지는 발광 소자 이외에, 예를 들어 백색(W), 황색(Y), 마젠타(M), 시안(C) 등의 발광이 얻어지는 발광 소자를 형성하여도 좋다. 예를 들어, 3종류(R, G, B)의 발광이 얻어지는 발광 소자에 상기 여러 종류의 발광이 얻어지는 발광 소자를 추가함으로써, 색 순도의 향상, 소비 전력의 절감 등의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 컬러 필터와 조합함으로써, 풀 컬러 표시가 가능한 발광 장치로 하여도 좋다. 또한, 퀸텀닷과 조합함으로써 발광 효율을 향상시키고 소비 전력을 저감한 발광 장치로 하여도 좋다.
- [0207] 또한, 밀봉 기판(306)과 소자 기판(301)을 밀봉재(305)로 접합함으로써, 소자 기판(301), 밀봉 기판(306), 및 밀봉재(305)로 둘러싸인 공간(318)에 발광 소자(317)가 구비된 구조가 된다. 또한, 공간(318)에는 불활성 기체(질소나 아르곤 등)나 밀봉재(305)가 충전되는 구성도 포함하는 것으로 한다. 또한, 밀봉재를 도포하여 접합시키는 경우에는 UV 처리나 열 처리 등 중 어느 처리, 또는 이들 처리를 조합하여 접합시키는 것이 바람직하다.
- [0208] 또한, 밀봉재(305)에는 에폭시계 수지나 글라스 프릿을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기판(306)에 사용하는 재료로서 유리 기판이나 석영 기판 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 밀봉재로서 글라스 프릿을 사용하는 경우에는 접착성의 관점에서 소자 기판(301) 및 밀봉 기판(306)은 유리 기판인 것이 바람직하다.
- [0209] 상술한 바와 같이 하여 액티브 매트릭스형 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0210] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체를 EL층에 사용한 발광 소자를 갖는 발광 장치로서는, 상술한 액티브 매트릭스형 발광 장치뿐만 아니라 패시브 매트릭스형 발광 장치로 할 수도 있다.
- [0211] 도 3의 (C)는 패시브 매트릭스형 발광 장치인 경우의 화소부의 단면도를 도시한 것이다.
- [0212] 도 3의 (C)에 도시된 바와 같이, 기판(351) 위에는 제 1 전극(352)과, EL층(354)과, 제 2 전극(353)을 갖는 발광 소자(350)가 형성된다. 또한, 도면에 도시하지 않았지만 기판(351) 위에 제 1 전극(352)은 줄무늬 형상(스트라이프 형상)으로 복수 형성되어 있고, 제 1 전극(352) 위 및 제 1 전극(352)의 단부를 메우도록 절연막(355)이 형성되어 있다. 또한, 이 절연막(355)은 제 1 전극(352) 위의 일부에 개구부를 갖는다.
- [0213] 또한, 절연막(355) 위에는 절연 재료를 사용하여 이루어진 격벽(356)이 제공된다. 격벽(356)의 측벽은, 기판 면에 가까워짐에 따라, 한쪽의 측벽과 다른 쪽의 측벽과의 간격이 좁아지도록 경사를 갖는다. 다른 말로, 격벽(356)의 단면 방향의 단면은 사다리꼴 형상이며, 바닥면(절연막(355)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연막(355)과 접하는 면)이 윗면(절연막(355)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연막(355)과 접하지 않는 면)보다 짧다. 이와 같이, 격벽(356)을 형성함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다. 또한, 격벽(356)을 형성한 다음, EL층(354)을 형성함으로써 제 1 전극(352) 위의 일부에 갖는 개구부에 있어서 제 1 전극(352)과 접촉하는 EL층(354)이 형성된다.
- [0214] 또한, EL층(354)을 형성한 후, 제 2 전극(353)이 형성된다. 따라서, 제 2 전극(353)은 제 1 전극(352)에 접하지 않고, EL층(354) 위(경우에 따라서는 절연막(355) 위)에 형성된다. 또한, EL층(354)과 제 2 전극(353)은 격벽(356)을 형성한 후에 형성되므로, 격벽(356) 위에도 순차적으로 적층된다.

- [0215] 또한, 밀봉하는 방법에 대해서는, 액티브 매트릭스형 발광 장치의 경우와 같은 방법을 사용할 수 있어, 설명은 생략한다.
- [0216] 상술한 바와 같이 하여, 패시브 매트릭스형 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0217] 예를 들어, 본 명세서 등에서 다양한 기판을 사용하여 트랜지스터 또는 발광 소자를 형성할 수 있다. 기판의 종류는 특정한 것에 한정되지 않는다. 기판의 일례로서는 반도체 기판(예를 들어 단결정 기판 또는 실리콘 기판), SOI 기판, 유리 기판, 석영 기판, 플라스틱 기판, 스테인리스·스틸 기판이나 텅스텐 기판 등의 금속 기판, 접합 필름, 섬유 형상의 재료를 포함하는 종이, 또는 기재 필름 등의 가요성 기판을 들 수 있다. 유리 기판의 일례로서는, 바륨보로실리케이트유리, 알루미노보로실리케이트유리, 또는 소다라임유리 등이 있다. 가요성 기판의 일례로서는 이하와 같은 것을 들 수 있다. 예를 들어, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에터설휴(PES), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리불화바이닐, 폴리염화 바이닐, 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시 수지 등으로 대표되는 플라스틱이 있다. 또는, 아크릴 등의 합성 수지 등이 있다. 또한 무기 중착 필름, 또는 종이류 등이 있다.
- [0218] 또한, 반도체 기판, 단결정 기판, 또는 SOI 기판 등을 사용하여 트랜지스터를 제조함으로써 특성, 사이즈, 또는 형상 등의 편차가 적고, 사이즈가 작은 트랜지스터를 제조할 수 있다. 이러한 트랜지스터에 의하여 회로를 구성하면, 회로의 저소비전력화 또는 회로의 고집적화를 도모할 수 있다.
- [0219] 또한, 기판으로서 상술한 가요성 기판을 사용하는 경우에는 가요성 기판 위에 트랜지스터나 발광 소자를 직접 형성하여도 좋다. 또한, 기판 위에 박리층을 개재(介在)하여 트랜지스터나 발광 소자를 일부 또는 전부 형성한 다음에 기판으로부터 박리하여 다른 기판에 전재하여도 좋다. 이와 같이, 박리층을 사용하여 다른 기판으로 전재하여 제작함으로써 내열성이 떨어지는 기판이나 직접 형성하기 어려운 가요성 기판 위에 트랜지스터나 발광 소자를 형성할 수 있다. 상술한 박리층에는 예를 들어, 텅스텐막과 산화 실리콘막의 무기막 적층 구조의 구성이나, 기판 위에 폴리이미드 등의 유기 수지막 등을 사용할 수 있다.
- [0220] 또한, 본 실시형태에 제시하는 구성은 다른 실시형태에 제시된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0221] (실시형태 6)
- [0222] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 적용하여 만든 다양한 전자 기기의 일례에 대하여도 4를 참조하여 설명한다.
- [0223] 발광 장치를 적용한 전자 기기로서 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라 등의 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 고정형 게임기 등을 들 수 있다.
- [0224] 도 4의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)에 표시부(7103)가 제공되어 있다. 표시부(7103)에 의하여 영상을 표시할 수 있고, 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 표시부(7103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기에서는, 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)이 지지되는 구성을 나타내고 있다.
- [0225] 텔레비전 장치(7100)의 조작은, 하우징(7101)이 구비하는 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤러(7110)에 의하여 행할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량의 조작을 행할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(7110)에, 해당 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 제공하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0226] 또한, 텔레비전 장치(7100)는 수신기나 모뎀 등을 구비하는 구성으로 하여도 좋다. 수신기에 의하여 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 모뎀을 통하여 유선 또는 무선으로 통신 네트워크에 접속함으로써 단방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간 또는 수신자들끼리 등)의 정보 통신을 할 수도 있다.
- [0227] 도 4의 (B)는 컴퓨터이며, 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 그 표시부(7203)에 사용하여 제작될 수 있다. 또한, 표시부(7203)는 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다.
- [0228] 도 4의 (C)는 스마트 워치이며, 하우징(7302), 표시 패널(7304), 조작 버튼(7311, 7312), 접속 단자(7313), 배

드(7321), 버클(7322) 등을 갖는다.

[0229] 베젤 부분을 겹치는 하우징(7302)에 탑재된 표시 패널(7304)은 비직사각형 표시 영역을 갖는다. 표시 패널(7304)은 시각을 표시하는 아이콘(7305), 기타 아이콘(7306) 등을 표시할 수 있다. 또한, 표시 패널(7304)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다.

[0230] 또한, 도 4의 (C)에 도시된 스마트 워치는 다양한 기능을 가질 수 있다. 예를 들어, 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 및 텍스트 화상 등)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜, 또는 시각 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)를 이용하여 처리를 제어하는 기능, 무선 통신 기능으로 다양한 컴퓨터 네트워크에 접속되는 기능, 무선 통신 기능으로 다양한 데이터를 송신하거나 수신하는 기능, 및 기록 매체에 저장된 프로그램 또는 데이터를 판독하고 그 프로그램 또는 데이터를 표시부에 표시하는 기능 등을 가질 수 있다.

[0231] 또한, 하우징(7302) 내부에 스피커, 센서(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기(磁氣), 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새 또는 적외선을 측정, 또는 검지하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰 등을 가질 수 있다. 또한, 스마트 워치는 발광 장치를 표시 패널(7304)에 사용하여 제작할 수 있다.

[0232] 도 4의 (D)는 휴대 전화기(스마트폰을 포함함)의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화기(7400)는 하우징(7401)에 표시부(7402), 마이크로폰(7406), 스피커(7405), 카메라(7407), 외부 접속부(7404), 조작용 버튼(7403) 등을 구비한다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를, 가요성을 갖는 기판에 형성하여 발광 장치를 제작하면, 도 4의 (D)에 도시한 바와 같은 곡면을 갖는 표시부(7402)에 적용할 수 있다.

[0233] 도 4의 (D)에 도시한 휴대 전화기(7400)는 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있다. 또한, 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 등의 조작은, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 행할 수 있다.

[0234] 표시부(7402)의 화면은 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시를 주로 하는 표시 모드이고 제 2 모드는 문자 등의 정보의 입력을 주로 하는 입력 모드이다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합된 표시 및 입력 모드이다.

[0235] 예를 들어 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력을 주로 하는 문자 입력 모드로 하고 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 행하면 좋다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.

[0236] 또한, 휴대 전화기(7400) 내부에 자이로 센서나 가속도 센서 등의 검출 장치를 제공함으로써, 휴대 전화기(7400)의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환 가능하게 할 수 있다.

[0237] 또한, 화면 모드는 표시부(7402)에 접촉하거나 또는 하우징(7401)의 조작용 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시된 화상 신호가 동영상 데이터라면 표시 모드, 텍스트 데이터라면 입력 모드로 전환한다.

[0238] 또한, 입력 모드에 있어서, 표시부(7402)의 광 센서를 사용하여 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없다고 판단되는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.

[0239] 표시부(7402)는, 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)에 손바닥이나 손가락으로 접촉하여, 손바닥 무늬, 지문 등을 활성화함으로써, 본인 인증을 행할 수 있다. 또한, 근적외광을 발하는 백 라이트 또는 센싱용 광원을 표시부에 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 활성화할 수도 있다.

[0240] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치는, 휴대 전화기(스마트 폰을 포함함)의 다른 구성인, 도 4의 (D-1)이나 도 4의 (D-2)에 도시된 바와 같은 구조를 갖는 휴대 전화기에 적용될 수도 있다.

[0241] 또한, 도 4의 (D-1)이나 도 4의 (D-2)에 도시된 바와 같은 구조를 갖는 경우에는 문자 정보나 화상 정보 등을 하우징((7500(1)), (7500(2)))의 제 1 면((7501(1)), (7501(2)))뿐만 아니라 제 2 면((7502(1)), (7502(2)))에 표시할 수 있다. 이와 같은 구조를 가지면 휴대 전화기를 상의 포켓에 넣은 채 제 2 면((7502(1)), (7502(2))) 등에 표시된 문자 정보나 화상 정보 등을 사용자가 쉽게 확인할 수 있다.

[0242] 또한, 도 5의 (A)~(C)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말(9310)을 도시하였다. 도 5의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 5의 (B)는 펼친 상태 및 접은 상태 중 한쪽으로부터 다른 쪽으로 변화되는

도중 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 5의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 휴대 정보 단말(9310)은 접으면 휴대가 쉽고, 펼치면 이음매가 없는 큰 표시 영역을 가지므로 표시의 일람성이 우수하다.

[0243] 표시 패널(9311)은 헌지(9313)로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한, 표시 패널(9311)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이라도 좋다. 또한, 헌지(9313)를 이용하여 2개의 하우징(9315) 사이에서 표시 패널(9311)을 굴곡시킴으로써 휴대 정보 단말(9310)을 펼친 상태로부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 표시 패널(9311)에 사용할 수 있다. 표시 패널(9311)에서의 표시 영역(9312)은 접은 상태의 휴대 정보 단말(9310)에 있어서 측면에 위치한다. 표시 영역(9312)에는 정보 아이콘이나, 사용 빈도가 높은 애플리케이션이나 프로그램의 바로가기(ショート컷) 등을 표시할 수 있고, 정보의 확인이나 애플리케이션의 기동을 원활하게 할 수 있다.

[0244] 상술한 바와 같이 하여, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치는 본 실시형태에 제시된 것에 한정되지 않고 다양한 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다.

[0245] 또한, 본 실시형태에 제시된 구성은 다른 실시형태에 제시된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0246] (실시형태 7)

[0247] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용하여 제작되는 조명 장치의 구성에 대하여 도 6을 참조하여 설명한다.

[0248] 도 6은 조명 장치의 단면도의 예를 도시한 것이다. 그 중, 도 6의 (A) 및 (B)는 기판 측으로부터 광을 추출하는 보텀 에미션형의 조명 장치를 도시한 것이고, 도 6의 (C) 및 (D)는 밀봉 기판 측으로부터 광을 추출하는 톱 에미션형의 조명 장치를 도시한 것이다.

[0249] 도 6의 (A)에 도시된 조명 장치(4000)는 기판(4001) 위에 발광 소자(4002)를 갖는다. 또한, 기판(4001)의 외측에 요철을 갖는 기판(4003)을 갖는다. 발광 소자(4002)는 제 1 전극(4004), EL층(4005), 및 제 2 전극(4006)을 갖는다.

[0250] 제 1 전극(4004)은 전극(4007)과 전기적으로 접속되고, 제 2 전극(4006)은 전극(4008)과 전기적으로 접속된다. 또한, 제 1 전극(4004)과 전기적으로 접속되는 보조 배선(4009)을 제공하여도 좋다. 또한, 보조 배선(4009) 위에는 절연층(4010)이 형성된다.

[0251] 또한, 기판(4001)과 밀봉 기판(4011)은 밀봉재(4012)에 의하여 접착되어 있다. 또한, 밀봉 기판(4011)과 발광 소자(4002) 사이에는 건조제(4013)가 제공되는 것이 바람직하다. 또한, 기판(4003)은 도 6의 (A)와 같은 요철을 가지므로 발광 소자(4002)에서 발생한 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다.

[0252] 또한, 도 6의 (B)에 도시된 조명 장치(4100)와 같이, 기판(4003) 대신에 기판(4001) 외측에 확산판(4015)을 제공하여도 좋다.

[0253] 도 6의 (C)에 도시된 조명 장치(4200)는, 기판(4201) 위에 발광 소자(4002)를 갖는다. 발광 소자(4002)는 제 1 전극(4204), EL층(4205), 및 제 2 전극(4206)을 갖는다.

[0254] 제 1 전극(4204)은 전극(4207)과 전기적으로 접속되고, 제 2 전극(4206)은 전극(4208)과 전기적으로 접속된다. 또한, 제 2 전극(4206)과 전기적으로 접속되는 보조 배선(4209)을 제공하여도 좋다. 또한, 보조 배선(4209) 하부에 절연층(4210)을 제공하여도 좋다.

[0255] 기판(4201)과, 요철을 갖는 밀봉 기판(4202)은 밀봉재(4212)로 접착되어 있다. 또한, 밀봉 기판(4202)과 발광 소자(4002) 사이에 배리어막(4213) 및 평탄화막(4214)을 제공하여도 좋다. 또한, 밀봉 기판(4202)은 도 6의 (C)에 도시된 바와 같은 요철을 가지므로 발광 소자(4002)에서 발생한 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다.

[0256] 또한, 도 6의 (D)에 도시된 조명 장치(4300)와 같이, 밀봉 기판(4202) 대신에 발광 소자(4002) 위에 확산판(4215)을 제공하여도 좋다.

[0257] 또한, 본 실시형태에서의 EL층(4005, 4205)에 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 캐체를 적용할 수 있다. 이 경우, 소비 전력이 낮은 조명 장치를 제공할 수 있다.

[0258] 본 실시형태에 제시된 구성은 다른 실시형태에 제시된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0259] (실시형태 8)

[0260] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 적용한 응용품인 조명 장치의 일례에 대하여 도 7을 참조하여 설명한다.

[0261] 도 7은 발광 장치를 실내의 조명 장치(8001)로서 이용한 예이다. 또한, 발광 장치는 대면적화도 가능하므로 대면적의 조명 장치를 형성할 수도 있다. 또한, 곡면을 갖는 하우징을 사용함으로써 발광 영역이 곡면을 갖는 조명 장치(8002)를 형성할 수도 있다. 본 실시형태에 제시된 발광 장치에 포함되는 발광 소자는 박막 형상이며, 하우징의 디자인 자유도가 높다. 따라서, 다양하게 의장에 공들인 조명 장치를 형성할 수 있다. 또한, 실내의 벽면에 대형 조명 장치(8003)를 제공하여도 좋다.

[0262] 또한, 발광 장치를 테이블의 표면에 사용함으로써 테이블로서의 기능을 구비한 조명 장치(8004)를 구현할 수 있다. 또한, 그 외의 가구의 일부에 발광 장치를 사용함으로써 가구로서의 기능을 갖는 조명 장치를 구현할 수 있다.

[0263] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 적용한 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한, 이들 조명 장치는 본 발명의 일 형태에 포함되는 것으로 한다.

[0264] 또한, 본 실시형태에 제시된 구성은 다른 실시형태에 제시된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0265] (실시형태 9)

[0266] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자 또는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 갖는 터치 패널에 대하여 도 8~도 12를 참조하여 설명한다.

[0267] 도 8은 터치 패널(2000)의 사시도이다. 또한, 도 8에 있어서 명료화를 위하여 터치 패널(2000)의 대표적인 구성 요소를 도시하였다.

[0268] 터치 패널(2000)은 표시부(2501)와 터치 센서(2595)를 갖는다(도 8의 (B) 참조). 또한, 터치 패널(2000)은 기판(2510), 기판(2570), 및 기판(2590)을 갖는다. 또한, 기판(2510), 기판(2570), 및 기판(2590)은 모두 가요성을 갖는다.

[0269] 표시부(2501)는 기판(2510) 위에 복수의 화소, 및 상기 화소에 신호를 공급할 수 있는 복수의 배선(2511)을 갖는다. 복수의 배선(2511)은 기판(2510)의 외주부로 리드되고, 그 일부는 단자(2519)를 구성한다. 단자(2519)는 FPC(2509(1))와 전기적으로 접속된다.

[0270] 기판(2590)에는 터치 센서(2595)와, 터치 센서(2595)와 전기적으로 접속된 복수의 배선(2598)을 갖는다. 복수의 배선(2598)은 기판(2590)의 외주부로 리드되고, 그 일부는 단자(2599)를 구성한다. 그리고, 단자(2599)는 FPC(2509(2))와 전기적으로 접속된다. 또한, 도 8의 (B)에서는 명료화를 위하여, 기판(2590)의 뒷면(기판(2510)과 대향하는 면) 측에 제공되는 터치 센서(2595)의 전극이나 배선 등을 실선으로 나타내었다.

[0271] 터치 센서(2595)로서 예를 들어 정전 용량 방식의 터치 센서를 적용할 수 있다. 정전 용량 방식으로서는, 표면형 정전 용량 방식, 투영형 정전 용량 방식 등이 있다.

[0272] 주로 구동 방식의 차이에 따라, 투영형 정전 용량 방식은 자기 용량 방식, 상호 용량 방식 등으로 나뉜다. 상호 용량 방식을 사용하면 다점 동시 검출이 가능하게 되므로 바람직하다.

[0273] 먼저, 투영형 정전 용량 방식의 터치 센서를 적용하는 경우에 대하여, 도 8의 (B)를 참조하여 설명한다. 또한, 투영형 정전 용량 방식의 경우에는, 손가락 등의 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있는 여러 가지 센서를 적용할 수 있다.

[0274] 투영형 정전 용량 방식의 터치 센서(2595)는, 전극(2591)과 전극(2592)을 갖는다. 전극(2591) 및 전극(2592)은 복수의 배선(2598) 중 각각 상이한 배선과 전기적으로 접속된다. 또한, 도 8에 도시된 바와 같이, 전극(2592)은 한 방향으로 반복적으로 배치된 복수의 사각형이 서로의 모서리부에서 배선(2594)에 의하여 한 방향으로 접속된 형상을 갖는다. 전극(2591)도 마찬가지로 복수의 사각형이 서로의 모서리부에서 접속되는 형상을 갖지만, 접속되는 방향은 전극(2592)이 접속되는 방향과 교차되는 방향이 된다. 또한, 전극(2591)이 접속되는 방향과 전극(2592)이 접속되는 방향은 반드시 직교하는 방향으로 배치될 필요는 없고, 0도 초과 90도 미만의 각도를 이루도록 배치되어도 좋다.

[0275] 또한, 배선(2594)의 전극(2592)과의 교차부의 면적은 가능한 한 작게 되는 형상인 것이 바람직하다. 이로써,

전극이 제공되지 않은 영역의 면적을 저감할 수 있어, 투과율의 편차를 저감할 수 있다. 이 결과, 터치 센서(2595)를 투과하는 광의 휘도 편차를 저감할 수 있다.

[0276] 또한 전극(2591) 및 전극(2592)의 형상은 이것에 한정되지 않고, 다양한 형상을 취할 수 있다. 예를 들어, 복수의 전극(2591)을 가능한 한 틈이 생기지 않도록 배치하고, 절연층을 개재하여 전극(2592)을 복수 제공하는 구성을 하여도 좋다. 이 때, 인접된 2개의 전극(2592) 사이에, 이들과 전기적으로 절연된 더미 전극을 제공하면 투과율이 상이한 영역의 면적을 저감할 수 있어 바람직하다.

[0277] 다음에 도 9를 사용하여, 터치 패널(2000)의 자세한 사항에 대하여 설명한다. 도 9는, 도 8의 (A)에 도시된 일점쇄선 X1-X2에서 자른 단면도에 상당한다.

[0278] 터치 센서(2595)는 기판(2590) 위에 스태거(staggered) 형태로 배치된 전극(2591) 및 전극(2592), 전극(2591) 및 전극(2592)을 덮는 절연층(2593), 및 인접된 전극(2591)을 전기적으로 접속하는 배선(2594)을 갖는다.

[0279] 또한, 배선(2594) 아래에는 접착층(2597)이 제공된다. 접착층(2597)은, 터치 센서(2595)가 표시부(2501)와 중첩되도록 기판(2590)과 기판(2570)을 접합한다.

[0280] 전극(2591) 및 전극(2592)은 투광성을 갖는 도전 재료를 사용하여 형성된다. 투광성을 갖는 도전성 재료로서는 산화 인듐, 인듐 주석 산화물, 인듐 아연 산화물, 산화 아연, 갈륨이 첨가된 산화 아연 등 도전성 산화물을 사용할 수 있다. 또한, 그래핀을 포함하는 막을 사용할 수도 있다. 그래핀을 포함하는 막은, 예를 들어 막 형상으로 형성된 산화 그래핀을 포함하는 막을 환원하여 형성할 수 있다. 환원하는 방법으로서는, 열을 가하는 방법 등을 들 수 있다.

[0281] 예를 들어, 투광성을 갖는 도전성 재료를 기판(2590) 위에 스퍼터링법으로 성막한 후, 포토리소그래피법 등 다양한 패터닝 기술에 의하여 불필요한 부분을 제거함으로써 전극(2591) 및 전극(2592)을 형성할 수 있다.

[0282] 또한, 절연층(2593)에 사용하는 재료로서는, 예를 들어 아크릴, 에폭시 등의 수지, 실리콘(silicone) 등의 실록산 결합을 갖는 수지 외에 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 산화 알루미늄 등의 무기 절연 재료를 사용할 수도 있다.

[0283] 또한, 절연층(2593)에 제공된 개구부에 배선(2594)을 형성함으로써 인접된 전극(2591)들이 전기적으로 접속된다. 투광성을 갖는 도전성 재료는 터치 패널의 개구율을 높일 수 있으므로, 배선(2594)에 바람직하게 사용될 수 있다. 또한, 전극(2591) 및 전극(2592)보다 도전성이 높은 재료는 전기 저항을 저감할 수 있으므로 배선(2594)에 바람직하게 사용될 수 있다.

[0284] 한 쌍의 전극(2591)은 배선(2594)에 의하여 전기적으로 접속된다. 또한, 한 쌍의 전극(2591) 사이에는 전극(2592)이 제공된다.

[0285] 또한, 배선(2598)은 전극(2591) 또는 전극(2592)과 전기적으로 접속된다. 또한, 배선(2598)의 일부는 단자로서 기능한다. 배선(2598)으로서는 예를 들어, 알루미늄, 금, 백금, 은, 니켈, 타이타늄, 텉스텐, 크로뮴, 몰리브데늄, 철, 코발트, 구리, 또는 팔라듐 등의 금속 재료나, 상기 금속 재료를 포함하는 합금 재료를 사용할 수 있다.

[0286] 또한, 단자(2599)에 의하여 배선(2598)과 FPC(2509(2))가 전기적으로 접속된다. 또한, 단자(2599)에는 다양한 이방성 도전 필름(ACF: Anisotropic Conductive Film)이나, 이방성 도전 페이스트(ACP: Anisotropic Conductive Paste) 등을 사용할 수 있다.

[0287] 또한, 접착층(2597)은 투광성을 갖는다. 예를 들어, 접착층(2597)에는 열 경화성 수지나 자외선 경화 수지를 사용할 수 있고, 구체적으로는 아크릴계 수지, 우레탄계 수지, 에폭시계 수지, 또는 실록산계 수지를 사용할 수 있다.

[0288] 표시부(2501)는 매트릭스 형태로 배치된 복수의 화소를 갖는다. 상기 화소는 표시 소자와, 상기 표시 소자를 구동하는 화소 회로를 갖는다.

[0289] 기판(2510) 및 기판(2570)에는 예를 들어, 수증기의 투과율이  $10^{-5} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$  이하, 바람직하게는  $10^{-6} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$  이하이고 가요성을 갖는 재료를 바람직하게 사용할 수 있다. 또는, 기판(2510)의 열 팽창률과 기판(2570)의 열 팽창률이 대략 같은 재료를 사용하면 바람직하다. 예를 들어, 선행창률이  $1 \times 10^{-3}/\text{K}$  이하, 바람직하게는  $5 \times 10^{-5}/\text{K}$  이하, 보다 바람직하게는  $1 \times 10^{-5}/\text{K}$  이하인 재료를 바람직하게 사용할 수 있다.

- [0290] 또한, 밀봉층(2560)은 공기보다 큰 굴절률을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 도 9에 도시된 바와 같이, 밀봉층(2560) 측으로부터 광을 추출하는 경우에는 밀봉층(2560)은 광학 소자를 겹칠 수 있다.
- [0291] 또한, 표시부(2501)는 화소(2502R)를 갖는다. 또한, 화소(2502R)는 발광 모듈(2580R)을 갖는다.
- [0292] 화소(2502R)는 발광 소자(2550R)와, 발광 소자(2550R)에 전력을 공급할 수 있는 트랜지스터(2502t)를 갖는다. 또한, 트랜지스터(2502t)는 화소 회로의 일부로서 기능한다. 또한, 발광 모듈(2580R)은 발광 소자(2550R)와 캐릭터(2567R)을 갖는다.
- [0293] 발광 소자(2550R)는 하부 전극, 상부 전극, 및 하부 전극과 상부 전극 사이에 EL층을 갖는다.
- [0294] 또한, 밀봉층(2560)이 광을 추출하는 측에 제공되어 있는 경우, 밀봉층(2560)은 발광 소자(2550R)와 캐릭터(2567R)에 접촉한다.
- [0295] 캐릭터(2567R)은 발광 소자(2550R)와 중첩된 위치에 있다. 이로써, 발광 소자(2550R)가 발하는 광의 일부는 캐릭터(2567R)을 투과하고, 도면 중 화살표의 방향으로 도시된 발광 모듈(2580R)의 외부로 사출된다.
- [0296] 또한, 표시부(2501)에는 광을 사출하는 쪽에 차광층(2567BM)이 제공된다. 차광층(2567BM)은 캐릭터(2567R)을 둘러싸도록 제공되어 있다.
- [0297] 또한, 표시부(2501)는 화소와 중첩되는 위치에 반사 방지층(2567p)을 갖는다. 반사 방지층(2567p)으로서, 예를 들어 원편광판을 사용할 수 있다.
- [0298] 표시부(2501)에는 절연층(2521)이 제공된다. 절연층(2521)은 트랜지스터(2502t)를 덮는다. 또한, 절연층(2521)은 화소 회로에 기인한 요철을 평탄화시키기 위한 기능을 갖는다. 또한, 절연층(2521)에 불순물의 확산을 억제할 수 있는 기능을 부여하여도 좋다. 이로써 불순물의 확산으로 인한 트랜지스터(2502t) 등의 신뢰성의 저하를 억제할 수 있다.
- [0299] 또한, 발광 소자(2550R)는 절연층(2521) 상방에 형성된다. 또한, 발광 소자(2550R)가 갖는 하부 전극에는 이 하부 전극의 단부에 중첩되는 격벽(2528)이 제공된다. 또한, 기판(2510)과 기판(2570)의 간격을 제어하는 스페이서를 격벽(2528) 위에 형성하여도 좋다.
- [0300] 주사선 구동 회로(2503g(1))는 트랜지스터(2503t)와 용량 소자(2503c)를 갖는다. 또한, 구동 회로를 화소 회로와 동일한 공정에서 동일 기판 위에 형성할 수 있다.
- [0301] 또한, 기판(2510) 위에는 신호를 공급할 수 있는 배선(2511)이 제공된다. 또한, 배선(2511) 위에는 단자(2519)가 제공된다. 또한, 단자(2519)에는 FPC(2509(1))가 전기적으로 접속된다. 또한, FPC(2509(1))는 화소 신호 및 동기 신호 등의 신호를 공급하는 기능을 갖는다. 또한 FPC(2509(1))에는 프린트 배선 기판(PWB)이 장착되어 있어도 좋다.
- [0302] 또한, 표시부(2501)에는 다양한 구조의 트랜지스터를 적용할 수 있다. 또한, 도 9의 (A)에는 보텀 게이트형 트랜지스터를 적용하는 경우를 예시하였다. 도 9의 (A)에 도시된 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t)에는 산화물 반도체를 포함하는 반도체층을 채널 영역으로서 사용할 수 있다. 또는, 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t)에는 비정질 실리콘을 포함하는 반도체층을 채널 영역으로서 사용할 수 있다. 또는, 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t)에는 레이저 어닐링 등의 처리에 의하여 결정화시킨 다결정 실리콘을 포함하는 반도체층을 채널 영역으로서 사용할 수 있다.
- [0303] 또한, 톱 게이트형 트랜지스터를 적용하는 경우의 표시부(2501)의 구성을 도 9의 (B)에 도시하였다.
- [0304] 톱 게이트형 트랜지스터의 경우, 보텀 게이트형 트랜지스터에 사용할 수 있는 반도체층과 마찬가지의 구성의 반도체층 외에, 다결정 실리콘 기판 또는 단결정 실리콘 기판으로부터 전자로 막 등을 포함하는 반도체층을 채널 영역으로서 사용하여도 좋다.
- [0305] 다음에 도 9에 도시된 구성과 다른 구성을 갖는 터치 패널에 대하여 도 10을 참조하여 설명한다.
- [0306] 도 10은 터치 패널(2001)의 단면도이다. 도 10에 도시된 터치 패널(2001)은, 표시부(2501)에 대한 터치 센서(2595)의 위치가 도 9에 도시된 터치 패널(2000)과 다르다. 여기서는 서로 다른 구성에 대하여 자세히 설명하고, 같은 구성을 사용할 수 있는 부분은 터치 패널(2000)에 관한 설명을 원용한다.
- [0307] 캐릭터(2567R)은 발광 소자(2550R)와 중첩된 위치에 있다. 또한, 도 10의 (A)에 도시된 발광 소자(2550R)는 트

랜지스터(2502t)가 제공되어 있는 측으로 광을 사출한다. 이로써, 발광 소자(2550R)가 발하는 광의 일부는 착색층(2567R)을 투과하고, 도면 중 화살표의 방향으로 도시된 발광 모듈(2580R)의 외부로 사출된다.

[0308] 표시부(2501)는 광을 사출하는 쪽에 차광층(2567BM)을 갖는다. 차광층(2567BM)은 착색층(2567R)을 둘러싸도록 제공되어 있다.

[0309] 터치 센서(2595)는 표시부(2501)의 기판(2510) 측에 제공된다(도 10의 (A) 참조).

[0310] 접착층(2597)은 기판(2510)과 기판(2590) 사이에 있으며 표시부(2501)와 터치 센서(2595)를 접합한다.

[0311] 또한, 표시부(2501)에는 다양한 구조의 트랜지스터를 적용할 수 있다. 또한, 도 10의 (A)에는 보텀 게이트형 트랜지스터를 적용하는 경우를 예시하였다. 또한, 도 10의 (B)에는 톱 게이트형 트랜지스터를 적용하는 경우를 예시하였다.

[0312] 다음에, 터치 패널의 구동 방법의 일례에 대하여, 도 11을 참조하여 설명한다.

[0313] 도 11의 (A)는 상호 용량 방식의 터치 센서의 구성을 도시한 블록도이다. 도 11의 (A)에는 펠스 전압 출력 회로(2601), 전류 검출 회로(2602)를 도시하였다. 또한, 도 11의 (A)에는 펠스 전압이 공급되는 전극(2621)을 X1-X6으로 하고, 전류의 변화를 검지하는 전극(2622)을 Y1-Y6으로 하고, 각각 6개의 배선으로 예시하였다. 또한, 도 11의 (A)는 전극(2621)과 전극(2622)이 중첩되어 형성되는 용량(2603)을 도시하였다. 또한, 전극(2621)과 전극(2622)은 그 기능을 서로 치환하여도 좋다.

[0314] 펠스 전압 출력 회로(2601)는 배선(X1-X6)에 순차적으로 펠스 전압을 인가하기 위한 회로이다. 배선(X1-X6)에 펠스 전압이 인가됨으로써 용량(2603)을 형성하는 전극(2621)과 전극(2622) 사이에 전계가 발생된다. 전극 사이에서 발생하는 전계가 차폐 등에 의하여 용량(2603)의 상호 용량을 변화시키는 것을 이용하여, 피검지체의 근접 또는 접촉을 검출할 수 있다.

[0315] 전류 검출 회로(2602)는 용량(2603)에서의 상호 용량의 변화에 따른 배선(Y1-Y6)에서의 전류 변화를 검출하기 위한 회로이다. 배선(Y1-Y6)에서는, 피검지체의 근접 또는 접촉이 없으면 검출되는 전류값에 변화는 없지만, 검출되는 피검지체의 근접 또는 접촉에 의하여 상호 용량이 저감되는 경우에는 전류값이 감소되는 변화를 검출한다. 또한 전류는 적분 회로 등을 사용하여 검출되면 좋다.

[0316] 다음으로, 도 11의 (B)는 도 11의 (A)에 도시된 상호 용량 방식의 터치 센서에서의 입출력 과정의 타이밍 차트이다. 도 11의 (B)에서는 1프레임 기간에 각 행렬에서의 피검지체의 검출을 행하는 것으로 한다. 또한, 도 11의 (B)에는 2가지 경우(피검지체를 검출하지 않는 경우(비(非)터치)와 피검지체를 검출하는 경우(터치))에 대하여 도시하였다. 또한 배선(Y1-Y6)에 대해서는 검출되는 전류값에 대응하는 전압값의 과정을 나타내고 있다.

[0317] 배선(X1-X6)에는 순차적으로 펠스 전압이 인가되어, 이 펠스 전압에 따라 배선(Y1-Y6)에서의 과정이 변화된다. 피검지체의 근접 또는 접촉이 없는 경우에는 배선(X1-X6)의 전압의 변화에 따라 배선(Y1-Y6)의 과정이 한결같이 변화된다. 한편, 피검지체가 근접 또는 접촉되는 개소에서는 전류값이 감소되므로 이에 대응하는 전압값의 과정도 변화된다. 이와 같이, 상호 용량의 변화를 검출함으로써 피검지체의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.

[0318] 또한, 도 11의 (A)에는 터치 센서로서 배선의 교차부에 용량(2603)만을 제공하는 패시브 매트릭스형 터치 센서의 구성을 도시하였지만, 트랜지스터와 용량을 갖는 액티브 매트릭스형 터치 센서로 하여도 좋다. 도 12에 액티브 매트릭스형 터치 센서에 포함되는 하나의 센서 회로의 예를 도시하였다.

[0319] 도 12에 도시된 센서 회로는 용량(2603), 트랜지스터(2611), 트랜지스터(2612), 및 트랜지스터(2613)를 갖는다.

[0320] 트랜지스터(2613)의 게이트에는 신호(G2)가 공급되고, 소스 및 드레인 중 한쪽에는 전압(VRES)이 인가되고, 다른 쪽은 용량(2603)의 한쪽 전극 및 트랜지스터(2611)의 게이트와 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(2611)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 트랜지스터(2612)의 소스 및 드레인 중 한쪽에 전기적으로 접속되고, 다른 쪽에는 전압(VSS)이 인가된다. 트랜지스터(2612)의 게이트에는 신호(G1)가 공급되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽은 배선(ML)과 전기적으로 접속된다. 용량(2603)의 다른 쪽 전극에는 전압(VSS)이 인가된다.

[0321] 다음에, 도 12에 도시된 센서 회로의 동작에 대하여 설명한다. 먼저, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 온 상태로 하는 전위가 공급됨으로써, 트랜지스터(2611)의 게이트가 접속되는 노드(n)에 전압(VRES)에 대응하는 전위가 공급된다. 다음에, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 오프 상태로 하는 전위가 공급됨으로써, 노드(n)의 전위가 유지된다. 이어서 손가락 등 피검지체의 근접 또는 접촉에 의하여 용량(2603)의 상호 용량이 변화되는 것에 따라 노드(n)의 전위가 VRES로부터 변화된다.

[0322] 판독 동작은 신호(G1)에 트랜지스터(2612)를 온 상태로 하는 전위를 공급한다. 노드(n)의 전위에 따라 트랜지스터(2611)에 흐르는 전류, 즉 배선(ML)을 흐르는 전류가 변화된다. 이 전류를 검출함으로써 피검지체의 근접 또는 접촉을 검출할 수 있다.

[0323] 트랜지스터(2611), 트랜지스터(2612) 및 트랜지스터(2613)로서는 산화물 반도체층을 채널 영역이 형성되는 반도체층에 사용하는 것이 바람직하다. 특히 트랜지스터(2613)에 이와 같은 트랜지스터를 적용함으로써, 노드(n)의 전위가 장기간에 걸쳐 유지될 수 있게 되어 노드(n)에 VRES를 다시 공급하는 동작(리프레시 동작)의 빈도를 줄일 수 있다.

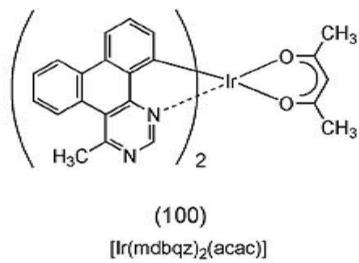
[0324] 본 실시형태는, 적어도 그 일부를 본 명세서 중에 기재하는 다른 실시형태와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0325] (실시예 1)

[0326] <합성예 1>

[0327] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(100)으로 나타낸 비스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일-κC, κN)(2,4-펜탄다이오나토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)])의 합성 방법에 대하여 설명한다. [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]의 구조를 이하에 나타낸다.

[0328] [화학식 26]

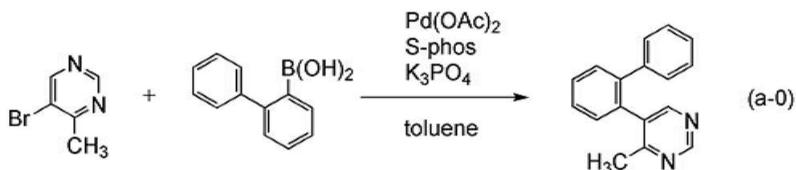


[0329]

[0330] <단계 1; 5-(2-바이페닐)-4-메틸피리미딘의 합성>

[0331] 5-브로모-4-메틸피리미딘 2.9g(16.8mmol), 2-바이페닐보론산 3.6g(18.0mmol), 인산 삼포타슘 9.6g(45.0mmol), 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐(S-Phos) 0.369g(0.900mmol), 툴루엔 40mL를 300mL 삼구 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 질소 치환한 뒤, 감압하면서 교반함으로써 탈기하였다. 탈기한 뒤, 플라스크 내를 질소로 치환하여 아세트산 팔라듐(II) 0.101g(0.450mmol)을 더하여 질소 기류하에서 100°C로 13시간 교반하였다. 얻어진 반응 용액에 물을 더하여, 유기층과 수성층으로 분액하고 수성층에 대하여 클로로폼으로 추출을 행하였다. 유기층과 얻어진 추출 용액을 합쳐 포화 식염수로 세정하고, 무수 황산 마그네슘을 더하여 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하고, 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체는 실리카 젤 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 전개 용매로서 헥산:아세트산 에틸=4:1의 혼합 용매를 사용하였다. 얻어진 목적물의 프랙션을 농축하여 백색 고체를 4.1g, 수율 98%로 얻었다. 핵자기 공명법(NMR)에 의하여, 얻어진 백색 고체가 5-(2-바이페닐)-4-메틸피리미딘인 것을 확인하였다. 단계 1의 합성 스킴을 하기 식(a-0)에 나타낸다.

[0332] [화학식 27]



[0333]

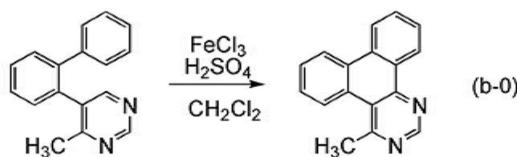
[0334] <단계 2; 4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린(약칭: Hmdbqz)의 합성>

[0335]

단계 1에서 합성한 5-(2-바이페닐)-4-메틸파리미딘 4.1g(16.4mmol)을 100mL 삼구 플라스크에 넣고, 감압하에서 교반함으로써 탈기하여, 플라스크 내를 질소로 치환하였다. 이 고체에 탈수 다이클로로메탄 40mL, 농황산 1.2g(12.3mmol)을 더하였다. 이 혼합 용액에 염화철(III) 10.6g(65.6mmol)을 더하여 실온으로 20시간 교반하였다. 소정 시간 경과 후, 얻어진 혼합물을 메탄올에 붓고, 실온으로 16시간 교반하였다. 이 반응 용액에 물과 다이클로로메탄을 더하여 유기층과 수성층으로 분액하여, 수성층에 대하여 다이클로로메탄으로 추출을 행하였다. 얻어진 추출 용액과 유기층을 합쳐 물, 포화 식염수로 세정한 뒤, 무수 황산 마그네슘을 더하여 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하고, 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체에 메탄올 1L를 더하여, 1시간 가열 환류하여 자연 여과함으로써 불용물을 제거하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 메탄올을 사용하여 재결정하여, 백색 고체를 2.2g, 수율 54%로 얻었다. 핵자기 공명법(NMR)에 의하여 얻어진 백색 고체가 4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린인 것을 확인하였다. 또한, 스텝 2의 합성 스킴을 하기 식(b-0)에 나타낸다.

[0336]

[화학식 28]



[0337]

[0338]

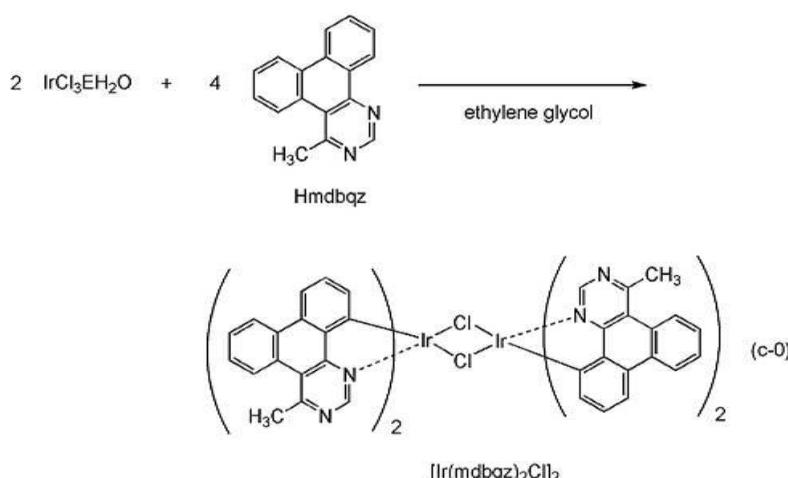
<단계 3: 다이- $\mu$ -클로로-테트라키스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일- $\kappa$ C,  $\kappa$ N)다이이리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2\text{Cl}]_2$ )의 합성>

[0339]

단계 2에서 합성한 4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린(약칭: Hmdbqz) 2.2g(8.9mmol), 염화 이리듐 수화물 0.266g(0.89mmol), 에틸렌 글라이콜 40mL를 100mL 동근바닥 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 아르곤으로 치환하였다. 이 반응 용기에 마이크로파(2.45GHz, 100W)를 1시간 조사함으로써 반응시켰다. 반응 후, 반응 용액을 흡인 여과하여 얻어진 고체를 메탄올, 물, 다이클로로메탄으로 세정하여 황색 고체를 0.37g, 수율 58%로 얻었다. 단계 3의 합성 스킴을 하기 식(c-0)에 나타낸다.

[0340]

[화학식 29]



[0341]

[0342]

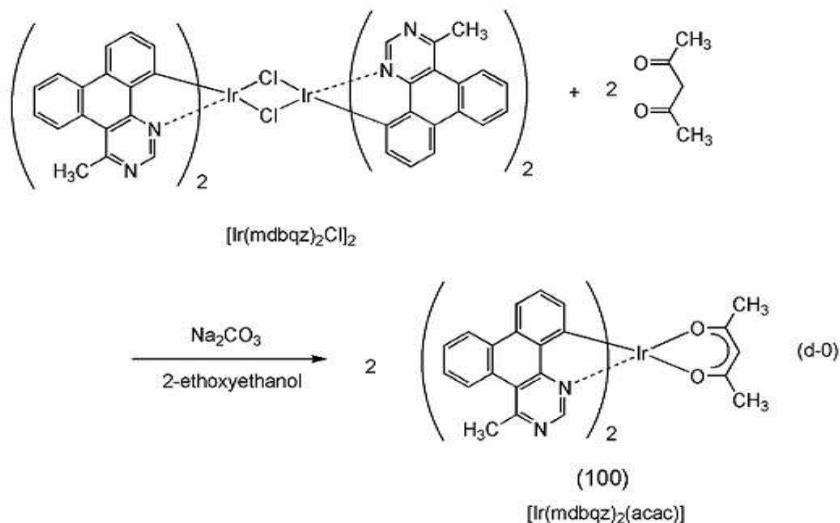
<단계 4: 비스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일- $\kappa$ C,  $\kappa$ N)(2,4-펜타다이오나토- $\kappa^2$ O, O')이리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{acac})]$ )의 합성>

[0343]

2-에톡시에탄올 15mL, 단계 3에서 합성한  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2\text{Cl}]_2$  0.370g(0.26mmol), 아세틸아세톤 0.260g(2.6mmol), 탄산소듐 0.276g(2.6mmol)을 50mL 나스 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 아르곤으로 치환하였다. 이 반응 용기 에 마이크로파(2.45GHz, 120W)를 2시간 조사함으로써 반응시켰다. 반응 후, 얻어진 반응 혼합물에 물을 더하고, 다이클로로메탄으로 추출하였다. 얻어진 추출 용액을 포화 식염수로 세정하고, 무수 황산 마그네슘을 더하였다. 다이클로로메탄으로 추출하였다.

더하여 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여 여과액을 얻었다. 이 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 다이클로로메탄과 에탄올의 혼합 용매를 사용하여 재결정하여, 황색 고체를 160mg, 수율 40%로 얻었다. 단계 4의 합성 스킴을 하기 식(d-0)에 나타낸다.

[0344] [화학식 30]



[0345]

[0346] [0346] 상기 단계 4에서 얻어진 황색 고체의 프로톤(<sup>1</sup>H)을 핵자기 공명법(NMR)에 의하여 측정하였다. 이하에 얻어진 값을 나타낸다. 또한 <sup>1</sup>H-NMR 차트를 도 15에 나타낸다. 이로부터 본 합성에 1에서 상기 구조식(100)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]가 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0347] [0347] <sup>1</sup>H-NMR. δ (CDCl<sub>3</sub>): 1.80(s, 6H), 3.56(s, 6H), 5.31(s, 1H), 6.45(d, 2H), 7.06(t, 2H), 7.71-7.76(m, 4H), 7.89(d, 2H), 8.64(d, 2H), 8.80(d, 2H), 9.28(s, 2H).

[0348] [0348] 이어서, [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]의 다이클로로메탄 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하, 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계((주)일본 분광제, V550형)를 사용하여, 다이클로로메탄 용액(0.010mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정하였다. 또한, 발광 스펙트럼은 형광 광도계((주)하마마츠 포토닉스제, FS920)를 사용하여, 탈기한 다이클로로메탄 용액(0.010mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 16에 나타내었다. 가로축은 파장, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한, 도 16에 도시한 흡수 스펙트럼은 다이클로로메탄 용액(0.010mmol/L)을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼으로부터 다이클로로메탄만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타낸다.

[0349] [0349] 도 16에 도시한 바와 같이, 본 실시예에서 설명한 유기 금속 착체[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]는 557nm에 발광 피크를 갖고 있으며, 다이클로로메탄 용액으로부터는 황록색의 발광이 관측되었다.

[0350] [0350] 다음에 본 실시예에서 얻어진 [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]를 액체 크로마토그라피 질량 분석(Liquid Chromatography Mass Spectrometry(약칭: LC/MS분석))에 의하여 질량(MS)분석하였다.

[0351] [0351] LC/MS 분석은 LC(액체 크로마토그래피) 분리를 Acquity UPLC(등록상표)(Waters사제), MS 분석(질량 분석)을 Xevo G2 Tof MS(Waters사제)에 의하여 행하였다. LC 분리에서 이용한 칼럼은 Acquity UPLC(등록상표) BEH C8(2.1×100mm, 1.7 μm)(Waters사제), 칼럼 온도는 40°C로 하였다. 이동상(mobile phase)은 이동상 A를 아세트나이트릴, 이동상 B를 0.1% 품산 수용액으로 하였다. 또한, 샘플은 임의의 농도의 [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]를 클로로폼에 용해하고, 아세토나이트릴로 희석하여 조정하고, 주입량은 5.0 μL로 하였다.

[0352] [0352] LC 분리에는 이동상의 조성을 변화시키는 경사법을 이용하고, 측정 개시 후 0분부터 1분까지의 이동상 A와 이동상 B의 비가 이동상 A:이동상 B=40:60, 그 후 조성을 변화시켜, 10분에서의 이동상 A와 이동상 B의 비가 이동상 A:이동상 B=95:5가 되도록 하였다. 조성 비율은 연속적으로(linearly) 변화시켰다.

[0353] MS 분석에서는, 일렉트로 스프레이 이온화법(ElectroSpray Ionization(약칭: ESI))에 의한 이온화를 행하였다. 이 때의 캐필러리 전압(capillary voltage)은 3.0kV로, 샘플콘 전압(sample cone voltage)은 30V로 하고, 검출은 포지티브 모드로 행하였다. 여기까지의 조건으로 이온화된  $m/z=779.20$ 의 성분을 충돌실(collision cell) 내에서 아르곤 가스와 충돌시켜 프로덕트 이온으로 해리시켰다. 아르곤을 충돌시킬 때의 에너지(collision energy)는 30eV로 하였다. 또한, 측정하는 질량 범위는  $m/z=100\sim1200$ 으로 하였다. 도 17에 해리시킨 프로덕트 이온을 비행 시간(TOF)형 MS로 검출한 결과를 나타낸다.

[0354] 도 17의 결과로부터  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{acac})]$ 는 주로  $m/z=679$  부근에 프로덕트 이온이 검출되는 것을 알 수 있었다. 또한, 도 17에 나타낸 결과는  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{acac})]$ 에서 유래하는 특징적인 결과를 나타내는 것이므로 혼합물 중에 포함되는  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{acac})]$ 를 동정함에 있어서 중요한 데이터라고 할 수 있다.

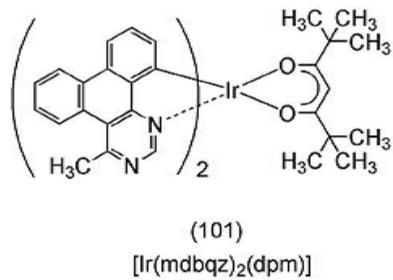
[0355] 또한,  $m/z=679$  부근의 프로덕트 이온은  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{acac})]$ 에서의 아세틸아세톤이 이탈된 상태의 양이온이라고 추정되고,  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{acac})]$ 가 아세틸아세톤을 포함하는 것을 시사하는 것이다.

[0356] (실시예 2)

[0357] <합성 예 2>

[0358] 본 실시예에서는, 실시형태 1에서 구조식(101)으로 나타낸 비스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일- $\kappa C, \kappa N$ )(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵탄다이오나토- $\kappa^2 O, O'$ )이리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})]$ )의 합성 방법에 대하여 설명한다.  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})]$ 의 구조를 이하에 나타낸다.

[0359] [화학식 31]



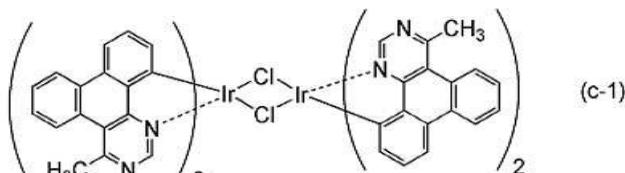
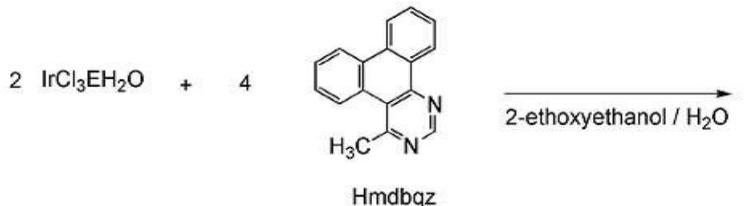
[0360]

[0361] <단계 1; 다이- $\mu$ -클로로-테트라카이스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일- $\kappa C, \kappa N$ )다이이리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2\text{Cl}]_2$ )의 합성>

[0362] 4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린(약칭: Hmdbqz) 2.0g(8.2mmol), 염화 이리듐 수화물 1.2g(4.0mmol), 2-에톡시에탄올 30mL, 물 10mL를 100mL 둥근바닥 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 아르곤으로 치환하였다. 이 반응 용기에 마이크로파(2.45GHz, 100W)를 2시간 조사함으로써 반응시켰다. 반응 후, 반응 용액을 흡인 여과하고 얻어진 고체를 에탄올로 세정하고 갈색 고체를 2.5g, 수율 86%로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 하기 식(c-1)에 나타낸다.

[0363]

[화학식 32]



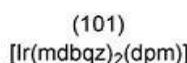
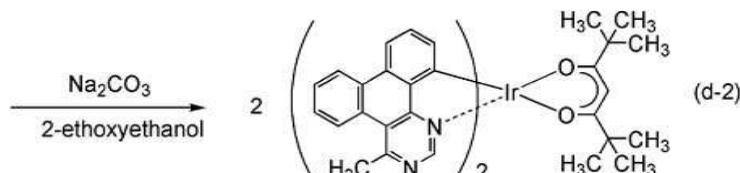
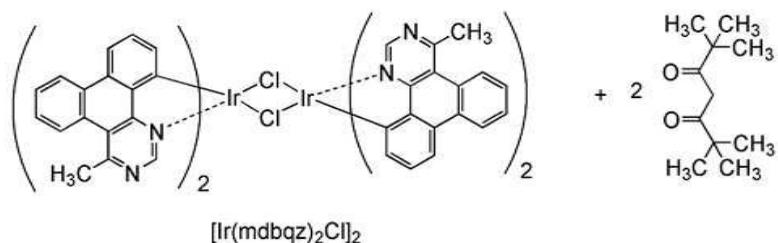
[0364]

[0365] <단계 2; 비스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일-κC, κN)(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵タン다이오나토-κO, O')이리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})]$ )의 합성>

[0366] 2-에톡시에탄올 40mL, 단계 1에서 합성한  $[\text{Ir}(\text{mdbqz})_2\text{Cl}]_2$  2.5g(1.7mmol), 다이피발로일메탄 3.1g(17mmol), 탄산 소듐 1.8g(17mmol)을 100mL의 둥근바닥 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 아르곤으로 치환하였다. 이 반응 용기에 마이크로파(2.45GHz, 120W)를 2시간 조사함으로써 반응시켰다. 반응 후, 얻어진 반응 혼합물에 물을 더하고, 다이클로로메탄으로 추출하였다. 얻어진 추출 용액을 포화 식염수로 세정하고, 무수 황산 마그네슘을 더하여 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하여 여과액을 얻었다. 이 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체에 다이클로로메탄을 더하여 셀라이트(와코 순약 공업 주식회사제, 카탈로그 번호:531-16855)와 산화 알루미늄(알루미나)의 적층물을 통하여 흡인 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 다이클로로메탄과 에탄올의 혼합 용매를 사용하여 재결정하여, 황색 고체를 190mg, 수율 6%로 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 하기 식(d-2)에 나타낸다.

[0367]

[화학식 33]

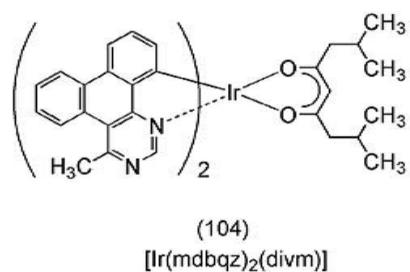


[0368]

- [0369] 상기 단계 2에서 얻어진 황색 고체의 프로톤( $^1\text{H}$ )을 핵자기 공명법(NMR)에 의하여 측정하였다. 이하에 얻어진 값을 나타낸다. 또한  $^1\text{H-NMR}$  차트를 도 18에 나타내었다. 이로써, 본 합성에 2에 있어서 상술한 구조식(101)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체[ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]이 얻어진 것을 알 수 있었다.
- [0370]  $^1\text{H-NMR}$ .  $\delta$  ( $\text{CDCl}_3$ ): 0.87(s, 18H), 3.54(s, 6H), 5.61(s, 1H), 6.52(d, 2H), 7.06(t, 2H), 7.70–7.75(m, 4H), 7.89(d, 2H), 8.64(d, 2H), 8.79(d, 2H), 9.17(s, 2H).
- [0371] 이어서, [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]의 다이클로로메탄 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하, 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계((주)일본 분광제, V550형)를 사용하여, 다이클로로메탄 용액(0.0096mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정하였다. 또한, 발광 스펙트럼은 형광 광도계((주)하마마츠 포토닉스제, FS920)를 사용하여, 탈기한 다이클로로메탄 용액(0.0096mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 19에 나타내었다. 가로축은 파장, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한, 도 19에 나타낸 흡수 스펙트럼은, 다이클로로메탄 용액(0.0096mmol/L)을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼으로부터 다이클로로메탄만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타내고 있다.
- [0372] 도 19에 나타낸 바와 같이, 본 실시예에서 설명한 유기 금속 착체[ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]은 557nm에 발광 피크를 갖고 있으며, 다이클로로메탄 용액으로부터는 황록색의 발광이 관측되었다.
- [0373] 다음에, 본 실시예에서 얻어진 [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]을 액체 크로마토그래피 질량 분석(Liquid Chromatography Mass Spectrometry(약칭: LC/MS 분석))에 의하여 질량(MS) 분석하였다.
- [0374] LC/MS 분석은 LC(액체 크로마토그래피) 분리를 Acquity UPLC(등록상표)(Waters사제), MS 분석(질량 분석)을 Xevo G2 Tof MS(Waters사제)에 의하여 행하였다. LC 분리에서 이용한 칼럼은 Acquity UPLC(등록상표) BEH C8(2.1×100mm, 1.7  $\mu\text{m}$ )(Waters사제), 칼럼 온도는 40°C로 하였다. 이동상은 이동상 A를 아세트나이트릴, 이동상 B를 0.1% 품산 수용액으로 하였다. 또한 샘플은 임의의 농도의 [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]을 클로로폼에 용해하고 아세토나이트릴로 희석하여 조정하고 주입량은 5.0  $\mu\text{L}$ 로 하였다.
- [0375] LC 분리에는 이동상의 조성을 변화시키는 경사법을 이용하고, 측정 개시 후 0분부터 1분까지의 이동상 A와 이동상 B와의 비가 이동상 A:이동상 B=70:30, 그 후 조성을 변화시켜, 10분에서의 이동상 A와 이동상 B와의 비가 이동상 A:이동상 B=95:5가 되도록 하였다. 조성 비율은 연속적으로 변화시켰다.
- [0376] MS 분석에서는, 일렉트로 스프레이 이온화법(ElectroSpray Ionization(약칭: ESI))에 의한 이온화를 행하였다. 이 때의 캐뉼러리 전압은 3.0kV로, 샘플콘 전압은 30V로 하고, 검출은 포지티브 모드로 행하였다. 여기까지의 조건으로 이온화된  $m/z$ =863.29의 성분을 충돌실 내에서 아르곤 가스와 충돌시켜 프로덕트 이온으로 해리시켰다. 아르곤을 충돌시킬 때의 에너지는 30eV로 하였다. 또한, 측정하는 질량 범위는  $m/z$ =100~1200으로 하였다. 도 20에 해리시킨 프로덕트 이온을 비행 시간(TOF)형 MS로 검출한 결과를 나타내었다.
- [0377] 도 20의 결과로부터 [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]은 주로  $m/z$ =679 부근에 프로덕트 이온이 검출되는 것을 알 수 있었다. 또한, 도 20에 나타낸 결과는 [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]에서 유래하는 특징적인 결과를 나타내는 것이므로 혼합물 중에 포함되는 [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]을 동정함에 있어서 중요한 데이터라고 할 수 있다.
- [0378] 또한,  $m/z$ =679 부근의 프로덕트 이온은 [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]에서의 다이피발로일메탄이 이탈된 상태의 양이온이라고 추정되고, [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{dpm})$ ]이 다이피발로일메탄을 포함하는 것을 시사하는 것이다.
- [0379] (실시예 3)
- [0380] 《합성 예 3》
- [0381] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(104)으로 나타낸 비스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일-κC, κN)(2,8-다이메틸-4,6-노난다이오나토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)(약칭: [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{divm})$ ])의 합성 방법에 대하여 설명한다. [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{divm})$ ]의 구조를 이하에 나타낸다.

[0382]

[화학식 34]



[0383]

[0384]

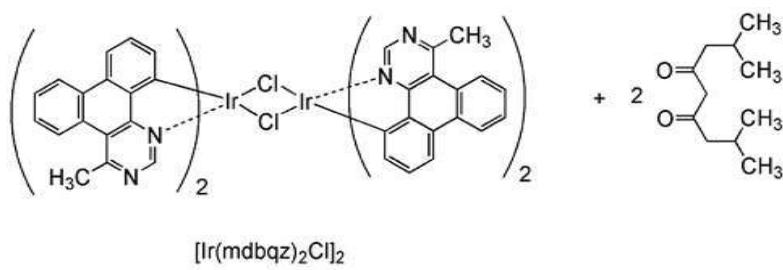
<비스(4-메틸다이벤조[f,h]퀴나졸린-12-일-κC, κN)(2,8-다이메틸-4,6-노난다이오나토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)  
(약칭: [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(divm)])의 합성 >

[0385]

2-에톡시에탄올 40mL, [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub> 2.1g(1.5mmol), 다이아이소발레릴메탄 1.7g(9.2mmol), 탄산 소듐 1.6g(15mmol)을 100mL 등근바닥 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 아르곤으로 치환하였다. 이 반응 용기에 마이크로파(2.45GHz, 120W)를 1시간 조사함으로써 반응시켰다. 반응 후, 반응 용액에 다이클로로메탄을 더하여, 흡인 여과하여 고체를 제거하여 여과액을 얻었다. 얻어진 여과액을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 실리카 젤 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 전개 용매로서 다이클로로메탄을 사용하였다. 얻어진 목적물의 프랙션을 농축하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체를 아세트산에틸과 헥산의 혼합 용매를 사용하여 재결정하여, 황색 고체를 110mg, 수율 9%로 얻었다. 합성 스킴을 하기 식(d-1)으로 나타낸다.

[0386]

[화학식 35]



[0387]

[0388]

상기 단계로 얻어진 황색 고체의 프로톤(<sup>1</sup>H)을 핵자기 공명법(NMR)에 의하여 측정하였다. 이하에 얻어진 값을 나타낸다. 또한 <sup>1</sup>H-NMR 차트를 도 21에 나타내었다. 이로써 본 합성에 3에서 상술한 구조식(104)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 캐체[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(divm)]이 얻어진 것을 알 수 있다.

[0389]

<sup>1</sup>H-NMR. δ (CDCl<sub>3</sub>): 0.57(d, 6H), 0.63(d, 6H), 1.63–1.71(m, 2H), 1.84–1.92(m, 4H), 3.54(s, 6H), 5.27(s, 1H), 6.51(d, 2H), 7.07(t, 2H), 7.72–7.77(m, 4H), 7.91(d, 2H), 8.65(d, 2H), 8.80(d, 2H), 9.27(s, 2H).

[0390]

이어서, [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(divm)]의 다이클로로메탄 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하, 단순히 "흡수 스펙트럼"

이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계((주)일본 분광제, V550형)를 사용하여, 다이클로로메탄 용액(0.0099mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정하였다. 또한 발광 스펙트럼은 절대 PL 양자 수율 측정 장치((주)하마마츠 포토닉스제, C11347-01)를 사용하여 글로브 박스(Bright Co., Ltd제 LABstarM13(1250/780))에서 질소 분위기하에서 다이클로로메테인 탈산소 용액(0.0099mmol/L)을 석영 셀에 넣고 밀전하고, 실온에서 측정하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 22에 나타내었다. 가로축은 파장, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한, 도 22에 나타낸 흡수 스펙트럼은 다이클로로메탄 용액(0.0099mmol/L)을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼으로부터 다이클로로메탄만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타내었다.

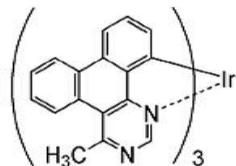
[0391] 도 22에 도시한 바와 같이, 본 실시예에서 설명한 유기 금속 착체[ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_2(\text{divm})$ ]은 553nm에 발광 피크를 갖고 있으며, 다이클로로메탄 용액으로부터는 황록색 발광이 관측되었다.

[0392] (실시예 4)

[0393] 『합성 예 4』

[0394] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(114)으로 나타낸 트리스(4-메틸다이벤조[*f,h*]퀴나졸린-12-일-κC, κN)이리듐(III)(약칭: [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_3$ ])의 합성 방법에 대하여 설명한다. [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_3$ ]의 구조를 이하에 나타낸다.

[0395] [화학식 36]



(114)  
[ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_3$ ]

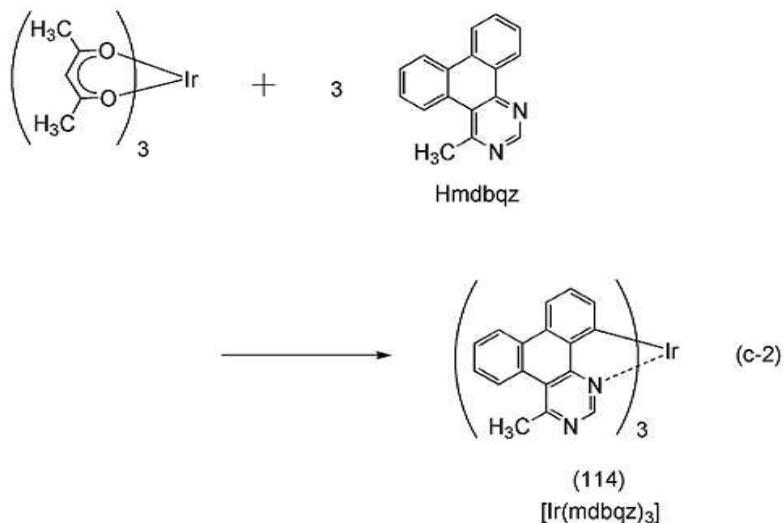
[0396]

[0397] <트리스(4-메틸다이벤조[*f,h*]퀴나졸린-12-일-κC, κN)이리듐(III)(약칭: [ $\text{Ir}(\text{mdbqz})_3$ ])의 합성>

[0398] 4-메틸다이벤조[*f,h*]퀴나졸린(약칭: Hmdbqz) 1.1g(4.5mmol), 트리스(아세틸아세토나토)이리듐(III) 0.44g(0.90mmol)을 3방 코크를 장착한 반응 용기에 넣고, 아르곤 기류하에서 250°C로 42시간 가열하였다. 얻어진 반응 혼합물에 다이클로로메탄을 더하여, 흡인 여과하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체에 톨루엔 200ml를 더하여 30분 가열 환류하였다. 이 혼합물을 여과하여 고체를 얻었다. 얻어진 고체에 1,1,2,2-테트라클로로에테인 100ml를 더하여 140°C로 30분 가열하였다. 이 혼합물을 여과하여 주황색 고체를 0.39g, 수율 47%로 얻었다. 합성 스킴을 하기 식(c-2)으로 나타낸다.

[0399]

[화학식 37]



[0400]

[0401]

상기 단계에서 얻어진 주황색 고체의 EI-MS 측정(Electron Impact-Mass Spectrometry)을 행하였다. 이온화에는 70eV의 가속전자를 사용하였다. 질량 스펙트럼을 도 23에 나타내었다. 또한 도 23에 있어서, 가로축은  $m/z$ (질량 전하비)를, 세로축은 강도(임의 단위)를 각각 나타낸다. 도 23에 나타낸 스펙트럼으로부터  $m/z=922$ 가 분자 이온에서 유래한다. 4-메틸다이벤조[*f,h*]퀴나졸린(약칭: Hmdbqz) 배위자 유래의 프래그먼트  $m/z=243$ 이 기준 피크가 되어 분자 이온 유래의 피크( $m/z=922$ )가 그다지 보이지 않는 것은 이 분열이 매우 일어나기 쉽다는 것을 나타내고 있다. 또한,  $m/z=679$ 는 분자 이온으로부터 동시에 두개의 결합이 끊어져, 4-메틸다이벤조[*f,h*]퀴나졸린(약칭: Hmdbqz) 배위자를 하나 잃고 생긴 프래그먼트이다. 또한 4-메틸다이벤조[*f,h*]퀴나졸린(약칭: Hmdbqz) 배위자는 더 개열되어 프래그먼트가 생기는 것을 알 수 있다. 이것으로부터, 본 합성에 4에서 상술한 구조식(114)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체[Ir(mdbqz)<sub>3</sub>]이 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0402]

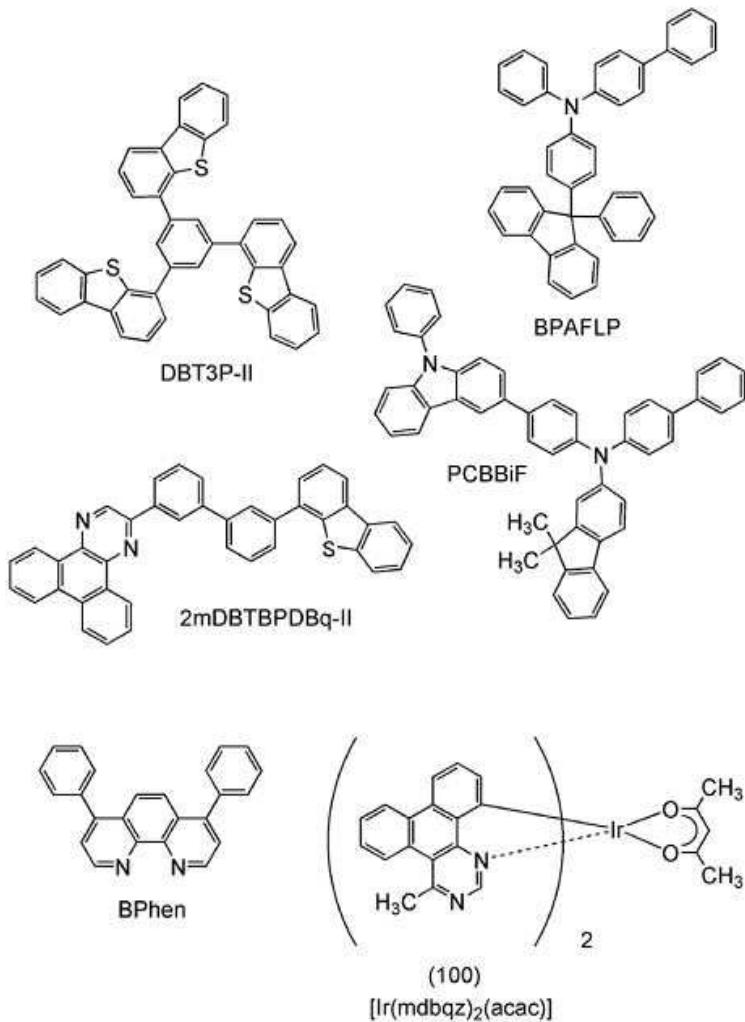
(실시예 5)

[0403]

본 실시예에서 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)](구조식(100))를 발광층에 사용한 발광 소자 1을 제작하여 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한 제작한 발광 소자 1의 발광 스펙트럼을 측정하였다. 또한, 발광 소자 1의 제작에 대해서는 도 24를 참조하여 설명한다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식은 이하와 같다.

[0404]

[화학식 38]



[0405]

[0406] 《발광 소자 1의 제작》

[0407]

먼저, 유리제의 기판(900) 위에 인듐 주석 산화물(ITO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하고, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(901)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0408]

다음에, 기판(900) 위에 발광 소자 1을 형성하기 위한 전(前) 처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200°C로 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0409]

그 후,  $10^{-4}$ Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170°C로 30분간 진공 소성을 수행한 후, 기판(900)을 30분 정도 방랭하였다.

[0410]

이어서, 제 1 전극(901)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 기판(900)을 진공 증착 장치 내에 제공된 홀더에 고정하였다. 본 실시예에서는, 진공 증착법에 의하여, EL층(902)을 구성하는 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 전자 주입층(915)이 순차적으로 형성되는 경우에 대하여 설명한다.

[0411]

진공 증착 장치 내를  $10^{-4}$ Pa로 감압한 후, 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)벤젠(약칭: DBT3P-II)과 산화 몰리브데넘을 DBT3P-II:산화 몰리브데넘=4:2(질량비)가 되도록 공증착함으로써, 제 1 전극(901) 위에 정공 주입 층(911)을 형성하였다. 그 막 두께는 20nm로 하였다. 또한 공증착은 상이한 복수의 물질을 각각 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착법이다.

[0412]

다음에, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 두께가 되도록 증착시킴으로써 정공 수송층(912)을 형성하였다.

[0413]

다음에, 정공 수송층(912) 위에 발광층(913)을 형성하였다. 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이

벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]를, 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]=0.8:0.2:0.025(질량비)가 되도록 공증착하였다. 또한, 막 두께는 40nm로 하였다.

[0414] 다음으로, 발광층(913) 위에 2mDBTBPDBq-II를 20nm의 두께가 되도록 증착한 후, 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 10nm의 두께가 되도록 증착함으로써, 전자 수송층(914)을 형성하였다. 또한, 전자 수송층(914) 위에 불화 리튬을 1nm 증착시킴으로써, 전자 주입층(915)을 형성하였다.

[0415] 마지막으로, 전자 주입층(915) 위에 알루미늄을 200nm의 두께가 되도록 증착하고, 음극이 되는 제 2 전극(903)을 형성하여 발광 소자 1을 얻었다. 또한, 상술한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0416] 상술한 것에 의하여 얻어진 발광 소자 1의 소자 구조를 표 2에 나타내었다.

[0417] [표 2]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극	
발광 소자 1	ITO (110nm)	DBT3P-II:MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mDBTBPDBq-II (20nm)	BPhen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

\* 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)] (0.8:0.2:0.025 40nm)

[0419] 또한, 제작한 발광 소자 1은 대기애 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉하였다(밀봉재를 소자의 주위에 도포하고 밀봉 시에 UV 처리 및 80°C로 1시간 열처리).

«발광 소자 1의 동작 특성»

[0421] 제작한 발광 소자 1의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 수행되었다.

[0422] 도 25에는 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을, 도 26에는 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 각각 나타내었다.

[0423] 이를 결과로부터 알 수 있듯이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자 1은 고효율의 소자이다. 또한 1000cd/m<sup>2</sup> 부근에서의 발광 소자 1의 주된 초기 특성값을 표 3에 나타내었다.

[0424] [표 3]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도(x,y)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 1	3.0	0.050	1.2	(0.40,0.58)	1100	86	91	23

[0426] 상기 결과로부터, 본 실시예에서 제작한 발광 소자 1은 고휘도이고, 양호한 전류 효율을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

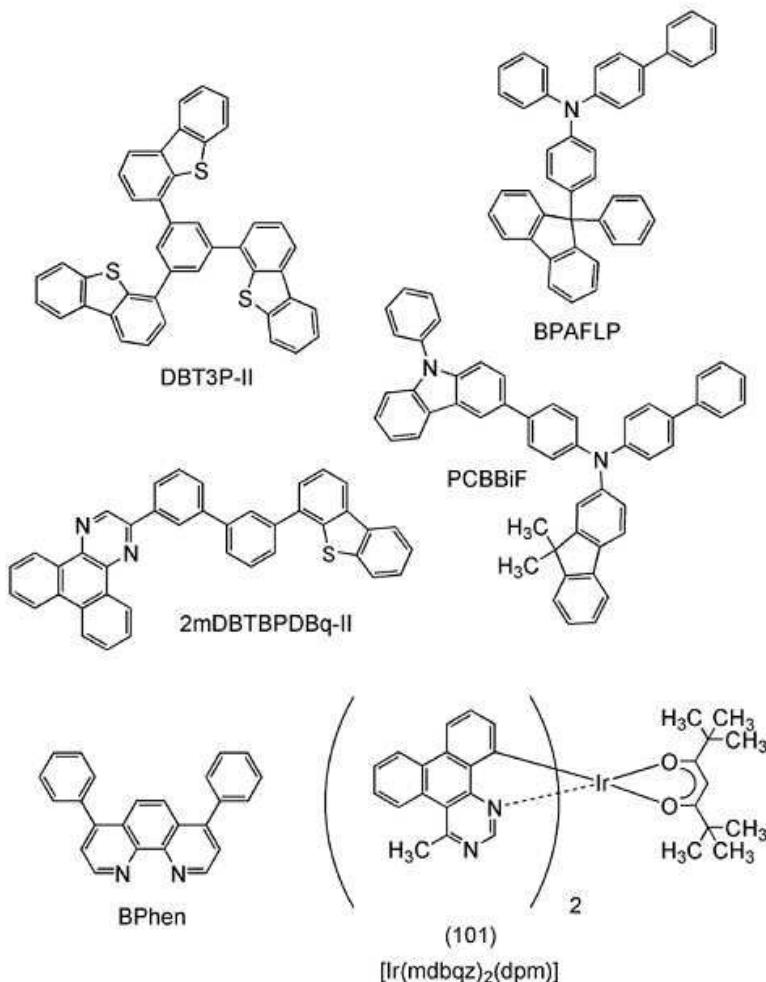
[0427] 또한, 발광 소자 1에 2.5mA/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도로 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 27에 나타내었다. 도 27에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 1의 발광 스펙트럼은 544nm 부근에 피크를 갖고 있으며, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(acac)]의 발광에서 유래하는 것이 시사된다.

[0428] (실시예 6)

[0429] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 착체[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(dpm)](구조식(101))을 발광층에 사용한 발광 소자 2를 제작하여 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한, 제작한 발광 소자 2의 발광 스펙트럼의 측정을 행하였다. 또한, 발광 소자 2는 실시예 5에서 나타낸 발광 소자 1과 같은 구조를 갖고 있으며, 도 24를 참조하여 설명한다. 또한, 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0430]

[화학식 39]



[0431]

«발광 소자 2의 제작»

[0432]

유리제의 기판(900) 위에 인듐 주석 산화물(ITO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하고, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(901)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0433]

다음으로, 기판(900) 위에 발광 소자 2를 형성하기 위한 전(前) 처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200°C로 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초간 수행하였다.

[0434]

그 후,  $10^{-4}$ Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170°C로 30분간 진공 소성을 수행한 후, 기판(900)을 30분 정도 방랭하였다.

[0435]

이어서, 제 1 전극(901)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 기판(900)을 진공 증착 장치 내부에 제공된 홀더에 고정하였다. 본 실시예에서는, 진공 증착법에 의하여, EL층(902)을 구성하는 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 전자 주입층(915)이 순차적으로 형성되는 경우에 대하여 설명한다.

[0436]

진공 증착 장치 내를  $10^{-4}$ Pa로 감압한 후, 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)벤젠(약칭: DBT3P-II)과 산화 몰리브데넘을 DBT3P-II:산화 몰리브데넘=4:2(질량비)가 되도록 공증착함으로써, 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911)을 형성하였다. 그 막 두께는 20nm로 하였다. 또한 공증착은 상이한 복수의 물질을 각각 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착법이다.

[0437]

다음에, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 두께가 되도록 증착시킴으로써 정공 수송층(912)을 형성하였다.

[0438]

다음에, 정공 수송층(912) 위에 발광층(913)을 형성하였다. 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이 벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II),

N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), [Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(dpm)]을, 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(dpm)]=0.7:0.3:0.05(질량비) 및 20nm의 두께가 되도록 공증착한 후, 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(dpm)]=0.8:0.2:0.05(질량비) 및 20nm의 두께가 되도록 공증착하였다.

[0440] 다음으로, 발광층(913) 위에 2mDBTBPDBq-II를 20nm의 두께가 되도록 증착한 후, 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 10nm의 두께가 되도록 증착함으로써, 전자 수송층(914)을 형성하였다. 또한, 전자 수송층(914) 위에 불화 리튬을 1nm 증착시킴으로써, 전자 주입층(915)을 형성하였다.

[0441] 마지막으로, 전자 주입층(915) 위에 알루미늄을 막 두께 200nm의 두께가 되도록 증착시켜 음극이 되는 제 2 전극(903)을 형성하여, 발광 소자 2를 얻었다. 또한, 상술한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0442] 상술한 것에 의하여 얻어진 발광 소자 2의 소자 구조를 표 4에 나타내었다.

[표 4]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극	
발광 소자 2	ITO (110nm)	DBT3P-II:MoO <sub>x</sub> (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mDBTBPDBq-II (20nm)	BPhen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

\* 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(dpm)] (0.7:0.3:0.05 20nm \ 0.8:0.2:0.05 20nm)

[0445] 또한, 제작한 발광 소자 2는 대기에 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉하였다(밀봉재를 소자의 주위에 도포하고 밀봉시에 UV 처리, 및 80°C로 1시간 열처리).

[0446] 『발광 소자 2의 동작 특성』

[0447] 제작한 발광 소자 2의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 수행되었다.

[0448] 도 28에는 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을, 도 29에는 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성을 각각 나타내었다.

[0449] 이들 결과로부터 알 수 있듯이, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자 2는 고효율의 소자이다. 또한, 1000cd/m<sup>2</sup> 부근에서의 발광 소자 2의 주된 초기 특성값을 표 5에 나타내었다.

[표 5]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도(x,y)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효 율 (%)
발광 소 자 2	3.0	0.041	1.0	(0.44,0.55)	990	97	100	27

[0450] 상기 결과로부터, 본 실시예에서 제작한 발광 소자 2는 양호한 전류 효율을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

[0453] 또한, 발광 소자 2에 2.5mA/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도로 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 30에 나타내었다. 도 30에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 2의 발광 스펙트럼은 553nm 부근에 피크가 나타나, 본 발명의 일 형태에 따른 유기 금속 치광[Ir(mdbqz)<sub>2</sub>(dpm)]의 발광에서 유래하는 것이 시사된다.

[0454] 또한, 발광 소자 2의 신뢰성 시험 결과를 도 31에 나타내었다. 도 31에서 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한, 신뢰성 시험은 초기 휘도를 5000cd/m<sup>2</sup>로 설정하고 전류 밀도를 일정하게 하는 조건으로 발광 소자 2를 구동시켰다. 그 결과 발광 소자 2는 수명이 긴 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

### 부호의 설명

[0455] 101: 제 1 전극

102: EL층

103: 제 2 전극

111: 정공 주입층

112: 정공 수송층

113: 발광층

114: 전자 수송층

115: 전자 주입층

201: 제 1 전극

202(1): 제 1 EL층

202(2): 제 2 EL층

202(n): 제 (n) EL층

204: 제 2 전극

205: 전하 발생층

205(n-1): 제 (n-1) 전하 발생층

301: 소자 기판

302: 화소부

303: 구동 회로부

304a: 구동 회로부

304b: 구동 회로부

305: 밀봉재

306: 밀봉 기판

307: 배선

308: FPC(Flexible printed circuit)

309: FET

310: FET

311: 스위칭용 FET

312: 전류 제어용 FET

313: 전극

314: 절연물

315: EL층

316: 전극

317: 발광 소자

318: 공간

350: 발광 소자

351: 기판

352: 전극

353: 전극

- 354: EL총  
355: 절연막  
356: 격벽  
401(a): 영역  
401(b): 영역  
402(Y): C-C결합  
403(Y): C-C결합  
402(Z): C-C결합  
403(Z): C-C결합  
900: 기판  
901: 전극  
902: EL총  
903: 전극  
911: 정공 주입총  
912: 정공 수송총  
913: 발광총  
914: 전자 수송총  
915: 전자 주입총  
2000: 터치 패널  
2001: 터치 패널  
2501: 표시부  
2502R: 화소  
2502t: 트랜지스터  
2503c: 용량 소자  
2503g: 주사선 구동 회로  
2503t: 트랜지스터  
2509(1): FPC  
2509(2): FPC  
2510: 기판  
2511: 배선  
2519: 단자  
2521: 절연총  
2528: 격벽  
2550R: 발광 소자  
2560: 밀봉총  
2567BM: 차광총

2567p: 반사 방지층

2567R: 쪽색층

2570: 기판

2580R: 발광 모듈

2590: 기판

2591: 전극

2592: 전극

2593: 절연층

2594: 배선

2595: 터치 센서

2597: 접착층

2598: 배선

2599: 단자

2601: 펄스 전압 출력 회로

2602: 전류 검출 회로

2603: 용량

2611: 트랜지스터

2612: 트랜지스터

2613: 트랜지스터

2621: 전극

2622: 전극

4000: 조명 장치

4001: 기판

4002: 발광 소자

4003: 기판

4004: 전극

4005: EL층

4006: 전극

4007: 전극

4008: 전극

4009: 보조 배선

4010: 절연층

4011: 밀봉 기판

4012: 밀봉재

4013: 건조제

4015: 확산판

4100: 조명 장치

4200: 조명 장치

4201: 기판

4202: 밀봉 기판

4204: 전극

4205: EL층

4206: 전극

4207: 전극

4208: 전극

4209: 보조 배선

4210: 절연층

4212: 밀봉재

4213: 배리어막

4214: 평탄화막

4215: 화산판

4300: 조명 장치

7100: 텔레비전 장치

7101: 하우징

7103: 표시부

7105: 스탠드

7107: 표시부

7109: 조작 키

7110: 리모트 컨트롤러

7201: 본체

7202: 하우징

7203: 표시부

7204: 키보드

7205: 외부 접속 포트

7206: 포인팅 디바이스

7302: 하우징

7304: 표시 패널

7305: 시각을 표시하는 아이콘

7306: 기타 아이콘

7311: 조작 버튼

7312: 조작 버튼

7313: 접속 단자

7321: 밴드

7322: 벼를

7400: 휴대 전화기

7401: 하우징

7402: 표시부

7403: 조작용 버튼

7404: 외부 접속부

7405: 스피커

7406: 마이크로폰

7407: 카메라

7500(1): 하우징

7500(2): 하우징

7501(1): 제 1 면

7501(2): 제 1 면

7502(1): 제 2 면

7502(2): 제 2 면

8001: 조명 장치

8002: 조명 장치

8003: 조명 장치

8004: 조명 장치

9310: 휴대 정보 단말

9311: 표시 패널

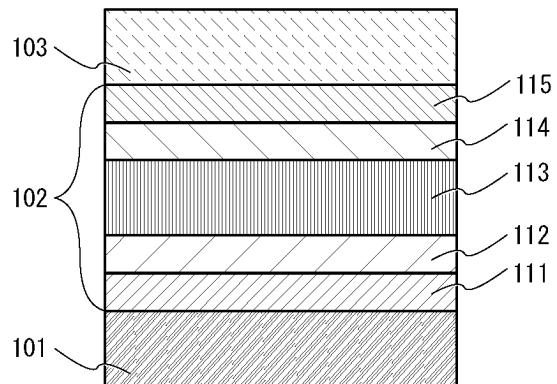
9312: 표시 영역

9313: 헌지

9315: 하우징

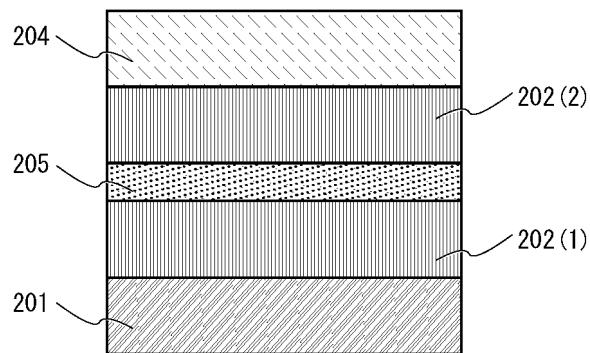
도면

도면1

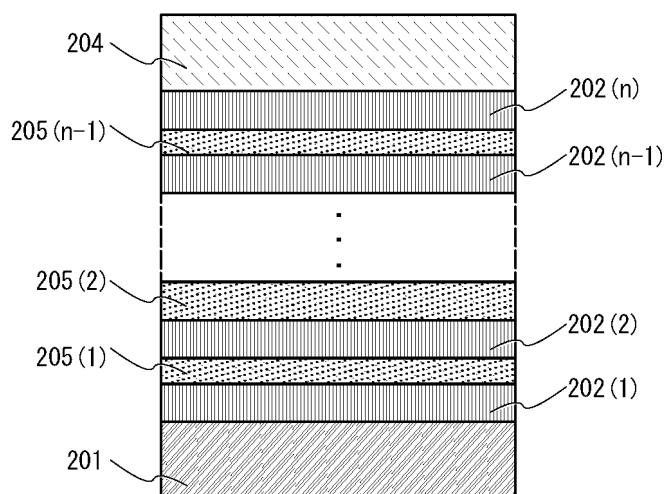


도면2

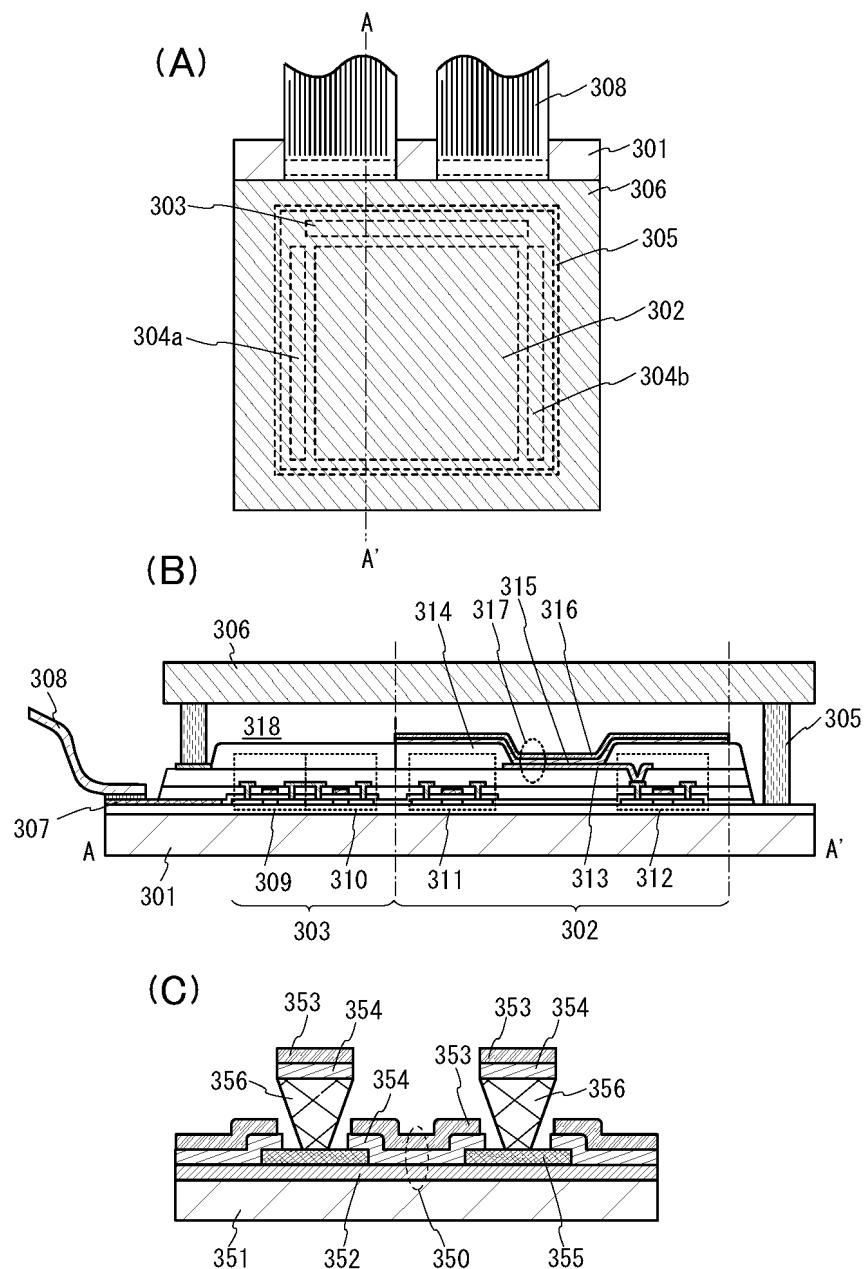
(A)



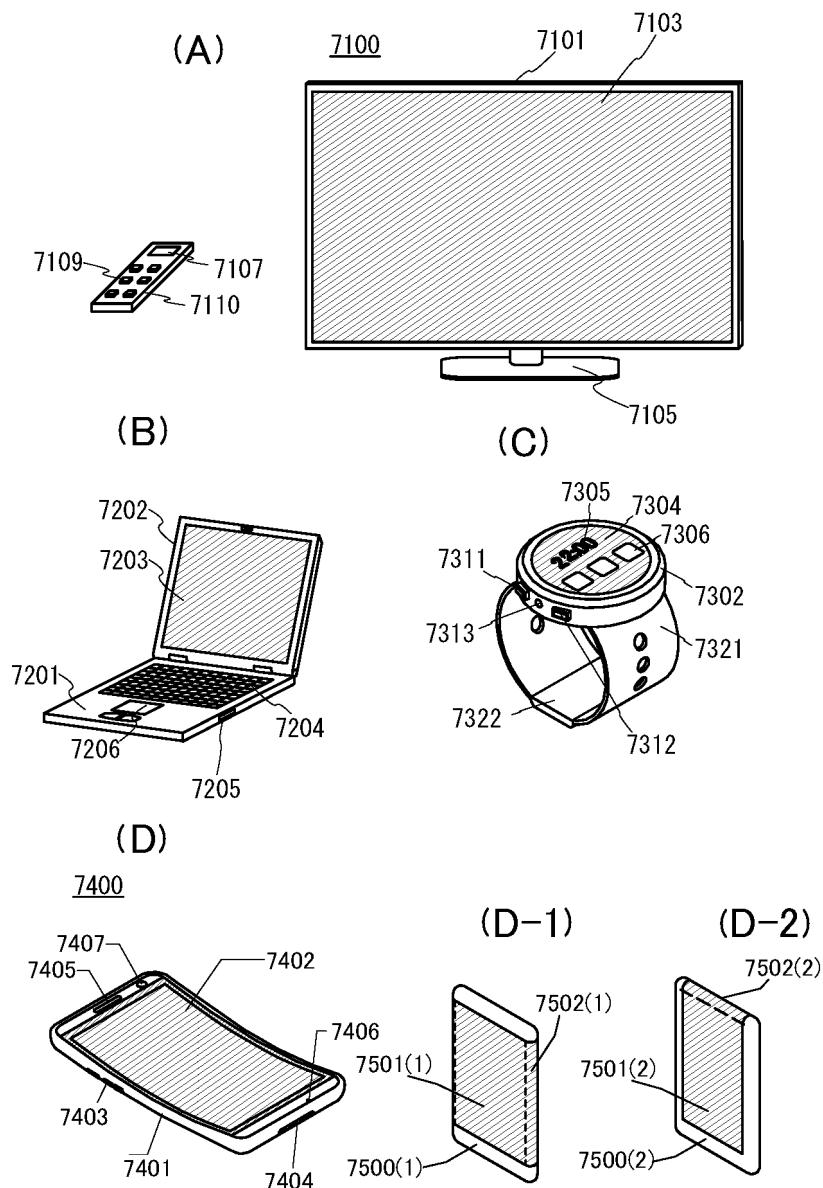
(B)



## 도면3

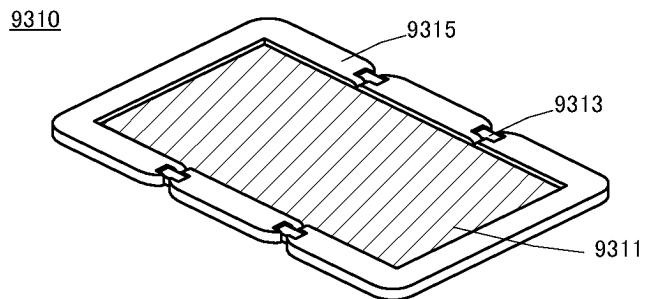


도면4

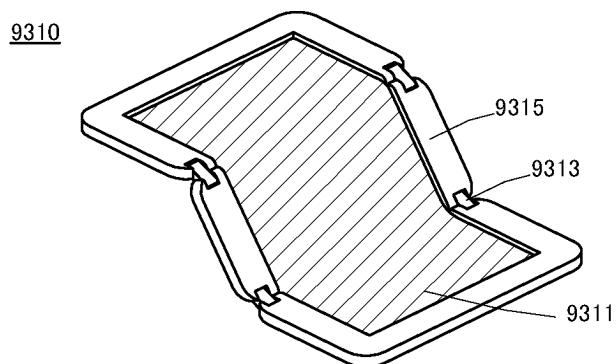


도면5

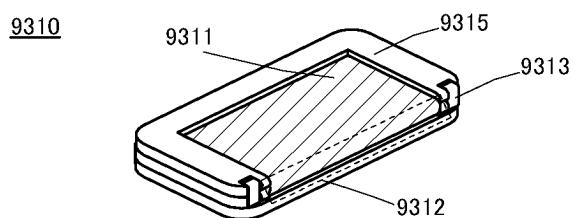
(A)



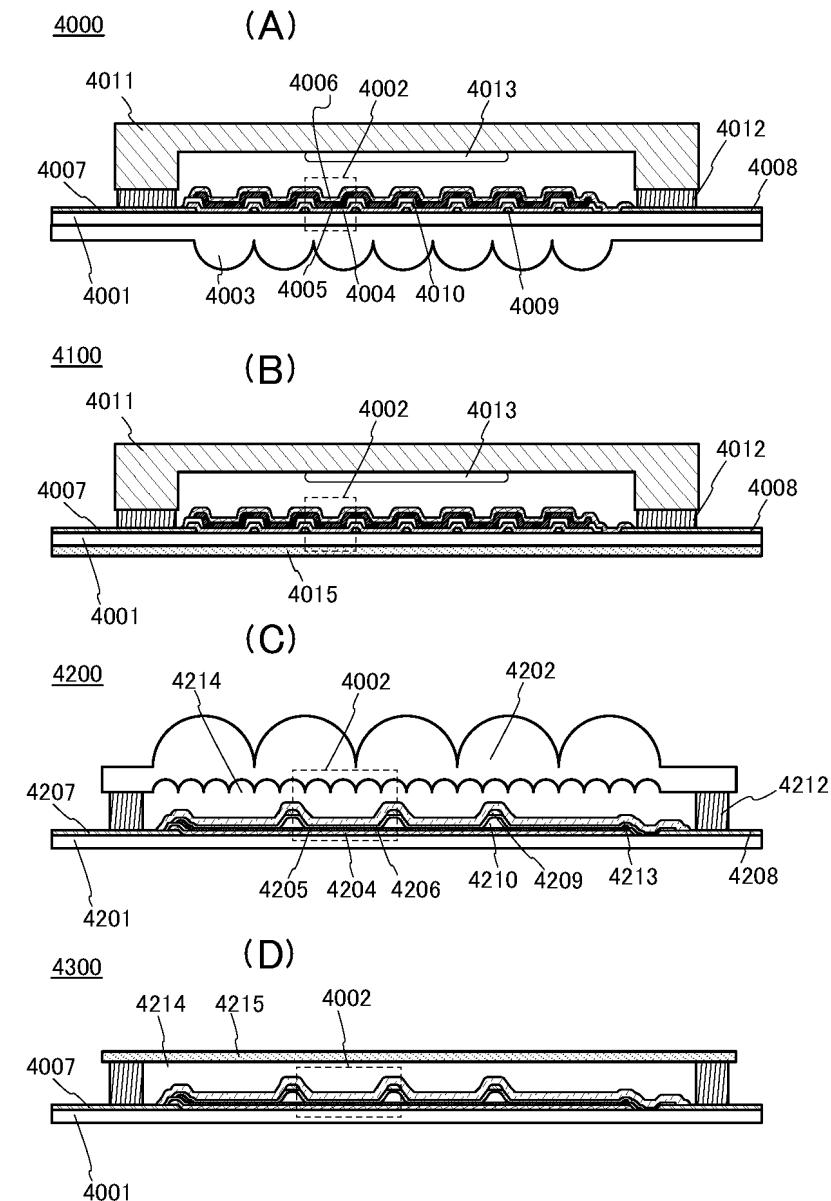
(B)



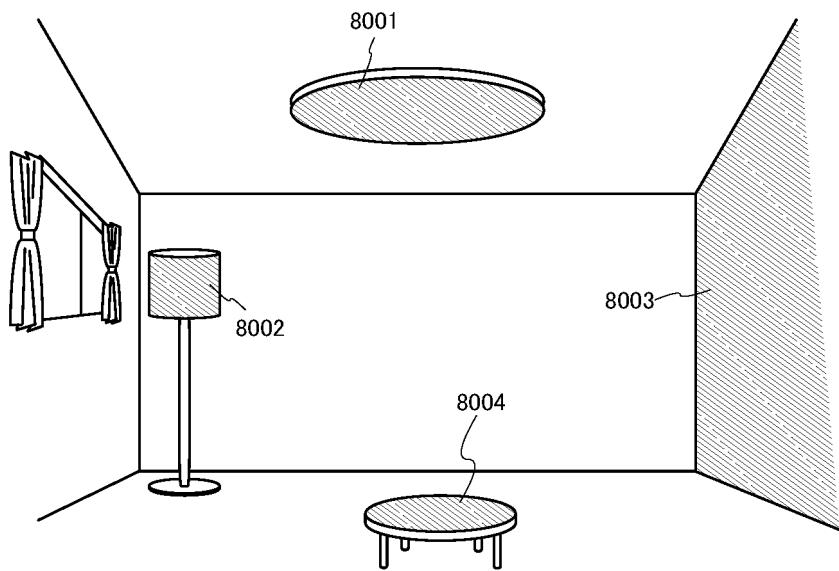
(C)



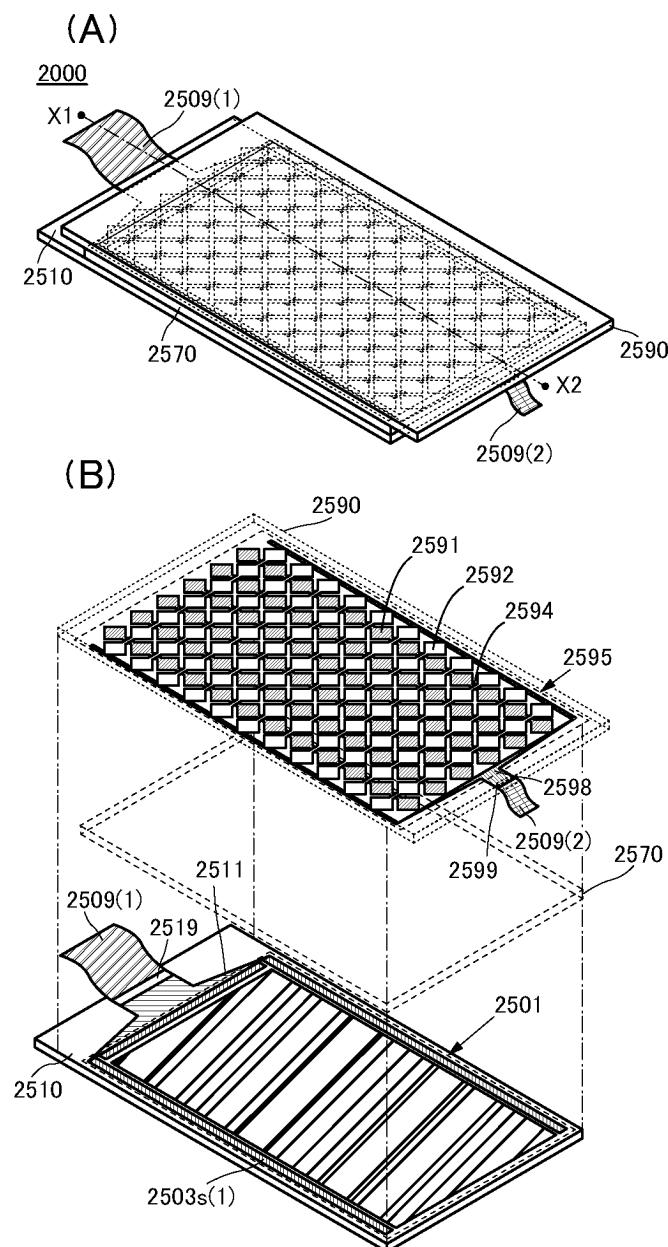
## 도면6



도면7

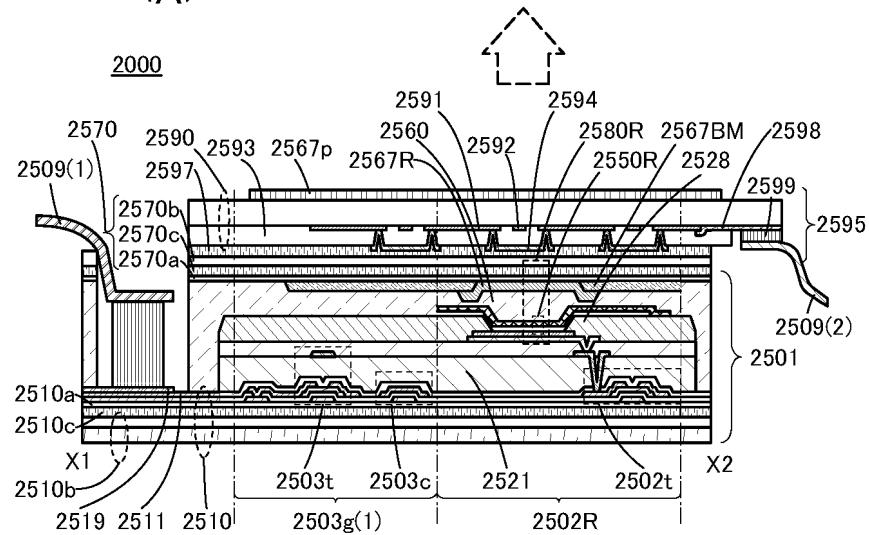


## 도면8

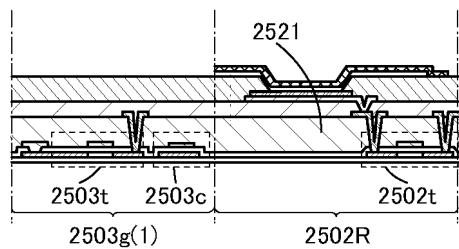


## 도면9

(A)

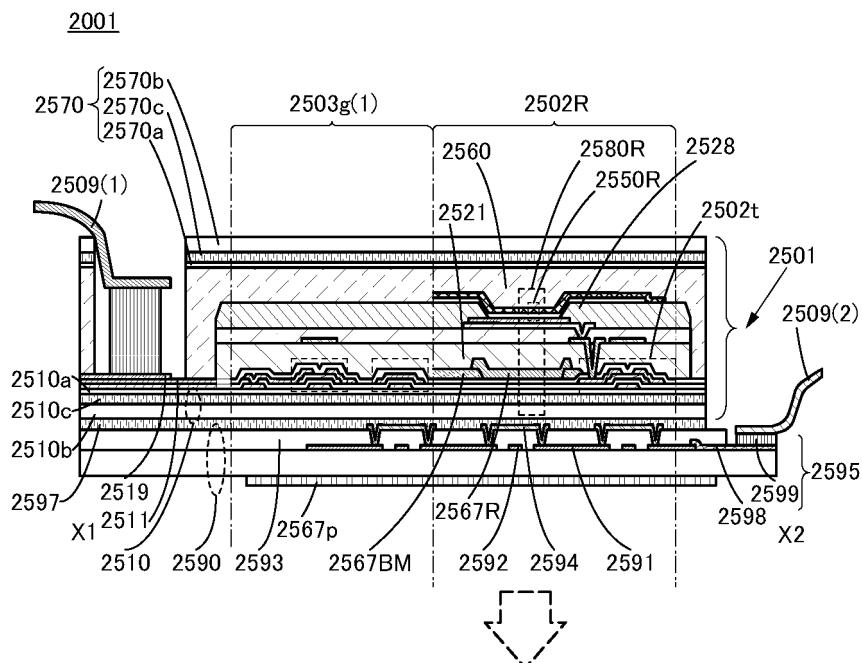


(B)

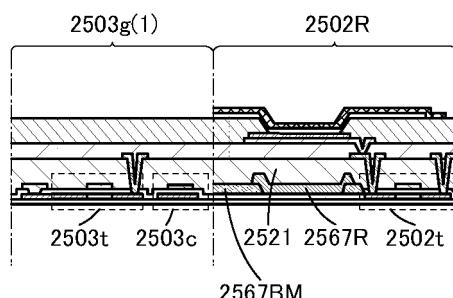


## 도면10

(A)

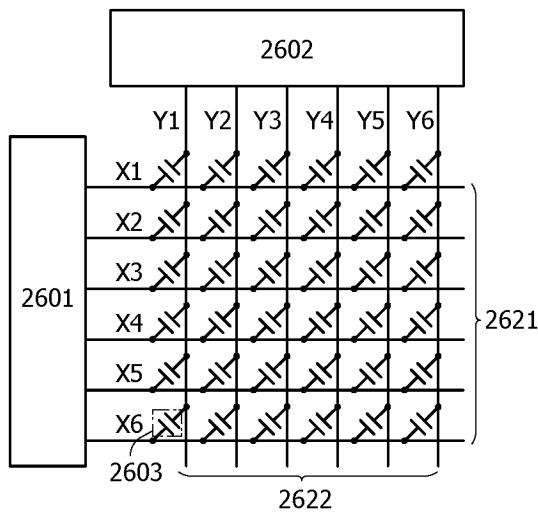


(B)

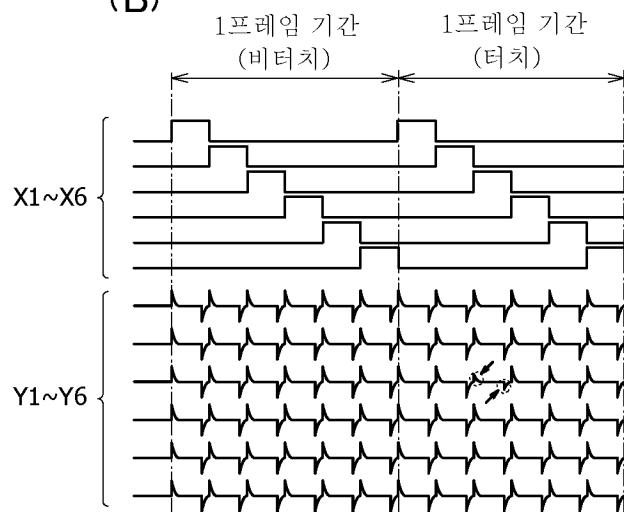


## 도면11

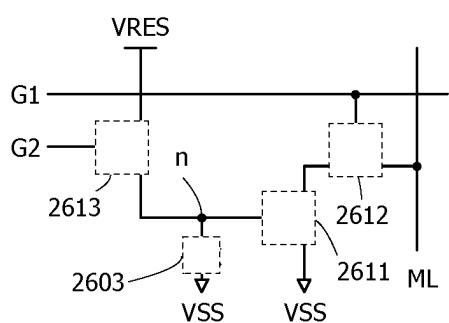
(A)



(B)

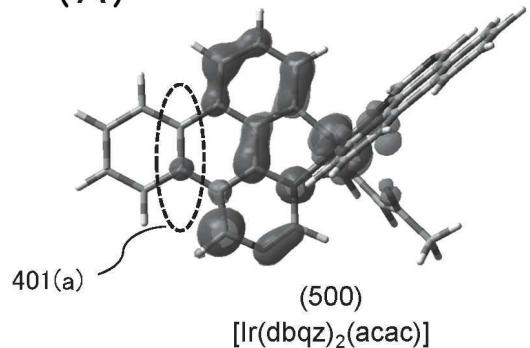


## 도면12

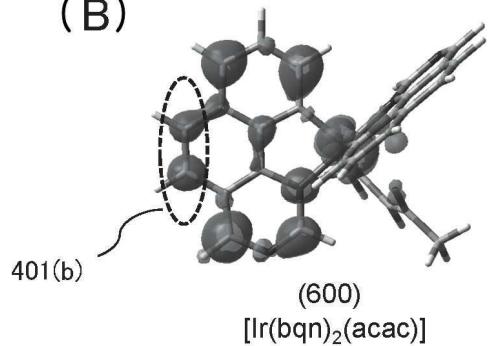


도면13

(A)

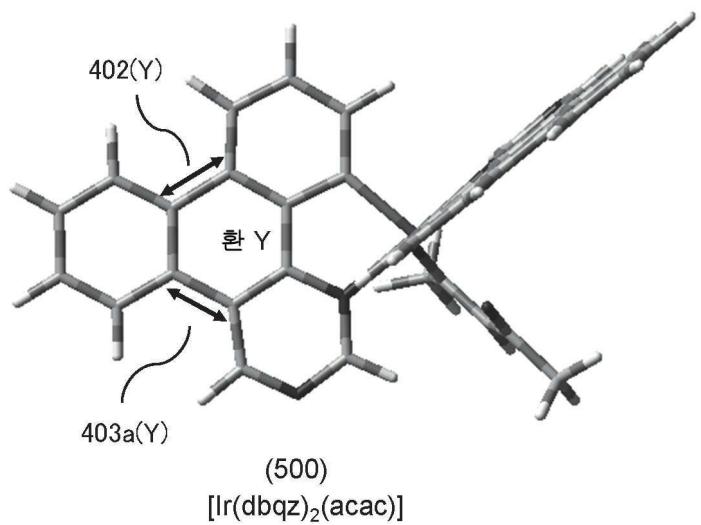


(B)

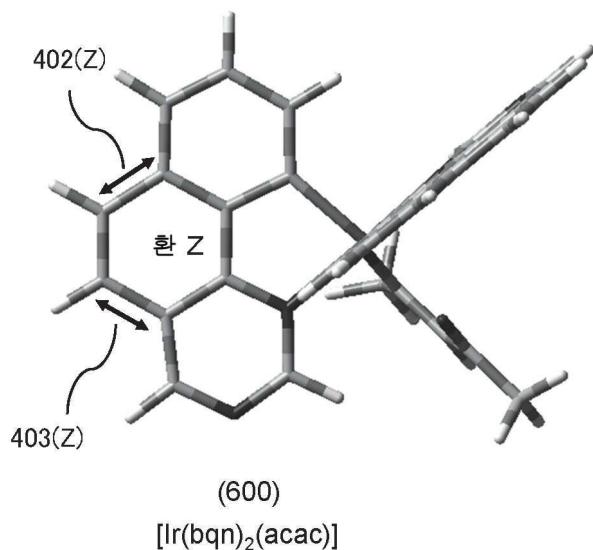


도면14

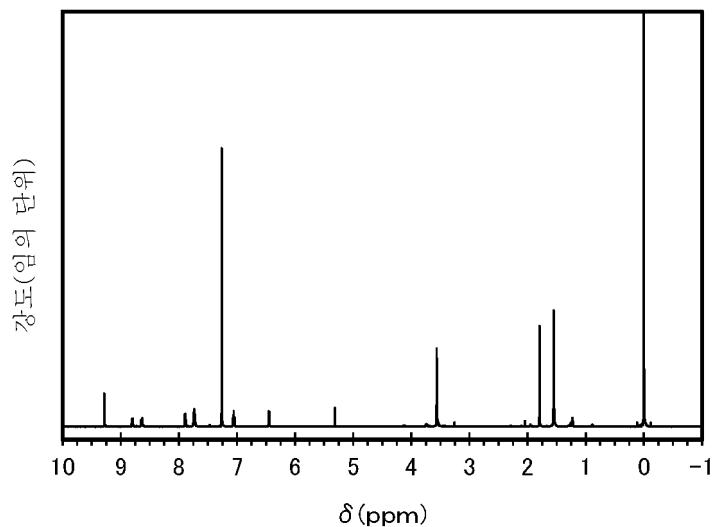
(A)



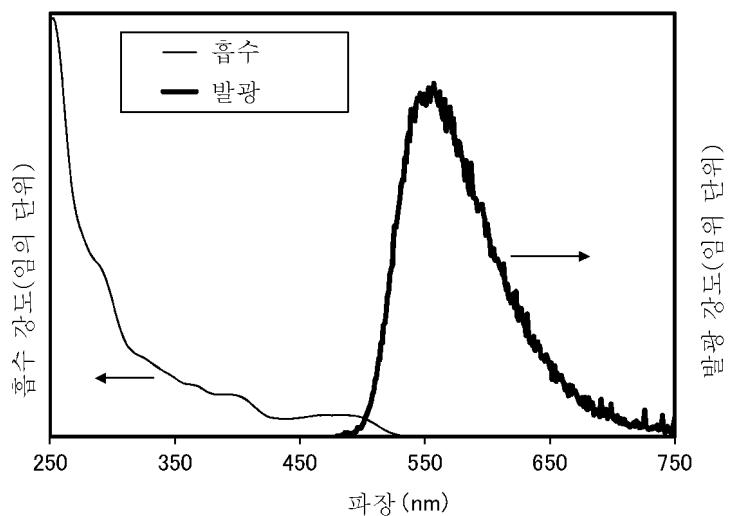
(B)



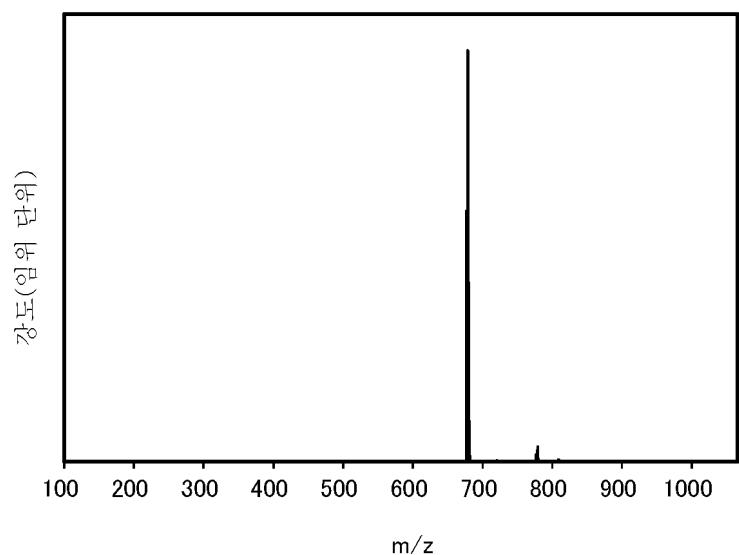
도면15



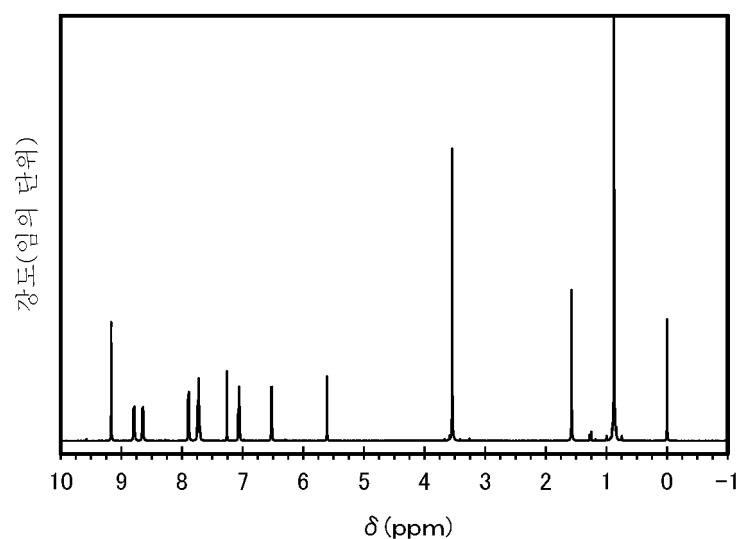
도면16



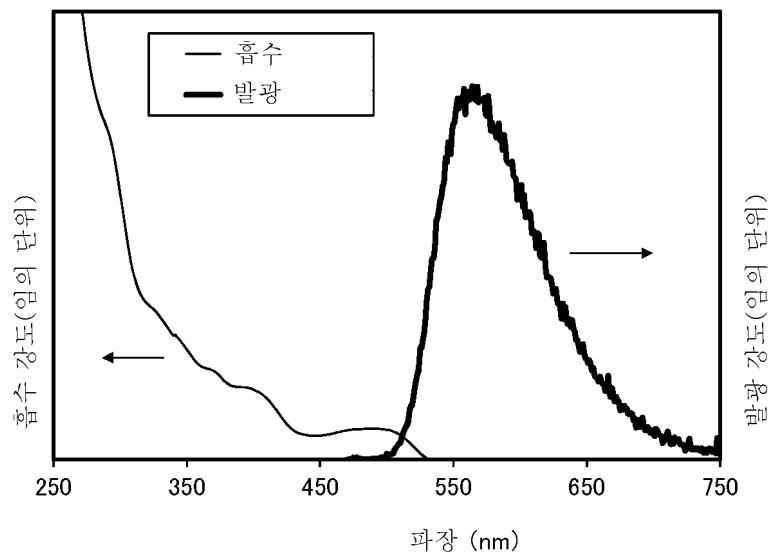
도면17



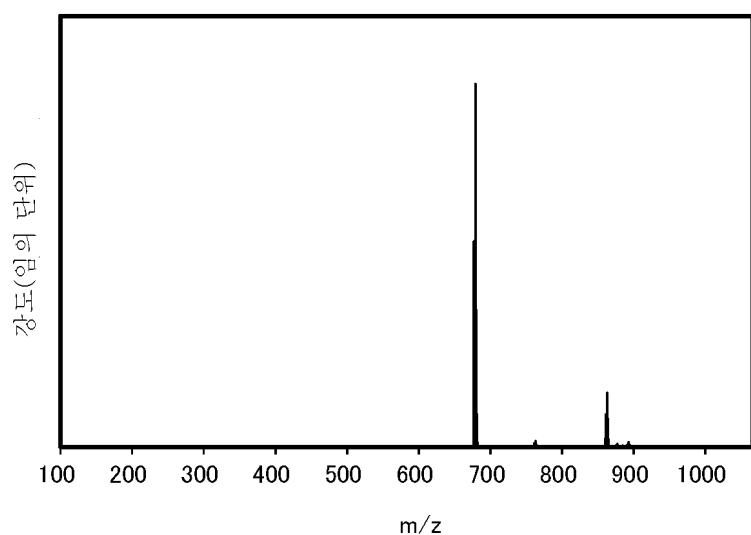
도면18



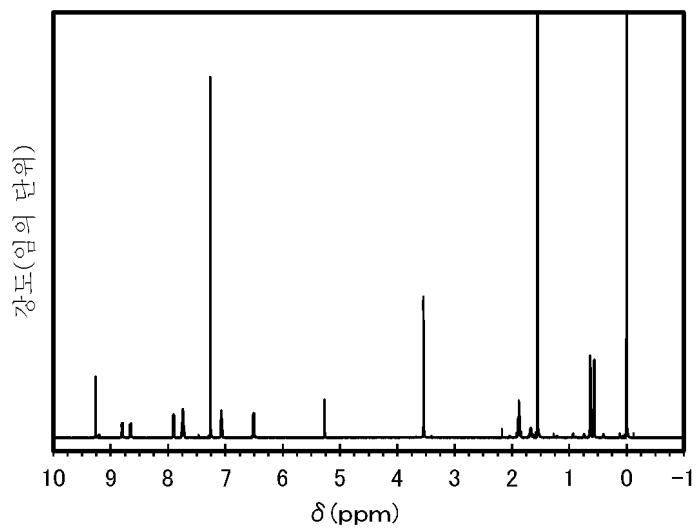
도면19



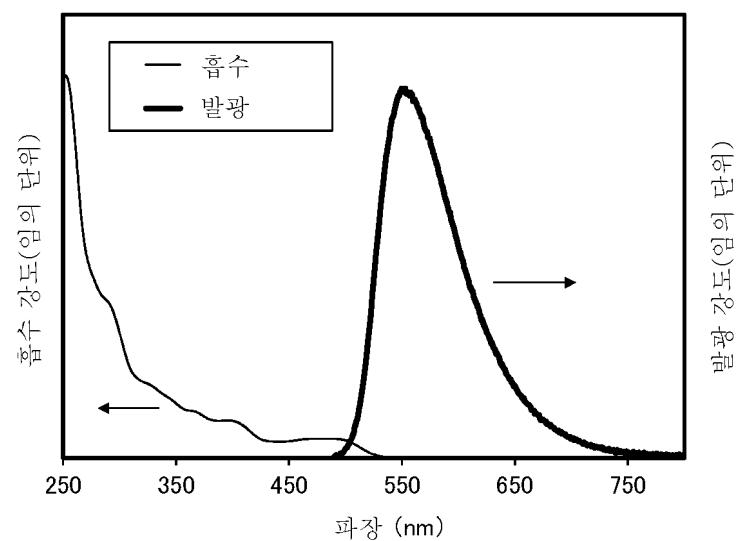
도면20



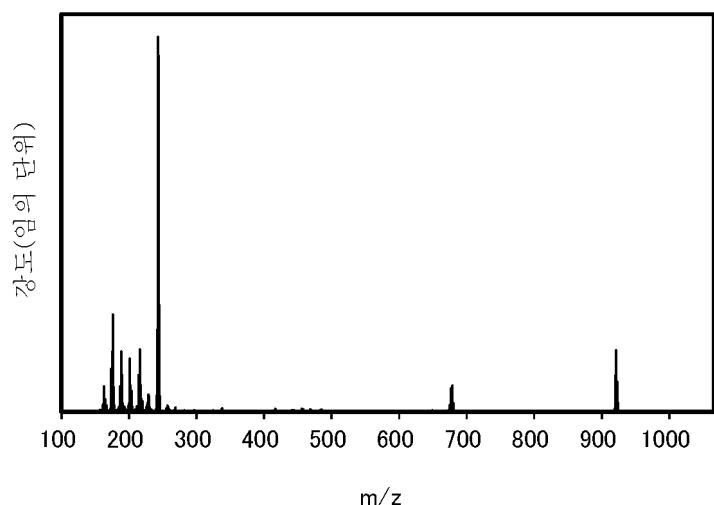
도면21



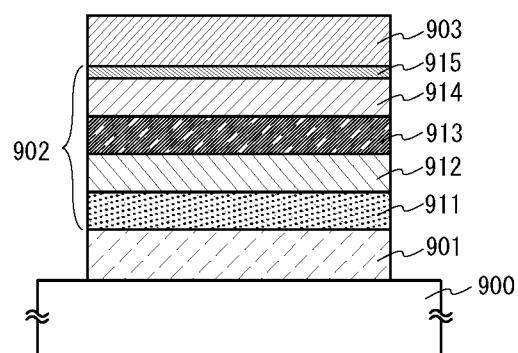
도면22



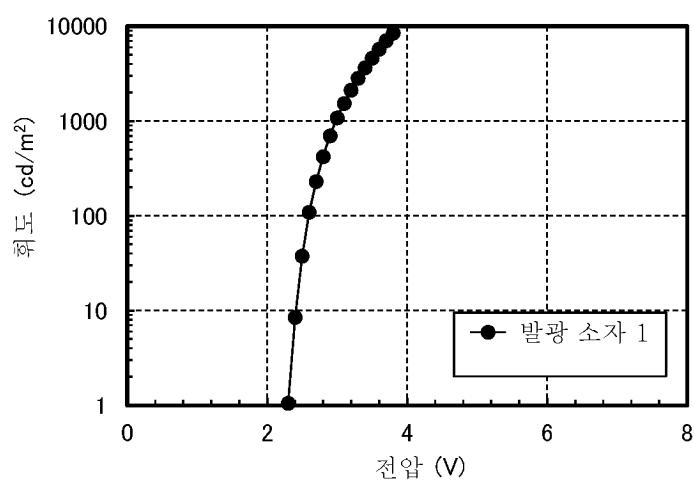
도면23



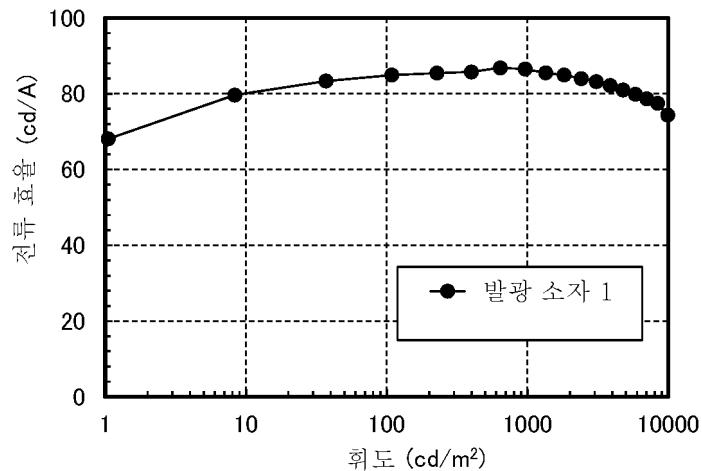
도면24



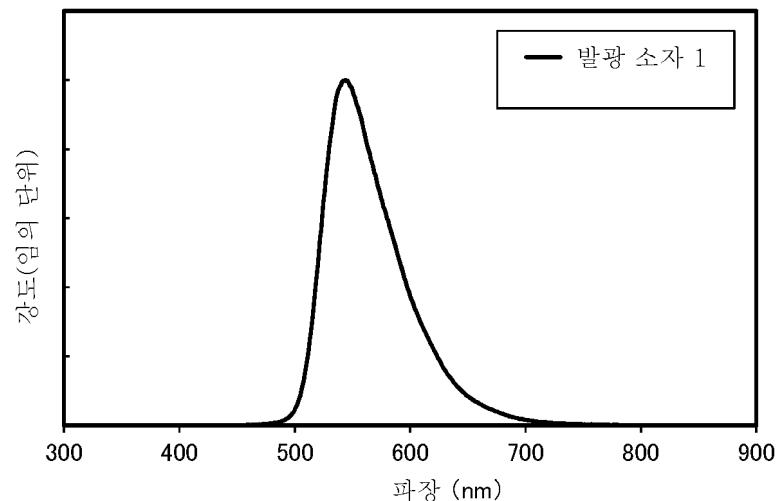
도면25



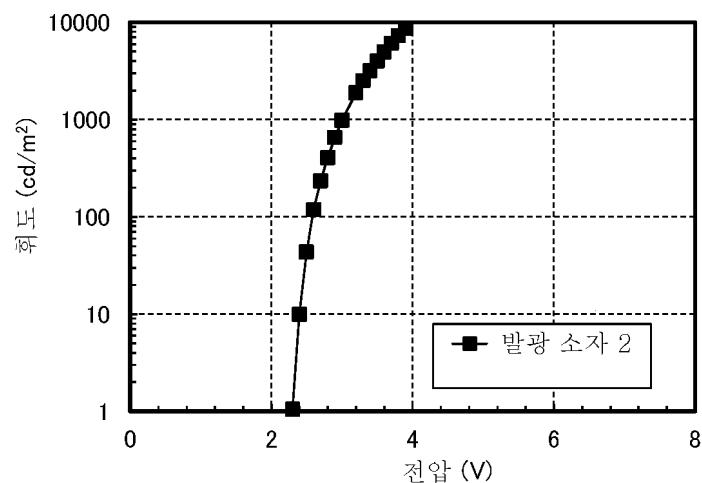
도면26



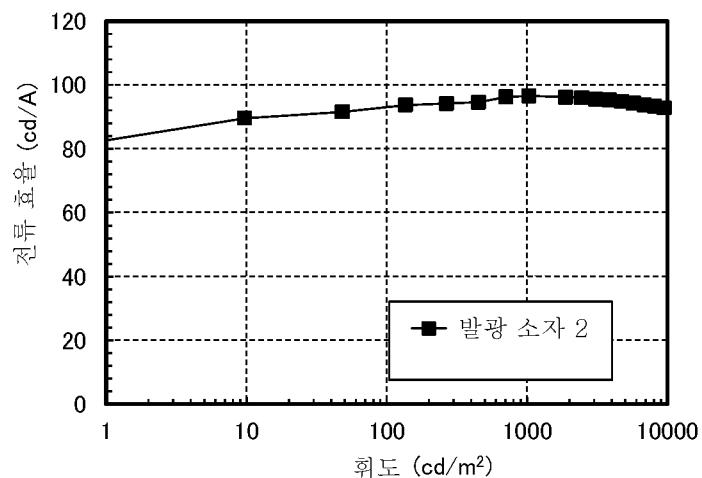
도면27



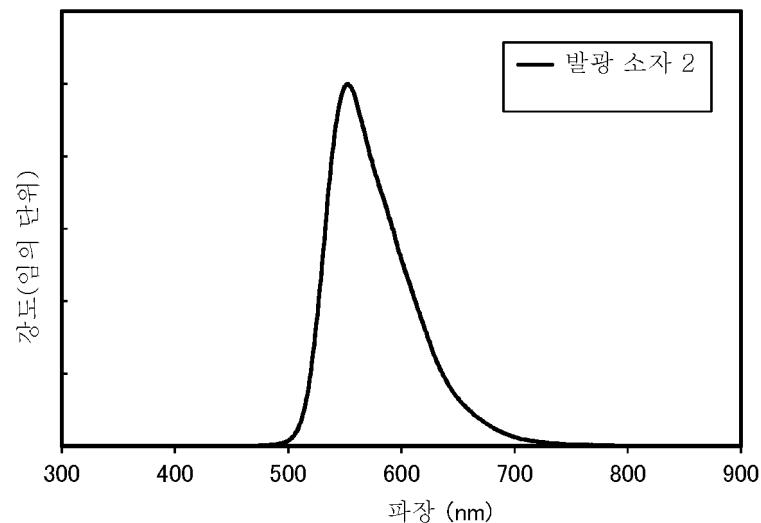
도면28



도면29



도면30



도면31

