



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월28일
(11) 등록번호 10-1548306
(24) 등록일자 2015년08월24일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/54 (2006.01) C07D 241/38 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-7014135</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2008년11월17일
심사청구일자 2013년11월05일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2010년06월25일</p> <p>(65) 공개번호 10-2010-0108536</p> <p>(43) 공개일자 2010년10월07일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/071183</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2009/069535
국제공개일자 2009년06월04일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2007-310376 2007년11월30일 일본(JP)</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
JP2006156941 A
JP2005298483 A
US20070216288 A1</p> | <p>(73) 특허권자
가부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398</p> <p>(72) 발명자
오사와 노부하루
일본국 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
이노우에 히데코
일본국 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
세오 사토시
일본국 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시킴가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내</p> <p>(74) 대리인
황의만</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 김효욱

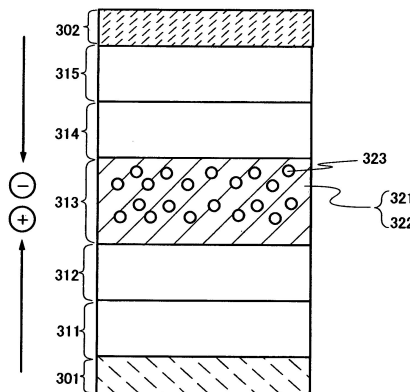
(54) 발명의 명칭 발광 소자, 발광 장치 및 전자기기

(57) 요약

본 발명은 발광 효율이 높고, 또한 장수명의 발광 소자를 제공한다. 또한, 이 발광 소자를 이용하여 발광 장치를 제작함으로써, 소비 전력이 적고 수명이 긴 발광 장치를 제공한다.

양극으로서 기능하는 제 1 전극(301)과 음극으로서 기능하는 제 2 전극(302) 사이에, 발광층(313)을 가지고, 발광층(313)이 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물(322)과, 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격을 배위자로서 가지는 유기 금속 착체(323)를 포함하는 발광 소자를 제조한다. 또한, 이 발광 소자를 이용하여 발광 장치를 제조한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

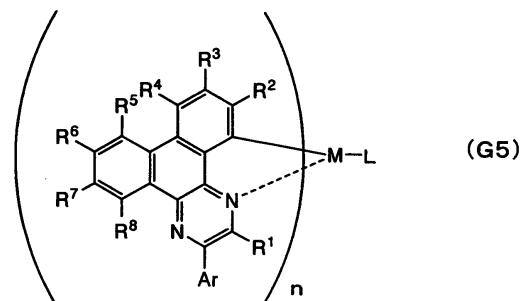
삭제

청구항 6

제 1 전극과 제 2 전극 사이에 발광층을 가지는 발광 소자에 있어서,

상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물, 및 유기 금속 착체를 포함하고,

상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G5)로 표시되는 유기 금속 착체인, 발광 소자.



(식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다.

R¹은 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 것을 나타낸다.

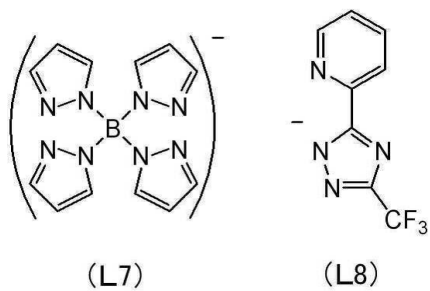
R²~R⁸은 각각, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 탄소수 1~4의 알콕시기, 탄소수 1~4의 아실옥시기, 또는 할로겐 중 어느 것을 나타낸다.

R²와 R³, R³과 R⁴, R⁴와 R⁵, R⁵와 R⁶, R⁶과 R⁷, 또는 R⁷과 R⁸의 어느 쌍은 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다.

M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 것을 나타낸다.

상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.

L은 하기 구조식(L7) 및 하기 구조식(L8) 중 어느 하나에 의해 표시된다.)



청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제 6 항에 있어서,

R^1 , R^2 , R^4 , R^5 , R^7 , 및 R^8 은 수소를 나타내는, 발광 소자.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

R^1 내지 R^8 은 수소를 나타내는, 발광 소자.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

R^1 내지 R^8 은 수소를 나타내고,

Ar은 치환기를 가진 페닐기를 나타내고,

상기 치환기는 수소, 탄소수 1 내지 4를 가진 알킬기, 탄소수 1 내지 4를 가진 알콕시기, 탄소수 6 내지 12를 가진 아릴기, 및 할로젠으로부터 선택되는, 발광 소자.

청구항 12

제 6 항에 있어서,

M은 이리듐 또는 백금인, 발광 소자.

청구항 13

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물은 방향족 아민 화합물 또는 카르바졸 유도체인, 발광 소자.

청구항 14

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 유기 화합물은 복소 방향족 화합물 또는 금속 착체인, 발광 소자.

청구항 15

제 6 항에 있어서,

상기 발광층에 있어서의 상기 유기 금속 착체의 양은, 1 중량% 이상 10 중량% 이하인, 발광 소자.

청구항 16

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물에 대한 상기 제 2 유기 화합물의 중량비는, 1/20 이상 20/1 이하인, 발광 소자.

청구항 17

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물에 대한 상기 제 2 유기 화합물의 중량비는, 1 이상 20/1 이하인, 발광 소자.

청구항 18

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위 및 상기 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위에 비해, 상기 유기 금속 착체의 LUMO 준위는 0.2 eV 이상 깊은, 발광 소자.

청구항 19

제 6 항에 따른 발광 소자를 포함하는, 조명 장치.

청구항 20

제 6 항에 따른 발광 소자를 포함한 발광 장치를 포함하는, 전자기기.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 인광성 화합물을 이용한 발광 소자에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 발광 소자를 이용한 발광 장치에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 발광 장치를 이용한 전자기기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 근년, 발광성의 유기 화합물이나 무기 화합물을 발광 물질로서 이용한 발광 소자의 개발이 활발히 진행 중이다. 특히, EL 소자라고 불리는 발광 소자의 구성은, 단지 전극간에 발광 물질을 포함하는 발광층을 형성한 단순한 구조이며, 박형 경량·고속 응답성·직류 저전압 구동 등의 특성으로부터, 차세대의 플랫 패널 디스플레이 소자로서 주목받고 있다. 또한, 이와 같은 발광 소자를 이용한 디스플레이는 콘트라스트나 화질이 우수하고, 시야각이 넓다는 특징도 가지고 있다. 또한, 이러한 발광 소자는 면상 광원이기 때문에, 액정 디스플레이의 백 라이트나 조명 등의 광원으로서의 응용도 고려되고 있다.

[0003] 발광 물질이 발광성의 유기 화합물인 경우, 발광 소자의 발광 기구는 캐리어 주입형이다. 즉, 전극간에 발광층을 끼우고 전압을 인가함으로써, 전극으로부터 주입된 캐리어(홀 및 전자)가 재결합하여 발광 물질이 여기 상태가 되고, 그 여기 상태가 기저 상태로 복귀할 때에 발광한다. 그리고, 여기 상태의 종류로서는, 일중항 여기 상태(S*)와 삼중항 여기 상태(T*)가 가능하다. 또한, 발광 소자에 있어서의 그 통계적인 생성 비율은, S* : T* = 1 : 3이라고 생각된다.

- [0004] 발광성의 유기 화합물은 통상, 기저 상태가 일중항 상태이다. 따라서, 일중항 여기 상태(S^*)로부터의 발광은, 같은 다중도간의 전자 천이이기 때문에 형광이라고 불린다. 한편, 삼중항 여기 상태(T^*)로부터의 발광은, 다른 다중도간의 전자 천이이기 때문에 인광이라고 불린다. 여기서, 형광을 발하는 화합물(이하, 형광성 화합물이라고 칭함)은 실온에서, 통상, 인광은 관측되지 않고 형광만이 관측된다. 따라서, 형광성 화합물을 이용한 발광 소자에 있어서의 내부 양자 효율(주입한 캐리어에 대하여 발생하는 포톤의 비율)의 이론적 한계는, $S^* : T^* = 1 : 3$ 인 것을 근거로 25%로 되어 있다.
- [0005] 한편, 인광을 발하는 화합물(이하, 인광성 화합물이라고 칭함)을 이용하면, 내부 양자 효율은 75~100%까지 이론상은 가능하게 된다. 즉, 형광성 화합물에 비해 3~4배의 발광 효율이 가능하게 된다. 이러한 이유로부터, 고효율의 발광 소자를 실현하기 위해, 인광성 화합물을 이용한 발광 소자가 제안되어 있다(예를 들면, 비특허문헌 1 및 비특허문헌 2 참조). 또한, 비특허문헌 1에서는, 2-페닐피리딘을 배위자로 하는 이리듐 착체 ($Ir(ppy)_3$)가, 비특허문헌 2에서는, 2-(2'-벤조[4,5-a]티에닐)피리딘을 배위자로 하는 이리듐 착체 ($[btp_2Ir(acac)]$)가, 각각 인광성 화합물로서 이용된다.
- [0006] 또한, 인광성 화합물을 이용한 발광 소자의 소자 수명과 효율을 개선하기 위해, 유기 저분자 정공 수송 물질 및 유기 저분자 전자 수송 물질을, 인광성 도펀트용의 호스트 물질로서 함유하는 발광층을 사용한 발광 소자가 개시되어 있다(특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본국 특표 2004-515895호 공보

비특허문헌

- [0008] (비특허문헌 0001) 츠즈이 테즈오 외, 「JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS」, Vol.38, L1502-L1504(1999)
 (비특허문헌 0002) 치하야 아다치 외, 「APPLIED PHYSICS LETTERS」, Vol.78, No. 11, pp.1622-1624(2001)
 (비특허문헌 0003)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 상술한 비특허문헌 1에서는, 홀 블록층으로서 BCP를 적용하였지만, 그 BCP의 안정성이 불충분하기 때문에, 소자 수명이 좋지 않다고 보고되어 있다.
- [0010] 그러나, 비특허문헌 1의 소자 구조로부터 BCP를 없애 버리면, 효율이 좋은 발광은 얻을 수 없다. 왜냐하면, 비특허문헌 1에서 발광층의 호스트 재료에 이용되는 CBP는 홀 수송성이 강하기 때문에, BCP를 홀 블록층으로서 형성하지 않으면, 홀이 전자 수송층에까지 도달해 버리기 때문이다. 또한, BCP가 발광층에서 생긴 여기 에너지(이 경우는 삼중항 여기 에너지)를 차단하는 역할을 하고 있기 때문이기도 하다. 따라서, 비특허문헌 1의 소자 구조에서는, BCP의 덕분에 고효율은 얻을 수 있지만, BCP의 영향으로 장수명의 발광 소자는 얻을 수 없다.
- [0011] 한편, 특허문헌 1에서는, 소자 수명과 효율의 개선에 대하여 보고되어 있지만, 효율의 면에서는, 인광성 화합물의 성능을 이끌어내지 못하였다. 실제로, 특허문헌 1에서는, 비특허문헌 2에서도 이용되고 있는 이리듐 착체 $[btp_2Ir(acac)]$ 를 이용하여 발광 소자를 제작하였지만, 그 효율은 0.9 cd/A~2.0 cd/A 정도이며, 비특허문헌 2에 보고된 효율에 비하면 크게 뒤떨어진다.
- [0012] 이상으로부터, 인광성 화합물의 매우 높은 발광 효율과, 장수명을 양립시키는 것은 매우 곤란하다. 따라서 현

실적으로는, 인광성 화합물을 이용한 발광 소자에 있어서는, 다소 효율을 희생하여 수명을 확보하는 것이 실정이다.

[0013] 이상으로부터, 본 발명에서는, 발광 효율이 높고, 또한, 보다 장수명의 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또한, 상술한 발광 소자를 이용하여 발광 장치를 제작함으로써, 소비 전력이 적고 보다 수명이 긴 발광 장치를 제공하는 것을 과제로 한다. 또한, 이러한 발광 장치를 전자기기에 적용함으로써, 소비 전력이 적고 보다 수명이 긴 전자기기를 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명자들은 예의 검토를 거듭한 결과, 어느 특정의 전자 트랩성이 강한 유기 금속 착체를 발광 물질로서 이용한 발광 소자에서, 발광 물질이 포함되는 발광층의 구성을 고안함으로써, 상기 과제를 해결할 수 있다는 것을 알아냈다. 보다 구체적으로는, 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체를 발광 물질로서 이용한 발광 소자에 있어서, 홀 수송성의 화합물과 전자 수송성의 화합물의 양쪽을 발광층에 함유시킴으로써, 상기 과제를 해결할 수 있다는 것을 알아냈다.

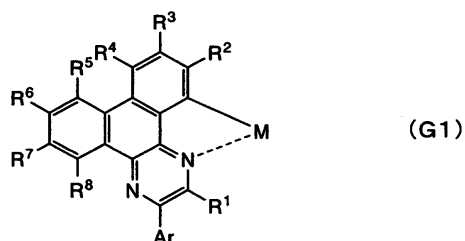
[0015] 즉, 본 발명의 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체의 배위자는 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격을 가지는 배위자이며, 상기 유기 금속 착체의 중심 금속은 제 9 족 또는 제 10 족 원소인 발광 소자이다.

[0016] 또한, 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체로서는, 특히, 2-아릴디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체가 바람직하다. 따라서, 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체의 배위자는 2-아릴디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체이며, 상기 유기 금속 착체의 중심 금속은 제 9 족 또는 제 10 족 원소인 발광 소자이다. 또한, 2-아릴디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체 중에서는 2-페닐디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체가 바람직하다.

[0017] 또한, 상술한 구성에 있어서, 상기 중심 금속으로서, 이리듐 또는 백금인 것이 발광 효율의 관점에서 바람직하다. 특히, 이리듐의 경우에는 매우 고효율을 얻을 수 있기 때문에, 이리듐이 바람직하다.

[0018] 여기서, 상술한 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격을 가지는 배위자를 이용한 유기 금속 착체는, 구체적으로는, 하기 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체이다. 즉, 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 발광 소자이다.

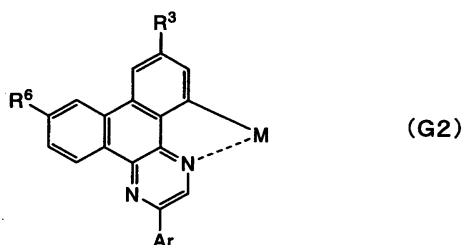
[0019] [일반식 (G1)]



[0020] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R¹은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. R²~R⁸은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 할로젠기, 또는 탄소수 1~4의 아실옥시기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R²와 R³, R³과 R⁴, R⁴와 R⁵, R⁵와 R⁶, R⁶과 R⁷, R⁷과 R⁸ 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0022] 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체로서는, 하기 일반식 (G2)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체가 바람직하다. 따라서 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G2)로 나타내는 구조를 가지는 발광 소자이다.

[0023] [일반식 (G2)]

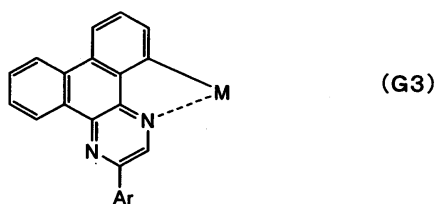


[0024]

[0025] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R³, R⁶은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 할로겐기 또는 탄소수 1~4의 아실옥시기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0026] 또한, 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체로서는, 특히, 하기 일반식 (G3)으로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체가 바람직하다. 따라서 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G3)으로 나타내는 구조를 가지는 발광 소자이다.

[0027] [일반식 (G3)]

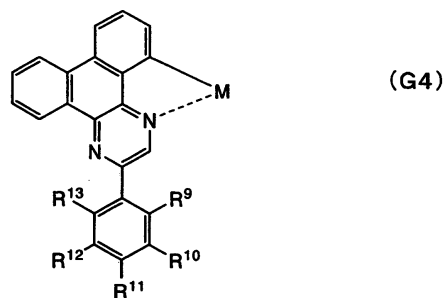


[0028]

[0029] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0030] 여기서, 상기 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체는, 특히, 하기 일반식 (G4)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체가 바람직하다. 따라서 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G4)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체인 발광 소자이다.

[0031] [일반식 (G4)]

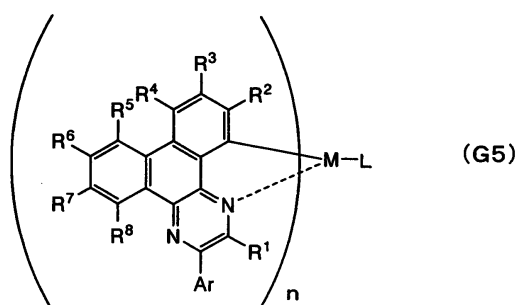


[0032]

[0033] (식 중, $R^9 \sim R^{13}$ 은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 6~12의 아릴기, 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0034] 또한, 상기 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체는, 구체적으로는, 하기 일반식 (G5)로 나타내는 유기 금속 착체이다. 따라서 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G5)로 나타내는 유기 금속 착체인 발광 소자이다.

[0035] [일반식 (G5)]

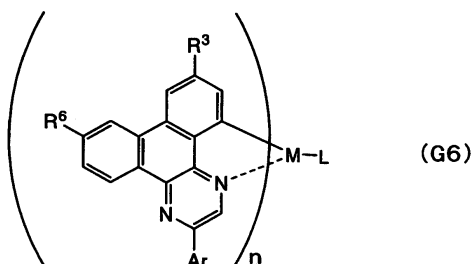


[0036]

[0037] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R^1 은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. $R^2 \sim R^8$ 은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 1~4의 아실옥시기 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R^2 와 R^3 , R^3 과 R^4 , R^4 와 R^5 , R^5 와 R^6 , R^6 과 R^7 , R^7 과 R^8 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 $n = 2$ 이며, 제 10 족 원소일 때는 $n = 1$ 이다.)

[0038] 또한, 상기 일반식 (G2)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체는, 보다 구체적으로는, 하기 일반식 (G6)으로 나타내는 유기 금속 착체이다. 따라서 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G6)으로 나타내는 유기 금속 착체인 발광 소자이다.

[0039] [일반식 (G6)]

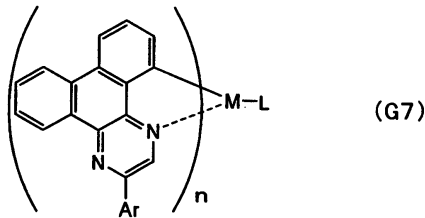


[0040]

[0041] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R^3 , R^6 은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 1~4의 아실옥시기, 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 $n = 2$ 이며, 제 10 족 원소일 때는 $n = 1$ 이다.)

[0042] 또한, 상기 일반식 (G3)으로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체는, 보다 구체적으로는, 하기 일반식 (G7)로 나타내는 유기 금속 착체이다. 따라서 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G7)로 나타내는 유기 금속 착체인 발광 소자이다.

[0043] [일반식 (G7)]

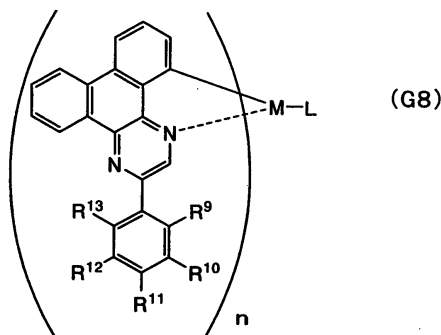


[0044]

[0045] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아틸기를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.)

[0046] 또한, 상기 일반식 (G4)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체는, 보다 구체적으로는, 하기 일반식 (G8)로 나타내는 유기 금속 착체이다. 따라서 본 발명의 다른 구성은, 제 1 전극과 제 2 전극과의 사이에 발광층을 가지고, 상기 발광층은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물과, 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 유기 금속 착체는 하기 일반식 (G8)로 나타내는 유기 금속 착체인 발광 소자이다.

[0047] [일반식 (G8)]



[0048]

[0049] (식 중, R⁹~R¹³은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 6~12의 아틸기, 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.)

[0050] 또한, 상술한 일반식 (G1)~(G8)에 있어서, 상기 M이 이리듐 또는 백금인 것이 발광 효율의 관점에서 바람직하다. 특히, 이리듐의 경우에는 매우 고효율로 발광을 얻을 수 있기 때문에, 이리듐이 바람직하다.

[0051] 또한, 상술한 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 유기 화합물은 방향족 아민 화합물 또는 카르바졸 유도체인 것이 바람직하다. 또한, 상기 제 2 유기 화합물은 복소 방향족 화합물 또는 금속 착체인 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 상기 제 1 유기 화합물은 방향족 아민 화합물 또는 카르바졸 유도체이며, 또한, 상기 제 2 유기 화합물은 복소 방향족 화합물 또는 금속 착체인 구성이다.

[0052] 여기서, 상술한 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 유기 화합물의 양 및/또는 상기 제 2 유기 화합물의 양은, 상기 유기 금속 착체보다 많은 것이 바람직하다. 즉, 제 1 유기 화합물 및/또는 상기 제 2 유기 화합물이, 상기 유기 금속 착체의 호스트로서 기능하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 상기 발광층에서의 상기 유기 금속 착체의 양이, 1 중량% 이상 10 중량% 이하가 되는 구성이다.

- [0053] 또한, 본 발명의 발광 소자에 있어서는, 상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물과의 비율도 중요하다. 따라서 본 발명의 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 유기 화합물에 대한 상기 제 2 유기 화합물의 중량비는, 1/20 이상 20 이하인 것이 바람직하다. 특히, 상기 제 1 유기 화합물에 대한 상기 제 2 유기 화합물의 중량비는, 1 이상 20 이하인 것이 바람직하다.
- [0054] 또한, 상술한 본 발명의 구성은, 상기 유기 금속 착체의 강한 전자 트랩성을 감안하여 이루어진 발명이다. 따라서, 본 발명의 발광 소자는, 상술한 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위 및 상기 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위에 비해, 상기 유기 금속 착체의 LUMO 준위는 0.2 eV 이상 깊은 것을 특징으로 한다.
- [0055] 또한, 이와 같이 하여 얻어진 본 발명의 발광 소자는, 발광 효율이 높고, 또한, 수명을 향상시킬 수 있다는 특징을 가지고 있기 때문에, 이것을 이용한 발광 장치(화상 표시 디바이스나 발광 디바이스)는, 저소비 전력이나 장수명을 실현할 수 있다. 따라서 본 발명은, 본 발명의 발광 소자를 이용한 발광 장치도 포함하는 것으로 한다. 또한, 이 발광 장치를 가지는 전자기기도 포함하는 것으로 한다.
- [0056] 본 발명의 발광 장치는, 한쌍의 전극간에 발광 물질을 포함하는 층을 가지고, 발광 물질을 포함하는 층에, 상기의 유기 금속 착체를 포함하는 발광 소자와, 발광 소자의 발광을 제어하는 제어 수단을 가지는 것을 특징으로 한다. 또한, 본 명세서 중에 있어서의 발광 장치란, 발광 소자를 이용한 화상 표시 디바이스 혹은 발광 디바이스를 포함하고, 조명 장치를 포함한다. 또한, 본 발명의 발광 장치에는, 발광 소자가 형성된 기판에 커넥터, 예를 들면, 이방 도전성 필름이나 TCP(Tape Carrier Package) 등의 TAB(Tape Automated Bonding) 테이프가 접속된 모듈이나, 또한, 그 전에 프린트 배선판이 설치된 모듈도 포함하고, 또한, 발광 소자가 형성된 기판에 COG(Chip On Glass) 방식에 의해 IC(집적회로)가 직접 실장된 모듈도 포함하는 것으로 한다.

발명의 효과

- [0057] 본 발명을 실시함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다. 특히, 발광 효율이 높고, 또한 수명이 향상된 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0058] 또한, 상술한 발광 소자를 이용하여 발광 장치를 제작함으로써, 소비 전력이 적고 수명이 긴 발광 장치를 제공할 수 있다. 또한, 그러한 발광 장치를 전자기기에 적용함으로써, 소비 전력이 적고 수명이 긴 전자기기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0059] 도 1은 본 발명의 발광 소자의 밴다이어그램을 설명한 도면.
- 도 2는 종래의 발광 소자의 밴다이어그램을 설명한 도면.
- 도 3은 본 발명의 발광 소자의 소자 구조를 설명한 도면.
- 도 4는 본 발명의 발광 소자를 이용한 조명기구에 대하여 설명한 도면.
- 도 5는 본 발명의 발광 장치를 이용한 전자기기에 대하여 설명한 도면.
- 도 6은 본 발명의 발광 소자를 이용한 발광 장치에 대하여 설명한 도면.
- 도 7은 본 발명의 발광 소자를 이용한 발광 장치에 대하여 설명한 도면.
- 도 8은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 특성을 나타낸 도면.
- 도 9는 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 특성을 나타낸 도면.
- 도 10은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.
- 도 11은 발광 소자 1 및 비교 발광 소자 2의 휘도 열화 곡선을 나타낸 도면.
- 도 12는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 특성을 나타낸 도면.
- 도 13은 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 특성을 나타낸 도면.

도 14는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

도 15는 발광 소자 3 및 비교 발광 소자 4의 휘도 열화 곡선을 나타낸 도면.

도 16은 실시예 1에서 측정된 CV 곡선을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0060] 이하에서는, 본 발명의 실시의 양태에 대하여 도면을 이용하여 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 이하의 설명에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 취지 및 그 범위로부터 벗어남이 없이 그 형태 및 상세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은, 당업자라면 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0061] [실시형태 1]
- [0062] 먼저, 본 실시형태 1에서는, 본 발명의 발광 소자의 개념에 대하여 설명한다. 또한, 본 명세서 내에서 HOMO 준위 또는 LUMO 준위가 깊다는 것은, 그 에너지 레벨이 작은 것을 의미하고, HOMO 준위 또는 LUMO 준위가 얕다는 것은, 그 에너지 레벨이 큰 것을 의미한다. 예를 들면, -2.54 eV의 LUMO 준위를 가지는 물질 A는, -2.28 eV의 LUMO 준위를 가지는 물질 B보다 LUMO 준위가 0.26 eV 깊고, -2.85 eV의 LUMO 준위를 가지는 물질 C보다 LUMO 준위가 0.31 eV 얕다고 할 수 있다.
- [0063] 본 발명자들은 근년, 발광 소자의 고성능화를 위해 인광성 화합물에 주목하여, 다종 다양한 인광성의 유기 금속 착체를 검토해 왔다. 그리고, 그 성과의 하나로서, 배위자가 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격을 가지고, 중심 금속이 제 9 족 또는 제 10 족인 유기 금속 착체(이하, 「디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체」라고 기재함)가, 지금까지 보고되어 온 인광성의 유기 금속 착체에 비해서도, 매우 고효율로 인광을 발한다는 것을 알아냈다.
- [0064] 여기서, 본 발명자들의 물성 평가에 의해, 일반적인 호스트 재료(발광층에 있어서, 발광 물질을 분산시키기 위해 이용하는 재료)에 비해, 이 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체는, 비교적 깊은 LUMO 준위를 가지고 있다는(즉, 어느 정도의 전자 트랩성을 가지고 있다는) 것을 알아냈다. 한편, 종래의 Ir(ppy)₃나 [btp₂Ir(acac)]와 같은, 피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체(이하, 「피리딘계 유기 금속 착체」라고 기재함)는, 반대로 HOMO가 얇기 때문에 홀 트랩성은 높지만, 전자는 들어가기 어려운 성질이라는 것도 알아냈다. 즉, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체와 피리딘계 유기 금속 착체는, 홀 및 전자에 대한 친화성의 관점에 있어서, 반대의 성질을 가지고 있다는 것이 판명되었다. 또한, 이 점에 대해서는 실시예 1에서 후술하기로 한다.
- [0065] 그리고 본 발명자들은, 이 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체 특유의 전자 트랩성이 발광 소자를 제작할 때에, 장점과 함께 단점을 초래한다는 것을 수많은 실험 결과로부터 알아냈다.
- [0066] 장점으로서, 종래의 피리딘계 유기 금속 착체에 비해, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체는 전자가 들어가기 쉬운 데다, 홀도 비교적 들어가기 쉽다는 점이다. 즉, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체를 발광층에서 호스트 재료 중으로 분산한 경우, 이 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체 위에서 캐리어가 직접 재결합하기 쉽다. 따라서, 호스트 재료로부터의 에너지 이동 효율에 관해서는, 그만큼 주의를 기울일 필요가 없어지므로, 고효율의 발광이 가능하다.
- [0067] 그러나, 발광층의 캐리어 밸런스의 관점에 있어서는, 이 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체에 적합한 호스트 재료의 선택이 매우 곤란하다는 단점에 직면했다. 이 문제점에 관하여, 도 2를 이용하여 설명한다.
- [0068] 도 2는, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체를 호스트 재료 중에 분산한 발광층(200)을 홀 수송층(201) 및 전자 수송층(202)으로 끼운 경우의 밴다이어그램이다. 도 2(A)에서는 이 호스트 재료로서 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물을 이용한 경우를, 도 2(B)에서는 이 호스트 재료로서 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물을 이용한 경우를, 각각 나타내고 있다.
- [0069] 먼저, 도 2(A)의 경우, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 비교적 깊은 LUMO 준위(232)에 의해, 전자는 이 LUMO 준위(232)에 트랩된다. 그리고, 전자가 만일 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위(212)에 주입되었다고 하더라도, 제 1 유기 화합물은 홀 수송성이기 때문에, 그 전자의 이동은 매우 늦다. 한편, 홀은 제 1 유기 화합물이 홀 수송성인 것에 더하여, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 HOMO 준위(231)도 그것을 저해하지 않으므로(깊은 트랩을 형성하지 않으므로), 제 1 유기 화합물의 HOMO 준위(211)를 전도하여, 전자 수송층(202)의 계

면 근방까지 용이하게 수송된다. 즉, 발광 영역은 발광층(200)과 전자 수송층(202)과의 계면이라는 매우 좁은 영역에 한정되게 된다.

[0070] 여기서, 만약 전자 수송층(202)의 홀 블록성이 낮은 경우, 각 재료의 조합에 따라서는, 도 2(A)에 나타내는 바와 같이 홀이 전자 수송층(202)에 까지 달하게 되는 경우가 있다. 그러면, 전자 수송층(202)이 발광하게 되므로, 발광 효율은 격감한다. 물론, 전자 수송층(202)으로서 홀 블록성이 높은 물질을 이용하면, 그 문제는 해소되고 고효율이 얻어진다는 것을 본 발명자들은 확인하였지만, 「발명이 해결하려는 과제」의 항에서 서술한 바와 같이, 소자 수명에는 악영향을 미친다. 또한, 발광 영역이 단지 발광층의 전자 수송층 근방이라는 좁은 장소로 한정되기 때문에, 삼중항-삼중항 소멸에 의한 고휘도측에서의 효율 저하의 염려도 있다.

[0071] 다음에, 도 2(B)의 경우, 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체가 비교적 깊은 LUMO 준위(232)에 의해, 전자는 이 LUMO 준위(232)에 트랩된다. 제 2 유기 화합물은 전자 수송성이기 때문에, 전자는 트랩되면서도, 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위(222)를 전도하여 조금씩 홀 수송층(201)측으로 이동할 수 있다. 단, 그 이동 속도는, 본래 제 2 유기 화합물이 가지고 있는 전자 이동 속도보다 늦어지게 된다. 한편, 제 2 유기 화합물이 전자 수송성이기 때문에, 그 HOMO 준위(221)는 비교적 깊고, 홀은 주입되기 어렵다. 또한, 만일, 주입되었다고 하더라도, 제 2 유기 화합물은 전자 수송성이기 때문에, 그 홀의 이동은 매우 느다. 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 HOMO 준위(231)에 홀이 주입되는 경우도 있을 수 있지만, 수송성은 부족하다. 즉, 도 2(B)의 구성에서는, 발광층(200)은 본래 전자 수송성임에도 불구하고, 트랩의 영향을 받아 전자가 이동하기 어렵고, 한편 홀은 홀 수송층(201)과 발광층(200)과의 계면에 축적되어 버리는 상태이다.

[0072] 이 경우, 홀 밀도는 발광층(200)과 홀 수송층(201)과의 계면에 있어서 매우 높고, 다른 영역에서는 매우 낮다. 한편, 전자는 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체에 트랩됨으로써 발광층(200) 전역에 퍼지지만, 그 전자 밀도 자체는 전체적으로 낮다. 즉, 홀의 분포와 전자의 분포가 밀도 및 그 분포 형상에 있어서, 완전히 다른 상태가 되어 버리는 것이다. 따라서, 홀과 전자를 균형있게 재결합시켜, 고효율을 얻는 것이 어려워진다. 또한, 이 언밸런스함은 소자 수명에도 악영향을 미친다.

[0073] 이상의 문제점을 감안하여, 본 발명자들은 이하의 점이 중요하다고 생각했다. 즉, 첫번째로는, 도 2(B)의 구성에서, 어느 정도의 양의 홀이 발광층(200)에 들어가도록 하는 것이다. 그리고 두번째로는, 도 2(B)의 구성에서, 발광층(200)에 들어간 홀이 조금씩 전자 수송층(202)을 향하여 움직이고, 조금씩 움직이는 전자와 밸런스를 맞추도록 하는 것이다. 이 두가지 점을 만족시키는 구성이, 도 1에 나타낸 바와 같은 밴다이어그램으로 대표되는 본 발명의 구성이다.

[0074] 도 1에 있어서의 발광층(100)은, 홀 수송성의 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성의 제 2 유기 화합물과, 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체를 포함하고 있다. 이 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위(132)는, 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위(112) 및 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위(122)보다 낮기 때문에, 전자는 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위(132)에 트랩된다. 단, 제 2 유기 화합물은 전자 수송성이기 때문에, 전자는 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위(132)에 트랩되면서도, 조금씩 홀 수송층(101)측으로 이동할 수 있다. 한편, 제 1 유기 화합물이 홀 수송성이며, 또한, 홀을 받기 쉬운 성질도 있기 때문에, 홀은 먼저 제 1 유기 화합물의 HOMO 준위(111)에 주입된다. 제 2 유기 화합물의 HOMO 준위(121)에는 주입되기 어렵다. 이 때, 제 1 유기 화합물의 양을 조절하는 것에 의해, 주입된 홀의 이동 속도를 조절할 수 있기 때문에, 전자 수송층(102)측으로부터 오는 전자의 이동 속도와 맞출 수 있다. 즉, 발광층(100) 내에서, 홀과 전자의 밸런스를 잘 맞출 수 있는 것이다. 그리고, 홀은 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 HOMO 준위(131)에 주입되고, 트랩된 전자와 재결합하여 발광을 얻을 수 있다.

[0075] 이러한 고안에 의해, 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 발광 효율이 높다는 포텐셜을 최대한으로 살릴 수 있는 것을 본 발명자들은 알아낸 것이다. 그리고, 놀랍게도, 도 1의 본 발명의 구성은, 도 2의 구성에 비해, 수배에서, 경우에 따라서는 수십배의 장수명화를 달성할 수 있다는 것을 알아냈다. 도 2(A)는 제 1 유기 화합물을, 도 2(B)는 제 2 유기 화합물을, 각각 호스트에 이용하고 있는 것에 대하여, 도 1은 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 2 종류를 호스트에 이용하고 있다는 정도의 차이이다. 그럼에도 불구하고, 이렇게까지 현저하고 장수명화된다는 현상은, 통상 볼 수 있는 것은 아니고, 본 발명자들이 놀라워 하는 점이다.

[0076] 또한, 특허문헌 1에 있어서도, 발광층을 혼합층으로 함으로써 장수명화할 수 있었다고 생각되지만, 기껏해야 2배 정도의 개선이며, 본 발명 정도의 수명 개선 효과는 얻어지지 않았다. 특허문헌 1에 따르면, 혼합층의 적용에 의해, 유기 물질의 분해를 유도할 수 있는 전하의 축적을 저감할 수 있다고 생각된다. 그러나, 본 발명과 같이, 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 전자 트랩성에 유래하는 캐리어 밸런스의 문제점에 대해서는,

어떠한 언급도 되어 있지 않다. 즉, 이용하는 유기 금속 착체가 특허문헌 1과 본 발명과 상이하기 때문에, 호스트 재료를 2 종류 이용하는 경우의 원리·효과도 상이하고, 그것이 수명 개선 효과의 차이로 나타나는 것이라고 생각된다. 또한, 특허문헌 1에 이용하는 인광성 화합물은, 포르피린 착체인 PtOEP와, 피리딘계 유기 금속 착체인 [bt_pIr(acac)]이며, 양쪽 모두 전자 트랩성이 낮고, 홀 트랩성이 강하다. 즉, 본원의 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체와 성질이 반대이다.

[0077] 이상에서는, 밴다이어그램을 바탕으로, 본 발명의 개념과 효과를 설명했다. 이하에서는, 보다 구체적인 구성에 대하여 설명한다.

[0078] [실시형태 2]

[0079] 본 실시형태 2에서는, 본 발명의 발광 소자의 구성에 대하여, 구체적인 재료를 열거하면서 설명한다. 소자 구성을 도 3에 나타낸다.

[0080] 도 3은, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(301)과 음극으로서 기능하는 제 2 전극(302)의 사이에, 발광층(313)을 가지고, 발광층(313)은 홀 수송성을 가지는 제 1 유기 화합물(321)과 전자 수송성을 가지는 제 2 유기 화합물(322)과, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체(323)를 포함하는 본 발명의 발광 소자이다. 이하에서는 우선, 발광층(313)의 구성에 대하여 설명한다.

[0081] 발광층(313)에 있어서, 제 1 유기 화합물(321)은, 홀 수송성을 가지는 화합물이다. 구체적으로는, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB), 4,4'-비스[N-(9-페난트릴)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: PPB), 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DFLDPBi), 4,4',4''-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: m-MTDATA), 4,4',4''-트리(N-카르바졸릴)트리페닐아민(약칭: TCTA), 1,1-비스[4-(디페닐아미노)페닐]시클로hex산(약칭: TPAC), 9,9-비스[4-(디페닐아미노)페닐]플루오렌(약칭: TPAF), 4-(9-카르바졸릴)-4'-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)트리페닐아민(약칭: YGA011), N-[4-(9-카르바졸릴)페닐]-N-페닐-9,9-디메틸플루오렌-2-아민(약칭: YGAF) 등의 방향족 아민 화합물이나, 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3-비스(N-카르바졸릴)벤젠(약칭: mCP), 1,3,5-트리스(N-카르바졸릴)벤젠(약칭: TCzB) 등의 카르바졸 유도체를 이용할 수 있다. 방향족 아민 화합물로서는, 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA) 등의 고분자 화합물을 이용할 수도 있다. 또한, 카르바졸 유도체로서는, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭: PVK) 등의 고분자 화합물을 이용할 수도 있다. 또한, 상술한 제 1 유기 화합물(321)의 삼중항 여기 에너지는, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체(323)의 그것보다 큰 것이 바람직하다.

[0082] 한편, 제 2 유기 화합물(322)은, 전자 수송성을 가지는 화합물이다. 구체적으로는, 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]카르바졸(약칭: CO11), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트리일)트리스(1-페닐-1H-벤조이미다졸)(약칭: TPBI), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약칭: p-EtTAZ), 9,9',9''-[1,3,5-트리아진-2,4,6-트리일]트리카르바졸(약칭: TCzTRZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트리일)트리스(6,7-디메틸-3-페닐퀴녹살린)(약칭: TriMeQn), 9,9'-(퀴녹살린-2,3-디일디-4,1-페닐렌)디(9H-카르바졸)(약칭: CzQn), 3,3',6,6'-테트라페닐-9,9'-(퀴녹살린-2,3-디일디-4,1-페닐렌)디(9H-카르바졸)(약칭: DCzPQ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등의 복소 방향족 화합물이나, 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 트리스[2-(2-하이드록시페닐)-5-페닐-1,3,4-옥사디아졸라토]알루미늄(III)(약칭: Al(OXD)₃), 트리스(2-하이드록시페닐-1-페닐-1H-벤조이미다졸라토)알루미늄(III)(약칭: Al(BIZ)₃), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(II)(약칭: Zn(BTZ)₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤즈옥사졸라토]아연(II)(약칭: Zn(PBO)₂) 등의 금속 착체를 이용할 수 있다. 복소 방향족 화합물로서는, 폴리(2,5-피리딘-디일)(약칭: PPy)와 같은 고분자 화합물을 이용할 수도 있다. 또한, 금속 착체로서는, 하기 참고 문헌에 개시되어 있는 바와 같은 금속 착체 고분자 화합물을 이용할 수도 있다(참고 문헌: X. T. TAO 외 5명, Applied Physics Letters, Vol.70, No.12, 1503-1505(1997)). 또한, 상술한 제 2 유기 화합물(322)의 삼중항 여기 에너지는, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체(323)의 그것보다 큰 것이 바람직하다.

- [0083] 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체(323)는, 그 배위자가 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격을 가지는 배위자이며, 또한, 중심 금속이 제 9 족(Co, Rh, Ir) 또는 제 10 족(Ni, Pd, Pt) 원소인 유기 금속 착체이다. 또한, 이 유기 금속 착체는, 인광을 발광할 수 있는 성질을 가진다. 이 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 보다 구체적인 구조에 대해서는, 실시형태 3에서 후술한다.
- [0084] 이상에 설명한 바와 같은 제 1 유기 화합물, 제 2 유기 화합물, 및 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체를 적절히 조합함으로써, 본 발명의 발광 소자에 있어서의 발광층이 구성된다. 단, 발광층은 다른 물질을 더 포함하고 있어도 좋다.
- [0085] 여기서, 이 발광층에 있어서, 적어도 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 어느 한쪽이 호스트 재료가 되고, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체가 게스트 재료가 되는 구성이 바람직하다. 이것은, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 농도 소광을 방지하기 위함이다. 또한, 발광층에 있어서의 캐리어 밸런스를 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물로 조절하기 위함이다.
- [0086] 따라서, 본 발명의 발광 소자에 있어서는, 제 1 유기 화합물 및/또는 제 2 유기 화합물의 양은, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체보다 많은 것이 바람직하다. 구체적으로는, 체적분율 또는 질량분율이 많은 것이 바람직하다. 또한, 농도 소광 방지의 관점에서는, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 발광층에 있어서의 비율이, 1 중량% 이상 10 중량% 이하인 것이 바람직하다.
- [0087] 또한, 발광층에 있어서, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물과의 중량비는, 제 1 유기 화합물 : 제 2 유기 화합물 = 1 : 20~20 : 1의 범위가 바람직하다. 즉, 제 1 유기 화합물에 대한 제 2 유기 화합물의 중량비가, 1/20 이상 20 이하로 되어 있는 것이 바람직하다. 이 범위 외의 경우, 앞에 설명한 도 2(A) 또는 도 2(B)의 상태와 실질적으로 동일하게 될 가능성이 있기 때문이다.
- [0088] 또한, 본 발명자들은, 발광층에 있어서, 홀 수송성의 제 1 유기 화합물에 비해, 전자 수송성의 제 2 유기 화합물이 동량 존재하거나, 혹은 많은 구성이 특히 효과적이라는 것을 알아냈다. 이것은, 일반적인 유기 화합물에 있어서, 홀 이동도가 전자 이동도보다 높은 것에 기인한다고 생각된다. 따라서 본 발명에서는, 제 1 유기 화합물에 대한 제 2 유기 화합물의 중량비가 1 이상 20 이하인 것이 더욱 바람직하다. 특히 수명에 대한 효과가 현저한 것은, 5 이상 20 이하이다.
- [0089] 또한, 본 발명에 이용하는 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 전자 트랩성이지만, 구체적으로는, 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위 및 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위에 비해, 0.2 eV 이상 깊은 경우가 많다. 그리고, 그러한 경우에 수명 개선 효과 및 효율 개선 효과가 현저하기 때문에, 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위 및 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위에 비해, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위가 0.2 eV 이상 깊은 것도, 본 발명의 특징의 하나가 된다.
- [0090] 다음에, 발광층(313) 이외의 층에 대하여 설명한다. 홀 수송층(312) 및 홀 주입층(311)은 반드시 필요한 것은 아니고, 적절히 형성하면 좋다. 이들 층을 구성하는 구체적인 재료로서는, 홀 수송성 화합물이 바람직하고, 상술한 NPB, PPB, TPD, DFLDPBi, TDATA, m-MTDATA, TCTA, TPAC, TPAF, YGA011, YGAF, CBP, mCP, TCzB, PVTPA, PVK 등을 이용할 수 있다.
- [0091] 또한, 본 발명의 발광층(313)은, 실시형태 1에 설명한 바와 같이 캐리어 밸런스가 좋기 때문에, 발광 영역이 발광층(313)과 홀 수송층(312) 혹은 홀 주입층(311)과의 계면에 치우치는 일이 없다. 따라서, 발광층(313)과 접하는 홀 수송층(312) 혹은 홀 주입층(311)에, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체(323)보다 삼중항 여기 에너지가 낮은 물질을 적용했다고 하더라도, 그것이 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체(323)에 대한 소광제(quencher)가 되기 어렵고, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제작할 수 있는 구성으로 되어 있다. 이것으로부터, 홀 수송층(312) 혹은 홀 주입층(311)을 구성하는 재료로서, 9,10-비스[4-(디페닐아미노)페닐]안트라센(약칭: TPA2A), 2-tert-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA)과 같이, 삼중항 여기 에너지가 낮은 안트라센 유도체도 이용할 수 있다.
- [0092] 또한, 상술한 홀 수송성 화합물과 전자 수용체를 혼합하여 홀 수송층(312)이나 홀 주입층을 형성해도 좋다. 전자 수용체로서는, 클로라닐이나 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭: F₄-TCNQ)과 같은 유기 화합물 외에, 산화몰리브덴, 산화바나듐, 산화레늄 등의 전이 금속 산화물을 이용할 수 있다. 또한, 특히, 홀 주입층(311)으로서, 구리 프탈로시아닌, 바나듐 프탈로시아닌, 플루오로카본과 같은 유기 화합물이나, 산화몰리브덴, 산화루테튬, 산화알루미늄과 같은 무기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, 홀 주입층(311)은, 2층 이상의 층을 적층하여 형성된 다층 구조이어도 좋다. 또한, 홀 주입층(311) 및 홀 수송층(312)은 2종류 이

상의 물질을 혼합하여 형성해도 좋다.

- [0093] 전자 수송층(314) 및 전자 주입층(315)은, 반드시 필요하지 않고, 적절히 형성하면 좋다. 이들 층을 구성하는 구체적인 재료로서는, 전자 수송성 화합물이 바람직하고, 상술한 C011, OXD-7, PBD, TPBI, TAZ, p-EtTAZ, TCzTRZ, TriMeQn, CzQn, DCzPQ, BPhen, BCP, BA1q, Al(OXD)₃, Al(BIZ)₃, Zn(BTZ)₂, Zn(PBO)₂, PPy 등을 이용할 수 있다.
- [0094] 또한, 본 발명의 발광층(313)은, 실시형태 1에 설명한 바와 같이 캐리어 밸런스가 좋기 때문에, 발광 영역이 발광층(313)과 전자 수송층(314) 또는 전자 주입층(315)과의 계면에 치우치는 일이 없다. 따라서, 발광층(313)과 접하는 전자 수송층(314) 혹은 전자 주입층(315)에, 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체(323)보다 삼중항 여기 에너지가 낮은 물질을 적용했다고 하더라도, 그것이 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체(323)에 대한 소광제가 되기 어렵고, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제작할 수 있는 구성으로 되어 있다. 이것으로부터, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Alq₃), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂)와 같이, 삼중항 여기 에너지가 낮은 물질도 전자 수송층(314) 및 전자 주입층(315)의 재료로서 이용할 수 있다(예를 들면, Alq₃의 인광 스펙트럼은, 심적색의 650~700 nm 정도인 것이 보고되어 있다).
- [0095] 또한, 상술한 전자 수송성 화합물과 전자 공여체를 혼합하여 전자 수송층(314)이나 전자 주입층(315)을 형성해도 좋고, 전자 공여체로서는, 테트라티아폴발렌, 테트라티아나프타센과 같은 유기 화합물 외에, 리튬, 세슘 등의 알칼리 금속, 마그네슘, 칼슘 등의 알칼리토류 금속, 에르븀, 이테르븀 등의 희토류 금속이나, 그들 금속의 산화물을 이용할 수 있다. 또한, 특히, 전자 주입층(315)으로서, 산화리튬, 불화리튬, 불화칼슘, 불화에르븀 등의 알칼리 금속 화합물 또는 알칼리토류 금속 화합물 또는 희토류 금속 화합물을 단독으로 이용할 수 있다. 또한, 전자 주입층(315)은, 2층 이상의 층을 적층하여 형성된 다층 구조이어도 좋다. 또한, 전자 수송층(314) 및 전자 주입층(315)은 2종류 이상의 물질을 혼합하여 형성해도 좋다.
- [0096] 제 1 전극(301)에 대하여 특별히 한정은 없지만, 본 실시형태 2와 같이, 양극으로서 기능할 때는 일 함수가 큰 물질로 형성되어 있는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 인듐 주석 산화물(ITO), 또는 산화규소를 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO), 2~20 wt%의 산화아연을 포함하는 산화인듐(IZO)과 같은 투광성이 높은 물질 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd) 등을 이용할 수 있다. 또한, 제 1 전극(301)은, 예를 들면 스퍼터법이나 증착법 등을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0097] 또한, 제 2 전극(302)에 대하여 특별히 한정은 없지만, 본 실시형태 2와 같이, 음극으로서 기능할 때는 일 함수가 작은 물질로 형성되어 있는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 알루미늄(Al)이나 인듐(In) 외에, 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 마그네슘(Mg)이나 칼슘(Ca) 등의 알칼리토류 금속, 에르븀(Er)이나 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속을 이용할 수 있다. 또한, 알루미늄-리튬 합금(AlLi)이나 마그네슘-은 합금(MgAg)과 같은 합금을 이용할 수도 있다. 또한, 전자 수송성 화합물과 전자 공여체를 혼합하여 전자 주입층(315)을 형성한 경우, ITO, ITSO, IZO와 같이, 일 함수는 높지만 투광성이 높은 물질을 이용할 수도 있다. 또한, 제 2 전극(302)은, 예를 들면 스퍼터법이나 증착법 등을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0098] 또한, 발광한 광을 외부로 취출하기 위해, 제 1 전극(301)과 제 2 전극(302) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두는, 상술한 ITO, ITSO, IZO 등의 투광성이 높은 물질로 이루어지는 전극인 것이 바람직하다. 혹은, 가시광선을 투과할 수 있도록, 수~수십 nm의 두께로 형성된 전극인 것이 바람직하다.
- [0099] 이상에 설명한 본 발명의 발광 소자에 있어서, 홀 주입층(311), 홀 수송층(312), 발광층(313), 전자 수송층(314), 전자 주입층(315)은 각각, 증착법, 또는 잉크젯법, 또는 도포법 등 어느 방법으로 형성해도 상관없다. 또한, 제 1 전극(301) 또는 제 2 전극(302)에 대해서도, 스퍼터링법, 증착법 등, 잉크젯법, 또는 도포법 등 어느 방법을 이용하여 형성해도 상관없다.
- [0100] 또한, 이상에 설명한 본 발명의 발광 소자는, 탠덤 구조의 발광 소자(멀티포톤 소자라고도 불림)에 적용해도 좋다.
- [0101] [실시형태 3]

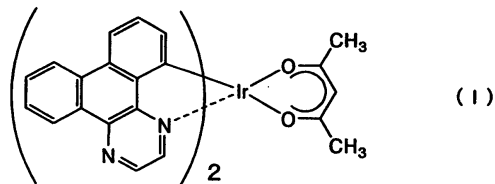
[0102] 본 실시형태에서는, 본 발명의 발광 소자에 이용할 수 있는 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체에 대하여, 구체적으로 예시한다.

[0103] 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체는, 그 배위자가 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격을 가지는 배위자이며, 또한, 중심 금속이 제 9 족(Co, Rh, Ir) 또는 제 10 족(Ni, Pd, Pt) 원소인 유기 금속 착체이다. 또한, 이 유기 금속 착체는, 인광을 발광할 수 있는 성질을 가지고 있으면 좋다.

[0104] 제 9 족이나 제 10 족의 유기 금속 착체는, MLCT(Metal to Ligand Charge Transfer) 천이를 나타내는 것이 많다. 특히, 인광성 화합물에 있어서는, 삼중항 MLCT 천이가 자주 관찰된다. 여기서, MLCT 천이를 나타내는 유기 금속 착체의 LUMO 준위는, 배위자의 LUMO 준위의 서열로 결정되기 때문에, LUMO 준위가 높은 배위자를 이용하면 이 유기 금속 착체의 LUMO 준위도 높아지고, LUMO 준위가 낮은 배위자를 이용하면 이 유기 금속 착체의 LUMO 준위도 낮아진다. 그리고, 디벤조[f,h]퀴녹살린은 피리딘에 비해, LUMO 준위가 낮기 때문에, 본 발명에 이용하는 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체는 종래의 피리딘계 유기 금속 착체에 비해, LUMO 준위가 낮은(즉 전자 트랩성이 높다) 성질을 나타낸다.

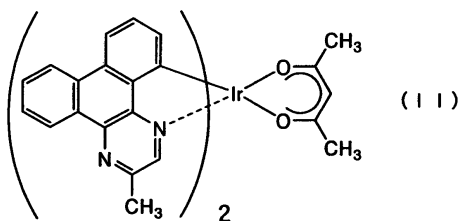
[0105] 본 발명에 이용하는 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체의 배위자는, 디벤조[f,h]퀴녹살린 골격을 가지고 있으면 좋고, 디벤조[f,h]퀴녹살린 유도체가 오르토 메탈화한 유기 금속 착체로서는, 예를 들면 하기 구조식 (I) 이나 구조식 (II)로 나타내는 유기 금속 착체를 들 수 있다.

[0106] [구조식 (I)]



[0107]

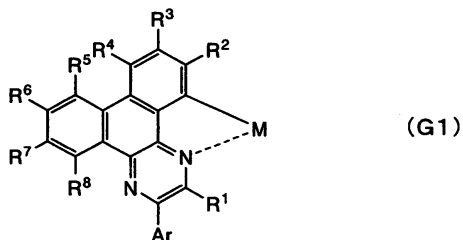
[0108] [구조식 (II)]



[0109]

[0110] 또한, 보다 바람직하게는 하기 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체를 들 수 있다. 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체는, 색순도가 높고, 고효율인 적색 발광을 나타낸다.

[0111] [일반식 (G1)]



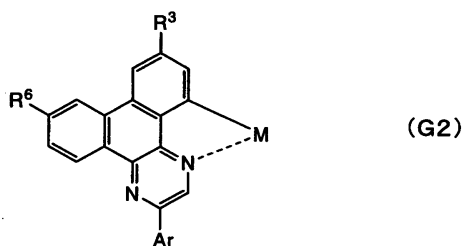
[0112]

[0113] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R¹은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. R²~R⁸은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 1~4의 아실콕시기 또는 할로겐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또

는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R^2 와 R^3 , R^3 과 R^4 , R^4 와 R^5 , R^5 와 R^6 , R^6 과 R^7 , R^7 과 R^8 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0114] 일반식 (G1)에 있어서, R^1 이 수소인 경우, 배위자인 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체는 입체 장애가 작아지기 때문에 금속 이온에 오르토 메탈화하기 쉽고, 합성의 수율의 관점에서 바람직하다. 또한, 합성상 용이하다는 점에서, R^2 , R^4 , R^5 , R^7 , R^8 은 수소가 바람직하다. 이러한 유기 금속 착체로서는, 하기 일반식 (G2)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체를 들 수 있다.

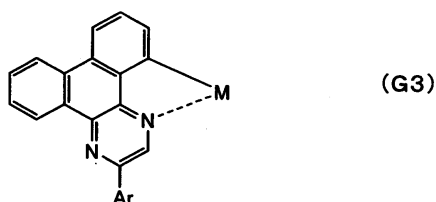
[0115] [일반식 (G2)]



[0116] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R^3 , R^6 은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 1~4의 아실옥시기, 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0117] 또한, 일반식 (G2)에 있어서, R^3 , R^6 이 수소라면 더욱 합성이 용이해지기 때문에 바람직하다. 이러한 유기 금속 착체로서는 하기 일반식 (G3)으로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체를 들 수 있다.

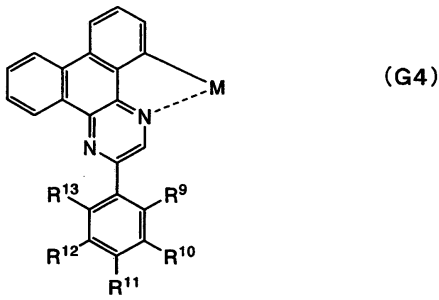
[0118] [일반식 (G3)]



[0119] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0120] 또한, 일반식 (G3)에 있어서, Ar을 치환 또는 무치환의 페닐기로 함으로써 색순도가 좋고, 또한, 시감 효율도 높은 적색 발광을 얻을 수 있다. 이러한 유기 금속 착체를 이용하는 것에 의해 보다 발광 효율이 높은 발광 소자를 얻을 수 있다. 이러한 유기 금속 착체로서는, 하기 일반식 (G4)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체를 들 수 있다.

[0123] [일반식 (G4)]



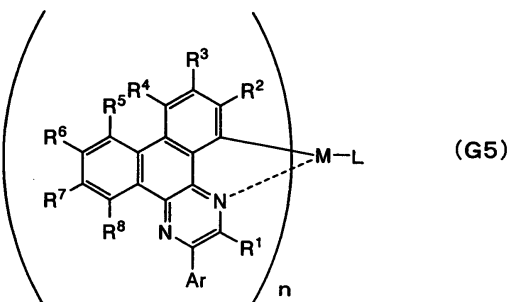
[0124]

[0125] (식 중, $R^9 \sim R^{13}$ 은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 6~12의 아릴기, 또는 할로겐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0126] 또한, 일반식 (G4)에 있어서, $R^9 \sim R^{13}$ 은 수소가 바람직하다. 이러한 구성을 취함으로써, NTSC(National Television Standards Committee)에 의해 정해진 적색의 색도(즉, $(x, y) = (0.67, 0.33)$) 부근의 적색 발광을 얻을 수 있다.

[0127] 또한, 상술한 일반식 (G1)~(G3)으로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체는, 구체적으로는, 하기 일반식 (G5)~(G8)로 나타내는 바와 같은, 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체 이외의 배위자(L)도 가지는 혼합 배위자형의 유기 금속 착체인 것이 바람직하다. 이것은, 합성상 용이하기 때문이다.

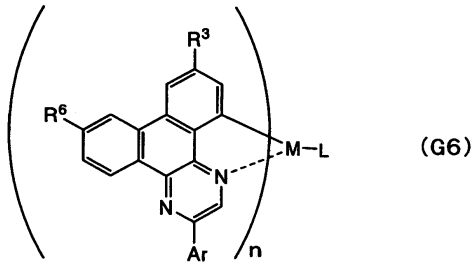
[0128] [일반식 (G5)]



[0129]

[0130] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R^1 은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. $R^2 \sim R^8$ 은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 1~4의 아실옥시기 또는 할로겐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R^2 와 R^3 , R^3 과 R^4 , R^4 와 R^5 , R^5 와 R^6 , R^6 과 R^7 , R^7 과 R^8 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 $n = 2$ 이며, 제 10 족 원소일 때는 $n = 1$ 이다.)

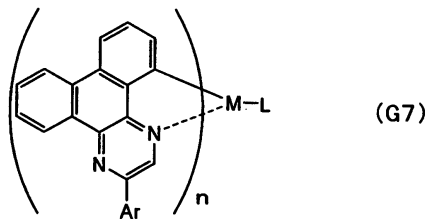
[0131] [일반식 (G6)]



[0132]

[0133] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R³, R⁶은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 1~4의 아실옥시기, 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.)

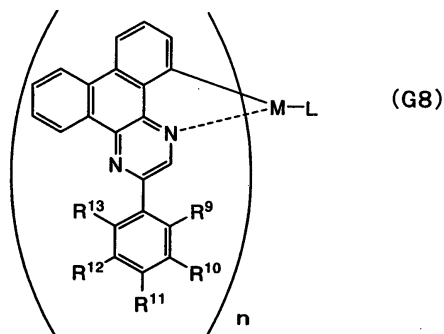
[0134] [일반식 (G7)]



[0135]

[0136] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.)

[0137] [일반식 (G8)]



[0138]

[0139] (식 중, R⁹~R¹³은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 6~12의 아릴기, 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.)

[0140] 또한, 일반식 (G8)에 있어서, R⁹~R¹³은 수소가 바람직하다. 이러한 구성을 취함으로써, NTSC(National Television Standards Committee)에 의해 정해진 적색의 색도(즉, (x, y) = (0.67, 0.33)) 부근의 적색 발광을 얻을 수 있다.

[0141] 또한, 상술한 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 중심 금속으로서, 중원자 효과의 관점에서 이리듐 또

는 백금이 바람직하다. 특히 이리듐의 경우에는, 현저한 중원자 효과가 얻어지기 때문에 매우 고효율일 뿐만 아니라, 화학적으로도 안정적이기 때문에 바람직하다.

[0142] 다음에, 상술한 일반식 (G1)~(G8)에 있어서의 아릴기(Ar), 각 치환기(R¹~R¹³), 모노아니온성의 배위자(L)에 대하여, 보다 상세하게 설명한다.

[0143] 먼저, 아릴기(Ar)로서는, 탄소수가 6~25의 아릴기를 이용하는 것이 바람직하고, 아릴기(Ar)의 구체예로서는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 스피로플루오렌-2-일기, 9,9-디메틸플루오렌-2-일기와 같은 9,9-디알킬플루오렌-2-일기 등을 적용할 수 있다. 특히, 아릴기를 치환 또는 무치환의 페닐기로 함으로써, 색순도가 좋고, 또한, 시감 효율도 높은 적색 발광을 얻을 수 있다. 이 페닐기가 치환기를 가지는 경우, 그 치환기로서 보다 구체적으로는, 메틸기, 에틸기, 이소프로필기, tert-부틸기 등의 알킬기나, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로폭시기, tert-부톡시기 등의 알콕시기나, 페닐기, 4-비페닐기 등의 아릴기나, 플루오로기 등의 할로젠기나, 트리플루오로 메틸기를 들 수 있다.

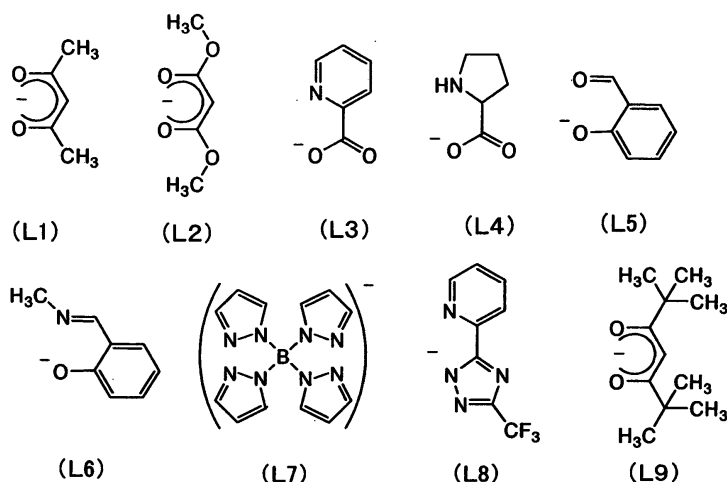
[0144] 다음에, 치환기(R¹)의 구체예로서는, 메틸기, 에틸기, 이소프로필기, tert-부틸기 등의 알킬기, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로폭시기, tert-부톡시기 등의 알콕시기를 들 수 있다. 단, R¹이 수소인 경우, 배위자 부분(P)이 입체 장애가 작아지기 때문에 금속 이온에 오르토 메탈화하기 쉽고, 합성의 수율의 관점에서 바람직하다.

[0145] 치환기(R²~R⁸)의 구체예로서는, 수소나, 메틸기, 에틸기, 이소프로필기, tert-부틸기 등의 알킬기나, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로폭시기, tert-부톡시기 등의 알콕시기나, 아세톡시기 등의 아실옥시기나, 플루오로기 등의 할로젠기를 들 수 있다. 또한, R⁴와 R⁵가 서로 결합하여, 고리를 형성했을 때에, 구체예로서는, 메틸렌기를 들 수 있다. 또한, R³과 R⁴, R⁵와 R⁶이 각각 서로 결합하여, 고리를 형성했을 때에, 구체예로서는, 메틸렌디옥시기 등을 들 수 있다.

[0146] 치환기(R⁹~R¹³)의 구체예로서는, 수소, 메틸기, 에틸기, 이소프로필기, tert-부틸기 등의 알킬기나, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로폭시기, tert-부톡시기 등의 알콕시기나, 페닐기, 나프틸기 등의 아릴기나, 플루오로기, 등의 할로젠기를 들 수 있다.

[0147] 다음에, 모노아니온성의 배위자(L)에 대하여 설명한다. 모노아니온성의 배위자(L)는, 베타디케톤 구조를 가지는 모노아니온성의 2좌 킬레이트 배위자, 또는 카르복실기를 가지는 모노아니온성의 2좌 킬레이트 배위자, 또는 페놀성 수산기를 가지는 모노아니온성의 2좌 킬레이트 배위자, 또는 2개의 배위자 원소가 모두 질소인 모노아니온성의 2좌 킬레이트 배위자의 어느 한쪽이 배위 능력이 높아 바람직하다. 보다 구체적으로는, 이하의 구조식 (L1)~(L9)에 나타내는 모노아니온성의 배위자를 들 수 있지만, 이것들에 한정되는 것은 아니다.

[0148] [구조식 (L1)~구조식 (L9)]

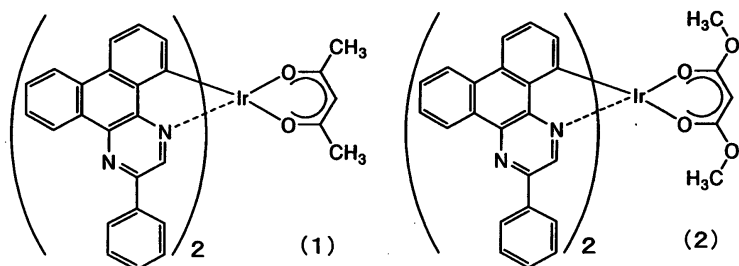


[0149] [0150] 이상에 설명한 바와 같은 형태에 의해, 본 발명에 이용할 수 있는 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체는 구

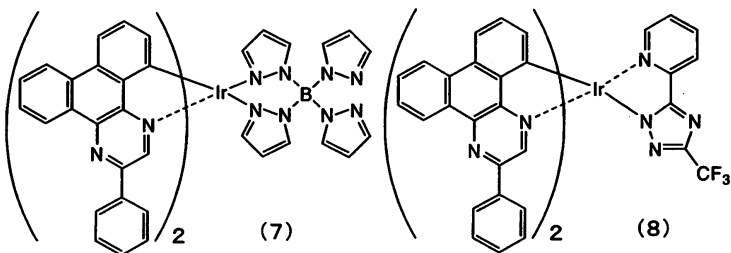
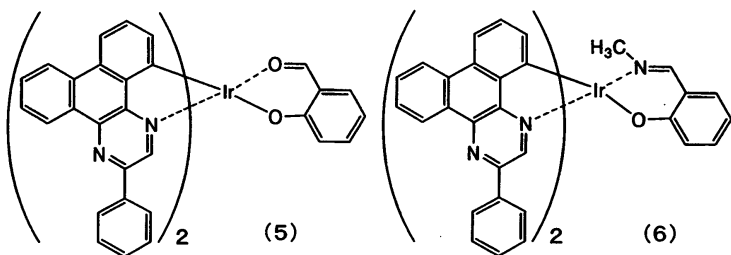
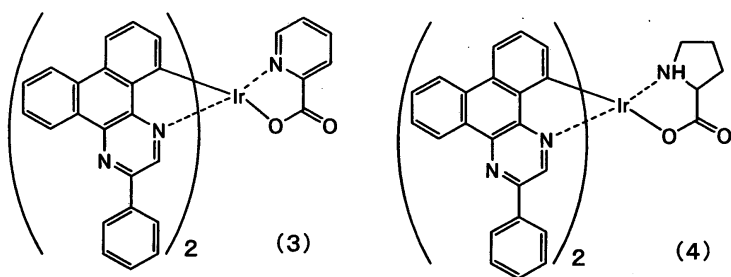
성되지만, 이하에서는, 그 구체적인 구조식을 열거한다(하기 구조식 (1)~구조식 (56)). 단, 본 발명에서 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체는 이것들에 한정되는 것은 아니다.

[0151]

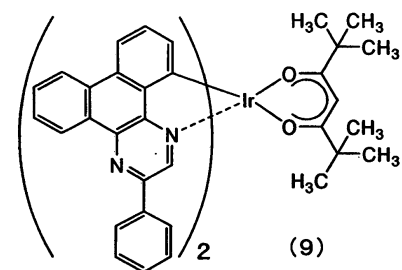
[구조식 (1)]~[구조식 (56)]



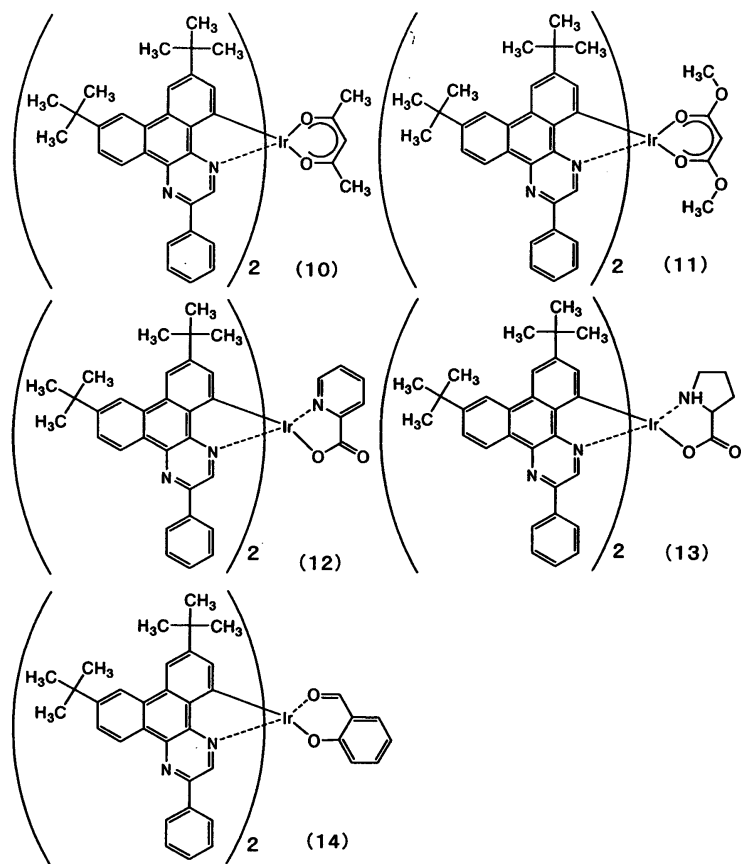
[0152]



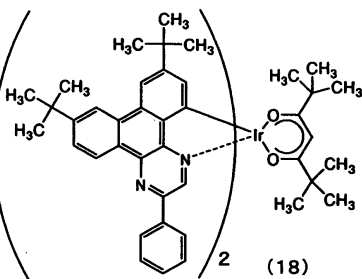
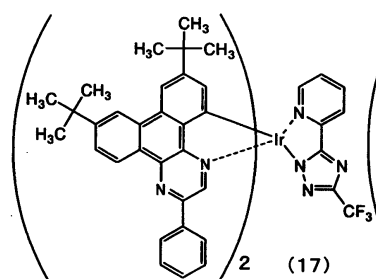
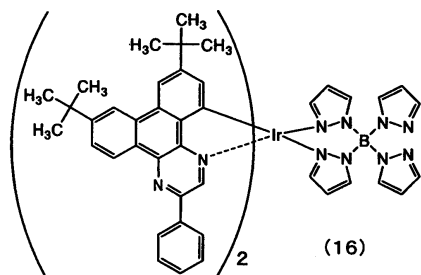
[0153]



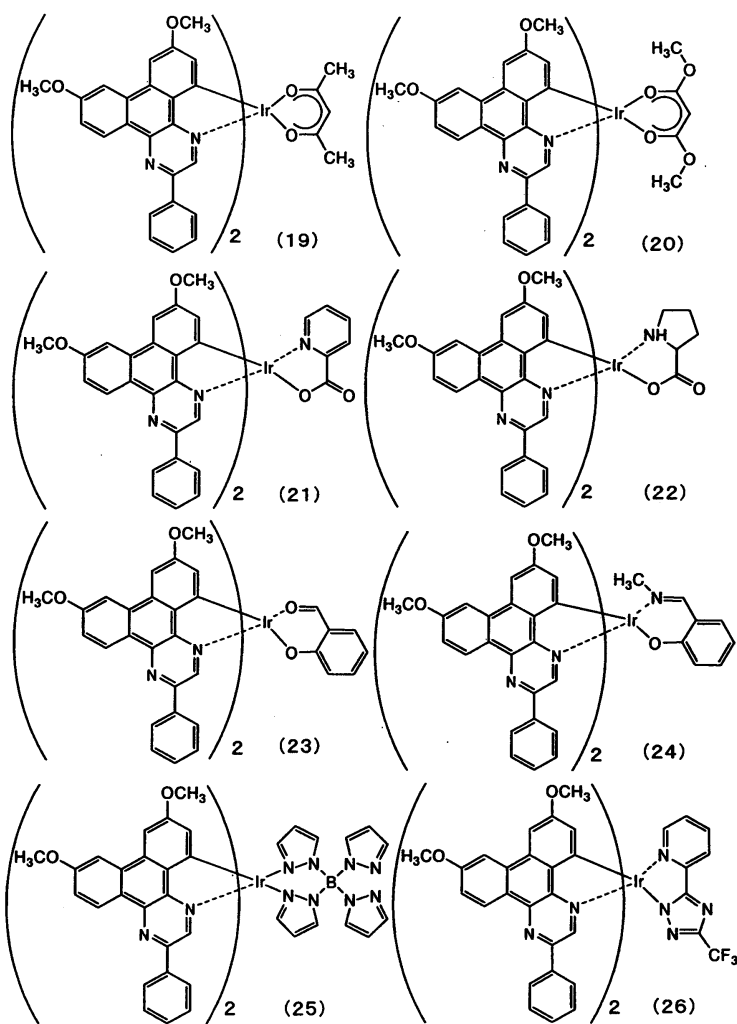
[0154]



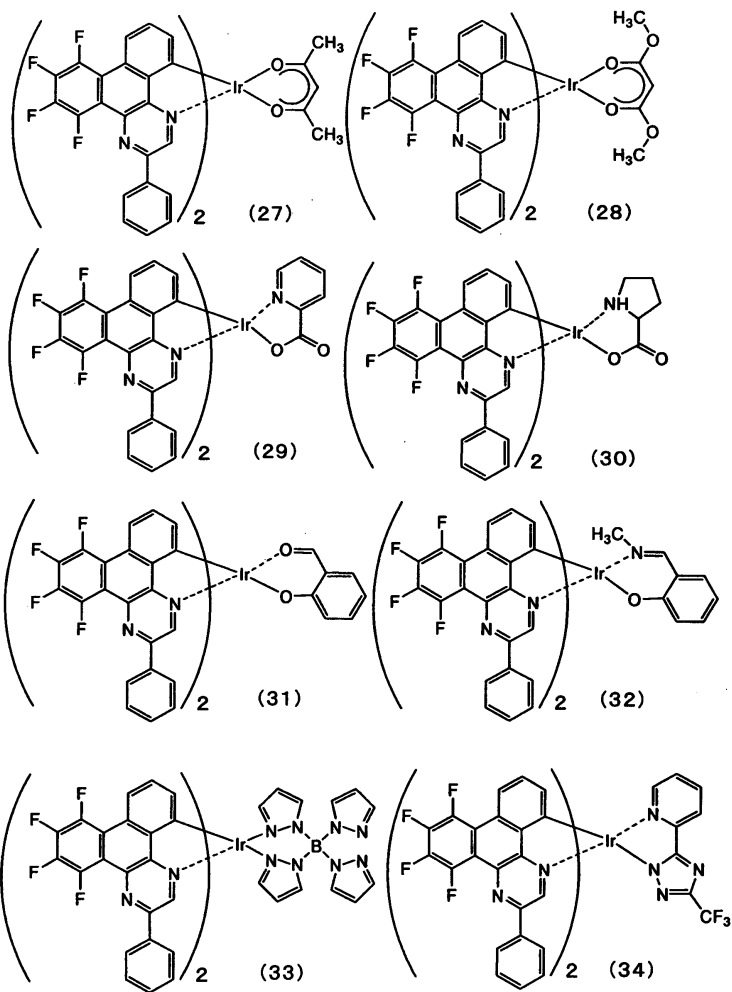
[0155]



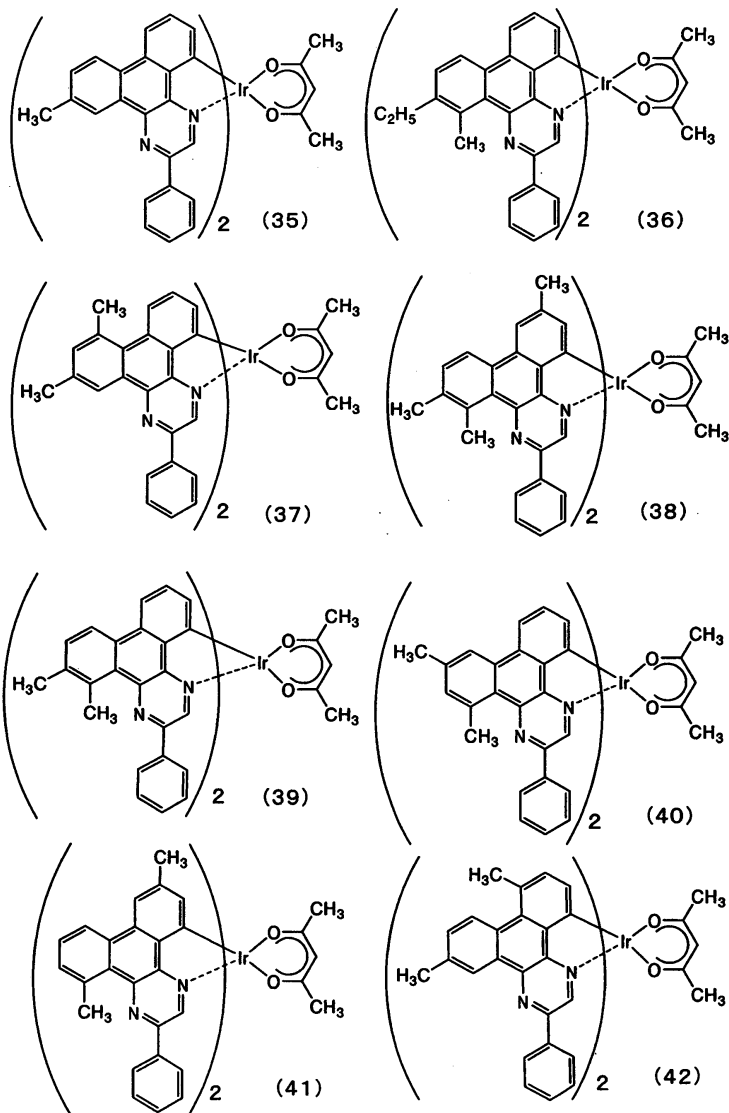
[0156]



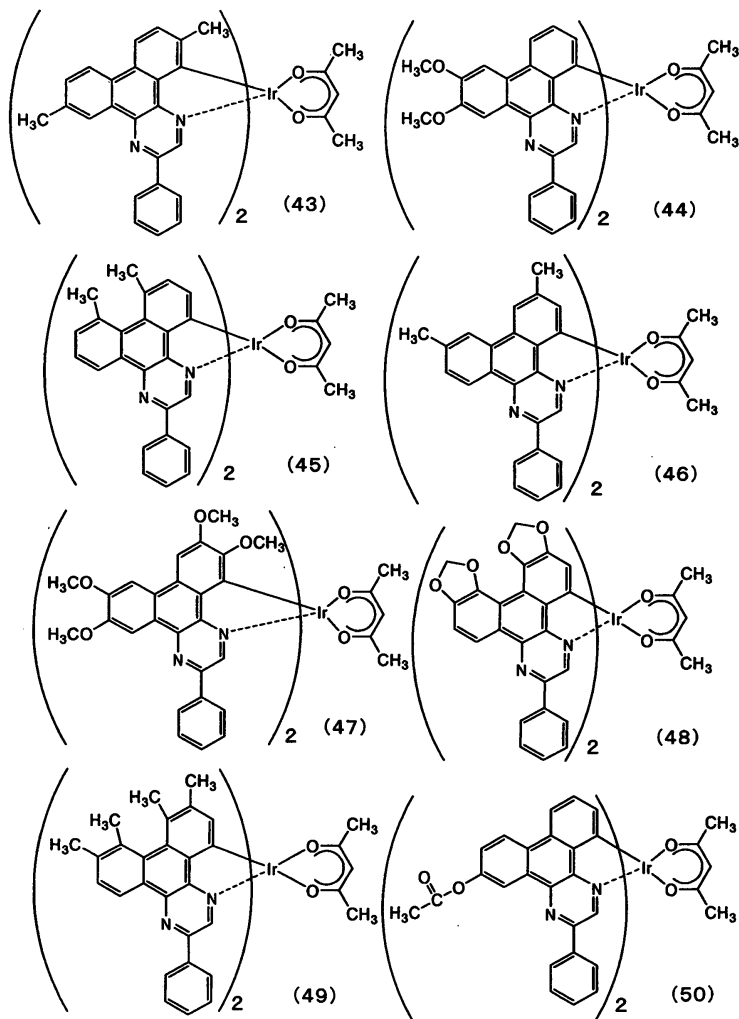
[0157]



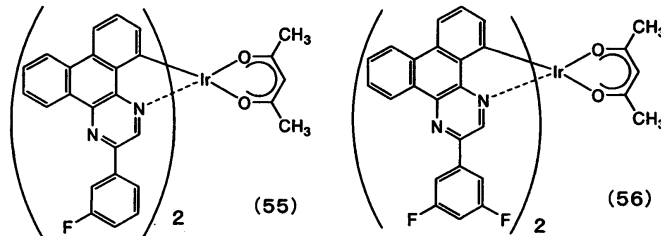
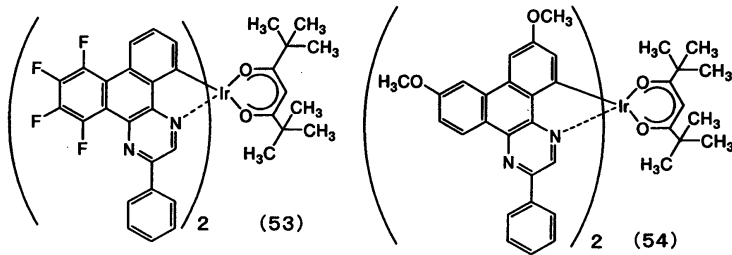
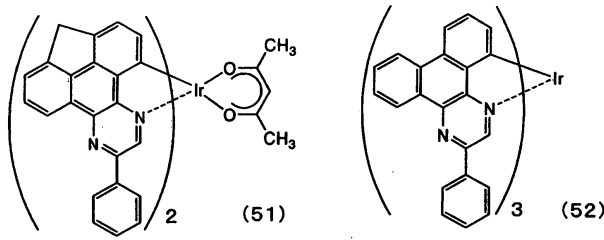
[0158]



[0159]



[0160]



[0161]

[0162]

[0163]

[0164]

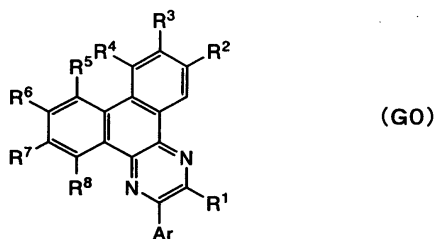
[0165]

계속하여, 상술한 바와 같은 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 합성 방법에 대하여 설명한다.

《일반식 (G0)으로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체의 합성법》

일반식 (G1) 또는 일반식 (G5)로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체는, 하기 일반식 (G0)으로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체가, 제 9 족 또는 제 10 족의 금속 이온에 대해서 오르토 메탈화하는 것으로 되어 있다.

[일반식 (G0)]



[0166]

[0167]

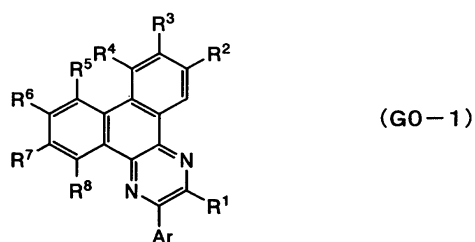
(식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R¹은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. R²~R⁸은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 탄소수 1~4의 아실옥시기 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R²와 R³, R³과 R⁴, R⁴와 R⁵, R⁵와 R⁶, R⁶과 R⁷, R⁷과 R⁸ 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다.)

[0168]

이하, 일반식 (G0)으로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체의 합성법에 대하여, 일반식 (G0) 중의 R¹이 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 할로젠기 중 어느 하나인 경우(하기 일반식 (G0-1))와,

R¹이 수소의 경우(하기 일반식 (G0-2))로 나누어 설명을 한다.

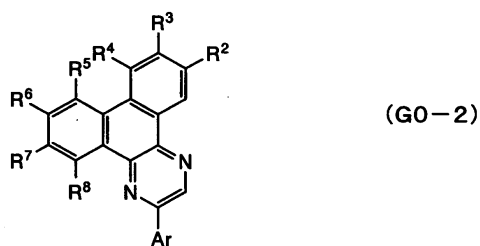
[0169] [일반식 (G0-1)]



[0170]

[0171] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R¹은 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. R²~R⁸은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 탄소수 1~4의 아실옥시기 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R²와 R³, R³과 R⁴, R⁴와 R⁵, R⁵와 R⁶, R⁶과 R⁷, R⁷과 R⁸ 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다.)

[0172] [일반식 (G0-2)]

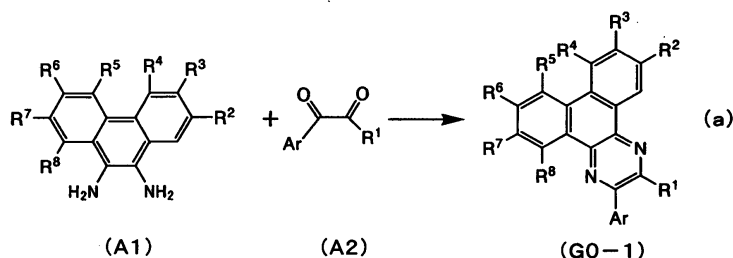


[0173]

[0174] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. R²~R⁸은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 탄소수 1~4의 아실옥시기 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R²와 R³, R³과 R⁴, R⁴와 R⁵, R⁵와 R⁶, R⁶과 R⁷, R⁷과 R⁸ 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다.)

[0175] 먼저, 일반식 (G0-1)로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체는, 이하와 같은 간편한 합성 스킴에 의해 합성할 수 있다. 예를 들면, 하기 스킴(a)에 나타내는 바와 같이, 디아미노페난트렌 화합물(A1)과 디케톤 화합물(A2)을 반응시킴으로써 얻을 수 있다.

[0176] [합성 스킴(a)]

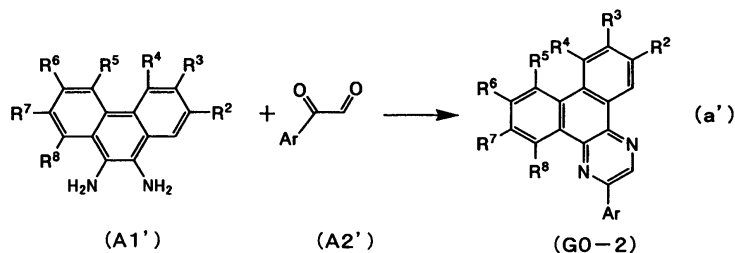


[0177]

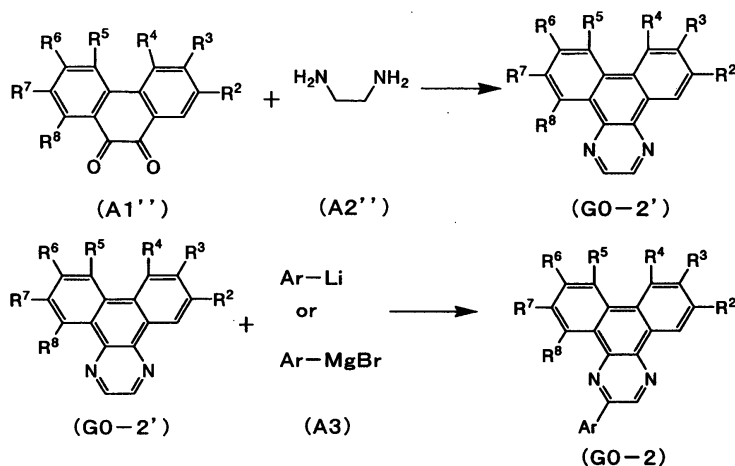
[0178] 한편, 일반식 (G0-2)로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체는, 이하와 같은 간편한 합성 스킴에 의해 합성할 수 있다. 예를 들면, 하기 스킴(a')에 나타내는 바와 같이, 디아미노페난트렌 화합물(A1')과 디케톤 화합물(A2')을 반응시킴으로써 얻을 수 있다. 혹은, 하기 스킴(a'')에 나타내는 바와 같이, 디케톤 화합물(A1'')과 디아민 화합물(A2'')을 반응시킴으로써 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체(G0-2')를 얻고, 또한, 이와 같이 하여 얻어진 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체(G0-2')와, 아릴리튬 또는 브롬화아릴 마그네슘 화합물(A3)을 반응시킴으로써 얻

어진다.

[0179] [합성 스킴(a')]



[0180]



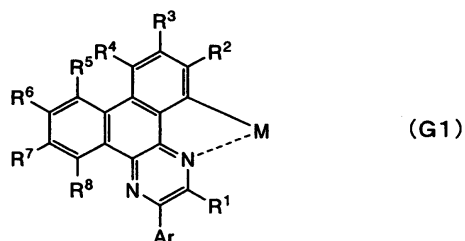
[0181]

[0182] 상술한 화합물(A1), (A2), (A1'), (A2'), (A1''), (A2''), (A3)은, 다양한 종류가 시판되고 있거나, 혹은 합성 가능하기 때문에, 상술한 일반식 (G0)으로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체는 수많은 종류를 합성할 수 있다.

[0183] <<일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체의 합성법>>

[0184] 다음에, 일반식 (G0)으로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체를 오르토 메탈화하여 형성되는 유기 금속 착체, 즉 하기 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체에 대하여 설명을 한다.

[0185] [일반식 (G1)]



[0186]

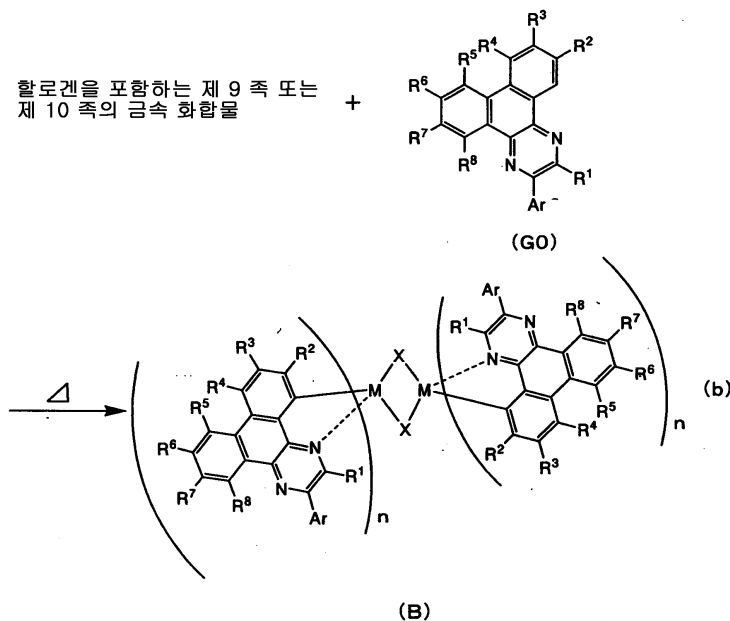
[0187] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R¹은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. R²~R⁸은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 탄소수 1~4의 아실옥시기 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R²와 R³, R³과 R⁴, R⁴와 R⁵, R⁵와 R⁶, R⁶과 R⁷, R⁷과 R⁸ 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.)

[0188]

먼저, 하기 합성 스킴(b)에 나타내는 바와 같이, 일반식 (G0)으로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체와, 할로젠을 포함하는 제 9 족 또는 제 10 족의 금속 화합물(금속 할로젠화물이나 금속 착체)을 적당한 용매 중에서 가열함으로써, 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 본 발명의 유기 금속 착체의 일종인 복핵착체(B)를 얻을 수 있다. 할로젠을 포함하는 제 9 족 또는 제 10 족의 금속 화합물로서는, 염화로듐 수화물, 염화팔라듐, 염화이리듐 수화물, 염화이리듐 수화물 염산염, 테트라클로로 백금(II)산칼륨 등을 들 수 있지만, 이것들에 한정되는 것은 아니다. 또한, 합성 스킴(b)에서는, M은 제 9 족 원소 또는 제 10 족 원소, X는 할로젠 원소를 나타낸다. 또한, M이 제 9 족 원소일 때는 n = 2, M이 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.

[0189]

[합성 스킴(b)]

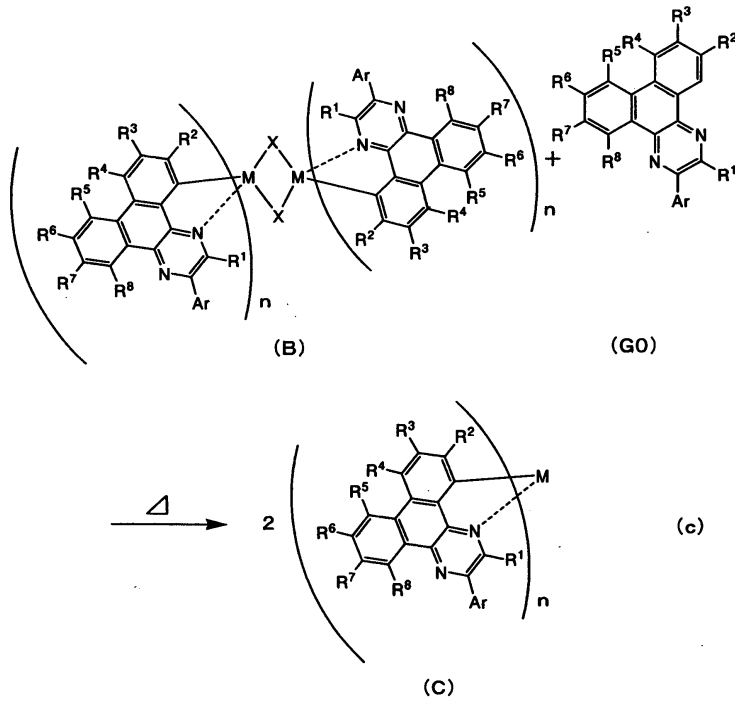


[0190]

[0191]

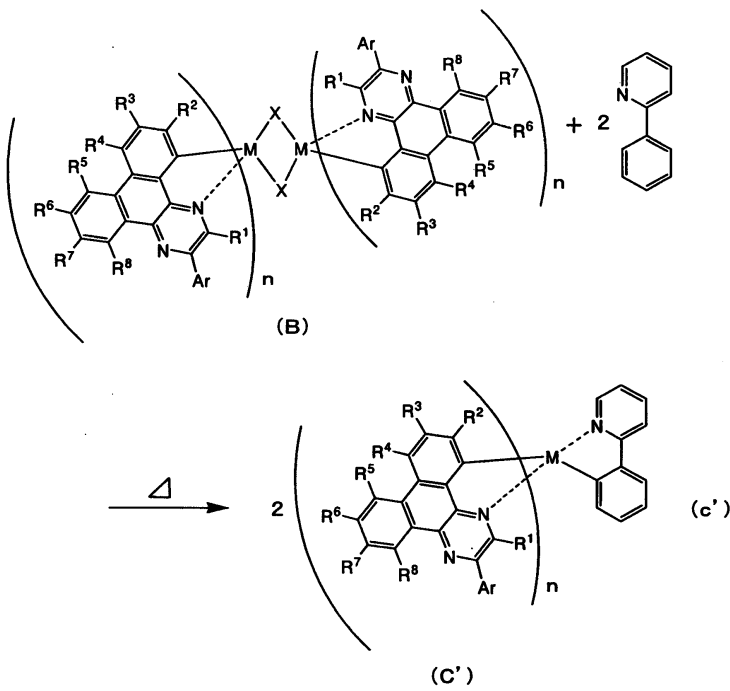
또한, 하기 합성 스킴(c)에 나타내는 바와 같이, 복핵착체(B)와 일반식 (G0)으로 나타내는 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체를, 글리세롤 등의 고비등점 용매 중에서 200℃ 정도의 고온으로 가열함으로써, 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 본 발명의 유기 금속 착체의 일종(C)을 얻을 수 있다. 또한, 하기 합성 스킴(c')에 나타내는 바와 같이, 복핵착체(B)와 페닐 피리딘과 같은 오르토 메탈화가 가능한 화합물(보다 일반적으로는, 시클로 메탈화가 가능한 화합물)을 글리세롤 등의 고비등점 용매 중에서 200℃ 정도의 고온으로 가열함으로써, 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 본 발명의 유기 금속 착체의 일종(C')을 얻을 수 있다. 또한, 합성 스킴(c) 및 합성 스킴(c')에서는, M은 제 9 족 원소 또는 제 10 족 원소, X는 할로젠 원소를 나타낸다. 또한, M이 제 9 족 원소일 때는 n = 2, M이 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.

[0192] [합성 스킴(c)]



[0193]

[0194] [합성 스킴(c')]

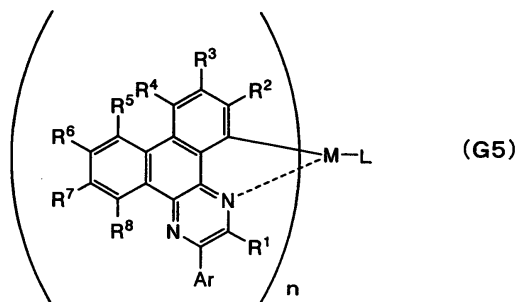


[0195]

[0196] <<일반식 (G5)로 나타내는 구조를 가지는 본 발명의 유기 금속 착체의 합성법>>

[0197] 여기서, 상술한 일반식 (G1)로 나타내는 구조를 가지는 유기 금속 착체 중에서도, 바람직한 구체예인 하기 일반식 (G5)로 나타내는 유기 금속 착체에 대하여 설명한다.

[0198] [일반식 (G5)]

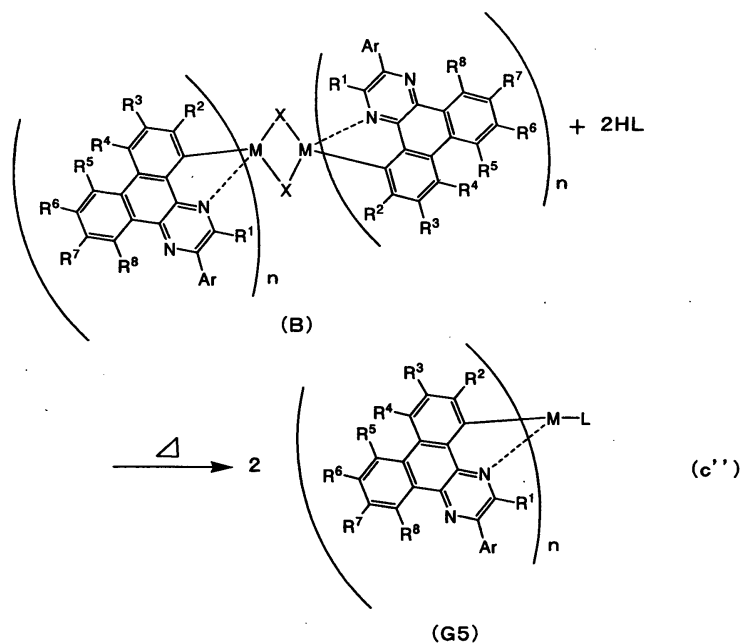


[0199]

[0200] (식 중, Ar은 탄소수 6~25의 아릴기를 나타낸다. 또한, R¹은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기 중 어느 하나를 나타낸다. R²~R⁸은 각각, 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 탄소수 1~4의 알콕시기, 탄소수 1~4의 아실옥시기 또는 할로젠기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, 상기 알킬기 또는 알콕시기는 서로 인접하는 치환기들(R²와 R³, R³과 R⁴, R⁴와 R⁵, R⁵와 R⁶, R⁶과 R⁷, R⁷과 R⁸ 중 어느 한 쌍)을 서로 결합하여, 고리를 형성해도 좋다. 또한, M은 중심 금속이며, 제 9 족 원소, 또는 제 10 족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, L은 모노아니온성의 배위자를 나타낸다. 또한, 상기 중심 금속이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.)

[0201] 상기 일반식 (G5)로 나타내는 본 발명의 유기 금속 착체는 하기 합성 스킴(c'')에 의해 합성할 수 있다. 즉, 상술한 합성 스킴(b)로 얻어지는 복핵착체(B)와, 모노아니온성의 배위자(L)의 원료인 HL을 반응시킴으로써, HL의 프로톤이 이탈하여 중심 금속(M)에 배위하고, 일반식 (G5)로 나타내는 본 발명의 유기 금속 착체가 얻어진다. 또한, 합성 스킴(c'')에서는, M은 제 9 족 원소 또는 제 10 족 원소, X는 할로젠 원소를 나타낸다. 또한, M이 제 9 족 원소일 때는 n = 2이며, 제 10 족 원소일 때는 n = 1이다.

[0202] [합성 스킴(c'')]



[0203]

[0204] 이상과 같이, 본 발명의 발광 소자에 이용되는 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체는 합성할 수 있다.

[0205] [실시형태 4]

- [0206] 본 실시형태 4에서는, 본 발명의 발광 소자를 가지는 발광 장치의 일례로서, 화상 표시장치에 대하여 설명한다.
- [0207] 본 실시형태에서는, 화소부에 본 발명의 발광 소자를 가지는 화상 표시장치에 대하여 도 6을 이용하여 설명한다. 또한, 도 6(A)는, 화상 표시장치를 나타낸 상면도, 도 6(B)는 도 6(A)를 A-A' 및 B-B'로 절단한 단면도이다. 이 화상 표시장치는, 발광 소자의 발광을 제어함으로써, 점선으로 나타낸 구동 회로부(소스측 구동 회로)(601), 화소부(602), 구동 회로부(게이트측 구동 회로)(603)를 포함하고 있다. 또한, 부호 604는 봉지 기관, 부호 605는 시일재이며, 시일재(605)로 둘러싸인 내측은, 공간(607)으로 되어 있다.
- [0208] 또한, 리드 배선(608)은 소스측 구동 회로(601) 및 게이트측 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부 입력 단자가 되는 FPC(Flexible Printed Circuit)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 받는다. 또한, 여기에서는 FPC밖에 도시하지 않았지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 장착되어 있어도 좋다. 또한, 본 명세서에 있어서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 거기에 FPC 혹은 PWB가 장착된 상태도 포함하는 것으로 한다.
- [0209] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 6(B)를 이용하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기에서는, 구동 회로부인 소스측 구동 회로(601)와, 화소부(602) 중의 하나의 화소가 도시되어 있다.
- [0210] 또한, 소스측 구동 회로(601)는 N 채널형 TFT(623)와 P 채널형 TFT(624)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로를 형성하는 TFT는, 여러 가지의 CMOS 회로, PMOS 회로 혹은 NMOS 회로로 형성해도 좋다. 또한, 본 실시예에서는, 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없고, 구동 회로를 기관 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.
- [0211] 또한, 화소부(602)는 스위칭용 TFT(611)와, 전류 제어용 TFT(612)와 그 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소에 의하여 형성된다. 또한, 제 1 전극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기에서는, 포지티브형의 감광성 아크릴 수지막을 이용하여 형성한다.
- [0212] 또한, 피복성을 양호한 것으로 하기 위해, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 가지는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들면, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형의 감광성 아크릴을 이용한 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μm ~3 μm)을 가지는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서 광의 조사에 의해 에천트에 불용해성이 되는 네거티브형, 혹은 광의 조사에 의해 에천트에 용해성이 되는 포지티브형의 어느 것도 사용할 수 있다.
- [0213] 제 1 전극(613) 위에는, 발광층을 포함하는 층(616), 및 제 2 전극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기서, 제 1 전극(613)에 이용하는 재료로서는, 다양한 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물을 이용할 수 있다. 제 1 전극을 양극으로서 이용하는 경우에는, 그 중에서도, 일 함수가 큰(일 함수 4.0 eV 이상) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 이용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 규소를 함유한 산화인듐-산화주석막, 산화인듐-산화아연막, 질화티탄막, 크롬막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화티탄막과의 3층 구조 등을 이용할 수 있다. 또한, 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮고, 양호한 오픈 콘택트를 취할 수 있어, 더욱 양극으로서 기능시킬 수 있다.
- [0214] 또한, 발광층을 포함하는 층(616)은, 증착 마스크를 이용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코트법 등의 여러 가지의 방법에 따라 형성된다. 발광층을 포함하는 층(616)은, 실시형태 1~3에 나타낸 발광층을 가지고 있다. 또한, 발광층을 포함하는 층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 재료, 고분자 재료와 저분자 재료와의 중간의 성질을 가지는 중분자 재료(올리고머, 덴드리머를 포함함), 또는 고분자 재료이어도 좋다. 또한, 발광층을 포함하는 층에 이용하는 재료로서는, 유기 화합물 뿐만 아니라, 무기 화합물을 이용해도 좋다.
- [0215] 또한, 제 2 전극(617)에 이용하는 재료로서는, 다양한 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물을 이용할 수 있다. 제 2 전극을 음극으로서 이용하는 경우에는, 그 중에서도, 일 함수가 작은(일 함수 3.8 eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 이용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 원소 주기표의 제 1 족 또는 제 2 족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi) 등을 들 수 있다. 또한, 발광층을 포함하는 층(616)에서 발생한 광이 제 2 전극(617)을 투과시키는 경우에는, 제 2 전극(617)으로서, 막 두께를 얇게 한 금속 박막과, 투명 도전막(산화인듐-산화주석(ITO), 규소 혹은 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연(IZO), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO) 등)과의 적층을 이용하는

것도 가능하다.

- [0216] 또한, 시일재(605)로 봉지 기관(604)을 소자 기관(610)과 부착시킴으로써, 소자 기관(610), 봉지 기관(604), 및 시일재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)가 구비된 구조로 되어 있다. 또한, 공간(607)에는 충전재가 충전되고, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 시일재(605)로 충전되는 경우도 있다.
- [0217] 또한, 시일재(605)에는 에폭시계 수지를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 봉지 기관(604)에 이용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐플루오라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 이용할 수 있다.
- [0218] 이상과 같이 하여, 본 발명의 발광 소자를 가지는 액티브 매트릭스형의 화상 표시장치를 얻을 수 있다.
- [0219] 이상에서는, 트랜지스터에 의해 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형의 화상 표시장치에 대하여 설명했지만, 이 외에, 트랜지스터 등의 구동용의 소자를 특별히 형성하지 않고 발광 소자를 구동시키는 패시브 매트릭스형의 화상 표시장치이어도 좋다. 도 7에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형의 화상 표시장치의 사시도 및 단면도를 나타낸다. 도 7에 있어서, 발광층을 포함하는 층(955)은 기관(951) 위, 전극(952)과 전극(956)과의 사이에 형성되어 있다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고, 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 형성되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기관면에 가까워짐에 따라, 한쪽의 측벽과 다른 한쪽의 측벽과의 간격이 좁아지는 경사를 가진다. 즉, 격벽층(954)의 단면 방향의 단면은, 사다리꼴 형상이며, 바닥면(절연층(953)의 면방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하는 변)이 윗면(절연층(953)의 면방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이, 격벽층(954)을 형성함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 막을 수 있다.
- [0220] 이상, 본 실시형태 4에 설명한 본 발명의 화상 표시장치는, 실시형태 1~실시형태 3에 나타난 본 발명의 발광 소자를 가지고 있기 때문에, 발광 효율이 높고, 수명이 길다. 따라서, 본 발명의 발광 소자를 이용한 화상 표시장치는, 소비 전력이 낮고, 수명이 길다는 특징이 있다.
- [0221] 또한, 본 실시형태 4는, 다른 실시형태와 적절히 조합하는 것이 가능하다.
- [0222] [실시형태 5]
- [0223] 본 발명의 발광 소자는 발광 효율이 높고 수명이 길기 때문에, 발광 장치의 일례인 조명 장치에 이용할 수 있다. 따라서 본 실시형태 5에서는, 본 발명의 발광 소자를 가지는 조명 장치의 응용예를 설명한다.
- [0224] 도 4(A)는, 본 발명의 발광 소자를 조명 장치의 일종인 백 라이트에 이용한 액정표시장치의 일례이다. 도 4(A)에 나타난 액정표시장치는, 케이스(401), 액정층(402), 백 라이트(403), 케이스(404)를 가지고, 액정층(402)은 드라이버 IC(405)와 접속되어 있다. 또한, 백 라이트(403)는 본 발명의 발광 소자가 이용되고, 단자(406)에 의해 전류가 공급된다.
- [0225] 본 발명의 발광 소자를 액정표시장치의 백 라이트로서 이용함으로써, 발광 효율이 높은 백 라이트가 얻어진다. 또한, 수명이 긴 백 라이트가 얻어진다. 또한, 본 발명의 발광 소자를 이용한 백 라이트는, 면발광의 조명 장치이며 대면적화도 가능하기 때문에, 대면적화가 가능하고, 액정표시장치의 대면적화도 가능하게 된다. 또한, 본 발명의 발광 소자를 이용한 백 라이트는 박형이고 저소비 전력이기 때문에, 표시장치의 박형화, 저소비 전력화도 가능하게 된다.
- [0226] 도 4(B)는 본 발명의 발광 소자를 적용한 조명 장치를 전기 스탠드의 광원으로서 이용한 예이다. 도 4(B)에 나타난 전기 스탠드는 케이스(411)와 광원(412)을 가지고, 광원(412)으로서 본 발명의 발광 소자가 이용된다. 본 발명의 발광 소자는 장수명이기 때문에, 전기 스탠드도 장수명화할 수 있다.
- [0227] 이상, 본 실시형태 5에 설명한 본 발명의 조명 장치는 실시형태 1~실시형태 3에 나타난 본 발명의 발광 소자를 가지고 있기 때문에, 발광 효율이 높고, 수명이 길다. 따라서, 본 발명의 발광 소자를 이용한 조명 장치는 소비 전력이 낮고, 수명이 길다는 특징이 있다.
- [0228] [실시형태 6]

- [0229] 실시형태 4에 나타난 바와 같은 본 발명의 화상 표시장치는, 양호한 화상을 표시할 수 있기 때문에, 본 발명의 화상 표시장치를 전자기기의 표시부에 적용함으로써, 뛰어난 영상을 제공할 수 있는 전자기기를 얻을 수 있다. 또한, 본 발명의 발광 소자를 포함하는 화상 표시장치나 조명 장치(즉 발광 장치)는 소비 전력이 낮고 수명이 길다. 따라서, 본 발명의 발광 장치를 전자기기의 표시부에 적용하는 것에 의해, 소비 전력이 적은 전자기기를 얻을 수 있고, 예를 들면, 대기 시간 등이 긴 전자기기를 얻을 수 있다. 이하에, 본 발명의 발광 소자를 적용한 발광 장치를 실장한 전자기기의 하나의 실시예를 나타낸다.
- [0230] 도 5(A)는, 본 발명을 적용하여 제작한 컴퓨터이며, 본체(511), 케이스(512), 표시부(513), 키보드(514) 등에 의해 구성되어 있다. 본 발명의 발광 소자를 가지는 발광 장치를 표시부로서 짜넣음으로써 컴퓨터를 완성할 수 있다.
- [0231] 도 5(B)는, 본 발명을 적용하여 제작한 전화기이며, 본체(522)에는 표시부(521)와, 음성 출력부(524), 음성 입력부(525), 조작 스위치(526, 527), 안테나(523) 등에 의해 구성되어 있다. 본 발명의 발광 소자를 가지는 발광 장치를 표시부로서 짜넣음으로써 전화기를 완성할 수 있다.
- [0232] 도 5(C)는, 본 발명을 적용하여 제작한 텔레비전 수상기이며, 표시부(531), 케이스(532), 스피커(533) 등에 의해 구성되어 있다. 본 발명의 발광 소자를 가지는 발광 장치를 표시부로서 짜넣음으로써 텔레비전 수상기를 완성할 수 있다.
- [0233] 이상과 같이 본 발명의 발광 장치는, 각종 전자기기의 표시부로서 이용하기에 적합하다.
- [0234] 또한, 본 실시형태 5에서는, 컴퓨터 등에 대하여 설명하였지만, 이 외에, 네비게이션 장치, 혹은 조명 기기 등에 본 발명의 발광 소자를 가지는 발광 장치를 실장해도 상관없다.
- [0235] [실시예 1]
- [0236] 본 실시예 1에서는, 본 발명의 발광 소자에 이용할 수 있는 유기 금속 착체, 즉, 배위자가 디벤조[f,h]퀴놀살린 골격을 가지는 배위자이며, 중심 금속이 제 9 족 또는 제 10 족 원소인 유기 금속 착체(디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체)에 관하여, 전자 트랩성을 평가했다.
- [0237] 평가 방법으로서, 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의해 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 환원 반응 특성을 측정하고, 그 결과로부터 LUMO 준위를 구하는 방법을 이용했다. 또한, 호스트 재료로서 널리 이용되고 있는 물질에 관해서도, 마찬가지로 LUMO 준위를 구하여, 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위와 비교했다. 또한 측정에는, 전기 화학 애널리저(BAS(주) 제품, 제품번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 이용했다.
- [0238] CV 측정에 있어서의 용액은, 용매로서 탈수 디메틸포름아미드(DMF)((주)알드리치제, 99.8%, 카탈로그 번호: 22705-6)를 이용하여, 지지 전해질인 과염소산테트라-n-부틸암모늄($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$)((주)도쿄화학제, 카탈로그 번호: T0836)을 100 mmol/L의 농도가 되도록 용해시키고, 또한, 측정 대상을 2 mmol/L의 농도가 되도록 용해시켜 조제했다. 또한, 작용 전극으로서 백금 전극(BAS(주) 제품, PTE 백금 전극)을, 보조 전극으로서 백금 전극(BAS(주) 제품, VC-3용 Pt 카운터 전극(5 cm))을, 참조 전극으로서 Ag/Ag^+ 전극(BAS(주) 제품, RE7 비수용매계 참조 전극)을 각각 이용했다. 또한, 측정은 실온(20~25℃)에서 행하였다. 또한, CV 측정시의 스캔 속도는 0.1 V/sec로 통일했다.
- [0239] (참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지의 산출)
- [0240] 먼저, 본 실시예에서 이용하는 참조 전극(Ag/Ag^+ 전극)의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지(eV)를 산출했다. 즉, Ag/Ag^+ 전극의 페르미 준위를 산출했다. 메탄올 중에 있어서의 페로센의 산화 환원 전위는, 표준 수소 전극에 대하여 +0.610[V vs. SHE]이라는 것이 알려져 있다(참고 문헌: Christian R. Goldsmith et al., J. Am. Chem. Soc., Vol. 124, No. 1, 83-96, 2002). 한편, 본 실시예에서 이용하는 참조 전극을 이용하여, 메탄올 중에 있어서의 페로센의 산화 환원 전위를 구한 결과, +0.11 V[vs. Ag/Ag^+]였다. 따라서, 본 실시예 1에서 이용하는 참조 전극의 포텐셜 에너지는, 표준 수소 전극에 대하여 0.50[eV] 낮아져 있는 것을 알 수 있었다.
- [0241] 여기서, 표준 수소 전극의 진공 준위로부터의 포텐셜 에너지는 -4.44 eV인 것이 알려져 있다(참고 문헌: 오오니

시 토시히로·코야마 타마미, 고분자 EL 재료, 코리츠 출판, pp. 64~67). 이상으로부터, 본 실시예로 이용하는 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는, $-4.44 - 0.50 = -4.94[\text{eV}]$ 이라고 산출할 수 있었다.

[0242] (측정예: 구조식 (1))

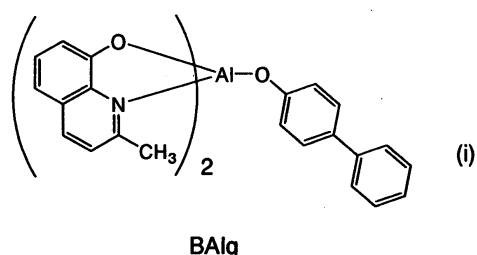
[0243] 먼저, 본 측정예에서, 구조식 (1)로 나타내는 $\text{Ir}(\text{dbq-P})_2(\text{acac})$ 를 예로, CV 측정으로부터의 LUMO 준위의 산출에 대하여 상세히 서술한다. 환원 반응 특성의 CV 측정 결과를 도 16에 나타낸다. 또한, 환원 반응 특성의 측정은 참조 전극에 대한 작용 전극의 전위를 -1.35 V 로부터 -2.30 V 까지 주사한 후, -2.30 V 로부터 -1.35 V 까지 주사했다.

[0244] 도 16에 나타내는 바와 같이, 환원 피크 전위(E_{pc})는, -1.78 V 였다. 또한, 산화 피크 전위(E_{pa})는 -1.67 V 였다. 따라서, 반파 전위(E_{pc} 와 E_{pa} 의 중간)의 전위)는 -1.72 V 라고 산출할 수 있다. 이것은, $\text{Ir}(\text{dbq-P})_2(\text{acac})$ 는 $-1.72[\text{V vs. Ag/Ag}^+]$ 의 전기 에너지에 의해 환원되는 것을 나타내고 있고, 이 에너지는 LUMO 준위에 상당한다. 여기서, 상술한 바와 같이, 본 실시예 1에 이용하는 참조 전극의 진공 준위에 대한 포텐셜 에너지는, $-4.94[\text{eV}]$ 이기 때문에, 구조식 (1)의 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위는, $-4.94 - (-1.72) = -3.22[\text{eV}]$ 인 것을 알 수 있었다.

[0245] (측정 결과의 정리)

[0246] 마찬가지로 방법으로, 실시형태 3에 개시한 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위를 측정했다. 또한, 참고로서 적색의 인광성 화합물의 호스트 재료로서 광범위하게 이용되고 있는 전자 수송성의 화합물 BAlq (하기 구조식 (i))에 관하여, 그 LUMO 준위도 평가했다.

[0247] [구조식 (i)]



[0248]

[0249] 결과를 하기 표 1에 정리했다. 표 1으로부터도 할 수 있는 바와 같이, 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체는 깊은 LUMO 준위를 가지고 있고, 모두 -2.7 eV 보다 깊은 준위였다. 또한, 이들 LUMO 준위의 값은, BAlq와 비교해도 깊다는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 실시예 1의 결과로부터, 본 발명에서 이용하는 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체는, 비교적 높은 전자 트랩성을 가지는 것이 나타났다.

표 1

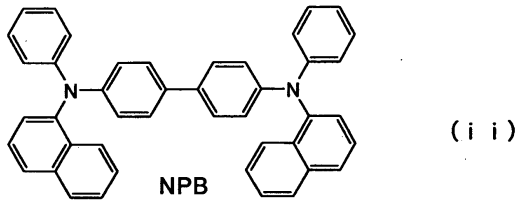
[0250]

구조식 No.	물질의 약칭	$E_{1/2}[\text{V vs. Ag/Ag}^+]$	LUMO 준위[eV]
(1)	$\text{Ir}(\text{dbq-P})_2(\text{acac})$	-1.72	-3.22
(55)	$\text{Ir}(\text{dbq-3FP})_2(\text{acac})$	-1.65	-3.29
(i)	BAlq	-2.32	-2.62

[0251] [실시예 2]

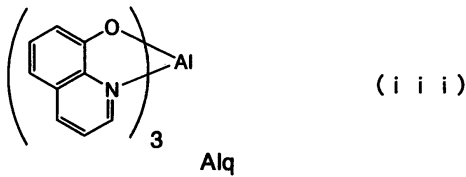
[0252] 본 실시예 2에서는, 본 발명의 발광 소자에 대하여, 비교예를 참조하면서 구체적으로 예시한다. 또한, 실시예에 이용하는 물질의 분자 구조를 하기 (ii), (iii)에 나타낸다. 또한, 소자 구조를 도 3에 나타낸다.

[0253] [구조식 (ii)]



[0254]

[0255] [구조식 (iii)]



[0256]

[0257] <<발광 소자 1, 발광 소자 2의 제작>>

[0258] 먼저, 양극으로서 110 nm의 막 두께로 인듐 주석 규소 산화물(ITSO)이 성막 된 유리 기판을 준비했다. ITSO 표면은, 2 mm각의 크기로 표면이 노출하도록 주변을 폴리이미드막으로 덮고, 전극 면적은 2 mm×2 mm로 했다. 이 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다. 그 후, 10⁻⁴ Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하여, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판을 30분 정도 방랭했다.

[0259] 다음에, ITSO가 형성된 면이 하방이 되도록, 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 홀더에 고정했다.

[0260] 진공 장치 내를 10⁻⁴ Pa로 감압한 후, 구조식 (i)로 나타내는 NPB와 산화몰리브덴(VI)을 NPB : 산화몰리브덴(VI) = 4 : 1(중량비)이 되도록 공증착함으로써, 홀 주입층(311)을 형성했다. 막 두께는 50 nm로 했다. 또한, 공증착은, 다른 복수의 물질을 각각 다른 증발원으로부터 동시에 증발시키는 증착법이다. 다음에, NPB를 10 nm 증착함으로써, 홀 수송층(312)을 형성했다.

[0261] 또한, 홀 수송층(312) 위에, 발광층(313)을 50 nm 형성했다. 발광 소자 1은 제 1 유기 화합물로서 NPB를, 제 2 유기 화합물로서 실시예 1에서 구조식 (i)로서 나타낸 BA1q를, 디벤조[f,h]퀴논살린계 유기 금속 착체로서 실시 형태 3의 구조식 (1)로 나타내는 Ir(dpq-P)₂(acac)를 이용한 본 발명의 발광 소자이다. 발광 소자 1은, 이것들을 중량비로 NPB : BA1q : Ir(dpq-P)₂(acac) = 0.05 : 1 : 0.06이 되도록 공증착하는 것에 의해 발광층(313)을 형성했다. 한편, 비교 발광 소자인 발광 소자 2는, NPB를 이용하지 않고 BA1q만을 호스트 재료로서 사용하고 있다. 발광 소자 2는, 중량비로 BA1q : Ir(dpq-P)₂(acac) = 1 : 0.06이 되도록 공증착하는 것에 의해 발광층(313)을 형성했다.

[0262] 다음에, 구조식 (iii)으로 나타내는 Alq를 30 nm 증착함으로써, 전자 수송층(314)을 형성했다. 또한, 전자 수송층(314) 위에, 불화리튬을 1 nm이 되도록 형성하는 것에 의해 전자 주입층(315)을 형성했다. 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(302)으로서 알루미늄을 200 nm 성막하여, 발광 소자 1 및 발광 소자 2를 얻었다. 또한, 상술한 증착 과정에서, 증착은 모두 저항 가열법을 이용했다.

[0263] <<발광 소자 1, 발광 소자 2의 동작 특성>>

[0264] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 1, 발광 소자 2를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업을 행한 후, 이러한 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0265] 각 발광 소자의 전류 밀도-휘도 특성을 도 8(A)에, 전압-휘도 특성을 도 8(B)에, 각각 나타낸다. 또한, 각 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도 9에 나타낸다. 또한, 각 발광 소자의 발광 스펙트럼을 도 10에 나타낸다.

발광 스펙트럼은 어느 소자도 거의 마찬가지이며, Ir(dbq-P)₂(acac)에 유래하는 적색 발광이었다.

[0266] 도 9로부터 알 수 있는 바와 같이, 비교 발광 소자인 발광 소자 2는 본 발명의 발광 소자 1과 비교하여, 전류 효율이 반에서 반 이하로 큰폭으로 작다는 것을 알 수 있다. 발광 소자 2는, 실시형태 1의 도 2(B)에 도시한 상태이며, 전자 트랩성이 높은 Ir(dbq-P)₂(acac)를 전자 수송성의 화합물인 BA1q에 첨가하고 있기 때문에, 캐리어 밸런스가 나쁘고 전류 효율이 저하된다고 생각된다. 또한, 도 8(B)로부터 알 수 있는 바와 같이, 구동 전압도 높다.

[0267] 한편, 본 발명의 발광 소자 1은, 도 9로부터 알 수 있는 바와 같이, 높은 발광 효율을 나타냈다.

[0268] 다음에, 초기 휘도를 1000 cd/m²로 설정하여, 전류 밀도가 일정한 조건에서 이들 소자를 구동한 결과, 도 11과 같은 휘도 열화 곡선이 얻어졌다. 도 11에서, 횡축은 시간, 종축은 초기 휘도를 100으로 한 경우의 상대 휘도(%)이다. 도 11로부터도 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 발광 소자는 수명에 관해서도 큰폭으로 개선되어 있는 것을 알 수 있다.

[0269] 여기서, 1000 cd/m² 시의 특성 및 수명의 비교를, 하기 표 2에 정리했다. 단, 도 11로부터 알 수 있는 바와 같이 발광 소자 1이 휘도 반감기에 이르기까지는 100000 시간 이상 걸린다고 예상되기 때문에, 수명에 관해서는 휘도가 10% 감쇠할 때까지의 시간의 관점에서 비교했다.

표 2

(실시예 2의 특성)

[0270]

	전압 [V]	전류효율 [cd/A]	외부양자효율 [%]	파워효율 [lm/W]	휘도 10% 감쇠시간 [hr]
발광 소자 1	8.8	16	14	5.7	201
발광 소자 2	9.2	7	6.0	2.4	19.8

[0271] 먼저, 전류 효율, 외부 양자 효율, 파워 효율에 관해서는, 표 2로부터 알 수 있는 바와 같이, BA1q만을 호스트에 이용한 발광 소자 2에서는, 매우 낮은 효율밖에 얻어지지 않았던 것에 대하여, NPB 및 BA1q의 2 종류를 발광층에 적용한 발광 소자 1은 높은 효율이 얻어졌다. 이 결과는, NPB, BA1q 각각 단체(單體)의 성능으로부터는, 예상도 할 수 없었던 효과라고 할 수 있다. 수명에 관해서도 마찬가지이고, 휘도 반감기는 50000 시간 이상이라고 예상된다.

[0272] 이상으로부터, 본 발명의 발광 소자를 제작함으로써, 높은 발광 효율과 소자 수명을 양립시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서, 본 발명을 실시함으로써, 발광 효율이 높고, 또한, 소자 수명이 긴 발광 소자를 얻을 수 있다.

[0273] <발광 소자 3, 발광 소자 4의 제작>

[0274] 본 발명의 발광 소자 3은, 발광층(313)의 Ir(dbq-P)₂(acac)를 Ir(dbq-3FP)₂(acac)(실시형태 3의 구조식 (55))로 바꾼 것 이외에는 발광 소자 1과 마찬가지로 제작했다. 또한, 비교 발광 소자인 발광 소자 4는, 발광층(313)에 있어서의 Ir(dbq-P)₂(acac)를 Ir(dbq-3FP)₂(acac)로 바꾼 것 이외에는, 발광 소자 2와 마찬가지로 제작했다.

[0275] <발광 소자 3, 발광 소자 4의 동작 특성>

[0276] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 3, 발광 소자 4를, 질소 분위기의 글로브 박스내에서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 봉지하는 작업을 행한 후, 이들 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0277] 각 발광 소자의 전류 밀도-휘도 특성을 도 12(A)에, 전압-휘도 특성을 도 12(B)에 각각 나타낸다. 또한, 각 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도 13에 나타낸다. 또한, 각 발광 소자의 발광 스펙트럼을 도 14에 나타낸다. 발광 스펙트럼은, 어느 소자도 거의 마찬가지이고, Ir(dbq-3FP)₂(acac)에 유래하는 적색 발광이었다.

[0278] 도 13으로부터 알 수 있는 바와 같이, 발광 소자 4는 본 발명의 발광 소자 3과 비교하여, 전류 효율이 반 이하

로 큰폭으로 작은 것을 알 수 있다. 발광 소자 4는 실시형태 1의 도 2(B)에 나타난 상태이며, 전자 트랩성이 높은 Ir(dbq-3FP)₂(acac)를 전자 수송성의 화합물인 BA1q에 첨가하고 있기 때문에, 캐리어 밸런스가 나쁘고 전류 효율이 저하되어 있다고 생각된다. 또한, 도 12(B)로부터 알 수 있는 바와 같이, 발광 개시 전압도 높다.

[0279] 한편, 본 발명의 발광 소자 3은, 도 13으로부터 알 수 있는 바와 같이, 높은 발광 효율을 나타냈다.

[0280] 다음에, 초기 휘도를 1000 cd/m²로 설정하고, 전류 밀도를 일정한 조건으로 하여 이들 소자를 구동한 결과, 도 15와 같은 휘도 열화 곡선이 얻어졌다. 도 15에서, 횡축은 시간, 종축은 초기 휘도를 100으로 한 경우의 상대 휘도(%)이다. 도 15로부터도 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 발광 소자는 수명에 관해서도 큰폭으로 개선되어 있는 것을 알 수 있다.

[0281] 여기서, 1000 cd/m² 시의 특성 및 수명의 비교를, 하기 표 3에 정리했다. 단, 도 15로부터 알 수 있는 바와 같이 발광 소자 3이 휘도 반감기에 이르기까지는 10000 시간 이상 걸린다고 예상되기 때문에, 수명에 관해서는 휘도가 10% 감쇠할 때까지의 시간으로 비교했다.

표 3

(실시예 2의 특성)

	전압 [V]	전류효율 [cd/A]	외부양자효율 [%]	파워효율 [lm/W]	휘도 10% 감쇠시간 [hr]
발광 소자 3	11	13	13	3.6	241
발광 소자 4	10	5.0	5.0	1.5	48.2

[0283] 먼저, 전류 효율, 외부 양자 효율, 파워 효율에 관해서는, BA1q만을 호스트에 이용한 비교 발광 소자 4에서는, 매우 낮은 효율밖에 얻어지지 않았던 것에 대하여, NPB 및 BA1q의 2 종류를 발광층에 적용한 발광 소자 3은 높은 효율이 얻어지고 있다. 이 결과는, NPB, BA1q 각각 단체의 성능으로부터는 예상도 할 수 없었던 효과라고 할 수 있다. 수명에 관해서도 마찬가지로, 휘도 반감기는 20000 시간 정도라고 예상된다.

[0284] 이상으로부터, 본 발명의 발광 소자를 제작함으로써, 높은 발광 효율과 소자 수명을 양립시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서, 본 발명을 실시함으로써, 발광 효율이 높고, 또한, 소자 수명이 긴 발광 소자를 얻을 수 있다.

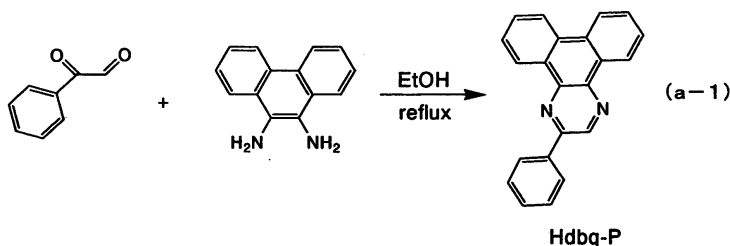
[0285] 여기서, 상기 발광 소자에 사용한 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체인 Ir(dbq-P)₂(acac) 및 Ir(dbq-3FP)₂(acac)에 대하여 합성 방법을 설명한다.

[0286] <<(아세틸아세토나토)비스(2-페닐디벤조[f,h]퀴녹살리나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dbq-P)₂(acac)])의 합성 방법>>

[0287] [스텝 1: 2-페닐디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: Hdbq-P)의 합성]

[0288] 먼저, 질소 분위기에서, 탈수 에탄올 100 mL를 용매로 하여, 페닐글리옥살 2.16 g과 9,10-디아미노페난트렌 3.36 g을 용해시켜, 환류에 의해 7시간 반응시켰다. 반응에 의해 석출된 백색 분말을 여과하고, 여과물을 에탄올, 다음에 에테르로 세정함으로써, 목적의 디벤조[f,h]퀴녹살린 유도체 Hdbq-P를 얻었다(수율 92%). 스텝 1의 합성 스킴을 하기 (a-1)에 나타낸다.

[0289] [합성 스킴(a-1)]

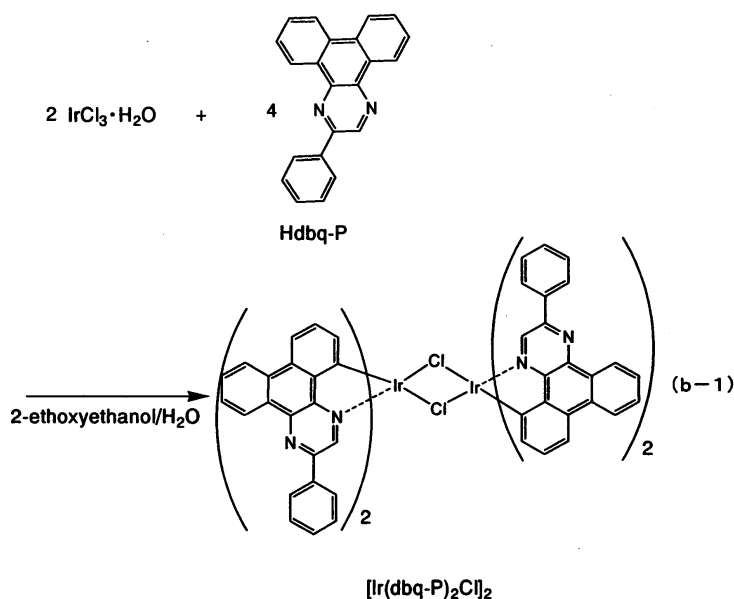


[0290]

[0291] [스텝 2: 디- μ -클로로-비스[비스(2-페닐디벤조[f,h]퀴놀살리나토)이리듐(III)](약칭: $[\text{Ir}(\text{dbq-P})_2\text{Cl}]_2$)의 합성]

[0292] 상기 스텝 1에 이어, 2-에톡시에탄올 24 mL와 물 8 mL, 상기 스텝 1에서 얻어진 디벤조[f,h]퀴놀살린 유도체 Hdbq-P 0.61 g, 염화이리듐 수화물($\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)(Sigma-Aldrich사 제품) 0.30 g을 환류관을 붙인 가지형 플라스크에 넣어, 플라스크 내를 아르곤 치환했다. 그 후, 마이크로파(2.45 GHz, 200W)를 5시간 조사하여 반응시켰다. 반응 용액으로부터 석출된 오렌지색 분말을 여과하여, 에탄올로 세정함으로써, 복합착체 $[\text{Ir}(\text{dbq-P})_2\text{Cl}]_2$ 를 얻었다(수율 78%). 또한, 마이크로파의 조사는 마이크로파 합성 장치(CEM사 제품 Discover)를 이용했다. 또한, 스텝 2의 합성 스킴을 하기 (b-1)에 나타낸다.

[0293] [합성 스킴(b-1)]

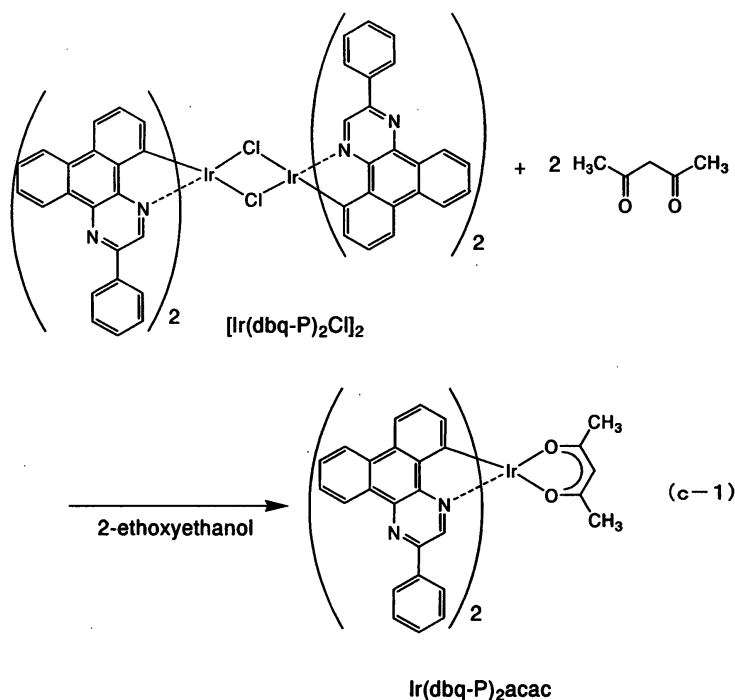


[0294]

[0295] [스텝 3: (아세틸아세토나토)비스(2-페닐디벤조[f,h]퀴놀살리나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dbq-P})_2(\text{acac})]$)의 합성]

[0296] 상기 스텝 2에 이어, 2-에톡시에탄올 25 mL, 상기 스텝 2에서 얻어진 복합착체 $[\text{Ir}(\text{dbq-P})_2\text{Cl}]_2$ 0.54 g, 아세틸아세톤 0.10 mL, 탄산나트륨 0.34 g을 환류관을 붙인 가지형 플라스크에 넣어, 플라스크 내를 아르곤 치환했다. 그 후, 마이크로파(2.45 GHz, 200W)를 30분간 조사하여 반응시켰다. 반응 용액을 여과하고, 얻어진 여과액을 농축 건조하여 잔사를 얻었다. 이 잔사를 디클로로메탄으로 재결정하여, 본 발명의 유기 금속 착체 $[\text{Ir}(\text{dbq-P})_2(\text{acac})]$ 를 적색 분말로서 얻었다(수율 16%). 스텝 3의 합성 스킴을 하기 (c-1)에 나타낸다.

[0297] [합성 스킴(c-1)]



[0298]

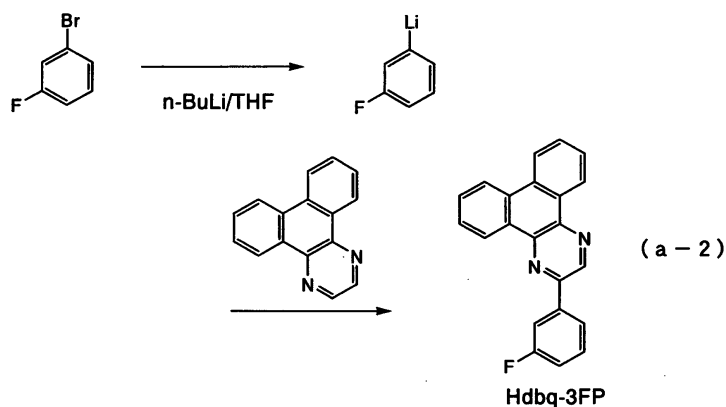
[0299] 이상과 같이 Ir(dbq-P)₂(acac)는 합성할 수 있다.

[0300] <<(아세틸아세토나토)비스[2-(3-플루오로페닐)-디벤조[f,h]퀴녹살리나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dbq-3FP)₂(acac)])의 합성 방법>>

[0301] [스텝 1: 2-(3-플루오로페닐)-디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: Hdbq-3FP)의 합성]

[0302] 먼저, 질소 분위기에서, 3-브로모플루오로벤젠 6.87 g과, 테트라하이드로퓨란 40 mL의 혼합 용액에 -78℃에서 n-부틸리튬의 hexan 용액(1.58 mol/L) 27.5 mL를 적하한 후, 그대로 -78℃에서 2시간 교반했다. 얻어진 용액에 -78℃에서 디벤조[f,h]퀴녹살린 7.54 g을 5회로 나누어 첨가하고, 반응 온도를 실온까지 승온하고, 그대로 실온에서 12시간 교반했다. 이 혼합물에 물을 첨가하고, 디클로로메탄을 추출 용매로 하여 유기층을 추출했다. 얻어진 유기층을 무수 황산마그네슘으로 건조시켰다. 건조시킨 후의 용액을 여과했다. 이 용액의 용매를 증류 제거한 후, 에탄올로 재결정함으로써, 목적의 퀴녹살린 유도체 Hdbq-3FP를 얻었다(열은 오렌지색 분말, 수율 23%). 스텝 1의 합성 스킴을 하기 (a-2)에 나타낸다.

[0303] [합성 스킴(a-2)]



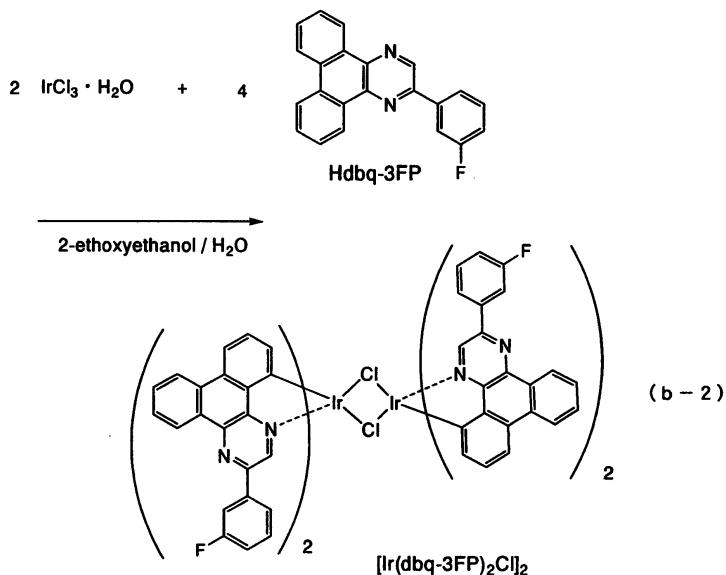
[0304]

[0305] [스텝 2: 디-μ-클로로-비스[비스[2-(3-플루오로페닐)-디벤조[f,h]퀴녹살리나토]이리듐(III)](약칭: [Ir(dbq-

3FP)₂Cl]₂)의 합성]

[0306] 상기 스텝 1에 이어, 2-에톡시 에탄올 15 mL와 물 5 mL, 상기 스텝 1에서 얻어진 퀴녹살린 유도체 Hdbq-3FP 2.41 g, 염화이리듐 수화물(IrCl₃·H₂O)(Sigma-Aldrich사 제품) 1.01 g을, 환류관을 붙인 가지형 플라스크에 넣어, 플라스크 내를 아르곤 치환했다. 그 후, 마이크로파(2.45 GHz, 100~250 W)를 6시간 조사하여 반응시켰다. 반응 용액으로부터 석출된 오렌지색 분말을 여과하여, 에탄올로 세정함으로써, 복합착체 [Ir(dbq-3FP)₂Cl]₂를 얻었다(수율 70%). 또한, 마이크로파의 조사는 마이크로파 합성 장치(CEM사 제품 Discover)를 이용했다. 또한, 스텝 2의 합성 스킴을 하기 (b-2)에 나타낸다.

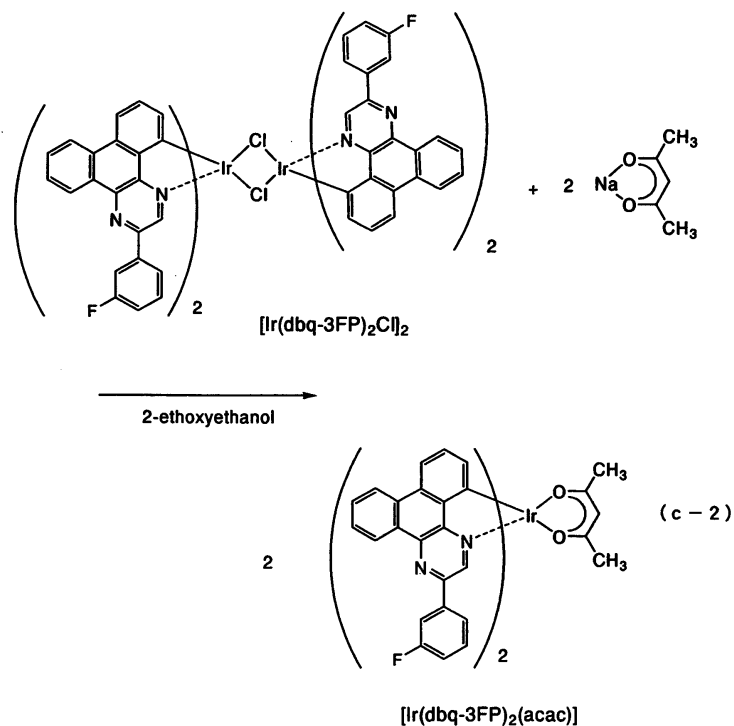
[0307] [합성 스킴(b-2)]



[0308] [스텝 3: (아세틸아세토나토)비스[2-(3-플루오로페닐)-디벤조[f,h]퀴녹살리나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dbq-3FP)₂(acac)]의 합성]

[0310] 상기 스텝 2에 이어, 2-에톡시에탄올 20 mL, 상기 스텝 2에서 얻은 복합착체 [Ir(dbq-3FP)₂Cl]₂ 2.06 g, 아세틸 아세토나토 나트륨 수화물(Na(CH₃COCHCOCH₃)).XH₂O) 0.43 g을, 환류관을 붙인 가지형 플라스크에 넣어, 플라스크 내를 아르곤 치환했다. 그 후, 마이크로파(2.45 GHz, 100 W)를 30분간 조사하여 반응시켰다. 반응 용액을 여과하고, 얻어진 액을 농축 건조하여, 잔사를 얻었다. 이 잔사를 디클로로메탄에 용해하여 셀라이트(와코 순약공업 주식회사, 카탈로그 번호 : 531-16855)를 통한 후, 디클로로메탄으로 재결정함으로써, 디벤조[f,h]퀴녹살린계 유기 금속 착체 [Ir(dbq-3FP)₂(acac)]를 적색 분말로서 얻을 수 있었다(수율 27%). 스텝 3의 합성 스킴을 하기 (c-2)에 나타낸다.

[0311] [합성 스킴(c-2)]



[0312]

[0313] 이상과 같이 $\text{Ir}(\text{dbq-3FP})_2(\text{acac})$ 는 합성할 수 있다.

부호의 설명

[0314]

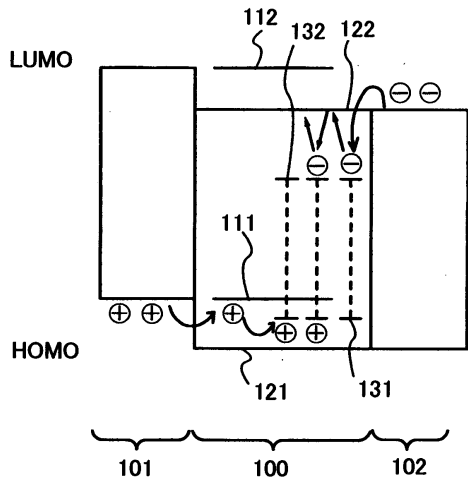
- 100: 발광층
- 101: 홀 수송층
- 102: 전자 수송층
- 111: 제 1 유기 화합물의 HOMO 준위
- 112: 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위
- 121: 제 2 유기 화합물의 HOMO 준위
- 122: 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위
- 131: 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 HOMO 준위
- 132: 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위
- 200: 발광층
- 201: 홀 수송층
- 202: 전자 수송층
- 211: 제 1 유기 화합물의 HOMO 준위
- 212: 제 1 유기 화합물의 LUMO 준위
- 221: 제 2 유기 화합물의 HOMO 준위
- 222: 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위

- 231: 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 HOMO 준위
- 232: 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체의 LUMO 준위
- 301: 제 1 전극
- 302: 제 2 전극
- 311: 홀 주입층
- 312: 홀 수송층
- 313: 발광층
- 314: 전자 수송층
- 315: 전자 주입층
- 321: 제 1 유기 화합물
- 322: 제 2 유기 화합물
- 323: 디벤조[f,h]퀴놀살린계 유기 금속 착체
- 401: 케이스
- 402: 액정층
- 403: 백 라이트
- 404: 케이스
- 405: 드라이버 IC
- 406: 단자
- 411: 케이스
- 412: 광원
- 511: 본체
- 512: 케이스
- 513: 표시부
- 514: 키보드
- 521: 표시부
- 522: 본체
- 523: 안테나
- 524: 음성 출력부
- 525: 음성 입력부
- 526: 조작 스위치
- 531: 표시부
- 532: 케이스
- 533: 스피커
- 601: 구동 회로부(소스측 구동 회로)
- 602: 화소부
- 603: 구동 회로부(게이트측 구동 회로)

- 604: 봉지 기판
- 605: 시일재
- 607: 공간
- 608: 배선
- 609: FPC(Flexible Printed Circuit)
- 610: 소자 기판
- 611: 스위칭용 TFT
- 612: 전류 제어용 TFT
- 613: 제 1 전극
- 614: 절연물
- 616: 발광층을 포함하는 층
- 617: 제 2 전극
- 618: 발광 소자
- 623: N 채널형 TFT
- 624: P 채널형 TFT
- 951: 기판
- 952: 전극
- 953: 절연층
- 954: 격벽층
- 955: 발광층을 포함하는 층
- 956: 전극

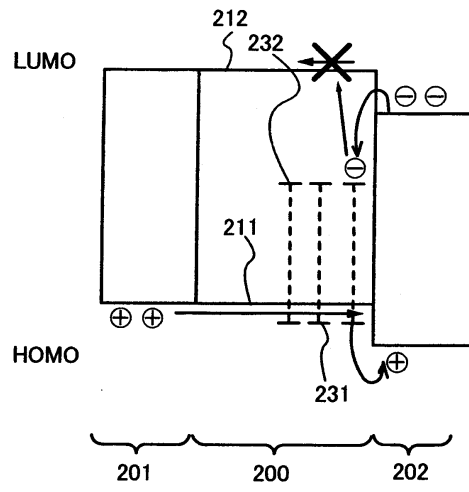
도면

도면1

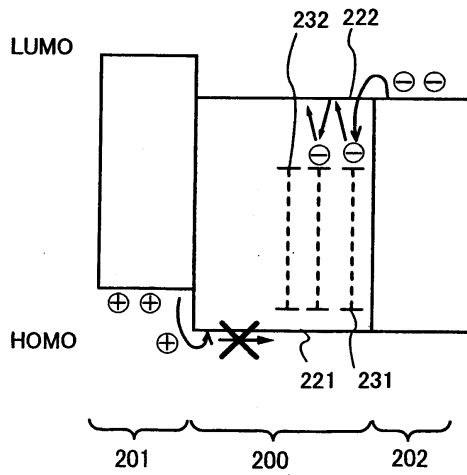


도면2

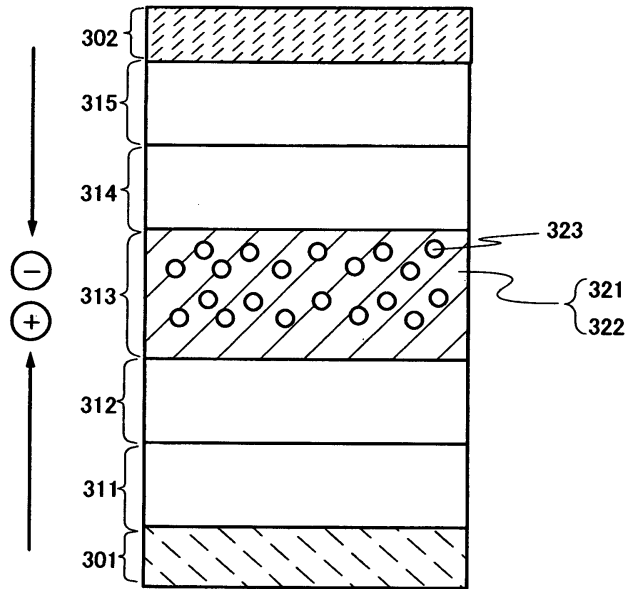
(A)



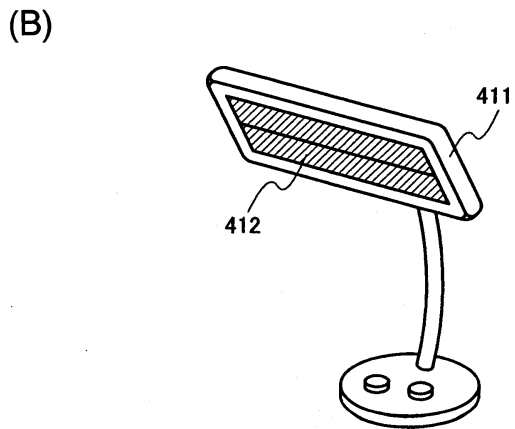
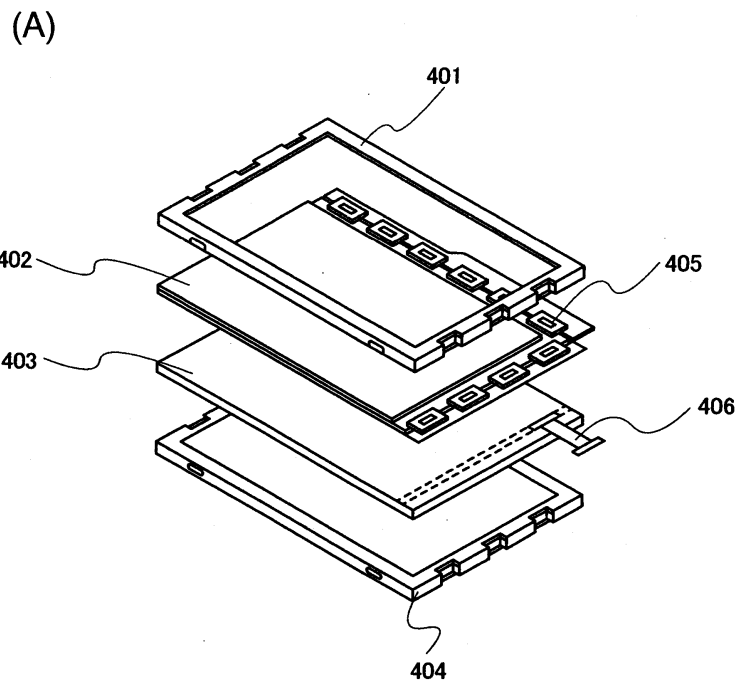
(B)



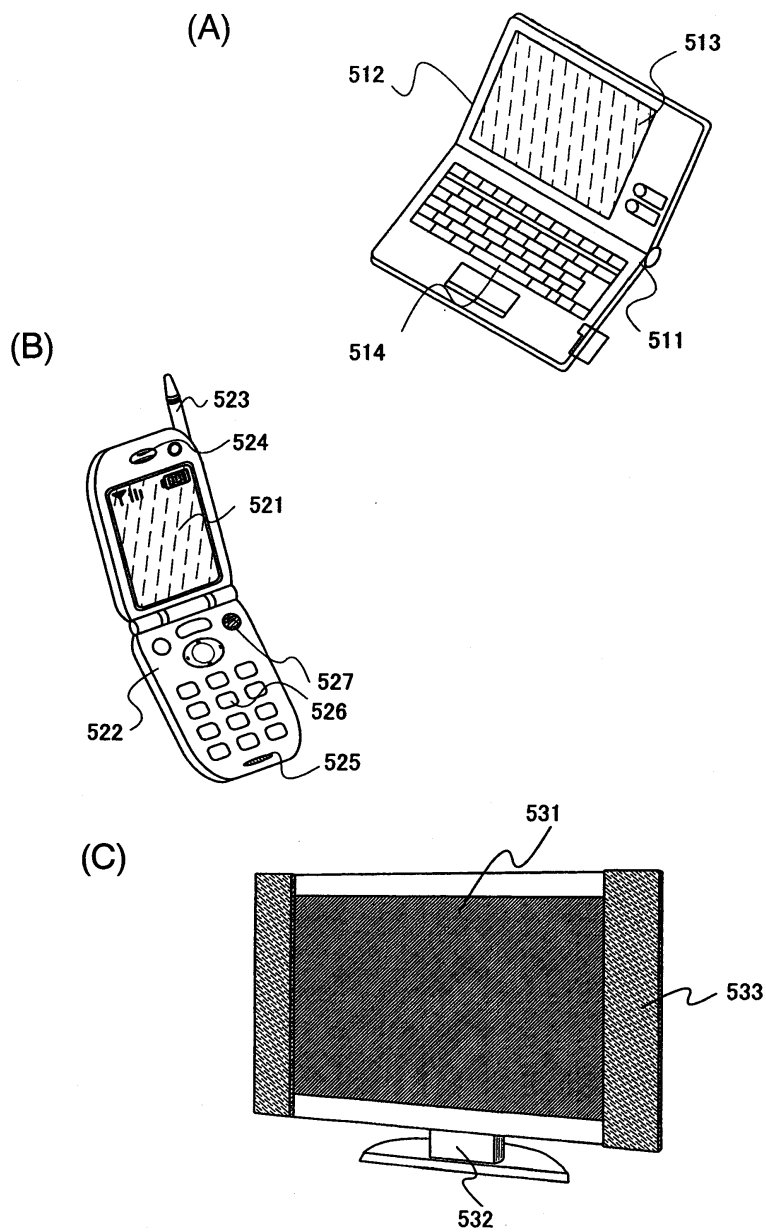
도면3



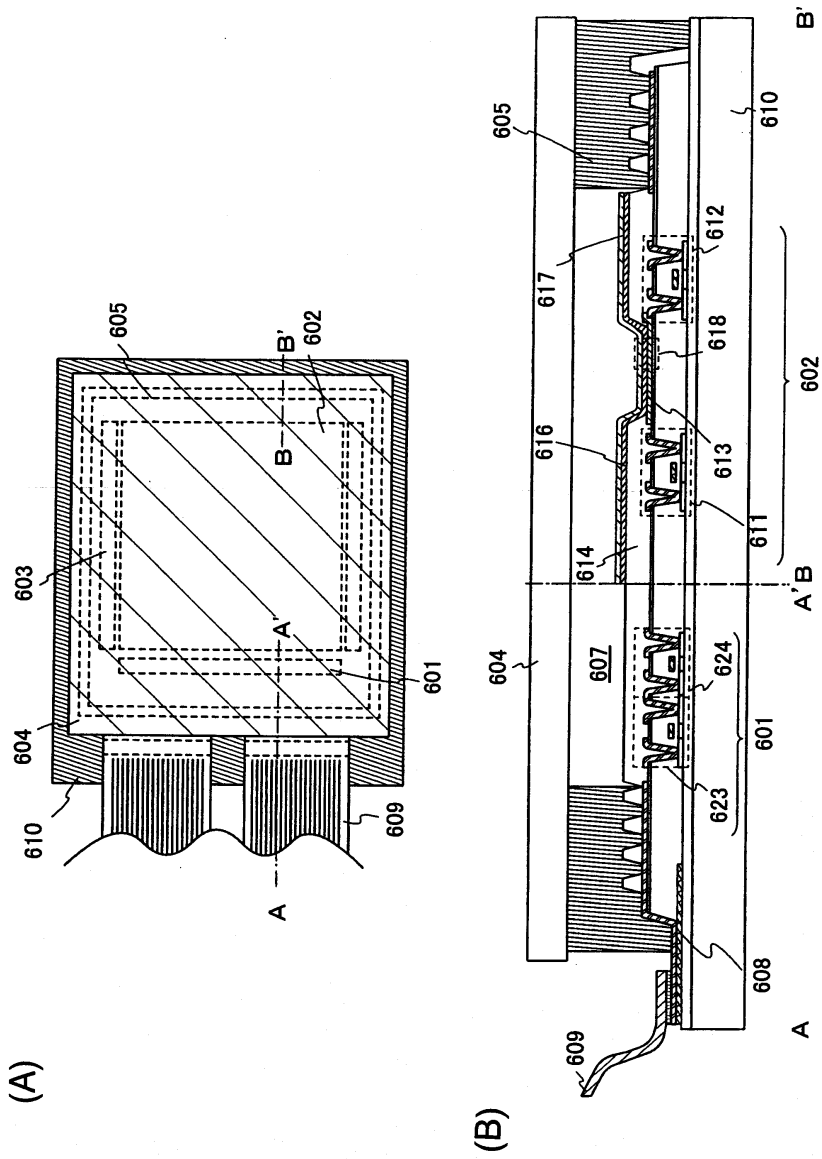
도면4



도면5

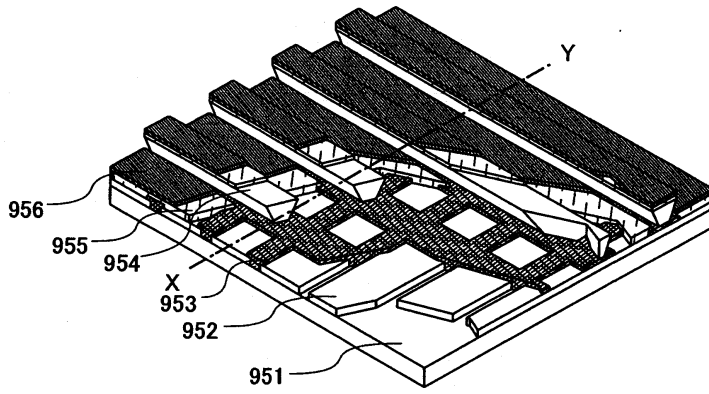


도면6

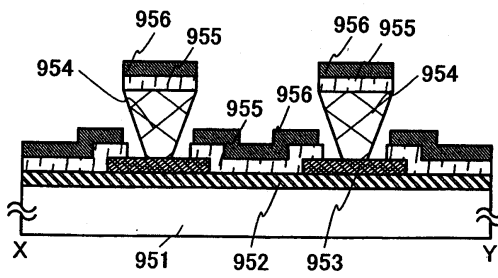


도면7

(A)

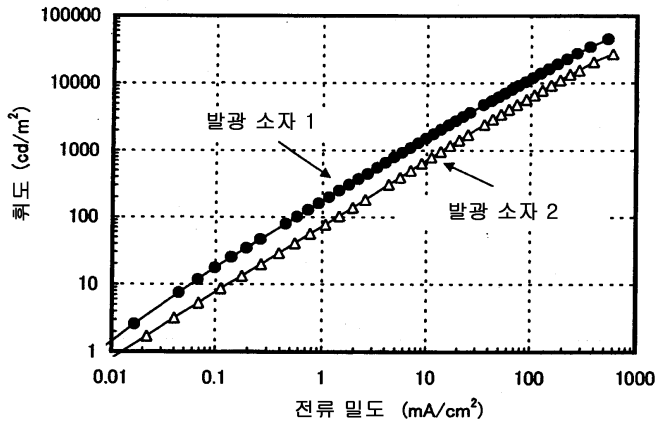


(B)

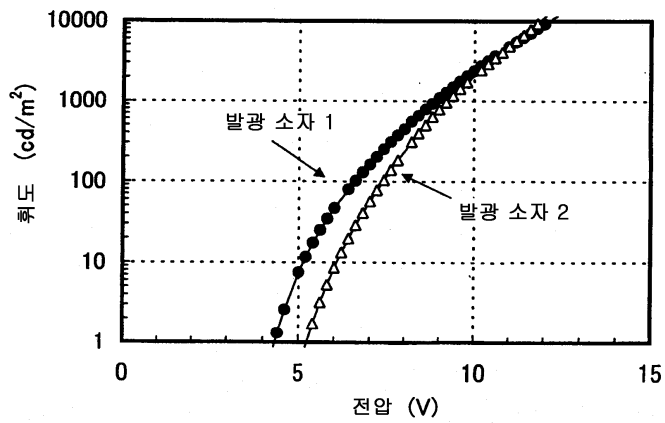


도면8

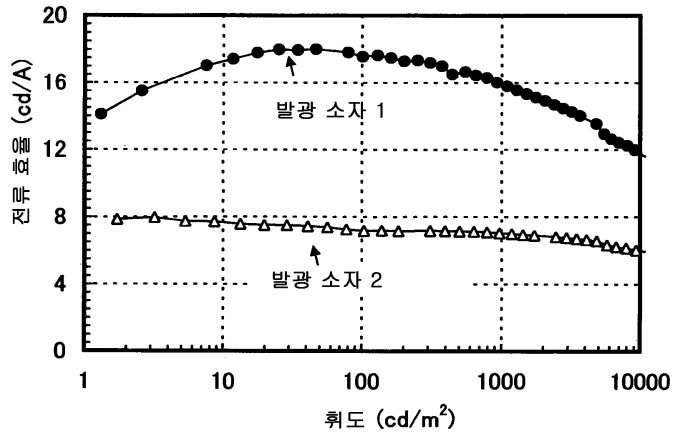
(A)



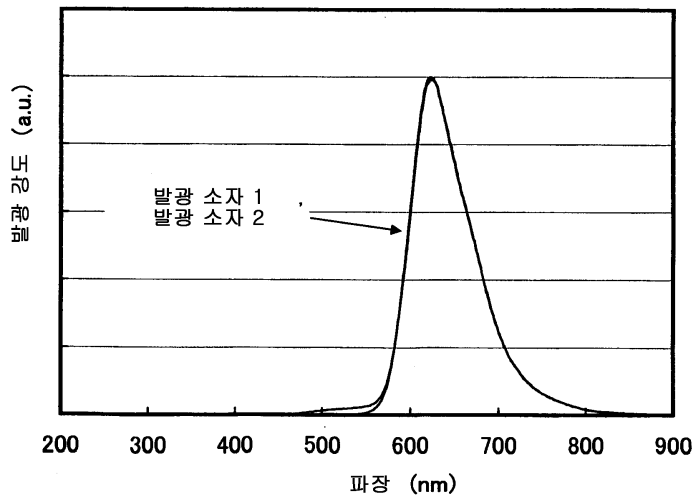
(B)



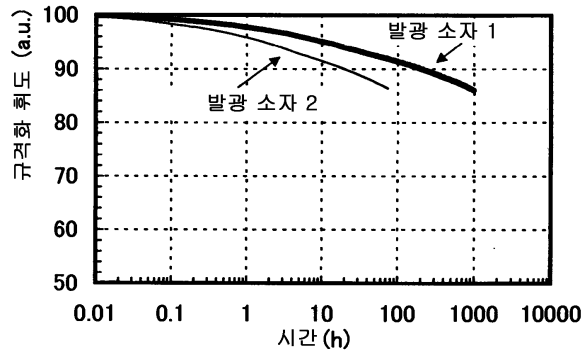
도면9



도면10

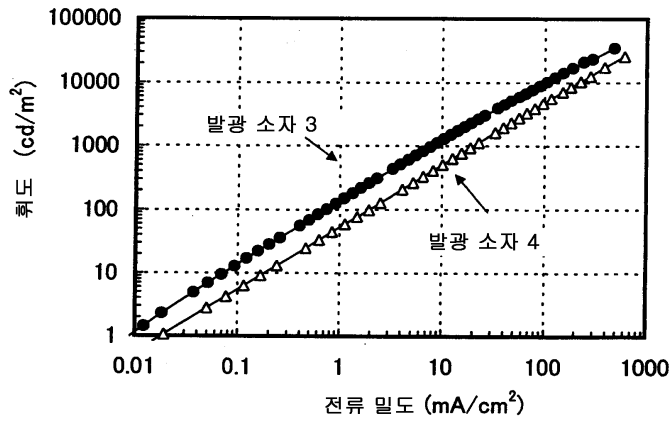


도면11

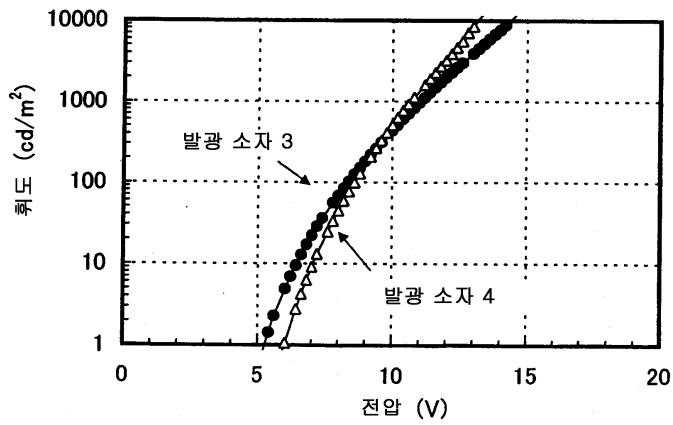


도면12

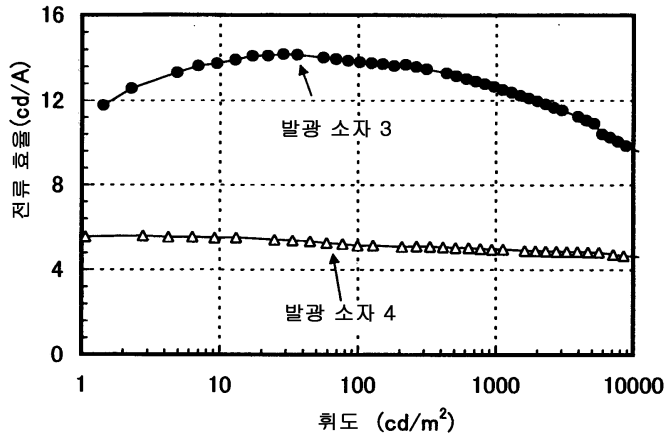
(A)



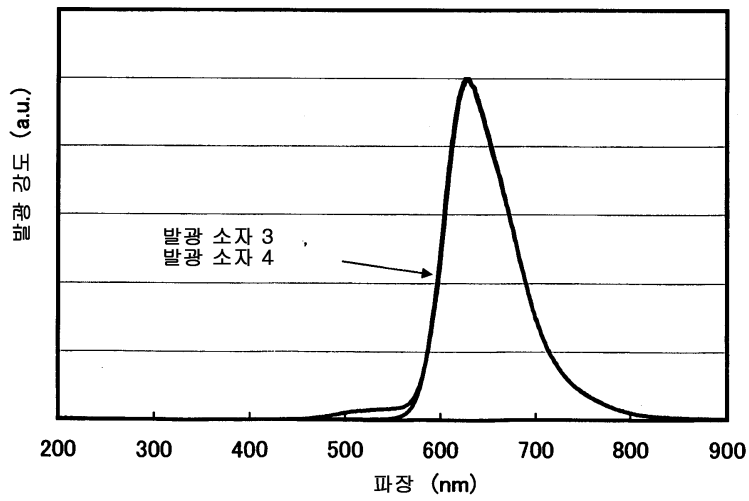
(B)



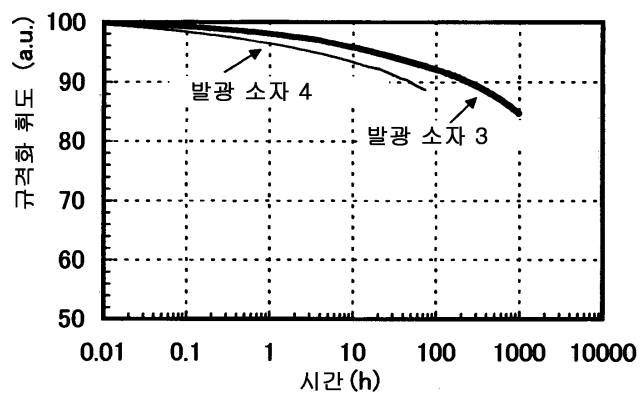
도면13



도면14



도면15



도면16

