(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월10일
(11) 등록번호 10-2215398
(24) 등록일자 2021년02월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07F 15/00 (2006.01) *C07D 249/10* (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0145024
(22) 출원일자 2013년11월27일
심사청구일자 2018년11월22일
(65) 공개번호 10-2014-0070412
(43) 공개일자 2014년06월10일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-261797 2012년11월30일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2008069268 A*
JP2011253980 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
이노우에 히데코
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
나카가와 도모카
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 박충범, 이중희

전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 김지은

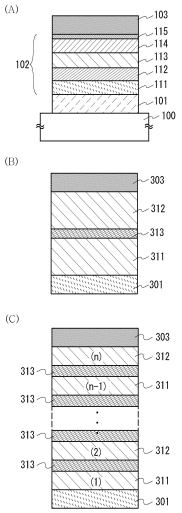
(54) 발명의 명칭 **발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치**

(57) 요 약

본 발명은 인광을 발광할 수 있는 유기 화합물을 발광층에 포함하는 발광 소자를 제공한다. 또한, 낮은 구동 전압, 높은 전류 효율, 또는 장수명을 구현할 수 있는 발광 소자를 제공한다.

한 쌍의 전극 사이에 끼워진 발광층을 포함하는 발광 소자에서, 발광층은 유기 화합물을 포함하고 유기 화합물이 1,2,4-트라이아졸 골격과, 페닐 골격과, 아릴렌 골격과, 제 9족 또는 제 10족의 금속을 갖고, 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 제 9족 또는 제 10족의 금속에 배위하며, 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 페닐 골격에 결합하고, 아릴렌 골격이 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치에 결합하며, 제 9족 또는 제 10족의 금속에 결합한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

세오 사토시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

오사와 노부하루

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

스즈키 구니히코

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

발광 소자에 있어서,

제 1 전극과;

상기 제 1 전극과 대향하는 제 2 전극과;

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에, 제 1 유기 화합물, 제 2 유기 화합물, 및 제 3 유기 화합물을 포함하는 발광층을 포함하고,

상기 제 1 유기 화합물은 카바졸 골격을 갖고,

상기 제 3 유기 화합물은,

1,2,4-트라이아졸 골격과;

페닐 골격과;

아릴렌 골격과;

제 9족 또는 제 10족에서 선택되는 금속을 포함하고,

상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 상기 금속에 배위하며, 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 상기 페닐 골격에 결합하고,

상기 페닐 골격이 치환되지 않거나, 탄소수 1 내지 4의 알킬기 또는 비치환의 페닐기로 치환되고,

상기 아릴렌 골격이 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치와 상기 금속에 결합하고,

상기 아릴렌 골격이 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기, 또는 알킬기, 알콕시기, 알킬티오기, 알킬렌기 및 할로겐기 중 어느 것으로 치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기이고,

탄소수 1 내지 4의 알킬기가 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 5위치에 결합하고,

ToF-SIMS 분석하였을 때, 상기 제 3 유기 화합물은, m/z=600 이상 2000 이하의 범위에서 프리커서 이온의 피크를 나타내고, m/z=75 이상 300 이하의 범위에서 프로덕트 이온의 피크를 나타내는,

발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 유기 화합물은, m/z=91 부근에 제 1 프로덕트 이온의 피크를 나타내고, m/z=160 부근에 제 2 프로덕트 이온의 피크를 나타내고, m/z=1171 부근에 프리커서 이온의 피크를 나타내는, 발광 소자.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 프로덕트 이온의 상기 피크와 상기 제 2 프로덕트 이온의 상기 피크의 m/z의 차분이 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 분자량에 상당하는, 발광 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 유기 화합물은, m/z=91 부근에 제 1 프로덕트 이온의 피크를 나타내고, m/z=160 부근에 제 2 프로덕

트 이온의 피크를 나타내고, m/z=1250 부근에 프리커서 이온의 피크를 나타내는, 발광 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 금속은 이리듐인, 발광 소자.

청구항 6

발광 장치에 있어서,

제 1 항에 따른 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 7

발광 소자에 있어서,

제 1 전극과;

상기 제 1 전극과 대향하는 제 2 전극과;

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에, 제 1 유기 화합물, 제 2 유기 화합물, 및 제 3 유기 화합물을 포함하는 발광층을 포함하고,

상기 제 3 유기 화합물은,

1,2,4-트라이아졸 골격과;

페닐 골격과;

아릴렌 골격과;

제 9족 또는 제 10족에서 선택되는 금속을 포함하고,

상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 상기 금속에 배위하며, 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 상기 페닐 골격에 결합하고,

상기 페닐 골격이 치환되지 않거나, 탄소수 1 내지 4의 알킬기 또는 비치환의 페닐기로 치환되고,

상기 아릴렌 골격이 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치와 상기 금속에 결합하고,

상기 아릴렌 골격이 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기, 또는 알킬기, 알콕시기, 알킬티오기, 알킬렌기 및 할로겐기 중 어느 것으로 치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기이고,

탄소수 1 내지 4의 알킬기가 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 5위치에 결합하고,

ToF-SIMS 분석하였을 때, 상기 제 3 유기 화합물은 m/z=600 이상 2000 이하의 범위에서 프리커서 이온의 피크를 나타내고, m/z=75 이상 300 이하의 범위에서 프로덕트 이온의 피크를 나타내는, 발광 소자.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 유기 화합물은, m/z=91 부근에 제 1 프로덕트 이온의 피크를 나타내고, m/z=160 부근에 제 2 프로덕트 이온의 피크를 나타내고, m/z=1171 부근에 프리커서 이온의 피크를 나타내는, 발광 소자.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 프로덕트 이온의 상기 피크와 상기 제 2 프로덕트 이온의 상기 피크의 m/z의 차분이 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 분자량에 상당하는, 발광 소자.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 유기 화합물은, m/z=91 부근에 제 1 프로덕트 이온의 피크를 나타내고, m/z=160 부근에 제 2 프로덕트 이온의 피크를 나타내고, m/z=1250 부근에 프리커서 이온의 피크를 나타내는, 발광 소자.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 금속은 이리듐인, 발광 소자.

청구항 12

발광 장치에 있어서,

제 7 항에 따른 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

터치 센서를 더 포함하는, 발광 장치.

청구항 14

발광 소자에 있어서,

제 1 전극과;

상기 제 1 전극과 대향하는 제 2 전극과;

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에, 제 1 유기 화합물, 제 2 유기 화합물, 및 제 3 유기 화합물을 포함하는 발광층을 포함하고,

상기 제 3 유기 화합물은,

1,2,4-트라이아졸 골격과;

페닐 골격과;

아릴렌 골격과;

제 9족 또는 제 10족에서 선택되는 금속을 포함하고,

상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 상기 금속에 배위하며, 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 상기 페닐 골격에 결합하고,

상기 페닐 골격이 치환되지 않거나, 탄소수 1 내지 4의 알킬기 또는 비치환의 페닐기로 치환되고,

상기 아릴렌 골격이 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치와 상기 금속에 결합하고,

상기 아릴렌 골격이 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기, 또는 알킬기, 알콕시기, 알킬티오기, 알킬렌기 및 할로겐기 중 어느 것으로 치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기이고,

탄소수 1 내지 4의 알킬기가 상기 1,2,4-트라이아졸 골격의 5위치에 결합하고,

IR분석을 하였을 때, 상기 제 3 유기 화합물은, 1540cm^{-1} 부근에 피크를 나타내는, 발광 소자.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 3 유기 화합물은 3030cm^{-1} 부근과 1600cm^{-1} 부근에도 피크를 나타내는, 발광 소자.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 1540cm^{-1} 부근의 피크는 C=N신축 진동에서 유래하는, 발광 소자.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 금속은 이리듐인, 발광 소자.

청구항 18

발광 장치에 있어서,

제 14 항에 따른 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 물건, 방법, 제조 방법, 프로세스(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 특히 본 발명은 예를 들어, 반도체 장치, 표시 장치, 발광 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 예를 들어, 발광 소자에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 예를 들어, 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 유기 화합물을 포함하는 발광 소자에 관한 것이다. 또는 본 발명은 예를 들어, 상기 발광 소자를 사용한 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근년에 들어, 발광성을 갖는 유기 화합물이나 무기 화합물을 발광 재료로서 사용한 발광 소자가 활발히 개발되고 있다. 특히 EL(Electro Luminescence) 소자라고 불리는 발광 소자의 구성은 단지 전극 사이에 발광 재료를 포함한 발광층을 제공한 단순한 구조이며, 박형 경량화가 가능, 입력 신호에 고속으로 응답 가능, 직류 저전압 구동이 가능 등의 특성 때문에, 차세대 플랫 패널 디스플레이 소자로서 주목을 받고 있다. 또한, 이와 같은 발광 소자를 사용한 디스플레이는, 콘트라스트나 화질이 뛰어나고, 시야각이 넓다는 특징도 갖고 있다. 또한, 이들 발광 소자는 면광원이기 때문에, 액정 디스플레이의 백 라이트나 조명 등의 광원으로서의 응용도 고려되고 있다.

[0003] 발광 물질이 발광성 유기 화합물인 경우, 발광 소자의 발광 기구는, 캐리어 주입형이다. 즉, 전극 사이에 발광층을 끼워 전압을 인가함으로써, 전극으로부터 주입된 전자 및 정공이 재결합하여 발광 물질이 여기 상태가 되고, 이 여기 상태의 발광 물질이 기저 상태로 되돌아올 때에 발광한다. 그리고, 여기 상태의 종류로서는, 일중항 여기 상태(S^*)와 삼중항 여기 상태(T^*)가 가능하다. 또한, 발광 소자에서의 그것의 통계적인 생성 비율은, $S^*:T^*=1:3$인 것으로 생각되고 있다.

[0004] 발광성 유기 화합물은 일반적으로, 기저 상태가 일중항 상태다. 따라서, 일중항 여기 상태(S^*)로부터의 발광은, 같은 다중도 사이의 전자 천이이기 때문에 형광이라고 불린다. 한편, 삼중항 여기 상태(T^*)로부터의 발광은, 상이한 다중도 사이의 전자 천이이기 때문에 인광이라고 불린다. 여기서, 형광을 발광하는 화합물(이하, 형광성 화합물이라고 표기함)은, 실온에서, 일반적으로 인광은 관측되지 않고 형광만이 관측된다. 따라서, 형광성 화합물을 사용한 발광 소자에서의 내부 양자 효율(주입한 캐리어에 대하여 발생하는 포톤의 비율)의 이론적 한계는, $S^*:T^*=1:3$인 것을 근거로 25%라고 생각되고 있다.

[0005] 한편, 발광성 유기 화합물로서 인광성 화합물을 사용하면, 이론상 내부 양자 효율을 100%까지 높일 수 있다. 즉, 형광성 화합물보다 4배 높은 발광 효율로 할 수 있다. 이와 같은 이유로, 근년에 들어, 효율이 높은 발광 소자를 구현하기 위하여 인광성 화합물을 사용한 발광 소자가 활발히 개발되고 있다.

[0006] 특히 인광성 화합물로서는 그 인광 양자 수율이 높다는 이유로, 이리듐 등을 중심 금속으로 하는 유기 금속 착체가 주목을 받고 있고, 녹색~청색을 나타내는 대표적인 인광 재료로서 이리듐(Ir)을 중심 금속으로 하는 금속

착체(이하, "Ir 착체"라고도 함)가 있다(예를 들어, 특허 문헌 1, 특허 문헌 2, 특허 문헌 3 참조). 특허 문헌 1에는 트라이아졸 유도체를 배위자로 하는 Ir 착체가 개시(開示)되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본국 특개2007-137872호 공보

(특허문헌 0002) 일본국 특개2008-069221호 공보

(특허문헌 0003) 국제 공개 제2008-035664호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 특허 문헌 1 내지 특허 문헌 3에서 보고되어 있는 바와 같이, 인광 재료의 개발도 진행되고 있는 한편, 발광 효율, 신뢰성, 발광 특성, 합성 수율, 또는 비용 등의 점에서 개선의 여지가 남아 있으며, 더 뛰어난 인광 재료의 개발이 요구되고 있다.

[0009] 또한, 저소비 전력이며 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 구현하기 위하여, 구동 전압이 낮은 발광 소자, 전류 효율이 높은 발광 소자, 또는 장수명의 발광 소자가 요구된다.

[0010] 상술한 과제를 감안하여 본 발명의 일 형태는 인광을 발광할 수 있는 유기 화합물을 발광층에 포함하는 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다.

[0011] 또는, 본 발명의 일 형태는 낮은 구동 전압을 구현할 수 있는 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 높은 전류 효율을 구현할 수 있는 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 장수명을 구현할 수 있는 발광 소자를 제공하는 것을 과제로 한다.

[0012] 또는 본 발명의 일 형태는 상술한 발광 소자를 사용한 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

[0013] 또한, 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것이 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없는 것으로 한다. 또한, 이들 외의 과제는, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터, 저절로 명확해지는 것이며, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터, 이들 외의 과제를 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 형태는 한 쌍의 전극 사이에 끼워진 발광층을 포함하는 발광 소자에서, 발광층은 유기 화합물을 포함하고, 유기 화합물이 1,2,4-트라이아졸 골격과, 페닐 골격과, 아릴렌 골격과, 제 9족 또는 제 10족의 금속을 갖고, 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 제 9족 또는 제 10족의 금속에 배위하며, 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 페닐 골격에 결합하고, 아릴렌 골격이 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치에 결합하며, 제 9족 또는 제 10족의 금속에 결합하는 것을 특징으로 하는 발광 소자다.

[0015] 또한, 상술한 유기 화합물은 인광을 발광할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 형태는 상기 발광 소자를 사용한 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치도 본 발명의 범주에 포함되는 것으로 한다. 또한, 본 명세서 중에서의 발광 장치란, 화상 표시 디바이스, 광원을 포함한다. 또한, 패널에 커넥터, 예를 들어, FPC(Flexible Printed Circuit), 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, 또는 TCP의 끝에 프린트 배선판이 제공된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 사용함으로써 인광을 발광할 수 있는 유기 화합물을 발광층에 포함하는 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 사용함으로써 낮은 구동 전압, 높은 전류 효율, 또는 장수명을 구현할 수 있다. 또한, 상기 발광 소자를 사용한 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 도면.

도 2는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 설명하기 위한 도면.

도 3은 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 설명하기 위한 도면.

도 4는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 설명하기 위한 도면.

도 5는 본 발명의 일 형태에 따른 전자 기기를 설명하기 위한 도면.

도 6은 본 발명의 일 형태에 따른 조명 장치를 설명하기 위한 도면.

도 7은 구조식(116)에 나타내는 트리스{3-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]-2-나프탈레닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$])의 ^{1}H NMR차트.

도 8은 구조식(116)에 나타내는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)의 LC/MS 분석 결과를 나타낸 도면.

도 9는 구조식(116)에 나타내는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 ToF-SIMS에 의하여 측정한 정성 스펙트럼.

도 10은 구조식(116)에 나타내는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)의 다이클로로메탄 용액의 자외·가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.

도 11은 구조식(118)에 나타내는 트리스{4-페닐-2-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$])의 ^{1}H NMR차트.

도 12는 구조식(118)에 나타내는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)의 LC/MS 분석 결과를 나타낸 도면.

도 13은 구조식(118)에 나타내는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 ToF-SIMS에 의하여 측정한 정성 스펙트럼.

도 14는 구조식(118)에 나타내는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)의 다이클로로메탄 용액의 자외·가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼.

도 15는 실시예의 발광 소자를 설명하기 위한 도면.

도 16은 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 나타낸 도면.

도 17은 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 나타낸 도면.

도 18은 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 나타낸 도면.

도 19는 발광 소자 1의 전압-전류 특성을 나타낸 도면.

도 20은 발광 소자 1의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

도 21은 실시예의 발광 소자를 설명하기 위한 도면.

도 22는 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 나타낸 도면.

도 23은 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 나타낸 도면.

도 24는 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성을 나타낸 도면.

도 25는 발광 소자 2의 전압-전류 특성을 나타낸 도면.

도 26은 발광 소자 2의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

도 27은 발광 소자 2의 구동 시간-정규화 휘도 특성을 나타낸 도면.

도 28은 구조식(116)에 나타내는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 IR차트.

도 29는 구조식(118)에 나타내는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 IR차트.

도 30은 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 설명하기 위한 도면.

도 31은 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 설명하기 위한 도면.

도 32는 본 발명의 일 형태에 따른 조명 장치를 설명하기 위한 도면.

도 33은 터치 센서를 설명하기 위한 도면.

도 34는 터치 센서를 설명하기 위한 회로도.

도 35는 터치 센서를 설명하기 위한 단면도.

도 36은 본 발명의 일 형태에 따른 표시 장치를 사용한 표시 모듈을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 실시형태에 대하여, 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 당업자라면 쉽게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것이 아니다. 또한, 이하에 설명하는 발명의 구성에 있어서, 동일 부분 또는 같은 기능을 갖는 부분에는 동일한 부호를 다른 도면 간에서 공통적으로 사용하고, 그 반복 설명은 생략한다.

[0021] (실시형태 1)

[0022] 본 실시형태에서는 한 쌍의 전극 사이에 끼워진 발광층을 포함하는 발광 소자에 대하여 도 1을 사용하여 설명한다.

[0023] 먼저, 도 1의 (A)에 나타내는 발광 소자에 대하여 이하에서 설명한다.

[0024] 본 실시형태에서 나타내는 발광 소자는 도 1의 (A)에 도시된 바와 같이, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(103) 사이에 EL층(102)이 끼워져 있고, EL층(102)은 적어도 발광층(113)을 포함하고, 발광층(113) 외에 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115) 등을 포함하여 형성된다. 또한, 본 실시형태에서는 제 1 전극(101)을 양극으로서 사용하고 제 2 전극(103)을 음극으로서 사용한다.

[0025] 또한, 발광층(113)은 유기 화합물을 포함하고 상기 유기 화합물이 1,2,4-트라이아졸 골격과, 페닐 골격과, 아릴렌 골격과, 제 9족 또는 제 10족의 금속을 갖고, 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 제 9족 또는 제 10족의 금속에 배위하며, 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 페닐 골격에 결합하고, 아릴렌 골격이 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치에 결합하며, 제 9족 또는 제 10족의 금속에 결합한다.

[0026] 상술한 유기 화합물은 인광을 발광할 수 있다. 특히, 상기 유기 화합물이 3개의 1-페닐-3-아릴-1H-1,2,4-트라이아졸 골격을 갖고, 1-페닐-3-아릴-1H-1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 이리듐에 배위하고, 아릴기가 이리듐에 결합한 트리스형 구조인 경우 극히 색 순도가 높은 청색 인광을 발광할 수 있다.

[0027] 또한, 상술한 유기 화합물을 한 쌍의 전극 사이에 갖는 발광 소자는 전압을 인가함으로써 극히 색 순도가 높은 청색 인광을 발광할 수 있고 높은 효율로 발광할 수 있다. 따라서 상술한 유기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 낮은 구동 전압, 높은 전류 효율, 및 장수명을 갖는 발광 소자를 구현할 수 있다.

[0028] 이하에 본 실시형태에 기재되는 발광 소자에 대하여 더 자세히 설명한다.

[0029] 기판(100)은 발광 소자의 지지체로서 사용된다. 기판(100)으로서는 예를 들어, 유리, 석영, 또는 플라스틱 등을 사용할 수 있다. 또한, 가요성 기판을 사용하여도 좋다. 가요성 기판이란 구부릴 수 있는(플렉시블) 기판을 가리키고, 예를 들어, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르설폰으로 이루어지는 플라스틱 기판 등을 들 수 있다. 또한, 필름(폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리불화비닐, 폴리염화비닐 등으로 이루어짐), 무기 증착 필름 등을 사용할 수도 있다. 또한, 발광 소자의 제작 공정에서 지지체로서 기능하는 것이라면, 이들 외의 것이라도 좋다.

[0030] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)에는 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐, 금(Au), 백금(Pt), 니켈

(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브데넘(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti)에 더하여, 원소 주기율표의 제 1족 또는 제 2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 및 이들을 포함하는 합금, 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 포함하는 합금, 그 외, 그래핀 등을 사용할 수 있다. 또한, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)은 예를 들어, 스퍼터링법이나 증착법(진공 증착법을 포함함) 등에 의하여 형성할 수 있다.

[0031] 정공 주입층(111), 및 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성이 높은 물질로서는 π전자 과잉형 복소 방향족 화합물(예를 들어, 카바졸 유도체나 인돌 유도체), 또는 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4"-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4"-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-스피로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등의 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나, 1,3-비스(N-카바졸일)벤젠(약칭: mCP), 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP), 3,6-비스(3,5-다이페닐페닐)-9-페닐카바졸(약칭: CzTP), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP) 등의 카바졸 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4"-(벤젠-1,3,5-트리일)트라이(다이벤조티오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조티오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조티오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 티오펜 골격을 갖는 화합물이나, 4,4'-4"-(벤젠-1,3,5-트리일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBi-II) 등의 퓨란 골격을 갖는 화합물을 들 수 있다.

[0032] 상술한 화합물 중에서도 카바졸 골격을 갖는 화합물은, 신뢰성이 양호하고, 또한 정공 수송성이 높고, 구동 전압의 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다.

[0033] 또한, 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용할 수 있는 재료로서는 폴리(N-비닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0034] 또한, 상술한 정공 수송성이 높은 물질과, 억셉터성 물질의 혼합층을 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)으로서 사용하여도 좋다. 이 경우, 캐리어 주입성이 양호하게 되기 때문에 바람직하다. 사용하는 억셉터성 물질로서는, 원소 주기율표에서의 제 4족 내지 제 8족에 속하는 금속 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는 산화 몰리브데넘이 특히 바람직하다.

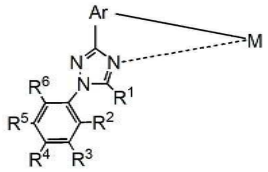
[0035] 발광층(113)은 예를 들어, 전자 수송성 재료를 호스트 재료(제 1 유기 화합물)로서 포함하고, 삼중항 여기 에너지를 발광으로 바꾸는 발광성 재료를 게스트 재료(제 2 유기 화합물)로서 포함하고, 정공 수송성 재료를 어시스트 재료(제 3 유기 화합물)로서 포함하여 형성되는 층이면 바람직하다. 또한, 호스트 재료와 어시스트 재료의 관계는 상기 구성에 한정되지 않고 전자 수송성 재료를 어시스트 재료로서 사용하고 정공 수송성 재료를 호스트 재료로서 사용하여도 좋다.

[0036] 여기서 상기 게스트 재료(제 2 유기 화합물)로서 1,2,4-트라이아졸 골격과, 페닐 골격과, 아릴렌 골격과, 제 9족 또는 제 10족의 금속을 갖고, 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 제 9족 또는 제 10족의 금속에 배위하며, 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 페닐 골격에 결합하고, 아릴렌 골격이 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치에 결합하며, 제 9족 또는 제 10족의 금속에 결합하는 유기 화합물을 사용한다.

[0037] 또한, 상술한 구성에서 페닐 골격이 메틸 골격에 결합하면 합성 수율을 향상시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

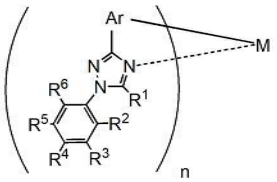
[0038] 또한 상술한 구성에서 금속이 이리듐이라면 인광 양자 수율이 높게 되기 때문에 바람직하다. 또한, 금속이 이리듐이라면 스핀-궤도 상호 작용이 커키고, 또한, 배위자의 1,2,4-트라이아졸 골격으로 전하가 이동(삼중항 MLCT(Metal to Ligand Charge Transfer) 천이라고도 함)되기 쉬워진다. 이로써, 인광 발광과 같은 금지 천이가 일어나기 쉬워지는 데다가 삼중항 여기 수명도 짧아져, 유기 화합물의 발광 효율을 높이는 효과를 나타내기 때문에 바람직하다.

[0039] 상술한 유기 화합물로서는 구체적으로는 이하의 일반식(G1) 내지 일반식(G3)으로 나타낼 수 있다.



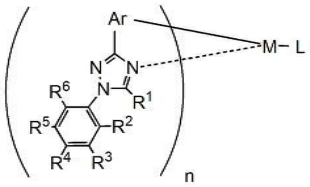
(G1)

[0040]



(G2)

[0041]



(G3)

[0042]

[0043] 일반식(G1), 일반식(G2), 및 일반식(G3)에서, Ar은 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, R^1은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기를 나타내고, R^2~R^6은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 제 9족 원소 또는 제 10족 원소 중 어느 하나를 나타낸다.

[0044] 또한, 일반식(G2)에서, M이 제 9족 원소일 때는 n=3이고 제 10족 원소일 때는 n=2다.

[0045] 또한, 일반식(G3)에서, L은 1가 음이온성 이좌 배위자를 나타내고, M이 제 9족 원소일 때는 n=2이고 제 10족 원소일 때는 n=1이다.

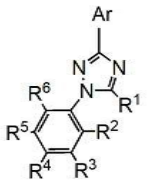
[0046] 또한, 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함하는 유기 화합물은 인광을 발광할 수 있으므로 발광 소자의 발광층에 적용할 때에 유익하다.

[0047] 특히, 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함하고, 최저 삼중항 여기 상태가 형성되는 유기 화합물은 효율적으로 인광을 방출할 수 있기 때문에 바람직하다. 이와 같은 형태를 구현하기 위해서, 예를 들어, 최저 삼중항 여기 에너지가 상기 유기 화합물을 구성하는 다른 골격(즉 배위자)의 최저 삼중항 여기 에너지와 같거나 또는 이보다 낮게 되도록 배위자를 선택하면 좋다. 이와 같은 구성으로 함으로써 배위자가 어떤 것이라도 최종적으로는 분자 전체에서 최저 삼중항 여기 상태가 형성되므로 인광 발광을 얻을 수 있다. 따라서, 효율이 높은 인광 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 측쇄로서 갖는 비닐 폴리머 등을 들 수 있다.

[0048] 여기서 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함하는 유기 화합물, 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물, 및 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물 각각을 합성하는 방법의 일례에 대하여 이하에서 설명한다.

[0049] <일반식(G0)으로 나타내어지는 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체의 합성 방법>

[0050] 먼저, 하기 일반식(G0)으로 나타내어지는 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체의 합성 방법의 일례에 대하여 설명한다.

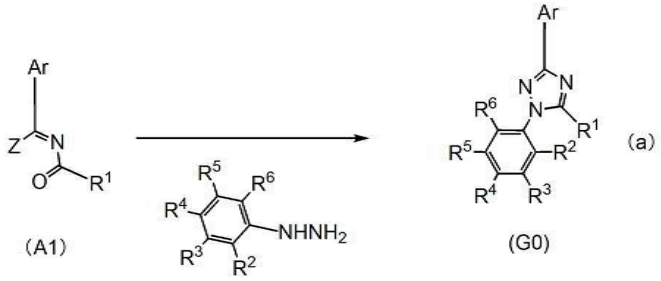


(G0)

[0051]

[0052] 일반식(G0)에서, Ar은 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, R^1은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기를 나타내고, R^2~R^6은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0053] 하기 합성 스킴(a)에 나타낸 바와 같이, 아실아미딘 화합물(A1)과 하이드라진 화합물(A2)을 반응시킴으로써 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체를 얻을 수 있다. 또한, 식 중 Z는 폐환 반응에 의하여 이탈되는 기(이탈기)를 나타내고, 알콕시기, 알킬티오기, 아미노기, 사이아노기 등을 들 수 있다.



(A1) (A2) (G0) (a)

[0054]

[0055] 합성 스킴(a)에서 Ar은 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, R^1은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기를 나타내고, R^2~R^6은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0056] 다만, 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체의 합성 방법은 합성 스킴(a)에만 한정되지 않는다. 예를 들어, 1,3,4-옥사다이아졸 유도체와 아릴아민을 가열하는 방법도 있다.

[0057] 상술한 바와 같이, 일반식(G0)으로 나타내어지는 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체는 매우 간편한 합성 스킴에 의하여 합성할 수 있다.

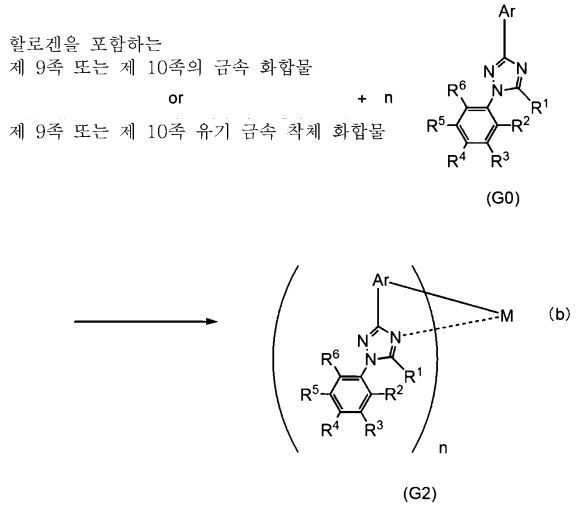
[0058] 또한, 상술한 화합물(A1), 화합물(A2)은 다양한 종류가 시판되고 있거나 또는 합성할 수 있는 것이다. 예를 들어, 아실아미딘 화합물(A1)은 염화 알카노일과 아릴이미노에테르를 반응시킴으로써 합성할 수 있고 이 때, 이탈기 Z는 알콕실기다. 이와 같이, 일반식(G0)으로 나타내어지는 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체는 많은 종류를 합성할 수 있다. 따라서, 일반식(G1)으로 나타내어지는 구조를 포함하는 유기 화합물은, 그 배위자의 베리에이션이 풍부하다는 특징을 갖는다. 그리고, 이와 같은 배위자의 베리에이션이 풍부한 유기 화합물을 발광 소자에 사용함으로써 발광 소자에 요구되는 소자 특성을 쉽게 미조정(fine adjustment)할 수 있다.

[0059] <일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법>

[0060] 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물은 하기 합성 스킴(b)에 의하여 합성할 수 있다. 즉 일반식(G0)으로 나타내어지는 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체와, 할로겐을 포함하는 제 9족 또는 제 10족의 금속 화합물(염화 로듐 수화물, 염화 팔라듐, 염화 이리듐, 브로민화 이리듐, 아이오딘화 이리듐, 테트라클로로 백금산 칼륨 등), 또는 제 9족 또는 제 10족의 유기 금속 착체 화합물(아세틸아세토나토 착체, 다이에틸설파이드 착체 등)을 혼합한 후에 가열함으로써, 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0061] 또한, 이 가열 프로세스는 알코올계 용매(글리세롤, 에틸렌 글라이콜, 2-메톡시에탄올, 2-에톡시에탄올 등) 중

에서 수행하여도 좋다. 가열 수단으로서 특별히 한정은 없으며, 오일 배스, 샌드 배스(sand bath), 또는 알루미늄 블록을 사용하여도 좋다. 또한, 가열 수단으로서 마이크로파를 사용할 수도 있다.



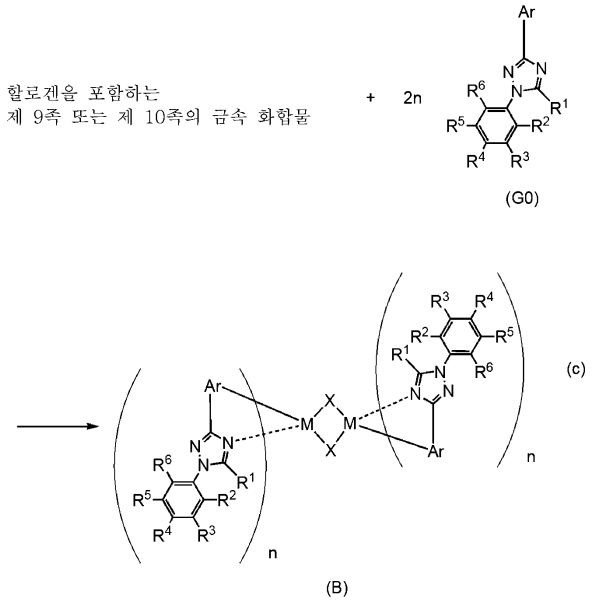
[0062]

[0063] 합성 스킴(b)에서 Ar은 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, R^1은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기를 나타내고, R^2~R^6은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 제 9족 원소 또는 제 10족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M이 제 9족 원소일 때는 n=3이고 제 10족 원소일 때는 n=2다.

[0064] 다만, 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 화합물을 합성하는 방법은 합성 스킴(b)에만 한정되지 않는다. 예를 들어, 하기 합성 스킴(c)에 나타낸 바와 같이, 할로겐으로 가교(架橋)한 복핵 착체(B)와 일반식(G0)으로 나타내어지는 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체를 가열하는 방법도 있다. 이 때, 반응을 촉진시키기 위하여 트라이플루오로아세트산 은이나 트라이플루오로메틸설폰산 은 등의 은염을 첨가하여도 좋다.

[0065] <일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물의 합성 방법>

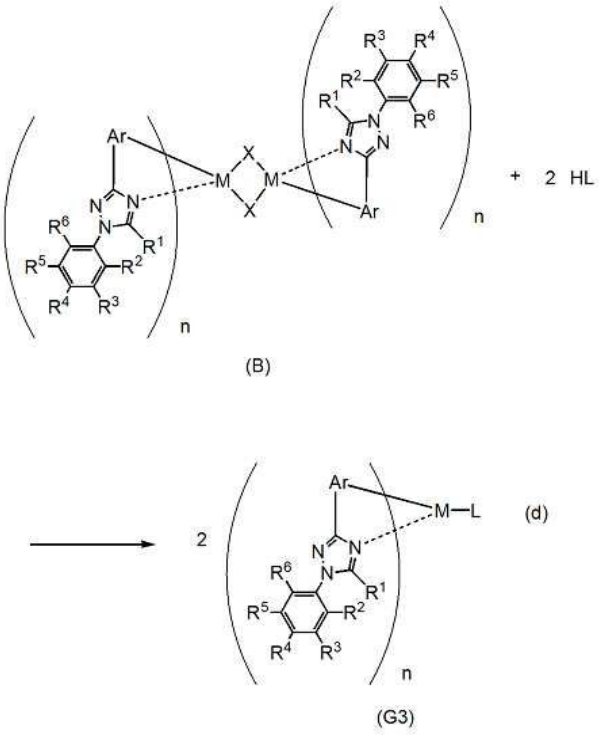
[0066] 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물은 하기 합성 스킴(c)에 의하여 합성할 수 있다. 즉 일반식(G0)으로 나타내어지는 1H-1,2,4-트라이아졸 유도체와, 할로겐을 포함하는 제 9족 또는 제 10족의 금속 화합물(염화 로듐 수화물, 염화 팔라듐, 염화 이리듐, 브로민화 이리듐, 아이오딘화 이리듐, 테트라클로로 백금산 칼륨 등)을 무용매, 또는 알코올계 용매(글리세롤, 에틸렌 글라이콜, 2-메톡시에탄올, 2-에톡시에탄올 등) 단독, 또는 알코올계 용매 1종류 이상과 물의 혼합 용매를 사용하여, 불활성 가스 분위기하에서 가열함으로써, 할로겐으로 가교된 구조를 갖는 유기 금속 착체의 1종이며, 신규 물질인 복핵 착체(B)를 얻을 수 있다. 가열 수단으로서 특별히 한정은 없으며, 오일 배스, 샌드 배스, 또는 알루미늄 블록을 사용하여도 좋다. 또한, 가열 수단으로서 마이크로파를 사용할 수도 있다.



[0067]

[0068] 합성 스킴(c)에서 X는 할로겐을 나타내고, Ar은 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, R^1은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기를 나타내고, R^2~R^6은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 제 9족 원소 또는 제 10족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M이 제 9족 원소일 때는 n=2이고 제 10족 원소일 때는 n=1이다.

[0069] 또한, 하기 합성 스킴(d)에 나타내는 바와 같이, 상술한 합성 스킴(c)에 의하여 얻어지는 복핵 착체(B)와, 1가 음이온성 배위자의 원료 HL을 불활성 가스 분위기하에서 반응시킴으로써, HL의 프로톤이 이탈되어 L이 M에 배위하고, 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물이 얻어진다. 가열 수단으로서 특별히 한정은 없으며, 오일 배스, 샌드 배스, 또는 알루미늄 블록을 사용하여도 좋다. 또한, 가열 수단으로서 마이크로파를 사용할 수도 있다.

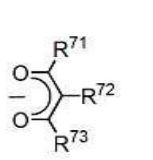


[0070]

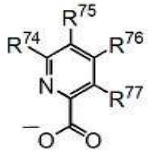
[0071] 합성 스킴(d)에서 L은 1가 음이온성 이좌 배위자를 나타내고, X는 할로겐을 나타내고, Ar은 치환 또는 비치환된 탄소수 6~13의 아릴렌기를 나타낸다. 또한, R^1은 수소, 또는 탄소수 1~4의 알킬기를 나타내고, R^2~R^6은 각각 독

립적으로 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M은 제 9족 원소 또는 제 10족 원소 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, M이 제 9족 원소일 때는 n=2이고 제 10족 원소일 때는 n=1이다.

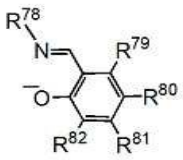
[0072] 또한, 1가 음이온성 이좌 배위자로서는 β-다이케톤 구조를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 배위자, 카복실기를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 배위자, 페놀성 수산기를 갖는 1가 음이온성 이좌 킬레이트 배위자, 2개의 배위원소가 모두 질소인 1가 음이온성 이좌 킬레이트 배위자 등이 있지만, 구체적인 예로서는 하기 구조식(L1) 내지 구조식(L6)으로 나타내어지는 배위자를 들 수 있다.



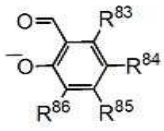
(L1)



(L2)



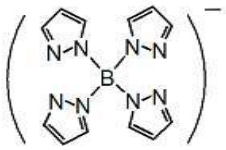
(L3)



(L4)



(L5)



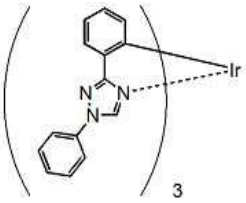
(L6)

[0073]

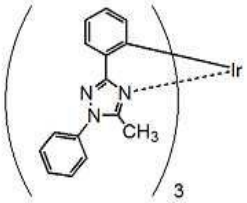
[0074] 구조식(L1) 내지 구조식(L6)에서, R^{71}~R^{90}은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 할로겐기, 할로알킬기, 탄소수 1~4의 알콕시기, 또는 탄소수 1~4의 알킬티오기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한, A^1, A^2, A^3은 각각 독립적으로, 질소 N, 또는 탄소 C-R을 나타내고, R은 수소, 탄소수 1~4의 알킬기, 할로겐기, 탄소수 1~4의 할로알킬기, 또는 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0075] 이상, 합성 방법의 일례에 대하여 설명하였지만, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에 포함되는 유기 화합물은 상기 외의 어떤 합성 방법에 의하여 합성되어도 좋다.

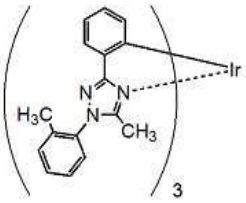
[0076] 또한, 일반식(G1) 내지 일반식(G3)으로 나타내어지는 구조를 포함하는 유기 화합물의 구체적인 예로서는 구조식(100) 내지 구조식(135)으로 나타내어지는 유기 화합물을 들 수 있다. 다만, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에 포함되는 유기 화합물은 이들에 한정되지 않는다.



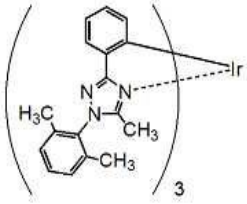
(100)



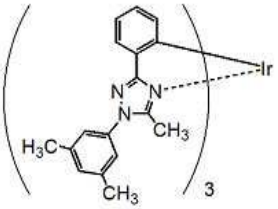
(101)



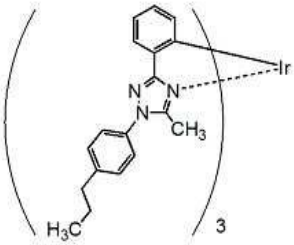
(102)



(103)

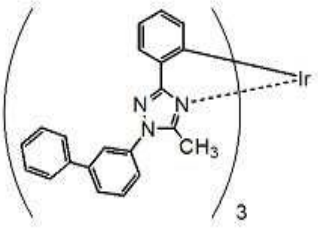


(104)

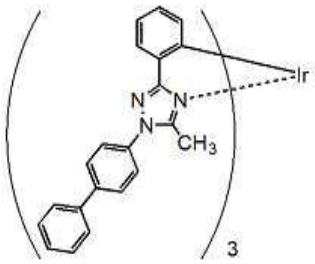


(105)

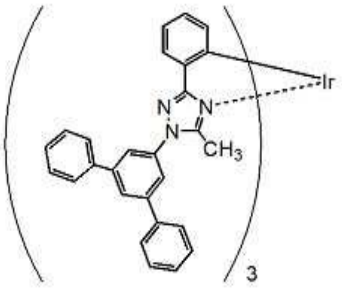
[0077]



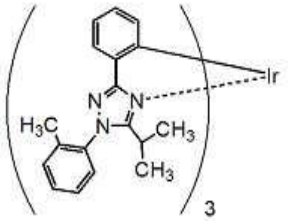
(106)



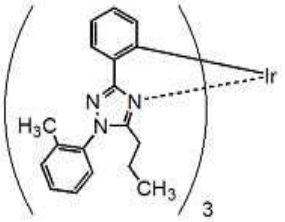
(107)



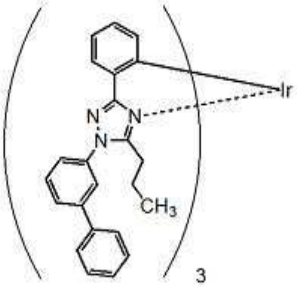
(108)



(109)

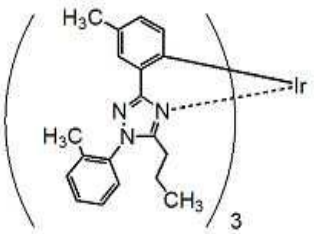


(110)

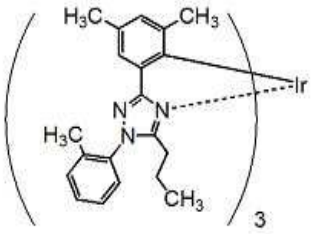


(111)

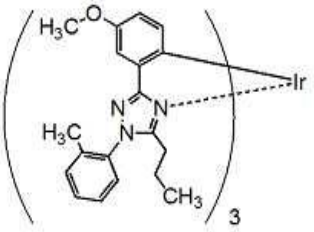
[0078]



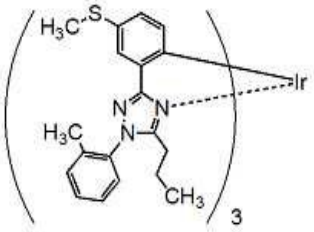
(112)



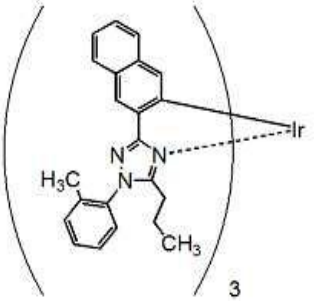
(113)



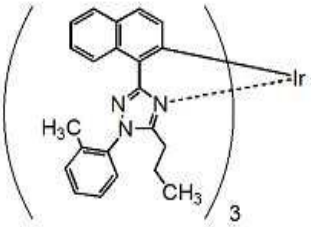
(114)



(115)

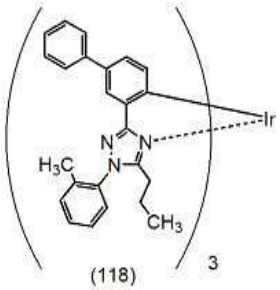


(116)

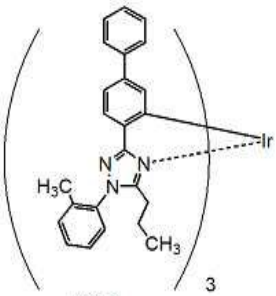


(117)

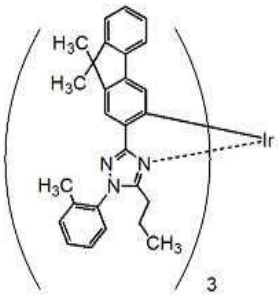
[0079]



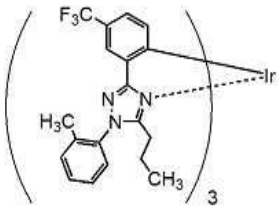
(118)



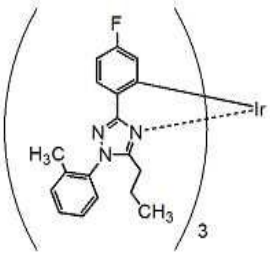
(119)



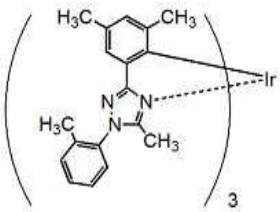
(120)



(121)

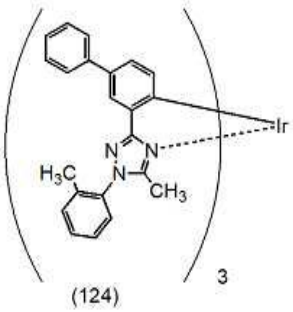


(122)

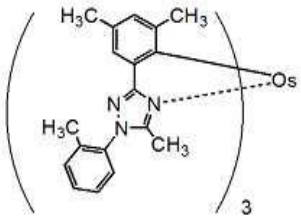


(123)

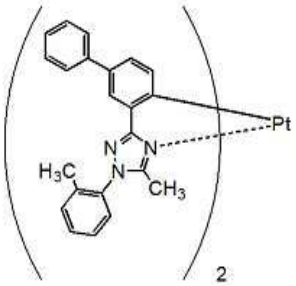
[0080]



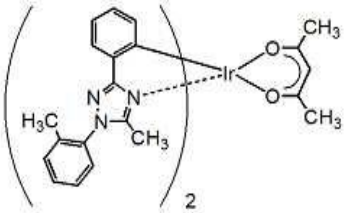
(124)



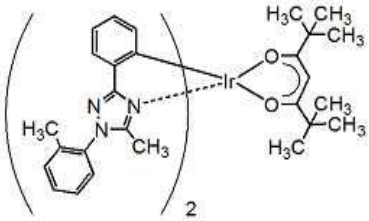
(125)



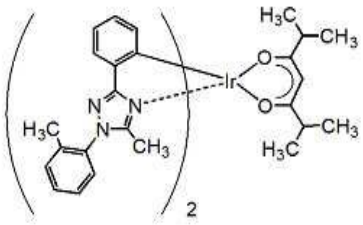
(126)



(127)

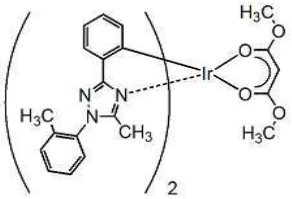


(128)

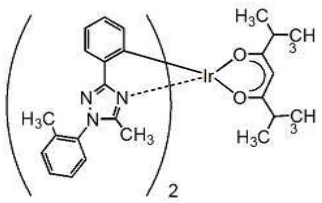


(129)

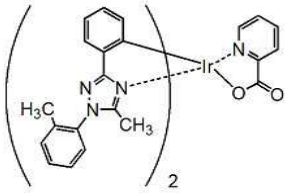
[0081]



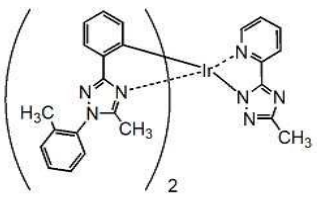
(130)



(131)

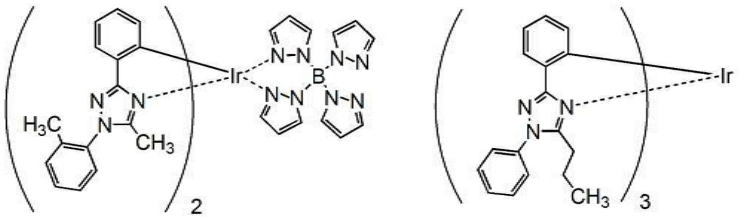


(132)



(133)

[0082]



(134) (135)

[0083]

[0084] 또한, 상술한 구조식(100) 내지 구조식(135)으로 나타내어지는 유기 화합물에는, 배위자의 종류에 따라서는 입체 이성체가 존재할 수 있지만, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에 사용할 수 있는 유기 화합물에는 이들 이성체도 모두 포함된다.

[0085] 또한, 발광층(113)에 사용하는 정공 수송성 재료, 즉 어시스트 재료(제 3 유기 화합물)로서는 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용할 수 있는 정공 수송성이 높은 물질을 사용하면 좋다.

[0086] 특히, 발광층(113)에 사용하는 어시스트 재료(제 3 유기 화합물)로서는 카바졸 골격을 포함하는 화합물이 바람직하다. 카바졸 골격을 갖는 화합물은 신뢰성이 양호하고 또한, 정공 수송성이 높고, 구동 전압의 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다.

[0087] 또한, 이들 호스트 재료(제 1 유기 화합물) 및 어시스트 재료(제 3 유기 화합물)는 청색 영역에 흡수 스펙트럼을 갖지 않는 것이 바람직하다. 구체적으로는 흡수 스펙트럼의 흡수단이 440nm 이하인 것이 바람직하다.

[0088] 전자 수송층(114)은 전자 수송성이 높은 물질을 포함한 층이다. 전자 수송층(114)에는 상술한 전자 수송성 재료 외에, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq_3), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: $Almq_3$), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(약칭: $BeBq_2$), BAlq, $Zn(BOX)_2$, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: $Zn(BTZ)_2$) 등의 금속 착체를 사용할 수 있다. 또한, 2-(4-바이페닐릴)-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-바이페닐릴)-1,2,4-트라이아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트라이아졸(약칭: p-EtTAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등의 복소 방향족 화합물도 사용할 수 있다. 또한, 폴리(2,5-피리딘-다이일)(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'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy)과 같은 고분자 화합물을 사용할 수도 있다. 여기에 든 물질은 주로 $10^{-6}cm^2/Vs$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이라면 상술한 물질 외의 물질을 전자 수송층(114)으로서 사용하여도 좋다.

[0089] 또한, 전자 수송층(114)은, 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0090] 전자 주입층(115)은 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 전자 주입층(115)에는 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF_2), 리튬 산화물(LiO_x) 등과 같은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 불화 에르븀(ErF_3)과 같은 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0091] 또는, 전자 주입층(115)에 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합하여 이루어지는 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이와 같은 복합 재료는, 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 뛰어나다. 이 경우, 유기 화합물로서는, 발생한 전자의 수송에 뛰어난 재료가 사용되는 것이 바람직하고, 구체적으로는, 예를 들어, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질(금속 착체나 복소 방향족 화합물 등)을 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는, 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이라면 좋다. 구체적으로는, 알칼리 금속이나 알칼리 토금속이나 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 에르븀, 이테르븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물이나 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한, 산화 마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수도 있

다. 또한, 테트라티아풀바렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0092] 또한, 상술한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115)은 각각 증착법(진공 증착법을 포함함), 잉크젯법, 도포법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0093] 또한, 상술한 발광 소자는, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(103) 사이의 전위차에 의하여 전류가 흐르고, 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 거쳐 외부로 추출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103) 중 어느 하나 또는 양쪽 모두가 투광성을 갖는 전극이다.

[0094] 다음에 도 1의 (B) 및 (C)에 도시된 발광 소자에 대하여 이하에서 설명한다.

[0095] 도 1의 (B)에 도시된 발광 소자는 제 1 전극(301)과 제 2 전극(303) 사이에 복수의 발광층(제 1 발광층(311), 및 제 2 발광층(312))을 갖는 탠덤형 발광 소자다.

[0096] 제 1 전극(301)은 양극으로서 기능하는 전극이고 제 2 전극(303)은 음극으로서 기능하는 전극이다. 또한, 제 1 전극(301) 및 제 2 전극(303)은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(103)과 같은 구성을 사용할 수 있다.

[0097] 또한, 복수의 발광층(제 1 발광층(311) 및 제 2 발광층(312))은 발광층(113)과 같은 구성으로 할 수 있다. 또한, 제 1 발광층(311) 및 제 2 발광층(312)은 어느 하나에 발광층(113)과 같은 구성을 사용하면, 서로 같은 구성이라도 좋고 상이한 구성이라도 좋다. 또한, 제 1 발광층(311), 제 2 발광층(312) 외에 상술한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115)을 적절히 제공하여도 좋다.

[0098] 또한, 복수의 발광층(제 1 발광층(311) 및 제 2 발광층(312)) 사이에는 전하 발생층(313)이 제공된다. 전하 발생층(313)은 제 1 전극(301)과 제 2 전극(303)에 전압을 인가하였을 때에 한쪽의 발광층에 전자를 주입하고, 다른 한쪽의 발광층에 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 본 실시형태의 경우에는 제 2 전극(303)보다 전위가 높게 되도록 제 1 전극(301)에 전압을 인가하면 전하 발생층(313)으로부터 제 1 발광층(311)에 전자가 주입되고, 제 2 발광층(312)에 정공이 주입된다.

[0099] 또한, 전하 발생층(313)은 광의 추출 효율의 관점에서 가시광에 대하여 투광성을 갖는 것(구체적으로는, 전하 발생층(313)을 투과하는 가시광의 투과율이 40% 이상)이 바람직하다. 또한, 전하 발생층(313)은 제 1 전극(301)이나 제 2 전극(303)보다 낮은 도전율이라도 기능한다.

[0100] 전하 발생층(313)은 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체(억셉터)가 첨가된 구성이라도 좋고, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체(도너)가 첨가된 구성이라도 좋다. 또한 이들 양쪽의 구성이 적층되어도 좋다.

[0101] 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 수용체가 첨가된 구성으로 하는 경우에서, 정공 수송성이 높은 유기 화합물로서는, 예를 들어, NPB나 TPD, TDATA, MTDATA, 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기서 기재된 물질은 주로 10^{-6} cm^2/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 유기 화합물이라면 상기 외의 물질을 사용하여도 좋다.

[0102] 또한, 전자 수용체로서는 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메탄(약칭: F_4-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한, 천이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소 주기율표의 제 4족 내지 제 8족에 속하는 금속 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망간, 산화 레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 이들 중에서도, 특히 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮으며 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0103] 한편, 전자 수송성이 높은 유기 화합물에 전자 공여체가 첨가된 구성으로 하는 경우에서, 전자 수송성이 높은 유기 화합물로서는, 예를 들어, Alq, $Almq_3$, $BeBq_2$, BAlq 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 또한, 이들 외, $Zn(BOX)_2$, $Zn(BTZ)_2$ 등의 옥사졸계 배위자 또는 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 외에도 PBD나 OXD-7, TAZ, BPhen, BCP 등을 사용할 수도 있다. 여기에 든 물질은 주로 10^{-6} cm^2/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 유기 화합물이라면 상기 외의 물질을 사용하여도 좋다.

[0104] 또한, 전자 공여체로서는, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 희토류 금속 또는 원소 주기율표에서의 제 13족에 속하는 금속 및 그 산화물, 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이테르븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬, 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 테트라티아나프타센과 같은 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.

[0105] 또한, 상술한 재료를 사용하여 전하 발생층(313)을 형성함으로써, 발광층이 적층된 경우에서의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0106] 도 1의 (B)에서는 발광층을 2층 갖는 발광 소자에 대하여 설명하였지만, 도 1의 (C)에 도시된 바와 같이, n층(다만, n은 3 이상)의 발광층을 적층한 발광 소자에 대해서도, 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 소자와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광층을 갖는 경우, 발광층과 발광층 사이에 전하 발생층(313)을 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고휘도 영역에서 발광할 수 있다. 전류 밀도를 낮게 유지할 수 있으므로 장수명 소자를 구현할 수 있다. 또한, 발광 면적이 큰 발광 장치인 경우는, 전극 재료의 저항에 의한 전압 강하를 작게 할 수 있으므로, 대면적에서 균일하게 발광할 수 있다. 또한, 저전압 구동이 가능하며 저소비 전력의 발광 장치를 구현할 수 있다.

[0107] 또한, 각 발광층의 발광색을 서로 상이한 색으로 함으로써, 발광 소자 전체로서 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광층을 갖는 발광 소자에서, 제 1 발광층의 발광색과 제 2 발광층의 발광색을 보색(補色) 관계를 이루도록 함으로써, 발광 소자 전체로서 백색 발광하는 발광 소자를 얻을 수도 있다. 또한 "보색"이란 혼합하면 무채색이 되는 색들끼리의 관계를 말한다. 즉, 보색 관계에 있는 색을 발광하는 물질로부터 얻어진 광을 혼합하면, 백색 발광을 얻을 수 있다.

[0108] 또한, 3개의 발광층을 갖는 발광 소자의 경우에도 마찬가지이며, 예를 들어, 제 1 발광층의 발광색이 적색이고, 제 2 발광층의 발광색이 녹색이고, 제 3 발광층의 발광색이 청색인 경우, 발광 소자 전체로서는 백색 발광을 얻을 수 있다.

[0109] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른, 한 쌍의 전극 사이에 끼워진 발광층을 포함하는 발광 소자는, 발광층에 유기 화합물을 포함하고 상기 유기 화합물이 1,2,4-트라이아졸 골격과, 페닐 골격과, 아릴렌 골격과, 제 9족 또는 제 10족의 금속을 갖고, 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 제 9족 또는 제 10족의 금속에 배위하며, 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 페닐 골격에 결합하고, 아릴렌 골격이 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치에 결합하며, 제 9족 또는 제 10족의 금속에 결합한다.

[0110] 상술한 유기 화합물을 한 쌍의 전극 사이에 갖는 발광 소자는 전압을 인가함으로써 극히 색 순도가 높은 청색인광을 발광할 수 있고 높은 효율로 발광할 수 있다.

[0111] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0112] (실시형태 2)

[0113] 본 실시형태에서는 여기 착체(엑시플렉스라고도 함)를 형성하는 조합의 유기 화합물을 발광층에 사용한 발광 소자에 대하여 도 2의 (A) 및 (B)를 사용하여 설명한다.

[0114] 본 실시형태에 기재된 발광 소자는, 도 2의 (A)에 도시된 바와 같이 제 1 전극(201)과 제 2 전극(203) 사이에 EL층(210)을 갖는 구조다. 또한, EL층(210)에는 적어도 발광층(223)이 포함되고, 이에 더하여 정공 주입층(221), 정공 수송층(222), 전자 수송층(224), 전자 주입층(225) 등이 포함되어도 좋다. 정공 주입층(221), 정공 수송층(222), 전자 수송층(224), 전자 주입층(225)에 사용할 수 있는 재료로서는 실시형태 1에 기재된 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)에 사용할 수 있는 재료를 각각 적용할 수 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 제 1 전극(201)을 양극으로서 사용하고, 제 2 전극(203)을 음극으로서 사용한다.

[0115] 발광층(223)에는 제 1 유기 화합물(213)과, 제 2 유기 화합물(214)과, 제 3 유기 화합물(215)이 포함되고, 본 실시형태에서는 제 1 유기 화합물(213)을 호스트 재료로서 사용하고, 제 2 유기 화합물(214)을 게스트 재료로서 사용하고, 제 3 유기 화합물(215)을 어시스트 재료로서 사용한다.

[0116] 발광층(223)에서 상기 게스트 재료를 호스트 재료에 분산시킨 구성으로 함으로써 발광층의 결정화를 억제할 수 있다. 또한, 게스트 재료의 농도가 높은 것에 기인하는 농도 소광을 억제하여 발광 소자의 발광 효율을 높일 수 있다.

[0117] 또한, 제 1 유기 화합물(213)(호스트 재료) 및 제 3 유기 화합물(215)(어시스트 재료) 각각의 삼중항 여기 에너지의 준위(T1 준위)는 제 2 유기 화합물(214)(게스트 재료)의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 제 1 유기 화합물(213)(또는 제 3 유기 화합물(215))의 T1 준위가 제 2 유기 화합물(214)의 T1 준위보다 낮으면, 발광에 기여하는 제 2 유기 화합물(214)의 삼중항 여기 에너지가 제 1 유기 화합물(213)(또는 제 3 유기 화합물(215))에 의하여 소광(퀀칭: quenching)되어, 발광 효율의 저하를 초래하기 때문이다.

[0118] 여기서, 호스트 재료로부터 게스트 재료로의 에너지 이동 효율을 높이기 위하여, 분자간의 이동 기구로서 알려져 있는 푀르스터 기구(Förster mechanism)(쌍극자-쌍극자 상호 작용) 및 덱스터 기구(Dexter mechanism)(전자 교환 상호 작용)를 고려하여, 호스트 재료의 발광 스펙트럼(일중항 여기 상태로부터의 에너지 이동을 논하는 경우에는 형광 스펙트럼, 삼중항 여기 상태로부터의 에너지 이동을 논하는 경우에는 인광 스펙트럼)과 게스트 재료의 흡수 스펙트럼(더 자세하게는, 가장 장파장(저에너지) 측의 흡수대에서의 스펙트럼)과의 중첩이 크게 되는 것이 바람직하다. 그러나 일반적인 인광성 게스트 재료의 경우, 호스트 재료의 형광 스펙트럼을 게스트 재료의 가장 장파장(저에너지) 측의 흡수대에서의 흡수 스펙트럼과 중첩시키는 것이 어렵다. 왜냐하면, 그렇게 하면 호스트 재료의 인광 스펙트럼은 형광 스펙트럼보다 장파장(저에너지) 측에 위치하기 때문에 호스트 재료의 T1 준위가 인광성 화합물의 T1 준위를 밑돌게 되어 상술한 퀀칭의 문제가 발생하기 때문이다. 한편, 퀀칭의 문제를 회피하기 위하여 호스트 재료의 T1 준위가 인광성 화합물의 T1 준위를 웃돌도록 설계하면, 이번에는 호스트 재료의 형광 스펙트럼이 단파장(고에너지) 측으로 시프트하기 때문에 그 형광 스펙트럼은 게스트 재료의 가장 장파장(저에너지) 측의 흡수대에서의 흡수 스펙트럼과 중첩되지 않게 된다. 따라서, 호스트 재료의 형광 스펙트럼을 게스트 재료의 가장 장파장(저에너지) 측의 흡수대에서의 흡수 스펙트럼과 중첩시켜 호스트 재료의 일중항 여기 상태로부터의 에너지 이동을 최대한 높이는 것은 일반적으로 말해서 어렵다.

[0119] 그래서, 본 실시형태에서는 제 1 유기 화합물(213) 및 제 3 유기 화합물(215)은 여기 착체를 형성하는 조합인 것이 바람직하다. 이와 같이 함으로써, 발광층(223)에서, 제 1 유기 화합물(213)의 형광 스펙트럼 및 제 3 유기 화합물(215)의 형광 스펙트럼은 관측되지 않고, 더 장파장 측에 위치하는 여기 착체의 발광 스펙트럼이 얻어진다. 그리고, 여기 착체의 발광 스펙트럼과 게스트 재료(제 2 유기 화합물(214))의 흡수 스펙트럼과의 중첩이 크게 되도록, 제 1 유기 화합물(213)과 제 3 유기 화합물(215)을 선택하면, 일중항 여기 상태로부터의 에너지 이동을 최대한 높일 수 있다(도 2의 (B) 참조).

[0120] 또한, 삼중항 여기 상태의 경우에도 호스트 재료만의 여기 상태가 아니라 여기 착체로부터 에너지 이동이 발생할 것으로 생각된다.

[0121] 제 1 유기 화합물(213)로서는 실시형태 1에 기재된 전자 수송성 재료를 사용하면 좋다. 또한, 제 2 유기 화합물(214)로서는 1,2,4-트라이아졸 골격과, 페닐 골격과, 아릴렌 골격과, 제 9족 또는 제 10족의 금속을 갖고, 1,2,4-트라이아졸 골격의 4위치의 질소가 제 9족 또는 제 10족의 금속에 배위하며, 1,2,4-트라이아졸 골격의 1위치의 질소가 페닐 골격에 결합하고, 아릴렌 골격이 1,2,4-트라이아졸 골격의 3위치에 결합하며, 제 9족 또는 제 10족의 금속에 결합하는 유기 화합물을 사용한다. 또한, 제 3 유기 화합물(215)로서는 실시형태 1에 기재된 정공 수송성 재료를 사용하면 좋다.

[0122] 상술한 제 1 유기 화합물(213) 및 제 3 유기 화합물(215)은 여기 착체를 형성할 수 있는 조합의 일례이고, 여기 착체의 발광 스펙트럼이 제 2 유기 화합물(214)의 흡수 스펙트럼과 중첩되고, 여기 착체의 발광 스펙트럼의 피크가 제 2 유기 화합물(214)의 흡수 스펙트럼의 피크보다 장파장이면 좋다.

[0123] 또한, 전자 수송성 재료와 정공 수송성 재료로 제 1 유기 화합물(213)과 제 3 유기 화합물(215)을 구성하기 때문에, 그 혼합 비율에 의하여 캐리어 밸런스를 제어할 수 있다. 구체적으로는, 제 1 유기 화합물:제 3 유기 화합물=1:9~9:1의 범위가 바람직하다.

[0124] 본 실시형태에 기재된 발광 소자는 여기 착체의 발광 스펙트럼과 인광성 화합물의 흡수 스펙트럼과의 중첩을 이용한 에너지 이동에 의하여 에너지 이동 효율을 높일 수 있으므로 외부 양자 효율이 높은 발광 소자를 구현할 수 있다.

[0125] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0126] (실시형태 3)

[0127] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용한 발광 장치에 대하여 도 3을 사용하여 설명한다. 또한, 도 3의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 3의 (B)는 도 3의 (A)를 A-B 및 C-D로 자른 단면

도다.

[0128] 본 실시형태에 따른 발광 장치는 구동 회로부인 소스 측 구동 회로(401) 및 게이트 측 구동 회로(403), 화소부(402), 밀봉 기판(404), 실재(405), FPC(플렉시블 프린트 서킷)(409), 및 소자 기판(410)을 갖는다. 실재(405)로 둘러싸인 내측은 공간으로 되어 있다.

[0129] 또한, 리드 배선(408)은 소스 측 구동 회로(401) 및 게이트 측 구동 회로(403)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이고, 외부 입력 단자로서 기능하는 FPC(409)로부터 비디오 신호, 클록 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 받는다. 또한, 여기서는 FPC만이 도시되었지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기판(PWB)이 장착되어도 좋다. 본 명세서에서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 거기에 FPC 또는 PWB가 장착된 상태의 것도 그 범주에 포함한다.

[0130] 도 3의 (A)에 도시된 소자 기판(410) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되지만, 도 3의 (B)는, 구동 회로부인 소스 측 구동 회로(401)와, 화소부(402) 중 한 화소가 도시된 것이다.

[0131] 또한, 소스 측 구동 회로(401)로서는 n채널형 TFT(423)와 p채널형 TFT(424)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로는, TFT로 형성되는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는, 기판 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 기재하지만, 반드시 그렇게 할 필요는 없고, 구동 회로를 기판 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.

[0132] 또한, 화소부(402)는 스위칭용 TFT(411)와, 전류 제어용 TFT(412)와 이의 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(413)을 포함하는 복수의 화소에 의하여 형성된다. 또한, 제 1 전극(413)의 단부를 덮도록 절연물(414)이 형성된다. 여기서는 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용하여 형성한다.

[0133] 또한, 피복성을 양호하게 하기 위하여 절연물(414)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연물(414)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용한 경우에는, 절연물(414)의 상단부에만 곡률 반경(0.2㎛~3㎛)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다.

[0134] 제 1 전극(413) 위에는, EL층(416), 및 제 2 전극(417)이 각각 형성된다. 제 1 전극(413), EL층(416), 및 제 2 전극(417)은 각각 실시형태 1에서 언급한 재료로 형성할 수 있다.

[0135] 또한, 밀봉 기판(404)과 소자 기판(410)을 실재(405)에 의하여 접합함으로써 소자 기판(410), 밀봉 기판(404) 및 실재(405)로 둘러싸인 공간(407)에 발광 소자(418)가 구비된 구조가 된다. 또한 공간(407)에는 충전재가 충전되고, 불활성 가스(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에 실재로 충전되는 경우도 있다.

[0136] 또한, 실재(405)에는 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기판(404)에 사용하는 재료로서 유리 기판이나 석영 기판 외에, FRP(Fiber-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐플루오라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.

[0137] 상술한 바와 같이 하여, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 갖는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0138] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자는 상술한 액티브 매트릭스형 발광 장치뿐만 아니라 패시브 매트릭스형 발광 장치에 사용할 수도 있다. 도 4에 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 사용한 패시브 매트릭스형 발광 장치의 사시도 및 단면도를 도시하였다. 또한, 도 4의 (A)는 발광 장치의 사시도이고 도 4의 (B)는 도 4의 (A)를 X-Y로 자른 단면도다.

[0139] 도 4에서, 기판(501) 위의, 제 1 전극(502)과 제 2 전극(503) 사이에는 EL층(504)이 제공된다. 제 1 전극(502)의 단부는 절연층(505)으로 덮인다. 그리고, 절연층(505) 위에는 격벽층(506)이 제공된다. 격벽층(506)의 측벽은 기판면에 가까워질수록 한쪽 측벽과 다른 한쪽 측벽과의 간격이 좁아지는 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(506)의 단변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 밑변(절연층(505)과 접하는 변)이 윗변(절연층(505)과 접하지 않는 변)보다 더 짧다. 이와 같이, 격벽층(506)을 제공함으로써, 크로스토크 등으로 인한 발광 소자의 불량을 막을 수 있다.

[0140] 상술한 바와 같이 하여, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용한 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0141] 또한 본 실시형태에 기재된 발광 장치는 모두 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 사용하여 형성되므로, 낮은 구동 전압, 높은 전류 효율, 또는 장수명의 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0142] 또한, 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0143] (실시형태 4)

[0144] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 사용하여 완성시킨 다양한 전자 기기 및 조명 기구의 일례에 대하여 도 5 및 도 6을 사용하여 설명한다.

[0145] 전자 기기로서는, 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파칭코(pachinko)기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다.

[0146] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 가요성을 갖는 기판 위에 제작함으로써, 곡면을 갖는 발광부를 포함하는 전자 기기, 조명 장치를 구현할 수 있다.

[0147] 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자가 구비하는 한 쌍의 전극을 가시광에 대하여 투광성을 갖는 재료를 사용하여 형성함으로써, 시스루(see-through) 발광부를 갖는 전자 기기, 조명 장치를 구현할 수 있다.

[0148] 또한 본 발명의 일 형태를 적용한 발광 장치는 자동차의 조명에도 적용할 수 있고, 예를 들어, 계기판(dashboard)이나 앞유리, 천장 등에 조명을 설치할 수도 있다.

[0149] 도 5의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치(7100)는, 하우징(7101)에 표시부(7103)가 내장되어 있다. 표시부(7103)에 의하여, 영상을 표시할 수 있고, 발광 장치를 표시부(7103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기서는, 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 나타내고 있다.

[0150] 텔레비전 장치(7100)는, 하우징(7101)이 구비하는 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤러(7110)에 의하여 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(7110)에, 상기 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 제공하는 구성으로 하여도 좋다.

[0151] 또한, 텔레비전 장치(7100)는, 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 또한 모뎀을 통하여 유선 또는 무선에 의한 통신 네트워크에 접속함으로써, 일방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간 또는 수신자간끼리 등)의 정보 통신을 수행할 수도 있다.

[0152] 도 5의 (B)는 컴퓨터의 일례를 도시한 것이고, 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 제작된다.

[0153] 도 5의 (C)는 휴대형 게임기를 도시한 것이고, 하우징(7301) 및 하우징(7302)의 2개의 하우징으로 구성되고 연결부(7303)에 의하여 개폐 가능하게 연결된다. 하우징(7301)에는 표시부(7304)가 내장되고 하우징(7302)에는 표시부(7305)가 내장된다. 또한, 도 5의 (C)에 도시된 휴대형 게임기는, 그 외, 스피커부(7306), 기록 매체 삽입부(7307), LED 램프(7308), 입력 수단(조작 키(7309), 접속 단자(7310), 센서(7311)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액, 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경도(傾度), 진동, 냄새 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(7312)) 등을 구비한다. 휴대형 게임기의 구성은 상술한 것에 한정되지 않는 것은 말할 나위 없고, 적어도 표시부(7304) 및 표시부(7305)의 양쪽 모두 또는 한쪽에 발광 장치를 사용하면 좋고, 기타 부속 설비가 적절히 제공된 구성으로 할 수 있다. 도 5의 (C)에 도시된 휴대형 게임기는, 기록 매체에 기록되어 있는 프로그램 또는 데이터를 판독하여 표시부에 표시하는 기능이나, 다른 휴대형 게임기와 무선 통신을 수행하여 정보를 공유하는 기능을 갖는다. 또한, 도 5의 (C)에 도시된 휴대형 게임기가 갖는 기능은 이것에 한정되지 않고, 다양한 기능을 가질 수 있다.

[0154] 도 5의 (D)는 휴대 전화기의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화기(7400)는 하우징(7401)에 내장된 표시부(7402) 외에, 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 구비한다. 또한, 휴대 전화기(7400)는 발광 장치를 표시부(7402)에 사용하여 제작된다.

[0155] 도 5의 (D)에 도시된 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 수행할 수 있다.

[0156] 표시부(7402)의 화면은 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시가 주된 표시 모드이며, 제 2 모드는 문자 등의 정보의 입력이 주된 입력 모드다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합한 표시+입력 모드다.

[0157] 예를 들어, 전화를 걸거나 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력이 주된 문자 입력 모드로 하고 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 수행하면 좋다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.

[0158] 또한, 휴대 전화기(7400) 내부에 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서나 자이로스코프(gyroscope) 등의 검출 장치를 제공함으로써, 휴대 전화기(7400)의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환하도록 할 수 있다.

[0159] 또한, 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 또는 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시하는 화상 신호가 동영상 데이터라면 표시 모드로 전환하고, 텍스트 데이터라면 입력 모드로 전환한다.

[0160] 또한, 입력 모드에서 표시부(7402)의 광 센서로 검출되는 신호를 검지하고, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.

[0161] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)를 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문(掌紋)이나 지문 등을 촬상(撮像)함으로써 본인 인증을 수행할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광을 발광하는 백 라이트, 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.

[0162] 도 5의 (E)는 탁상용 조명 기구를 도시한 것이고, 조명부(7501), 갓(傘)(7502), 가변 암(arm)(7503), 지주(7504), 받침대(7505), 전원(7506)을 포함한다. 또한, 탁상용 조명 기구는 발광 장치를 조명부(7501)에 사용하여 제작된다. 또한, 조명 기구에는 천장 고정형 조명 기구 또는 벽걸이형 조명 기구 등도 포함된다.

[0163] 도 6의 (A)는 실내의 조명 장치(601)로서 발광 장치를 사용한 예를 도시한 것이다. 발광 장치는 대면적화도 가능하기 때문에 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 그 외 롤형 조명 장치(602)로서 사용할 수도 있다. 또한 도 6의 (A)에 도시된 바와 같이, 실내의 조명 장치(601)를 구비한 방 안에서 탁상용 조명 기구(603)를 병용하여도 좋다.

[0164] 도 6의 (B)에 조명 장치의 다른 예를 도시하였다. 도 6의 (B)에 도시된 탁상용 조명 장치는 조명부(9501), 지주(9503), 지지대(9505) 등을 포함한다. 조명부(9501)는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 포함한다. 이와 같이, 가요성을 갖는 기판 위에 발광 소자를 제작함으로써, 곡면을 갖는 조명 장치, 또는 플렉시블하게 구부릴 수 있는 조명부를 갖는 조명 장치로 할 수 있다. 이와 같이, 가요성을 갖는 발광 장치를 조명 장치로서 사용함으로써, 조명 장치의 디자인의 자유도가 향상될 뿐 아니라, 예를 들어 자동차의 천장, 계기판 등 곡면을 갖는 장소에도 조명 장치를 설치할 수 있게 된다.

[0165] 상술한 바와 같이 하여, 발광 장치를 적용하여 전자 기기나 조명 기구를 얻을 수 있다. 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓으며, 다양한 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다.

[0166] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0167] (실시형태 5)

[0168] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 사용하여 제작되는 발광 장치에 대하여 도 30을 사용하여 설명한다.

[0169] 도 30의 (A)에 본 실시형태에서 기재하는 발광 장치의 평면도, 및 평면도에서의 일점 쇄선 E-F로 자른 단면도를 도시하였다.

[0170] 도 30의 (A)에 도시된 발광 장치는 제 1 기판(2001) 위에 발광 소자를 포함하는 발광부(2002)를 갖는다. 또한, 발광 장치는 발광부(2002)의 외주를 둘러싸도록 제 1 밀봉재(2005a)가 제공되고 제 1 밀봉재(2005a)의 외주를 둘러싸도록 제 2 밀봉재(2005b)가 제공된 구조(소위, 이중 밀봉 구조)를 갖는다.

[0171] 따라서 발광부(2002)는 제 1 기판(2001), 제 2 기판(2006), 및 제 1 밀봉재(2005a)로 둘러싸인 공간에 배치된다.

[0172] 또한, 본 명세서 중에서 제 1 밀봉재(2005a) 및 제 2 밀봉재(2005b)는 각각 제 1 기판(2001) 및 제 2 기판(2006)에 접하는 구성에 한정되지 않는다. 예를 들어, 제 1 기판(2001) 위에 형성된 절연막이나 도전막이 제 1 밀봉재(2005a)와 접하는 구성이라도 좋다.

[0173] 상술한 구성에서, 제 1 밀봉재(2005a)를 건조제가 포함되는 수지층으로 하고, 제 2 밀봉재(2005b)를 유리층으로 함으로써 외부로부터 수분이나 산소 등의 불순물이 들어가는 것을 억제하는 효과(이하, 밀봉성이라고도 부름)를 높일 수 있다.

[0174] 이와 같이, 제 1 밀봉재(2005a)를 수지층으로 함으로써 제 2 밀봉재(2005b)인 유리층에 깨짐이나 균열(龜裂)(이하, 크랙이라고도 부름)이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 제 2 밀봉재(2005b)에 의한 밀봉성을 충분히 얻을 수 없어질 경우에, 제 1 공간(2013)에 수분이나 산소 등의 불순물이 침입하였을 때에도 제 1 밀봉재(2005a)가 가진 높은 밀봉성에 의하여 제 2 공간(2011) 내에 불순물이 들어가는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 발광부(2002)에 불순물이 들어가서 발광 소자에 포함되는 유기 화합물이나 금속 재료 등이 열화되는 것을 억제할 수 있다.

[0175] 또한, 다른 구성으로서 도 30의 (B)에 도시된 바와 같이, 제 1 밀봉재(2005a)를 유리층으로 하고, 제 2 밀봉재(2005b)를 건조제를 포함하는 수지층으로 할 수도 있다.

[0176] 또한, 본 실시형태에 기재된 발광 장치는 외주부일수록 외력 등에 의한 변형이 커진다. 따라서, 외력 등에 의한 변형이 비교적 작은 제 1 밀봉재(2005a)를 유리층으로 하고, 제 2 밀봉재(2005b)를 내충격성이나 내열성이 뛰어나고 외력 등에 의한 변형으로 깨지기 어려운 수지층으로 함으로써 제 1 공간(2013)에 수분이나 산소가 침입되는 것을 억제할 수 있다.

[0177] 또한, 상술한 구성에 더하여 제 1 공간(2013)이나 제 2 공간(2011)에 건조제로서 기능하는 재료를 가져도 좋다.

[0178] 제 1 밀봉재(2005a), 또는 제 2 밀봉재(2005b)를 유리층으로 하는 경우에는 예를 들어, 유리 프릿(glass frit)이나, 유리 리본(glass ribbon) 등을 사용하여 형성할 수 있다. 또한, 유리 프릿이나, 유리 리본에는 적어도 유리 재료가 포함되는 것으로 한다.

[0179] 또한, 상술한 유리 프릿으로서는 유리 재료를 포함하고 예를 들어, 산화 마그네슘, 산화 칼슘, 산화 스트론튬, 산화 바륨, 산화 세슘, 산화 나트륨, 산화 칼륨, 산화 붕소, 산화 바나듐, 산화 아연, 산화 텔루륨, 산화 알루미늄, 이산화 실리콘, 산화 납, 산화 주석, 산화 인, 산화 루테늄, 산화 로듐, 산화 철, 산화 구리, 이산화 망간, 산화 몰리브데넘, 산화 니오븀, 산화 티타늄, 산화 텅스텐, 산화 비스무트, 산화 지르코늄, 산화 리튬, 산화 안티모니, 납 붕산염 유리, 인산 주석 유리, 바나딘산염 유리 또는 보로실리케이트 유리 등을 포함한다. 적외광을 흡수시키기 위하여 적어도 1종류 이상의 천이 금속을 포함하는 것이 바람직하다.

[0180] 또한, 상술한 유리 프릿을 사용하여 유리층을 형성하는 경우에는 예를 들어, 기판 위에 프릿 페이스트를 도포하고 나서 이것에 가열 처리 또는 레이저 조사 등을 수행한다. 프릿 페이스트에는 상술한 프릿 재료와 유기 용매로 희석된 수지(바인더라고도 함)가 포함된다. 프릿 페이스트에는 다양한 재료나 구성을 사용할 수 있다. 또한, 프릿 재료에 레이저 광의 파장을 갖는 광을 흡수하는 흡수제를 첨가한 것을 사용하여도 좋다. 또한, 레이저로서, 예를 들어, Nd:YAG 레이저나 반도체 레이저 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 레이저를 조사할 때의 레이저의 조사 형상은 원형이나 사각형이라도 좋다.

[0181] 또한, 형성되는 유리층의 열 팽창률은 기판의 열 팽창률과 비슷한 것이 바람직하다. 열 팽창률이 비슷할수록 열 응력에 의하여 유리층이나 기판에 크랙이 발생하는 것을 억제할 수 있다.

[0182] 또한, 제 1 밀봉재(2005a), 또는 제 2 밀봉재(2005b)를 수지층으로 하는 경우에는 자외선 경화 수지 등의 광 경화성 수지나 열 경화성 수지 등의 다양한 재료를 사용하여 형성할 수 있지만, 특히, 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 특히, 광 경화성 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 발광 소자는 내열성이 낮은 재료를 포함하는 경우가 있다. 광 경화성 수지는 광이 조사되는 것에 의하여 경화되므로, 발광 소자가 가열됨으로써 생기는 막질의 변화나 유기 화합물 자체의 열화를 억제할 수 있어 바람직하다. 또한, 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자에 사용할 수 있는 유기 화합물을 사용하여도 좋다.

[0183] 또한, 상술한 수지층, 제 1 공간(2013), 또는 제 2 공간(2011)에 포함되는 건조제로서 공지의 재료를 사용할 수 있다. 건조제로서는 화학 흡착에 의하여 수분 등을 흡착하는 물질, 물리 흡착에 의하여 수분 등을 흡착하는 물질 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 예를 들어, 알칼리 금속의 산화물, 알칼리 토금속의 산화물(산화 칼슘이나 산화 바륨 등), 황산염, 금속 할로겐화물, 과염소산염, 제올라이트, 실리카 겔 등을 들 수 있다.

[0184] 또한, 상술한 제 1 공간(2013), 및 제 2 공간(2011) 중 하나 또는 양쪽은 예를 들어, 희가스나 질소 가스 등의 불활성 가스, 또는 유기 수지 등을 가져도 좋다. 또한, 이들 공간 내는 대기압 상태 또는 감압 상태다.

[0185] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 발광 장치는 제 1 밀봉재(2005a), 또는 제 2 밀봉재(2005b) 중 하나가 생산성이나 밀봉성이 뛰어난 유리층을 포함하고 다른 하나가 내충격성이나 내열성이 뛰어나고 외력 등에 의한 변형으로 깨지기 어려운 수지층을 포함하는 이중 밀봉 구조이고, 건조제를 내부에 가질 수 있을 구성이므로 외부로부터의 수분이나 산소 등의 불순물이 들어가는 것을 억제하는 밀봉성을 높일 수 있다.

[0186] 따라서 본 실시형태에 기재된 구성을 실시함으로써 수분이나 산소 등의 불순물로 인한 발광 소자의 열화가 억제된 발광 장치를 제공할 수 있다.

[0187] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태 또는 실시예에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0188] (실시형태 6)

[0189] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용하여 제작된 발광 장치에 대하여 도 31을 사용하여 설명한다.

[0190] 도 31의 (A) 및 (B)는 발광 소자를 복수로 갖는 발광 장치의 단면도의 예를 도시한 것이다. 도 31의 (A)에 도시된 발광 장치(3000)는 발광 소자(3020a), 발광 소자(3020b), 발광 소자(3020c)를 갖는다.

[0191] 발광 장치(3000)는 기판(3001) 위에 각각 섬 형상으로 분리된 하부 전극(3003a), 하부 전극(3003b), 및 하부 전극(3003c)을 갖는다. 하부 전극(3003a), 하부 전극(3003b), 및 하부 전극(3003c)은 발광 소자의 양극으로서 기능시킬 수 있다. 또한, 하부 전극(3003a), 하부 전극(3003b), 및 하부 전극(3003c)으로서 반사 전극을 제공하여도 좋다. 또한, 하부 전극(3003a), 하부 전극(3003b), 및 하부 전극(3003c) 위에 투명 도전층(3005a), 투명 도전층(3005b), 및 투명 도전층(3005c)을 제공하여도 좋다. 투명 도전층(3005a), 투명 도전층(3005b), 및 투명 도전층(3005c)은 상이한 색을 발광하는 소자마다 두께가 상이한 것이 바람직하다.

[0192] 또한, 발광 장치(3000)는 격벽(3007a), 격벽(3007b), 격벽(3007c), 및 격벽(3007d)을 갖는다. 더 구체적으로는 격벽(3007a)은 하부 전극(3003a) 및 투명 도전층(3005a)의 한쪽 단부를 덮는다. 또한, 격벽(3007b)은 하부 전극(3003a) 및 투명 도전층(3005a)의 다른 쪽 단부, 및 하부 전극(3003b) 및 투명 도전층(3005b)의 한쪽 단부를 덮는다. 또한, 격벽(3007c)은 하부 전극(3003b) 및 투명 도전층(3005b)의 다른 쪽 단부, 및 하부 전극(3003c) 및 투명 도전층(3005c)의 한쪽 단부를 덮는다. 또한, 격벽(3007d)은 하부 전극(3003c) 및 투명 도전층(3005c)의 다른 쪽 단부를 덮는다.

[0193] 또한, 발광 장치(3000)는 하부 전극(3003a), 하부 전극(3003b), 하부 전극(3003c) 및 격벽(3007a), 격벽(3007b), 격벽(3007c), 격벽(3007d) 위에 정공 주입층(3009)을 갖는다.

[0194] 또한, 발광 장치(3000)는 정공 주입층(3009) 위에 정공 수송층(3011)을 갖는다. 또한, 정공 수송층(3011) 위에 발광층(3013a), 발광층(3013b), 및 발광층(3013c)을 갖는다. 또한, 발광층(3013a), 발광층(3013b), 및 발광층(3013c) 위에 각각 전자 수송층(3015)을 갖는다.

[0195] 또한, 발광 장치(3000)는 전자 수송층(3015) 위에 전자 주입층(3017)을 갖는다. 또한, 전자 주입층(3017) 위에 상부 전극(3019)을 갖는다. 상부 전극(3019)은 발광 소자의 음극으로서 기능시킬 수 있다.

[0196] 또한, 도 31의 (A)에서는 하부 전극(3003a), 하부 전극(3003b), 및 하부 전극(3003c)을 발광 소자의 양극으로서 기능시키고, 상부 전극(3019)을 발광 소자의 음극으로서 기능시키는 예를 설명하였지만, 음극과 양극의 적층 순서를 바꿔도 좋다. 이 경우, 전자 주입층, 전자 수송층, 정공 수송층, 정공 주입층의 적층 순서도 적절히 바꾸면 좋다.

[0197] 발광층(3013a), 발광층(3013b), 및 발광층(3013c)에 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용할 수 있다. 상기 발광 소자는 낮은 구동 전압, 높은 전류 효율, 또는 장수명을 구현할 수 있기 때문에 저소비 전력 또는 장수명의 발광 장치(3000)를 제공할 수 있다.

[0198] 도 31의 (B)에 도시된 발광 장치(3100)는 발광 소자(3120a), 발광 소자(3120b), 및 발광 소자(3120c)를 갖는다. 또한, 발광 소자(3120a), 발광 소자(3120b), 및 발광 소자(3120c)는 하부 전극(3103a), 하부 전극(3103b), 및 하부 전극(3103c)과 상부 전극(3119) 사이에 발광층을 복수로 갖는 탠덤형 발광 소자다.

[0199] 발광 장치(3100)는 기판(3101) 위에 각각 섬 형상으로 분리된 하부 전극(3103a), 하부 전극(3103b), 및 하부 전극(3103c)을 갖는다. 하부 전극(3103a), 하부 전극(3103b), 및 하부 전극(3103c)은 발광 소자의 양극으로서 기능시킬 수 있다. 또한, 하부 전극(3103a), 하부 전극(3103b), 및 하부 전극(3103c)으로서 반사 전극을 제공하여도 좋다. 또한, 하부 전극(3103a) 및 하부 전극(3103b) 위에 투명 도전층(3105a) 및 투명 도전층(3105b)을 제공하여도 좋다. 투명 도전층(3105a) 및 투명 도전층(3105b)은 상이한 색을 발하는 소자마다 두께가 상이한 것이 바람직하다. 도시되지 않았지만 하부 전극(3103c) 위에도 투명 도전층을 제공하여도 좋다.

[0200] 또한, 발광 장치(3100)는 격벽(3107a), 격벽(3107b), 격벽(3107c), 및 격벽(3107d)을 갖는다. 더 구체적으로는 격벽(3107a)은 하부 전극(3103a) 및 투명 도전층(3105a)의 한쪽 단부를 덮는다. 또한, 격벽(3107b)은 하부 전극(3103a) 및 투명 도전층(3105a)의 다른 쪽 단부, 및 하부 전극(3103b) 및 투명 도전층(3105b)의 한쪽 단부를 덮는다. 또한, 격벽(3107c)은 하부 전극(3103b) 및 투명 도전층(3105b)의 다른 쪽 단부, 및 하부 전극(3103c) 및 투명 도전층(3105c)의 한쪽 단부를 덮는다. 또한, 격벽(3107d)은 하부 전극(3103c) 및 투명 도전층(3105c)의 다른 쪽 단부를 덮는다.

[0201] 또한, 발광 장치(3100)는, 하부 전극(3103a), 하부 전극(3103b), 및 하부 전극(3103c)과 격벽(3107a), 격벽(3107b), 격벽(3107c), 및 격벽(3107d) 위에 정공 주입층 및 정공 수송층(3110)을 갖는다.

[0202] 또한, 발광 장치(3100)는 정공 주입층 및 정공 수송층(3110) 위에 제 1 발광층(3112)을 갖는다. 또한, 제 1 발광층(3112) 위에 전하 발생층(3114)을 개재(介在)하여 제 2 발광층(3116)을 갖는다.

[0203] 또한, 발광 장치(3100)는 제 2 발광층(3116) 위에 전자 수송층 및 전자 주입층(3118)을 갖는다. 또한, 전자 수송층 및 전자 주입층(3118) 위에 상부 전극(3119)을 갖는다. 상부 전극(3119)은 발광 소자의 음극으로서 기능시킬 수 있다.

[0204] 또한, 도 31의 (B)에서는 하부 전극(3103a), 하부 전극(3103b), 및 하부 전극(3103c)을 발광 소자의 양극으로서 기능시키고, 상부 전극(3119)을 발광 소자의 음극으로서 기능시키는 예를 설명하였지만, 음극과 양극의 적층 순서를 바꿔도 좋다. 이 경우, 전자 주입층, 전자 수송층, 정공 수송층, 정공 주입층의 적층 순서도 적절히 바꾸면 좋다.

[0205] 제 1 발광층(3112) 및 제 2 발광층(3116)에 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용할 수 있다. 상기 발광 소자는 낮은 구동 전압, 높은 전류 효율, 또는 장수명을 구현할 수 있기 때문에 저소비 전력 또는 장수명의 발광 장치(3100)를 제공할 수 있다.

[0206] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태 또는 실시예에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0207] (실시형태 7)

[0208] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용하여 제작된 조명 장치에 대하여 도 32를 사용하여 설명한다.

[0209] 도 32의 (A), (B), (C), (D), 및 (E)는 조명 장치의 평면도 및 단면도의 예를 도시한 것이다. 도 32의 (A), (B), 및 (C)는 기판 측으로부터 광을 추출하는 배면 발광(bottom emission)형의 조명 장치를 도시한 것이고, 도 32의 (B)는 도 32의 (A)를 일점 쇄선 G-H로 자른 단면도다.

[0210] 도 32의 (A) 및 (B)에 도시된 조명 장치(4000)는 기판(4005) 위에 발광 소자(4007)를 갖는다. 또한, 기판(4005)의 외측에 요철을 갖는 기판(4003)을 갖는다. 발광 소자(4007)는 하부 전극(4013)과 EL층(4014)과 상부 전극(4015)을 갖는다.

[0211] 하부 전극(4013)은 전극(4009)과 전기적으로 접속되고 상부 전극(4015)은 전극(4011)과 전기적으로 접속된다. 또한, 하부 전극(4013)과 전기적으로 접속되는 보조 배선(4017)을 제공하여도 좋다.

[0212] 기판(4005)과 밀봉 기판(4019)은 실재(4021)로 접착된다. 또한, 밀봉 기판(4019)과 발광 소자(4007) 사이에 건조제(4023)가 제공되는 것이 바람직하다.

[0213] 기판(4003)은 도 32의 (A)에 도시된 바와 같은 요철을 갖기 때문에 발광 소자(4007)에서 생긴 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 기판(4003) 대신에 도 32의 (C)에 도시된 조명 장치(4001)와 같이, 기판(4025) 외측에 확산판(4027)을 제공하여도 좋다.

[0214] 도 32의 (D) 및 (E)는 기판과 반대 측에 광을 추출하는 전면 발광(top emission)형의 조명 장치를 도시한 것이다.

[0215] 도 32의 (D)에 도시된 조명 장치(4100)는 기판(4125) 위에 발광 소자(4107)를 갖는다. 발광 소자(4107)는 하부 전극(4113)과 EL층(4114)과 상부 전극(4115)을 갖는다.

[0216] 하부 전극(4113)은 전극(4109)과 전기적으로 접속되고 상부 전극(4115)은 전극(4111)과 전기적으로 접속된다. 또한, 상부 전극(4115)과 전기적으로 접속되는 보조 배선(4117)을 제공하여도 좋다. 또한, 보조 배선(4117) 하부에 절연층(4131)을 제공하여도 좋다.

[0217] 기판(4125)과, 요철을 갖는 밀봉 기판(4103)은 실재(4121)로 접착된다. 또한, 밀봉 기판(4103)과 발광 소자(4107) 사이에 평탄화막(4105) 및 배리어막(4129)을 제공하여도 좋다.

[0218] 밀봉 기판(4103)은 도 32의 (D)에 도시된 바와 같은 요철을 갖기 때문에 발광 소자(4107)에서 생긴 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 밀봉 기판(4103) 대신에 도 32의 (E)에 도시된 조명 장치(4101)와 같이, 발광 소자(4107) 위에 확산판(4127)을 제공하여도 좋다.

[0219] EL층(4014) 및 EL층(4114)이 갖는 발광층에 본 발명의 일 형태에 따른 발광 소자를 적용할 수 있다. 상기 발광 소자는 낮은 구동 전압, 높은 전류 효율, 또는 장수명을 구현할 수 있기 때문에 저소비 전력 또는 장수명의 조명 장치(4000), 조명 장치(4001), 조명 장치(4100), 및 조명 장치(4101)를 제공할 수 있다.

[0220] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태 또는 실시예에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0221] (실시형태 8)

[0222] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치와 조합할 수 있는 터치 센서, 및 표시 모듈에 대하여 도 33 내지 도 36을 사용하여 설명한다.

[0223] 도 33의 (A)는 터치 센서(4500)의 구성예를 도시한 분해 사시도이고, 도 33의 (B)는 터치 센서(4500)의 구성예를 도시한 평면도다.

[0224] 도 33의 (A) 및 (B)에 도시된 터치 센서(4500)는 기판(4910) 위에 X축 방향으로 배열된 도전층(4510)과 X축 방향과 교차된 Y축 방향으로 배열된 도전층(4520)이 형성된다. 도 33의 (A) 및 (B)에 도시된 터치 센서(4500)는 도전층(4510)이 형성된 평면도와 도전층(4520)이 형성된 평면도를 분리하여 도시되어 있다.

[0225] 또한, 도 34는, 도 33에 도시된 터치 센서(4500)의 도전층(4510)과 도전층(4520)의 교차 부분의 등가 회로도다. 도 34에 도시된 바와 같이, 도전층(4510)과 도전층(4520)이 교차되는 부분에는 용량(4540)이 형성된다.

[0226] 또한, 도전층(4510) 및 도전층(4520)은 사변형상 도전막이 복수로 접속된 구조를 갖는다. 도전층(4510) 및 도전층(4520)은 도전막의 사변형상 부분의 위치가 중첩되지 않도록 배치된다. 도전층(4510)과 도전층(4520)이 교차되는 부분에는 도전층(4510)과 도전층(4520)이 접촉되지 않도록 절연막이 사이에 제공된다.

[0227] 또한, 도 35는 도전층(4510a), 도전층(4510b), 및 도전층(4510c)과 도전층(4520)의 접속 구조의 일례를 설명한 단면도이고 도전층(4510a), 도전층(4510b), 및 도전층(4510c)과 도전층(4520)이 교차되는 부분의 단면도를 일례로서 도시하였다.

[0228] 도 35에 도시된 바와 같이, 도전층(4510)은 1층째의 도전층(4510a) 및 도전층(4510b)과, 절연층(4810) 위의 2층째의 도전층(4510c)에 의하여 구성된다. 도전층(4510a)과 도전층(4510b)은 도전층(4510c)에 의하여 접속된다. 도전층(4520)은 1층째의 도전층에 의하여 형성된다. 도전층(4710)의 일부와, 도전층(4510a), 도전층(4510b), 도전층(4510c), 및 도전층(4520)을 덮도록 절연층(4810) 및 절연층(4820)이 형성된다. 절연층(4810) 및 절연층(4820)으로서 예를 들어, 산화 질화 실리콘막을 형성하면 좋다. 또한, 기판(4910)과, 도전층(4710), 도전층(4510a), 도전층(4510b), 및 도전층(4520)과의 사이에 절연막으로 이루어진 하지막을 형성하여도 좋다. 하지막으로서는 예를 들어, 산화 질화 실리콘막을 형성할 수 있다.

[0229] 도전층(4520)과 도전층(4510a), 도전층(4510b), 및 도전층(4510c)은 가시광에 대하여 투광성을 갖는 도전 재료로 형성된다. 예를 들어, 투광성을 갖는 도전 재료로서 산화 실리콘을 포함하는 산화 인듐 주석, 산화 인듐 주석, 산화 아연, 산화 인듐 아연, 갈륨을 첨가한 산화 아연 등을 들 수 있다.

[0230] 도전층(4510a)은 도전층(4710)에 접속된다. 도전층(4710)은 FPC와의 접속용 단자를 구성한다. 도전층(4520)도

도전층(4510a)과 마찬가지로 다른 도전층(4710)에 접속된다. 도전층(4710)은 예를 들어, 텅스텐막으로부터 형성할 수 있다.

[0231] 도전층(4710)의 일부와, 도전층(4510a), 도전층(4510b), 도전층(4510c), 및 도전층(4520)을 덮도록 절연층(4820)이 형성된다. 도전층(4710)과 FPC를 전기적으로 접속시키기 위하여 도전층(4710) 위의 절연층(4810) 및 절연층(4820)에는 개구가 형성된다. 절연층(4820) 위에는 접착제 또는 접착 필름 등에 의하여 기판(4920)이 접착된다. 기판(4910) 측을 접착제 또는 접착 필름에 의하여 표시 패널의 컬러 필터 기판에 접착함으로써 터치 패널이 구성된다.

[0232] 다음에 본 발명의 일 형태에 따른 표시 장치를 사용할 수 있는 표시 모듈에 대하여 도 36을 사용하여 설명한다.

[0233] 도 36에 도시된 표시 모듈(5000)은 상부 커버(5001)와 하부 커버(5002) 사이에, FPC(5003)에 접속된 터치 패널(5004), FPC(5005)에 접속된 표시 패널(5006), 백 라이트 유닛(5007), 프레임(5009), 프린트 기판(5010), 및 배터리(5011)를 갖는다.

[0234] 상부 커버(5001) 및 하부 커버(5002)는, 터치 패널(5004) 및 표시 패널(5006)의 사이즈에 따라, 형상이나 치수를 적절히 변경할 수 있다.

[0235] 터치 패널(5004)은, 저항막 방식 또는 정전 용량 방식의 터치 패널을 표시 패널(5006)에 중첩하여 사용할 수 있다. 또한, 표시 패널(5006)의 대향 기판(밀봉 기판)에, 터치 패널 기능을 갖게 하도록 하는 것도 가능하다. 또한, 표시 패널(5006)의 각 화소 내에 광 센서를 제공하여 광학식 터치 패널로 하는 것도 가능하다.

[0236] 백 라이트 유닛(5007)은 광원(5008)을 갖는다. 또한, 도 36에서는 백 라이트 유닛(5007) 위에 광원(5008)을 배치하는 구성을 예시하였지만, 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어, 백 라이트 유닛(5007) 단부에 광원(5008)을 배치하고, 더구나 광 확산판을 사용하는 구성으로 하여도 좋다. 또한, 백 라이트 유닛(5007)을 제공하지 않는 구성으로 하여도 좋다.

[0237] 프레임(5009)은 표시 패널(5006)을 보호하는 기능 외, 프린트 기판(5010)의 동작에 의하여 발생하는 전자기파를 차단하기 위한 전자기 쉴드로서도 기능한다. 또한, 프레임(5009)은 방열판으로서의 기능을 가져도 좋다.

[0238] 프린트 기판(5010)은, 전원 회로, 비디오 신호 및 클록 신호를 출력하기 위한 신호 처리 회로를 갖는다. 전원 회로에 전력을 공급하는 전원으로서는, 외부의 상용 전원이라도 좋고, 별도 제공한 배터리(5011)에 의한 전원이라도 좋다. 상용 전원을 사용하는 경우에는 배터리(5011)는 생략할 수 있다.

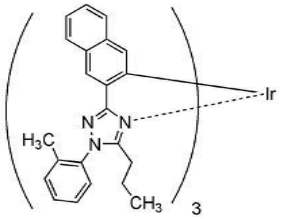
[0239] 또한, 표시 모듈(5000)은, 편광판, 위상차판, 프리즘 시트 등의 부재를 추가적으로 제공하여도 좋다.

[0240] 또한, 본 실시형태에 기재된 구성 등은 다른 실시형태 또는 실시예에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0241] (실시예 1)

[0242] <합성예 1>

[0243] 본 실시예에서는 실시형태 1에 나타낸 구조식(116)으로 나타내어지는 트리스{3-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]-2-나프탈레닐-κC}이리듐(III)(일명: 트리스[1-(2-메틸페닐)-3-(2-나프틸)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸라토]이리듐(III))(약칭: [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$])의 합성예를 구체적으로 예시한다. 또한, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)의 구조를 이하에 나타낸다.



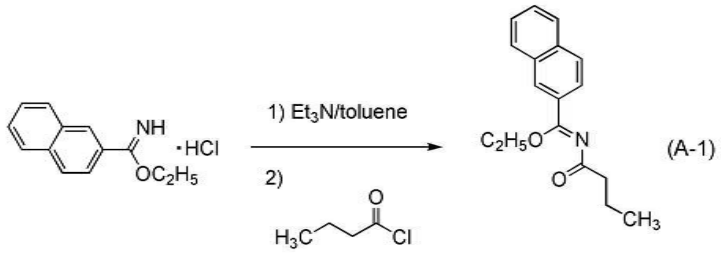
(116)

[Ir(Prn3tz1-mp)$_3$]

[0244]

[0245] <단계 1: N-(1-에톡시-2-나프틸리덴)부틸아마이드의 합성>

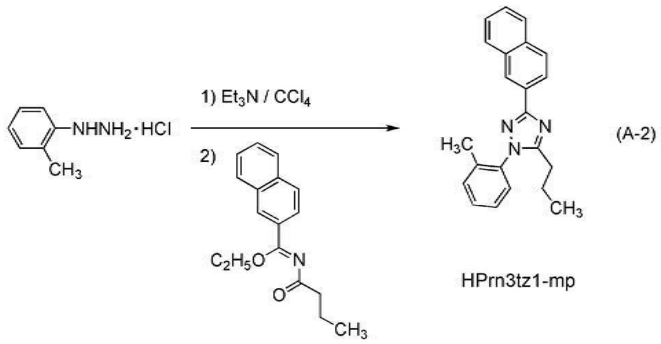
[0246] 먼저, 300mL 3구 플라스크에 2-나프탈렌카보이미드산 에틸염산염을 5g, 톨루엔을 50mL, 트라이에틸아민(Et_3N)을 4.3g 넣고, 이 혼합물을 실온에서 10분 동안 교반하였다. 이 혼합물에 부티릴클로라이드 2.3g과 톨루엔 30mL의 혼합 용액을 50mL 적하 로트로부터 적하하고 나서 이 혼합물을 실온에서 41.5시간 동안 교반하였다. 소정시간이 지난 후, 반응 혼합물을 흡인 여과하고, 여과액을 농축함으로써 N-(1-에톡시-2-나프틸리덴)부틸아마이드를 얻었다(황색 유상 물질, 수율 100%). 단계 1의 합성 스킴(A-1)을 하기에 나타낸다.



[0247]

[0248] <단계 2: 1-메틸페닐-3-(2-나프틸)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸(약칭: HPrn3tz1-mp)의 합성>

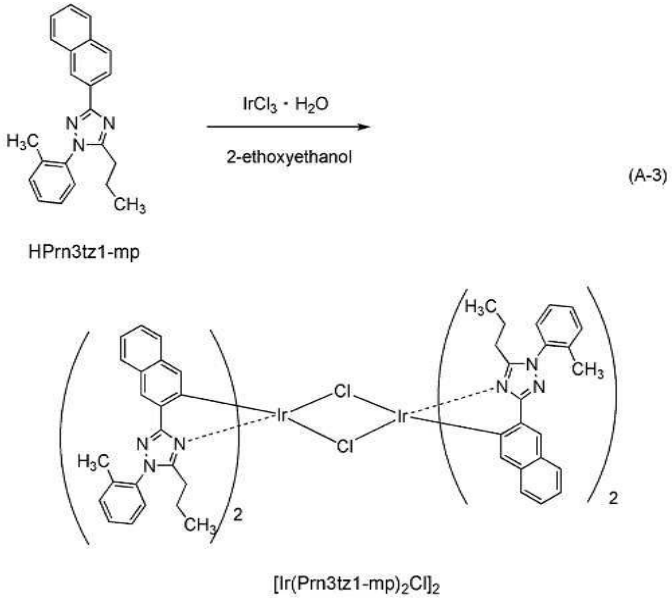
[0249] 다음에, 300mL 3구 플라스크에 o-톨릴하이드라진 염산염을 4.0g, 사염화 탄소를 100mL 넣고, 이 혼합물에 트라이에틸아민(Et_3N)을 3.0g 소량씩 적하하고 나서 이 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 소정시간이 지난 후, 이 혼합물에 상술한 단계 1에서 얻어진 N-(1-에톡시-2-나프틸리덴)부틸아마이드를 6.8g 더하고 나서, 이 혼합물을 실온에서 24시간 동안 교반하였다. 소정시간이 지난 후, 반응 용액에 물을 더하여 이 혼합물을 교반하였다. 이 혼합물의 수성층을 클로로폼으로 추출하고, 유기층과 얻어진 추출 용액을 합쳐서 포화 식염수로 세정하고 무수 황산 마그네슘을 더하여 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하고 여과액을 농축하여 유상 물질을 얻었다. 얻어진 유상 물질을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 전개 용매로서 헥산:아세트산 에틸=10:1(v/v)의 혼합 용매를 사용하였다. 얻어진 프랙션(fraction)을 농축하여 1-메틸페닐-3-(2-나프틸)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸(약칭: HPrn3tz1-mp)을 얻었다(연한 적색의 고체, 수율 36%). 단계 2의 합성 스킴(A-2)을 하기에 나타낸다.



[0250]

[0251] <단계 3: 다이-μ-클로로-테트라키스{3-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]-2-나프탈레닐-κC}다이이리듐(III)(약칭: $[Ir(Prn3tz1\text{-}mp)_2Cl]_2$)의 합성>

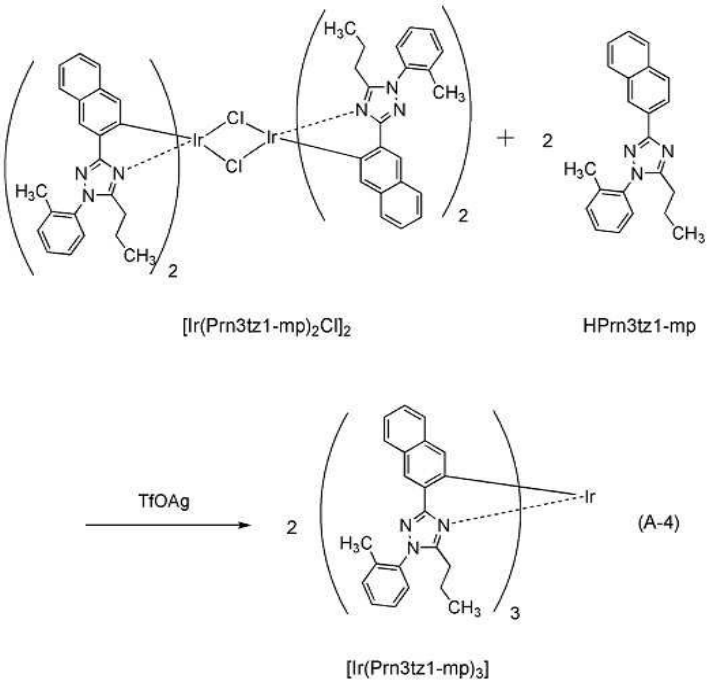
[0252] 다음에, 50mL 가지형 플라스크에 상술한 단계 2에서 얻어진 배위자 HPrn3tz1-mp를 0.8g, 염화 이리듐 수화물을 0.35g, 2-에톡시에탄올을 12mL, 물 4mL를 넣고, 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 이 반응 용기에 100W, 100℃의 조건으로 마이크로파를 1시간 동안 조사하여 반응시켰다. 소정시간이 지난 후, 얻어진 반응 혼합물을 흡인 여과하고 얻어진 고체를 에탄올로 세정하여 복핵 착체$[Ir(Prn3tz1\text{-}mp)_2Cl]_2$(약칭)를 얻었다(황색 분말, 수율 93%). 단계 3의 합성 스킴(A-3)을 하기에 나타낸다.



[0253]

[0254] <단계 4: 트리스{3-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]-2-나프탈레닐-κC}이리듐(III) (약칭: [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$])의 합성>

[0255] 다음에, 삼방 콕(three-way cock)과 냉각관이 장착된 반응 용기에, 상술한 단계 3에서 얻어진 복핵 착체 [Ir(Prn3tz1-mp)$_2$Cl]$_2$(약칭)를 0.96g, 상술한 단계 2에서 얻어진 배위자 HPrn3tz1-mp를 2.1g, 트라이플루오로메탄설폰산 은(TfOAg)을 0.56g 넣고, 반응 용기 내를 아르곤 치환하였다. 이 혼합물을 170℃로 45시간 동안 가열 교반하였다. 얻어진 혼합물을 다이클로로메탄에 용해하고 흡인 여과하여 불용 고체를 제거하였다. 얻어진 여과액을 물, 포화 식염수로 세정하고 유기층에 무수 황산 마그네슘을 더하여 건조시켰다. 이 혼합물을 자연 여과하고, 여과액을 농축하여, 유상 물질을 얻었다. 이 유상 물질을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 전개 용매로서 다이클로로메탄:헥산=5:1(v/v)의 혼합 용매를 사용하였다. 얻어진 프랙션을 농축하여 고체를 얻었다. 이 고체를 에탄올로 세정하여 얻어진 고체를 다이클로로메탄과 에탄올의 혼합 용매에서 재결정시켜 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 얻었다(황색의 분말, 수율 10%). 단계 4의 합성 스킴(A-4)을 하기에 나타낸다.



[0256]

[0257] 상기 단계 4에서 얻어진 황색 분말의 핵자기 공명 분광법(^{1}H NMR)에 의한 분석 결과를 하기에 나타낸다. 또한, ^{1}H NMR차트를 도 7에 나타내었다. 이 결과를 보면 본 합성예 1에서 상술한 구조식(116)으로 나타내어지는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)이 얻어진 것을 알 수 있다.

[0258] 얻어진 물질의 ^{1}H NMR 데이터를 이하에 기재한다.

[0259] ^{1}H NMR.δ($CDCl_3$):0.54(t, 9H), 0.93-1.13(m, 6H), 1.58(s, 9H), 2.24-2.37(m, 6H), 7.13-7.29(m,21H), 7.35(t, 3H), 7.71(d, 3H), 8.29(s, 3H).

[0260] 다음에, 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 액체 크로마토그래프 질량 분석(Liquid Chromatography Mass Spectrometry, 약칭: LC/MS 분석)에 의하여 분석하였다.

[0261] LC/MS 분석은 Acquity UPLC(Waters Corporation제) 및 Xevo G2 Tof MS(Waters Corporation제)를 사용하여 수행하였다.

[0262] MS 분석으로서는 일렉트로 스프레이 이온화법(ElectroSpray Ionization, 약칭: ESI)에 의한 이온화를 수행하였다. 이 때의 캐필러리 전압(capillary voltage)은 3.0kV로 하고, 샘플 콘 전압(sample cone voltage)은 30V로 하고, 검출은 포지티브 모드로 수행하였다. 또한, 이상의 조건으로 이온화된 성분을 충돌실(collision cell) 내에서 아르곤 가스와 충돌시켜 프로덕트 이온으로 해리시켰다. 아르곤에 충돌시킬 때의 에너지(collision energy)는 70eV로 하였다. 또한, 측정하는 질량 전하 비율의 범위는 m/z=100 내지 1200으로 하였다.

[0263] MS 분석한 측정 결과를 도 8에 나타내었다. 도 8의 결과를 보면 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)은 주로 m/z=835 부근, 및 m/z=845 부근에 프로덕트 이온의 피크가 검출되고, m/z=1172 부근에 프리커서(precursor) 이온에서 유래하는 피크가 검출되는 것을 알 수 있었다.

[0264] 여기서, 부근이란, LC/MS 분석에서, 수소 이온의 존재의 유무나 동위체의 존재에 따른 프로덕트 이온이나 프리커서 이온의 수치 변화를 나타내고 있고, 이 수치 변화도 포함하여, 같은 정도의 골격에 포함되는 것을 허용 범위로 한다. 또한, 도 8에 나타낸 결과는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)에서 유래하는 특징적인 결과를 나타낸 것이기 때문에 혼합물 중에 포함되는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 동정(同定)하는 데 중요한 데이터라고 할 수 있다.

[0265] 또한, 도 9의 (A) 및 (B)에 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 비행 시간 이차 이온 질량 분석계(Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometer: ToF-SIMS)에 의하여 측정한 정성 스펙트럼을 나타내었다.

[0266] 또한, 도 9의 (A)는 양 이온에서의 측정 결과를 나타낸 것이고, 가로 축은 0~500의 범위의 m/z를 나타내고, 세로 축은 강도(임의 단위)를 나타낸다. 또한, 도 9의 (B)는 양 이온에서의 측정 결과를 나타낸 것이고, 가로 축은 400~1200의 범위의 m/z를 나타내고, 세로 축은 강도(임의 단위)를 나타낸다.

[0267] 장치는 TOF SIMS 5(ION-TOF사제)를 사용하고, 1차 이온원은 Bi_3^{++}를 사용하였다. 또한, 1차 이온은 펄스 폭 11.3ns의 펄스 형상으로 조사하고, 그 조사량은 8.2×10^{10}ions/cm^2~6.7×10^{11}ions/cm^2(1×10^{12}ions/cm^2 이하), 가속 전압은 25keV, 전류값은 0.2pA로 하였다. 또한, 시료는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)의 분말을 사용하여 측정하였다.

[0268] 도 9의 (A) 및 (B)를 보면 본 발명의 일 형태에 따른 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)은, 주로 m/z=91 부근, m/z=160 부근, m/z=514 부근, m/z=838 부근에 부분 골격의 프로덕트 이온의 피크가 검출되고, m/z=1171 부근에 프리커서 이온에서 유래하는 피크가 검출되는 것을 알 수 있다.

[0269] 여기서, 부근이란, ToF-SIMS 분석에서, 수소 이온의 존재의 유무나 동위체의 존재에 따른 프로덕트 이온이나 프리커서 이온의 수치 변화를 나타내고 있고, 이 수치 변화도 포함하여, 같은 정도의 골격에 포함되는 것을 허용 범위로 한다.

[0270] 또한, 도 9의 (A) 및 (B)에 나타낸 결과는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)에서 유래하는 특징적인 결과를 나타낸 것이기 때문에 혼합물 중에 포함되는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 동정하는 데 중요한 데이터라고 할 수 있다.

또한, m/z=91 부근은 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)에 포함되는 메틸페닐 골격에서 유래하는 피크라고 시사되고, m/z=160 부근은 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)에 포함되는 메틸페닐 골격과 1,2,4-트라이아졸 골격이 결합한 부분 골격에서 유래하는 피크라고 시사된다.

[0271] 또한, 도 9의 (A) 및 (B)에 나타낸 결과는 유기 화합물의 일 형태로서 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 ToF-SIMS 분석하였을 때의 결과이고 상기 유기 화합물의 구조가 상이하면 ToF-SIMS 분석하였을 때의 결과는 당연히 상이한 결과를 나타낸다. 예를 들어, 상기 유기 화합물이 실시형태 1에 나타낸 구조식(127)으로 나타내어지는 착체인 경우, 본 실시예에서 나타내는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)보다 프리커서 이온의 수치가 작게 될 수 있다. 따라서 프리커서 이온이 검출되는 바람직한 범위로서는 m/z=600 이상 2000 이하다. 또한, 1,2,4-트라이아졸 골격에 결합하는 골격이 페닐 골격이라면, m/z=76 부근에 페닐 골격에서 유래하는 프로덕트 이온이 검출된다. 또한, 1,2,4-트라이아졸 골격에 바이페닐 골격, 알킬기, 및 메틸페닐 골격이 결합하는 복합 골격이라면, m/z=300 부근에 상기 복합 골격에서 유래하는 프로덕트 이온이 검출된다.

[0272] 또한, ToF-SIMS 분석하였을 때에 프리커서 이온으로부터 해리하기 쉬운 부분이 프로덕트 이온으로서 검출된다. 특히 검출되기 쉬운 프로덕트 이온으로서는 1,2,4-트라이아졸 골격과 페닐 골격이 결합한 프로덕트 이온과, 페닐 골격의 프로덕트 이온을 들 수 있다. 따라서 상술한 2개의 프로덕트 이온의 차분이 1,2,4-트라이아졸 골격의 분자량(69)에 상당한다.

[0273] 다음에 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 적외 흡수 분광법(이하, IR분석)에 의하여 해석하였다. 또한, IR스펙트럼의 측정은 푸리에 변환 적외 분광법(Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Nexus670형(Thermo Nicolet제))을 사용하였다. 또한, 적외 흡수 분광법(IR분석)의 측정법으로서는 시료와 적외선에 투명한 순 할로겐화 알칼리(브로민화 칼륨, 염화 나트륨, 염화 칼륨 등)를 분쇄, 혼합하여 가압·성형하는 정제(錠劑)법을 사용하여도 좋고, 또는 측정하는 흡수대에 영향을 미치지 않는 흡수 스펙트럼을 갖는 액체(유동 파라핀 등)와 시료를 혼합하여 페이스트로 하는 액막법을 사용하여도 좋다. 또한, 본 실시예에서는 브로민화 칼륨을 사용한 정제법으로 측정하였다.

[0274] IR분석한 결과를 도 28에 나타내었다. 도 28의 결과를 보면 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)은 3500cm^{-1}~1500cm^{-1} 사이, 주로 3030cm^{-1} 부근, 1600cm^{-1} 부근, 및 1540cm^{-1} 부근에 흡수 피크가 각각 검출되는 것을 알 수 있다. 또한, 도 28에 나타낸 바와 같이, 상술한 흡수 피크 외에도 알킬기에서 유래하는 흡수 피크 등이 복수 관찰된다.

[0275] 여기서, 부근이란, IR분석에서, 상술한 수치의 플러스마이너스 30cm^{-1}의 수치도 범위에 포함되는 것으로 한다. 이것은 IR분석을 하였을 때에 용매에 기인한 흡수대의 영향이나 또는 측정 오차를 포함하기 때문이다. 또한, 3030cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크는 C-H신축 진동에 의한 시그널이라고 시사되고, 1600cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크는 C-C신축 진동에 의한 시그널이라고 시사되고, 1540cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크는 C=N신축 진동에 의한 시그널이라고 시사된다. 특히, 1540cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크가 현저히 검출되는 것을 알 수 있다. 도 28에 나타낸 결과는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)에서 유래하는 특징적인 결과를 나타낸 것이기 때문에 혼합물 중에 포함되는 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 동정하는 데 중요한 데이터라고 할 수 있다.

[0276] 다음에, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)의 다이클로로메탄 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하, 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계(V550형, Japan Spectroscopy Corporation제)를 사용하고 다이클로로메탄 용액(0.087mmol/L)을 석영 셀에 넣고 실온에서 측정하였다. 또한, 발광 스펙트럼은 형광 광도계(Hamamatsu Photonics Corporation제 FS920)를 사용하고 탈기한 다이클로로메탄 용액(0.087mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 10에 나타내었다. 가로 축은 파장을 나타내고, 세로 축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한, 도 10에서, 2개의 실선을 나타내었지만, 가는 실선이 흡수 스펙트럼을 나타내고, 굵은 실선은 발광 스펙트럼을 나타낸다. 또한, 도 10에는, 다이클로로메탄 용액(0.087mmol/L)을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼으로부터 다이클로로메탄만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타내었다.

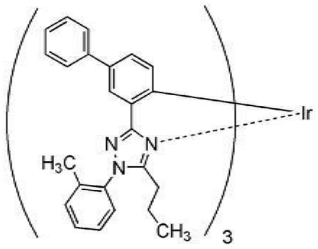
[0277] 도 10에 나타낸 바와 같이, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)은 520nm, 562nm에 발광 피크를 갖고, 다이클로로메탄 용액

으로부터는 황색 발광이 관측되었다.

[0278] (실시예 2)

[0279] <합성예 2>

[0280] 본 실시예에서는 실시형태 1에 나타낸 구조식(118)으로 나타내어지는 트리스{4-페닐-2-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]페닐-κC}이리듐(III)(일명: 트리스[3-(3-바이페닐)-1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸라토]이리듐(III))(약칭: [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$])의 합성예를 구체적으로 예시한다. 또한, [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)의 구조를 이하에 나타낸다.



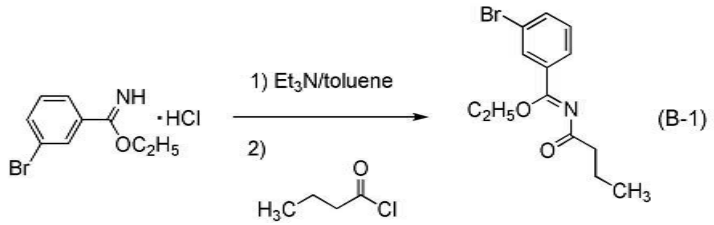
(118)

[Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$]

[0281]

[0282] <단계 1: N-(1-에톡시-3-브로모벤질리덴)부틸아마이드의 합성>

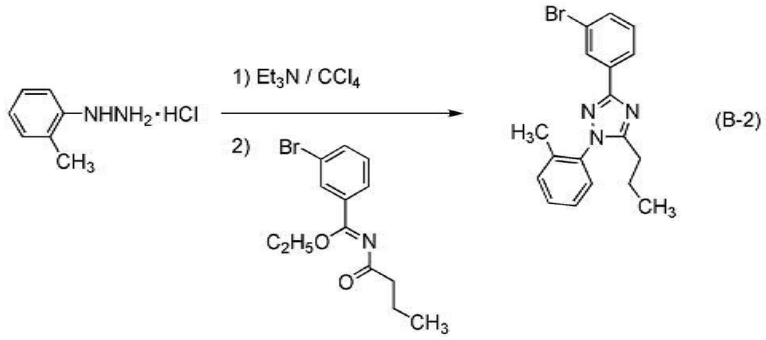
[0283] 먼저, 300mL 3구 플라스크에 3-브로모벤즈이미드산 에틸염산염을 10g, 톨루엔을 100mL, 트라이에틸아민(Et$_3$N)을 8.9g 넣고, 이 혼합물을 실온에서 10분 동안 교반하였다. 이 혼합물에 부틸클로라이드 4.7g과 톨루엔 30mL의 혼합 용액을 50mL 적하 로트로부터 적하하고 나서 이 혼합물을 실온에서 24시간 동안 교반하였다. 소정시간이 지난 후, 반응 혼합물을 흡인 여과하고, 여과액을 농축함으로써 N-(1-에톡시-3-브로모벤질리덴)부틸아마이드를 얻었다(황색 유상 물질, 수율 93%). 단계 1의 합성 스킴(B-1)을 하기에 나타낸다.



[0284]

[0285] <단계 2: 3-(3-브로모페닐)-1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸의 합성>

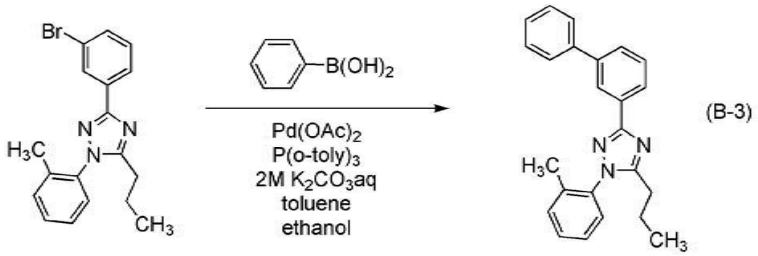
[0286] 다음에, 200mL 3구 플라스크에 o-톨릴하이드라진염산염을 6.5g, 사염화 탄소를 100mL 넣고, 이 혼합물에 트라이에틸아민(Et$_3$N) 4.1g을 소량씩 적하하고 나서 이 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 소정시간이 지난 후, 이 혼합물에 상술한 단계 1에서 얻어진 N-(1-에톡시-3-브로모벤질리덴)부틸아마이드를 12g 더한 후, 이 혼합물을 실온에서 48시간 교반하였다. 반응이 종료한 후, 반응 혼합물에 물을 더하여 수성층을 클로로폼으로 추출하였다. 유기층과 얻어진 추출 용액을 합쳐서 물, 포화 식염수로 세정하였다. 유기층에 무수황산 마그네슘을 더하여 건조시킨 후, 얻어진 혼합물을 농축하여 유상 물질을 얻었다. 얻어진 유상 물질을 플래시 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 전개 용매로서 헥산:아세트산 에틸=5:1(v/v)의 혼합 용매를 사용하였다. 얻어진 프랙션을 농축하여 3-(3-브로모페닐)-1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸을 얻었다(적색의 유상 물질, 수율 80%). 단계 2의 합성 스킴(B-2)을 하기에 나타낸다.



[0287]

[0288] <단계 3: 3-(3-바이페닐)-1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸(약칭: HPr5b3tz1-mp)의 합성>

[0289] 다음에, 200mL 3구 플라스크에 상술한 단계 2에서 얻어진 3-(3-브로모페닐)-1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸을 12g, 페닐보론산을 4.8g, 트라이(오르토-톨릴)포스파인을 0.30g, 톨루엔을 100mL, 에탄올을 15mL, 2M 탄산 칼륨 수용액을 39mL 넣고, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물에 아세트산 팔라듐(II)을 0.073g(0.33mmol) 더하여 이 혼합물을 80℃로 10시간 동안 가열 교반하였다. 얻어진 반응 용액의 수성층을 톨루엔으로 추출하고 유기층과 얻어진 추출 용액을 합쳐서 포화 탄산 수소 나트륨 수용액과 포화 식염수로 세정하였다. 유기층에 무수황산 마그네슘을 더하여 건조시켜 얻어진 혼합물을 자연 여과하여 여과액을 얻었다. 얻어진 여과액을 농축하여 유상 물질을 얻었다. 이 유상 물질을 플래시 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 전개 용매로서 헥산:아세트산 에틸=5:1(v/v)의 혼합 용매를 사용하였다. 얻어진 프랙션을 농축하여 3-(3-바이페닐)-1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸(약칭: HPr5b3tz1-mp)을 얻었다(연한 황색의 유상 물질, 수율 84%). 단계 3의 합성 스킴(B-3)을 하기에 나타낸다.

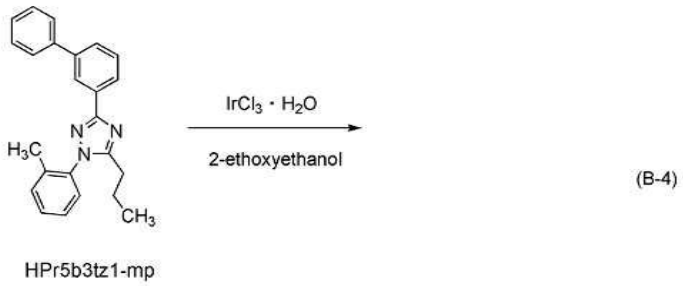


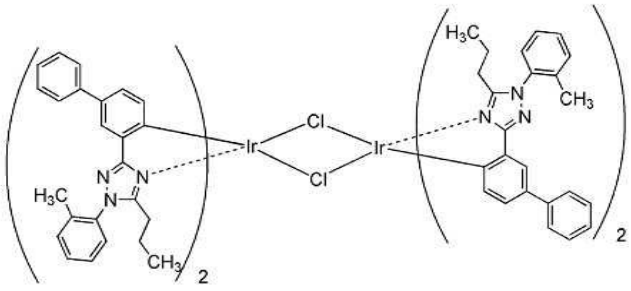
HPr5b3tz1-mp

[0290]

[0291] <단계 4: 다이-μ-클로로-테트라키스{4-페닐-2-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]페닐-κC}다이이리듐(III)(약칭: [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_2$Cl]$_2$])의 합성>

[0292] 다음에, 50mL 가지형 플라스크에 단계 3에서 얻어진 배위자 HPr5b3tz1-mp를 1.5g, 염화 이리듐 수화물을 0.61g, 2-에톡시에탄올을 12mL, 물 4mL을 넣고, 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 이 반응 용기에 100W, 100℃의 조건으로 마이크로파를 1.5시간 동안 조사하여 반응시켰다. 얻어진 반응 혼합물을 흡인 여과하고 얻어진 고체를 에탄올로 세정하여 복핵 착체[Ir(Pr5b3tz1-mp)$_2$Cl]$_2$(약칭)를 얻었다(황갈색 분말, 수율 8.4%). 단계 4의 합성 스킴(B-4)을 하기에 나타낸다.

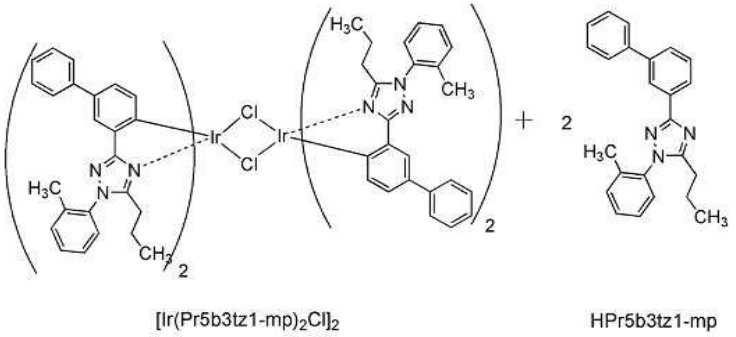


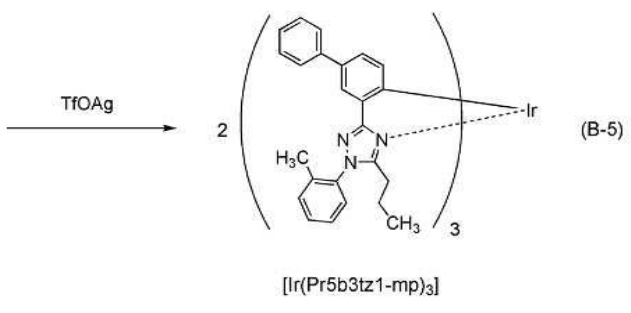


[0293]

[0294] <단계 5: 트리스{4-페닐-2-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$]의 합성>

[0295] 다음에, 삼방 콕과 냉각관이 장착된 반응 용기에, 상술한 단계 4에서 얻어진 복핵 착체[Ir(Pr5b3tz1-mp)$_2$Cl]$_2$(약칭)를 0.60g, 배위자 HPr5b3tz1-mp를 1.7g, 트라이플루오로메탄설폰산 은(TfOAg)을 0.39g 넣고, 이 혼합물을 질소 분위기하에서, 170℃로 42시간 동안 가열 교반하였다. 얻어진 반응 혼합물을 다이클로로메탄에 용해하고 불용 고체를 제거하였다. 얻어진 여과액을 물, 포화 식염수로 세정하고 나서 유기층에 무수 황산 마그네슘을 더하여 건조시켰다. 얻어진 혼합물을 자연 여과하고, 여과액을 농축하여, 고체를 얻었다. 이 고체를 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 전개 용매로서 다이클로로메탄:헥산=2:1(v/v)의 혼합 용매를 사용하였다. 얻어진 프랙션을 농축하여 고체를 얻었다. 이 고체를 다이클로로메탄과 에탄올의 혼합 용매에서 재결정시켜 본 발명의 유기 금속 착체 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 얻었다(연한 황색의 분말, 수율 48%). 단계 5의 합성 스킴(B-5)을 하기에 나타낸다.





[0296]

[0297] 상기 단계 5에서 얻어진 연한 황색 분말의 핵자기 공명 분광법(^{1}H NMR)에 의한 분석 결과를 하기에 나타낸다. 또한, ^{1}H NMR차트를 도 11에 나타내었다. 이 결과를 보면 본 합성예 2에서 상술한 구조식(118)으로 나타내어지는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)이 얻어진 것을 알 수 있다.

[0298] 얻어진 물질의 ^{1}H NMR 데이터를 이하에 기재한다.

[0299] ^{1}H NMR. δ(CD_2Cl_2):0.54(t, 9H), 0.99-1.14(m,6H), 1.83(s, 9H), 2.22-2.38(m, 6H), 6.82(d, 3H), 7.09(dd, 3H), 7.21-7.23(t, 6H), 7.27-7.41(m, 15H), 7.62(d, 6H), 7.97(d, 3H).

[0300] 다음에, 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 액체 크로마토그래프 질량 분석(LC/MS 분석)에 의하여 분석하였다.

[0301] LC/MS 분석은 Acquity UPLC(Waters Corporation제) 및 Xevo G2 Tof MS(Waters Corporation제)를 사용하여 수행하였다.

[0302] MS 분석으로서는 일렉트로 스프레이 이온화법(ESI)에 의한 이온화를 수행하였다. 이 때의 캐필러리 전압은 3.0kV로 하고, 샘플 콘 전압은 30V로 하고, 검출은 포지티브 모드로 수행하였다. 또한, 이상의 조건으로 이온화된 성분을 충돌실 내에서 아르곤 가스와 충돌시켜 프로덕트 이온으로 해리시켰다. 아르곤을 충돌시킬 때의 에너지는 70eV로 하였다. 또한, 측정하는 질량 범위는 m/z=100 내지 1300으로 하였다.

[0303] MS 분석한 측정 결과를 도 12에 나타내었다. 도 12의 결과를 보면 본 발명의 일 형태에 따른 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)은 주로 m/z=354 부근, m/z=541 부근, m/z=705 부근, m/z=888 부근, 및 m/z=897 부근에 프로덕트 이온의 피크가 검출되고, m/z=1249 부근에 프리커서 이온에서 유래하는 피크가 검출되는 것을 알 수 있다.

[0304] 여기서, 부근이란, LC/MS 분석에서, 수소 이온의 존재의 유무나 동위체의 존재에 따른 프로덕트 이온이나 프리커서 이온의 수치 변화를 나타내고 있고, 이 수치 변화도 포함하여, 같은 정도의 골격에 포함되는 것을 허용 범위로 한다. 또한, 도 12에 나타낸 결과는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)에서 유래하는 특징적인 결과를 나타낸 것이기 때문에 혼합물 중에 포함되는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 동정하는 데 중요한 데이터라고 할 수 있다.

[0305] 또한, 도 13의 (A) 및 (B)에 본 발명의 일 형태에 따른 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 비행 시간 이차 이온 질량 분석계(ToF-SIMS)에 의하여 측정한 정성 스펙트럼을 나타내었다.

[0306] 또한, 도 13의 (A)는 양 이온에서의 측정 결과를 나타낸 것이고, 가로 축은 0~500의 범위의 m/z를 나타내고 세로 축은 강도(임의 단위)를 나타낸다. 또한, 도 13의 (B)는 양 이온에서의 측정 결과를 나타낸 것이고, 가로 축은 400~1300의 범위의 m/z를 나타내고 세로 축은 강도(임의 단위)를 나타낸다.

[0307] 장치는 TOF SIMS 5(ION-TOF사제)를 사용하고, 1차 이온원은 Bi_3^{++}를 사용하였다. 또한, 1차 이온은 펄스 폭 11.3ns의 펄스 형상으로 조사하고, 그 조사량은 8.2×10^{10} ions/cm^2~6.7×10^{11} ions/cm^2(1×10^{12} ions/cm^2 이하), 가속 전압은 25keV, 전류값은 0.2pA로 하였다. 또한, 시료는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)의 분말을 사용하여 측정하였다.

[0308] 도 13의 (A) 및 (B)의 결과를 보면 본 발명의 일 형태에 따른 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)은 주로 m/z=91 부근, m/z=160 부근, m/z=538 부근, 및 m/z=890 부근에 부분 골격의 프로덕트 이온의 피크가 검출되고, m/z=1250 부근에 프리커서 이온에서 유래하는 피크가 검출되는 것을 알 수 있다.

[0309] 여기서, 부근이란, ToF-SIMS 분석에서, 수소 이온의 존재의 유무나 동위체의 존재에 따른 프로덕트 이온이나 프리커서 이온의 수치 변화를 나타내고 있고, 이 수치 변화도 포함하여, 같은 정도의 골격에 포함되는 것을 허용 범위로 한다.

[0310] 도 13의 (A) 및 (B)에 나타낸 결과는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)에서 유래하는 특징적인 결과를 나타낸 것이기 때문에 혼합물 중에 포함되는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 동정하는 데 중요한 데이터라고 할 수 있다. 또한, m/z=91 부근은 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)에 포함되는 메틸페닐 골격에서 유래하는 피크라고 시사되고, m/z=160

부근은 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)에 포함되는 메틸페닐 골격과 1,2,4-트라이아졸 골격이 결합한 부분 골격에서 유래하는 피크라고 시사된다.

[0311] 다음에 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 적외 흡수 분광법(이하, IR분석)에 의하여 해석하였다. 또한, IR스펙트럼의 측정은 푸리에 변환 적외 분광법(Nexus670형(Thermo Nicolet제))을 사용하고 브로민화 칼륨을 사용한 정제법으로 측정하였다.

[0312] IR분석한 결과를 도 29에 나타내었다. 도 29의 결과를 보면 본 실시예에서 얻어진 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)은 3500cm^{-1}~1500cm^{-1} 사이, 주로 3030cm^{-1} 부근, 1600cm^{-1} 부근, 및 1540cm^{-1} 부근에 흡수 피크가 각각 검출되는 것을 알 수 있다. 또한, 도 29에 도시된 바와 같이, 상술한 흡수 피크 외에도 알킬기에서 유래하는 흡수 피크 등이 복수 관찰된다.

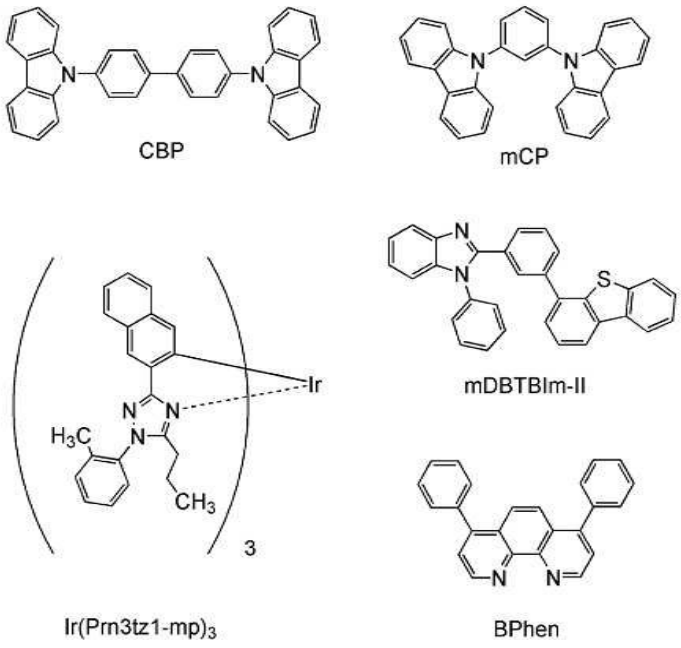
[0313] 여기서, 부근이란, IR분석에서, 상술한 수치의 플러스마이너스 30cm^{-1}의 범위도 포함되는 것으로 한다. 이것은 IR분석을 하였을 때에 용매에 기인한 흡수대의 영향이나 또는 측정 오차를 포함하기 때문이다. 또한, 3030cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크는 C-H신축 진동에 의한 시그널이라고 시사되고, 1600cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크는 C-C신축 진동에 의한 시그널이라고 시사되고, 1540cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크는 C=N신축 진동에 의한 시그널이라고 시사된다. 특히, 1540cm^{-1} 부근에 나타나는 흡수 피크가 현저히 검출되는 것을 알 수 있다. 도 29에 나타낸 결과는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)에서 유래하는 특징적인 결과를 나타낸 것이기 때문에 혼합물 중에 포함되는 [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)을 동정하는 데 중요한 데이터라고 할 수 있다.

[0314] 다음에, [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)의 다이클로로메탄 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계(V550형, Japan Spectroscopy Corporation제)를 사용하여 다이클로로메탄 용액(0.041mmol/L)을 석영 셀에 넣고 실온에서 측정하였다. 또한, 발광 스펙트럼은 형광 광도계(Hamamatsu Photonics Corporation제 FS920)를 사용하여 탈기한 다이클로로메탄 용액(0.041mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정하였다. 얻어진 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 14에 나타내었다. 가로 축은 파장, 세로 축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한, 도 14에서, 2개의 실선을 나타내었지만, 가는 실선이 흡수 스펙트럼을 나타내고, 굵은 실선은 발광 스펙트럼을 나타낸다. 또한, 도 14에는, 다이클로로메탄 용액(0.041mmol/L)을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼으로부터 다이클로로메탄만을 석영 셀에 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타내었다.

[0315] 도 14에 나타낸 바와 같이, [Ir(Pr5b3tz1-mp)$_3$](약칭)은 469nm, 497nm에 발광 피크를 갖고, 다이클로로메탄 용액으로부터는 옅은 청색 발광이 관측되었다.

[0316] (실시예 3)

[0317] 본 실시예에서는 실시형태 1, 및 실시예 1에 나타낸 구조식(116)으로 나타내어지는 유기 화합물을 발광층에 사용한 발광 소자 1에 대하여 평가하였다. 본 실시예에서 사용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



[0318]

[0319] 발광 소자 1에 대하여, 도 15를 사용하여 설명한다. 이하에, 본 실시예에 따른 발광 소자 1의 제작 방법을 나타낸다.

[0320] (발광 소자 1)

[0321] 먼저, 기판(1100) 위에, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 화합물($ITO-SiO_2$, 이하 ITSO라고 약기함)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 사용한 타깃의 조성은 $In_2O_3:SnO_2:SiO_2=85:10:5$[중량%]로 하였다. 또한, 제 1 전극(1101)의 막 두께는, 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 여기서, 제 1 전극(1101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0322] 이어서, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전 처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃로 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0323] 그 후, 10^{-4}Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하여, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃로 30분 동안 진공 소성한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.

[0324] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고 10^{-4}Pa 정도까지 감압한 후 제 1 전극(1101) 위에 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP)과 산화 몰리브데넘을 공증착함으로써 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는 60nm로 하고, CBP(약칭)와 산화 몰리브데넘의 비율은 중량 비율로 4:2(=CBP:산화 몰리브데넘)가 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란 하나의 처리실 내에서 복수의 증착원으로부터 동시에 증착하는 증착법이다.

[0325] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에 1,3-비스(N-카바졸일)벤젠(약칭: mCP)을 막 두께 20nm가 되도록 성막하여 정공 수송층(1112)을 형성하였다.

[0326] 또한, mCP(약칭)와 실시예 1에서 합성한 $[Ir(Prn3tz1-mp)_3]$(약칭)을 공증착시켜, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성하였다. 여기서, mCP(약칭)와 $[Ir(Prn3tz1-mp)_3]$(약칭)의 중량 비율을 1:0.06(=mCP:$[Ir(Prn3tz1-mp)_3]$)이 되도록 조절하였다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 30nm로 하였다.

[0327] 또한, $[Ir(Prn3tz1-mp)_3]$(약칭)은 발광층(1113)에서의 게스트 재료(도펀트)다.

[0328] 다음에, 발광층(1113) 위에 2-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIm-II)을 막 두께 20nm가 되도록 성막하여 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.

[0329] 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께 15nm가 되도록 성막함으로써 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.

[0330] 또한, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에 불화 리튬(LiF)을 막 두께 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층(1115)을 형성하였다.

[0331] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착함으로써 본 실시예에 따른 발광 소자 1을 제작하였다.

[0332] 상술한 공정을 거쳐 얻어진 발광 소자 1의 소자 구조를 표 1에 나타낸다.

표 1

[0333]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 1	ITSO 110nm	CBP:MoOx (=4:2) 60nm	mCP 20nm	mCP:Ir(Prn3tz1-mp)$_3$ (=1 : 0.06) 30nm	mDBTBIm-Ⅱ 20nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0334] 다음에, 질소 분위기의 글로브박스 내에서, 발광 소자 1이 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업(구체적으로는, 실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉할 때 80℃로 1시간 동안 가열 처리)을 수행하였다. 이 후, 상기 발광 소자 1의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 수행하였다.

[0335] 발광 소자 1의 전류 밀도-휘도 특성을 도 16에 나타내었다. 도 16에서 가로 축은 전류 밀도(mA/cm^2)를 나타내고, 세로 축은 휘도(cd/m^2)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 도 17에 나타내었다. 도 17에서 가로 축은 전압(V)을 나타내고, 세로 축은 휘도(cd/m^2)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 도 18에 나타내었다. 도 18에서 가로 축은 휘도(cd/m^2)를 나타내고, 세로 축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 1의 전압-전류 특성을 도 19에 나타내었다. 도 19에서 가로 축은 전압(V)을 나타내고, 세로 축은 전류(mA)를 나타낸다.

[0336] 도 16 및 도 18을 보면, 발광 소자 1은 효율이 높은 발광 소자인 것을 알 수 있었다. 또한, 도 16, 도 17, 및 도 19를 보면, 발광 소자 1은 구동 전압이 낮고 저소비 전력의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0337] 다음에, 발광 소자 1의 휘도가 1275cd/m^{2}일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm^2), CIE 색도 좌표(x, y), 휘도(cd/m^2), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 2에 나타낸다.

표 2

[0338]

	전압(V)	전류 밀도 (mA/cm^2)	CIE 색도 좌표		휘도 (cd/m^2)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
			x	y			
발광 소자 1	7.2	9.1	0.37	0.61	1275	14	4.2

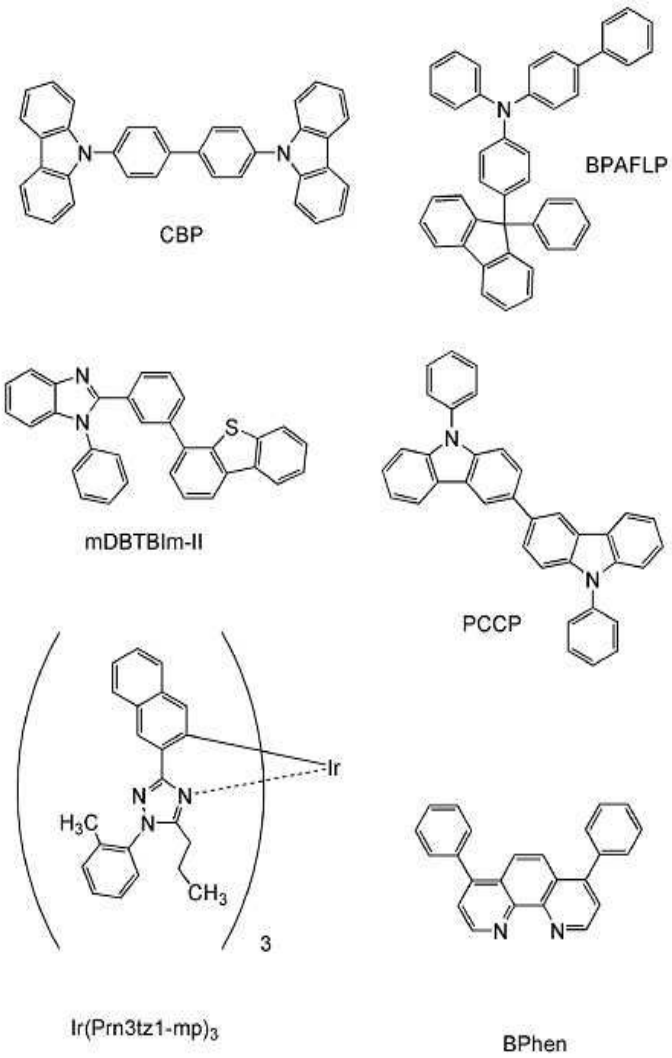
[0339] 또한, 발광 소자 1의 전류 밀도를, 2.5mA/cm^{2}로 하였을 때의 발광 스펙트럼을 도 20에 나타내었다. 도 20에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 1의 발광 스펙트럼은 517nm, 557nm, 및 609nm에 피크를 갖는다.

[0340] 또한, 표 2에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 1의 휘도가 1275cd/m^{2}일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.37, 0.61)이었다. 이들 결과로부터, 도펀트에서 유래하는 발광이 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0341] 상술한 바와 같이, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 발광층으로서 사용한 발광 소자 1은 청록색의 파장 영역의 광을 효율적으로 발광시킬 수 있다고 증명되었다. 그러므로, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)은 청색~황색의 파장 영역에서 발광하는 발광 재료의 게스트 재료로서 바람직하다는 것을 알 수 있었다.

[0342] (실시예 4)

[0343] 본 실시예에서는 상술한 실시예 3에 기재된 발광 소자 1과 상이한 구성을 갖는 발광 소자 2에 대하여 평가하였다. 본 실시예에서 사용한 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.



[0344]

[0345] 발광 소자 2에 대하여, 도 21을 사용하여 설명한다. 이하에, 본 실시예의 발광 소자 2의 제작 방법을 나타낸다.

[0346] (발광 소자 2)

[0347] 먼저, 기판(1100) 위에, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 화합물(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하여 제 1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 사용한 타깃의 조성은 In_2O_3:SnO_2:SiO_2=85:10:5[중량%]로 하였다. 또한, 제 1 전극(1101)의 막 두께는, 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 여기서, 제 1 전극(1101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0348] 이어서, 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전 처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃로 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0349] 그 후, 10^{-4}Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하여, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃로 30분 동안 진공 소성한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.

[0350] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고 10^{-4}Pa 정도까지 감압한 후 제 1 전극(1101) 위에 4,4'-다이(N-카바졸일)바이페닐(약칭: CBP)과 산화 몰리브데넘을 공증착시킴으로써 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는 60nm로 하고, CBP(약칭)와 산화 몰리브데넘의 비율을 중량 비율로 4:2(=CBP:산화 몰리브데

넘)가 되도록 조절하였다.

[0351] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 막 두께 20nm가 되도록 성막함으로써 정공 수송층(1112)을 형성하였다.

[0352] 또한, 2-[3-(다이벤조티오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIm-II)과, 9-페닐-9H-3-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-카바졸(약칭: PCCP)과, 실시예 1에서 합성한 트리스{3-[1-(2-메틸페닐)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN4]-2-나프탈레닐-κC}이리듐(III)(일명: 트리스[1-(2-메틸페닐)-3-(2-나프틸)-5-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸라토]이리듐(III))(약칭: [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$])을 공증착시켜 정공 수송층(1112) 위에 제 1 발광층(1113a)을 형성하였다. 여기서 mDBTBIm-II(약칭), PCCP(약칭), 및 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)의 중량 비율을 1:0.3:0.06(=mDBTBIm-II:PCCP:[Ir(Prn3tz1-mp)$_3$])이 되도록 조절하였다. 또한, 제 1 발광층(1113a)의 막 두께는 20nm로 하였다.

[0353] 다음에 제 1 발광층(1113a) 위에, mDBTBIm-II(약칭)와 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 공증착시켜 제 2 발광층(1113b)을 형성하였다. 여기서 mDBTBIm-II(약칭)와 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)의 중량 비율을 1:0.06(=mDBTBIm-II:[Ir(Prn3tz1-mp)$_3$])이 되도록 조절하였다. 또한, 제 2 발광층(1113b)의 막 두께는 20nm로 하였다.

[0354] 또한, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)은 제 1 발광층(1113a) 및 제 2 발광층(1113b)에서의 게스트 재료(도펀트)다.

[0355] 다음에 제 2 발광층(1113b) 위에 mDBTBIm-II(약칭)를 막 두께 15nm가 되도록 성막함으로써 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.

[0356] 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 BPhen(약칭)을 막 두께가 20nm가 되도록 성막함으로써 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.

[0357] 또한, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에 불화 리튬(LiF)을 막 두께 1nm가 되도록 증착함으로써 전자 주입층(1115)을 형성하였다.

[0358] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착함으로써 본 실시예에 따른 발광 소자 2를 제작하였다.

[0359] 상술한 공정을 거쳐 얻어진 발광 소자 2의 소자 구조를 표 3에 나타낸다.

표 3

[0360]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	제 1 발광층	제 2 발광층	제 1 전자 수송층	제 2 전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 2	ITSO 110nm	CBP:MoOx (=4:2) 60nm	BPAFLP 20nm	mDBTBIm-II:PCCP:Ir(Prn3tz1-mp)$_3$ (=1:0.3:0.06) 20nm	mDBTBIm-II:Ir(Prn3tz1-mp)$_3$ (=1:0.06) 20nm	mDBTBIm-II 15nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0361] 다음에, 질소 분위기의 글로브박스 내에서, 발광 소자 2가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업(구체적으로는, 실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉할 때 80℃로 1시간 동안 가열 처리)을 수행하였다. 이 후, 상기 발광 소자 2의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 수행하였다.

[0362] 발광 소자 2의 전류 밀도-휘도 특성을 도 22에 나타내었다. 도 22에서 가로 축은 전류 밀도(mA/cm^2)를 나타내고, 세로 축은 휘도(cd/m^2)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 도 23에 나타내었다. 도 23에

서 가로 축은 전압(V)을 나타내고, 세로 축은 휘도(cd/m^2)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 2의 휘도-전류 효율 특성을 도 24에 나타내었다. 도 24에서 가로 축은 휘도(cd/m^2)를 나타내고, 세로 축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 2의 전압-전류 특성을 도 25에 나타내었다. 도 25에서 가로 축은 전압(V)을 나타내고, 세로 축은 전류(mA)를 나타낸다.

[0363] 도 22 및 도 24를 보면, 발광 소자 2는 효율이 높은 발광 소자인 것을 알 수 있었다. 또한, 도 22, 도 23, 및 도 25를 보면, 발광 소자 2는 구동 전압이 낮고 저소비 전력의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0364] 다음에, 발광 소자 2의 휘도 989cd/m^2일 때의 전압(V), 전류 밀도(mA/cm^2), CIE 색도 좌표(x, y), 휘도(cd/m^2), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 4에 나타낸다.

표 4

[0365]

	전압(V)	전류 밀도 (mA/cm^2)	CIE 색도 좌표		휘도 (cd/m^2)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
			x	y			
발광 소자 2	6.0	7.6	0.36	0.61	989	13	3.9

[0366] 또한, 발광 소자 2의 전류 밀도를 2.5mA/cm^2로 하였을 때의 발광 스펙트럼을 도 26에 나타내었다. 도 26에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 2의 발광 스펙트럼은 518nm, 559nm, 및 607nm에 피크를 갖는다.

[0367] 또한, 표 4에 나타낸 바와 같이, 발광 소자 2의 휘도가 989cd/m^2일 때의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.36, 0.61)이었다. 이 결과를 보면, 도펀트에서 유래하는 발광이 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0368] 상술한 바와 같이, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 발광층으로서 사용한 발광 소자 2는 청록색의 파장 영역의 광을 효율적으로 발광시킬 수 있다는 것이 증명되었다. 그러므로, [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)은 청색~황색의 파장 영역에서 발광하는 발광 재료의 게스트 재료로서 바람직하다는 것을 알 수 있었다.

[0369] 다음에 상술한 발광 소자 2의 신뢰성 시험을 수행하여 평가하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 27에 나타내었다.

[0370] 도 27에서, 신뢰성 시험의 측정 방법은 초기 휘도를 1000cd/m^2로 설정하고, 전류 밀도를 일정한 조건으로 하여 발광 소자 2를 구동시켰다. 가로 축은 소자의 구동 시간(h)을 나타내고, 세로 축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타낸다. 도 27을 보면 발광 소자 2의 정규화 휘도가 50% 이하까지 열화하는 구동 시간은 57시간 정도가 되었다.

[0371] 상술한 바와 같이, 도 27을 보면 발광 소자 2는 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0372] 상술한 결과를 보면 [Ir(Prn3tz1-mp)$_3$](약칭)을 발광층으로서 사용한 발광 소자 2는 높은 효율, 낮은 구동 전압, 저소비 전력, 및 장수명의 발광 소자인 것을 알 수 있다.

부호의 설명

[0373] 100: 기판

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

203: 제 2 전극

210: EL층

213: 제 1 유기 화합물

214: 제 2 유기 화합물

215: 제 3 유기 화합물

221: 정공 주입층

222: 정공 수송층

223: 발광층

224: 전자 수송층

225 전자 주입층

301: 제 1 전극

303: 제 2 전극

311: 제 1 발광층

312: 제 2 발광층

313: 전하 발생층

401: 소스 측 구동 회로

402: 화소부

403: 게이트 측 구동 회로

404: 밀봉 기판

405: 실재

407: 공간

408: 배선

409: FPC

410: 소자 기판

411: 스위칭용 TFT

412: 전류 제어용 TFT

413: 제 1 전극

414: 절연물

416: EL층

417: 제 2 전극

418: 발광 소자

423: n채널형 TFT

424: p채널형 TFT

501: 기판

502: 제 1 전극

503: 제 2 전극

504: EL층

505: 절연층

506: 격벽층

601: 조명 장치

602: 조명 장치

603: 탁상용 조명 기구

1100: 기판

1101: 제 1 전극

1103: 제 2 전극

1111: 정공 주입층

1112: 정공 수송층

1113: 발광층

1113a: 제 1 발광층

1113b: 제 2 발광층

1114a: 제 1 전자 수송층

1114b: 제 2 전자 수송층

1115: 전자 주입층

2001: 제 1 기판

2002: 발광부

2005a: 제 1 밀봉재

2005b: 제 2 밀봉재

2006: 제 2 기판

2011: 제 2 공간

2013: 제 1 공간

3000: 발광 장치

3001: 기판

3003a: 하부 전극

3003b: 하부 전극

3003c: 하부 전극

3005a: 투명 도전층

3005b: 투명 도전층

3005c: 투명 도전층

3007a: 격벽

3007b: 격벽

3007c: 격벽

3007d: 격벽

3009: 정공 주입층

3011: 정공 수송층

3013a: 발광층

3013b: 발광층

3013c: 발광층

3015: 전자 수송층

3017: 전자 주입층

3019: 상부 전극

3020a: 발광 소자

3020b: 발광 소자

3020c: 발광 소자

3100: 발광 장치

3101: 기판

3103a: 하부 전극

3103b: 하부 전극

3103c: 하부 전극

3105a: 투명 도전층

3105b: 투명 도전층

3107a: 격벽

3107b: 격벽

3107c: 격벽

3107d: 격벽

3110: 정공 주입층 및 정공 수송층

3112: 제 1 발광층

3114: 전하 발생층

3116: 제 2 발광층

3118: 전자 수송층 및 전자 주입층

3119: 상부 전극

3120a: 발광 소자

3120b: 발광 소자

3120c: 발광 소자

4000: 조명 장치

4001: 조명 장치

4003: 기판

4005: 기판

4007: 발광 소자

4009: 전극

4011: 전극

4013: 하부 전극

4014: EL층

4015: 상부 전극

4017: 보조 배선

4019: 밀봉 기판

4021: 실재

4023: 건조제

4025: 기판

4027: 확산판

4100: 조명 장치

4101: 조명 장치

4103: 밀봉 기판

4105: 평탄화막

4107: 발광 소자

4109: 전극

4111: 전극

4113: 하부 전극

4114: EL층

4115: 상부 전극

4117: 보조 배선

4121: 실재

4125: 기판

4127: 확산판

4129: 배리어막

4131: 절연층

4500: 터치 센서

4510: 도전층

4510a: 도전층

4510b: 도전층

4510c: 도전층

4520: 도전층

4540: 용량

4710: 도전층

4810: 절연층

4820: 절연층

4910: 기판

4920: 기판

5000: 표시 모듈

5001: 상부 커버

5002: 하부 커버

5003: FPC

5004: 터치 패널

5005: FPC

5006: 표시 패널

5007: 백 라이트 유닛

5008: 광원

5009: 프레임

5010: 프린트 기판

5011: 배터리

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

7301: 하우징

7302: 하우징

7303: 연결부

7304: 표시부

7305: 표시부

7306: 스피커부

7307: 기록 매체 삽입부

7308: LED 램프

7309: 조작 키

7310: 접속 단자

7311: 센서

7312: 마이크로폰

7400: 휴대 전화기

7401: 하우징

7402: 표시부

7403: 조작 버튼

7404: 외부 접속 포트

7405: 스피커

7406: 마이크로폰

7501: 조명부

7502: 갓

7503: 가변 암

7504: 지주

7505: 받침대

7506: 전원

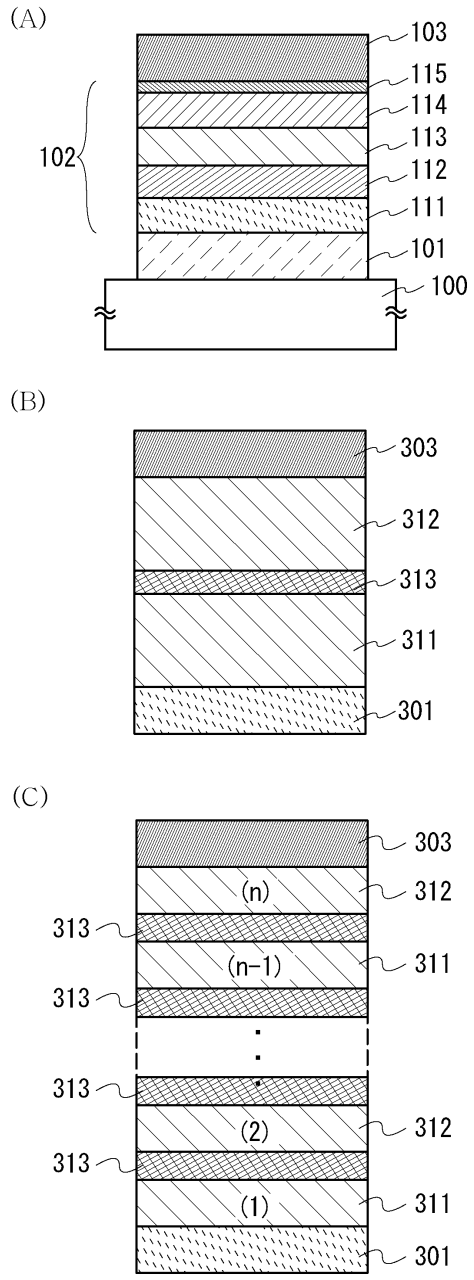
9501: 조명부

9503: 지주

9505: 지지대

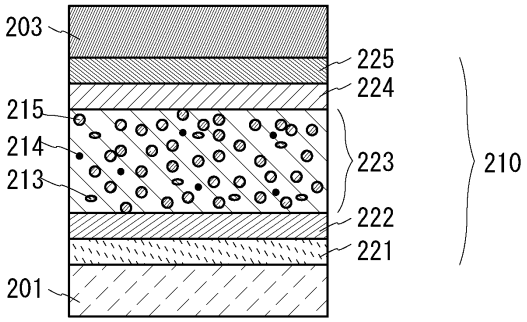
도면

도면1

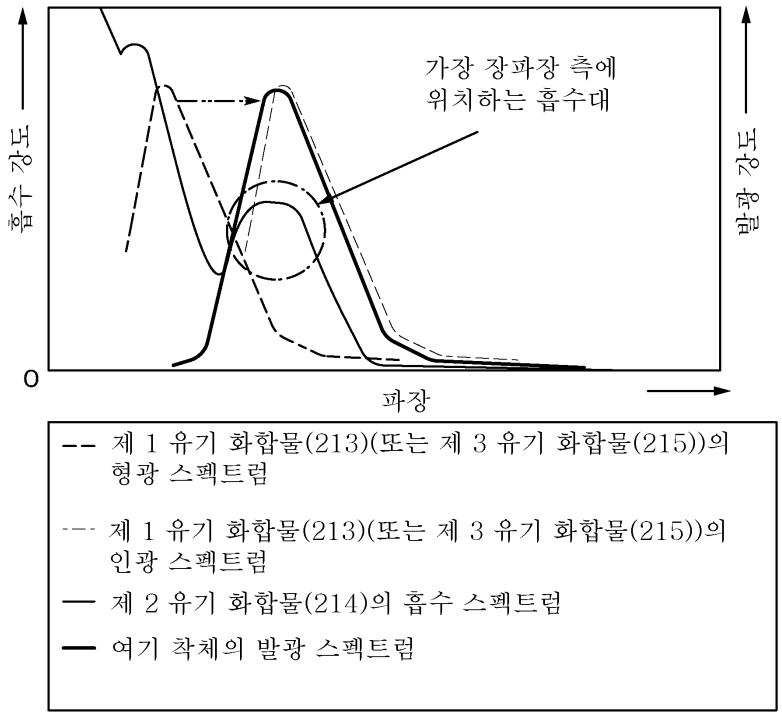

(A)
103
115
114
113
112
111
101
100
102
(B)
303
312
313
311
301
(C)
303
(n)
312
313
(n-1)
311
313
313
(2)
312
313
(1)
311
301

도면2

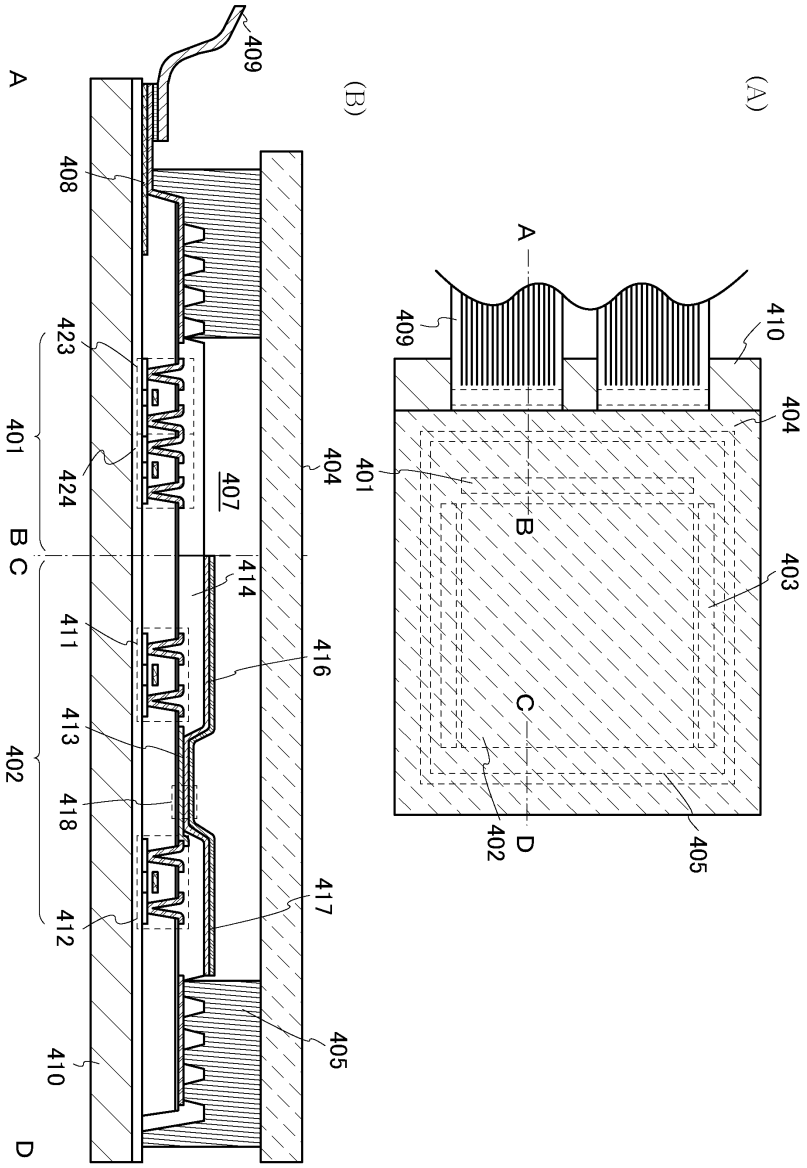
(A)


203
225
224
215
214
213
223
210
222
221
201

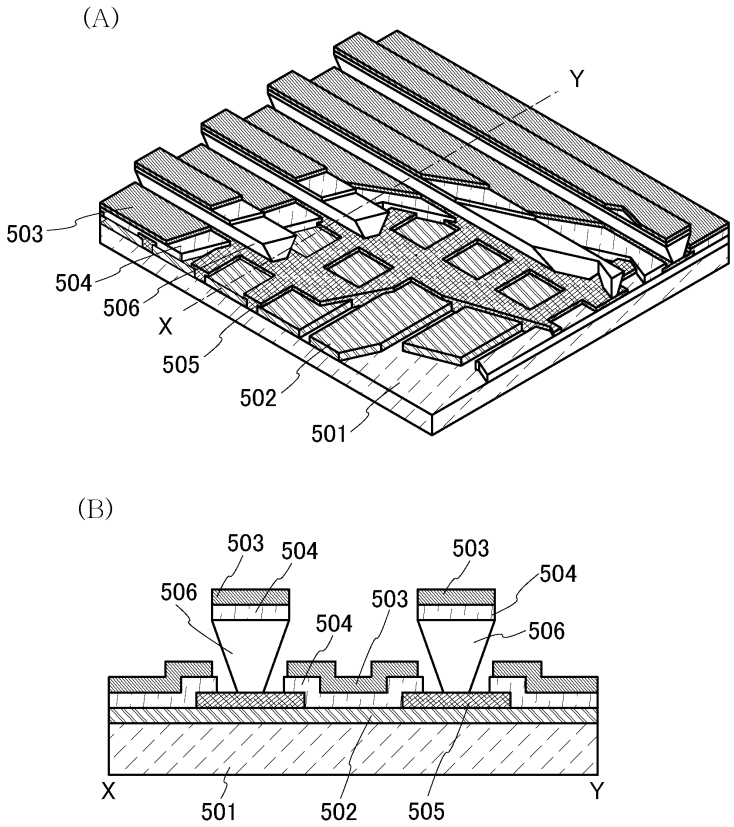
(B)


가장 장파장 측에
위치하는 흡수대
흡수 강도
발광 강도
0
파장
-- 제 1 유기 화합물(213)(또는 제 3 유기 화합물(215))의 형광 스펙트럼
--- 제 1 유기 화합물(213)(또는 제 3 유기 화합물(215))의 인광 스펙트럼
— 제 2 유기 화합물(214)의 흡수 스펙트럼
— 여기 착체의 발광 스펙트럼

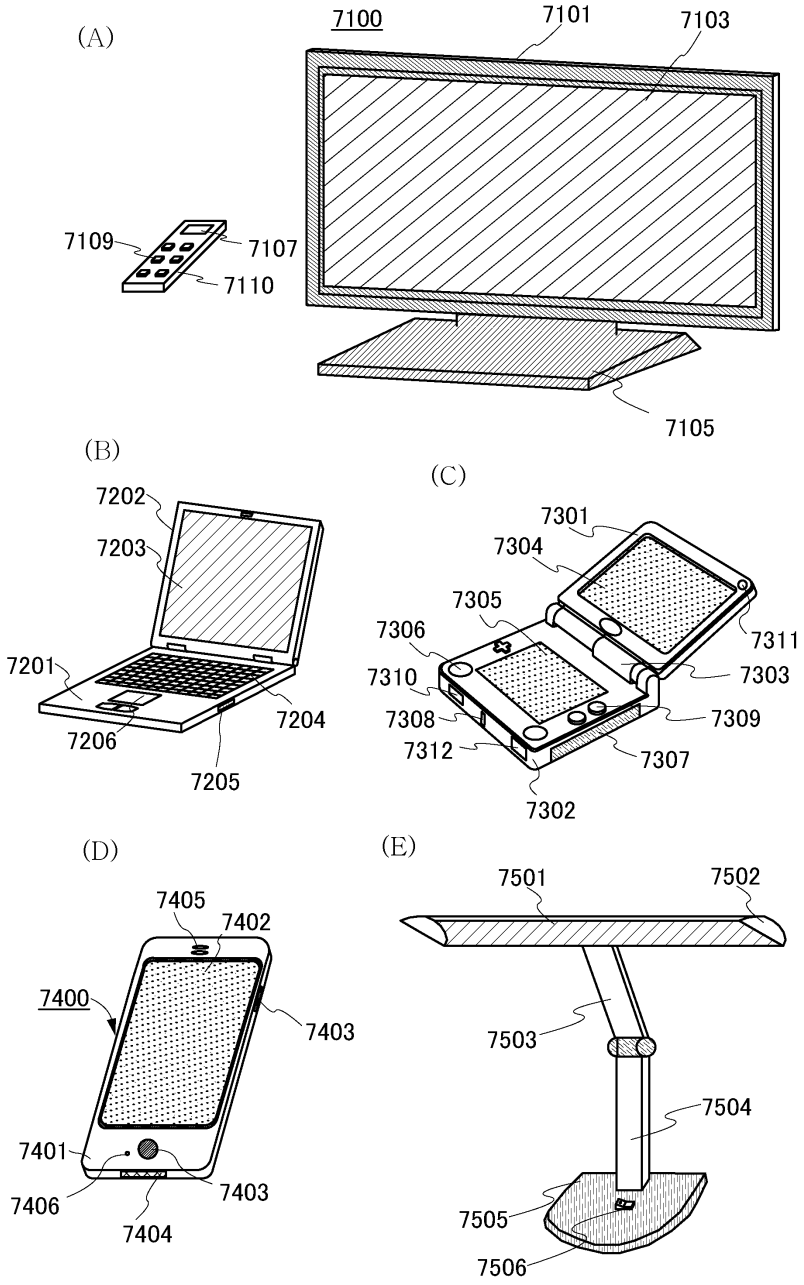
도면3


(A)
A
B
C
D
409
410
404
401
403
402
405
(B)
A
B C
D
409
408
423
401
424
407
404
414
411
416
413
418
402
412
417
405
410

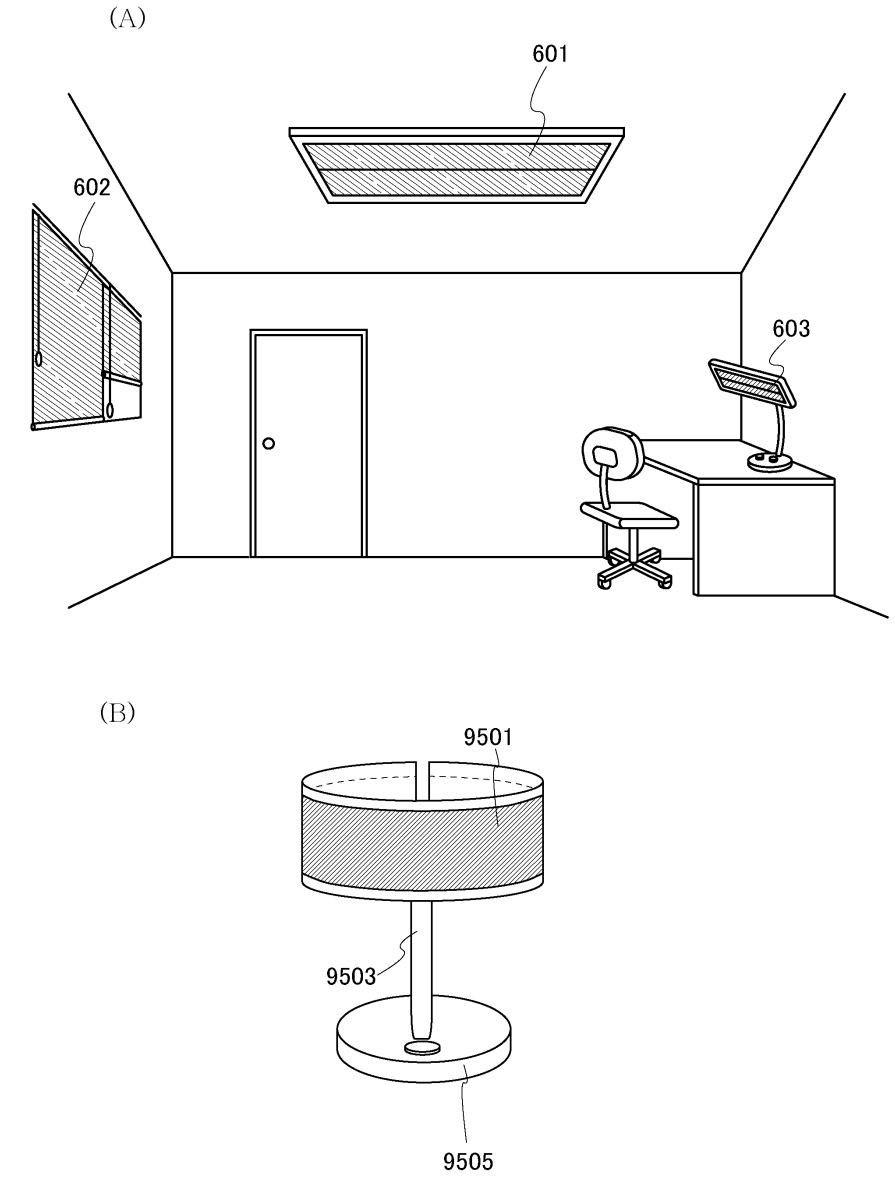
도면4


(A)
Y
503
504
506
X
505
502
501
(B)
503
504
503
504
506
503
504
506
X
501
502
505
Y

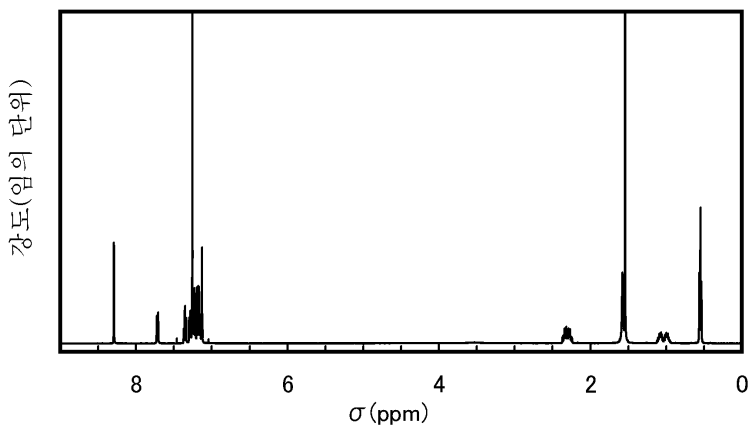
도면5


(A)
7100
7101
7103
7109
7107
7110
7105
(B)
7202
7203
7201
7204
7206
7205
(C)
7301
7304
7305
7306
7311
7310
7303
7308
7309
7312
7307
7302
(D)
7405
7402
7400
7403
7401
7403
7406
7404
(E)
7501
7502
7503
7504
7505
7506

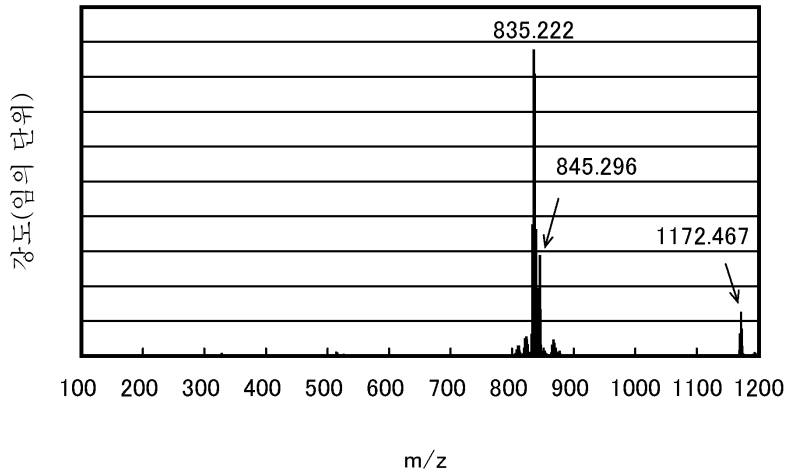
도면6



도면7

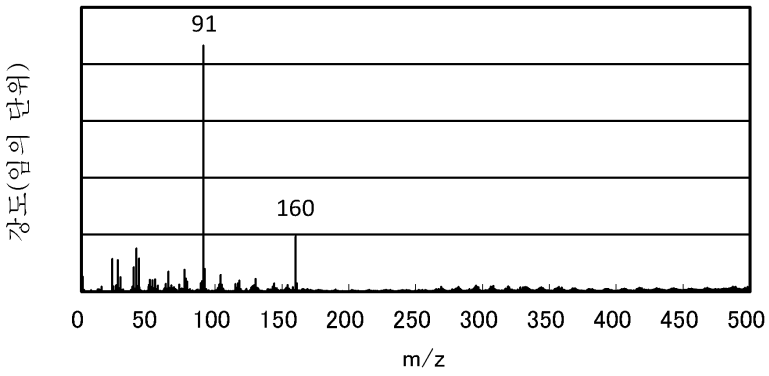


도면8

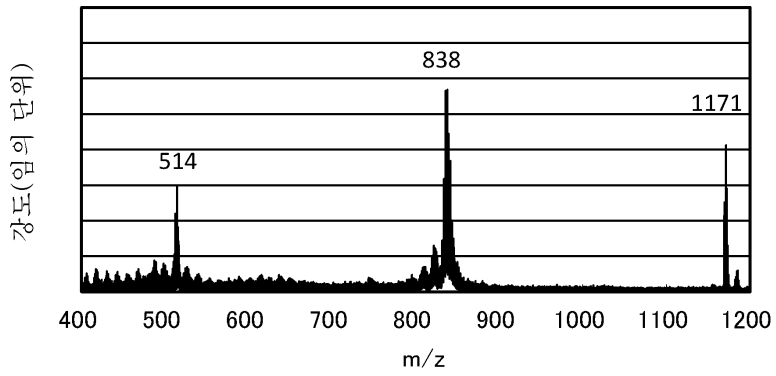

835.222
845.296
1172.467
강도(임의 단위)
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200
m/z

도면9

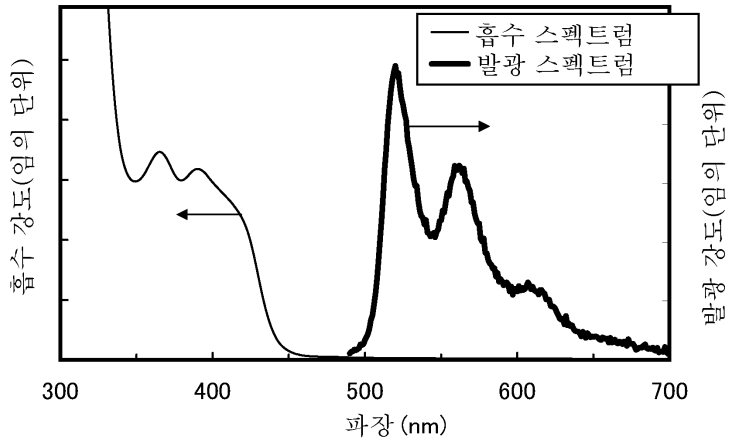
(A)


91
160
강도(임의 단위)
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
m/z

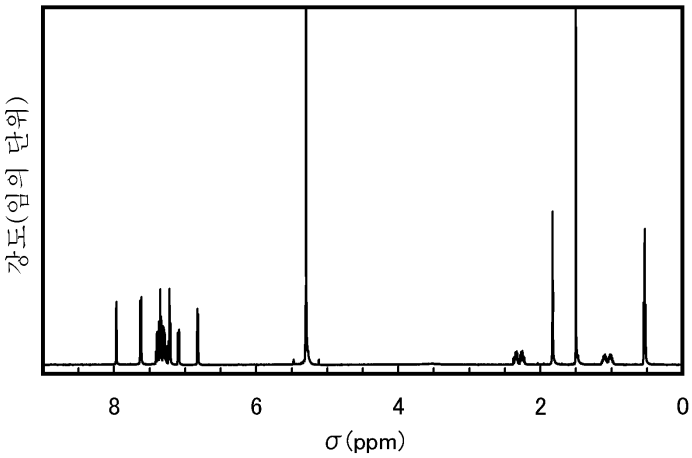
(B)


838
1171
514
강도(임의 단위)
400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200
m/z

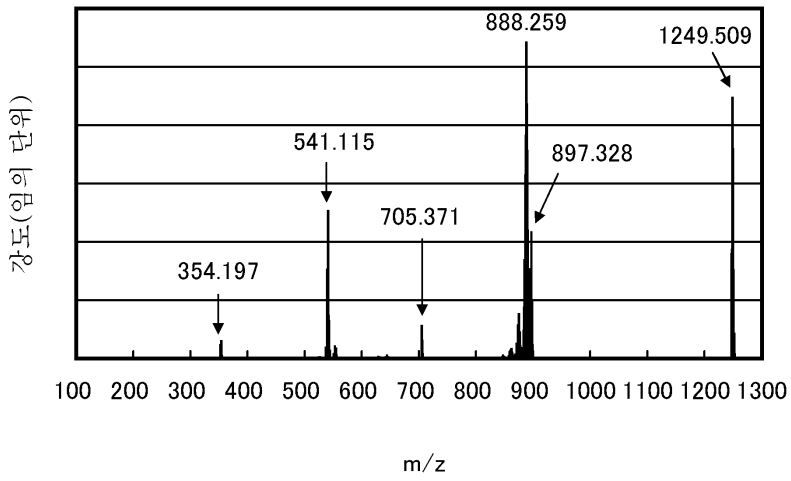
도면10



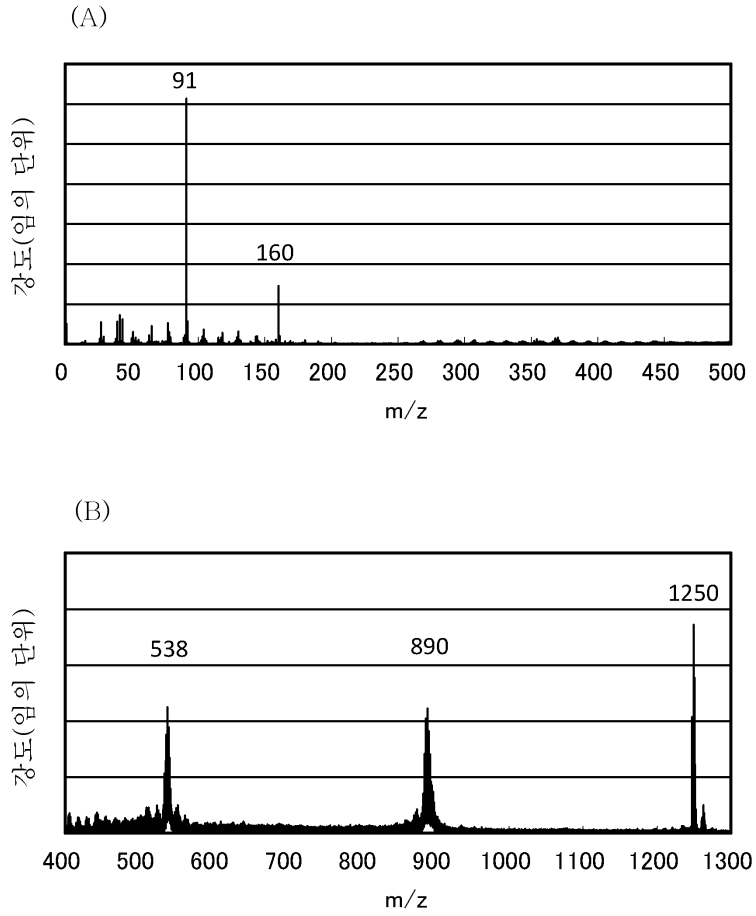
도면11



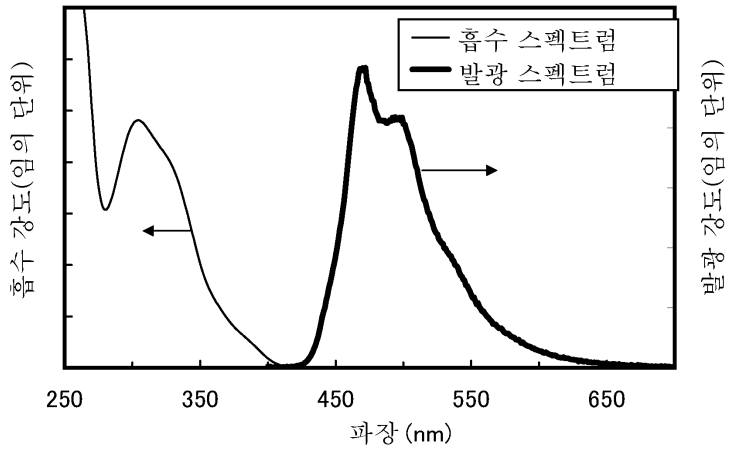
도면12



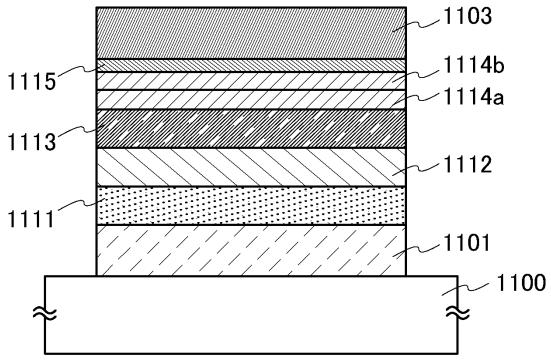
도면13


(A)
91
160
강도(임의 단위)
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
m/z
(B)
1250
538
890
강도(임의 단위)
400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300
m/z

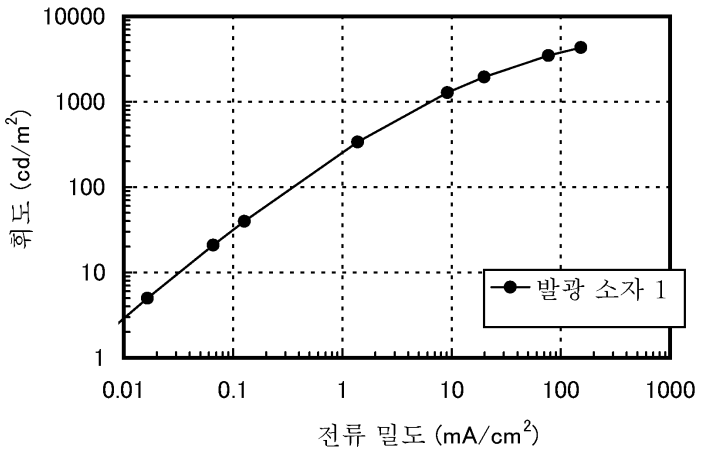
도면14


흡수 스펙트럼
발광 스펙트럼
흡수 강도(임의 단위)
발광 강도(임의 단위)
250 350 450 550 650
파장 (nm)

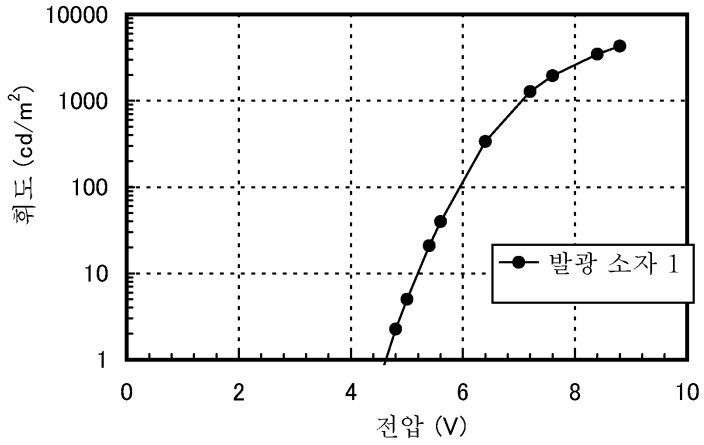
도면15



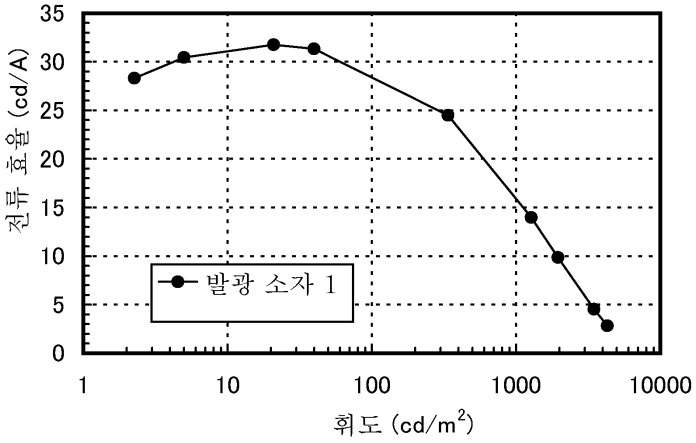
도면16



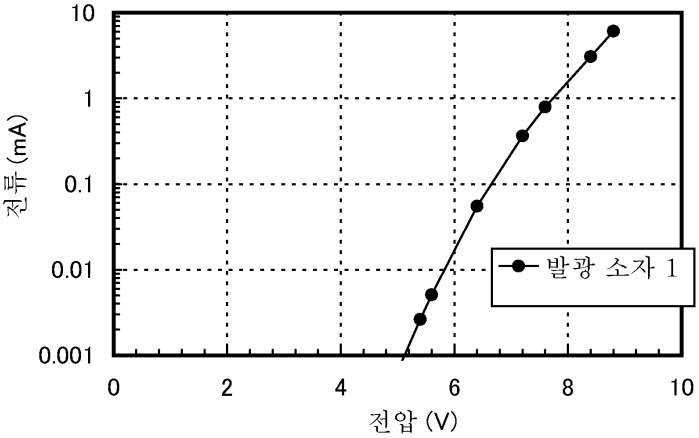
도면17



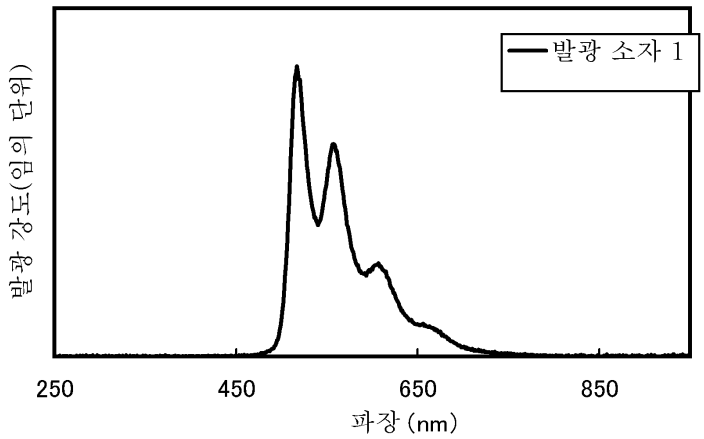
도면18



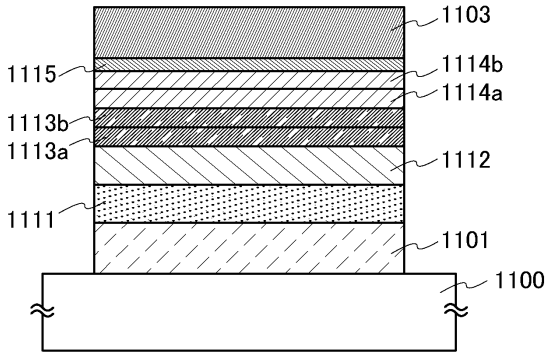
도면19



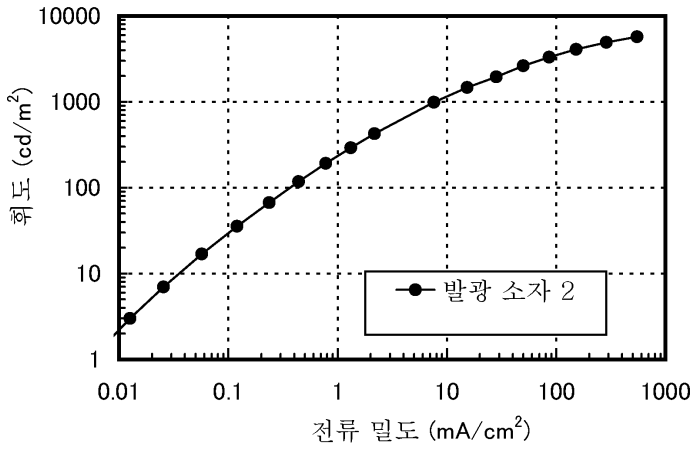
도면20



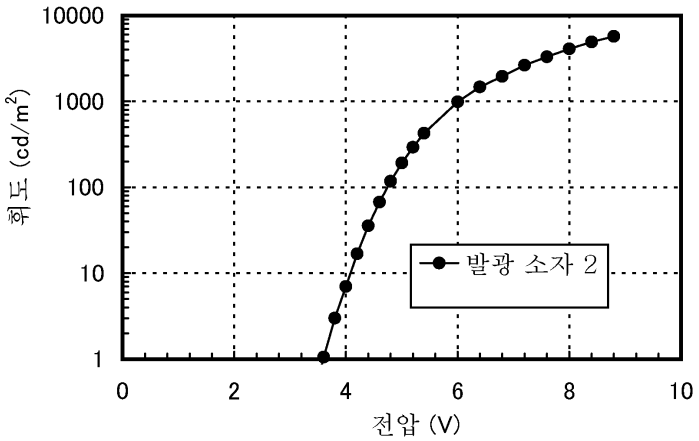
도면21



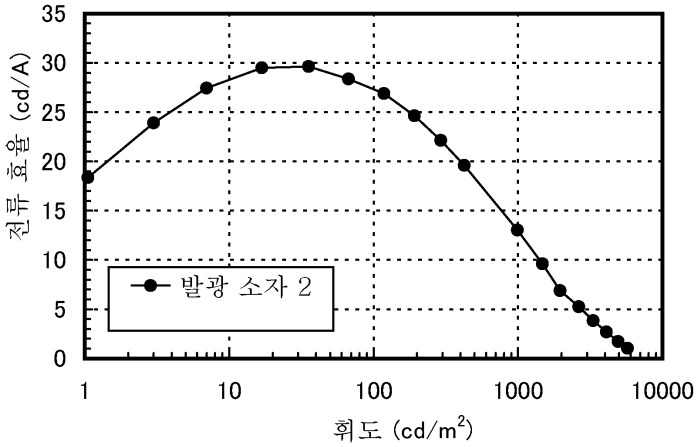
도면22



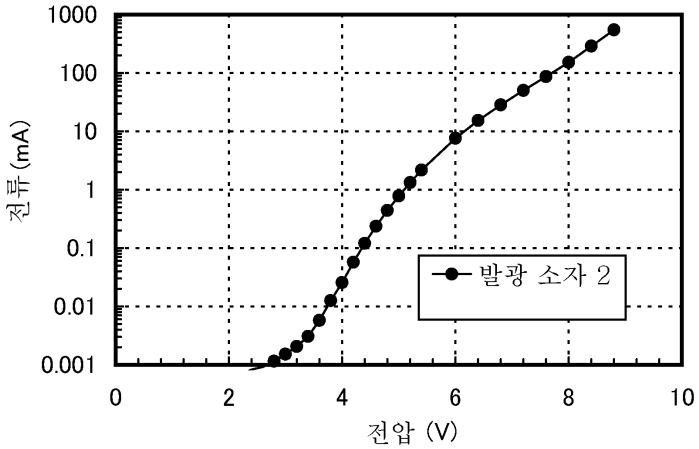
도면23



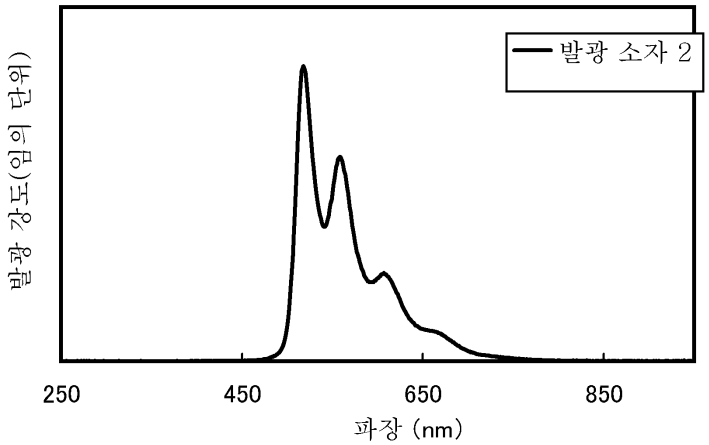
도면24



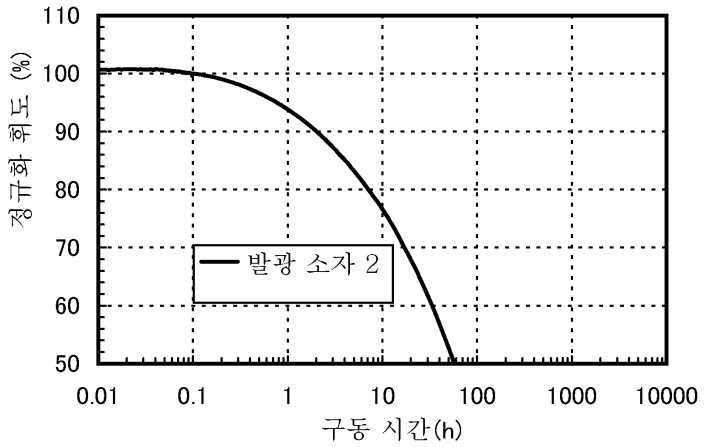
도면25



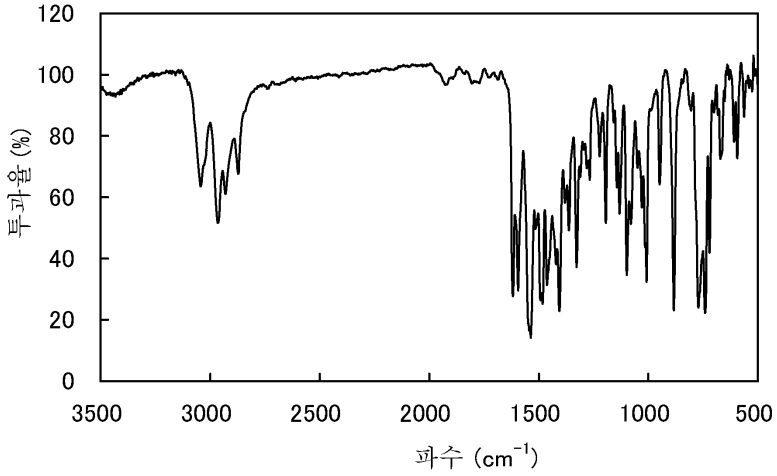
도면26



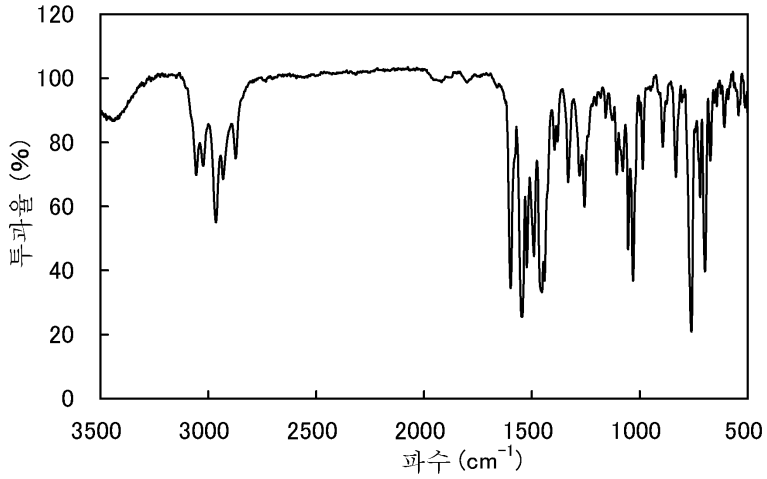
도면27



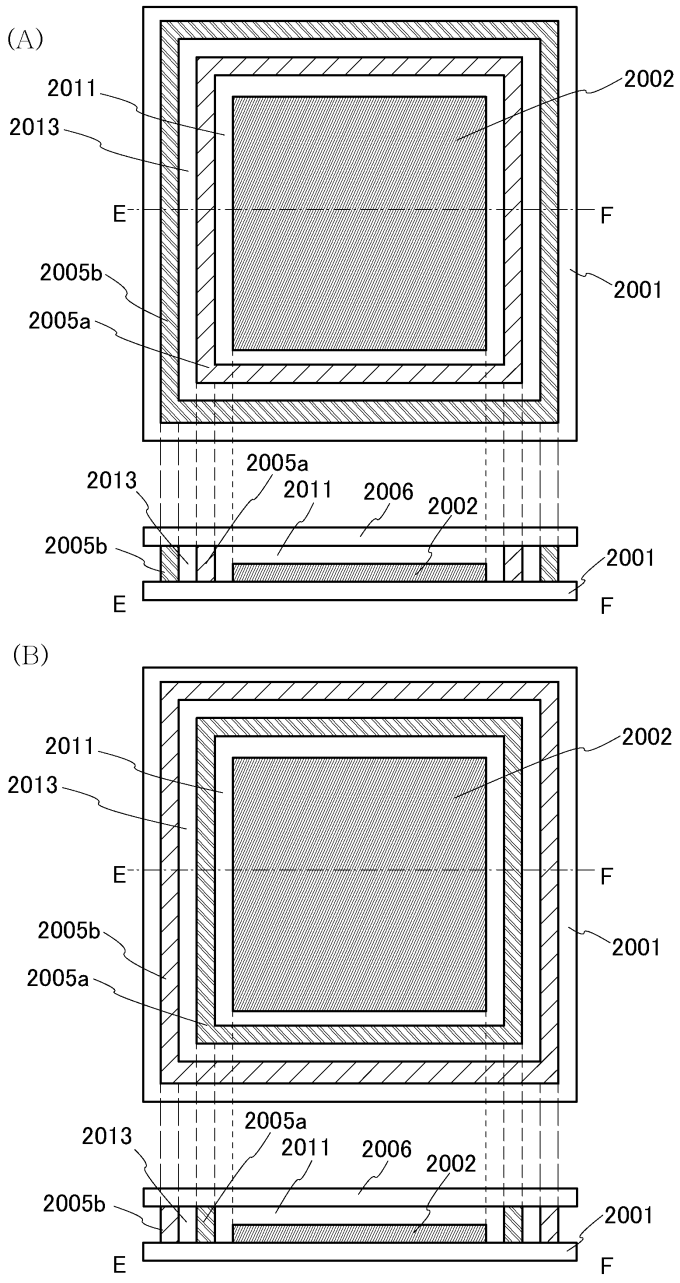
도면28



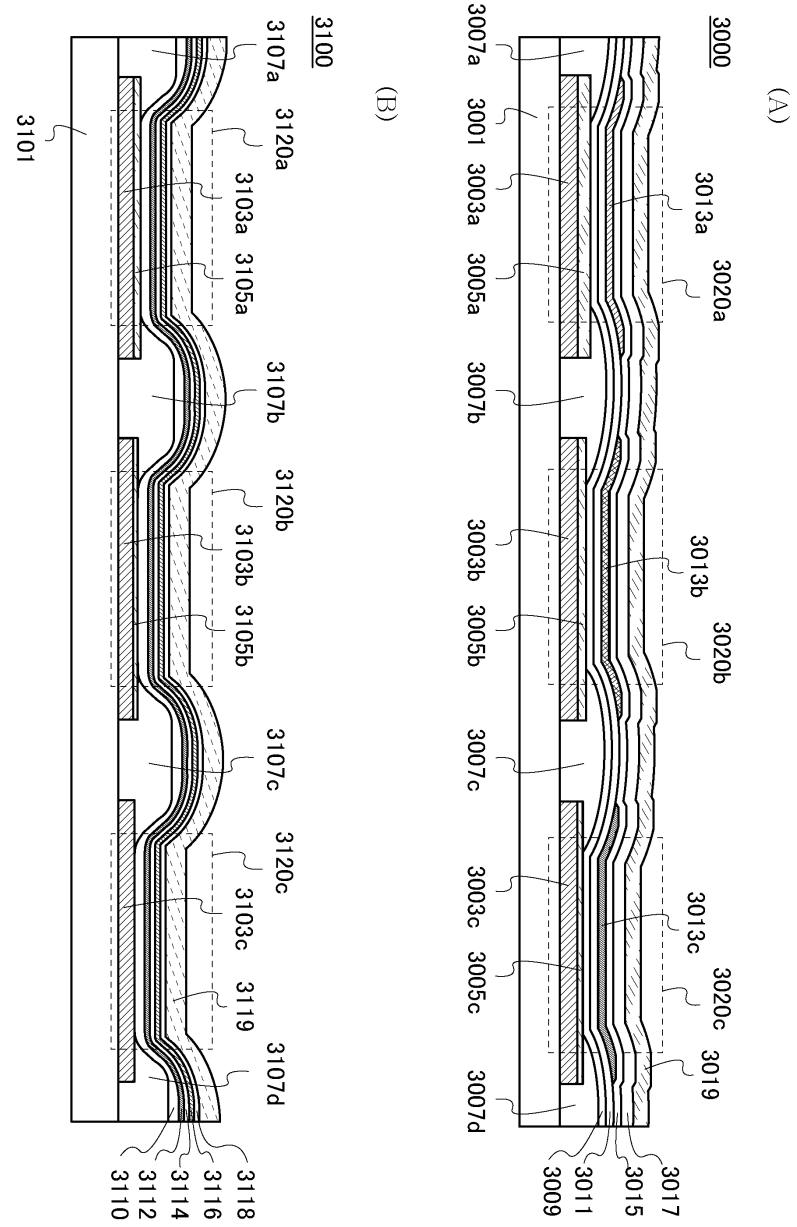
도면29



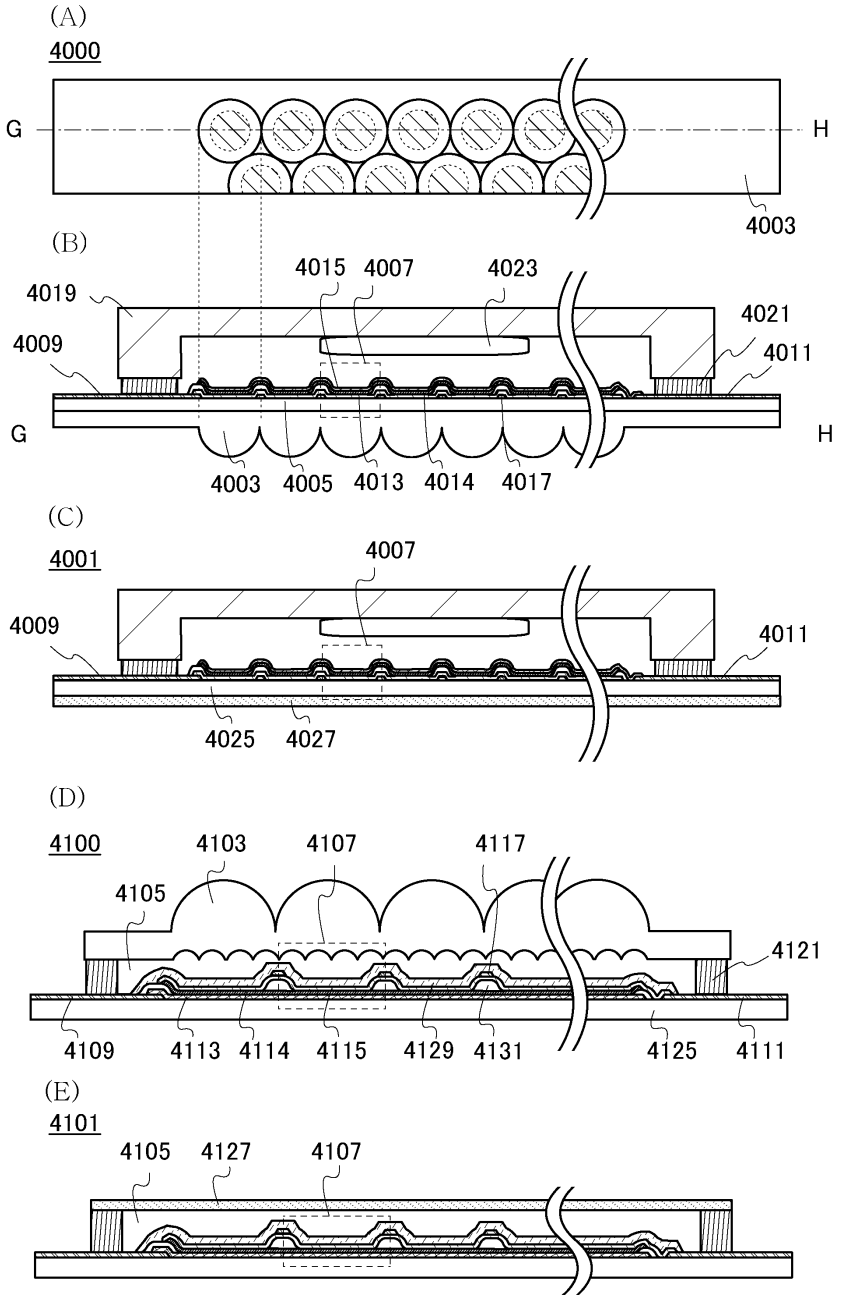
도면30


(A)
2011
2013
2002
E
F
2005b
2005a
2001
2005a
2013
2011
2006
2002
2005b
2001
E
F
(B)
2011
2013
2002
E
F
2005b
2005a
2001
2005a
2013
2011
2006
2002
2005b
2001
E
F

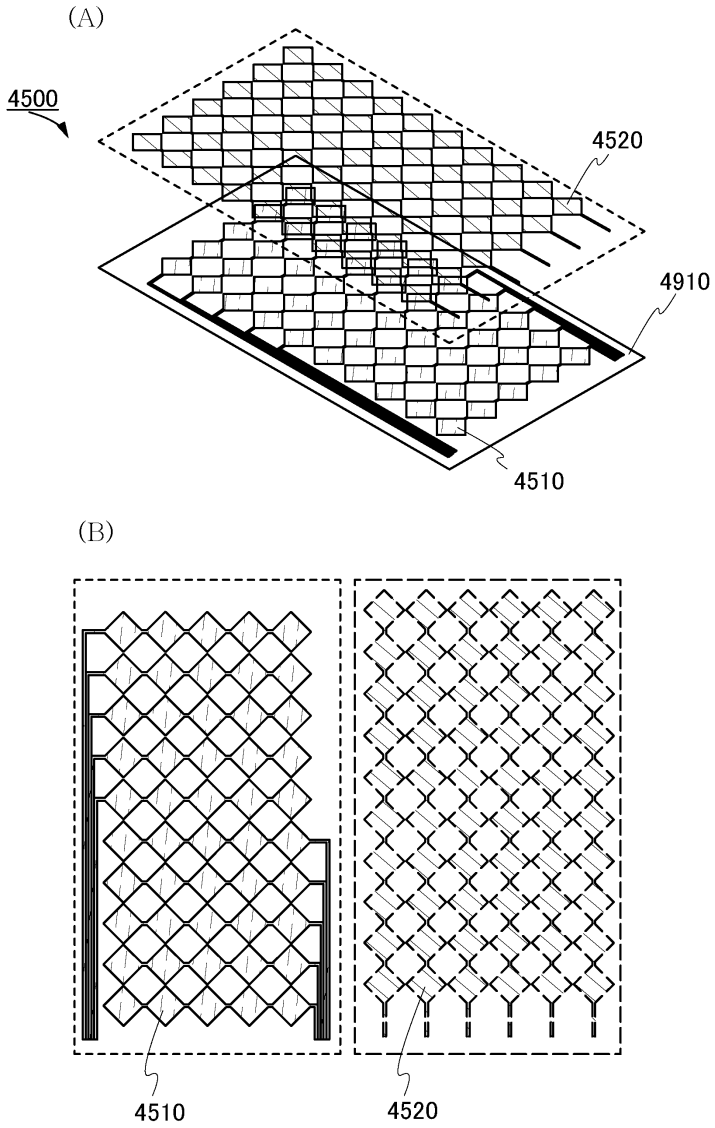
도면31


(A)
3000
3007a
3001
3003a
3005a
3007b
3003b
3005b
3007c
3003c
3005c
3007d
3013a
3020a
3013b
3020b
3013c
3020c
3019
3017
3015
3011
3009
(B)
3100
3101
3107a
3120a
3103a
3105a
3107b
3120b
3103b
3105b
3107c
3120c
3103c
3119
3107d
3118
3116
3114
3112
3110

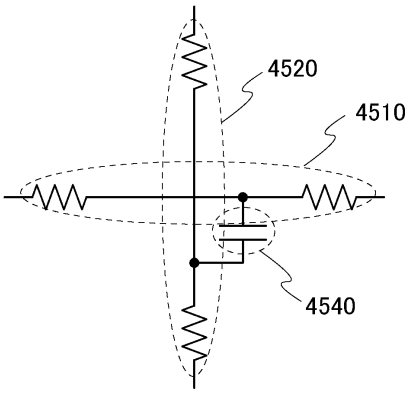
도면32


(A)
4000
G
H
4003
(B)
4015
4007
4023
4019
4021
4009
4011
G
H
4003
4005
4013
4014
4017
(C)
4001
4007
4009
4011
4025
4027
(D)
4100
4103
4107
4117
4105
4121
4109
4113
4114
4115
4129
4131
4125
4111
(E)
4101
4105
4127
4107

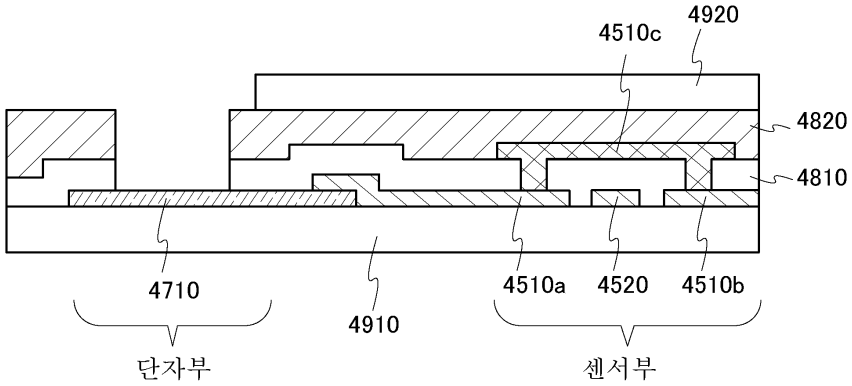
도면33



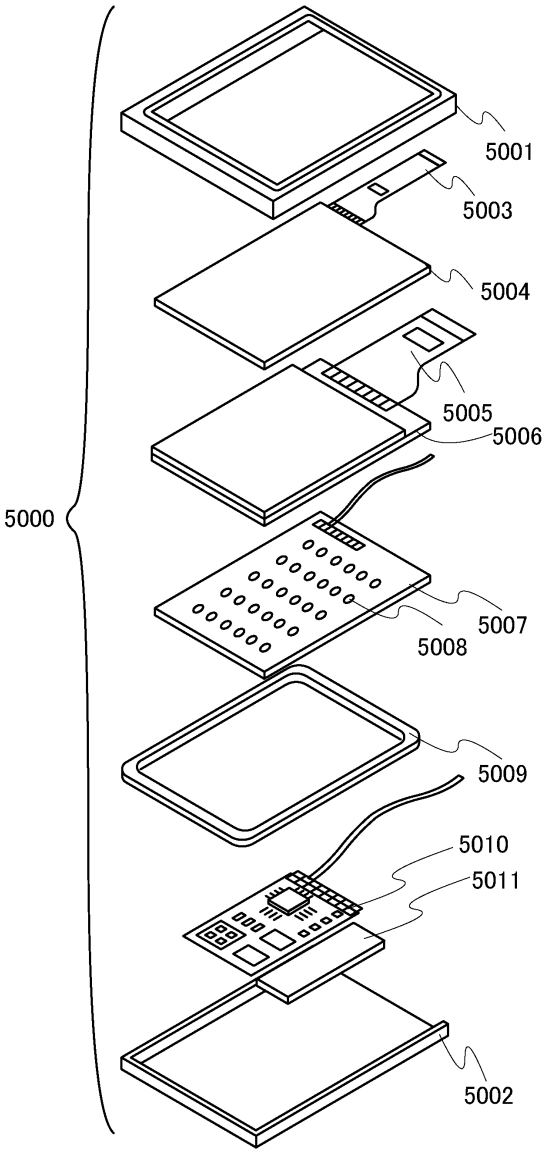
도면34



도면35


4920
4510c
4820
4810
4710
4910
4510a
4520
4510b
단자부
센서부

도면36


5000
5001
5003
5004
5005
5006
5007
5008
5009
5010
5011
5002