



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0152848
(43) 공개일자 2024년10월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07F 5/02 (2006.01) C07F 19/00 (2006.01)
C07F 5/00 (2024.01) C09K 11/06 (2006.01)
H10K 50/12 (2023.01) H10K 59/90 (2023.01)
H10K 85/30 (2023.01)
- (52) CPC특허분류
C07F 5/022 (2013.01)
C07F 19/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7027550
(22) 출원일자(국제) 2023년02월09일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년08월16일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2023/051143
(87) 국제공개번호 WO 2023/156886
국제공개일자 2023년08월24일
- (30) 우선권주장
JP-P-2022-023701 2022년02월18일 일본(JP)

- (71) 출원인
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
- (72) 발명자
츠노이, 토시아키
일본국 2430036 가나가와켄 아쓰기-시 하세 398
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
야마구치, 토모야
일본국 2430036 가나가와켄 아쓰기-시 하세 398
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 광장리앤코

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 유기 금속 착체, 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

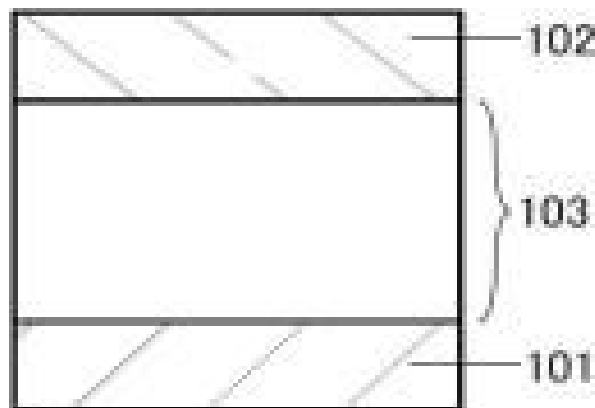
(57) 요약

발광 디바이스의 발광 효율을 향상시키는 신규 유기 금속 착체를 제공한다. 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 금속 착체를 제공한다. 식에서 X는 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 알킬기, 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 아릴기 중 어느 하나와 결합된다.

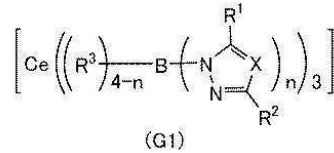
(뒷면에 계속)

대표도

(A)



또한 R^1 내지 R^3 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 알킬기, 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n 은 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 n 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이상인 경우, 각각의 X , R^1 , R^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이하인 경우, R^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.



(52) CPC특허분류

C07F 5/003 (2013.01)

C09K 11/06 (2022.01)

H10K 50/12 (2023.02)

H10K 59/90 (2023.08)

H10K 85/351 (2023.02)

C09K 2211/182 (2013.01)

(72) 발명자

요시즈미, 히데코

일본국 2430036 가나가와켄 아쓰기-시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

세오, 사토시

일본국 2430036 가나가와켄 아쓰기-시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

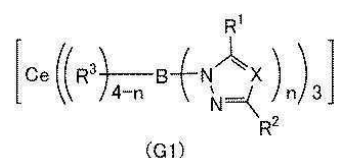
명세서

청구범위

청구항 1

일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 금속 착체.

[화학식 1]

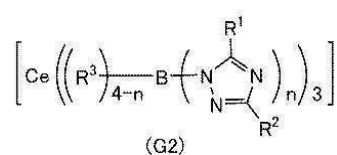


(일반식(G1)에서 X는 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^1 내지 R^3 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n 은 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 보레이트 배위자의 n 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이상인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 X는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이하인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 R^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.)

청구항 2

일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 금속 착체.

[화학식 2]

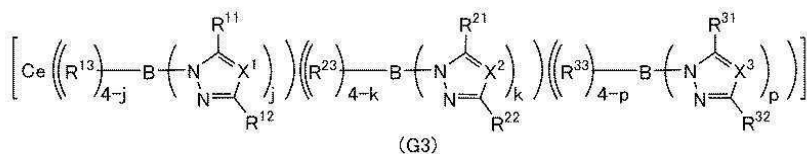


(일반식(G2)에서 R^1 내지 R^3 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n 은 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 보레이트 배위자의 n 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이상인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 X는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이하인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 R^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.)

청구항 3

일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 금속 착체.

[화학식 3]

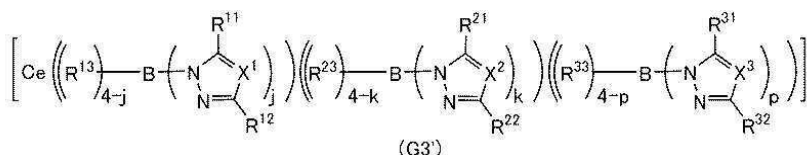


(일반식(G3)에서 X^1 내지 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j , k , 및 p 는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j 가 2 이상인 경우, 각각의 X^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.)

청구항 4

일반식(G3')으로 나타내어지는 유기 금속 착체.

[화학식 4]



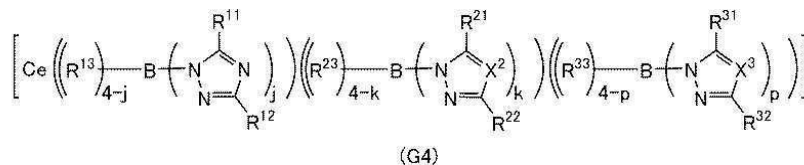
(일반식(G3')에서 X^1 내지 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j 는 1 이상 3 이하의 정수를 나타낸다. 또한 k 및 p 는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j 가 2 이상인 경우, 각각의 X^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.)

고 상이하여도 좋다.)

청구항 5

일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 금속 착체.

[화학식 5]

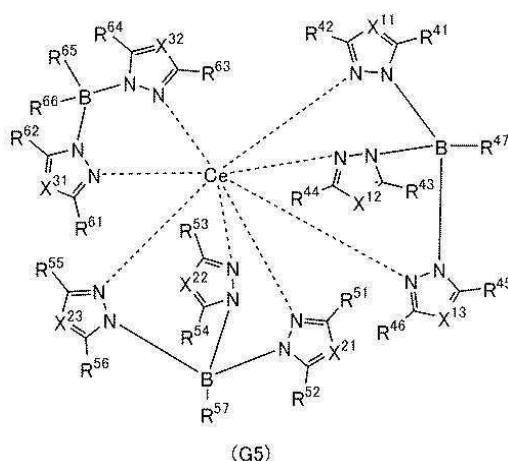


(일반식(G4)에서 X^2 및 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j , k , 및 p 는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j 가 2 이상인 경우, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.)

청구항 6

일반식(G5)으로 나타내어지는 유기 금속 착체.

[화학식 6]



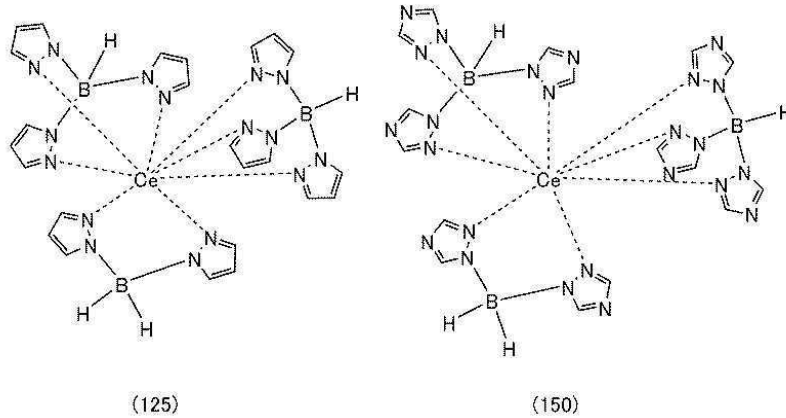
(일반식(G5)에서 X^{11} 내지 X^{13} , X^{21} 내지 X^{23} , X^{31} 및 X^{32} 는 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{41} 내지 R^{47} , R^{51} 내지 R^{57} , 및 R^{61} 내지 R^{66} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는

는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.)

청구항 7

구조식(125) 및 구조식(150)으로 나타내어지는 유기 금속 착체.

[화학식 7]



청구항 8

발광 디바이스로서,

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 유기 금속 착체를 사용한, 발광 디바이스.

청구항 9

발광 장치로서,

제 8 항에 기재된 발광 디바이스와, 트랜지스터 또는 기판을 포함하는, 발광 장치.

청구항 10

전자 기기로서,

제 9 항에 기재된 발광 장치와, 검지부, 입력부, 또는 통신부를 포함하는, 전자 기기.

청구항 11

조명 장치로서,

제 9 항에 기재된 발광 장치와 하우징을 가지는, 조명 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명의 일 형태는 유기 금속 착체, 유기 화합물, 유기 반도체 소자, 발광 디바이스, 발광 소자, 유기 EL 소자, 포토다이오드 센서, 수광 디바이스, 수광 소자, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기, 조명 장치, 및 전자 디바이스에 관한 것이다. 또한 본 발명의 일 형태는 상기 기술분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 개시(開示)하는 발명의 일 형태가 속하는 기술분야는 물건, 방법, 또는 제조 방법에 관한 것이다. 또는 본 발명의 일 형태는 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 그러므로 본 명세서에서 개시하는 본 발명의 일 형태가 속하는 기술분야의 더 구체적인 예로서는 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 발광 장치, 조명 장치, 축전 장치, 기억 장치, 환상 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 들 수 있다.

배경 기술

- [0002] 유기 화합물을 사용한 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 디바이스(발광 소자 또는 유기 EL 소자라고도 함)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 디바이스의 기본적인 구성은 발광 재료를 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 한 쌍의 전극 사이에 끼운 것이다. 이 디바이스에 전압을 인가하여 캐리어를 주입하고, 상기 캐리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.
- [0003] 유기 EL 소자는 자발광형이기 때문에, 상기 소자를 화소로서 사용한 표시 장치는 액정 표시 장치보다 시인성이 높고, 백라이트가 불필요하다. 또한 이러한 유기 EL 소자를 사용한 표시 장치는 얇고 가볍게 제작할 수 있다는 것도 큰 장점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 특징 중 하나이다.
- [0004] 또한 이들 유기 EL 소자는 발광층을 평면 형상으로 연속적으로 형성할 수 있기 때문에 면발광을 얻을 수 있다. 이것은 백열전구, LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.
- [0005] 이와 같이 유기 EL 소자를 사용한 표시 장치, 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하지만, 특성이 더 양호한 유기 EL 소자를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.
- [0006] 예를 들어 비특허문헌 1에서는 새로운 발광 도펀트로서 란타노이드 착체를 사용한 유기 EL 소자에 대해서 보고되어 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0007] (비특허문헌 0001) Liding Wang, 외 6명, "Review on the Electroluminescence Study of Lanthanide Complexes", Advanced Optical Materials, 2019년, 7, 1801256

발명의 내용

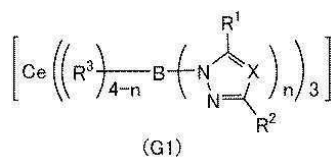
해결하려는 과제

- [0008] 비특허문헌 1에 기재된 바와 같이, 이들 유기 착체를 유기 EL 소자의 발광 물질(도펀트라고도 함)에 적용하는 것이 검토된 사례는 매우 적고, 충분한 검토는 아직 수행되지 않았다. 그러므로 이들 유기 착체는 색도 또는 색 순도 등의 표시 품질에 관한 성능에서 개선의 여지가 커, 개발을 기다리고 있는 상황이다.
- [0009] 그러므로 본 발명의 일 형태에서는 신규 유기 금속 착체를 제공한다. 또한 본 발명의 일 형태에서는 발광 디바이스에 사용할 수 있는 신규 유기 금속 착체를 제공한다. 또한 본 발명의 일 형태에서는 발광 디바이스의 EL층에 사용할 수 있는 신규 유기 금속 착체를 제공한다. 또한 본 발명의 일 형태에서는 발광 디바이스의 발광 효율을 향상시키는 것을 과제로 한다. 또한 본 발명의 일 형태에서는 발광 디바이스의 신뢰성을 높이는 것을 과제로 한다. 또한 본 발명의 일 형태에서는 신규 발광 디바이스를 제공한다.
- [0010] 또는 본 발명의 일 형태에서는 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 소비 전력이 낮은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 반드시 해결할 필요는 없다. 또한 이들 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 과제를 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 형태는 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0013] [화학식 1]

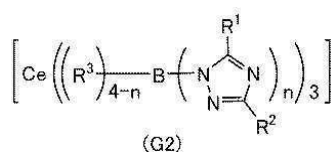


[0014]

[0015] 일반식(G1)에서 X는 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R¹ 내지 R³은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n은 1 이상 4 이하의 정수(整数)를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 보레이트 배위자의 n은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이상인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 X는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R¹은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R²는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이하인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 R³은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0016] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0017] [화학식 2]

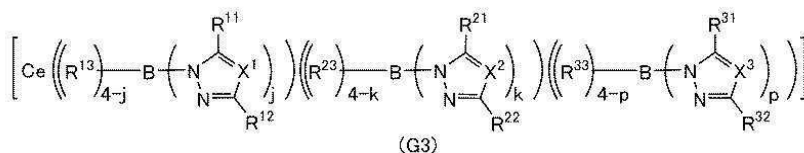


[0018]

[0019] 일반식(G2)에서 R¹ 내지 R³은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n은 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 보레이트 배위자의 n은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이상인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 X는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R¹은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R²는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이하인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 R³은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0020] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0021] [화학식 3]



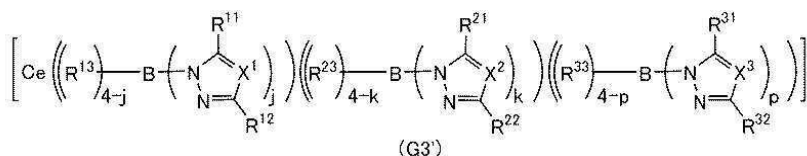
[0022]

[0023] 일반식(G3)에서 X¹ 내지 X³은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R¹¹ 내지 R¹³, R²¹ 내지 R²³, 및 R³¹ 내지 R³³은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j, k, 및 p는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다.

다. 또한 j 가 2 이상인 경우, 각각의 X^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0024] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G3')으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0025] [화학식 4]

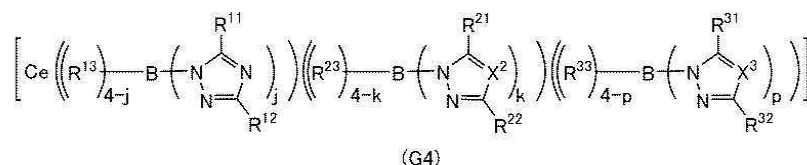


[0026]

[0027] 일반식(G3')에서 X^1 내지 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j 는 1 이상 3 이하의 정수를 나타낸다. 또한 k 및 p 는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j 가 2 이상인 경우, 각각의 X^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0028] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0029] [화학식 5]



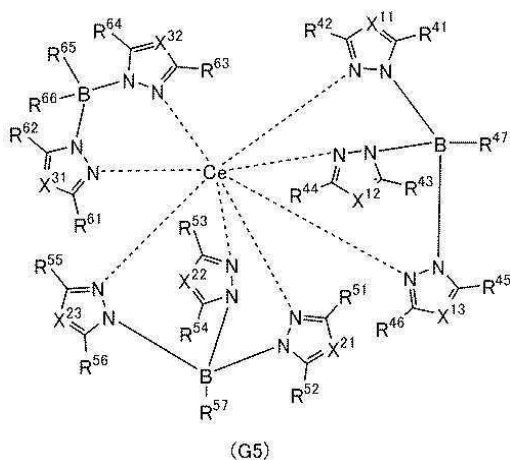
[0030]

[0031] 일반식(G4)에서 X^2 및 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30

의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j, k, 및 p는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j가 2 이상인 경우, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0032] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G5)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0033] [화학식 6]

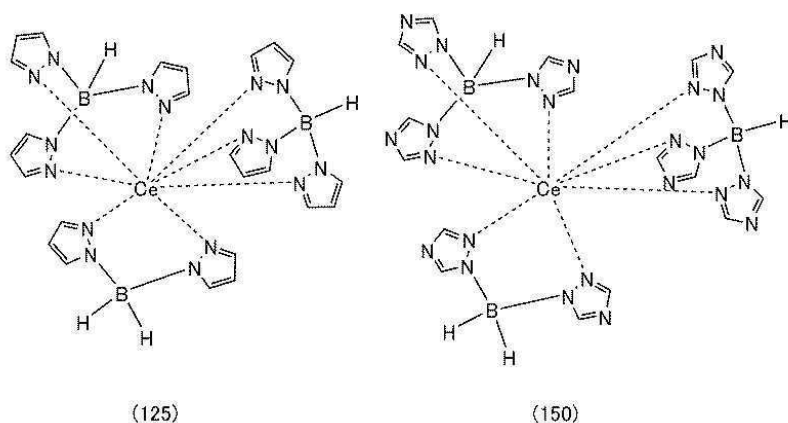


[0034]

[0035] 일반식(G5)에서 X^{11} 내지 X^{13} , X^{21} 내지 X^{23} , X^{31} 및 X^{32} 는 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{41} 내지 R^{47} , R^{51} 내지 R^{57} , 및 R^{61} 내지 R^{66} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0036] 또한 본 발명의 일 형태는 구조식(125) 및 구조식(150)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0037] [화학식 7]



[0038]

[0039] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 각 구성의 유기 화합물을 사용한 발광 디바이스이다.

- [0040] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 구성의 발광 디바이스와, 트랜지스터 또는 기판을 포함하는 발광 장치이다.
- [0041] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 구성의 발광 장치와, 검지부, 입력부, 또는 통신부를 포함하는 전자 기기이다.
- [0042] 또는 본 발명의 일 형태는 상기 구성의 발광 장치와 하우징을 가지는 조명 장치이다.
- [0043] 또한 본 명세서에서 발광 장치는, 발광 디바이스를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한 기판 위의 발광 디바이스에 커넥터, 예를 들어 이방 도전성 필름 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TCP 끝에 인쇄 배선 기판이 제공된 모듈, 또는 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 발광 디바이스에 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 발광 장치에 포함되는 경우가 있다. 또한 조명 기구 등은 발광 장치를 가지는 경우가 있다.

발명의 효과

- [0044] 본 발명의 일 형태에 의하여 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스에 사용할 수 있는 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스의 EL층에 사용할 수 있는 신규 유기 금속 착체를 제공할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태에서는 발광 디바이스의 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태에서는 발광 디바이스의 신뢰성을 높일 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태에 의하여 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다.
- [0045] 또는 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에 의하여 소비 전력이 작은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공할 수 있다.
- [0046] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 효과 모두를 반드시 가질 필요는 없다. 또한 이들 외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 효과를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0047] 도 1의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.
- 도 2의 (A) 내지 (D)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 3의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 4의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 5의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 6의 (A) 내지 (D)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 7의 (A) 내지 (D)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 8의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 9의 (A) 내지 (F)는 실시형태에 따른 장치 및 화소 배치를 설명하는 도면이다.
- 도 10의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 화소 회로를 설명하는 도면이다.
- 도 11은 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 12의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 13의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 14의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 15의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 조명 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 16은 실시형태에 따른 조명 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 17의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 디바이스 및 수광 디바이스를 설명하는 도면이다.
- 도 18의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 디바이스 및 수광 디바이스를 설명하는 도면이다.

도 19는 $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 의 다이클로로메테인 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼이다.

도 20은 $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$ 의 다이클로로메테인 용액의 발광 스펙트럼이다.

도 21은 $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$ 의 분말의 발광 스펙트럼이다.

도 22는 발광 디바이스 1의 구성을 설명하는 도면이다.

도 23은 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 도면이다.

도 24는 발광 디바이스 1의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

도 25는 발광 디바이스 1의 휘도-전압 특성을 나타낸 도면이다.

도 26은 발광 디바이스 1의 전류-전압 특성을 나타낸 도면이다.

도 27은 발광 디바이스 1의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

도 28은 발광 디바이스 1의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0048] 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 사용하여 이하에서 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 통상의 기술자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 이하에 기재하는 실시형태의 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0049] (실시형태 1)
- [0050] 유기 EL 소자를 표시 소자로서 사용한 디스플레이(유기 EL 디스플레이)가 실용화된지 오래되었다. 상기 디스플레이에서 풀 컬러 표시를 실현하기 위하여, 일반적으로 적색, 녹색, 청색 중 적어도 3색의 광을 나타내는 화소가 제공되어 있다.
- [0051] 상기 화소에는 발광색마다 발광 디바이스가 제공되고, Side by Side 방식, 소위 구분 도포 방식의 디스플레이에서는 각 발광 디바이스는 대응하는 화소의 발광색에 따라 상이한 발광 물질을 가진다.
- [0052] 이러한 발광 디바이스에 사용되는 발광 물질로서는 단일항 여기 상태에서부터 광을 방출하는 형광 발광 물질, 열 활성화 지연 형광(TADF: Thermally Activated Delayed Fluorescence)을 방출하는 물질, 삼중항 여기 상태에서부터 광을 방출하는 인광 발광 물질 등이 주로 사용되고, 연구가 활발하게 진행되고 있다.
- [0053] 여기서 전류 여기의 유기 EL 소자에서는 단일항 여기 상태와 삼중항 여기 상태의 생성 확률의 비율이 1:3이기 때문에, 발광을 위하여 단일항 여기 상태밖에 사용할 수 없는 형광 발광 물질의 내부 양자 효율의 이론 한계는 25%인 것이 알려져 있다. 한편으로 인광 발광 물질은 항간 교차에 의하여 단일항 여기 상태를 삼중항 여기 상태로 변환할 수 있으므로, 이론상 100%의 내부 양자 효율을 실현할 수 있고, 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 그러므로 현재 실용화되고 있는 유기 EL 디스플레이에서의 적색과 녹색의 발광 디바이스에는 인광 발광 물질이 사용되는 경우가 많다.
- [0054] 그러나 적색 및 녹색의 발광 디바이스에 인광 발광 물질을 사용하는 디스플레이에서도 청색 발광 디바이스에는 인광 발광 물질이 아니고, 효율이 떨어지는 형광 발광 물질을 사용하는 경우가 대부분이다. 청색 발광 디바이스에 형광 발광 물질이 사용되는 이유는 주로 효율이 아닌 신뢰성에 있다. 인광 발광 물질을 도펀트로서 사용한 발광 디바이스는 일반적으로 수명이 짧고, 양호한 신뢰성을 얻기가 어렵다. 그러므로 현재 시판되는 유기 EL 디스플레이에 사용되는 청색 발광 디바이스의 대부분은 형광 디바이스이다. 수명의 문제가 해결되면, 발광 효율이 우수한 청색 인광 물질을 청색 발광 디바이스에 적용함으로써 유기 EL 디스플레이의 성능을 크게 향상시킬 수 있지만, 청색 인광 디바이스의 수명이 짧은 이유로는 2개의 본질적인 요인이 있다.
- [0055] 첫 번째 요인으로서 통상의 물질에서 삼중항 상태의 에너지가 단일항 상태의 에너지보다 낮은 것을 들 수 있다. 청색의 발광은 에너지가 높기 때문에, 삼중항 여기 상태에서부터의 발광을 얻고자 하면 다른 2색보다 높은 삼중항 여기 준위를 가지는 물질이 필요하다. 물론 이와 같은 물질의 단일항 여기 준위는 더 높은 위치에 존재하고, 이러한 준위를 가지는 물질은 불안정해지기 쉽다. 또한 호스트 재료를 사용하는 경우, 상기 호스트 재료는 더 높은 에너지 레벨에 위치하는 삼중항 여기 준위, 단일항 여기 준위를 가지는 물질인 필요가 있다.

- [0056] 두 번째 요인으로서 인광 물질의 발광 수명(인광 수명이라고도 함)의 길이를 들 수 있다. 삼중항 여기 상태로로부터 단일항 기저 상태로의 전이는 스핀 금지이고, 단일항 여기 상태에서로부터 단일항 기저 상태로의 전이는 스핀 허용이기 때문에, 인광은 형광보다 매우 긴 발광 수명을 가진다(인광 수명: $\sim \mu s$, 형광 수명: $\sim ns$). 인광 수명이 길다는 것은 삼중항 여기자의 수명이 길다는 것을 의미한다. 그러므로 인광 발광 디바이스에서는 발광 물질이 에너지가 높은 여기 상태로 오래 있게 되어, 발광 물질 자체의 열화 또는 주변 물질의 열화가 촉진된다.
- [0057] 청색 인광 발광 디바이스에서는 항 여기 상태의 에너지가 다른 2색보다 높기 때문에, 적색 및 녹색의 인광 발광 디바이스보다 여기자 수명의 영향이 더 크고, 실용에 견딜 수 있는 신뢰성을 얻는 것이 아직 어려운 상황이다.
- [0058] 또한 앞에서 설명한 TADF 재료는 단일항 여기 상태에서로부터 발광하기 위한 형광 물질의 일종이지만, 역항간 교차를 가능하게 한다. 이로써 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 변환할 수 있게 되어, 인광 재료와 마찬가지로 이론적으로는 100%의 내부 양자 효율을 실현한다. 그러므로 TADF 재료를 도펀트로 한 발광 디바이스 및 TADF 재료를 호스트로 하고 형광 발광 재료를 도펀트로 한 발광 디바이스가 제안되어 있고, 둘 다 내부 양자 효율이 25%를 넘는 결과도 나왔다. 그러나 TADF 재료에서는 인광 발광 재료와 마찬가지로 삼중항 여기 준위의 문제가 있고, 역항간 교차의 금지로 인해 여기자 수명도 길기 때문에, 청색 인광 디바이스와 마찬가지로 신뢰성의 확보가 현재는 어렵다.
- [0059] 여기서 f 궤도와 d 궤도 사이의 전이인 f-d 전이를 통하여 발광하는 $Ce^{3+}(4^{f1})$ 및 $Eu^{2+}(4^{f7})$ 의 유기 착체가 알려져 있다. 이들 유기 착체의 기저 상태 및 여기 상태는 모두 이중항 상태이고, 이중항 여기 상태에서로부터 발광한다. 상술한 바와 같이, 전류 여기의 경우, 단일항 기저 상태에서부터는 단일항 여기 준위와 삼중항 여기 준위가 1:3의 비율로 생성하지만, 상기 유기 착체는 기저 상태와 여기 상태가 모두 이중항 상태이므로, 스핀 선택 법칙에 의한 제약을 받지 않고 이중항 여기 상태가 이론상 100% 생성되고, 100%의 내부 양자 효율이 가능하다.
- [0060] 또한 상이한 궤도 사이에서의 전이는 패리티 금지인 경우도 있지만, f-d 전이는 패리티 허용 전이이므로 전이 속도가 빠르고, 상술한 유기 착체의 여기자 수명은 짧다. 또한 특히 $Ce^{3+}(4^{f1})$ 의 f-d 전이는 완전히 스핀 허용이기 때문에, 전이 속도는 형광 발광 재료와 동등한 정도이고 매우 빠르다.
- [0061] 이와 같이, f-d 전이에 따른 이중항 여기 상태에서로부터 발광하는 $Ce^{3+}(4^{f1})$ 및 $Eu^{2+}(4^{f7})$ 의 유기 착체는 100%의 내부 양자 효율이 가능하고, 또한 여기자 수명이 짧기 때문에 발광 디바이스에서 고효율 및 고신뢰성의 확보가 기대되는 발광 물질인 것을 알 수 있다.
- [0062] Ce^{3+} 및 Eu^{2+} 의 유기 착체를 발광 물질로서 사용함으로써, 청색 발광 디바이스의 발광 효율을 향상시키고, 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0063] 여기서 본 발명의 일 형태에서는 3개의 보레이트 배위자를 가지는 Ce^{3+} 의 유기 착체를 제공한다. 상기 보레이트 배위자는 B^- 와, B^- 와 공유 결합을 형성하는 기를 가진다. 또한 상기 B^- 와 공유 결합을 형성하는 기의 일부 또는 모두는 Ce^{3+} 에 배위할 수 있는 비공유 전자쌍을 가진다. 이러한 보레이트 배위자를 사용함으로써, 여기 상태에서 안정적이고, 열에 의하여 분해되기 어려운 Ce^{3+} 의 유기 착체를 생성할 수 있다.
- [0064] 보레이트 배위자에서 B^- 와 공유 결합을 형성하는 기로서는 질소 원자를 2개 이상 가지는 헤테로아릴기를 사용할 수 있고, 구체적으로는 피라졸릴기 및 트리아졸릴기 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 들 수 있다. 피라졸릴기 또는 트리아졸릴기의 질소 원자를 가지는 비공유 전자쌍을 공여함으로써, 보레이트 배위자가 Ce^{3+} 에 배위할 수 있다.
- [0065] 다만 B^- 와 공유 결합을 형성하는 피라졸릴기 또는 트리아졸릴기의 합계의 개수가 과잉하면, 유기 착체 전체의 분자량이 증가하여 유기 착체의 승화성이 낮아질 우려가 있다. 따라서 피라졸릴기 및 트리아졸릴기의 개수를 목적의 개수로 제한한 보레이트 배위자를 합성하여 상기 보레이트 배위자를 Ce^{3+} 에 배위시킴으로써, 유기 착체 전체의 피라졸릴기 및 트리아졸릴기의 합계의 개수를 조정하는 것이 바람직하다.
- [0066] 또한 본 명세서의 설명에서 피라졸릴기 및 트리아졸릴기라고 기재한 경우에도, 피라졸릴기 및 트리아졸릴기의 양쪽을 가지는 유기 착체, 및 피라졸릴기 및 트리아졸릴기 중 한쪽만을 가지는 유기 착체 중 어느 것에도 적용할 수 있다.

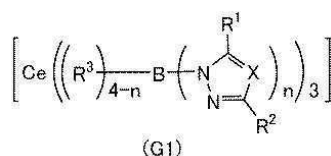
[0067] Ce^{3+} 의 배위수는 7개 이상 9개 이하가 바람직하고, 8개인 것이 더 바람직하다. 따라서 유기 착체 내의 피라졸릴기 및 트리아졸릴기의 합계의 개수를 7개 이상 9개 이하로 하는 것이 바람직하고, 8개로 하는 것이 더 바람직하다. 이와 같이, 피라졸릴기 및 트리아졸릴기의 합계의 개수를 설정함으로써, 안정적이며 승화성이 높은 유기 착체를 제공할 수 있다. 따라서 발광 디바이스의 발광 재료로서 적합하다.

[0068] 또한 보레이트 배위자가 가지는 피라졸릴기 및 트리아졸릴기 중 어느 하나 또는 복수에 알킬기, 사이클로알킬기, 또는 아릴기가 결합되어도 좋다. 이들 치환기의 종류를 변경함으로써 입체 장애를 제어하고, 보레이트 배위자와 Ce^{3+} 의 결합 거리가 변화되기 때문에 발광색의 조정이 가능해진다. 또한 이들 치환기의 종류를 변경함으로써, 신뢰성의 향상을 기대할 수 있다.

[0069] 또한 보레이트 배위자에서 B에 알킬기, 사이클로알킬기, 또는 아릴기가 결합되어도 좋다. 이들 치환기의 종류를 변경함으로써 입체 장애를 제어하고, 보레이트 배위자와 Ce^{3+} 의 결합 거리가 변화되기 때문에 발광색의 조정이 가능해진다. 또한 이들 치환기의 종류를 변경함으로써, 유기 금속 착체의 신뢰성의 향상을 기대할 수 있다.

[0070] 즉 본 발명의 일 형태는 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0071] [화학식 8]

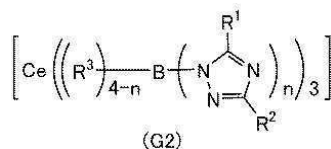


[0072]

[0073] 일반식(G1)에서 X는 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^1 내지 R^3 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n은 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 보레이트 배위자의 n은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이상인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 X는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이하인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 R^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0074] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0075] [화학식 9]



[0076]

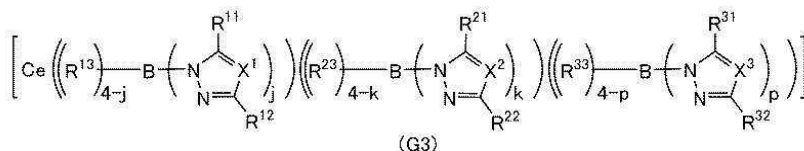
[0077] 일반식(G2)에서 R^1 내지 R^3 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n은 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 보레이트 배위자의 n은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이상인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 X는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2 이하인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 R^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0078] 일반식(G2)으로 나타내어지는 유기 금속 착체와 같이 트리아아졸릴기를 가지는 보레이트 배위자를 가지는 Ce^{3+} 의 유기 착체로 하면, 배위자장 분열을 작게 할 수 있는 가능성이 있기 때문에, 물 흡광 계수를 크게 할 수 있다.

[0079] 또한 상술한 바와 같이, Ce^{3+} 의 유기 착체 내의 피라졸릴기 및 트리아아졸릴기의 합계의 개수를 7개 이상 9개 이하로 하는 것이 바람직하고, 8개로 하는 것이 더 바람직하다. 따라서 일반식(G1) 및 일반식(G2)에서 3개의 n의 합계를 7개 이상 9개 이하로 하는 것이 바람직하고, 8개로 하는 것이 더 바람직하다.

[0080] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0081] [화학식 10]

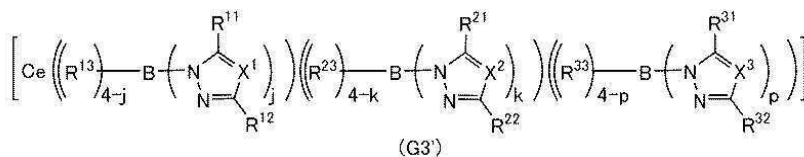


[0082]

[0083] 일반식(G3)에서 X^1 내지 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j, k, 및 p는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j가 2 이상인 경우, 각각의 X^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0084] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G3')으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0085] [화학식 11]



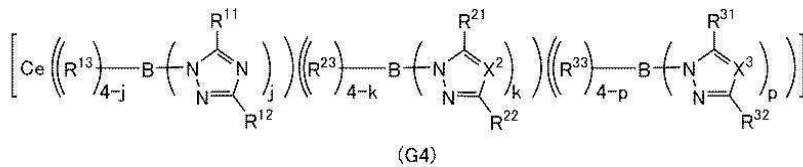
[0086]

[0087] 일반식(G3')에서 X^1 내지 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j는 1 이상 3 이하의 정수를 나타낸다. 또한 k 및 p는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j가 2 이상인 경우, 각각의 X^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이

하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0088] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0089] [화학식 12]



[0090]

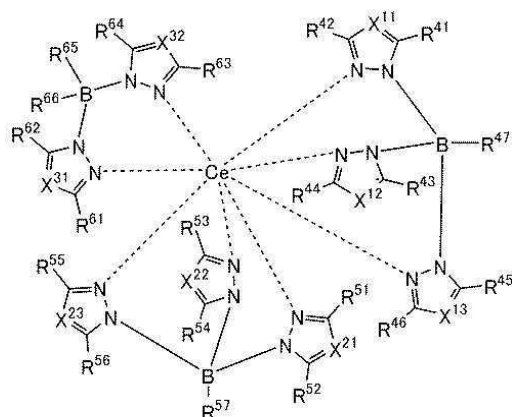
[0091] 일반식(G4)에서 X^2 및 X^3 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{11} 내지 R^{13} , R^{21} 내지 R^{23} , 및 R^{31} 내지 R^{33} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 j , k , 및 p 는 각각 독립적으로 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 j 가 2 이상인 경우, 각각의 R^{11} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{12} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이상인 경우, 각각의 X^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{21} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{22} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이상인 경우, 각각의 X^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{31} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 R^{32} 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 j 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 k 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 p 가 2 이하인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0092] 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 금속 착체와 같이 적어도 하나의 트라이아졸릴기를 가지는 보레이트 배위자를 가지는 Ce^{3+} 의 유기 착체로 함으로써, 배위자장 분열을 작게 할 수 있는 가능성이 있기 때문에, 물 흡광 계수를 크게 할 수 있다.

[0093] 또한 상술한 바와 같이, Ce^{3+} 의 유기 착체 내의 피라졸릴기 및 트라이아졸릴기의 합계의 개수를 7개 이상 9개 이하로 하는 것이 바람직하고, 8개로 하는 것이 더 바람직하다. 따라서 일반식(G3), 일반식(G3'), 및 일반식(G4)에서 j , k , 및 p 의 합계를 7개 이상 9개 이하로 하는 것이 바람직하고, 8개로 하는 것이 더 바람직하다.

[0094] 또한 본 발명의 일 형태는 일반식(G5)으로 나타내어지는 유기 금속 착체이다.

[0095] [화학식 13]



(G5)

[0096]

[0097] 일반식(G5)에서 X^{11} 내지 X^{13} , X^{21} 내지 X^{23} , X^{31} 및 X^{32} 는 각각 독립적으로 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R^{41} 내지 R^{47} , R^{51} 내지 R^{57} , 및 R^{61} 내지 R^{66} 은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0098] 일반식(G5)으로 나타내어지는 유기 금속 착체와 같이 피라졸릴기 및 트리아졸릴기 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 함께 3개 가지는 보레이트 배위자를 2개와, 피라졸릴기 및 트리아졸릴기 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 함께 2개 가지는 보레이트 배위자를 1개 가지는 유기 착체로 하면, Ce^{3+} 의 배위수를 8개로 할 수 있어 바람직하다. 이러한 구조로 함으로써, 안정적이며 승화성이 높은 유기 금속 착체로 할 수 있다. 따라서 발광 디바이스의 발광 재료로서 적합한 유기 금속 착체로 할 수 있다.

[0099] 또한 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G5)에서 탄소수 1 내지 10의 알킬기의 구체적인 예로서는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 아이소뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 네오펜틸기, 헥실기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 네오헥실기, 3-메틸펜틸기, 2-메틸펜틸기, 2-에틸뷰틸기, 1, 2-다이메틸뷰틸기, 2, 3-다이메틸뷰틸기 등을 들 수 있다. 또한 탄소수 1 내지 10의 알킬기가 치환기를 포함하는 경우, 상기 치환기는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 탄소수 6 내지 13의 아릴기로 한다.

[0100] 또한 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G5)에서 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기의 구체적인 예로서는 사이클로프로필기, 사이클로뷰틸기, 메틸사이클로뷰틸기, 사이클로펜틸기, 메틸사이클로펜틸기, 아이소프로필사이클로펜틸기, tert-뷰틸사이클로프로필기, 사이클로헥실기, 메틸사이클로헥실기, 아이소프로필사이클로헥실기, tert-뷰틸사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 메틸사이클로헵틸기, 아이소프로필사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 메틸사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 메틸사이클로노닐기, 사이클로데실기 등을 들 수 있다. 또한 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기가 치환기를 포함하는 경우, 상기 치환기는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 탄소수 6 내지 13의 아릴기로 한다.

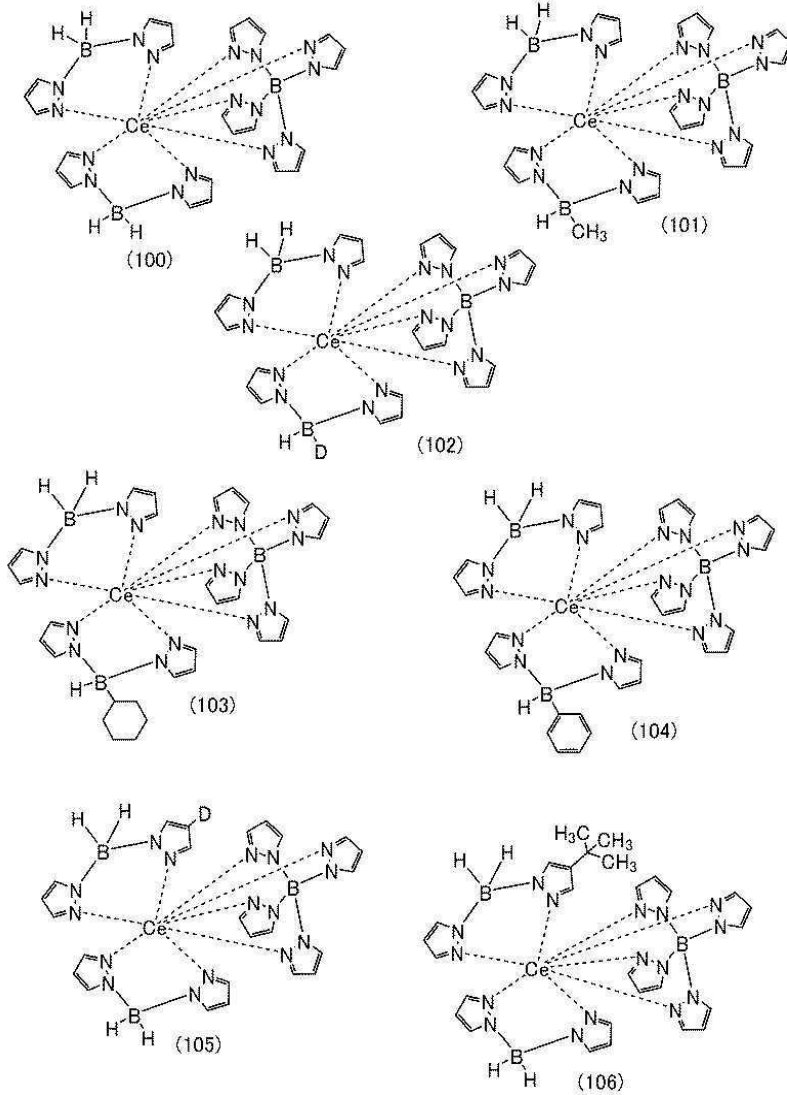
[0101] 또한 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G5)에서 탄소수 6 내지 30의 아릴기로서는 페닐기, o-톨릴기, m-톨릴기, p-톨릴기, 메시틸기, o-바이페닐기, m-바이페닐기, p-바이페닐기, 1-나프틸기, 2-나프틸기, 플루오렌일기, 9,9-다이메틸플루오렌일기, 9,9-다이페닐플루오렌일기, 스퀴아로플루오렌일기, 페난트렌일기, 터페닐기, 안트라센일기, 플루오란텐일기 등을 들 수 있다. 또한 탄소수 6 내지 30의 아릴기가 치환기를 포함하는 경우, 상기 치환기는 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 탄소수 3 내지 6의 사이클로알킬기, 또는 탄소수 6 내지 13의 아릴기로 한다.

[0102] 상술한 바와 같이, 이들 치환기를 도입함으로써 유기 금속 착체에서의 입체 장애를 제어하고, 보레이트 배위자와 Ce^{3+} 의 결합 거리가 변화되기 때문에 발광색의 조절이 가능해진다. 또한 이들 치환기를 도입함으로써, 유기

금속 착체의 신뢰성의 향상을 기대할 수 있다. 예를 들어 메틸기를 도입함으로써 적절한 입체 장애를 얻을 수 있기 때문에, 유기 금속 착체의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0103] 다음으로 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G5)으로 나타내어지는 구조를 가지는 본 발명의 일 형태인 유기 금속 착체 및 발광 디바이스에 사용할 수 있는 유기 금속 착체의 구체적인 예를 이하에 나타낸다.

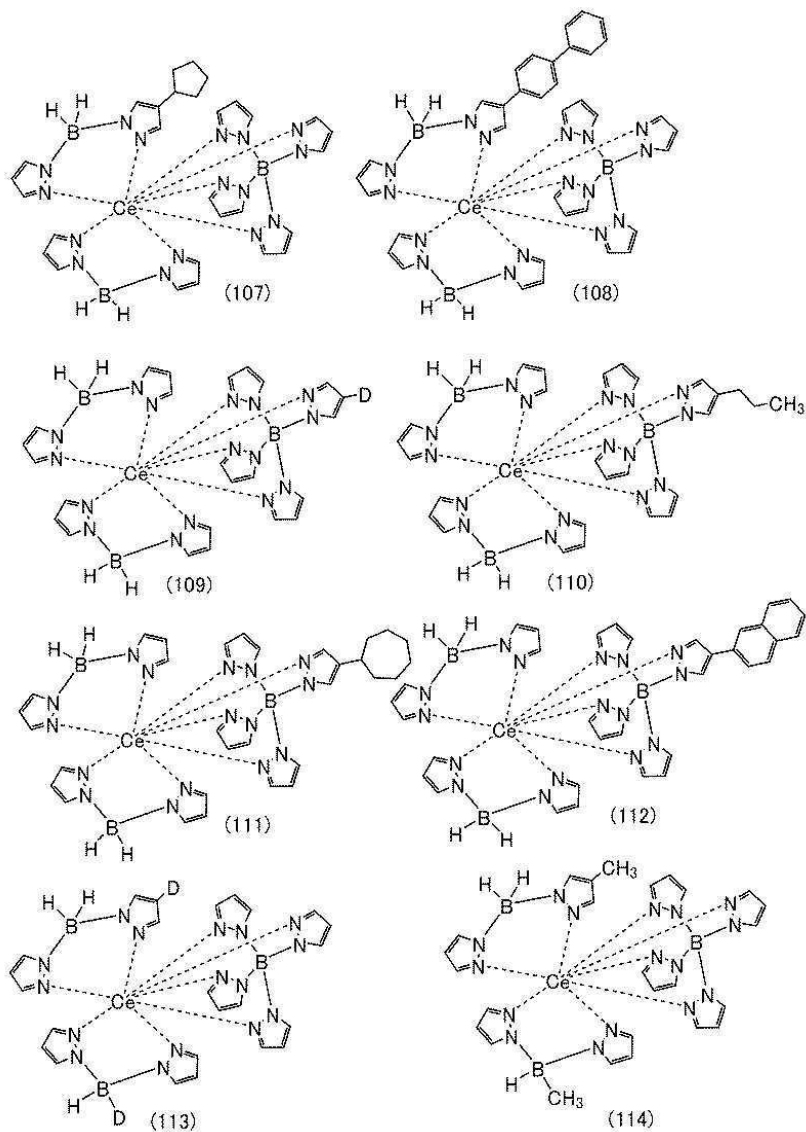
[0104] [화학식 14]



[0105]

[0106]

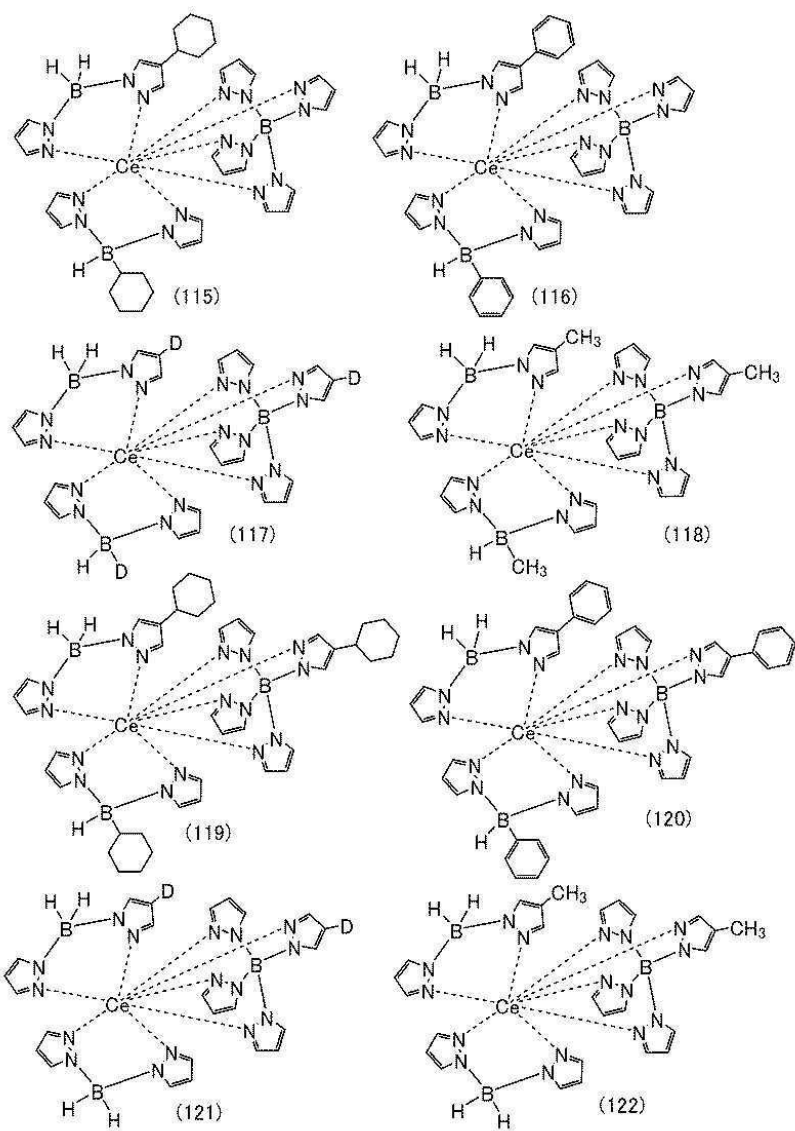
[화학식 15]



[0107]

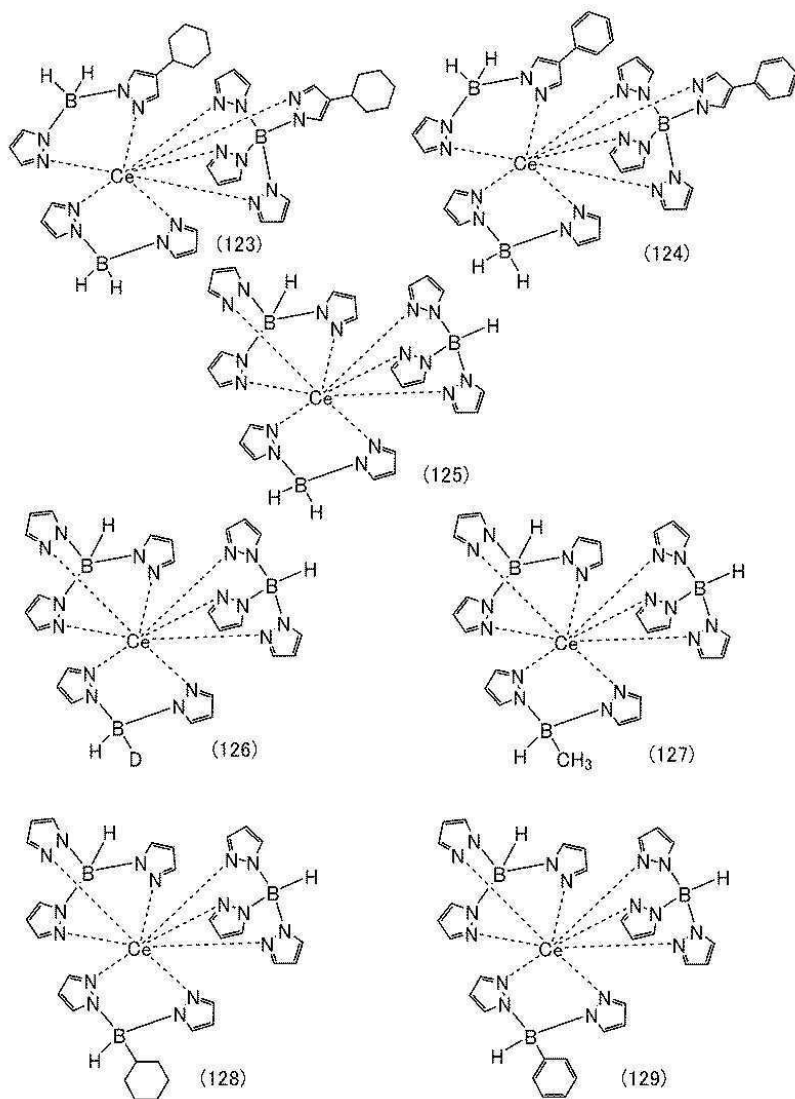
[0108]

[화학식 16]



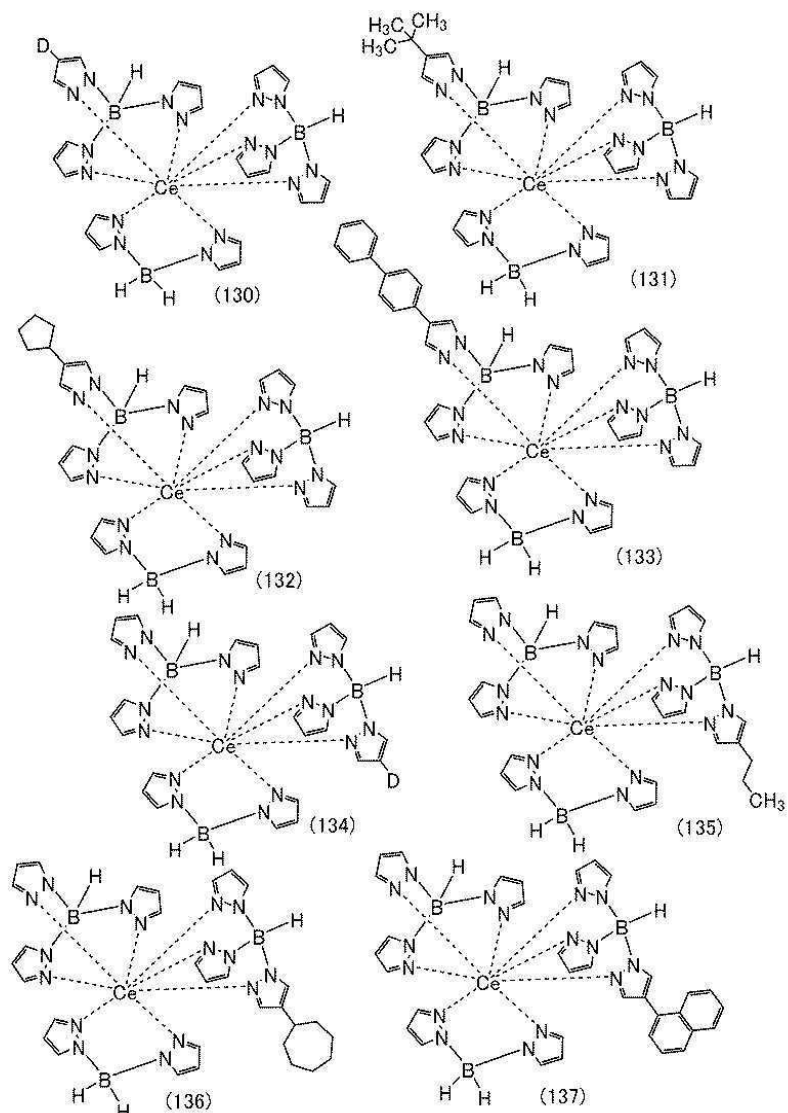
[0109]

[0110] [화학식 17]



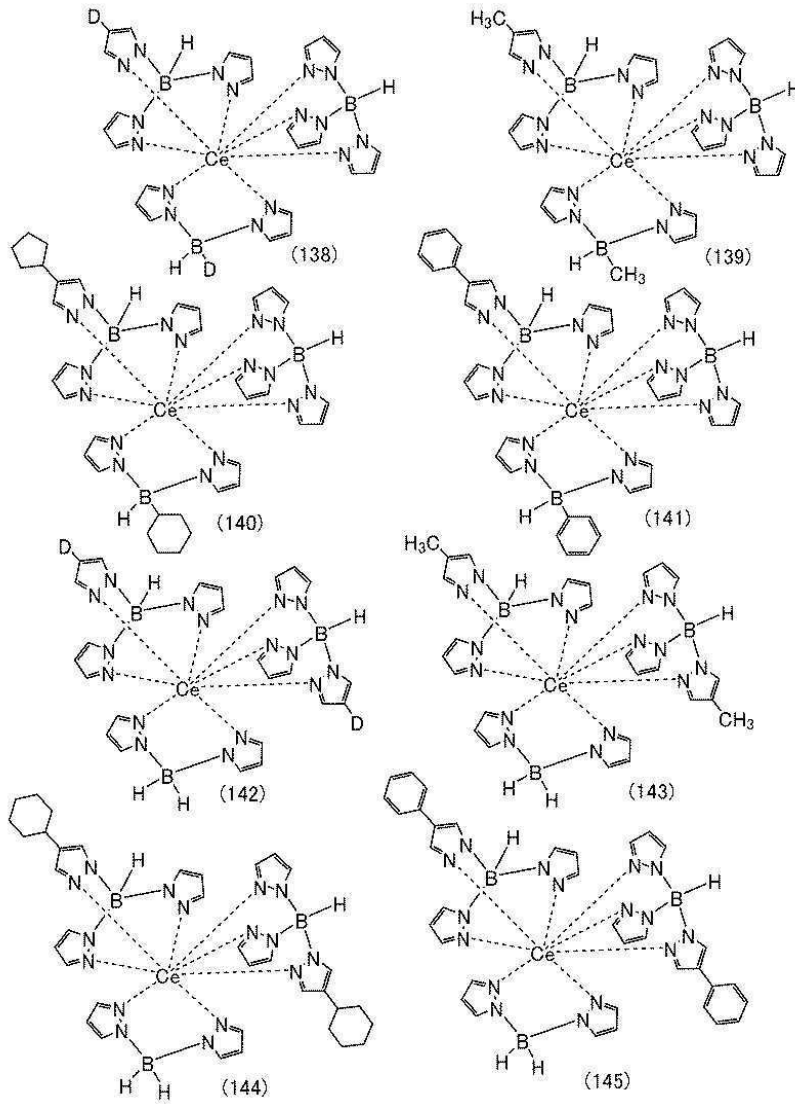
[0111]

[0112] [화학식 18]



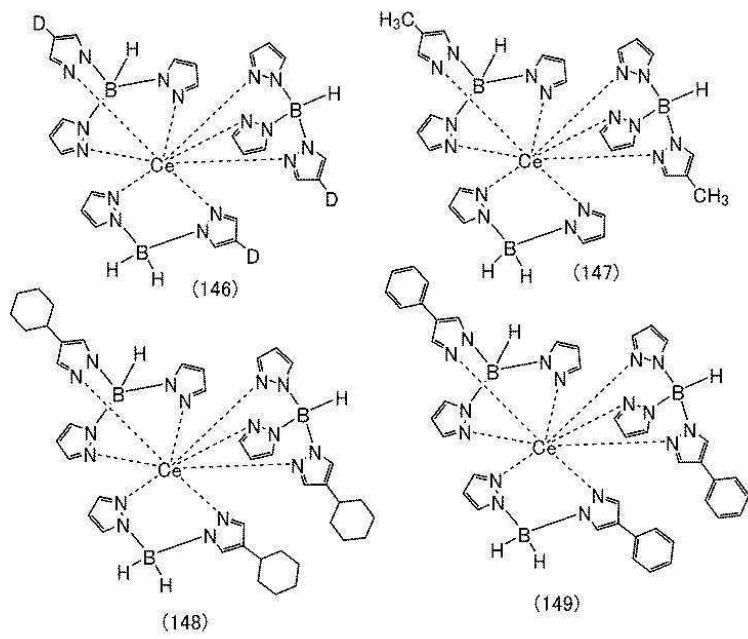
[0113]

[0114] [화학식 19]



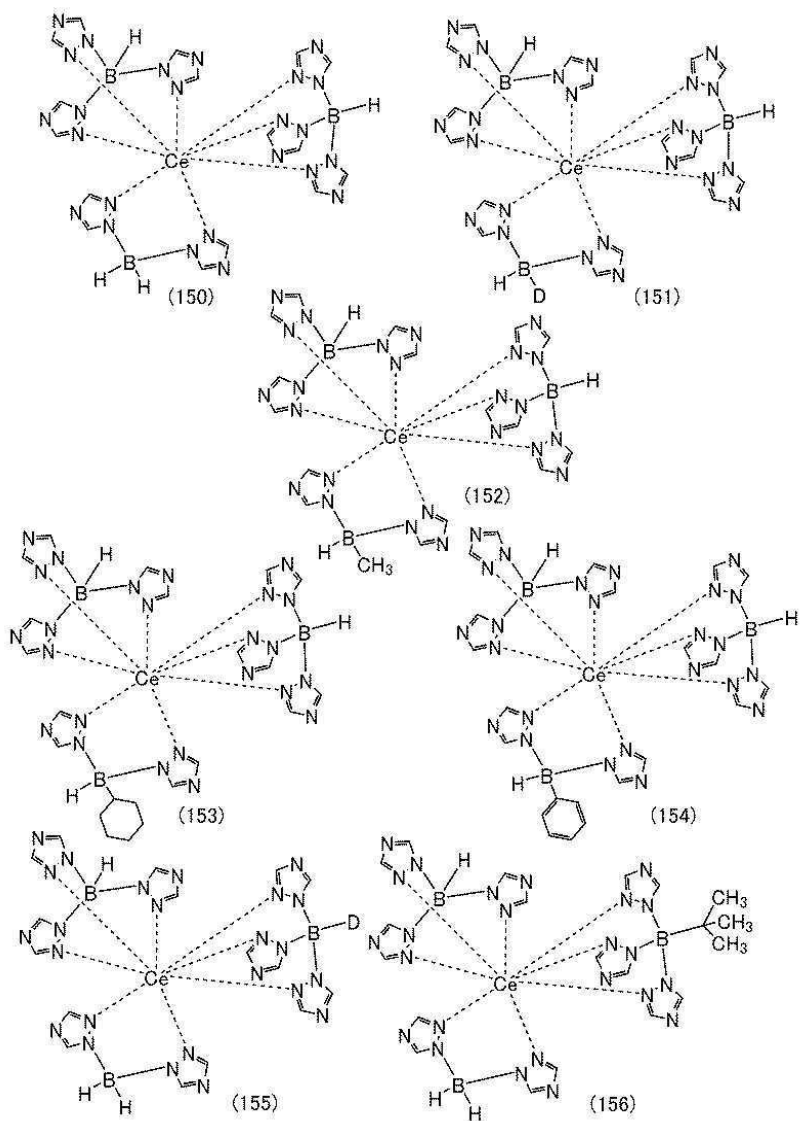
[0115]

[0116] [화학식 20]



[0117]

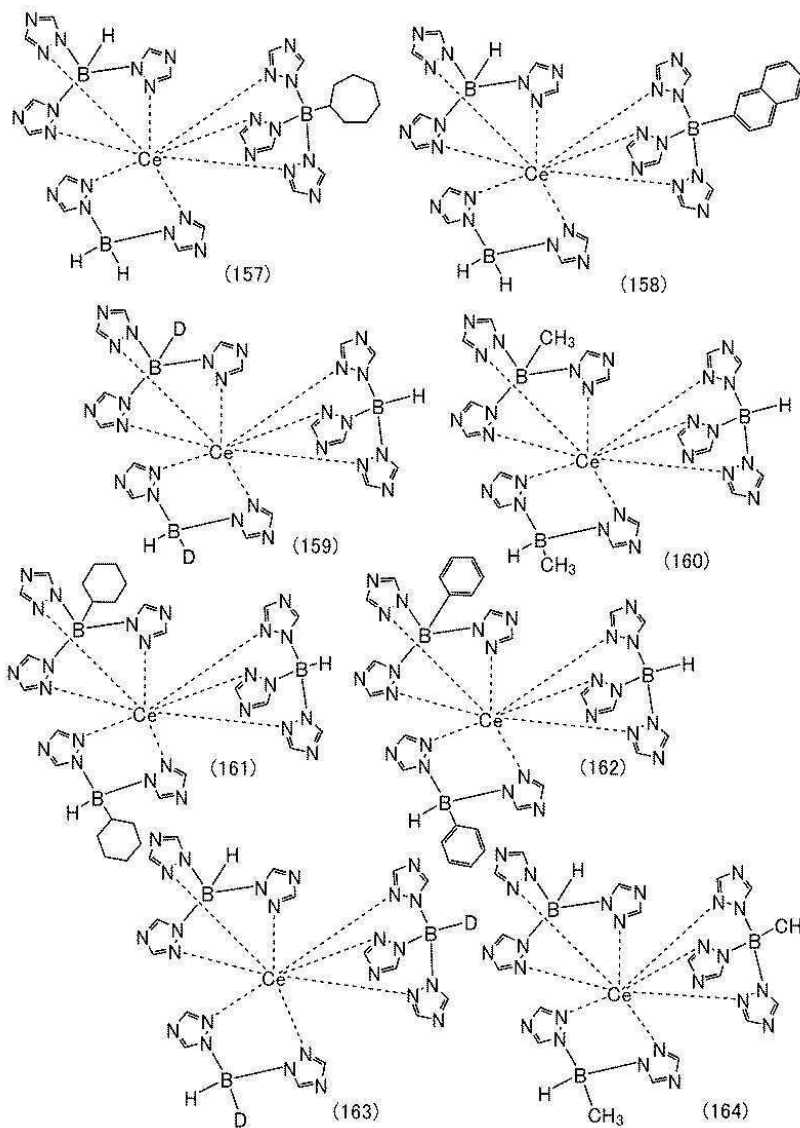
[0118] [화학식 21]



[0119]

[0120]

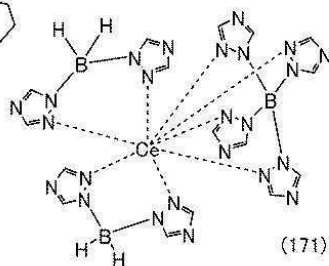
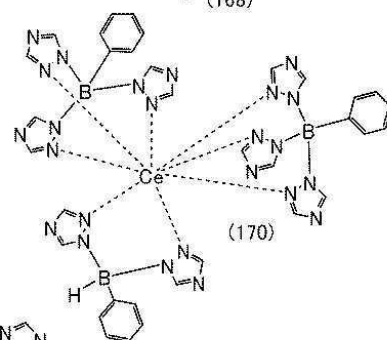
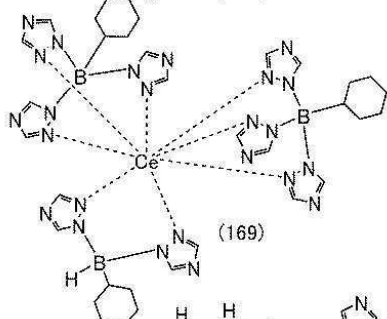
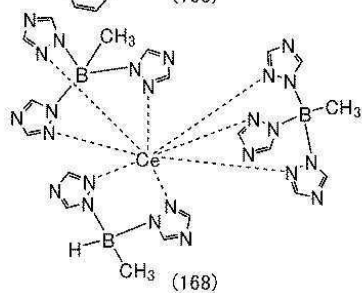
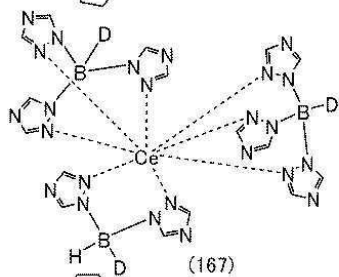
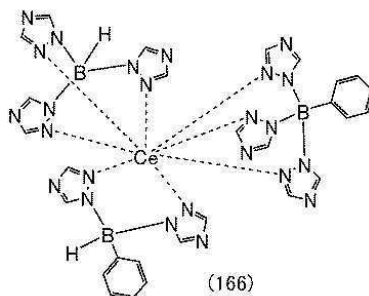
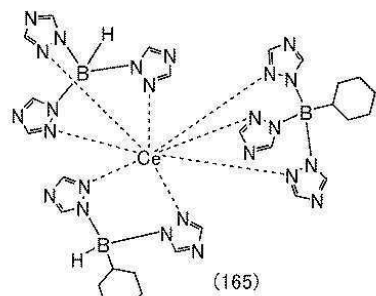
[화학식 22]



[0121]

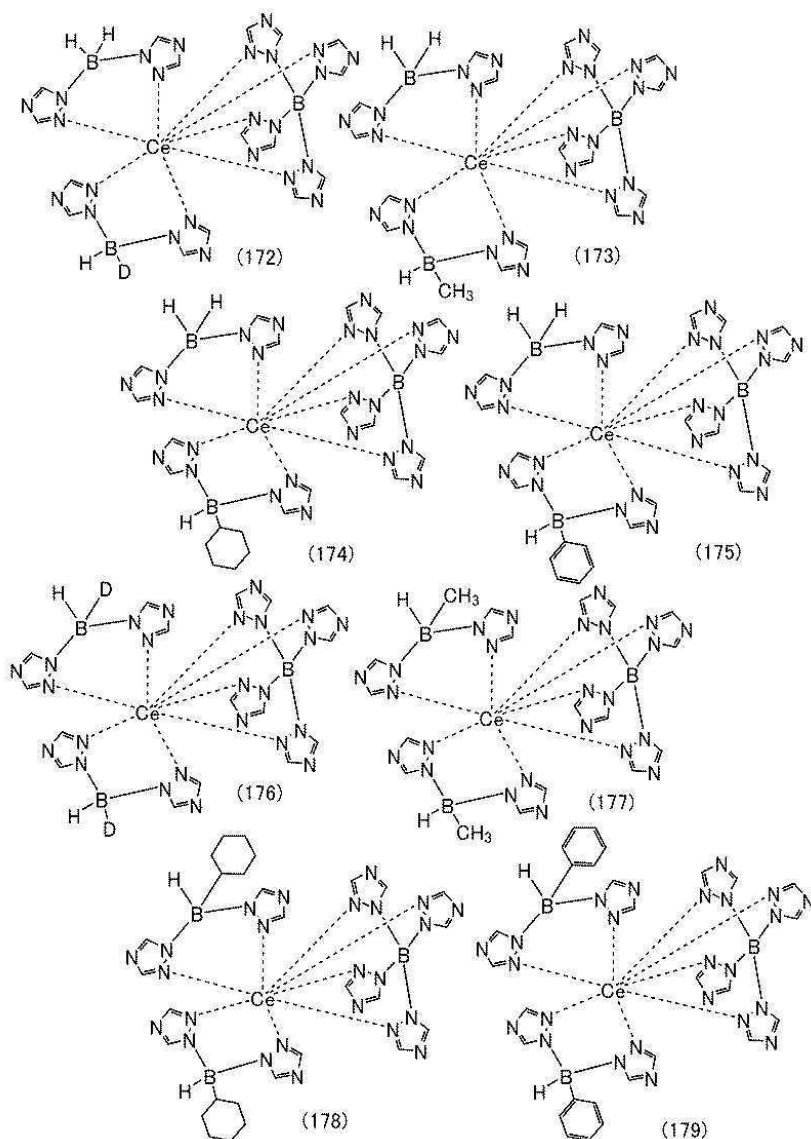
[0122]

[화학식 23]



[0123]

[0124] [화학식 24]

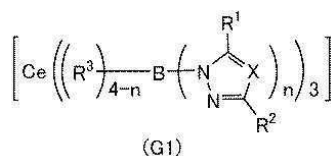


[0125]

[0126] 상기 구조식(100) 내지 구조식(179)으로 나타내어지는 유기 금속 착체는 일반식(G1) 내지 일반식(G5)으로 나타내어지는 구성의 구체적인 예이지만, 본 발명의 일 형태인 유기 금속 착체는 이에 한정되지 않는다.

[0127] 다음으로 본 발명의 일 형태이며, 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 금속 착체의 합성 방법에 대하여 설명한다.

[0128] [화학식 25]



[0129]

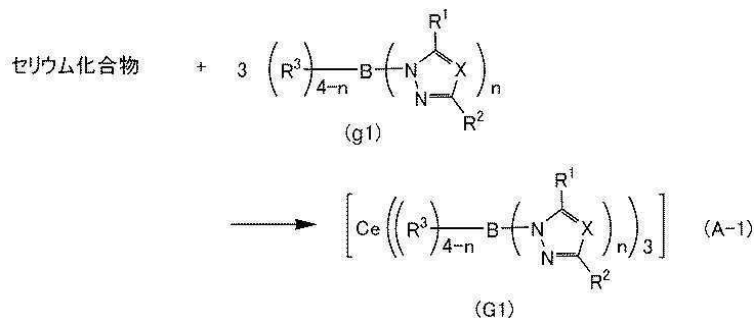
[0130] 일반식(G1)에서 X는 탄소 또는 질소를 나타내고, 상기 탄소는 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나와 결합된다. 또한 R¹ 내지 R³은 각각 독립적으로 수소(중수소를 포함함), 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 n은 1 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 각각의 보레이트 배위자는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각각의 보레이트 배위자

의 n 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이상인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 X 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^1 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋고, 각각의 보레이트 배위자의 R^2 는 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n 이 2 이하인 경우, 각각의 보레이트 배위자의 R^3 은 서로 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0131] <<본 발명의 일 형태의 유기 금속 착체의 합성 방법>>

[0132] 상기 일반식(G1)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태인 유기 금속 착체는 하기 합성 스킴(A-1)에 나타낸 바와 같이, 일반식(g1)으로 나타내어지는 해테로 방향족 고리를 가지는 붕소 화합물과, 세륨 화합물(염화 세륨(III), 질산 세륨(III), 트라이플루오로메테인설폰산 세륨(III) 등의 3가의 세륨염)과, 알코올계 용매, 테트라하이드로퓨란, 클로로폼 등의 유기 용매 1종류 이상을 사용하여 불활성 가스 분위기로 교반함으로써, 일반식(G1)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태인 유기 금속 착체를 얻을 수 있다.

[0133] [화학식 26]



[0134]

[0135] 또한 다른 일반식으로 나타내어지는 유기 금속 착체에 대해서도 상기와 마찬가지로 합성할 수 있다.

[0136] 본 실시형태에 나타낸 구성은 다른 실시형태에 나타낸 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0137] (실시형태 2)

[0138] 본 실시형태에서는 이중항 여기 상태에서부터 발광하는 재료를 발광 물질로서 발광층에 사용한 발광 디바이스의 구성에 대하여 도 1의 (A) 내지 (E)를 사용하여 설명한다. 발광 물질은 이중항 여기 상태에서부터 발광하는 재료이면 특별히 한정되지 않지만, 실시형태 1에서 설명한 유기 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0139] <<발광 디바이스의 기본적인 구조>>

[0140] 발광 디바이스의 기본적인 구조에 대하여 설명한다. 도 1의 (A)에는 한 쌍의 전극 사이에 발광층을 가지는 EL층을 가지는 발광 디바이스를 나타내었다. 구체적으로는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 EL층(103)이 끼워진 구조를 가진다.

[0141] 또한 도 1의 (B)에는 한 쌍의 전극 사이에 복수(도 1의 (B)에서는 2층)의 EL층(103a, 103b)을 가지고, EL층 사이에 전하 발생층(106)을 가지는 적층 구조(탠덤 구조)의 발광 디바이스를 나타내었다. 탠덤 구조의 발광 디바이스는 전류량을 변경하지 않고 고효율의 발광 장치를 실현할 수 있다.

[0142] 전하 발생층(106)은 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 전위차가 생겼을 때, 한쪽 EL층(103a 또는 103b)에 전자를 주입하고, 다른 쪽 EL층(103b 또는 103a)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 따라서 도 1의 (B)에서 제 1 전극(101)의 전위가 제 2 전극(102)의 전위보다 높아지도록 전압을 인가하면, 전하 발생층(106)으로부터 EL층(103a)에 전자가 주입되고, EL층(103b)에 정공이 주입된다.

[0143] 또한 광 추출 효율의 관점에서, 전하 발생층(106)은 가시광에 대하여 투광성을 가지는(구체적으로는 전하 발생층(106)에 대한 가시광 투과율이 40% 이상) 것이 바람직하다. 또한 전하 발생층(106)은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)보다 도전율이 낮아도 기능한다.

[0144] 또한 도 1의 (C)에는 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 EL층(103)의 적층 구조를 나타내었다. 다만 이 경우, 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로 한다. EL층(103)은 제 1 전극(101) 위에 정공(홀) 주입층(111), 정공(홀) 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)이 순차적으로 적층된 구조를 가진다. 또한 발광층(113)은 발광색이 다른 복수의 발광층이 적층된 구

성을 가져도 좋다. 예를 들어 적색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층과, 녹색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층과, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층이 적층된 구조, 또는 이들이 캐리어 수송성 재료를 포함하는 층을 개재(介在)하여 적층된 구조를 가져도 좋다. 또는 황색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층과, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층의 조합이어도 좋다. 다만 발광층(113)의 적층 구조는 상기에 한정되지 않는다. 예를 들어 발광층(113)은 발광색이 같은 복수의 발광층이 적층된 구성을 가져도 좋다. 예를 들어 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 제 1 발광층과, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 제 2 발광층이 적층된 구조, 또는 이들이 캐리어 수송성 재료를 포함하는 층을 개재하여 적층된 구성을 가져도 좋다. 발광색이 같은 복수의 발광층이 적층된 구성의 경우, 단층의 구성보다 신뢰성을 높일 수 있는 경우가 있다. 또한 도 1의 (B)에 나타난 탠덤 구조와 같이 복수의 EL층을 포함하는 경우에도, 각 EL층이 양극 측으로부터 상술한 바와 같이 순차적으로 적층되는 구조로 한다. 또한 제 1 전극(101)이 음극이고, 제 2 전극(102)이 양극인 경우에는, EL층(103)의 적층 순서는 반대가 된다. 구체적으로는, 음극인 제 1 전극(101) 위의 (111)이 전자 주입층이고, (112)가 전자 수송층이고, (113)이 발광층이고, (114)가 정공(홀) 수송층이고, (115)가 정공(홀) 주입층이라는 구성을 가진다.

[0145] EL층(103, 103a, 103b)에 포함되는 발광층(113)은 이중항 여기 상태에서부터 발광하는 재료를 포함하는 복수의 물질을 적절히 조합하여 가진다. 또한 도 1의 (B)에 나타난 복수의 EL층(103a, 103b)으로부터 각각 다른 발광색이 얻어지는 구성으로 하여도 좋다. 이 경우에도 각 발광층에 사용하는 발광 물질 및 그 외의 물질에는 각각 다른 재료를 사용하면 좋다.

[0146] 또한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서, 예를 들어 도 1의 (C)에 나타난 제 1 전극(101)을 반사 전극으로 하고 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로 하여 미소 광공진기(마이크로캐비티) 구조로 함으로써, EL층(103)에 포함되는 발광층(113)으로부터 얻어지는 발광을 양쪽 전극 사이에서 공진시켜 제 2 전극(102)으로부터 사출되는 발광을 강하게 할 수 있다.

[0147] 또한 발광 디바이스의 제 1 전극(101)이 반사성을 가지는 도전성 재료와 투광성을 가지는 도전성 재료(투명 도전막)의 적층 구조로 이루어지는 반사 전극인 경우, 투명 도전막의 막 두께를 제어함으로써 광학 조절을 할 수 있다. 구체적으로는 발광층(113)으로부터 얻어지는 광의 파장 λ 에 대하여 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리(막 두께와 굴절률의 곱)가 $m\lambda/2$ (다만 m 은 1 이상의 정수) 또는 그 근방이 되도록 조절을 하는 것이 바람직하다.

[0148] 또한 발광층(113)으로부터 얻어지는 원하는 광(파장: λ)을 증폭시키기 위하여, 제 1 전극(101)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리와, 제 2 전극(102)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리를 각각 $(2m'+1)\lambda/4$ (다만 m' 은 1 이상의 정수) 또는 그 근방이 되도록 조절하는 것이 바람직하다. 또한 여기서 발광 영역이란, 발광층(113)에서의 정공(홀)과 전자의 재결합 영역을 가리킨다.

[0149] 이러한 광학 조절을 수행함으로써, 발광층(113)으로부터 얻어지는 특정의 단색광의 스펙트럼을 좁히고, 색 순도가 좋은 발광을 얻을 수 있다.

[0150] 다만 상기의 경우, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리는, 엄밀하게는 제 1 전극(101)에서의 반사 영역으로부터 제 2 전극(102)에서의 반사 영역까지의 총 두께라고 할 수 있다. 그러나 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)에서의 반사 영역을 엄밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 임의의 위치를 반사 영역으로 가정함으로써, 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다. 또한 제 1 전극(101)과 원하는 광이 얻어지는 발광층 사이의 광학 거리는, 엄밀하게는 제 1 전극(101)에서의 반사 영역과 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역 사이의 광학 거리라고 할 수 있다. 그러나 제 1 전극(101)에서의 반사 영역 및 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역을 엄밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)의 임의의 위치를 반사 영역으로, 원하는 광이 얻어지는 발광층의 임의의 위치를 발광 영역으로 가정함으로써, 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다.

[0151] 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스는 탠덤 구조를 가지는 발광 디바이스이고, 마이크로캐비티 구조를 가지기 때문에, 각 EL층(103a, 103b)으로부터 파장이 다른 광(단색광)을 추출할 수 있다. 따라서 다른 발광색을 얻기 위한 구분 형성(예를 들어 RGB)이 불필요하다. 그러므로 고정세화(高精細化)를 실현하기 쉽다. 또한 착색층(컬러 필터)과 조합할 수도 있다. 또한 특정 파장의 정면 방향에서의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에, 소비 전력을 절감할 수 있다.

- [0152] 도 1의 (E)에 나타난 발광 디바이스는 도 1의 (B)에 나타난 탠덤 구조의 발광 디바이스의 일례이고, 도면에 나타난 바와 같이 3개의 EL층(103a, 103b, 103c)이 전하 발생층(106a, 106b)을 개재하여 적층되는 구조를 가진다. 또한 3개의 EL층(103a, 103b, 103c)은 각각 발광층(113a, 113b, 113c)을 가지고, 각 발광층의 발광색은 자유로이 조합할 수 있다. 예를 들어 발광층(113a)을 청색으로, 발광층(113b)을 적색, 녹색, 및 황색 중 어느 색으로, 발광층(113c)을 청색으로 할 수 있고, 발광층(113a)을 적색으로, 발광층(113b)을 청색, 녹색, 및 황색 중 어느 색으로, 발광층(113c)을 적색으로 할 수도 있다.
- [0153] 또한 상술한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서는 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 적어도 한쪽을 투광성을 가지는 전극(투명 전극, 반투과·반반사 전극 등)으로 한다. 투광성을 가지는 전극이 투명 전극인 경우, 투명 전극의 가시광 투과율은 40% 이상으로 한다. 또한 반투과·반반사 전극인 경우, 반투과·반반사 전극의 가시광 반사율은 20% 이상 80% 이하, 바람직하게는 40% 이상 70% 이하로 한다. 또한 이들 전극은 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 것이 바람직하다.
- [0154] 또한 상술한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서는 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 한쪽이 반사성을 가지는 전극(반사 전극)인 경우, 반사성을 가지는 전극의 가시광 반사율은 40% 이상 100% 이하, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 한다. 또한 이 전극은 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 것이 바람직하다.
- [0155] <<발광 디바이스의 구체적인 구조>>
- [0156] 다음으로 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 구체적인 구조에 대하여 설명한다. 또한 여기서는 탠덤 구조를 가지는 도 1의 (D)를 사용하여 설명한다. 또한 도 1의 (A) 및 (C)에 나타난 싱글 구조의 발광 디바이스도 EL층의 구성은 같은 것으로 한다. 또한 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스가 마이크로캐비티 구조를 가지는 경우에는, 제 1 전극(101)을 반사 전극으로서 형성하고, 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로서 형성한다. 따라서 원하는 전극 재료를 하나 또는 복수로 사용하여 단층으로 또는 적층하여 형성할 수 있다. 또한 제 2 전극(102)은 EL층(103b)을 형성한 후, 재료를 적절히 선택하여 형성한다.
- [0157] <제 1 전극 및 제 2 전극>
- [0158] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)을 형성하는 재료로서는 상술한 양쪽 전극의 기능을 만족시킬 수 있으면, 이하에 제시하는 재료를 적절히 조합하여 사용할 수 있다. 예를 들어 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 적절히 사용할 수 있다. 구체적으로는, In-Sn 산화물(ITO라고도 함), In-Si-Sn 산화물(ITSO라고도 함), In-Zn 산화물, In-W-Zn 산화물을 들 수 있다. 그 외에는, 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 크로뮴(Cr), 망가니즈(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 갈륨(Ga), 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn), 몰리브덴(Mo), 탄탈럼(Ta), 텅스텐(W), 팔라듐(Pd), 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag), 이트륨(Y), 네오디뮴(Nd) 등의 금속, 및 이들을 적절히 조합하여 포함하는 합금을 사용할 수도 있다. 그 외에는, 위에서 예시하지 않은 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소(예를 들어 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr)), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 이들을 적절히 조합하여 포함하는 합금, 및 그래핀 등을 사용할 수 있다.
- [0159] 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스에서, 제 1 전극(101)이 양극인 경우, 제 1 전극(101) 위에 EL층(103a)의 정공 주입층(111a) 및 정공 수송층(112a)이 진공 증착법으로 순차적으로 적층 형성된다. EL층(103a) 및 전하 발생층(106)이 형성된 후, 전하 발생층(106) 위에 EL층(103b)의 정공 주입층(111b) 및 정공 수송층(112b)이 같은 식으로 순차적으로 적층 형성된다.
- [0160] <정공 주입층>
- [0161] 정공 주입층(111, 111a, 111b)은 양극인 제 1 전극(101) 및 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 EL층(103, 103a, 103b)에 정공(홀)을 주입하는 층이고, 유기 역셉터 재료 및 정공 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다.
- [0162] 유기 역셉터 재료는 이의 LUMO(최저 비점유 분자 궤도: Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위의 값과 HOMO(최고 점유 분자 궤도: Highest Occupied Molecular Orbital) 준위의 값이 가까운, 다른 유기 화합물과의 사이에서 전하 분리시킴으로써, 상기 유기 화합물에 정공(홀)을 발생시킬 수 있는 재료이다. 따라서 유기 역셉터 재료로서는, 퀴노다이메테인 유도체, 클로라닐 유도체, 및 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등의 전자 흡인기(할로젠기 또는 사이아노기)를 포함하는 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 3,6-다이플루오로-2,5,7,7,8,8-헥사사이아노퀴노다이메테인, 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN),

1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라사이아노-나프토크노다이메테인(약칭: F6-TCNNQ), 2-(7-다이사이아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-피렌-2-일리텐)말로노나이트릴 등을 사용할 수 있다. 또한 유기 엑셉터 재료 중에서도 특히 HAT-CN과 같이 복수의 헤테로 원자를 포함하는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물은 엑셉터성이 높고 열에 대하여 막질이 안정적이기 때문에 바람직하다. 이 외에도, 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기 또는 사이아노기)를 포함하는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높기 때문에 바람직하고, 구체적으로는 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 사용할 수 있다.

[0163] 또한 정공 주입성이 높은 재료로서는 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물(몰리브데넘 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등의 전이 금속 산화물 등)을 사용할 수 있다. 구체적으로는 산화 몰리브데넘, 산화 바나듐, 산화 나ियो븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다. 그 외에는 프탈로사이아닌(약칭: H_2Pc) 또는 구리 프탈로사이아닌(약칭: $CuPc$) 등의 프탈로사이아닌계 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0164] 또한 상기 재료 외에, 저분자 화합물인 4,4',4''-트리스(N, N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스[4-비스(3-메틸페닐)아미노페닐]-N,N'-다이페닐-4,4'-다이아미노바이페닐(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0165] 또한 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)인 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N, N'-비스(4-뷰틸페닐)-N, N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리스타이렌설포산(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리스타이렌설포산(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.

[0166] 또한 정공 주입성이 높은 재료로서는 정공 수송성 재료와 상술한 유기 엑셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 혼합 재료를 사용할 수도 있다. 이 경우, 유기 엑셉터 재료에 의하여 정공 수송성 재료로부터 전자가 추출되어 정공 주입층(111)에서 정공이 발생하고, 정공 수송층(112)을 통하여 발광층(113)에 정공이 주입된다. 또한 정공 주입층(111)은 정공 수송성 재료와 유기 엑셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 혼합 재료로 이루어지는 단층으로 형성하여도 좋고, 정공 수송성 재료를 포함하는 층과 유기 엑셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 층을 적층하여 형성하여도 좋다.

[0167] 또한 정공 수송성 재료는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 정공 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질인 것이 바람직하다. 또한 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이들 외의 물질을 사용할 수도 있다.

[0168] 또한 정공 수송성 재료로서는 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리를 포함하는 화합물(예를 들어 카바졸 유도체, 퓨란 유도체, 또는 싸이오펜 유도체), 및 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 유기 화합물) 등 정공 수송성이 높은 재료가 바람직하다.

[0169] 또한 상기 카바졸 유도체(카바졸 고리를 포함하는 유기 화합물)로서는, 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체), 카바졸릴기를 포함하는 방향족 아민 등을 들 수 있다.

[0170] 또한 상기 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체)로서는, 구체적으로 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP), 9,9'-비스(바이페닐-4-일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: BisBPCz), 9,9'-비스(1,1'-바이페닐-3-일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: BismBPCz), 9-(1,1'-바이페닐-3-일)-9'-(1,1'-바이페닐-4-일)-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: mBPCCBP), 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: β NCCP) 등을 들 수 있다.

- [0171] 또한 상기 카바졸릴기를 포함하는 방향족 아민으로서, 구체적으로는 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9-페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCB1F), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBb1F), N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)아민(약칭: PCBFF), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-아민, N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-아민, N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-아민, N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-아민, N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-4-아민, N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-N-(1,1':3',1'-터페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민, N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-N-(1,1':4',1'-터페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민, N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-N-(1,1':3',1'-터페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-아민, N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-N-(1,1':4',1'-터페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-4-아민, 4,4'-다이페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBb1BP), 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: PCBbNB), 4-페닐다이페닐-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)아민(약칭: PCA1BP), N,N'-비스(9-페닐카바졸-3-일)-N,N'-다이페닐벤젠-1,3-다이아민(약칭: PCA2B), N,N',N'-트라이페닐-N,N',N'-트리스(9-페닐카바졸-3-일)벤젠-1,3,5-트리아민(약칭: PCA3B), 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]-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: PCBASF), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1), 3-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA1), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA2), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-(1-나프틸)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzTPN2), 2-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: PCASF), N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-(4-페닐)페닐아닐린(약칭: YGA1BP), N,N'-비스[4-(카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐-9,9-다이메틸플루오렌-2,7-다이아민(약칭: YGA2F), 4,4',4''-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA) 등을 들 수 있다.
- [0172] 또한 카바졸 유도체로서는 상술한 것 외에 9-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-페닐]페난트렌(약칭: PCPPn), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 1,3-비스(N-카바졸릴)벤젠(약칭: mCP), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 3,6-비스(3,5-다이페닐페닐)-9-페닐카바졸(약칭: CzTP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등을 들 수 있다.
- [0173] 또한 상기 퓨란 유도체(퓨란 고리를 포함하는 유기 화합물)로서는 구체적으로 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBi-II) 등을 들 수 있다.
- [0174] 또한 상기 싸이오펜 유도체(싸이오펜 고리를 포함하는 유기 화합물)로서는, 구체적으로 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등을 들 수 있다.
- [0175] 또한 상기 방향족 아민으로서 구체적으로 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 α -NPD), N,N'-다이페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-4,4'-다이아미노바이페닐(약칭: TPD), N,N'-비스(9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-일)-N,N'-다이페닐-4,4'-다이아미노바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-N-{9,9-다이메틸-2-[N'-페닐-N'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)아미노]-9H-플루오렌-7-일}페닐아민(약칭: DFLADFL), N-(9,9-다이메틸-2-다이페닐아미노-9H-플루오렌-7-일)다이페닐아민(약칭: DPNF), 2-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPASF), 2,7-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPA2SF), 4,4',4''-트리스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭:

1'-TNATA), 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: m-MTDATA), N,N'-다이(p-톨릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌다이아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), DNTPD, 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), N-(4-바이페닐)-6, N-다이페닐벤조[b]나프토[1, 2-d]퓨란-8-아민(약칭: BnfABP), N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1, 2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf), 4,4'-비스(6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: BnfBB1BP), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: BBABnf(6)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf(8)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란-4-아민(약칭: BBABnf(II(4))), N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP), N-[4-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-N-페닐-4-바이페닐아민(약칭: ThBA1BP), 4-(2-나프틸)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNB), 4-[4-(2-나프틸)페닐]-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNBi), 4,4'-다이페닐-4''-(6;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNβNB), 4,4'-다이페닐-4''-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNβNB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAPβNB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(6;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B), 4,4'-다이페닐-4''-(7;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B-03), 4,4'-다이페닐-4''-(4;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB), 4,4'-다이페닐-4''-(5;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB-02), 4-(4-바이페닐릴)-4''-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNB), 4-(3-바이페닐릴)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiAβNBi), 4-(4-바이페닐릴)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNBi), 4-페닐-4''-(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: αNBA1BP), 4,4'-비스(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: αNBB1BP), 4,4'-다이페닐-4''-[4''-(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]트라이페닐아민(약칭: YGTBi1BP), 4''-[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]트리스(1,1'-바이페닐-4-일)아민(약칭: YGTBi1BP-02), 4-[4''-(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]-4''-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: YGTBiβNB), N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-N-[4-(1-나프틸)페닐]-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: PCBNBSF), N,N-비스(바이페닐-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: BBASF), N,N-비스(바이페닐-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: BBASF(4)), N-(바이페닐-2-일)-N-(9, 9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: oFBiSF), N-(바이페닐-4-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)다이벤조퓨란-4-아민(약칭: FrBiF), N-[4-(1-나프틸)페닐]-N-[3-(6-페닐다이벤조퓨란-4-일)페닐]-1-나프틸아민(약칭: mPDBfBNBN), 4-페닐-4''-[4-(9-페닐플루오렌-9-일)페닐]트라이페닐아민(약칭: BPAFLBi), N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-4-아민, N,N-비스(9, 9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-3-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-2-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-1-아민 등을 들 수 있다.

[0176] 정공 수송성 재료로서는 그 외에도 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)인 폴리(N-마닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-마닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N, N'-비스(4-뷰틸페닐)-N, N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리스타이렌설포산(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리스타이렌설포산(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.

[0177] 다만 정공 수송성 재료는 상술한 것에 한정되지 않고, 공지의 다양한 재료 중 1종류 또는 복수 종류의 조합을 정공 수송성 재료로서 사용하여도 좋다.

[0178] 또한 정공 주입층(111, 111a, 111b)은 공지의 다양한 성막 방법을 사용하여 형성할 수 있고, 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다.

[0179] <정공 수송층>

[0180] 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 의하여 제 1 전극(101)으로부터 주입된 정공을 발광층(113, 113a, 113b, 113c)으로 수송하는 층이다. 또한 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 수송성 재료를 포함하는 층이다. 따라서 정공 수송층(112, 112a, 112b)에는 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료를 사용할 수 있다.

[0181] 또한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 같은 유기 화합물을 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에 사용할 수 있다. 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에 같

은 유기 화합물을 사용하면, 정공 수송층(112, 112a, 112b)으로부터 발광층(113, 113a, 113b, 113c)으로 정공을 효율적으로 수송할 수 있으므로 더 바람직하다.

[0182] <발광층>

[0183] 발광층(113, 113a, 113b, 113c)은 발광 물질을 포함하는 층이다. 발광 물질로서 이중항 여기 상태에서부터 발광하는 재료를 사용할 수 있다. 발광 물질은 이중항 여기 상태에서부터 발광하는 재료이면 특별히 한정되지 않지만, 실시형태 1에서 설명한 유기 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 발광층(113, 113a, 113b, 113c)은 발광 물질(게스트 재료)에 대하여 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물(호스트 재료 등)을 포함하여도 좋다.

[0184] 상기 호스트 재료로서 사용하는 유기 화합물로서는 발광층에 사용하는 호스트 재료로서의 조건을 만족시키면, 상술한 정공 수송층(112, 112a, 112b)에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료 또는 후술하는 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용할 수 있는 전자 수송성 재료 등의 유기 화합물을 들 수 있다.

[0185] 여기서 본 발명자들은 발광층에서 이중항 여기 상태에서부터 발광하는 재료를 발광 물질로서 사용할 때, 호스트 재료가 전자 수송성의 헤테로 방향족 화합물을 포함하는 것이 바람직하다는 것을 발견하였다. 이중항 발광 재료의 캐리어 수송성을 고려하면, 호스트 재료가 전자 수송의 역할을 가지는 것이 바람직하고, 또한 전자 수송 골격으로서 헤테로 방향족 고리가 안정적이기 때문이다. 호스트 재료로서 사용하는 전자 수송성의 헤테로 방향족 화합물로서는 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 이 경우의 발광 물질로서는 이중항 여기 상태에서부터 발광하는 재료이면 특별히 한정되지 않지만, 실시형태 1에서 설명한 유기 금속 착체가 바람직하다.

[0186] 상기 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 예를 들어 페난트롤린 유도체, 퀴놀린 유도체, 벤조퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 다이아진(피리미딘, 피라진, 피리다진) 유도체, 트리아진 유도체 등의 질소를 가지는 6원자 고리의 헤테로 방향족 고리를 포함하는 화합물이 있다. 이들 유도체의 헤테로 방향족 고리에는 벤젠 고리 등의 방향족 고리가 축합되어도 좋다. 또한 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예는 이들에 한정되지 않고, 상술한 정공 수송성 재료 또는 후술하는 전자 수송성 재료 등의 유기 화합물에서 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물을 선택할 수 있다.

[0187] <전자 수송층>

[0188] 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 후술하는 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 의하여 제 2 전극(102) 및 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 주입된 전자를 발광층(113, 113a, 113b, 113c)으로 수송하는 층이다. 또한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스는 전자 수송층이 적층 구조를 가짐으로써 내열성이 향상될 수 있다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 (600)일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질인 것이 바람직하다. 또한 정공보다 전자의 수송성이 높은 물질이면, 이들 외의 물질을 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 단층이어도 기능하지만, 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다. 또한 상기 혼합 재료는 내열성을 가지기 때문에, 이를 사용한 전자 수송층 위에서 포토리소그래피 공정을 수행함으로써, 열 공정이 디바이스 특성에 미치는 영향을 억제할 수 있다.

[0189] <<전자 수송성 재료>>

[0190] 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용할 수 있는 전자 수송성 재료로서는, 전자 수송성이 높은 유기 화합물을 사용할 수 있고, 예를 들어 헤테로 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 또한 헤테로 방향족 화합물이란, 고리 내에 상이한 원소를 적어도 2종류 포함하는 고리형 화합물이다. 또한 고리 구조에는 3원자 고리, 4원자 고리, 5원자 고리, 6원자 고리 등이 포함되지만, 특히 5원자 고리 또는 6원자 고리가 바람직하고, 포함되는 원소로서는 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헤테로 방향족 화합물이 바람직하다. 특히 질소를 포함하는 헤테로 방향족 화합물(질소 함유 헤테로 방향족 화합물)이 바람직하고, 질소 함유 헤테로 방향족 화합물 또는 이를 포함하는 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물 등의 전자 수송성이 높은 재료(전자 수송성 재료)를 사용하는 것이 바람직하다.

[0191] 또한 이 전자 수송 재료로서는 발광층에 사용한 재료와는 다른 재료를 사용할 수도 있다. 발광층에서 캐리어의 재결합에 의하여 생성된 여기자가 모두 반드시 발광에 기여할 수 있는 것은 아니며, 발광층에 접하는 층 또는 발광층 근방에 존재하는 층으로 확산되는 경우가 있다. 이 현상을 회피하기 위해서는 전자 수송 재료로서는 발

광층에 사용하는 재료와 상이한 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 효율이 높은 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

- [0192] 헤테로 방향족 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 유기 화합물이다.
- [0193] 또한 헤테로 방향족 고리는 피리딘 고리, 다이아진 고리, 트리아진 고리, 폴리아졸 고리, 옥사졸 고리, 및 싸이아졸 고리 등 중 어느 하나를 가진다. 또한 다이아진 고리를 포함하는 헤테로 방향족 고리에는 피리미딘 고리, 피라진 고리, 또는 피리다진 고리 등을 가지는 헤테로 방향족 고리가 포함된다. 또한 폴리아졸 고리를 포함하는 헤테로 방향족 고리에는 이미다졸 고리, 트리아졸 고리, 또는 옥사다리아졸 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리가 포함된다.
- [0194] 또한 헤테로 방향족 고리는 접합 고리 구조를 가지는 접합된 헤테로 방향족 고리를 포함한다. 또한 접합된 헤테로 방향족 고리로서는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다리아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 등을 들 수 있다.
- [0195] 또한 예를 들어 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 중에서, 5원자 고리 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물로서는 이미다졸 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 트리아졸 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 옥사졸 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 옥사다리아졸 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 싸이아졸 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 벤즈이미다졸 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등이 있다.
- [0196] 또한 예를 들어 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 중 6원자 고리 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물로서는 피리딘 고리, 다이아진 고리(피리미딘 고리, 피라진 고리, 피리다진 고리 등을 포함함), 트리아진 고리, 폴리아졸 고리 등의 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등이 있다. 또한 피리딘 고리가 연결된 구조인 헤테로 방향족 화합물의 예에 포함되지만, 바이피리딘 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 터피리딘 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등도 들 수 있다.
- [0197] 또한 상기 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 접합 고리 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물로서는, 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다리아진 고리(퓨로다리아진 고리의 퓨란 고리에 방향족 고리가 접합된 구조를 포함함), 벤즈이미다졸 고리 등의 접합된 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.
- [0198] 상기 5원자 고리 구조(폴리아졸 고리(이미다졸 고리, 트리아졸 고리, 옥사다리아졸 고리를 포함함), 옥사졸 고리, 싸이아졸 고리, 벤즈이미다졸 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 2-(4-바이페닐틸)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다리아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다리아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다리아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: C011), 3-(4-바이페닐틸)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트리아진(약칭: TAZ), 3-(4-tert-뷰틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐틸)-1,2,4-트리아진(약칭: p-EtTAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIIm-II), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등을 들 수 있다.
- [0199] 상기 6원자 고리 구조(피리딘 고리, 다이아진 고리, 트리아진 고리 등을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함함)를 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02), 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-7,7-다이메틸-5H,7H-인덴노[2,1-b]카바졸(약칭: mINc(II)PTzn), 2-[3'-(트라이페닐렌-2-일)바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mTpBPTzn), 2-(바이페닐-4-일)-4-페닐-6-(9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-일)-1,3,5-트리아진(약칭: BP-SFTzn), 2,6-비스(4-나프탈렌-1-일페닐)-4-[4-(3-피리딜)페닐]피리미딘(약칭: 2,4NP-6PyPPm), 3-[9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-2-다이벤조퓨란일]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCDBfTzn), 2-(바이페닐-3-일)-4-페닐-6-{8-[(1,1':4',1''-터페닐)-4-일]-1-다이벤조퓨란일}-1,3,5-트리아진(약칭: mBP-TPDBfTzn), 2-{3-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mDBtBPTzn), 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mFBPTzn) 등의 트리아진 고리를

가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mCzP2Pm), 9,9'-[피리미딘-4,6-다이일비스(바이페닐-3,3'-다이일)]비스(9H-카바졸)(약칭: 4,6mCzBP2Pm), 6-(바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm), 4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐-6-(바이페닐-4-일)피리미딘(약칭: 6BP-4Cz2PPm), 4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-8-(나프탈렌-2-일)-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8βN-4mDBtPBfpm), 8-(1,1'-바이페닐-4-일)-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8BP-4mDBtPBfpm), 9-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 9mDBtBPNfpr), 9-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-4-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 9pmDBtBPNfpr), 3,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]벤조퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 3,8mDBtP2Bfpr), 4,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4,8mDBtP2Bfpm), 8-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8mDBtBPNfpm), 8-[(2,2'-바이나프탈렌)-6-일]-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8(βN2)-4mDBtPBfpm) 등의 다이아진(피리미딘) 고리를 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다. 또한 상기 헤테로 방향족 고리를 포함하는 방향족 화합물에는 접합된 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물이 포함된다.

[0200] 그 외에도 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py), 2,2'-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 6, 6'(P-Bqn)2BPpy), 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스{4-[4-(2-나프틸)페닐]-6-페닐피리미딘}(약칭: 2,6(NP-PPm)2Py), 6-(바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm) 등의 다이아진(피리미딘) 고리를 포함하는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 2,4,6-트리스[3'-(피리딘-3-일)바이페닐-3-일]-1,3,5-트리아진(약칭: TmPPPyTz), 2,4,6-트리스(2-피리딜)-1,3,5-트리아진(약칭: 2Py3Tz), 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딜)-5-(9-페난트릴)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn) 등의 트리아진 고리를 포함하는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0201] 상기 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축환 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물(축환 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물)의 구체적인 예로서는 바소페난트롤린(약칭: Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-다이(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBphen), 2,2'-(1,3-페닐렌)비스(9-페닐-1,10-페난트롤린)(약칭: mPPhen2P), 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-다이페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2CzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II), 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq), 등의 퀴녹살린 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0202] 전자 수송층(114, 114a, 114b)에는 상술한 헤테로 방향족 화합물 외에도 이하에 제시하는 금속 착체를 사용할 수 있다. 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq₃), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Almq₃), 8-퀴놀리놀레이토리튬(약칭: Liq), BeBq₂, 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 등의 퀴놀린 고리 또는 벤조퀴놀린 고리를 포함하는 금속 착체, 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPB0), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸 고리 또는 싸이아졸 고리를 포함하는 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0203] 또한 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy)과 같은 고분자 화합물을 전자 수송층 재료로서 사용할 수도 있다.

[0204] 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 단층에 한정되지 않고, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 구조를 가져도 좋다.

[0205] <전자 주입층>

[0206] 전자 주입층(115, 115a, 115b)은 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)은 제 2 전극(102)으로부터의 전자의 주입 효율을 높이기 위한 층이고, 제 2 전극(102)에 사용하는 재료의 일함수의 값과, 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 사용하는 재료의 LUMO 준위의 값을 비교하였을 때, 그 차이가 작은(0.5eV 이하) 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 전자 주입층(115)에는 리튬, 세슘, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂), 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq), 2-(2-피리딜)페놀레이토 리튬(약칭: LiPP), 2-(2-피리딜)-3-피리디놀레이토리튬(약칭: LiPPy), 4-페닐-2-(2-피리딜)페놀레이토리튬(약칭: LiPPP), 리튬 산화물(LiO_x), 탄산 세슘 등과 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한 플루오린화 어븀(ErF₃), 이터븀(Yb)과 같은 희토류 금속 또는 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에는 상기 재료를 복수 종류 혼합하여 사용하여도 좋고, 상기 재료 중 복수 종류를 적층시켜 사용하여도 좋다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는, 예를 들어 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다. 또한 상술한 전자 수송층(114, 114a, 114b)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0207] 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 이러한 혼합 재료는 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는 발생한 전자의 수송에 우수한 재료를 사용하는 것이 바람직하고, 구체적으로는 예를 들어 상술한 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료(금속 착체 및 헤테로 방향족 화합물 등)를 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질을 사용하면 좋다. 구체적으로는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 및 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 이터븀 등을 들 수 있다. 또한 알칼리 금속 산화물 및 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한 산화 마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한 테트라싸이아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한 이들 재료를 복수 적층시켜 사용하여도 좋다.

[0208] 그 외에도, 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 유기 화합물과 금속을 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 또한 여기서 사용하는 유기 화합물은 LUMO 준위가 -3.6eV 이상 -2.3eV 이하인 것이 바람직하다. 또한 비공유 전자쌍을 포함하는 재료가 바람직하다.

[0209] 따라서 상기 혼합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 전자 수송층에 사용할 수 있는 재료로서 상술한, 헤테로 방향족 화합물을 금속과 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 헤테로 방향족 화합물로서는, 5원자 고리 구조(이미다졸 고리, 트리아졸 고리, 옥사졸 고리, 옥사다리아졸 고리, 싸이아졸 고리, 벤즈이미다졸 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조(피리딘 고리, 다이아진 고리(피리미딘 고리, 피라진 고리, 피리다진 고리 등을 포함함), 트리아진 고리, 바이피리딘 고리, 터피리딘 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축환 구조(퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 페난트릴린 고리 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등의 비공유 전자쌍을 포함하는 재료가 바람직하다. 구체적인 재료에 대해서는 상술하였기 때문에, 여기서 설명은 생략한다.

[0210] 또한 상기 혼합 재료에 사용하는 금속으로서, 주기율표의 5족, 7족, 9족, 또는 11족에 속하는 전이 금속 및 13족에 속하는 재료를 사용하는 것이 바람직하고, 예를 들어 Ag, Cu, Al, 또는 In 등이 있다. 또한 이때 유기 화합물은 전이 금속과의 사이에 반점유 궤도(SOMO: Singly Occupied Molecular Orbital)를 형성한다.

[0211] 또한 예를 들어 발광층(113b)으로부터 얻어지는 광을 증폭시키는 경우에는, 제 2 전극(102)과 발광층(113b) 사이의 광학 거리를, 발광층(113b)이 나타내는 광의 파장 λ 의 1/4 미만이 되도록 하는 것이 바람직하다. 이 경우, 전자 수송층(114b) 또는 전자 주입층(115b)의 막 두께를 바꿈으로써 조절할 수 있다.

[0212] 또한 도 1의 (D)에 나타난 발광 디바이스와 같이 2개의 EL층(103a, 103b) 사이에 전하 발생층(106)을 제공함으로써, 복수의 EL층이 한 쌍의 전극 사이에 적층된 구조(탠덤 구조라고도 함)로 할 수도 있다.

[0213] <전하 발생층>

[0214] 전하 발생층(106)은 제 1 전극(양극)(101)과 제 2 전극(음극)(102) 사이에 전압을 인가하였을 때, EL층(103a)에 전자를 주입하고, EL층(103b)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 또한 전하 발생층(106)은 정공 수송성 재료에 전자 수용체(억셉터)가 첨가된 구성(P형층이라고도 함)이어도 좋고, 전자 수송성 재료에 전자 공여체(도너)가

첨가된 구성(전자 주입 버퍼층이라고도 함)이어도 좋다. 또한 이들 양쪽 구성이 적층되어도 좋다. 또한 P형층과 전자 주입 버퍼층 사이에 전자 릴레이층이 제공되어도 좋다. 또한 상술한 재료를 사용하여 전하 발생층(106)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0215] 전하 발생층(106)에서 유기 화합물인 정공 수송성 재료에 전자 수용체가 첨가된 구성(P형층)으로 하는 경우, 정공 수송성 재료로서는 본 실시형태에서 설명한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 수용체로서는 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄 등을 들 수 있다. 또한 상술한 억제제 재료를 사용하여도 좋다. 또한 P형층을 구성하는 재료를 혼합하여 이루어지는 혼합막으로 하여도 좋고, 각 재료를 포함하는 단일막을 적층시켜도 좋다.

[0216] 또한 전하 발생층(106)에서 전자 수송성 재료에 전자 공여체가 첨가된 구성(전자 주입 버퍼층)으로 하는 경우, 전자 수송성 재료로서는 본 실시형태에서 설명한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 공여체로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 원소 주기율표의 2족, 13족에 속하는 금속, 또는 이들의 산화물, 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이터븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬(Li₂O), 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 테트라사이아노프탈렌과 같은 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.

[0217] 전하 발생층(106)에서 P형층과 전자 주입 버퍼층 사이에 전자 릴레이층을 제공하는 경우, 전자 릴레이층은 적어도 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하고, 전자 주입 버퍼층과 P형층의 상호 작용을 방지하여 전자를 원활하게 전달하는 기능을 가진다. 전자 릴레이층에 포함되는 전자 수송성을 가지는 물질의 LUMO 준위는, P형층에서의 억제제성 물질의 LUMO 준위와, 전하 발생층(106)과 접하는 전자 수송층에 포함되는 전자 수송성을 가지는 물질의 LUMO 준위 사이인 것이 바람직하다. 전자 릴레이층에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질에서의 LUMO 준위의 구체적인 에너지 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하로 하는 것이 좋다. 또한 전자 릴레이층에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질로서는 프탈로사이아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 포함하는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0218] 또한 도 1의 (D)에는 2개의 EL층(103)이 적층된 구성을 나타내었지만, 상이한 EL층 사이에 전하 발생층을 제공하여 3개 이상의 EL층이 적층된 구조로 하여도 좋다.

[0219] <캡층>

[0220] 또한 도 1의 (A) 내지 (E)에는 나타나지 않았지만, 발광 디바이스의 제 2 전극(102) 위에 캡층을 제공하여도 좋다. 캡층에는 예를 들어 굴절률이 높은 재료를 사용할 수 있다. 캡층을 제 2 전극(102) 위에 제공함으로써, 제 2 전극(102)으로부터 사출되는 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다.

[0221] 캡층에 사용할 수 있는 재료의 구체적인 예로서 5,5'-다이페닐-2,2'-다이-5H-[1]벤조티에노[3,2-c]카바졸(약칭: BisBTc), 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II) 등을 들 수 있다.

[0222] <기판>

[0223] 본 실시형태에서 설명한 발광 디바이스는 다양한 기판 위에 형성할 수 있다. 또한 기판의 종류는 특정한 것에 한정되지 않는다. 기판의 일례로서는 반도체 기판(예를 들어 단결정 기판 또는 실리콘 기판), SOI 기판, 유리 기판, 석영 기판, 플라스틱 기판, 금속 기판, 스테인리스강 기판, 스테인리스강 포일을 포함하는 기판, 텅스텐 기판, 텅스텐 포일을 포함하는 기판, 가요성 기판, 접합 필름, 섬유상 재료를 포함하는 종이, 또는 기재 필름 등을 들 수 있다.

[0224] 또한 유리 기판의 일례로서는 바륨boro실리케이트 유리, 알루미늄boro실리케이트 유리, 또는 소다석회 유리 등을 들 수 있다. 또한 가요성 기판, 접합 필름, 기재 필름 등의 일례로서는, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에테실론(PES)으로 대표되는 플라스틱, 아크릴 수지 등의 합성 수지, 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리플루오린화바이닐, 폴리염화바이닐, 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시 수지, 무기 증착 필름, 또는 종이류 등을 들 수 있다.

[0225] 또한 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스의 제작에는, 증착법 등의 기상법, 스핀 코팅법 및 잉크젯법 등의 액상법을 사용할 수 있다. 증착법을 사용하는 경우에는, 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 이온 빔 증착법, 분자선 증착법, 진공 증착법 등의 물리 기상 증착법(PVD법), 화학 기상 증착법(CVD법) 등을 사용할 수 있다. 특히

발광 디바이스의 EL층에 포함되는 다양한 기능을 가지는 층(정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115))은, 증착법(진공 증착법 등), 도포법(딥 코팅법, 다이 코팅법, 바 코팅법, 스핀 코팅법, 스프레이 코팅법 등), 인쇄법(잉크젯법, 스크린(공판 인쇄)법, 오프셋(평판 인쇄)법, 플렉소(철판 인쇄)법, 그라비아법, 마이크로 콘택트법 등) 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0226] 또한 상기 도포법, 인쇄법 등의 성막 방법을 적용하는 경우, 고분자 화합물(올리고머, 텐드리머, 폴리머 등), 중분자 화합물(저분자와 고분자의 중간 영역의 화합물: 분자량 400 이상 4000 이하), 무기 화합물(퀀텀닷(quantum dot) 재료 등) 등을 사용할 수 있다. 또한 퀀텀닷 재료로서는 콜로이드상 퀀텀닷 재료, 합금형 퀀텀닷 재료, 코어·셀형 퀀텀닷 재료, 코어형 퀀텀닷 재료 등을 사용할 수 있다.

[0227] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스의 EL층(103)을 구성하는 각 층(정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115))에는, 본 실시형태에서 제시하는 재료에 한정되지 않고, 각 층의 기능을 만족시킬 수 있는 것이라면 이들 외의 재료를 조합하여 사용할 수도 있다.

[0228] 또한 본 명세서 등에서 "층"이라는 용어와 "막"이라는 용어는 적절히 서로 바꿔 사용할 수 있다.

[0229] 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0230] (실시형태 3)

[0231] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 수발광 장치의 구체적인 구성에 및 제조 방법의 일례를 설명하기 위하여 수발광 장치(700)에 대하여 설명한다. 또한 수발광 장치(700)는 발광 디바이스를 가지기 때문에, 발광 장치라고도 할 수 있고, 수광 디바이스를 가지기 때문에 수광 장치라고 할 수도 있고, 전자 기기 등의 표시부에 적용할 수 있기 때문에 표시 패널 또는 표시 장치라고도 할 수 있다.

[0232] <수발광 장치(700)의 구성예>

[0233] 도 2의 (A)에 나타난 수발광 장치(700)는 제 1 기판(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 수광 디바이스(550PS)를 가진다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 게이트 드라이버 및 소스 드라이버 등의 구동 회로 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 수광 디바이스(550PS)에 각각 전기적으로 접속되어, 이들을 구동할 수 있다. 또한 수발광 장치(700)는 기능층(520) 및 각 디바이스(발광 디바이스 및 수광 디바이스) 위에 절연층(705)을 포함하고, 절연층(705)은 제 2 기판(770)과 기능층(520)을 접합하는 기능을 가진다.

[0234] 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에서 설명한 디바이스 구조를 가지고, 수광 디바이스(550PS)는 실시형태 8에서 후술하는 디바이스 구조를 가진다. 또한 각 디바이스 사이에서 EL층(103)(도 1의 (A) 참조)의 구성이 각각 다르고, 예를 들어 EL층(103B)이 가지는 발광층(105B)은 청색의 광, EL층(103G)이 가지는 발광층(105G)은 녹색의 광, EL층(103R)이 가지는 발광층(105R)은 적색의 광을 각각 사출할 수 있다.

[0235] 또한 본 실시형태에서는 각 디바이스(복수의 발광 디바이스 및 수광 디바이스)를 분리 형성하는 경우에 대하여 설명하지만, 발광 디바이스의 EL층의 일부(정공 주입층, 정공 수송층, 및 전자 수송층)와 수광 디바이스의 활성층의 일부(정공 주입층, 정공 수송층, 및 전자 수송층)가 제조 공정에서 같은 재료로 동시에 형성되어도 좋다. 실시형태 8에서 자세히 설명한다.

[0236] 또한 본 명세서 등에서는 각색의 발광 디바이스(예를 들어 청색(B), 녹색(G), 및 적색(R))의 발광층 및 수광 디바이스의 수광층을 따로따로 형성하거나 구분하여 형성하는 구조를 SBS(Side By Side) 구조라고 부르는 경우가 있다. 또한 도 2의 (A)에 나타난 수발광 장치(700)에서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 수광 디바이스(550PS)는 이 순서대로 배열되어 있지만, 본 발명의 일 형태는 이 구성에 한정되지 않는다. 예를 들어 수발광 장치(700)에서 이들 디바이스가 발광 디바이스(550R), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550B), 수광 디바이스(550PS)의 순서로 배열되어도 좋다.

[0237] 도 2의 (A)에서 발광 디바이스(550B)는 전극(551B)과, 전극(552)과, 전극(551B)과 전극(552) 사이에 끼워진 EL층(103B)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550G)는 전극(551G)과, 전극(552)과, 전극(551G)과 전극(552) 사이에 끼워진 EL층(103G)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550R)는 전극(551R)과, 전극(552)과, 전극(551R)과 전극(552) 사이에 끼워진 EL층(103R)을 가진다. EL층(103B, 103G, 103R)은 발광층(105B, 105G, 105R)을 포함한 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 또한 발광 디바이스의 각 층의 구체적인 구성은

실시형태 2에서 설명한 바와 같다.

- [0238] 또한 도 2의 (A)에서 수광 디바이스(550PS)는 전극(551PS)과, 전극(552)과, 전극(551PS)과 전극(552) 사이에 끼워진 수광층(103PS)을 가진다. 수광층(103PS)은 활성층(105PS)을 포함한 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 또한 수광 디바이스의 구체적인 구성은 실시형태 8에서 설명한 바와 같다.
- [0239] 도 2의 (A)에는 EL층(103B)이 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 전자 수송층(108B), 및 전자 주입층(109)을 가지고, EL층(103G)이 정공 주입·수송층(104G), 발광층(105G), 전자 수송층(108G), 및 전자 주입층(109)을 가지고, EL층(103R)이 정공 주입·수송층(104R), 발광층(105R), 전자 수송층(108R), 및 전자 주입층(109)을 가지고, 수광층(103PS)이 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 전자 수송층(108PS), 및 전자 주입층(109)을 가지는 경우를 나타내었지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0240] 또한 전자 수송층(108B, 108G, 108R, 108PS)은 양극 측으로부터 발광층(105B, 105G, 105R) 및 수광 디바이스의 활성층(105PS)을 통과하여 음극 측으로 이동하는 정공을 차단하기 위한 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)은 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋다.
- [0241] 또한 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 EL층(103B, 103G, 103R)에 포함되는 층 중 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R), 발광층(105B, 105G, 105R), 및 전자 수송층(108B, 108G, 108R)의 측면(또는 단부), 그리고 수광층(103PS)에 포함되는 층 중 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 및 전자 수송층(108PS)의 측면(또는 단부)에는 절연층(107)이 형성되어도 좋다. 절연층(107)은 EL층(103B, 103G, 103R) 및 수광층(103PS)의 측면(또는 단부)에 접하여 형성된다. 이에 의하여, EL층(103B, 103G, 103R) 및 수광층(103PS)의 측면으로부터 내부에 대한 산소, 수분, 또는 이들의 구성 원소의 침입을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)에는 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등을 사용할 수 있다. 또한 절연층(107)은 상술한 재료를 사용하여 적층시켜 형성되어도 좋다. 또한 절연층(107)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있지만, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다. 또한 절연층(107)은 인접한 발광 디바이스의 EL층(103B, 103G, 103R)의 일부 또는 수광 디바이스의 수광층(103PS)의 일부의 측면(또는 단부)을 연속적으로 덮는 구조를 가진다. 예를 들어 도 2의 (A)에서 발광 디바이스(550B)의 EL층(103B)의 일부와 발광 디바이스(550G)의 EL층(103G)의 일부의 측면은 절연층(107)으로 덮여 있다. 또한 절연층(107)으로 덮인 영역에는 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 절연 재료로 이루어지는 격벽(528)이 형성되는 것이 좋다.
- [0242] 또한 도 2의 (A)에서 전자 주입층(109) 및 전극(552)은 각 디바이스(550B, 550G, 550R, 550PS) 사이에 공유되는 층(공통층)이다. 또한 전자 주입층(109)은 2층 이상의 적층 구조(예를 들어 전기 저항이 다른 층의 적층 등)로 하여도 좋다.
- [0243] 전극(551B, 551G, 551R, 551PS), EL층(103B, 103G, 103R)의 일부, 및 수광층(103PS)의 일부 사이에는 각각 격벽(528)을 가진다. 또한 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 각 디바이스의 전극(551B, 551G, 551R, 551PS), EL층(103B, 103G, 103R)의 일부, 및 수광층(103PS)의 일부와 격벽(528)은 절연층(107)을 개재하여 측면(또는 단부)에서 접한다.
- [0244] 각 EL층 및 수광층에서 특히 양극과 발광층 사이 및 양극과 활성층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많기 때문에, 인접한 발광 디바이스에 공유되는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이 각 EL층 및 수광층 사이에 절연 재료로 이루어지는 격벽(528)을 제공함으로써 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.
- [0245] 또한 본 실시형태에서 설명하는 제조 방법에서는 패터닝 공정의 도중에 EL층 및 수광층의 측면(또는 단부)이 노출된다. 그러므로 EL층 및 수광층의 측면(또는 단부)으로부터 산소, 물 등이 침입하여 EL층 및 수광층의 열화가 진행되기 쉬워진다. 따라서 격벽(528)을 제공함으로써, 제조 공정에서의 EL층 및 수광층의 열화를 억제할 수 있다.
- [0246] 또한 격벽(528)을 제공함으로써, 인접한 디바이스 사이에 형성된 오목부를 평탄화할 수도 있다. 또한 오목부가 평탄화되면 각 EL층 및 수광층 위에 형성되는 전극(552)의 단선을 억제할 수 있다. 또한 격벽(528)의 형성에 사용하는 절연 재료로서는, 예를 들어 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 에폭시 수지, 이미드 수지, 폴리아마이드 수지, 폴리이미드아마이드 수지, 실리콘(silicone) 수지, 실록세인 수지, 벤조사이클로뷰텐계 수지, 페놀 수지, 및 이들 수지의 전구체 등의 유기 재료를 적용할 수 있다. 또한 폴리비닐알코올(PVA), 폴리비닐부티랄, 폴리비닐피롤리돈, 폴리에틸렌글라이콜, 폴리글리세린, 폴루란, 수용성 셀룰로스, 또는 알코올 가용성 폴리아마

이드 수지 등의 유기 재료를 사용하여도 좋다. 또한 포토레지스트 등의 감광성 수지를 사용할 수 있다. 또한 감광성 수지로서는 포지티브형 재료 또는 네거티브형 재료를 사용할 수 있다.

[0247] 감광성 수지를 사용함으로써, 노광 공정 및 현상 공정만으로 격벽(528)을 제작할 수 있다. 또한 네거티브형 감광성 수지(예를 들어 레지스트 재료 등)를 사용하여 격벽(528)을 형성하여도 좋다. 또한 격벽(528)으로서 유기 재료를 포함한 절연층을 사용하는 경우, 가시광을 흡수하는 재료를 사용하는 것이 적합하다. 격벽(528)에 가시광을 흡수하는 재료를 사용함으로써, EL층으로부터의 발광을 격벽(528)에 의하여 흡수할 수 있어, 인접한 EL층 및 수광층에 누설될 수 있는 광(미광)을 억제할 수 있다. 따라서 표시 품위가 높은 표시 패널을 제공할 수 있다.

[0248] 또한 격벽(528)의 상면의 높이와, EL층(103B, 103G, 103R) 및 수광층(103PS) 중 어느 것의 상면의 높이의 차이는, 예를 들어 격벽(528)의 두께의 0.5배 이하가 바람직하고, 0.3배 이하가 더 바람직하다. 또한 예를 들어 EL층(103B), EL층(103G), EL층(103R), 및 수광층(103PS) 중 어느 것의 상면이 격벽(528)의 상면보다 높아지도록 격벽(528)을 제공하여도 좋다. 또한 예를 들어 격벽(528)의 상면이 EL층(103B), EL층(103G), EL층(103R), 및 수광층(103PS)의 상면보다 높아지도록 격벽(528)을 제공하여도 좋다.

[0249] 1000ppi를 넘는 고정세의 수발광 장치(표시 패널)에서 EL층(103B), EL층(103G), EL층(103R), 및 수광층(103PS) 사이가 전기적으로 도통되면, 크로스토크가 발생하여 수발광 장치가 표시할 수 있는 색역이 좁아진다. 1000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 바람직하게는 2000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 더 바람직하게는 5000ppi를 넘는 초고정세의 표시 패널에 격벽(528)을 제공함으로써 선명한 색채를 표시할 수 있는 표시 패널을 제공할 수 있다.

[0250] 또한 도 2의(B) 및 (C)는 도 2의 (A)의 단면도에서의 일점쇄선 Ya-Yb에 대응한 수발광 장치(700)의 상면 개략도이다. 즉 발광 디바이스(550B, 550G, 550R)는 각각 매트릭스 형태로 배열되어 있다. 또한 도 2의 (B)에는 X 방향으로 동일한 색의 발광 디바이스가 배열되는, 소위 스트라이프 배열을 나타내었다. 또한 도 2의 (C)에는 X 방향으로 동일한 색의 발광 디바이스가 배열되고, 화소마다 패턴이 형성된 구성을 나타내었다. 또한 발광 디바이스의 배열 방법은 이들에 한정되지 않고, 델타 배열, 지그재그 배열 등의 배열 방법을 적용하여도 좋고, 펜타일 배열, 다이아몬드 배열 등을 사용할 수도 있다.

[0251] 또한 각 EL층(103B, 103G, 103R) 및 수광층(103PS)의 분리 가공에서, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성이 수행되기 때문에, 고정세의 수발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성으로 가공된 EL층의 각 층의 단부(측면)는 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일한 평면 위에 위치하는) 형상이 된다. 또한 포토리소그래피법에 의한 패턴 형성에 의하여 가공된 수광층의 각 층의 측면(단부)은 실질적으로 동일 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 위에 위치하는) 형상이 된다. 또한 이때 각 EL층과 수광층 사이의 간격(580)의 폭(SE)은 5 μ m 이하가 바람직하고, 1 μ m 이하가 더 바람직하다.

[0252] EL층에서 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많기 때문에, 인접한 발광 디바이스가 공유하는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 되는 경우가 있다. 따라서 본 구성예에서 설명하는 바와 같이, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성으로 EL층을 분리 가공함으로써, 인접한 발광 디바이스 사이에서 발생하는 크로스토크를 억제할 수 있다.

[0253] 또한 도 2의 (D)는 도 2의 (B) 및 (C)에서의 일점쇄선 C1-C2에 대응한 단면 개략도이다. 도 2의 (D)에는 접속 전극(551C)과 전극(552)이 전기적으로 접속되는 접속부(130)를 나타내었다. 접속부(130)에서는 접속 전극(551C) 위에 전극(552)이 접하여 제공되어 있다. 또한 접속 전극(551C)의 단부를 덮어 격벽(528)이 제공되어 있다.

[0254] <수발광 장치의 제조 방법의 예>

[0255] 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이 전극(551B), 전극(551G), 전극(551R), 및 전극(551PS)을 형성한다. 예를 들어 제 1 기판(510) 위에 형성된 기능층(520) 위에 도전막을 형성하고, 포토리소그래피법을 사용하여 소정의 형상으로 가공한다.

[0256] 또한 도전막은 스퍼터링법, 화학 기상 퇴적(CVD: Chemical Vapor Deposition)법, 분자선 에피택시(MBE: Molecular Beam Epitaxy)법, 진공 증착법, 펄스 레이저 퇴적(PLD: Pulsed Laser Deposition)법, 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법 등을 사용하여 형성할 수 있다. CVD법으로서는 플라스마 화학 기상 퇴적(PECVD: Plasma Enhanced CVD)법 또는 열 CVD법 등이 있다. 또한 열 CVD법 중 하나에 유기 금속 화학 기상 퇴

적(MOCVD: Metal Organic CVD)법이 있다.

- [0257] 또한 도전막은 상술한 포토리소그래피법 외에, 나노 임프린트법, 샌드블라스트법, 리프트 오프법 등으로 박막이 가공되어도 좋다. 또한 메탈 마스크 등의 차폐 마스크를 사용한 성막 방법으로 섬 형상의 박막을 직접 형성하여도 좋다.
- [0258] 포토리소그래피법에는 대표적으로는 다음 두 가지 방법이 있다. 하나는 가공하고자 하는 박막 위에 레지스트 마스크를 형성하고, 에칭 등에 의하여 상기 박막을 가공하고, 레지스트 마스크를 제거하는 방법이다. 다른 하나는 감광성을 가지는 박막을 성막한 후에, 노광, 현상을 수행하여 상기 박막을 원하는 형상으로 가공하는 방법이다. 또한 전자의 방법을 수행하는 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake) 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정을 필요로 한다. 본 발명의 일 형태에서는 도전막의 가공뿐만 아니라 EL층의 형성에 사용하는 박막(유기 화합물로 이루어지는 막 또는 유기 화합물을 일부에 포함하는 막)의 가공에도 리소그래피법을 사용한다.
- [0259] 포토리소그래피법에서 노광에 사용하는 광으로서는 예를 들어 i선(파장 365nm), g선(파장 436nm), h선(파장 405nm), 또는 이들을 혼합한 광을 사용할 수 있다. 그 외에 자외선, KrF 레이저 광, 또는 ArF 레이저 광 등을 사용할 수도 있다. 또한 액침 노광 기술에 의하여 노광을 수행하여도 좋다. 또한 노광에 사용하는 광으로서는 극단 자외(EUV: Extreme Ultra-violet)광 또는 X선을 사용하여도 좋다. 또한 노광에 사용하는 광 대신에 전자 빔을 사용할 수도 있다. 극단 자외광, X선, 또는 전자 빔을 사용하면, 매우 미세한 가공을 수행할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 전자 빔 등의 빔을 조사하여 노광을 수행하는 경우에는 포토마스크가 불필요하다.
- [0260] 레지스트 마스크를 사용한 박막의 에칭에는 드라이 에칭법, 웨트 에칭법, 샌드블라스트법 등을 사용할 수 있다.
- [0261] 다음으로 도 3의 (B)에 나타낸 바와 같이 전극(551B), 전극(551G), 전극(551R), 및 전극(551PS) 위에 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)을 형성한다. 또한 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)의 형성에는 예를 들어 진공 증착법을 사용할 수 있다. 또한 전자 수송층(108B) 위에 희생층(110B)을 형성한다. 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)의 형성에서 재료로서는 실시형태 1 및 실시형태 2에서 제시한 재료를 사용할 수 있다.
- [0262] 또한 희생층(110B)으로서는 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)에 수행하는 에칭 처리에 대한 내성이 높은 막, 즉 에칭 선택비가 높은 막을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 희생층(110B)은 에칭 선택비가 서로 다른 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조인 것이 바람직하다. 또한 희생층(110B)으로서는 EL층(103B)에 대한 대미지가 적은 웨트 에칭법으로 제거할 수 있는 막을 사용할 수 있다. 웨트 에칭에 사용하는 에칭 재료로서는 옥살산 등을 사용할 수 있다. 또한 본 명세서 등에서 희생층을 마스크층이라고 불러도 좋다.
- [0263] 희생층(110B)으로서는 예를 들어 금속막, 합금막, 금속 산화물막, 반도체막, 무기 절연막 등의 무기막을 사용할 수 있다. 또한 희생층(110B)은 스퍼터링법, 증착법, CVD법, ALD법 등의 각종 성막 방법으로 형성할 수 있다.
- [0264] 희생층(110B)에는 예를 들어 금, 은, 백금, 마그네슘, 니켈, 텅스텐, 크로뮴, 몰리브데넘, 철, 코발트, 구리, 팔라듐, 타이타늄, 알루미늄, 이트륨, 지르코늄, 및 탄탈럼 등의 금속 재료, 또는 상기 금속 재료를 포함하는 합금 재료를 사용할 수 있다. 특히 알루미늄 또는 은 등의 저융점 재료를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0265] 또한 희생층(110B)에는 인듐 갈륨 아연 산화물(In-Ga-Zn 산화물, IGZO라고도 표기함) 등의 금속 산화물을 사용할 수 있다. 또한 산화 인듐, 인듐 아연 산화물(In-Zn 산화물), 인듐 주석 산화물(In-Sn 산화물), 인듐 타이타늄 산화물(In-Ti 산화물), 인듐 주석 아연 산화물(In-Sn-Zn 산화물), 인듐 타이타늄 아연 산화물(In-Ti-Zn 산화물), 인듐 갈륨 주석 아연 산화물(In-Ga-Sn-Zn 산화물) 등을 사용할 수 있다. 또는 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물 등을 사용할 수도 있다.
- [0266] 또한 상기 갈륨 대신에 원소 M(M은 알루미늄, 실리콘, 붕소, 이트륨, 구리, 바나듐, 베릴륨, 타이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브데넘, 란타넘, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텅스텐, 및 마그네슘에서 선택된 1종류 또는 복수 종류)을 사용한 경우에도 적용할 수 있다. 특히 M은 갈륨, 알루미늄, 및 이트륨 중에서 선택된 1종류 또는 복수 종류로 하는 것이 바람직하다.
- [0267] 또한 희생층(110B)에는 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화 실리콘 등의 무기 절연 재료를 사용할 수 있다.
- [0268] 또한 희생층(110B)에는 최상부에 위치하는 전자 수송층(108B)에 대하여 화학적으로 안정적인 용매에 용해될 수 있는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 특히 물 또는 알코올에 용해되는 재료를 희생층(110B)에 적합하게 사

용할 수 있다. 희생층(110B)의 성막에서는 재료를 물 또는 알코올 등의 용매에 용해시킨 상태에서 습식의 성막 방법으로 도포한 후에, 용매를 증발시키기 위한 가열 처리를 수행하는 것이 바람직하다. 이때 감압 분위기하에서 가열 처리를 수행하면, 저온에서 또한 단시간에 용매를 제거할 수 있기 때문에, 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)에 대한 열적인 대미지를 저감할 수 있어 바람직하다.

[0269] 또한 희생층(110B)을 적층 구조로 하는 경우에는, 상술한 재료로 형성되는 층을 제 1 희생층으로 하고, 그 위에 제 2 희생층을 형성하여 적층 구조로 할 수 있다.

[0270] 이 경우의 제 2 희생층은 제 1 희생층을 에칭할 때의 하드 마스크로서 사용하는 막이다. 또한 제 2 희생층의 가공 시에는 제 1 희생층이 노출된다. 따라서 제 1 희생층과 제 2 희생층에는 서로 에칭 선택비가 높은 막의 조합을 선택한다. 그러므로 제 1 희생층의 에칭 조건 및 제 2 희생층의 에칭 조건에 따라, 제 2 희생층에 사용할 수 있는 막을 선택할 수 있다.

[0271] 예를 들어 제 2 희생층의 에칭으로서 플루오린을 포함하는 가스(플루오린계 가스라고도 함)를 사용한 드라이 에칭을 사용하는 경우에는, 제 2 희생층에 실리콘, 질화 실리콘, 산화 실리콘, 텅스텐, 타이타늄, 몰리브데넘, 탄탈럼, 질화 탄탈럼, 몰리브데넘과 나이오븀을 포함하는 합금, 또는 몰리브데넘과 텅스텐을 포함하는 합금 등을 사용할 수 있다. 여기서 상기 플루오린계 가스를 사용한 드라이 에칭에서 에칭 선택비를 높게 할 수 있는(즉 에칭 속도를 낮출 수 있는) 막으로서는 IGZO, ITO 등의 금속 산화물막 등이 있으며, 이를 제 1 희생층에 사용할 수 있다.

[0272] 또한 제 2 희생층의 재료는 상기에 한정되지 않고, 제 1 희생층의 에칭 조건 및 제 2 희생층의 에칭 조건에 따라 다양한 재료에서 선택할 수 있다. 예를 들어 상기 제 1 희생층에 사용할 수 있는 막에서 선택할 수도 있다.

[0273] 또한 제 2 희생층으로서는 예를 들어 질화물막을 사용할 수도 있다. 구체적으로는 질화 실리콘, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 타이타늄, 질화 탄탈럼, 질화 텅스텐, 질화 갈륨, 질화 저마늄 등의 질화물을 사용할 수도 있다.

[0274] 또는 제 2 희생층으로서 산화물막을 사용할 수 있다. 대표적으로는 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 산화 알루미늄, 산화질화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화질화 하프늄 등의 산화물막 또는 산질화물막을 사용할 수 있다.

[0275] 다음으로 도 3의 (C)에 나타낸 바와 같이 희생층(110B) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: RES)으로 형성한다. 또한 이러한 방법을 수행하는 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake) 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정을 필요로 한다. 예를 들어 PAB 온도는 약 100℃, PEB 온도는 약 120℃이다. 그러므로 이들 처리 온도에 견딜 수 있는 발광 디바이스일 필요가 있다.

[0276] 다음으로 얻어진 레지스트 마스크(RES)를 사용하여, 레지스트 마스크(RES)로 덮이지 않는 희생층(110B)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크(RES)를 제거한 후, 희생층(110B)으로 덮이지 않는 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)의 일부를 에칭에 의하여 제거하여, 전극(551B) 위에 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면과 교차되는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)을 가공한다. 또한 에칭에는 드라이 에칭을 채용하는 것이 바람직하다. 희생층(110B)이 상기 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크(RES)를 사용하여 제 2 희생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크(RES)를 제거하고, 제 2 희생층을 마스크로서 사용하여 제 1 희생층의 일부를 에칭하여, 정공 주입·수송층(104B), 발광층(105B), 및 전자 수송층(108B)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 이들 에칭 처리를 통하여 도 4의 (A)의 형상을 얻는다.

[0277] 다음으로 도 4의 (B)에 나타낸 바와 같이 희생층(110B), 전극(551G), 전극(551R), 및 전극(551PS) 위에 정공 주입·수송층(104G), 발광층(105G), 및 전자 수송층(108G)을 형성한다. 정공 주입·수송층(104G), 발광층(105G), 및 전자 수송층(108G)의 형성에서, 재료로서는 실시형태 1 및 실시형태 2에서 제시한 재료를 사용할 수 있다. 또한 정공 주입·수송층(104G), 발광층(105G), 및 전자 수송층(108G)의 형성에는, 예를 들어 진공 증착법을 사용할 수 있다.

[0278] 다음으로 도 4의 (C)에 나타낸 바와 같이 전자 수송층(108G) 위에 희생층(110G)을 형성하고, 희생층(110G) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: RES)으로 형성하고, 얻어진 레지스트 마스크로 덮이지 않은 희생층(110G)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크를 제거한 후, 희생층(110G)으로 덮이지 않은 정공 주입·수송층(104G), 발광층(105G), 및 전자 수송층(108G)의 일부를 에칭에 의하여 제거하여 전극(551G) 위에 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면과 교차되

는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 정공 주입·수송층(104G), 발광층(105G), 및 전자 수송층(108G)을 가공한다. 또한 에칭에는 드라이 에칭을 채용하는 것이 바람직하다. 또한 회생층(110G)에는 회생층(110B)과 같은 재료를 사용할 수 있고, 회생층(110G)이 상기 제 1 회생층과 제 2 회생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크(RES)를 사용하여 제 2 회생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크(RES)를 제거하고, 제 2 회생층을 마스크로서 사용하여 제 1 회생층의 일부를 에칭하여, 정공 주입·수송층(104G), 발광층(105G), 및 전자 수송층(108G)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 이들의 에칭 처리를 통하여 도 5의 (A)의 형상을 얻는다.

[0279] 다음으로 도 5의 (B)에 나타난 바와 같이 회생층(110B), 회생층(110G), 전극(551R), 및 전극(551PS) 위에 정공 주입·수송층(104R), 발광층(105R), 및 전자 수송층(108R)을 형성한다. 정공 주입·수송층(104R), 발광층(105R), 및 전자 수송층(108R)의 형성에서, 재료로서는 실시형태 1 및 실시형태 2에서 제시한 재료를 사용할 수 있다. 또한 정공 주입·수송층(104R), 발광층(105R), 및 전자 수송층(108R)의 형성에는, 예를 들어 진공 증착법을 사용할 수 있다.

[0280] 다음으로 도 5의 (C)에 나타난 바와 같이 전자 수송층(108R) 위에 회생층(110R)을 형성하고, 회생층(110R) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: RES)으로 형성하고, 얻어진 레지스트 마스크(RES)로 덮이지 않는 회생층(110R)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크(RES)를 제거한 후, 회생층(110R)으로 덮이지 않는 정공 주입·수송층(104R), 발광층(105R), 및 전자 수송층(108R)의 일부를 에칭에 의하여 제거하여, 전극(551R) 위에 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면과 교차되는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 정공 주입·수송층(104R), 발광층(105R), 및 전자 수송층(108R)을 가공한다. 또한 에칭에는 드라이 에칭을 채용하는 것이 바람직하다. 또한 회생층(110R)에는 회생층(110B)과 같은 재료를 사용할 수 있고, 회생층(110R)이 상기 제 1 회생층과 제 2 회생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크(RES)를 사용하여 제 2 회생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크(RES)를 제거하고, 제 2 회생층을 마스크로서 사용하여 제 1 회생층의 일부를 에칭하여, 정공 주입·수송층(104R), 발광층(105R), 및 전자 수송층(108R)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 이들의 에칭 처리를 통하여 도 6의 (A)의 형상을 얻는다.

[0281] 다음으로 도 6의 (B)에 나타난 바와 같이 회생층(110B), 회생층(110G), 회생층(110R), 및 전극(551PS) 위에 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 및 전자 수송층(108PS)을 형성한다. 정공 주입·수송층(104PS)의 형성에서 재료로서는 예를 들어 실시형태 2에서 발광 디바이스의 정공 주입층 및 정공 수송층으로서 제시한 재료를 사용할 수 있다. 또한 활성층(105PS)의 형성에서, 재료로서는 실시형태 8에서 제시한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 수송층(108PS)의 형성에서 재료로서는 예를 들어 실시형태 2에서 전자 수송층 및 전자 주입층으로서 제시한 재료를 사용할 수 있다. 또한 정공 주입 수송층(104PS), 활성층(105PS), 및 전자 수송층(108PS)의 형성에는 예를 들어 진공 증착법을 사용할 수 있다.

[0282] 다음으로 도 6의 (C)에 나타난 바와 같이 전자 수송층(108PS) 위에 회생층(110PS)을 형성하고, 회생층(110PS) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: RES)으로 형성하고, 얻어진 레지스트 마스크(RES)로 덮이지 않는 회생층(110PS)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크(RES)를 제거한 후, 회생층으로 덮이지 않는 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 및 전자 수송층(108PS)을 에칭에 의하여 제거하여, 전극(551PS) 위에 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면과 교차되는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 및 전자 수송층(108PS)을 가공한다. 또한 에칭에는 드라이 에칭을 채용하는 것이 바람직하다. 또한 회생층(110PS)에는 회생층(110B)과 같은 재료를 사용할 수 있고, 회생층(110PS)이 상기 제 1 회생층과 제 2 회생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크(RES)를 사용하여 제 2 회생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크(RES)를 제거하고, 제 2 회생층을 마스크로서 사용하여 제 1 회생층의 일부를 에칭하여, 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 및 전자 수송층(108PS)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 이들의 에칭 처리를 통하여 도 6의 (D)의 형상을 얻는다.

[0283] 다음으로 도 7의 (A)에 나타난 바와 같이 회생층(110B), 회생층(110G), 회생층(110R), 및 회생층(110PS) 위에 절연층(107)을 형성한다.

[0284] 또한 절연층(107)의 형성에는 예를 들어 ALD법을 사용할 수 있다. 이 경우, 도 7의 (A)에 나타난 바와 같이 절연층(107)은 각 발광 디바이스의 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R), 발광층(105B, 105G, 105R), 및 전자 수송층(108B, 108G, 108R), 그리고 수광 디바이스의 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 전자 수송층(108PS)의 각 측면(각 단부)과 접하여 형성된다. 이에 의하여 각 측면으로부터 내부에 대한 산소, 수분, 또는

이들의 구성 원소의 침입을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)의 재료로서는, 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등을 사용할 수 있다.

- [0285] 다음으로 도 7의 (B)에 나타난 바와 같이, 절연층(107) 위에 수지막(528a)을 형성한다. 수지막(528a)으로서 예를 들어 네거티브형 감광성 수지 또는 포지티브형 감광성 수지를 사용할 수 있다.
- [0286] 다음으로 도 7의 (C)에 나타난 바와 같이, 수지막(528a)의 일부, 절연층(107)의 일부, 및 희생층(110B, 110G, 110R, 110PS)을 제거함으로써, 전자 수송층(108B, 108G, 108R, 108PS)의 상면을 노출시킨다.
- [0287] 다음으로 도 7의 (D)에 나타난 바와 같이, 가열 처리를 수행함으로써, 수지막(528a)의 상단부를 곡면 형상으로 하여 격벽(528)을 형성한다. 격벽(528)의 상단부를 곡면 형상으로 함으로써, 나중에 형성하는 전자 주입층(109)의 피복성을 양호한 것으로 할 수 있다. 예를 들어 수지막(528a)으로서 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용한 경우, 격벽(528)의 상단부에 곡률 반경($0.2\mu\text{m}$ 내지 $3\mu\text{m}$)을 가지는 곡면을 가지게 하는 것이 바람직하다.
- [0288] 다음으로 절연층(107), 전자 수송층(108B, 108G, 108R, 108PS), 및 격벽(528) 위에 전자 주입층(109)을 형성한다. 전자 주입층(109)의 형성에서 재료로서는 실시형태 2에 나타난 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 주입층(109)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성한다.
- [0289] 다음으로 도 8의 (A)에 나타난 바와 같이, 전자 주입층(109) 위에 전극(552)을 형성한다. 전극(552)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성한다.
- [0290] 상술한 공정을 통하여, 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 수광 디바이스(550PS)에서의 EL층(103B), EL층(103G), EL층(103R), 및 수광층(103PS)을 각각 분리 가공할 수 있다.
- [0291] 또한 이들 EL층(EL층(103B), EL층(103G), EL층(103R)) 및 수광층(103PS)의 분리 가공에서, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성이 수행되기 때문에, 고정세의 수발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성으로 가공된 EL층의 각 층의 단부(측면)는 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일한 평면 위에 위치하는) 형상이 된다. 또한 포토리소그래피법에 의한 패턴 형성에 의하여 가공된 수광층의 각 층의 측면(단부)은 실질적으로 동일 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 위에 위치하는) 형상이 된다.
- [0292] 또한 이들 EL층에서의 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R) 및 수광층에서의 정공 주입·수송층(104PS)은 도전율이 높은 경우가 많기 때문에, 인접한 발광 디바이스가 공유하는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 되는 경우가 있다. 따라서 본 구조예에서 설명하는 바와 같이, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성으로 EL층을 분리 가공함으로써, 인접한 발광 디바이스 및 수광 디바이스 사이에서 발생하는 크로스토크를 억제할 수 있다.
- [0293] 또한 본 구성의 각 발광 디바이스가 가지는 각 EL층(103B, 103G, 103R)에 포함되는 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R), 발광층(105B, 105G, 105R), 전자 수송층(108B, 108G, 108R), 및 수광 디바이스가 가지는 수광층(103PS)이 가지는 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 전자 수송층(108PS)은 분리 가공에서 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성이 수행되기 때문에, 가공된 EL층의 단부(측면)가 실질적으로 동일 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 위에 위치하는) 형상이 된다. 또한 포토리소그래피법에 의한 패턴 형성에 의하여 가공된 수광층의 각 층의 측면(단부)은 실질적으로 동일 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 위에 위치하는) 형상이 된다.
- [0294] 또한 각 발광 디바이스에 포함되는 각 EL층(EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R))의 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R), 발광층(105B, 105G, 105R), 및 전자 수송층(108B, 108G, 108R), 그리고 수광 디바이스에 포함되는 수광층(103PS)의 정공 주입·수송층(104PS), 활성층(105PS), 전자 수송층(108PS)은 분리 가공에서 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성이 수행되기 때문에, 인접한 발광 디바이스의 가공된 각 단부(측면)들 사이에는 각각 간격(580)이 있다. 또한 도 8의 (A)에서 인접한 디바이스의 각 EL층들 사이 또는 EL층과 수광층 사이의 거리를 SE로 나타내는 경우, 거리(SE)가 작을수록 개구율을 높이고, 또한 정세도를 높일 수 있다. 한편으로 거리(SE)가 클수록 인접한 디바이스 사이의 제작 공정에서의 편차의 영향을 더 허용할 수 있기 때문에, 제조 수율을 높일 수 있다. 본 명세서에 따라 제작되는 발광 디바이스 및 수광 디바이스는 미세화 공정에 적합하기 때문에, 인접한 디바이스의 각 EL층들 사이 또는 EL층과 수광층 사이의 거리(SE)는 $0.5\mu\text{m}$ 이상 $5\mu\text{m}$ 이하, 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 이상 $3\mu\text{m}$ 이하, 더 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 이상 $2.5\mu\text{m}$ 이하, 더 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 이상 $2\mu\text{m}$ 이하로 할 수 있다. 또한 대표적으로는, 거리(SE)는 $1\mu\text{m}$ 이상 $2\mu\text{m}$ 이하(예를 들어 $1.5\mu\text{m}$ 또는 그 근방)인 것

이 바람직하다.

- [0295] 또한 본 명세서 등에서 메탈 마스크 또는 FMM(과인 메탈 마스크, 고정세한 메탈 마스크)를 사용하여 제작된 디바이스를 MM(메탈 마스크) 구조의 디바이스라고 하는 경우가 있다. 또한 본 명세서 등에서 메탈 마스크 또는 FMM을 사용하지 않고 제작된 디바이스를 MML(메탈 마스크 리스) 구조의 디바이스라고 하는 경우가 있다. MML 구조의 수발광 장치는 메탈 마스크를 사용하지 않고 제작되기 때문에, FMM 구조 또는 MM 구조의 수발광 장치보다 화소 배치 및 화소 형상 등의 설계 자유도가 높다.
- [0296] 또한 MML 구조의 수발광 장치에 포함되는 섬 형상의 EL층은 메탈 마스크를 사용한 패터닝에 의하여 형성되는 것이 아니라, EL층을 성막한 후에 가공함으로써 형성된다. 따라서 종래보다 정세도가 높거나 개구율이 높은 수발광 장치를 실현할 수 있다. 또한 EL층을 각색으로 구분 형성할 수 있기 때문에, 매우 선명하고, 콘트라스트가 높고, 표시 품질이 높은 수발광 장치를 실현할 수 있다. 또한 EL층 위에 희생층을 제공함으로써, 제작 공정 중에 EL층이 받는 대미지를 저감할 수 있기 때문에, 발광 디바이스의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0297] 또한 도 2의 (A) 및 도 8의 (A)에 나타난 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)에서는 EL층(103B, 103G, 103R)의 폭이 전극(551B, 551G, 551R)의 폭과 실질적으로 같고, 수광 디바이스(550PS)에서는 수광층(103PS)의 폭이 전극(551PS)의 폭과 실질적으로 같지만, 본 발명의 일 형태는 이에 한정되지 않는다.
- [0298] 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)에서 EL층(103B, 103G, 103R)의 폭이 전극(551B, 551G, 551R)의 폭보다 작아도 좋다. 또한 수광 디바이스(550PS)에서는 수광층(103PS)의 폭이 전극(551PS)의 폭보다 작아도 좋다. 도 8의 (B)에는 발광 디바이스(550B)에서 EL층(103B)의 폭이 전극(551B)의 폭보다 작은 예를 나타내었다.
- [0299] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)에서는 EL층(103B, 103G, 103R)의 폭이 전극(551B, 551G, 551R)의 폭보다 커도 좋다. 또한 수광 디바이스(550PS)에서는 수광층(103PS)의 폭이 전극(551PS)의 폭보다 커도 좋다. 도 8의 (C)에는 발광 디바이스(550R)에서 EL층(103R)의 폭이 전극(551R)의 폭보다 큰 예를 나타내었다.
- [0300] 또한 본 실시형태에서 설명한 수발광 장치는 발광 디바이스와 수광 디바이스의 양쪽을 가지는 장치이고, 수광 디바이스를 포함하는 발광 장치 또는 발광 디바이스를 포함하는 수광 장치라고 부를 수도 있다. 또한 본 실시형태에서 설명한 수발광 장치의 구성 중 수광 디바이스를 가지지 않는 장치를 발광 장치라고 부를 수도 있다. 또한 본 실시형태에서 설명한 수발광 장치의 구성 중 발광 장치를 가지지 않는 장치를 수광 디바이스라고 부를 수도 있다.
- [0301] 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0302] (실시형태 4)
- [0303] 본 실시형태에서는 장치(720)에 대하여 도 9 내지 도 11을 사용하여 설명한다. 또한 도 9 내지 도 11에 나타난 본 실시형태의 장치(720)는 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스를 포함하므로 발광 장치이지만, 전자 기기 등의 표시부에 적용할 수 있기 때문에 표시 패널 또는 표시 장치라고 할 수도 있다. 또한 상기 발광 디바이스를 광원으로 사용하고, 발광 디바이스로부터의 광을 수광할 수 있는 수광 디바이스를 포함하는 구성으로 하는 경우에는, 수발광 장치라고 할 수도 있다. 또한 이들 발광 장치, 표시 패널, 표시 장치, 및 수발광 장치는 적어도 발광 디바이스를 포함하는 구성을 가진다.
- [0304] 또한 본 실시형태의 발광 장치, 표시 패널, 표시 장치, 및 수발광 장치는 고해상도 또는 대형의 발광 장치, 표시 패널, 표시 장치, 및 수발광 장치로 할 수 있다. 따라서 본 실시형태의 발광 장치, 표시 패널, 표시 장치, 및 수발광 장치는 예를 들어 텔레비전 장치, 데스크톱형 또는 노트북형 퍼스널 컴퓨터, 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 사이니지, 파칭기기 등의 대형 게임기 등 비교적 큰 화면을 가지는 전자 기기 외에, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화기, 휴대용 게임기, 스마트폰, 손목시계형 단말기, 태블릿 단말기, 휴대 정보 단말기, 및 음향 재생 장치 등의 표시부에 사용할 수도 있다.
- [0305] 도 9의 (A)는 이들 장치(발광 장치, 표시 패널, 표시 장치, 및 수발광 장치를 포함함)(720)의 상면도이다.
- [0306] 도 9의 (A)에서 장치(720)는 기관(710)과 기관(711)이 집합된 구성을 가진다. 또한 장치(720)는 표시 영역(701), 회로(704), 및 배선(706) 등을 포함한다. 또한 표시 영역(701)은 복수의 화소를 포함하고, 도 9의 (A)에 나타난 화소(703(i,j))는 도 9의 (B)에 나타난 바와 같이 화소(703(i,j))에 인접한 화소(703(i+1,j))를 포

함한다.

- [0307] 또한 도 9의 (A)에 나타난 장치(720)의 예에서는 COG(Chip On Glass) 방식 또는 COF(Chip on Film) 방식 등으로 기관(710)에 IC(집적 회로)(712)가 제공되어 있다. 또한 IC(712)로서는 예를 들어 주사선 구동 회로 또는 신호선 구동 회로 등을 포함하는 IC를 적용할 수 있다. 도 9의 (A)에는 신호선 구동 회로를 포함하는 IC를 IC(712)로서 사용하고, 회로(704)로서 주사선 구동 회로를 포함하는 구성을 나타내었다.
- [0308] 배선(706)은 표시 영역(701) 및 회로(704)에 신호 및 전력을 공급하는 기능을 가진다. 상기 신호 및 전력은 FPC(Flexible Printed Circuit)(713)를 통하여 외부로부터 배선(706)에 입력되거나 IC(712)로부터 배선(706)에 입력된다. 또한 장치(720)에 IC를 제공하지 않는 구성으로 하여도 좋다. 또한 IC를 COF 방식 등으로 FPC에 실장하여도 좋다.
- [0309] 도 9의 (B)에 표시 영역(701)의 화소(703(i,j)) 및 화소(703(i+1,j))를 나타내었다. 즉 화소(703(i,j))는 서로 다른 색을 나타내는 발광 디바이스를 포함하는 복수 종류의 부화소를 포함하는 구성으로 할 수 있다. 또는 상기에 더하여, 같은 색을 나타내는 발광 디바이스를 포함하는 부화소를 복수로 포함하는 구성으로 할 수도 있다. 화소가 서로 다른 색을 나타내는 발광 디바이스를 포함하는 부화소를 복수 종류 포함하는 구성인 경우, 예를 들어 화소는 부화소를 3종류 포함하는 구성으로 할 수 있다. 상기 3개의 부화소로서는 적색(R), 녹색(G), 및 청색(B)의 3색의 부화소, 황색(Y), 시안(C), 및 마젠타(M)의 3색의 부화소 등을 들 수 있다. 또는 화소는 부화소를 4종류 포함하는 구성으로 할 수 있다. 상기 4개의 부화소로서는 R, G, B, 및 백색(W)의 4색의 부화소, R, G, B, 및 Y의 4색의 부화소 등을 들 수 있다. 구체적으로는 청색을 표시하는 부화소(702B(i,j)), 녹색을 표시하는 부화소(702G(i,j)), 및 적색을 표시하는 부화소(702R(i,j))로 구성된 화소(703(i,j))로 할 수 있다.
- [0310] 또한 장치(720)는 발광 디바이스를 포함하는 부화소뿐만 아니라, 수광 디바이스를 포함하는 부화소도 포함한다.
- [0311] 도 9의 (C) 내지 (E)에는 수광 디바이스를 포함하는 부화소(702PS(i,j))를 포함하는 화소(703(i,j))의 다양한 레이아웃의 일례를 나타내었다. 또한 도 9의 (C)에 나타난 화소의 배열은 스트라이프 배열이고, 도 9의 (D)에 나타난 화소의 배열은 매트릭스 배열이다. 또한 도 9의 (E)에 나타난 화소는 하나의 부화소(부화소(B)) 옆에 3개의 부화소(부화소(R), 부화소(G), 부화소(PS))가 세로 방향으로 나란히 배열된 구성을 가진다.
- [0312] 또한 도 9의 (F)에 나타난 바와 같이, 적외선을 사출하는 부화소(702IR(i,j))를 상기 한 세트에 추가하여 화소(703(i,j))로 하여도 좋다. 도 9의 (F)에 나타난 화소는 세로로 긴 3개의 부화소(부화소(G), 부화소(B), 부화소(R))가 가로 방향으로 나란히 배열되고, 그 아래쪽에 부화소(PS)와, 가로로 긴 부화소(IR)가 가로 방향으로 나란히 배열된 구조를 가진다. 구체적으로는 650nm 이상 1000nm 이하의 파장을 가지는 광을 포함하는 광을 사출하는 부화소(702IR(i,j))를 화소(703(i,j))에 사용하여도 좋다. 또한 부화소(702PS(i,j))가 검출하는 광의 파장은 특별히 한정되지 않지만, 부화소(702PS(i,j))에 포함되는 수광 디바이스는 부화소(702R(i,j)), 부화소(702G(i,j)), 부화소(702B(i,j)), 또는 부화소(702IR(i,j))에 포함되는 발광 디바이스가 방출하는 광에 감도를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 청색, 자색, 청자색, 녹색, 황록색, 황색, 주황색, 적색 등의 파장 영역의 광, 및 적외 파장 영역의 광 중 하나 또는 복수를 검출하는 것이 바람직하다.
- [0313] 또한 부화소의 배열은 도 9의 (B) 내지 (F)에 나타난 구성에 한정되지 않고, 다양한 방법을 적용할 수 있다. 부화소의 배열로서는 예를 들어 스트라이프 배열, S 스트라이프 배열, 매트릭스 배열, 델타 배열, 베이어 배열, 펜타일 배열 등이 있다.
- [0314] 또한 부화소의 상면 형상으로서는 예를 들어 삼각형, 사각형(장방형, 정방형을 포함함), 오각형 등의 다각형, 이들 다각형의 모서리가 둥근 형상, 타원형, 또는 원형 등이 있다. 여기서 부화소의 상면 형상은 발광 디바이스의 발광 영역의 상면 형상에 상당한다.
- [0315] 또한 발광 디바이스뿐만 아니라 수광 디바이스도 포함하는 구성의 화소로 하는 경우에는, 화소가 수광 기능을 가지기 때문에 화상을 표시하면서 대상물의 접촉 또는 근접을 검출할 수 있다. 예를 들어 발광 장치에 포함되는 모든 부화소를 사용하여 화상을 표시할 뿐만 아니라 일부의 부화소가 광원으로서의 광을 나타내고, 나머지 부화소가 화상을 표시할 수도 있다.
- [0316] 또한 부화소(702PS(i,j))의 수광 면적은 다른 부화소의 발광 면적보다 작은 것이 바람직하다. 수광 면적이 작을수록 촬상 범위는 좁아지므로 촬상한 화상이 흐릿해지는 것을 억제하고, 해상도를 향상시킬 수 있다. 그러므로 부화소(702PS(i,j))를 사용함으로써, 고정세 또는 고해상도의 촬상을 수행할 수 있다. 예를 들어 부화소(702PS(i,j))를 사용함으로써, 지문, 장문, 홍채, 맥 형상(정맥 형상, 동맥 형상을 포함함), 또는 얼굴 등을 사

용한 개인 인증을 위한 활상을 수행할 수 있다.

- [0317] 또한 부화소(702PS(i,j))는 터치 센서(디렉트 터치 센서라고도 함) 또는 니어 터치 센서(호버 센서, 호버 터치 센서, 비접촉 센서, 터치리스 센서라고도 함) 등에 사용할 수 있다. 예를 들어 부화소(702PS(i,j))는 적외광을 검출하는 것이 바람직하다. 이에 의하여 어두운 곳에서도 터치 검출을 수행할 수 있다.
- [0318] 여기서 터치 센서 또는 니어 터치 센서는 대상물(손가락, 손, 또는 펜 등)의 근접 또는 접촉을 검출할 수 있다. 터치 센서는 수발광 장치와 대상물이 직접 접촉한 경우에 대상물을 검출할 수 있다. 또한 니어 터치 센서는 대상물이 수발광 장치에 접촉하지 않아도 상기 대상물을 검출할 수 있다. 예를 들어 수발광 장치와 대상물 사이의 거리가 0.1mm 이상 300mm 이하, 바람직하게는 3mm 이상 50mm 이하의 범위에서 수발광 장치가 상기 대상물을 검출할 수 있는 구성이 바람직하다. 상기 구성으로 함으로써, 수발광 장치에 대상물이 직접 접촉하지 않아도 수발광 장치를 조작할 수 있고, 즉 비접촉(터치리스)으로 수발광 장치를 조작할 수 있다. 상기 구성으로 함으로써, 수발광 장치가 오염되거나 손상되는 리스크를 경감하거나, 표시 장치에 부착된 오염(예를 들어 먼지, 세균, 또는 바이러스 등)에 대상물이 직접 접촉하지 않고 수발광 장치를 조작할 수 있다.
- [0319] 또한 고정세의 활상을 수행하기 위하여, 부화소(702PS(i,j))는 수발광 장치에 포함되는 모든 화소에 제공되는 것이 바람직하다. 한편으로 부화소(702PS(i,j))가 터치 센서 또는 니어 터치 센서 등에 사용되는 경우에는, 지문 등을 활상하는 경우와 비교하여 높은 정밀도가 요구되지 않기 때문에, 수발광 장치에 포함되는 일부의 화소에 제공되면 좋다. 수발광 장치에 포함되는 부화소(702PS(i,j))의 개수를 부화소(702R(i,j)) 등의 개수보다 적게 함으로써, 검출 속도를 높일 수 있다.
- [0320] 다음으로 발광 디바이스를 포함하는 부화소의 화소 회로의 일례에 대하여 도 10의 (A)를 참조하여 설명한다. 도 10의 (A)에 나타난 화소 회로(530)는 발광 디바이스(EL)(550), 트랜지스터(M15), 트랜지스터(M16), 트랜지스터(M17), 및 용량 소자(C3)를 포함한다. 또한 발광 디바이스(550)로서 발광 다이오드를 사용할 수 있다. 특히 발광 디바이스(550)로서 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0321] 도 10의 (A)에서 트랜지스터(M15)는 게이트가 배선(VG)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 한쪽이 배선(VS)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 용량 소자(C3)의 한쪽 전극 및 트랜지스터(M16)의 게이트와 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M16)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 배선(V4)과 전기적으로 접속되고, 다른 쪽은 발광 디바이스(550)의 애노드, 그리고 트랜지스터(M17)의 소스 및 드레인 중 한쪽에 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M17)는 게이트가 배선(MS)에 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 배선(OUT2)에 전기적으로 접속된다. 발광 디바이스(550)의 캐소드는 배선(V5)에 전기적으로 접속된다.
- [0322] 배선(V4) 및 배선(V5)에는 각각 정전위가 공급된다. 발광 디바이스(550)의 애노드 측을 고전위로 하고, 캐소드 측을 애노드 측보다 낮은 전위로 할 수 있다. 트랜지스터(M15)는 배선(VG)에 공급되는 신호에 의하여 제어되고, 화소 회로(530)의 선택 상태를 제어하기 위한 선택 트랜지스터로서 기능한다. 또한 트랜지스터(M16)는 게이트에 공급되는 전위에 따라 발광 디바이스(550)에 흐르는 전류를 제어하는 구동 트랜지스터로서 기능한다. 트랜지스터(M15)가 도통 상태일 때, 배선(VS)에 공급되는 전위가 트랜지스터(M16)의 게이트에 공급되고, 그 전위에 따라 발광 디바이스(550)의 발광 휘도를 제어할 수 있다. 트랜지스터(M17)는 배선(MS)에 공급되는 신호에 의하여 제어되고, 트랜지스터(M16)와 발광 디바이스(550) 사이의 전위를, 배선(OUT2)을 통하여 외부에 출력하는 기능을 가진다.
- [0323] 또한 도 10의 (A)의 화소 회로(530)에 포함되는 트랜지스터(M15), 트랜지스터(M16), 및 트랜지스터(M17), 그리고 도 10의 (B)의 화소 회로(531)에 포함되는 트랜지스터(M11), 트랜지스터(M12), 트랜지스터(M13), 및 트랜지스터(M14)에는 각각, 채널이 형성되는 반도체층에 금속 산화물(산화물 반도체)을 사용한 트랜지스터를 적용하는 것이 바람직하다.
- [0324] 실리콘보다 밴드 갭이 넓고, 또한 캐리어 밀도가 낮은 금속 산화물을 사용한 트랜지스터는 매우 낮은 오프 전류를 실현할 수 있다. 오프 전류가 낮은 경우, 트랜지스터에 직렬로 접속된 용량 소자에 축적된 전하가 장기간에 걸쳐 유지될 수 있다. 따라서 특히 용량 소자(C2) 또는 용량 소자(C3)에 직렬로 접속되는 트랜지스터(M11), 트랜지스터(M12), 및 트랜지스터(M15)로서는 산화물 반도체가 적용된 트랜지스터를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 이들 외의 트랜지스터로서도 산화물 반도체를 적용한 트랜지스터를 사용함으로써, 제작 비용을 절감할 수 있다.
- [0325] 또한 트랜지스터(M11) 내지 트랜지스터(M17)로서 채널이 형성되는 반도체에 실리콘을 적용한 트랜지스터를 사용할 수도 있다. 특히 단결정 실리콘 또는 다결정 실리콘 등의 결정성이 높은 실리콘을 사용함으로써, 높은 전계

효과 이동도를 실현할 수 있고, 더 고속으로 동작할 수 있어 바람직하다.

- [0326] 또한 트랜지스터(M11) 내지 트랜지스터(M17) 중 하나 이상으로서 산화물 반도체를 적용한 트랜지스터를 사용하고, 그 외의 트랜지스터로서 실리콘을 적용한 트랜지스터를 사용하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0327] 다음으로 수광 디바이스를 포함하는 부화소의 화소 회로의 일례에 대하여 도 10의 (B)를 참조하여 설명한다. 도 10의 (B)에 나타난 화소 회로(531)는 수광 디바이스(PD)(560), 트랜지스터(M11), 트랜지스터(M12), 트랜지스터(M13), 트랜지스터(M14), 및 용량 소자(C2)를 포함한다. 여기서는 수광 디바이스(PD)(560)로서 포토다이오드를 사용한 예를 나타내었다.
- [0328] 도 10의 (B)에서 수광 디바이스(PD)(560)는 애노드가 배선(V1)과 전기적으로 접속되고, 캐소드가 트랜지스터(M11)의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M11)는 게이트가 배선(TX)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 용량 소자(C2)의 한쪽 전극, 트랜지스터(M12)의 소스 및 드레인 중 한쪽, 그리고 트랜지스터(M13)의 게이트와 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M12)는 게이트가 배선(RE1)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 배선(V2)과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M13)는 소스 및 드레인 중 한쪽이 배선(V3)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 트랜지스터(M14)의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M14)는 게이트가 배선(SE1)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 배선(OUT1)과 전기적으로 접속된다.
- [0329] 배선(V1), 배선(V2), 및 배선(V3)에는 각각 정전위가 공급된다. 수광 디바이스(PD)(560)를 역바이어스로 구동시키는 경우에는, 배선(V2)에 배선(V1)의 전위보다 높은 전위를 공급한다. 트랜지스터(M12)는 배선(RE1)에 공급되는 신호에 의하여 제어되고, 트랜지스터(M13)의 게이트와 접속되는 노드의 전위를 배선(V2)에 공급되는 전위로 리셋하는 기능을 가진다. 트랜지스터(M11)는 배선(TX)에 공급되는 신호에 의하여 제어되고, 수광 디바이스(PD)(560)에 흐르는 전류에 따라 상기 노드의 전위가 변화되는 타이밍을 제어하는 기능을 가진다. 트랜지스터(M13)는 상기 노드의 전위에 따른 출력을 수행하는 증폭 트랜지스터로서 기능한다. 트랜지스터(M14)는 배선(SE1)에 공급되는 신호에 의하여 제어되고, 상기 노드의 전위에 따른 출력을 배선(OUT1)에 접속되는 외부 회로에 의하여 판독하기 위한 선택 트랜지스터로서 기능한다.
- [0330] 또한 도 10의 (A) 및 (B)에서는 트랜지스터를 n채널형 트랜지스터로 표기하였지만, p채널형 트랜지스터를 사용할 수도 있다.
- [0331] 화소 회로(530)에 포함되는 트랜지스터와 화소 회로(531)에 포함되는 트랜지스터는 동일한 기판 위에 나란히 형성되는 것이 바람직하다. 특히 화소 회로(530)에 포함되는 트랜지스터와 화소 회로(531)에 포함되는 트랜지스터를 하나의 영역 내에 혼재시켜 주기적으로 배열하는 구성으로 하는 것이 바람직하다.
- [0332] 또한 수광 디바이스(PD)(560) 또는 발광 디바이스(EL)(550)와 중첩되는 위치에 트랜지스터 및 용량 소자 중 한쪽 또는 양쪽을 포함하는 층을 하나 또는 복수로 제공하는 것이 바람직하다. 이에 의하여 각 화소 회로의 실질적인 점유 면적을 작게 할 수 있고, 고정세의 수광부 또는 표시부를 실현할 수 있다.
- [0333] 다음으로 도 10의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한 화소 회로에 적용할 수 있는 트랜지스터의 구체적인 구조의 일례를 도 10의 (C)에 나타내었다. 또한 트랜지스터로서는 보텀 게이트형 트랜지스터 또는 탑 게이트형 트랜지스터 등을 적절히 사용할 수 있다.
- [0334] 도 10의 (C)에 나타난 트랜지스터는 반도체막(508), 도전막(504), 절연막(506), 도전막(512A), 및 도전막(512B)을 포함한다. 트랜지스터는 예를 들어 절연막(501C) 위에 형성된다. 또한 상기 트랜지스터는 절연막(516)(절연막(516A) 및 절연막(516B)) 및 절연막(518)을 포함한다.
- [0335] 반도체막(508)은 도전막(512A)에 전기적으로 접속되는 영역(508A), 도전막(512B)에 전기적으로 접속되는 영역(508B)을 포함한다. 반도체막(508)은 영역(508A)과 영역(508B) 사이에 영역(508C)을 포함한다.
- [0336] 도전막(504)은 영역(508C)과 중첩되는 영역을 포함하고, 도전막(504)은 게이트 전극의 기능을 가진다.
- [0337] 절연막(506)은 반도체막(508)과 도전막(504) 사이에 끼워진 영역을 포함한다. 절연막(506)은 제 1 게이트 절연막의 기능을 가진다.
- [0338] 도전막(512A)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 한쪽을 포함하고, 도전막(512B)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 다른 쪽을 가진다.
- [0339] 또한 도전막(524)을 트랜지스터에 사용할 수 있다. 도전막(524)은 도전막(504)과의 사이에 반도체막(508)을 끼

우는 영역을 포함한다. 도전막(524)은 제 2 게이트 전극의 기능을 가진다. 절연막(501D)은 반도체막(508)과 도전막(524) 사이에 끼워지고, 제 2 게이트 절연막의 기능을 가진다.

- [0340] 절연막(516)은 예를 들어 반도체막(508)을 덮는 보호막으로서 기능한다. 예를 들어 절연막(516)으로서는 구체적으로 산화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 질화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 또는 산화 네오디뮴막을 포함하는 막을 사용할 수 있다.
- [0341] 절연막(518)에는 예를 들어 산소, 수소, 물, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 등의 확산을 억제하는 기능을 가지는 재료를 적용하는 것이 바람직하다. 예를 들어 절연막(518)으로서는 구체적으로 질화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화 알루미늄, 산화질화 알루미늄 등을 사용할 수 있다. 또한 산화질화 실리콘 및 산화질화 알루미늄의 각각에 포함되는 산소의 원자수와 질소의 원자수로서는 질소의 원자수가 더 많은 것이 바람직하다.
- [0342] 또한 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을 형성하는 공정에서, 구동 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을 형성할 수 있다. 예를 들어 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막과 조성이 같은 반도체막을 구동 회로에 사용할 수 있다.
- [0343] 또한 반도체막(508)은 예를 들어 인듐과, M(M은 갈륨, 알루미늄, 실리콘, 붕소, 이트륨, 주석, 구리, 바나듐, 베릴륨, 타이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브데넘, 란타넘, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텅스텐, 및 마그네슘에서 선택된 1종류 또는 복수 종류)과, 아연을 포함하는 것이 바람직하다. 특히 M은 알루미늄, 갈륨, 이트륨, 및 주석에서 선택된 1종류 또는 복수 종류인 것이 바람직하다.
- [0344] 특히 반도체막(508)에는 인듐(In), 갈륨(Ga), 및 아연(Zn)을 포함한 산화물(IGZO라고도 표기함)을 사용하는 것이 바람직하다. 또는 인듐, 주석, 및 아연을 포함한 산화물을 사용하는 것이 바람직하다. 또는 인듐, 갈륨, 주석, 및 아연을 포함한 산화물을 사용하는 것이 바람직하다. 또는 인듐(In), 알루미늄(Al), 및 아연(Zn)을 포함한 산화물(IAZO라고도 표기함)을 사용하는 것이 바람직하다. 또는 인듐(In), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 및 아연(Zn)을 포함한 산화물(IAGZO라고도 표기함)을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0345] 반도체막이 In-M-Zn 산화물인 경우, 상기 In-M-Zn 산화물에서의 In의 원자수비는 M의 원자수비 이상인 것이 바람직하다. 이러한 In-M-Zn 산화물의 금속 원소의 원자수비로서, In:M:Zn=1:1:1 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=1:1:1.2 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=1:3:2 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=1:3:4 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=2:1:3 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=3:1:2 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=4:2:3 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=4:2:4.1 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:3 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:6 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:7 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:8 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=6:1:6 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:2:5 또는 그 근방의 조성 등을 들 수 있다. 또한 근방의 조성이란, 원하는 원자수비의 $\pm 30\%$ 의 범위를 포함한 것이다.
- [0346] 예를 들어 원자수비 In:Ga:Zn=4:2:3 또는 그 근방의 조성이라고 기재되는 경우, In의 원자수비를 4로 하면, Ga의 원자수비가 1 이상 3 이하이고, Zn의 원자수비가 2 이상 4 이하인 경우를 포함한다. 또한 원자수비 In:Ga:Zn=5:1:6 또는 그 근방의 조성이라고 기재되는 경우, In의 원자수비를 5로 하면, Ga의 원자수비가 0.1보다 크고 2 이하이고 Zn의 원자수비가 5 이상 7 이하인 경우를 포함한다. 또한 원자수비 In:Ga:Zn=1:1:1 또는 그 근방의 조성이라고 기재되는 경우, In의 원자수비를 1로 하면, Ga의 원자수비가 0.1보다 크고 2 이하이고, Zn의 원자수비가 0.1보다 크고 2 이하인 경우를 포함한다.
- [0347] 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체, 결정성을 가지는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 포함하는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 결정성을 가지는 반도체를 사용하면, 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0348] 또한 트랜지스터의 반도체층은 금속 산화물(산화물 반도체라고도 함)을 포함하는 것이 바람직하다. 또한 결정성을 가지는 산화물 반도체로서는 CAAC(c-axis-aligned crystalline)-OS, nc(nanocrystalline)-OS 등을 들 수 있다.
- [0349] 또는 실리콘을 채널 형성 영역에 사용한 트랜지스터(Si 트랜지스터)를 사용하여도 좋다. 실리콘으로서는 단결정 실리콘(단결정 Si), 다결정 실리콘, 비정질 실리콘 등을 들 수 있다. 특히 반도체층에 저온 폴리실리콘(LTPS: Low Temperature Poly Silicon)을 포함하는 트랜지스터(이하 LTPS 트랜지스터라고도 함)를 사용할 수

있다. LTPS 트랜지스터는 전계 효과 이동도가 높고, 주파수 특성이 양호하다.

- [0350] LTPS 트랜지스터 등의 Si 트랜지스터를 적용함으로써, 고주파수로 구동할 필요가 있는 회로(예를 들어 소스 드라이버 회로)를 표시부와 동일한 기판 위에 형성할 수 있다. 이에 의하여, 발광 장치에 실장되는 외부 회로를 간략화할 수 있어, 부품 비용 및 실장 비용을 절감할 수 있다.
- [0351] OS 트랜지스터는 비정질 실리콘을 사용한 트랜지스터보다 전계 효과 이동도가 매우 높다. 또한 OS 트랜지스터는 오프 상태에서의 소스와 드레인 사이의 누설 전류(이하 오프 전류라고도 함)가 매우 낮기 때문에, 상기 트랜지스터에 직렬로 접속된 용량 소자에 축적된 전하는 장기간에 걸쳐 유지될 수 있다. 또한 OS 트랜지스터를 적용함으로써, 발광 장치의 소비 전력을 절감할 수 있다.
- [0352] 또한 실온하에서의 채널 폭 $1\mu\text{m}$ 당 OS 트랜지스터의 오프 전류값은 $1\text{aA}(1\times 10^{-18}\text{A})$ 이하, $1\text{zA}(1\times 10^{-21}\text{A})$ 이하, 또는 $1\text{yA}(1\times 10^{-24}\text{A})$ 이하로 할 수 있다. 또한 실온하에서의 채널 폭 $1\mu\text{m}$ 당 Si 트랜지스터의 오프 전류값은 $1\text{fA}(1\times 10^{-15}\text{A})$ 이상 $1\text{pA}(1\times 10^{-12}\text{A})$ 이하이다. 따라서 OS 트랜지스터의 오프 전류는 Si 트랜지스터의 오프 전류보다 10자리수 정도 낮다고 할 수도 있다.
- [0353] 또한 화소 회로에 포함되는 발광 디바이스의 발광 휘도를 높이는 경우, 발광 디바이스에 흘리는 전류량을 크게 할 필요가 있다. 이를 위해서는 화소 회로에 포함되어 있는 구동 트랜지스터의 소스와 드레인 사이의 전압을 높일 필요가 있다. OS 트랜지스터는 Si 트랜지스터보다 소스와 드레인 사이에서의 내압이 높기 때문에 OS 트랜지스터의 소스와 드레인 사이에는 높은 전압을 인가할 수 있다. 따라서 화소 회로에 포함되는 구동 트랜지스터를 OS 트랜지스터로 함으로써, 발광 디바이스에 흐르는 전류의 양을 크게 하여, 발광 디바이스의 발광 휘도를 높일 수 있다.
- [0354] 또한 트랜지스터가 포화 영역에서 동작하는 경우, OS 트랜지스터에서는 Si 트랜지스터에서보다 게이트와 소스 사이의 전압의 변화에 대한 소스와 드레인 사이의 전류의 변화를 작게 할 수 있다. 그러므로 화소 회로에 포함되는 구동 트랜지스터로서 OS 트랜지스터를 적용함으로써, 게이트와 소스 사이의 전압의 변화에 의하여 소스와 드레인 사이에 흐르는 전류를 자세하게 설정할 수 있기 때문에, 발광 디바이스에 흐르는 전류의 양을 제어할 수 있다. 그러므로 화소 회로에서의 계조를 크게 할 수 있다.
- [0355] 또한 트랜지스터가 포화 영역에서 동작하는 경우에 흐르는 전류의 포화 특성에 관하여 OS 트랜지스터는 소스와 드레인 사이의 전압이 서서히 높아진 경우에도 Si 트랜지스터보다 안정적인 전류(포화 전류)를 흘릴 수 있다. 그러므로 OS 트랜지스터를 구동 트랜지스터로서 사용함으로써, 예를 들어 발광 디바이스의 전류-전압 특성에 편차가 생긴 경우에도 발광 디바이스에 안정적인 전류를 흘릴 수 있다. 즉 OS 트랜지스터가 포화 영역에서 동작하는 경우, 소스와 드레인 사이의 전압을 높여도 소스와 드레인 사이의 전류는 거의 변화되지 않기 때문에, 발광 디바이스의 발광 휘도를 안정적으로 할 수 있다.
- [0356] 상술한 바와 같이, 화소 회로에 포함되는 구동 트랜지스터로서 OS 트랜지스터를 사용함으로써, 예를 들어 흑색 표시 부분이 밝게 표시되는 것을 억제하거나, 발광 휘도를 상승시키거나, 계조 수를 늘리거나, 발광 디바이스의 편차를 억제할 수 있다.
- [0357] 또는 구동 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을, 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막과 동일한 공정으로 형성할 수 있다. 또는 화소 회로를 형성하는 기판과 동일한 기판 위에 구동 회로를 형성할 수 있다. 또는 전자 기기를 구성하는 부품 수를 삭감할 수 있다.
- [0358] 또한 반도체막(508)에는 실리콘을 사용하여도 좋다. 실리콘으로서는 단결정 실리콘, 다결정 실리콘, 비정질 실리콘 등을 들 수 있다. 특히, 반도체층에 저온 폴리실리콘(LTPS: Low Temperature Poly Silicon)을 가지는 트랜지스터(이하, LTPS 트랜지스터라고도 함)를 사용하는 것이 바람직하다. LTPS 트랜지스터는 전계 효과 이동도가 높고, 주파수 특성이 양호하다.
- [0359] LTPS 트랜지스터 등의 실리콘을 사용한 트랜지스터를 적용함으로써, 고주파수로 구동할 필요가 있는 회로(예를 들어 소스 드라이버 회로)를 표시부와 동일한 기판 위에 형성할 수 있다. 이에 의하여, 발광 장치에 실장되는 외부 회로를 간략화할 수 있어, 부품 비용 및 실장 비용을 절감할 수 있다.
- [0360] 또한 화소 회로에 포함되는 트랜지스터 중 적어도 하나로서, 채널이 형성되는 반도체에 금속 산화물(이하, 산화물 반도체라고도 함)을 포함한 트랜지스터(이하, OS 트랜지스터라고도 함)를 사용하는 것이 바람직하다. OS 트랜지스터는 비정질 실리콘을 사용한 트랜지스터보다 전계 효과 이동도가 매우 높다. 또한 OS 트랜지스터는 오

프 상태에서의 소스와 드레인 사이의 누설 전류(이하 오프 전류라고도 함)가 매우 낮기 때문에, 상기 트랜지스터에 직렬로 접속된 용량 소자에 축적된 전하는 장기간에 걸쳐 유지될 수 있다. 또한 OS 트랜지스터를 적용함으로써, 발광 장치의 소비 전력을 절감할 수 있다.

[0361] 화소 회로에 포함되는 트랜지스터의 일부로서 LTPS 트랜지스터를 사용하고, 다른 일부로서 OS 트랜지스터를 사용함으로써, 소비 전력이 낮고, 구동 능력이 높은 발광 장치를 실현할 수 있다. 더 바람직한 예로서는, 배선들 사이의 도통, 비도통을 제어하기 위한 스위치로서 기능하는 트랜지스터 등으로서 OS 트랜지스터를 적용하고, 전류를 제어하는 트랜지스터 등으로서 LTPS 트랜지스터를 적용한다. 또한 LTPS 트랜지스터와 OS 트랜지스터의 양쪽을 조합하는 구성을 LTPO라고 부르는 경우가 있다. LTPO로 함으로써, 소비 전력이 낮고, 구동 능력이 높은 표시 패널을 실현할 수 있다.

[0362] 예를 들어 화소 회로에 제공되는 트랜지스터 중 하나는 발광 디바이스에 흐르는 전류를 제어하기 위한 트랜지스터로서 기능하고, 구동 트랜지스터라고도 부를 수 있다. 구동 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽은 발광 디바이스의 화소 전극에 전기적으로 접속된다. 상기 구동 트랜지스터로서는 LTPS 트랜지스터를 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 화소 회로에서 발광 디바이스에 흐르는 전류를 크게 할 수 있다.

[0363] 한편으로 화소 회로에 제공되는 트랜지스터 중 다른 하나는 화소의 선택, 비선택을 제어하기 위한 스위치로서 기능하고, 선택 트랜지스터라고도 부를 수 있다. 선택 트랜지스터의 게이트는 게이트선에 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 한쪽은 소스선(신호선)에 전기적으로 접속된다. 선택 트랜지스터로서는 OS 트랜지스터를 적용하는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 프레임 주파수를 매우 작게(예를 들어 1fps 이하) 하여도 화소의 계조를 유지할 수 있기 때문에, 정지 화상을 표시하는 경우에 드라이버를 정지함으로써, 소비 전력을 절감할 수 있다.

[0364] 산화물 반도체를 반도체막에 사용하는 경우, 장치(720)는 반도체막에 산화물 반도체를 포함하고, MML(메탈 마스크) 구조를 가지는 발광 디바이스를 포함한다. 상기 구성으로 함으로써, 트랜지스터에 흐를 수 있는 누설 전류 및 인접한 발광 디바이스 사이에 흐를 수 있는 누설 전류(가로 누설 전류, 사이드 누설 전류 등이라고도 함)를 매우 낮게 할 수 있다. 또한 상기 구성으로 하면, 표시 장치에 화상을 표시한 경우에 관찰자가 화상의 선명함, 화상의 날카로움, 높은 채도, 및 높은 콘트라스트비 중 어느 하나 또는 복수를 느낄 수 있다. 또한 트랜지스터에 흐를 수 있는 누설 전류 및 발광 디바이스 사이의 가로 누설 전류가 매우 낮은 구성으로 함으로써, 흑색 표시 시에 발생할 수 있는 광 누설(소위 흑색 표시 부분이 밝게 표시되는 현상) 등이 최대한 억제된 표시(깊은 흑색 표시라고도 함)로 할 수 있다.

[0365] 특히 MML 구조의 발광 디바이스에 상술한 SBS 구조를 적용하면, 발광 디바이스 사이에 제공되는 층(예를 들어 발광 디바이스 사이에서 공통적으로 사용되는 유기층, 공통층이라고도 함)이 분단된 구성이 되기 때문에, 사이드 누설이 없거나 사이드 누설이 매우 적은 표시로 할 수 있다.

[0366] 또한 표시 패널의 화면의 크기에 따라 표시 패널에 사용하는 트랜지스터의 구성을 적절히 선택하면 좋다. 예를 들어 표시 패널의 트랜지스터로서 단결정 Si 트랜지스터를 사용하는 경우, 대각 0.1인치 이상 3인치 이하의 화면에 적용할 수 있다. 또한 표시 패널의 트랜지스터로서 LTPS 트랜지스터를 사용하는 경우, 대각 0.1인치 이상 30인치 이하, 바람직하게는 1인치 이상 30인치 이하의 화면에 적용할 수 있다. 또한 표시 패널에 LTPO(LTPS 트랜지스터와 OS 트랜지스터를 조합한 구성)를 사용하는 경우, 대각 0.1인치 이상 50인치 이하, 바람직하게는 1인치 이상 50인치 이하의 화면에 적용할 수 있다. 또한 표시 패널의 트랜지스터로서 OS 트랜지스터를 사용하는 경우, 대각 0.1인치 이상 200인치 이하, 바람직하게는 50인치 이상 100인치 이하의 화면에 적용할 수 있다.

[0367] 또한 단결정 Si 트랜지스터를 사용하는 경우, 단결정 Si 기판의 크기 때문에, 화면의 크기를 대형화하는 것이 매우 어렵다. 또한 LTPS 트랜지스터는 제조 공정에서 레이저 결정화 장치를 사용하기 때문에, 화면의 대형화(대표적으로는 대각 30인치를 넘는 화면)에 대응하기 어렵다. 한편으로 OS 트랜지스터는 제조 공정에서 레이저 결정화 장치 등을 사용하는 제약이 없거나 제조 공정을 비교적 저온(대표적으로는 450℃ 이하)에서 수행할 수 있기 때문에, 비교적 큰 면적(대표적으로는 대각 50인치 이상 100인치 이하)의 표시 패널까지 대응할 수 있다. 또한 LTPO는, LTPS 트랜지스터를 사용하는 경우와 OS 트랜지스터를 사용하는 경우의 중간의 크기의 표시 패널(대표적으로는, 대각 1인치 이상 50인치 이하)에 적용할 수 있다.

[0368] 다음으로 수발광 장치의 단면도를 참조한다. 도 11은 도 9의 (A)에 나타난 수발광 장치의 단면도이다.

[0369] 도 11의 단면도는 FPC(713) 및 배선(706)을 포함하는 영역의 일부, 화소(703(i,j))를 포함하는 표시 영역(701)의 일부를 각각 절단한 경우의 단면도이다.

- [0370] 도 11에서 수발광 장치(700)는 제 1 기판(510)과 제 2 기판(770) 사이에 기능층(520)을 포함한다. 기능층(520)에는 도 10을 참조하여 설명한 트랜지스터(M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17) 및 용량 소자(C2, C3) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선(VS, VG, V1, V2, V3, V4, V5) 등이 포함된다. 또한 도 11에는 기능층(520)이 화소 회로(530X(i,j)) 및 화소 회로(530S(i,j)), 그리고 구동 회로(GD)를 포함하는 구성을 나타내었지만 이에 한정되지 않는다.
- [0371] 또한 기능층(520)에 형성된 화소 회로(예를 들어 도 11에 나타난 화소 회로(530X(i,j)) 및 화소 회로(530S(i,j)))는 기능층(520) 위에 형성되는 발광 디바이스 및 수광 디바이스(예를 들어 도 11에 나타난 발광 디바이스(550X(i,j)) 및 수광 디바이스(550S(i,j)))에 전기적으로 접속된다. 구체적으로 발광 디바이스(550X(i,j))는 배선(591X)을 통하여 화소 회로(530X(i,j))와 전기적으로 접속되고, 수광 디바이스(550S(i,j))는 배선(591S)을 통하여 화소 회로(530S(i,j))와 전기적으로 접속된다. 또한 기능층(520), 발광 디바이스, 및 수광 디바이스 위에 절연층(705)을 포함하고, 절연층(705)은 제 2 기판(770)과 기능층(520)을 접합하는 기능을 가진다.
- [0372] 또한 제 2 기판(770)으로서는 터치 센서가 매트릭스 형태로 배열된 기판을 사용할 수 있다. 예를 들어 정전 용량 방식의 터치 센서 또는 광학 방식의 터치 센서가 제공된 기판을 제 2 기판(770)으로서 사용할 수 있다. 이에 의하여 본 발명의 일 형태의 수발광 장치를 터치 패널로서 사용할 수 있다.
- [0373] 또한 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0374] (실시형태 5)
- [0375] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성에 대하여 도 12의 (A) 내지 도 14의 (B)를 참조하여 설명한다.
- [0376] 도 12의 (A) 내지 도 14의 (B)는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성을 설명하는 것이다. 도 12의 (A)는 전자 기기의 블록도이고, 도 12의 (B) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 13의 (A) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 14의 (A) 및 (B)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다.
- [0377] 본 실시형태에서 설명하는 전자 기기(5200B)는 연산 장치(5210) 및 입출력 장치(5220)를 포함한다(도 12의 (A) 참조).
- [0378] 연산 장치(5210)는 조작 정보를 공급받는 기능을 가지고, 조작 정보에 의거하여 화상 정보를 공급하는 기능을 가진다.
- [0379] 입출력 장치(5220)는 표시부(5230), 입력부(5240), 검지부(5250), 통신부(5290)를 포함하고, 조작 정보를 공급하는 기능 및 화상 정보를 공급받는 기능을 가진다. 또한 입출력 장치(5220)는 검지 정보를 공급하는 기능, 통신 정보를 공급하는 기능, 및 통신 정보를 공급받는 기능을 가진다.
- [0380] 입력부(5240)는 조작 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 입력부(5240)는 전자 기기(5200B)의 사용자의 조작에 기초하여 조작 정보를 공급한다.
- [0381] 구체적으로는 키보드, 하드웨어 버튼, 포인팅 디바이스, 터치 센서, 조도 센서, 활상 장치, 음성 입력 장치, 시선 입력 장치, 자세 검출 장치 등을 입력부(5240)로서 사용할 수 있다.
- [0382] 표시부(5230)는 표시 패널을 포함하고, 화상 정보를 표시하는 기능을 가진다. 예를 들어 실시형태 3에서 설명한 표시 패널을 표시부(5230)에 사용할 수 있다.
- [0383] 검지부(5250)는 검지 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 전자 기기가 사용되는 주변의 환경을 검지하고, 검지 정보로서 공급하는 기능을 가진다.
- [0384] 구체적으로는 조도 센서, 활상 장치, 자세 검출 장치, 압력 센서, 인체 감지 센서 등을 검지부(5250)로서 사용할 수 있다.
- [0385] 통신부(5290)는 통신 정보를 공급받는 기능 및 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 무선 통신 또는 유선 통신에 의하여, 다른 전자 기기 또는 통신망과 접속하는 기능을 가진다. 구체적으로는 무선 근대 통신, 전화 통신, 근거리 무선 통신 등의 기능을 가진다.
- [0386] 도 12의 (B)는 원통 형상의 기둥 등을 따르는 외형을 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 디지털 사

이니지 등을 들 수 있다. 본 발명의 일 형태인 표시 패널은 표시부(5230)에 적용할 수 있다. 또한 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가져도 좋다. 또한 사람의 존재를 검지하여 표시 내용을 변경하는 기능을 가진다. 따라서 예를 들어 건물의 기둥에 설치할 수 있다. 또는 광고 또는 안내 등을 표시할 수 있다.

[0387] 도 12의 (C)는 사용자가 사용하는 포인터의 궤적에 의거하여 화상 정보를 생성하는 기능을 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 전자 칠판, 전자 게시판, 전자 간판 등을 들 수 있다. 구체적으로는, 대각 20인치 이상, 바람직하게는 40인치 이상, 더 바람직하게는 55인치 이상의 표시 패널을 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배치하여 하나의 표시 영역으로서 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배치하여 멀티스크린으로서 사용할 수 있다.

[0388] 도 12의 (D)는 다른 장치로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 웨어러블형 전자 기기 등을 들 수 있다. 구체적으로는 이 전자 기기는 몇 가지 선택지를 표시하거나, 사용자가 선택지에서 선택한 몇 가지를 이 정보의 송신자에게 답장을 보낼 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 웨어러블형 전자 기기의 소비 전력을 절감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 웨어러블형 전자 기기에 화상을 표시할 수 있다.

[0389] 도 12의 (E)는 하우징의 측면을 따라 완만하게 구부러진 곡면을 가지는 표시부(5230)를 포함하는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 휴대 전화 등을 들 수 있다. 또한 표시부(5230)는 표시 패널을 포함하고, 이 표시 패널은 예를 들어 전면(前面), 측면, 상면, 및 후면에 표시를 하는 기능을 가진다. 이에 의하여 예를 들어 휴대 전화의 전면뿐만 아니라 측면, 상면, 및 후면에도 정보를 표시할 수 있다.

[0390] 도 13의 (A)는 인터넷으로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 스마트폰 등을 들 수 있다. 예를 들어 작성한 메시지를 표시부(5230)에서 확인할 수 있다. 또는 작성한 메시지를 다른 장치로 송신할 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여 스마트폰의 소비 전력을 절감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 스마트폰에 화상을 표시할 수 있다.

[0391] 도 13의 (B)는 리모트 컨트롤러를 입력부(5240)로서 사용할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 텔레비전 시스템 등을 들 수 있다. 또는 예를 들어 방송국 또는 인터넷으로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 검지부(5250)를 사용하여 사용자를 촬영할 수 있다. 또는 사용자의 영상을 송신할 수 있다. 또는 사용자의 시청 이력을 취득하여 클라우드 서비스에 제공할 수 있다. 또는 클라우드 서비스로부터 추천 정보를 취득하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 추천 정보에 기초하여 프로그램 또는 동영상을 표시할 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 날씨가 맑은 날에 옥내에 들어오는 강한 외광이 닿아도 적합하게 사용할 수 있도록 텔레비전 시스템에 영상을 표시할 수 있다.

[0392] 도 13의 (C)는 인터넷으로부터 교재를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 태블릿 컴퓨터 등을 들 수 있다. 또는 입력부(5240)를 사용하여 리포트를 입력하여 인터넷에 송신할 수 있다. 또는 클라우드 서비스로부터 리포트의 첨삭 결과 또는 평가를 취득하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 평가에 기초하여 적합한 교재를 선택하여 표시할 수 있다.

[0393] 예를 들어 다른 전자 기기로부터 화상 신호를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 스탠드 등에 기대어 세우고 표시부(5230)를 서브 디스플레이로서 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 태블릿 컴퓨터에 화상을 표시할 수 있다.

[0394] 도 13의 (D)는 복수의 표시부(5230)를 포함하는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 디지털 카메라 등을 들 수 있다. 예를 들어 검지부(5250)로 촬영을 하면서 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 촬영한 영상을 검지부에 표시할 수 있다. 또는 입력부(5240)를 사용하여 촬영한 영상을 장식할 수 있다. 또는 촬영한 영상에 메시지를 첨부할 수 있다. 또는 인터넷으로 송신할 수 있다. 또는 사용 환경의 조도에 따라 촬영 조건을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 열람할 수 있도록 디지털 카메라에 피사체를 표시할 수 있다.

[0395] 도 13의 (E)는 다른 전자 기기를 슬레이브로서 사용하고, 본 실시형태의 전자 기기를 마스터로서 사용하여, 다른 전자 기기를 제어할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 휴대 가능한 퍼스널 컴퓨터 등을 들 수

있다. 예를 들어 화상 정보의 일부를 표시부(5230)에 표시하고, 화상 정보의 다른 일부를 다른 전자 기기의 표시부에 표시할 수 있다. 또는 화상 신호를 공급할 수 있다. 또는 통신부(5290)를 사용하여, 다른 전자 기기의 입력부로부터 기록되는 정보를 취득할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 휴대 가능한 퍼스널 컴퓨터를 사용하여, 넓은 표시 영역을 이용할 수 있다.

[0396] 도 14의 (A)는 가속도 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 포함하는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 고글형 전자 기기 등을 들 수 있다. 또는 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 관한 정보를 공급할 수 있다. 또는 전자 기기는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 기초하여 오른쪽 눈용 화상 정보 및 왼쪽 눈용 화상 정보를 생성할 수 있다. 또는 표시부(5230)는 오른쪽 눈용 표시 영역 및 왼쪽 눈용 표시 영역을 포함한다. 이에 의하여, 예를 들어 몰입감을 느낄 수 있는 가상 현실 공간의 영상을 고글형 전자 기기에 표시할 수 있다.

[0397] 도 14의 (B)는 촬상 장치, 가속도 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 포함하는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 안경형 전자 기기 등을 들 수 있다. 또는 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 관한 정보를 공급할 수 있다. 또는 전자 기기는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 기초하여 화상 정보를 생성할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 현실의 풍경에 정보를 첨부하여 표시할 수 있다. 또는 증강 현실 공간의 영상을 안경형 전자 기기에 표시할 수 있다.

[0398] 또한 본 실시형태는 본 명세서의 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0399] (실시형태 6)

[0400] 본 실시형태에서는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 구성에 대하여 도 15를 참조하여 설명한다. 또한 도 15의 (A)는 도 15의 (B)에 나타난 조명 장치의 상면도에서의 선분 e-f를 따라 절단한 단면도이다.

[0401] 본 실시형태의 조명 장치에서는 지지체인 투광성을 가지는 기관(400) 위에 제 1 전극(401)이 형성되어 있다. 제 1 전극(401)은 실시형태 2에서의 제 1 전극(101)에 상당한다. 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 제 1 전극(401)을 투광성을 가지는 재료로 형성한다.

[0402] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기관(400) 위에 형성된다.

[0403] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)의 구성은 실시형태 2에서의 EL층(103)의 구성에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 앞의 기재를 참조하면 좋다.

[0404] EL층(403)을 덮어 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 실시형태 2에서의 제 2 전극(102)에 상당한다. 발광을 제 1 전극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 제 2 전극(404)은 반사율이 높은 재료로 형성된다. 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접속됨으로써 전압이 공급된다.

[0405] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서 설명하는 조명 장치는 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)을 포함하는 발광 디바이스를 포함한다. 상기 발광 디바이스는 발광 효율이 높기 때문에, 본 실시형태의 조명 장치의 소비 전력을 낮게 할 수 있다.

[0406] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기관(400)과 밀봉 기관(407)을 실재(405, 406)를 사용하여 고착하고 밀봉함으로써, 조명 장치가 완성된다. 실재(405, 406)는 어느 한쪽만을 사용하여도 좋다. 또한 내측의 실재(406)(도 15의 (B)에는 도시하지 않았음)에는 건조제를 섞을 수도 있고, 이로써 수분을 흡착시킬 수 있기 때문에 신뢰성이 향상된다.

[0407] 또한 패드(412)와 제 1 전극(401)의 일부가 실재(405, 406)의 외부로 연장되면, 외부 입력 단자로서 기능할 수 있다. 또한 그 위에 컨버터 등이 탑재된 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.

[0408] (실시형태 7)

[0409] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용하여 제작되는 조명 장치의 응용예에 대하여 도 16을 참조하여 설명한다.

[0410] 실내의 조명 장치로서는 천장 조명(8001)에 응용할 수 있다. 천장 조명(8001)에는 천장 직부형 및 천장 매립형이 있다. 또한 이러한 조명 장치는 발광 장치를 하우징 및 커버와 조합함으로써 구성된다. 또한 코드 펜던트형 조명(천장에서 코드로 매다는 조명)에도 응용할 수 있다.

- [0411] 또한 풋라이트(8002)는 바닥에 빛을 조사하여 발밀을 비추어 안전성을 높일 수 있다. 예를 들어 침실, 계단, 및 통로 등에서 사용하는 것이 효과적이다. 그 경우, 방의 크기 및 구조에 따라 크기 및 형상을 적절히 변경할 수 있다. 또한 발광 장치와 지지대를 조합하여 구성되는 거치형 조명 장치로 할 수도 있다.
- [0412] 또한 시트형 조명(8003)은 얇은 시트형의 조명 장치이다. 벽면에 붙여 사용하기 때문에, 공간을 크게 차지하지 않고 폭넓은 용도로 사용할 수 있다. 또한 면적을 크게 하는 것도 용이하다. 또한 곡면을 가지는 벽면, 하우징 등에 사용할 수도 있다.
- [0413] 또한 광원으로부터의 광의 방향이 원하는 방향만이 되도록 제어된 조명 장치(8004)를 사용할 수도 있다.
- [0414] 또한 전기 스탠드(8005)는 광원(8006)을 포함하고, 광원(8006)으로서는 본 발명의 일 형태인 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용할 수 있다.
- [0415] 또한 상기 외에도 실내에 설치된 가구의 일부에 본 발명의 일 형태인 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용함으로써, 가구로서의 기능을 가지는 조명 장치로 할 수 있다.
- [0416] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 적용한 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한 이들 조명 장치는 본 발명의 일 형태에 포함되는 것으로 한다.
- [0417] 또한 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0418] (실시형태 8)
- [0419] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 표시 장치에 적용할 수 있는 발광 디바이스 및 수광 디바이스에 대하여 설명하기 위하여, 수발광 장치(810)에 대하여 도 17을 사용하여 설명한다. 또한 수발광 장치(810)는 발광 디바이스를 가지기 때문에 발광 장치라고 할 수도 있고, 수광 디바이스를 가지기 때문에 수광 장치라고 할 수도 있고, 전자 기기 등의 표시부에 적용할 수 있기 때문에 표시 패널 또는 표시 장치라고 할 수도 있다.
- [0420] 도 17의 (A)는 본 발명의 일 형태의 수발광 장치(810)에 포함되는 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)의 단면 개략도이다.
- [0421] 발광 디바이스(805a)는 광을 방출하는 기능(이하, 발광 기능이라고도 함)을 가진다. 발광 디바이스(805a)는 전극(801a), EL층(803a), 및 전극(802)을 포함한다. 발광 디바이스(805a)는 실시형태 2에서 설명한 유기 EL을 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 디바이스)인 것이 바람직하다. 따라서 전극(801a)과 전극(802) 사이에 끼워지는 EL층(803a)은 적어도 발광층을 포함한다. 발광층은 발광 물질을 포함한다. 전극(801a)과 전극(802) 사이에 전압을 인가함으로써, EL층(803a)으로부터 광이 방출된다. EL층(803a)은 발광층에 더하여 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어(정공 또는 전자) 차단층, 전하 발생층 등의 다양한 층을 포함하여도 좋다.
- [0422] 수광 디바이스(805b)는 광을 검출하는 기능(이하 수광 기능이라고도 함)을 가진다. 수광 디바이스(805b)로서는 예를 들어 pn형 또는 pin형 포토다이오드를 사용할 수 있다. 수광 디바이스(805b)는 전극(801b), 수광층(803b), 및 전극(802)을 포함한다. 전극(801b)과 전극(802) 사이에 끼워지는 수광층(803b)은 적어도 활성층을 포함한다. 또한 수광층(803b)에는 상술한 EL층(803a)에 포함되는 다양한 층(정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어(정공 또는 전자) 차단층, 전하 발생층 등)에 사용하는 재료를 사용할 수도 있다. 수광 디바이스(805b)는 광전 변환 디바이스로서 기능하고, 수광층(803b)에 입사하는 광에 의하여 전하를 발생시키고 전류로서 추출할 수 있다. 이때 전극(801b)과 전극(802) 사이에 전압을 인가하여도 좋다. 수광층(803b)에 입사하는 광량에 따라 발생하는 전하량이 결정된다.
- [0423] 수광 디바이스(805b)는 가시광을 검출하는 기능을 가진다. 수광 디바이스(805b)는 가시광에 감도를 가진다. 수광 디바이스(805b)는 가시광 및 적외광을 검출하는 기능을 가지는 것이 더 바람직하다. 수광 디바이스(805b)는 가시광 및 적외광에 감도를 가지는 것이 바람직하다.
- [0424] 또한 본 명세서 등에서 청색(B) 파장 영역은 400nm 이상 490nm 미만이고, 청색(B)의 광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼 피크를 가지는 것으로 한다. 또한 녹색(G) 파장 영역은 490nm 이상 580nm 미만이고, 녹색(G)의 광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼 피크를 가지는 것으로 한다. 또한 적색(R) 파장 영역은 580nm 이상 700nm 미만이고, 적색(R)의 광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼 피크를 가지는 것으로 한다. 또한 본 명세서 등에서 가시광 파장 영역은 400nm 이상 700nm 미만이고, 가시광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼 피크를 가지는 것으로 한다. 또한 적외(IR) 파장 영역은

700nm 이상 900nm 미만이고, 적외(IR)광은 상기 파장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼 피크를 가지는 것으로 한다.

- [0425] 수광 디바이스(805b)의 활성층은 반도체를 포함한다. 상기 반도체로서는 실리콘 등의 무기 반도체 및 유기 화합물을 포함하는 유기 반도체 등을 들 수 있다. 수광 디바이스(805b)로서는, 활성층에 유기 반도체를 포함하는 유기 반도체 디바이스(또는 유기 포토다이오드)를 사용하는 것이 바람직하다. 유기 포토다이오드는 박형화, 경량화, 및 대면적화가 용이하고, 또한 형상 및 디자인의 자유도가 높기 때문에, 다양한 표시 장치에 적용할 수 있다. 또한 유기 반도체를 사용함으로써, 발광 디바이스(805a)에 포함되는 EL층(803a)과 수광 디바이스(805b)에 포함되는 수광층(803b)을 같은 방법(예를 들어 진공 증착법)으로 형성할 수 있어, 공통의 제조 장치를 사용할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 수광 디바이스(805b)의 수광층(803b)에는 본 발명의 일 형태인 유기 화합물을 사용할 수 있다.
- [0426] 본 발명의 일 형태의 표시 장치에서는 발광 디바이스(805a)로서 유기 EL 디바이스를 사용하고, 수광 디바이스(805b)로서 유기 포토다이오드를 적합하게 사용할 수 있다. 유기 EL 디바이스 및 유기 포토다이오드는 동일한 기판 위에 형성할 수 있다. 따라서 유기 EL 디바이스를 사용한 표시 장치에 유기 포토다이오드를 내장시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태인 표시 장치는 화상을 표시하는 기능에 더하여 촬상 기능 및 센싱 기능 중 한쪽 또는 양쪽도 가진다.
- [0427] 전극(801a) 및 전극(801b)은 동일한 면 위에 제공된다. 도 17의 (A)에는 전극(801a) 및 전극(801b)이 기판(800) 위에 제공된 구성을 나타내었다. 또한 전극(801a) 및 전극(801b)은 예를 들어 기판(800) 위에 형성된 도전막을 선행 형성으로 가공함으로써 형성할 수 있다. 즉 전극(801a) 및 전극(801b)은 같은 공정을 거쳐 형성할 수 있다.
- [0428] 기판(800)으로서의 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)의 형성에 견딜 수 있는 내열성을 가지는 기판을 사용할 수 있다. 기판(800)으로서 절연성 기판을 사용하는 경우에는 유리 기판, 석영 기판, 사파이어 기판, 세라믹 기판, 유기 수지 기판 등을 사용할 수 있다. 또한 실리콘 또는 탄소화 실리콘 등을 재료로 한 단결정 반도체 기판, 다결정 반도체 기판, 실리콘 저마늄 등으로 이루어지는 화합물 반도체 기판, SOI 기판 등의 반도체 기판을 사용할 수 있다.
- [0429] 특히 기판(800)으로서의 트랜지스터 등의 반도체 소자를 포함하는 반도체 회로가 상술한 절연성 기판 또는 반도체 기판 위에 형성된 기판을 사용하는 것이 바람직하다. 상기 반도체 회로는 예를 들어 화소 회로, 게이트선 구동 회로(게이트 드라이버), 소스선 구동 회로(소스 드라이버) 등을 구성하는 것이 바람직하다. 또한 상기에 더하여 연산 회로, 기억 회로 등이 구성되어도 좋다.
- [0430] 또한 전극(802)은 발광 디바이스(805a)와 수광 디바이스(805b)가 공유하는 층으로 이루어지는 전극이다. 이들 전극 중 광을 방출하거나 광이 입사하는 측의 전극에는 가시광 및 적외광을 투과시키는 도전막을 사용한다. 광을 방출하지 않거나 광이 입사하지 않는 측의 전극에는 가시광 및 적외광을 반사하는 도전막을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0431] 본 발명의 일 형태인 표시 장치에서의 전극(802)은 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b) 각각의 한쪽 전극으로서 기능한다.
- [0432] 도 17의 (B)에는 발광 디바이스(805a)의 전극(801a)이 전극(802)보다 높은 전위를 포함하는 경우를 나타내었다. 이때 전극(801a)은 발광 디바이스(805a)의 양극으로서 기능하고, 전극(802)은 음극으로서 기능한다. 또한 수광 디바이스(805b)의 전극(801b)은 전극(802)보다 낮은 전위를 가진다. 또한 도 17의 (B)에서는 전류가 흐르는 방향을 알기 쉽게 하기 위하여, 발광 디바이스(805a)의 왼쪽에 발광 다이오드의 회로 기호를 나타내고, 수광 디바이스(805b)의 오른쪽에 포토다이오드의 회로 기호를 나타내었다. 또한 캐리어(전자 및 정공)가 흐르는 방향을 화살표를 사용하여 각 디바이스 내에 모식적으로 나타내었다.
- [0433] 도 17의 (B)에 나타난 구성의 경우, 전극(801a)에 제 1 배선을 통하여 제 1 전위가 공급되고, 전극(802)에 제 2 배선을 통하여 제 2 전위가 공급되고, 전극(801b)에 제 3 배선을 통하여 제 3 전위가 공급될 때, 각 전위의 대소 관계는 제 1 전위>제 2 전위>제 3 전위가 된다.
- [0434] 또한 도 17의 (C)에는 발광 디바이스(805a)의 전극(801a)이 전극(802)보다 낮은 전위를 포함하는 경우를 나타내었다. 이때, 전극(801a)은 발광 디바이스(805a)의 음극으로서 기능하고, 전극(802)은 양극으로서 기능한다. 또한 수광 디바이스(805b)의 전극(801b)은 전극(802)보다 낮은 전위를 포함하고, 또한 전극(801a)보다 높은 전위를 가진다. 또한 도 17의 (B)에서는 전류가 흐르는 방향을 알기 쉽게 하기 위하여, 발광 디바이스(805a)의

왼쪽에 발광 다이오드의 회로 기호를 나타내고, 수광 디바이스(805b)의 오른쪽에 포토다이오드의 회로 기호를 나타내었다. 또한 캐리어(전자 및 정공)가 흐르는 방향을 각 디바이스 내에 모식적으로 화살표로 나타내었다.

[0435] 도 17의 (C)에 나타난 구조의 경우, 발광 디바이스(805a)에서 전극(801a)에 제 1 배선을 통하여 제 1 전위가 공급되고, 전극(802)에 제 2 배선을 통하여 제 2 전위가 공급되고, 전극(801b)에 제 3 배선을 통하여 제 3 전위가 공급될 때, 각 전위의 대소 관계는 제 2 전위>제 3 전위>제 1 전위가 된다.

[0436] 도 18의 (A)에는 수발광 장치(810)의 변형예인 수발광 장치(810A)를 나타내었다. 수발광 장치(810A)는 공통층(806) 및 공통층(807)을 포함한다는 점에서 수발광 장치(810A)와 다르다. 발광 디바이스(805a)에서 공통층(806) 및 공통층(807)은 EL층(803a)의 일부로서 기능한다. 또한 수광 디바이스(805b)에서 공통층(806) 및 공통층(807)은 수광층(803b)의 일부로서 기능한다. 또한 공통층(806)은 예를 들어 정공 주입층 및 정공 수송층을 포함한다. 또한 공통층(807)은 예를 들어 전자 수송층 및 전자 주입층을 포함한다.

[0437] 공통층(806) 및 공통층(807)을 포함하는 구성으로 함으로써, 구분하여 형성하는 횟수를 크게 증가시키지 않고 수광 디바이스를 내장시킬 수 있기 때문에, 수발광 장치(810A)를 높은 스루풋으로 제조할 수 있다.

[0438] 도 18의 (B)에는 수발광 장치(810)의 변형예인 수발광 장치(810B)를 나타내었다. 수발광 장치(810B)에서 EL층(803a)이 층(806a) 및 층(807a)을 포함하고, 또한 수광층(803b)이 층(806b) 및 층(807b)을 포함하는 점에서 수발광 장치(810)와 다르다. 층(806a) 및 층(806b)은 각각 다른 재료로 구성되고, 예를 들어 정공 주입층 및 정공 수송층을 포함한다. 또한 층(806a) 및 층(806b)은 각각 같은 재료로 구성되어도 좋다. 또한 층(807a) 및 층(807b)은 각각 다른 재료로 구성되고, 예를 들어 전자 수송층 및 전자 주입층을 포함한다. 층(807a) 및 층(807b)은 각각 같은 재료로 구성되어도 좋다.

[0439] 층(806a) 및 층(807a)에 발광 디바이스(805a)를 구성하는 데 최적인 재료를 선택하고, 층(806b) 및 층(807b)에 수광 디바이스(805b)를 구성하는 데 최적인 재료를 선택함으로써, 수발광 장치(810B)에서 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b) 각각의 성능을 높일 수 있다.

[0440] 또한 본 실시형태에서 설명하는 수광 디바이스(805b)의 정세도는 100ppi 이상, 바람직하게는 200ppi 이상, 더 바람직하게는 300ppi 이상, 더 바람직하게는 400ppi 이상, 더 바람직하게는 500ppi 이상이고, 2000ppi 이하, 1000ppi 이하, 또는 600ppi 이하 등으로 할 수 있다. 특히 200ppi 이상 600ppi 이하, 바람직하게는 300ppi 이상 600ppi 이하의 정세도로 수광 디바이스(805b)를 배치함으로써, 지문의 활상에 적합하게 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 사용하여 지문 인증을 수행하는 경우, 수광 디바이스(805b)의 정세도를 높임으로써, 예를 들어 지문의 특징점(Minutia)을 높은 정밀도로 추출할 수 있어, 지문 인증의 정밀도를 높일 수 있다. 또한 정세도가 500ppi 이상이면, NIST(National Institute of Standards and Technology) 등의 규격에 준거할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 수광 디바이스의 정세도를 500ppi로 가정한 경우, 1화소당 크기는 50.8 μ m가 되므로, 지문의 폭(대표적으로는 300 μ m 이상 500 μ m 이하)을 활상하기에 충분한 정세도임을 알 수 있다.

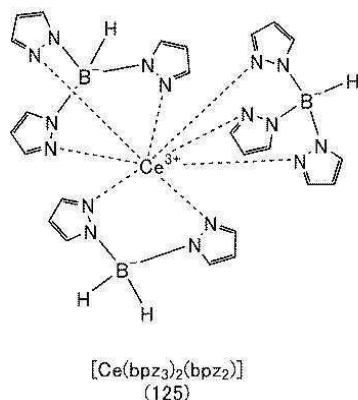
[0441] 또한 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0442] (실시예 1)

[0443] <<합성에 1>>

[0444] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(125)으로 나타난 본 발명의 유기 금속 착체의 일 형태인 비스[하이드로 트리스(피라졸리도-N1)보레이트(1-)-N2,N2',N2''] [다이하이드로비스(피라졸리도-N1)보레이트(1-)-N2,N2']세륨(II)(약칭: [Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]의 합성 방법에 대하여 설명한다. [Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]의 구조를 이하에 나타낸다.

[0445] [화학식 27]

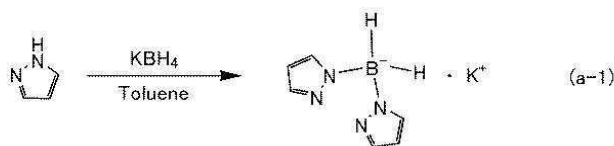


[0446]

[0447] <단계 1: 비스(1-피라졸릴)붕산 포타슘의 합성>

[0448] 피라졸 20g(294mmol)과 수소화 붕산 포타슘 4.0g(73.5mmol)을 환류탑이 장착된 200mL 3구 플라스크에 넣고, 계 내를 질소 치환하였다. 거기에 탈수 톨루엔을 70mL 첨가하여 탈기한 후, 혼합물을 110℃에서 16시간 가열 환류 하면서 교반하였다. 교반 후, 반응 용액 내의 백색 고체를 흡인 여과하고, 가열한 톨루엔으로 여과지 위의 백색 고체를 용해하고, 여과액으로서 회수하였다. 얻어진 여과액을 실온까지 냉각시킴으로써 백색 고체가 석출되었다. 이 백색 고체를 흡인 여과하고, 다이클로로메테인, 디에틸에터로 세정한 후 건조시킴으로써 백색 고체(7.0g, 수율 51%)를 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 하기 식(a-1)에 나타낸다.

[0449] [화학식 28]

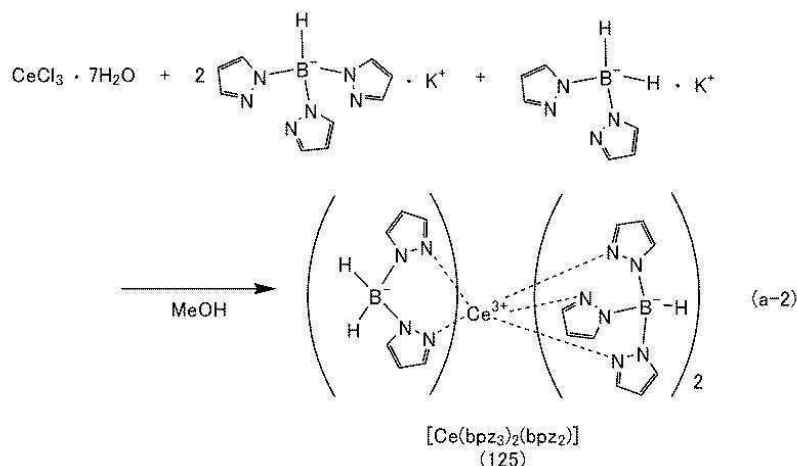


[0450]

[0451] <단계 2: [Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]의 합성>

[0452] 트리스(1-피라졸릴)붕산 포타슘 5.0g(20mmol)과, 비스(1-피라졸릴)붕산 포타슘 1.9g(9.9mmol)과, 염화 세륨(III)·7수화물 3.7g(9.9mmol)을 500mL 3구 플라스크에 넣고, 계 내를 질소 치환하였다. 여기에 탈수 메탄올을 230mL 첨가하고, 2.5시간 실온에서 교반하였다. 교반 후, 반응 용액 내의 백색 고체를 멤브레인 필터를 사용하여 흡인 여과하여 여과액을 얻었다. 이 여과액으로부터 증발기로 용매를 증류 제거하여 백색 고체를 얻었다. 이어서 이 백색 고체에 다이클로로메테인을 첨가하여 원심 분리를 수행한 후, 상층 용액을 여과하여 얻어진 여과액의 용매를 멤브레인 필터를 사용하여 증류 제거함으로써, 목적의 유기 금속 착체인 백색 고체(1.3g, 수율 18%)를 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 하기 식(a-2)에 나타낸다.

[0453] [화학식 29]



[0454]

[0455] 얻어진 백색 고체 400mg을 미량용 승화 정제 장치를 사용하여 200℃, 1.5시간 승화 정제하여 백색 고체(143mg, 회수율 36%)를 얻었다.

[0456] 시료의 분자량을 조사하기 위하여, 매트릭스 지원 레이저 이탈 이온화 질량 분석(matrix-assisted laser desorption-ionization mass spectrometry: MALDI-MS) 측정을 수행하였다. 측정은 포지티브 모드에서 수행하였다. MALDI-MS에 의하여, 질량 스펙트럼에는 $m/z=713.2$, 566.1 , 및 500.1 의 이온이 검출되었다. 이 결과로부터 목적물의 조성식인 $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{B}_3\text{CeN}_{16}$, 배위자인 비스(1-피라졸릴)붕산이 하나 빠진 조성식인 $\text{C}_{18}\text{H}_{20}\text{B}_2\text{CeN}_{12}$, 및 배위자인 트리스(1-피라졸릴)붕산이 하나 빠진 조성식인 $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{B}_2\text{CeN}_{10}$ 으로 각각 추정되었다. 이로써 목적의 유기 금속 착체인 $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 가 얻어진 것이 확인되었다.

[0457] 다음으로 $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 의 다이클로로메테인 용액의 자외 가시 흡수 스펙트럼(이하, 단순히 "흡수 스펙트럼"이라고 함) 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하여 실온에서 측정을 수행하였다. 또한 흡수 스펙트럼은 다이클로로메테인 용액(0.10mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 실온에서 측정을 수행하였다. 또한 흡수 스펙트럼은 다이클로로메테인 용액을 석영 셀에 넣고 측정된 흡수 스펙트럼으로부터, 다이클로로메테인만을 석영 셀에 넣고 측정된 흡수 스펙트럼을 뺀 결과를 나타낸다. 발광 스펙트럼의 측정에는 절대 PL 양자 수율 측정 장치(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, C11347-01)를 사용하고, 글로브 박스(Bright Co., Ltd. 제조, LABstar M13(1250/780))에서 질소 분위기 하에서 다이클로로메테인 탈산소 용액(0.10mmol/L)을 석영 셀에 넣고, 밀봉하고, 실온에서 측정을 수행하였다.

[0458] 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 19에 나타내었다. 또한 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 흡수 강도 및 발광 강도를 나타낸다. 또한 2개의 실선 중 가는 실선은 흡수 스펙트럼을 나타내고, 굵은 실선은 발광 스펙트럼을 나타낸다.

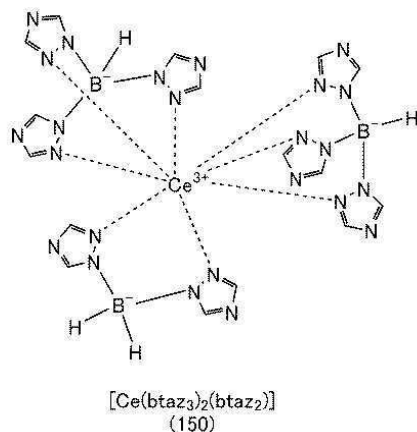
[0459] 도 19에 나타난 바와 같이, $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 는 440nm에 발광 피크를 가지고, 다이클로로메테인 용액으로부터는 청색의 발광이 관측되었다.

[0460] (실시예 2)

[0461] <<합성예 2>>

[0462] 본 실시예에서는 실시형태 1에서 구조식(150)으로 나타낸 본 발명의 유기 금속 착체의 일 형태인 비스[하이드로 트리스(1,2,4-트리아졸리도-N1)보레이트(1-)-N2,N2',N2''] [다이하이드로비스(1,2,4-트리아졸리도-N1)보레이트(1-)-N2,N2'']세륨(III)(약칭: $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$)의 합성 방법에 대하여 설명한다. $[\text{Ce}(\text{btaz}_3)_2(\text{btaz}_2)]$ 의 구조를 이하에 나타낸다.

[0463] [화학식 30]

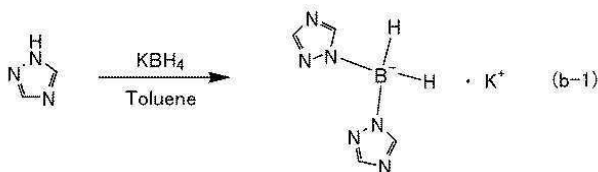


[0464]

[0465] <단계 1: 비스(1-트리아졸릴)붕산 포타슘의 합성>

[0466] 1,2,4-트리아졸 10.0g(144.8mmol)과 수소화 붕산 소듐 2.0g(36.2mmol)을 환류탑이 장착된 100mL 3구 플라스크에 넣고, 계 내를 질소 치환하였다. 거기에 탈수 톨루엔을 35mL 첨가하여 탈기한 후, 혼합물을 110℃에서 13시간 가열 환류하면서 교반하였다. 교반 후, 반응 용액 내에 석출한 고체를 흡인 여과하고, 다이클로로메테인으로 세정하였다. 얻어진 백색 고체를 에탄올에 용해하고, 다이클로로메테인을 빈용매로서 사용하여 재결정을 수행한 후 흡인 여과하고, 다이클로로메테인으로 세정한 후 건조시킴으로써, 백색 고체(4.9g, 수율 73%)를 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 하기 식(b-1)에 나타낸다.

[0467] [화학식 31]

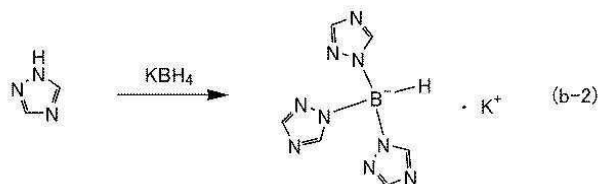


[0468]

[0469] <단계 2: 트리스(1-트리아졸릴)붕산 포타슘의 합성>

[0470] 1,2,4-트리아졸 15.0g(217.2mmol)과 수소화 붕산 소듐 2.9g(54.3mmol)을 환류탑이 장착된 100mL 3구 플라스크에 넣고, 계 내를 질소 치환하였다. 가열 온도를 서서히 올림으로써 190℃로 설정하여 혼합물을 5시간 가열 교반하였다. 반응 후, 플라스크 내의 고체를 에탄올로 용해하고, 톨루엔을 빈용매로서 사용하여 재결정을 수행하였다. 석출물을 흡인 여과하고, 다이클로로메테인으로 세정한 후 건조시킴으로써, 백색 고체(8.8g, 수율 64%)를 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 하기 식(b-2)에 나타낸다.

[0471] [화학식 32]

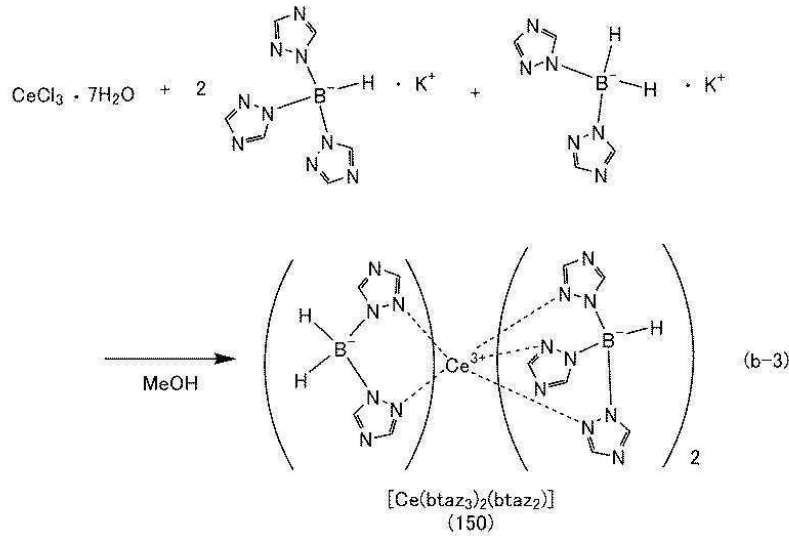


[0472]

[0473] <단계 3: [Ce(btaz3)2(btaz2)]의 합성>

[0474] 트리스(1-트리아졸릴)붕산 포타슘 2.2g(8.6mmol)과, 비스(1-트리아졸릴)붕산 포타슘 0.81g(4.3mmol)과, 염화 세륨(III)·7수화물 1.6g(4.3mmol)을 300mL 3구 플라스크에 넣고, 계 내를 질소 치환하였다. 여기에 탈수 메탄올을 100mL 첨가하고, 64시간 실온에서 교반하였다. 교반 후, 용매를 증류 제거하였다. 얻어진 고체를 헥세인을 사용하여 흡인 여과함으로써, 목적의 유기 금속 착체인 백색 고체(1.8g, 수율 57%)를 얻었다. 단계 3의 합성 스킴을 하기 식(b-3)에 나타낸다.

[0475] [화학식 33]



[0476]

[0477] 다음으로 [Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]의 다이클로로메테인 용액 내의 발광 스펙트럼을 측정하였다. 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 형광 광도계(JASCO Corporation 제조, FP8600)를 사용하고, 질소 분위기하에서 다이클로로메테인 탈산소 용액(0.10mmol/L)을 석영 셀에 넣고 밀봉하여, 실온에서 측정하였다. 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 20에 나타내었다. 또한 가로축은 파장을 나타내고, 세로축은 발광 강도를 나타낸다.

[0478] 도 20의 결과로부터 [Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]의 다이클로로메테인 용액에서는 440nm 부근에 발광 파장의 피크가 관찰되었다.

[0479] 다음으로 [Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]의 분말에서의 발광 스펙트럼을 측정하였다. 발광 스펙트럼의 측정에는 절대 PL 양자 수율 측정 장치(Hamamatsu Photonics K.K. 제조, C11347-01)를 사용하고, 분말 측정용 살레 위에 분말을 올려 실온에서 측정하였다. 얻어진 분말에서의 발광 스펙트럼의 측정 결과를 도 21에 나타내었다. 가로축은 파장을, 세로축은 발광 강도를 나타낸다.

[0480] 도 21의 결과로부터 [Ce(btaz₃)₂(btaz₂)]의 분말에서는 413nm 부근에 발광 파장의 피크가 관찰되었다.

[0481] (실시예 3)

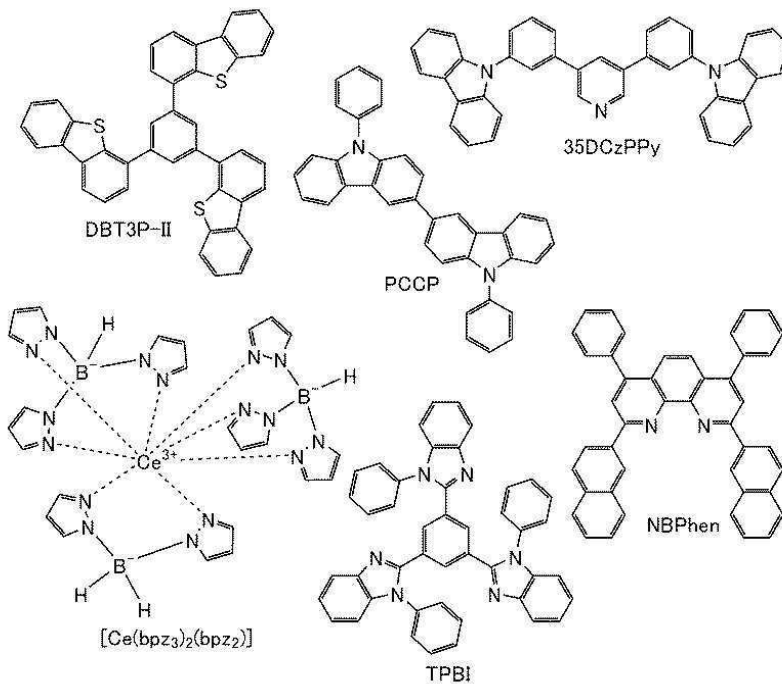
[0482] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스로서, 실시예 1에서 설명한 [Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]를 발광층에 사용한 발광 디바이스 1의 디바이스 구조 및 그 특성에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용하는 발광 디바이스 1의 구체적인 구성에 대하여 표 1에 나타낸다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0483] [표 1]

	막 두께 (nm)	발광 디바이스 1
제 2 전극	200	Al
전자 주입층	1	LiF
전자 수송층	15	NBPhen
	10	TPBI
발광층	25	PCCP:35DCzPPy:[Ce(bpz ₃) ₂ (bpz ₂)] (0.7:0.3:1)
정공 수송층	30	PCCP
정공 주입층	10	DBT3P-II:MoO _x (4:2)
제 1 전극	70	ITO

[0484]

[0485] [화학식 34]



[0486]

[0487] <<발광 디바이스 1의 제작>>

[0488] 본 실시예에서 나타내는 발광 디바이스 1은 도 22에 나타난 바와 같이, 기판(900) 위에 형성된 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 및 전자 주입층(915)이 순차적으로 적층되고, 전자 주입층(915) 위에 제 2 전극(902)이 적층된 구조를 가진다.

[0489] 먼저 기판(900) 위에 제 1 전극(901)을 형성하였다. 전극 면적은 $4\text{mm}^2 (2\text{mm} \times 2\text{mm})$ 로 하였다. 또한 기판(900)으로는 유리 기판을 사용하였다. 또한 제 1 전극(901)은, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 70nm의 막 두께로 성막하여 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 1 전극(901)은 양극으로서 기능한다.

[0490] 여기서 전(前) 처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 내부 압력이 약 10^{-4} Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 60분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0491] 다음으로 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911)을 형성하였다. 정공 주입층(911)은 진공 증착 장치 내를 10^{-4} Pa까지 감압한 후, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II)과 산화 몰리브덴(약칭: MoOx)을 DBT3P-II:MoOx=4:2(질량비), 10nm 공증착하여 형성하였다.

[0492] 다음으로 정공 주입층(911) 위에 정공 수송층(912)을 형성하였다. 정공 수송층(912)에는 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP)을 사용하고, 30nm 증착하여 형성하였다.

[0493] 다음으로 정공 수송층(912) 위에 발광층(913)을 형성하였다.

[0494] 발광층(913)은 PCCP와, 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy)과, $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 를 PCCP:35DCzPPy:[Ce(bpz₃)₂(bpz₂)]=0.7:0.3:1이 되도록 25nm 공증착하여 형성하였다.

[0495] 다음으로 발광층(913) 위에 전자 수송층(914)을 형성하였다. 전자 수송층(914)은 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI)을 10nm 증착한 후, 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPPhen)을 15nm 증착하여 형성하였다.

[0496] 다음으로 전자 수송층(914) 위에 전자 주입층(915)을 형성하였다. 전자 주입층(915)은 플루오린화 리튬(LiF)을

사용하고, 막 두께가 1nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0497] 다음으로 전자 주입층(915) 위에 제 2 전극(902)을 형성하였다. 제 2 전극(902)은 알루미늄을 사용하여 증착법으로 막 두께가 200nm가 되도록 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 2 전극(902)은 음극으로서 기능한다.

[0498] 상술한 공정을 거쳐, 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 끼운 발광 디바이스 1을 기판(900) 위에 형성하였다. 또한 상기 공정에서 설명한 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 전자 주입층(915)은 본 발명의 일 형태의 EL층을 구성하는 기능층이다. 또한 상술한 제작 방법에서의 증착 공정에서는 모두 저항 가열법에 의한 증착법을 사용하였다.

[0499] 제작된 발광 디바이스 1은 대기에 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉하였다(실재를 디바이스의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리를 수행하고, 80℃에서 1시간의 열처리를 실시하였음).

[0500] <<발광 디바이스 1의 동작 특성>>

[0501] 다음으로 발광 디바이스 1의 동작 특성을 측정하였다. 또한 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 수행하였다. 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 도 23에 나타내고, 전류 효율-휘도 특성을 도 24에 나타내고, 휘도-전압 특성을 도 25에 나타내고, 전류-전압 특성을 도 26에 나타내고, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 27에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 1의 630cd/m^2 부근에서의 주요한 초기 특성값을 이하의 표 2에 나타내었다.

[0502] [표 2]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 _x	색도 _y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 디바이스 1	7.2	18.7	468	0.174	0.190	0.134	0.154

[0503]

[0504] 또한 발광 디바이스 1에 2.5mA/cm^2 의 전류 밀도로 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 28에 나타내었다. 도 28에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스 1의 발광 스펙트럼은 440nm에 피크를 가지고, 발광 디바이스 1은 그 EL층에 사용한 유기 금속 착체 $[\text{Ce}(\text{bpz}_3)_2(\text{bpz}_2)]$ 에서 유래하는 발광을 나타내는 것이 시사되었다.

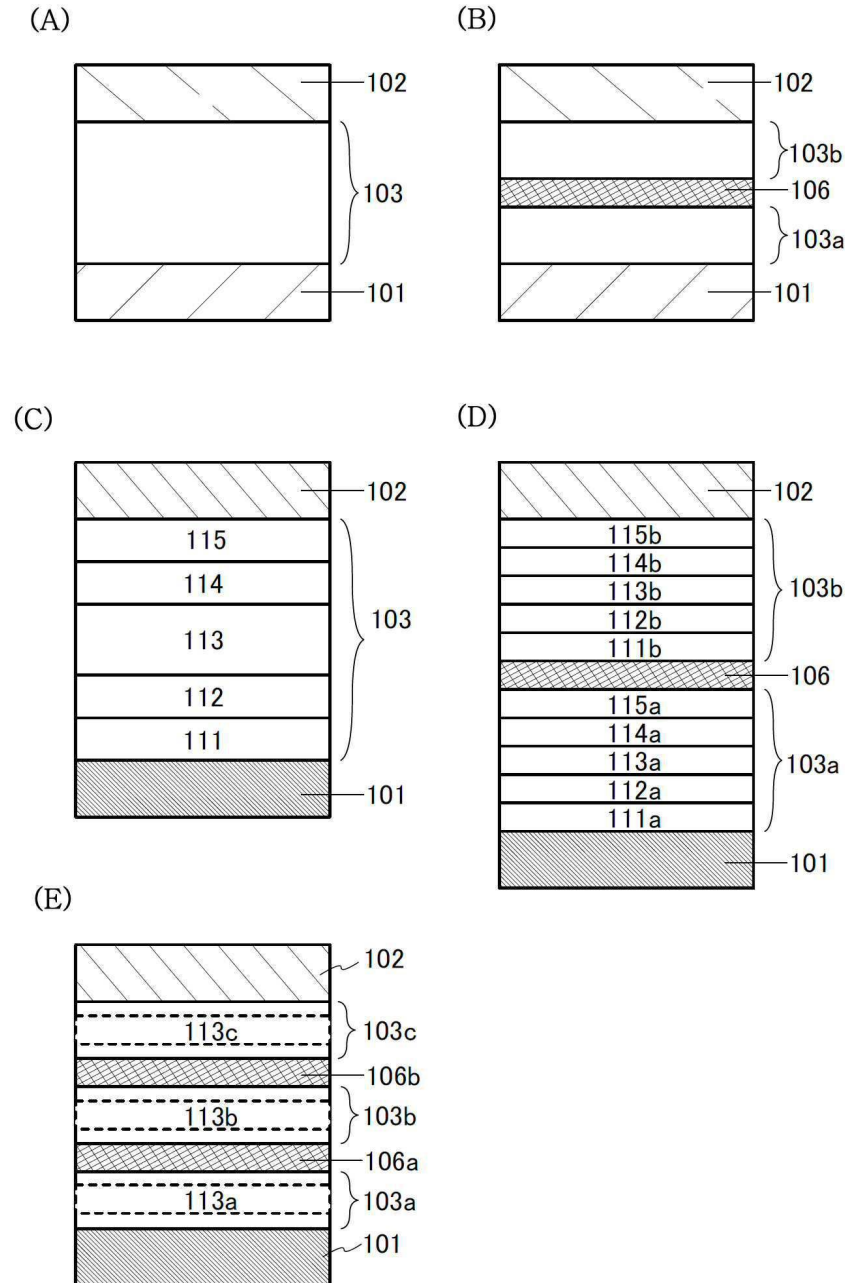
부호의 설명

[0505] GD: 구동 회로, IR: 부화소, M11: 트랜지스터, M12: 트랜지스터, M13: 트랜지스터, M14: 트랜지스터, M15: 트랜지스터, M16: 트랜지스터, M17: 트랜지스터, MS: 배선, PS: 부화소, RES: 레지스트 마스크, RE1: 배선, SE1: 배선, SE: 거리, TX: 배선, VG: 배선, VS: 배선, 101: 제 1 전극, 102: 제 2 전극, 103: EL층, 103a: EL층, 103b: EL층, 103B: EL층, 103G: EL층, 103R: EL층, 103PS: 수광층, 104B: 정공 주입·수송층, 104G: 정공 주입·수송층, 104R: 정공 주입·수송층, 104PS: 정공 주입·수송층, 105B: 발광층, 105G: 발광층, 105R: 발광층, 105PS: 활성층, 106: 전하 발생층, 106a: 전하 발생층, 106b: 전하 발생층, 107: 절연층, 108B: 전자 수송층, 108G: 전자 수송층, 108R: 전자 수송층, 108PS: 전자 수송층, 109: 전자 주입층, 110B: 희생층, 110G: 희생층, 110R: 희생층, 110PS: 희생층, 111: 정공 주입층, 111a: 정공 주입층, 111b: 정공 주입층, 112: 정공 수송층, 112a: 정공 수송층, 112b: 정공 수송층, 113: 발광층, 113a: 발광층, 113b: 발광층, 113c: 발광층, 114: 전자 수송층, 114a: 전자 수송층, 114b: 전자 수송층, 115: 전자 주입층, 115a: 전자 주입층, 115b: 전자 주입층, 130: 접속부, 400: 기판, 401: 제 1 전극, 403: EL층, 404: 제 2 전극, 405: 실재, 406: 실재, 407: 밀봉 기판, 412: 패드, 420: IC칩, 501C: 절연막, 501D: 절연막, 504: 도전막, 506: 절연막, 508: 반도체막, 508A: 영역, 508B: 영역, 508C: 영역, 510: 제 1 기판, 512A: 도전막, 512B: 도전막, 516: 절연막, 516A: 절연막, 516B: 절연막, 518: 절연막, 520: 기능층, 524: 도전막, 528: 격벽, 528a: 수지막, 530: 화소 회로, 530S: 화소 회로, 530X: 화소 회로, 531: 화소 회로, 550: 발광 디바이스, 550X: 발광 디바이스, 550S: 수광 디바이스, 550B: 발광 디바이스, 550G: 발광 디바이스, 550R: 발광 디바이스, 550PS: 수광 디바이스, 551B: 전극, 551C: 접속 전극, 551G: 전극, 551R: 전극, 551PS: 전극, 552: 전극, 580: 틸, 591S: 배선, 591X: 배선, 700: 수발광 장치, 701: 표시 영역, 702B: 부화소, 702G: 부화소, 702PS: 부화소, 702R: 부화소, 702IR: 부화소, 703: 화소, 704: 회로, 705: 절연층, 706: 배선, 710: 기판, 711: 기판, 712: IC, 713: FPC, 720: 장치, 770: 기판, 800: 기판, 801a: 전극, 801b: 전극, 802: 전극, 803a: EL층, 803b: 수광층, 805a: 발광 디바이스, 805b: 수광 디바이스, 810: 수발광 장치, 810A: 수발광 장치, 810B: 수발광 장치, 900: 기판, 901: 제 1 전극, 902: 제 2 전극, 911: 정공 주입층, 912: 정공 수송층, 913: 발광층, 914: 전자 수송층, 915: 전자 주입층, 5200B: 전자

기기, 5210: 연산 장치, 5220: 입출력 장치, 5230: 표시부, 5240: 입력부, 5250: 검지부, 5290: 통신부, 8001: 천장 조명, 8002: 풋라이트, 8003: 시트형 조명, 8004: 조명 장치, 8005: 전기 스탠드, 8006: 광원

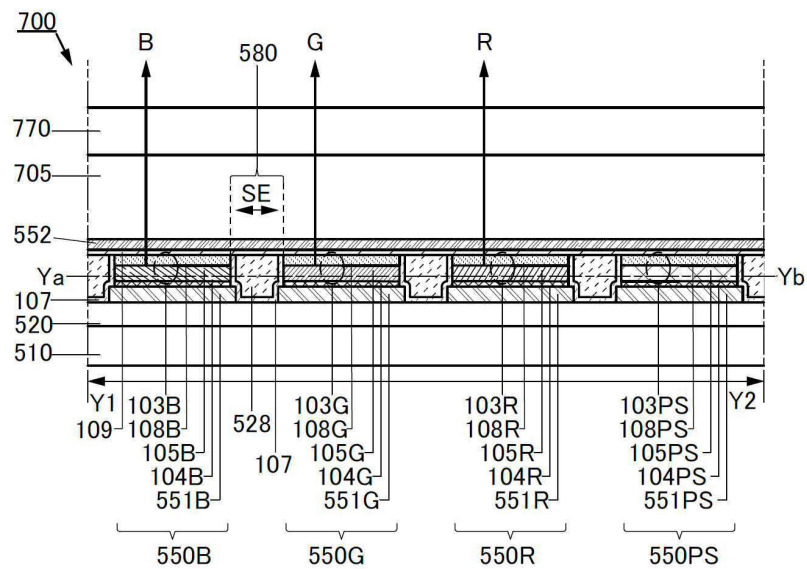
도면

도면1

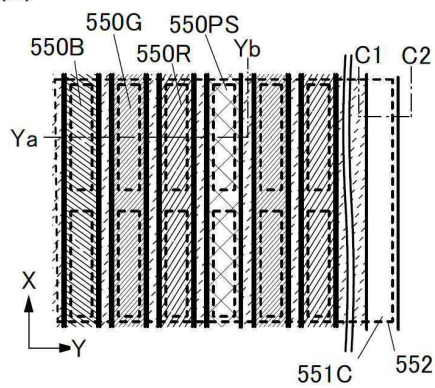


도면2

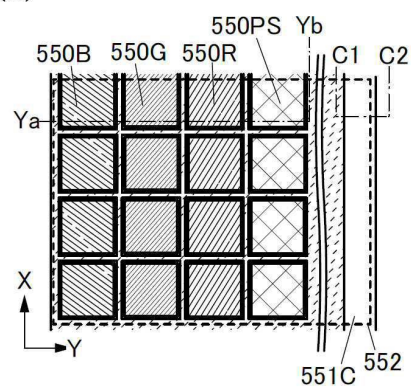
(A)



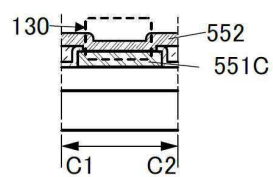
(B)



(C)

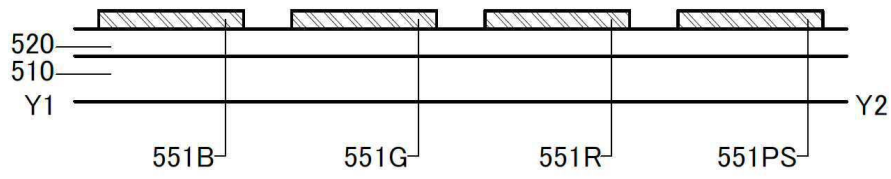


(D)

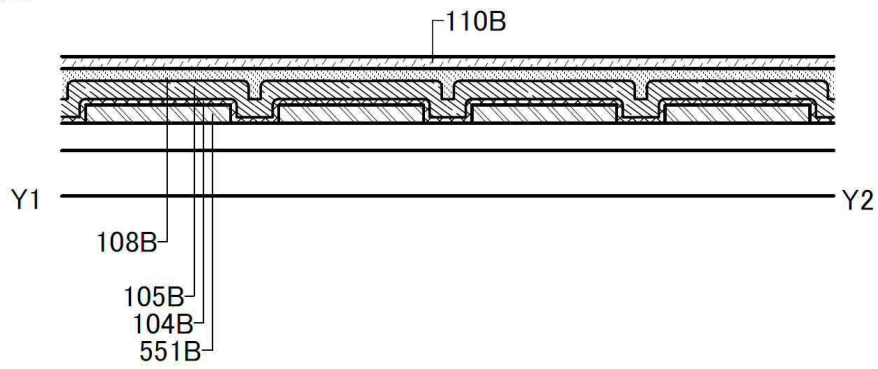


도면3

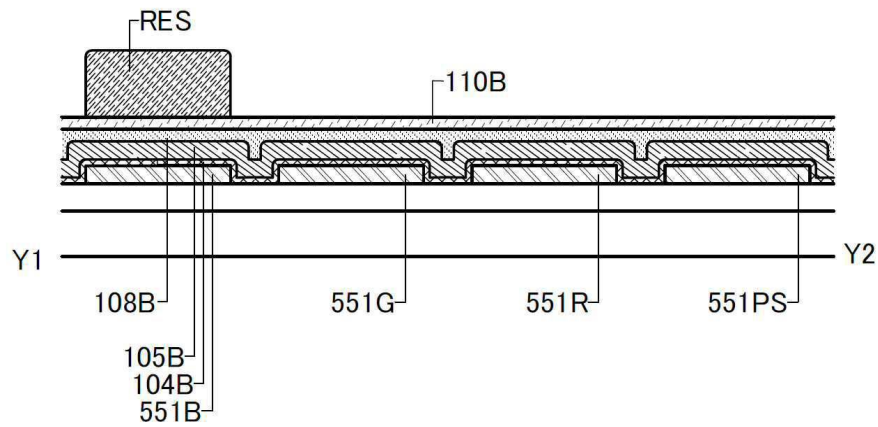
(A)



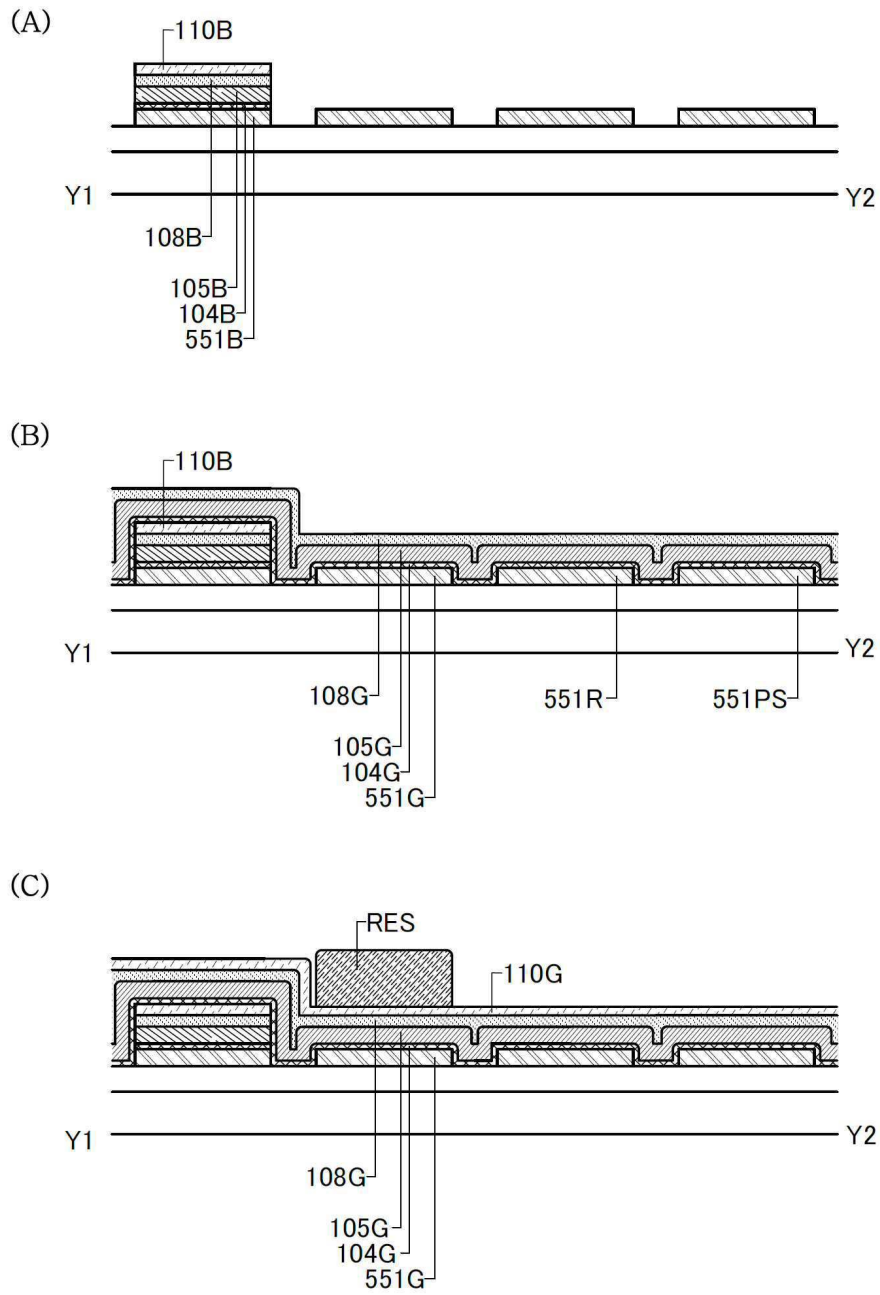
(B)



(C)

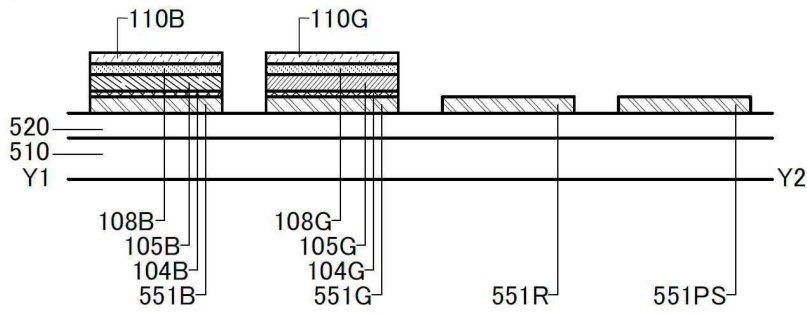


도면4

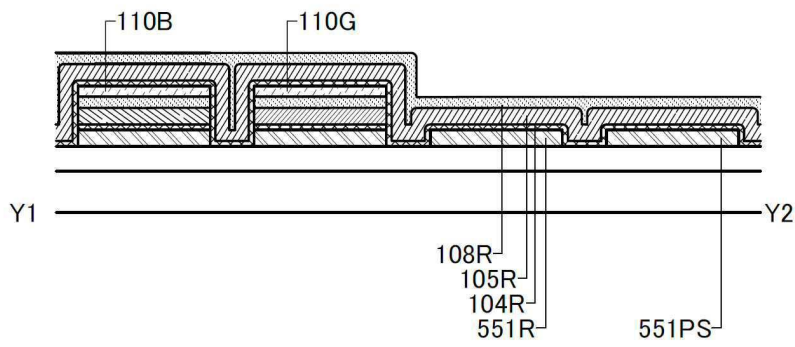


도면5

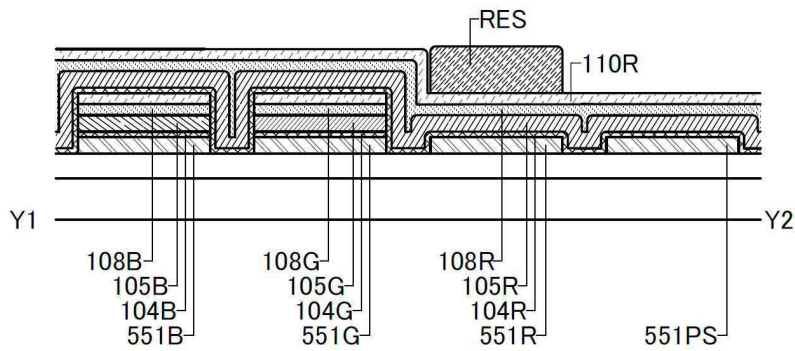
(A)



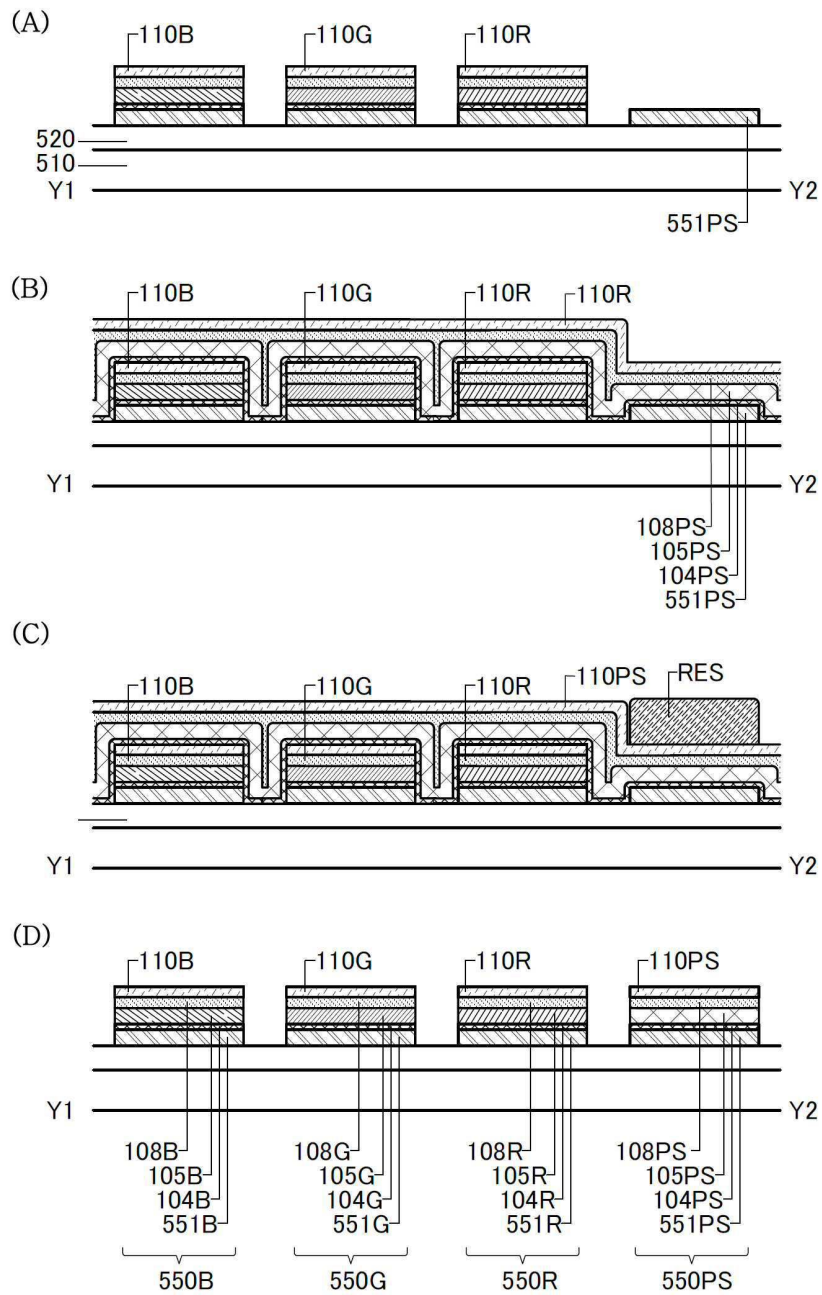
(B)



(C)

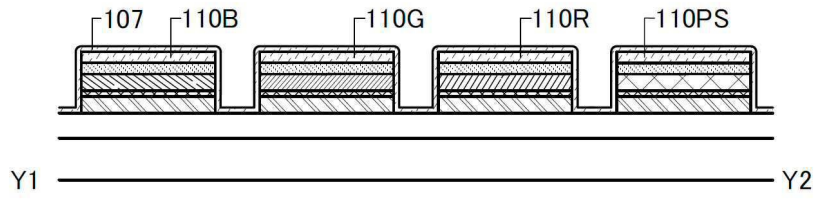


도면6

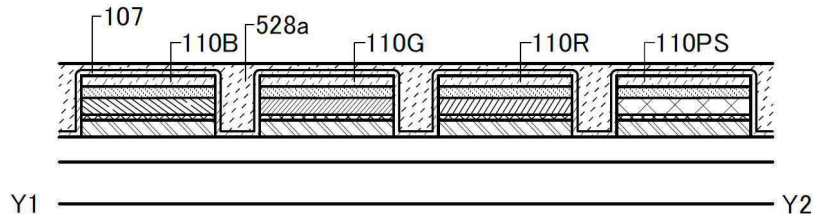


도면7

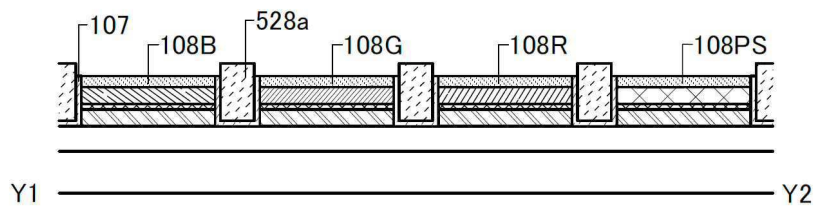
(A)



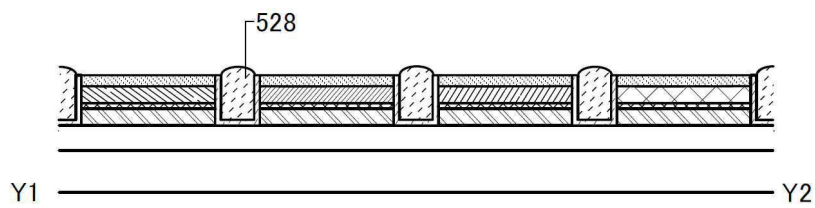
(B)



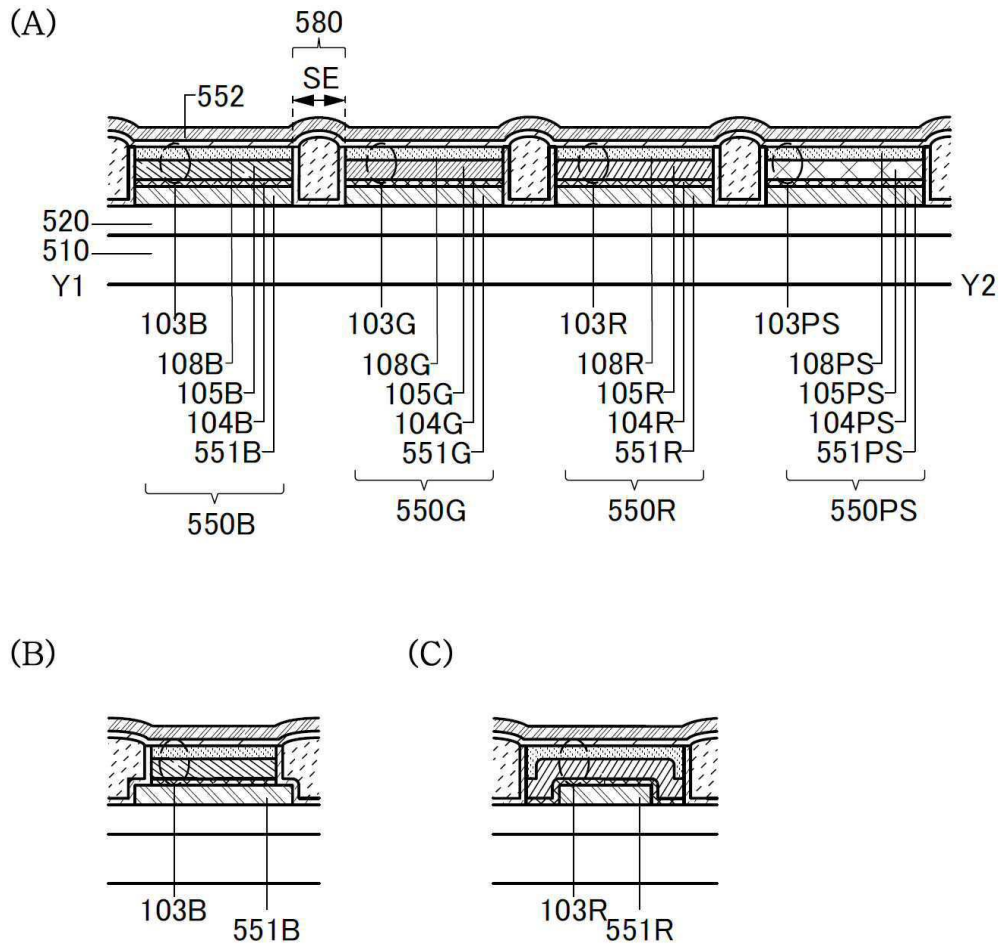
(C)



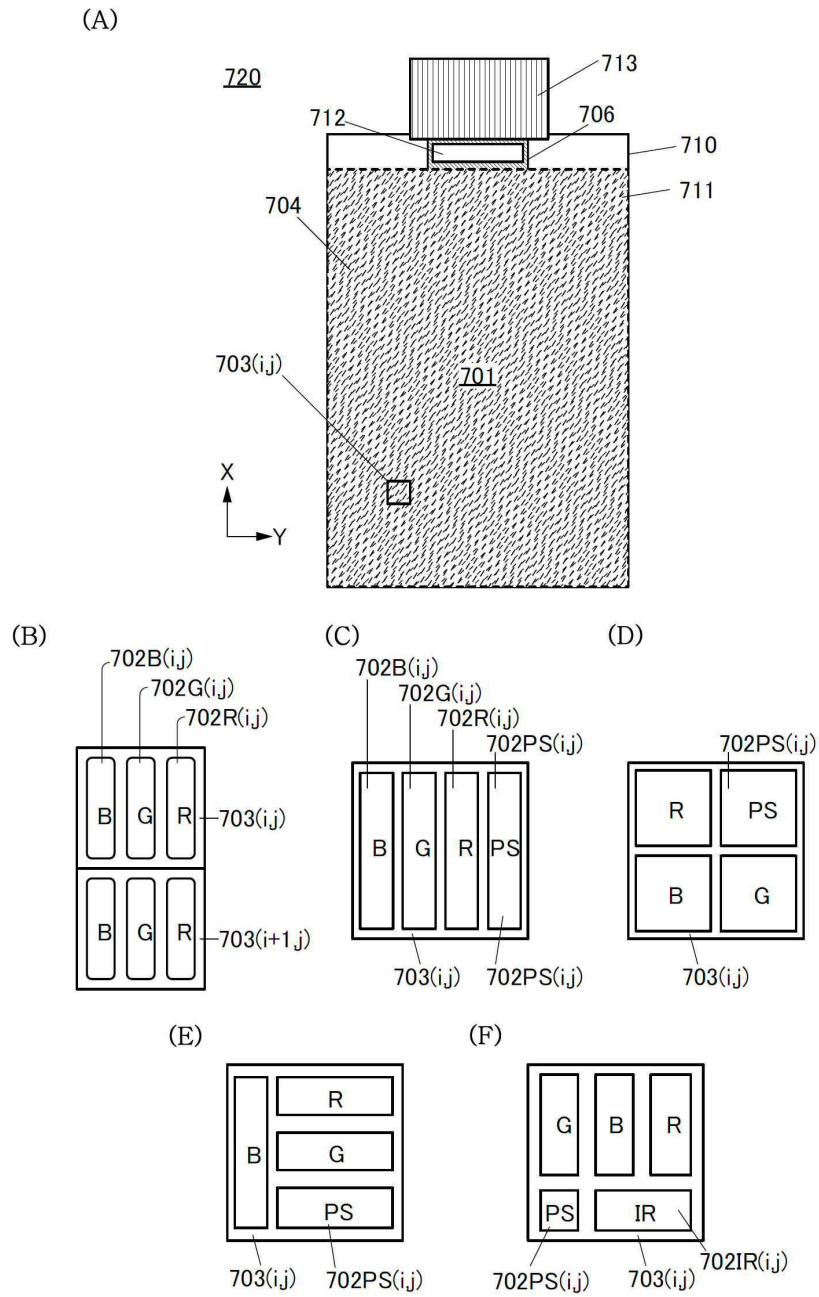
(D)



도면8

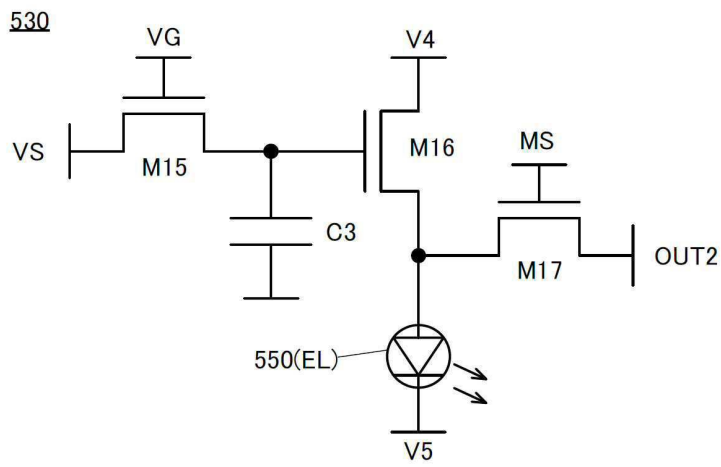


도면9

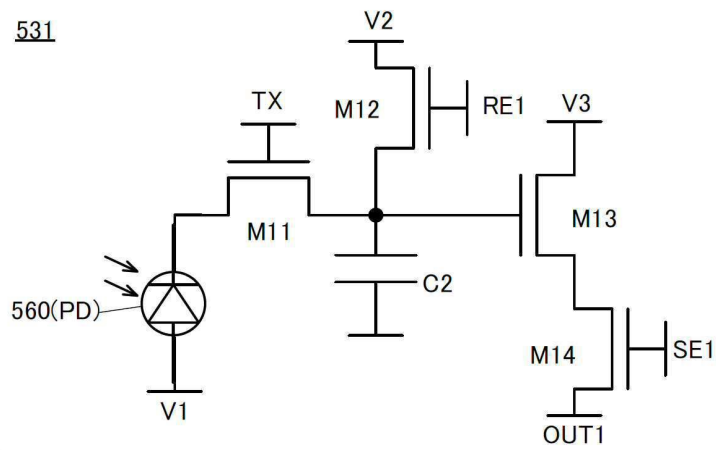


도면10

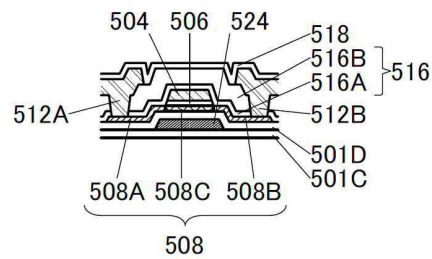
(A)



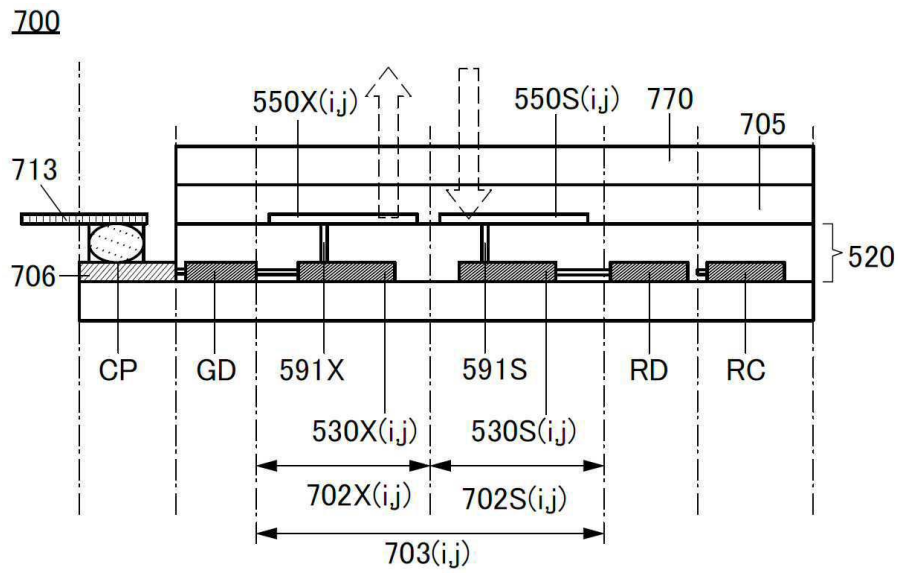
(B)



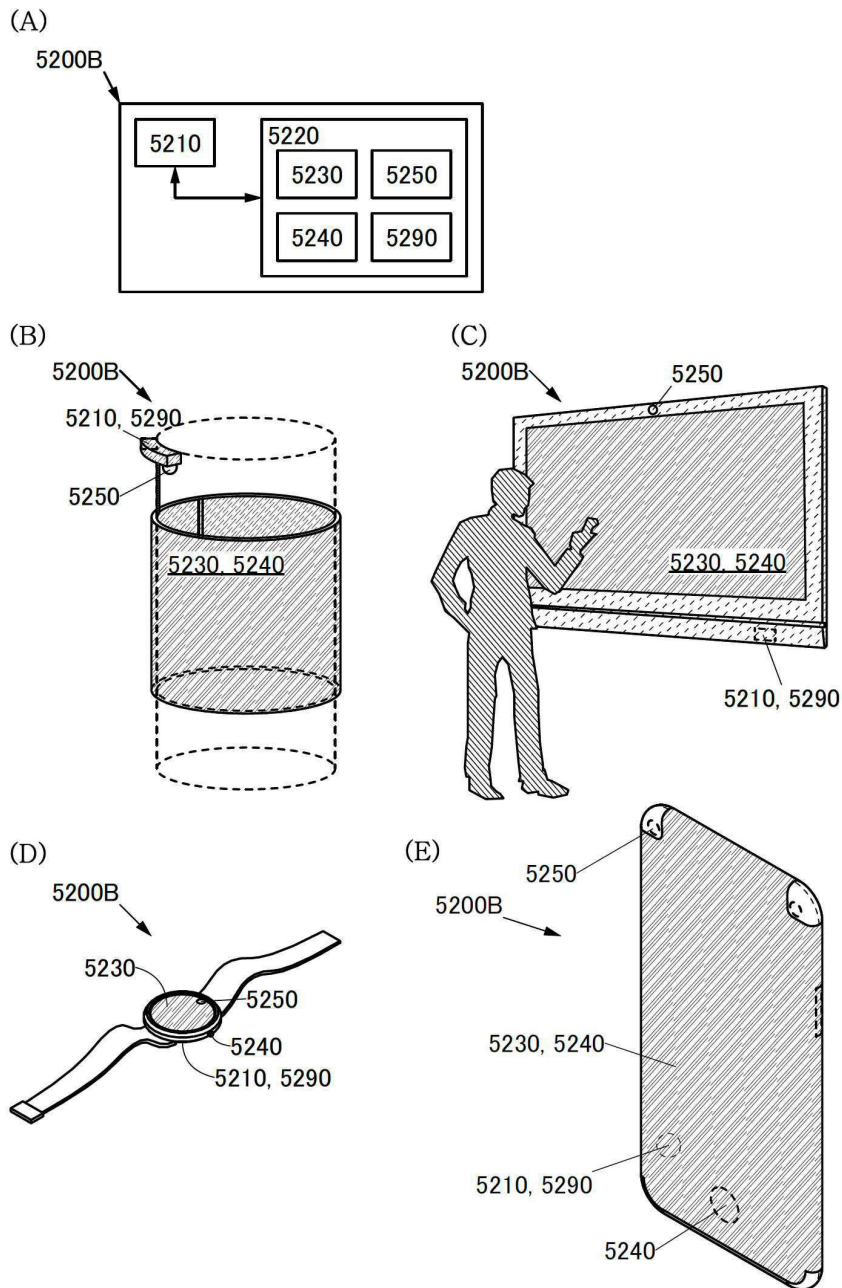
(C)



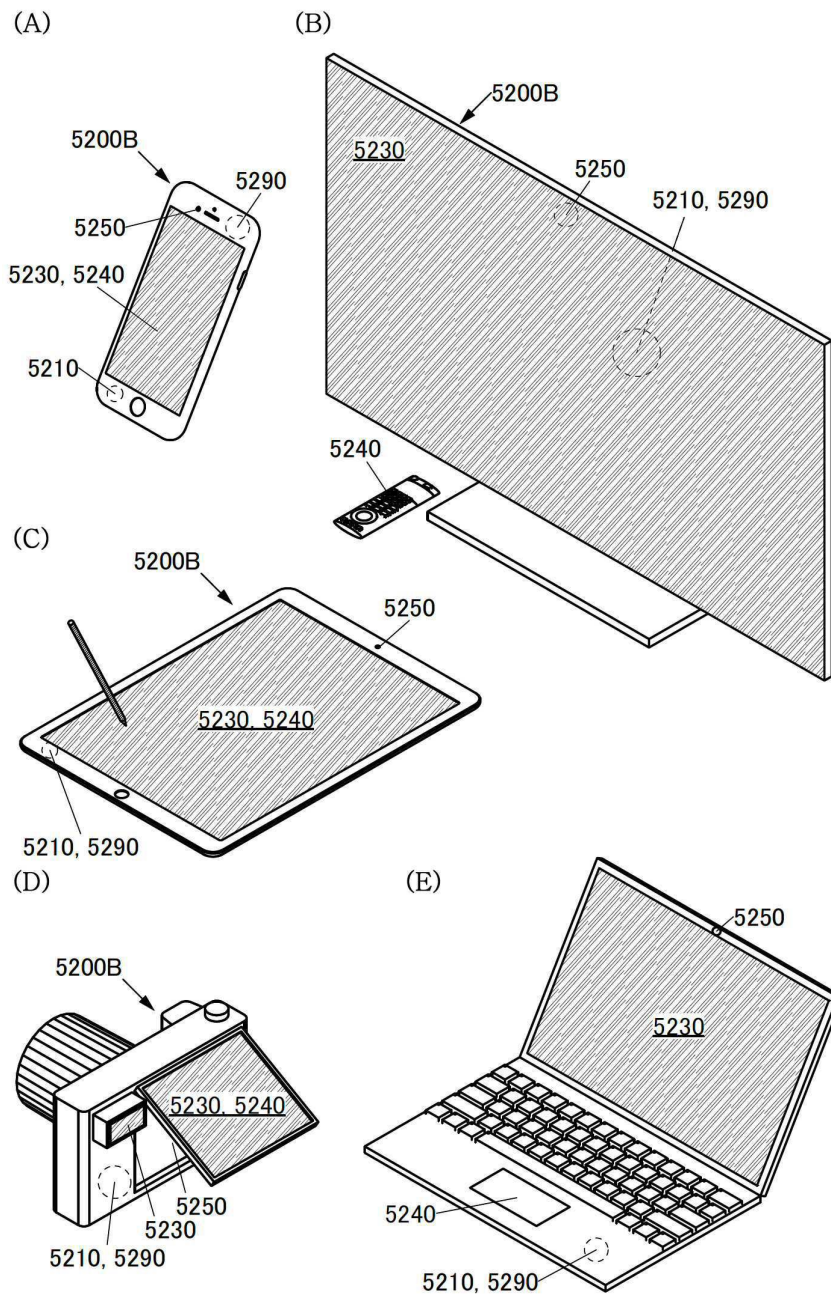
도면11



도면12

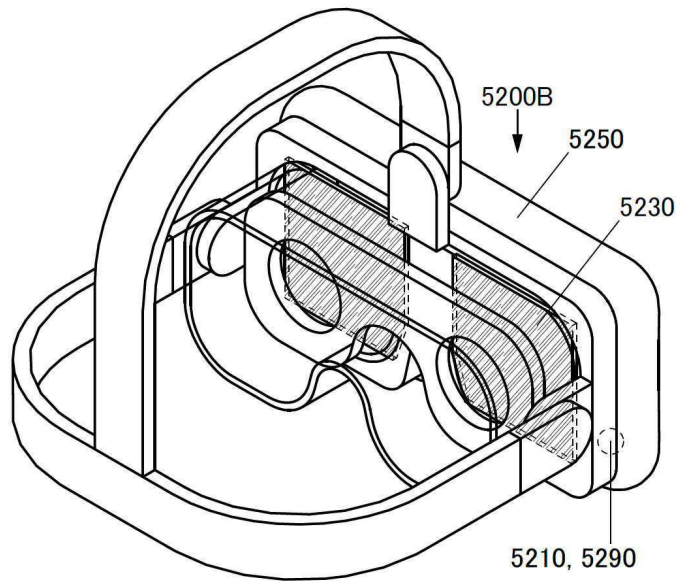


도면13

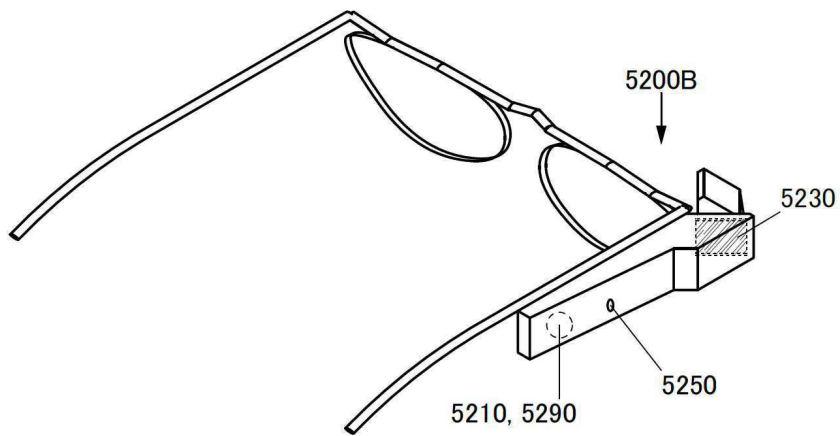


도면14

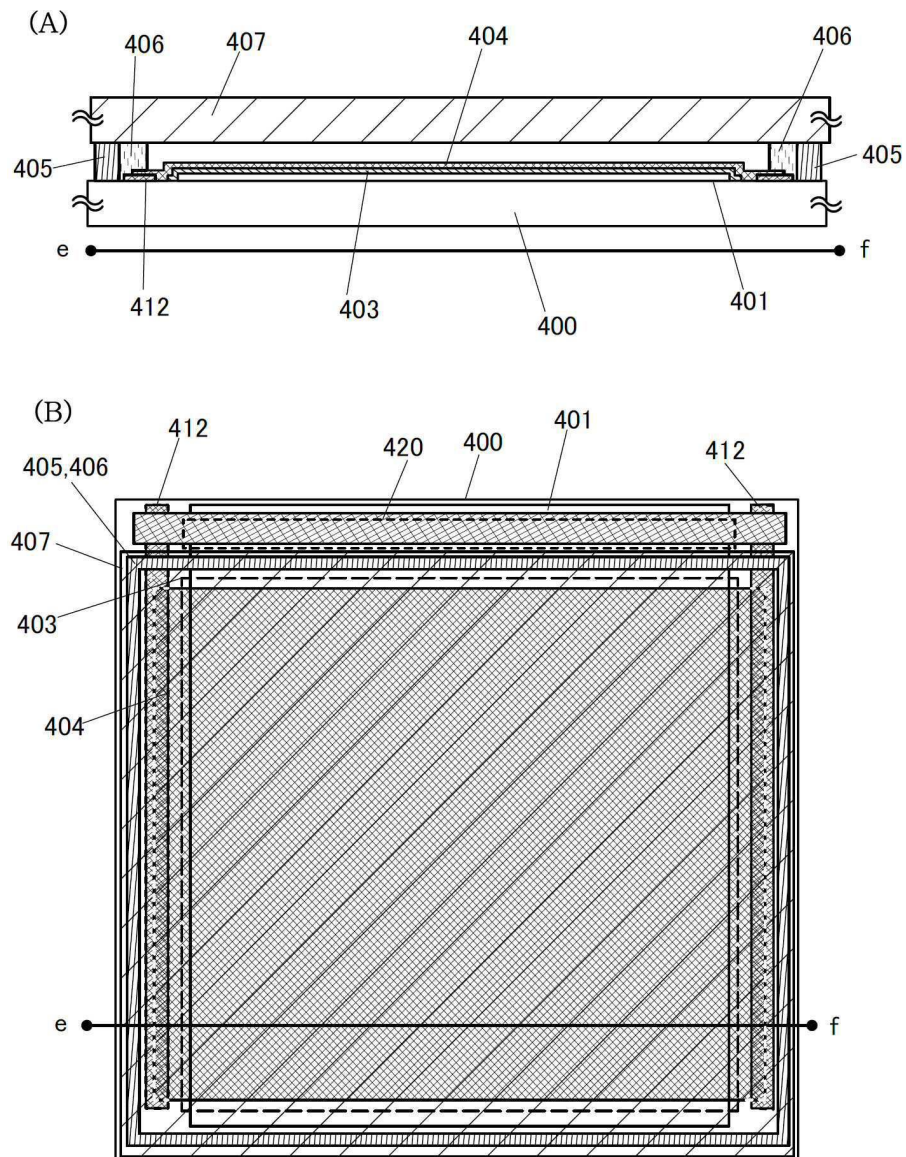
(A)



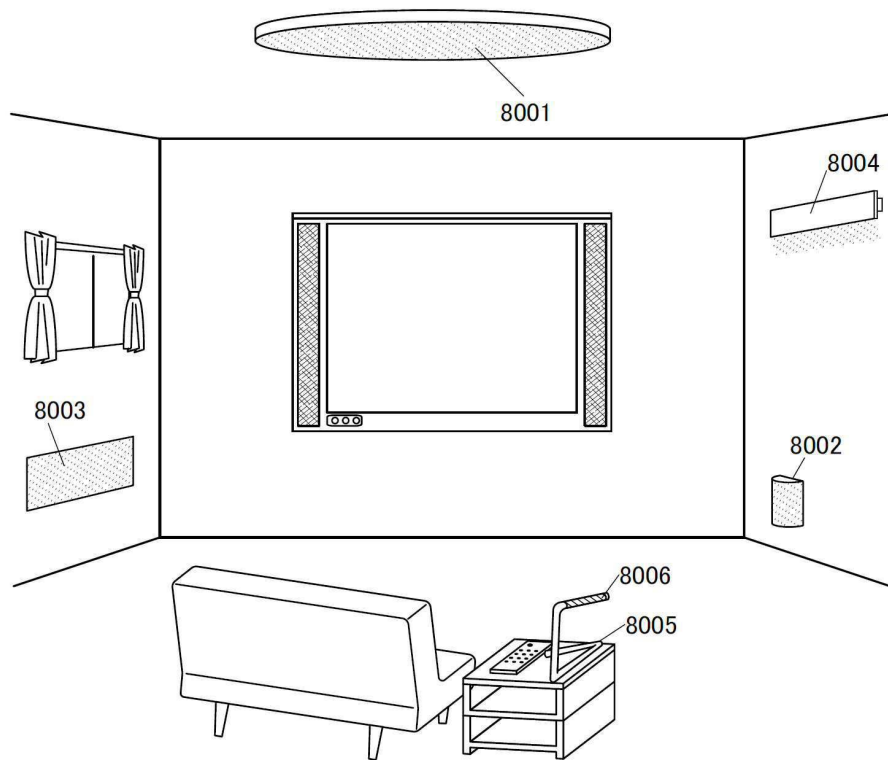
(B)



도면15

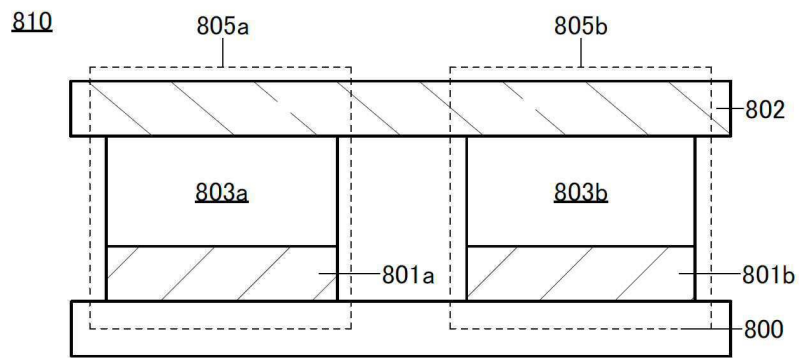


도면16

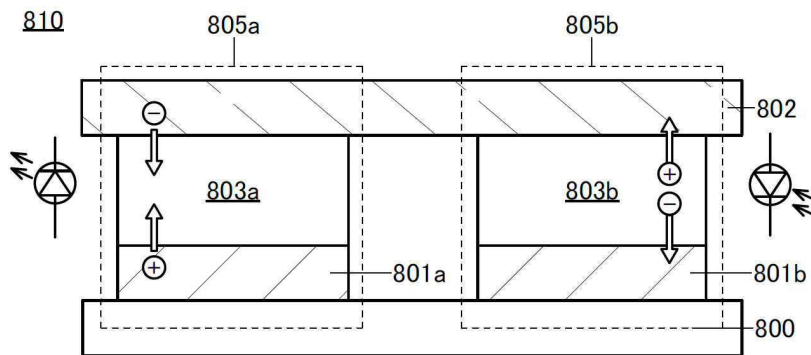


도면17

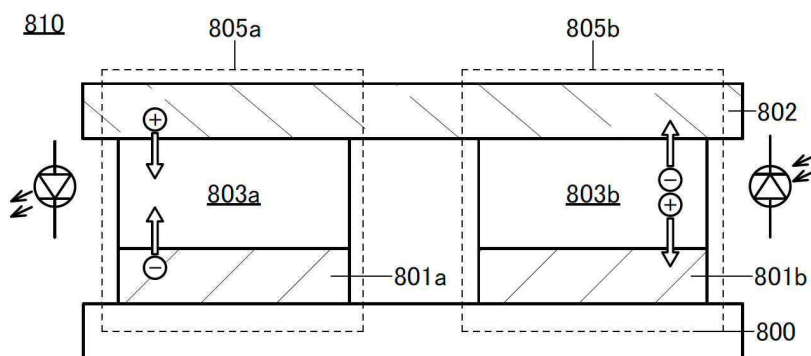
(A)



(B)

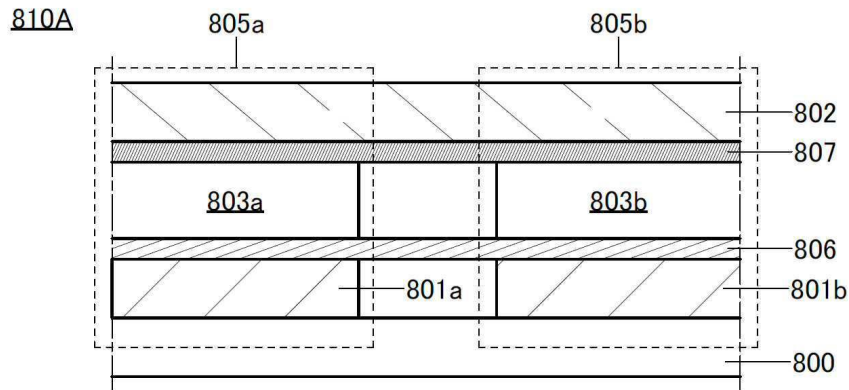


(C)

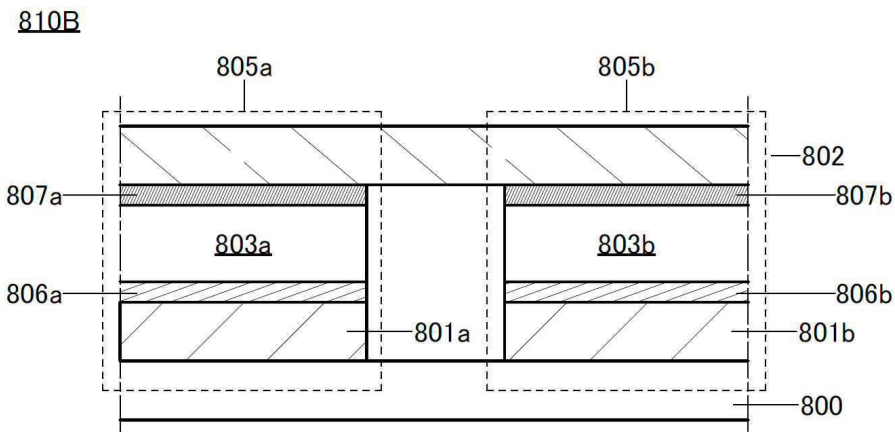


도면18

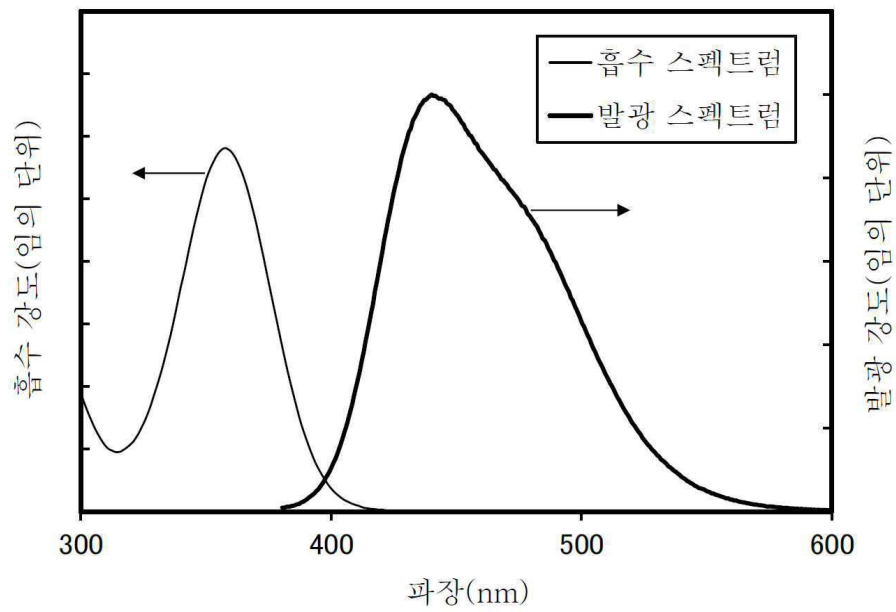
(A)



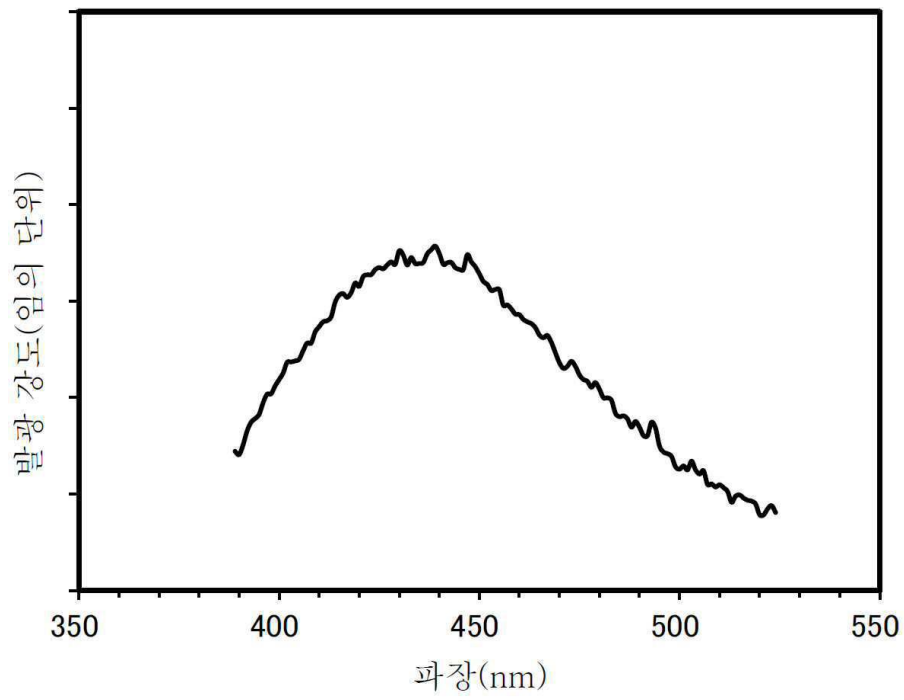
(B)



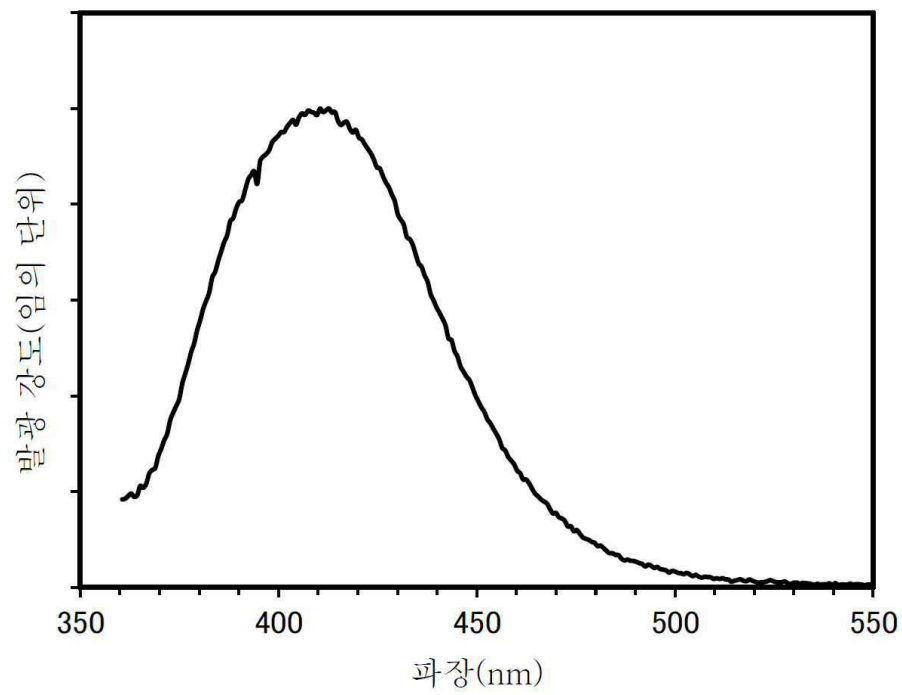
도면19



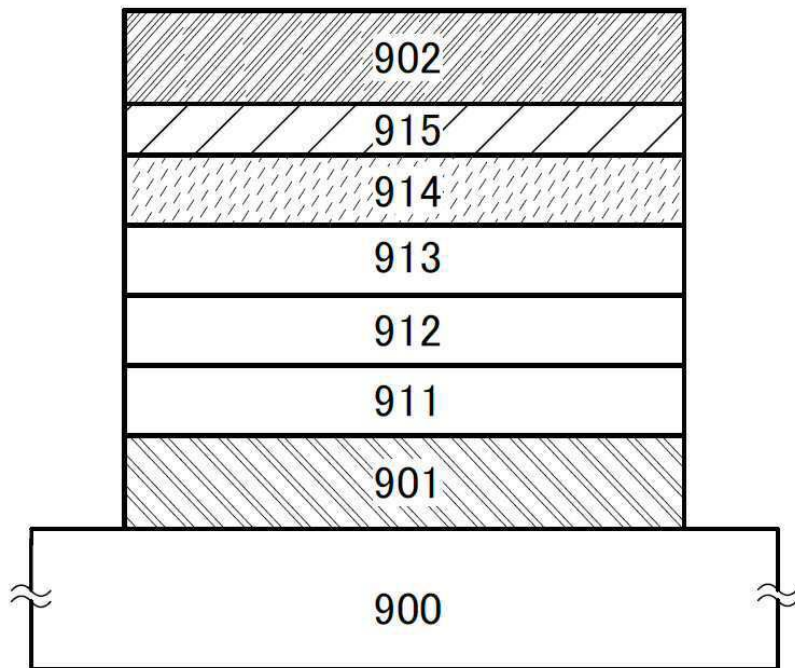
도면20



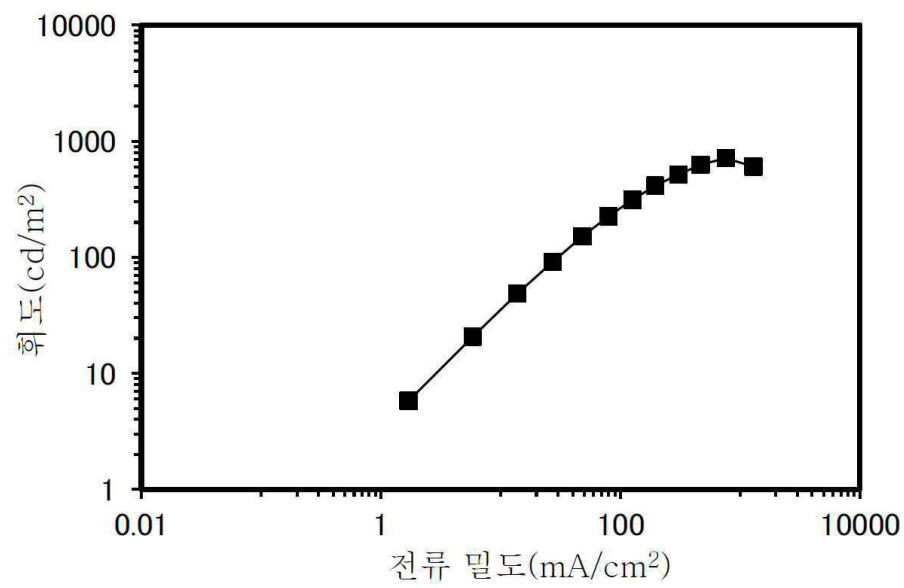
도면21



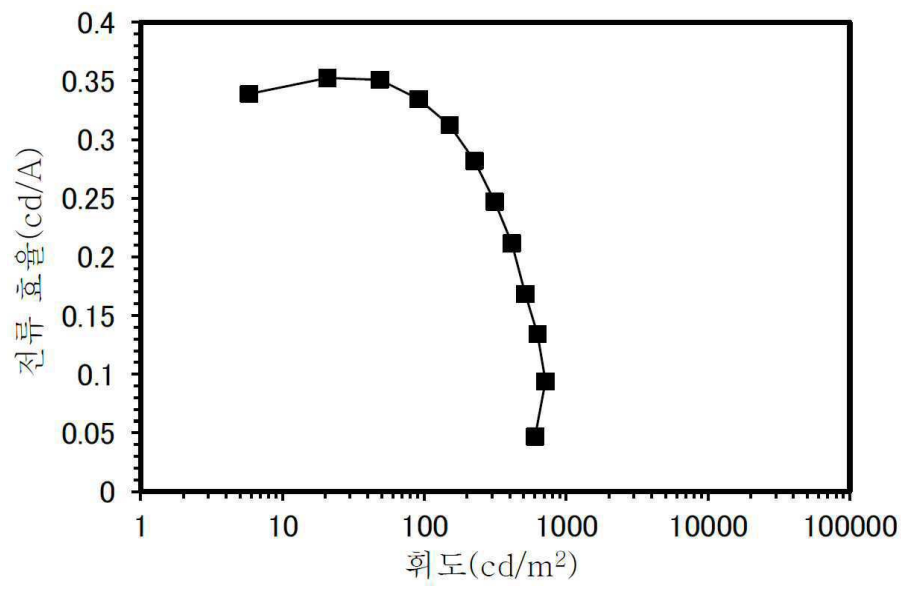
도면22



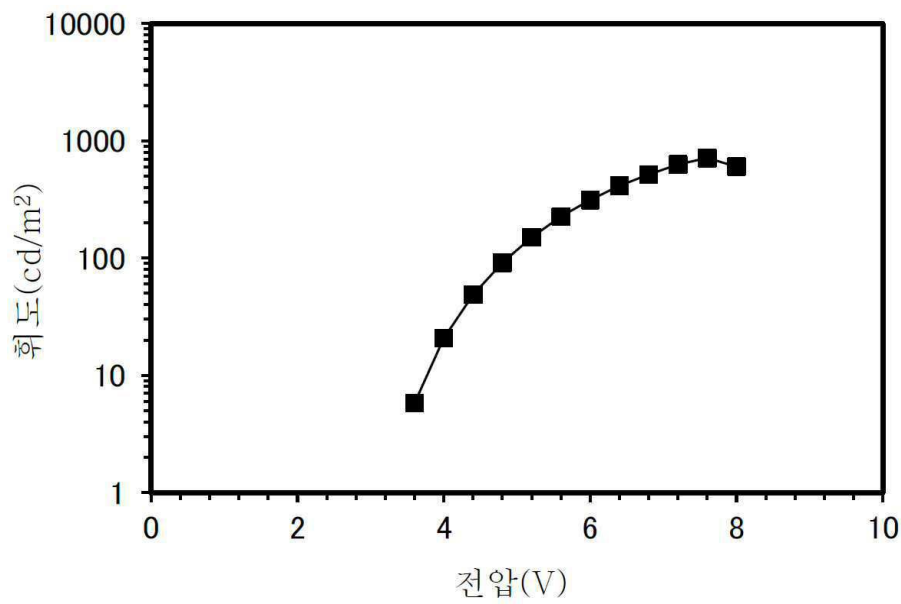
도면23



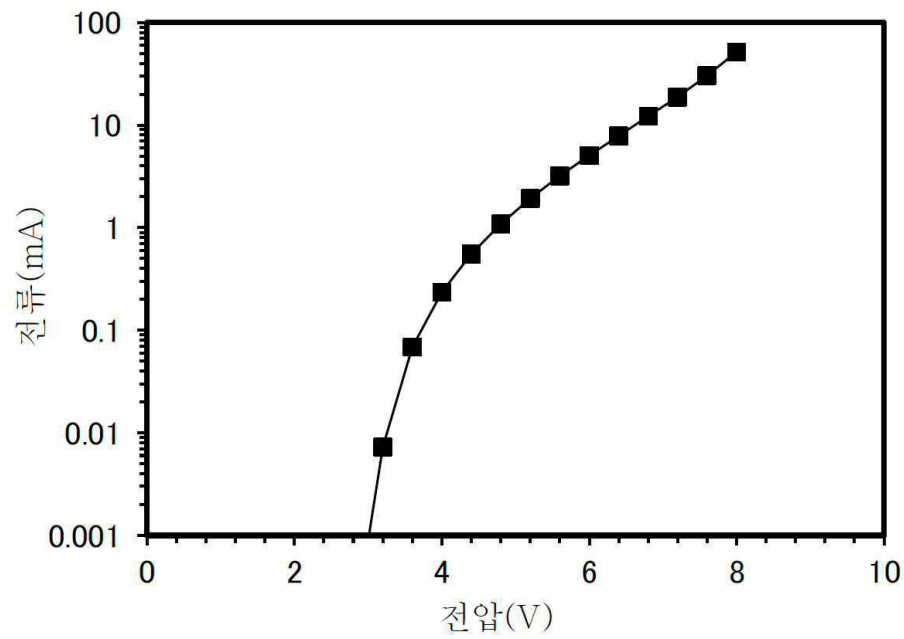
도면24



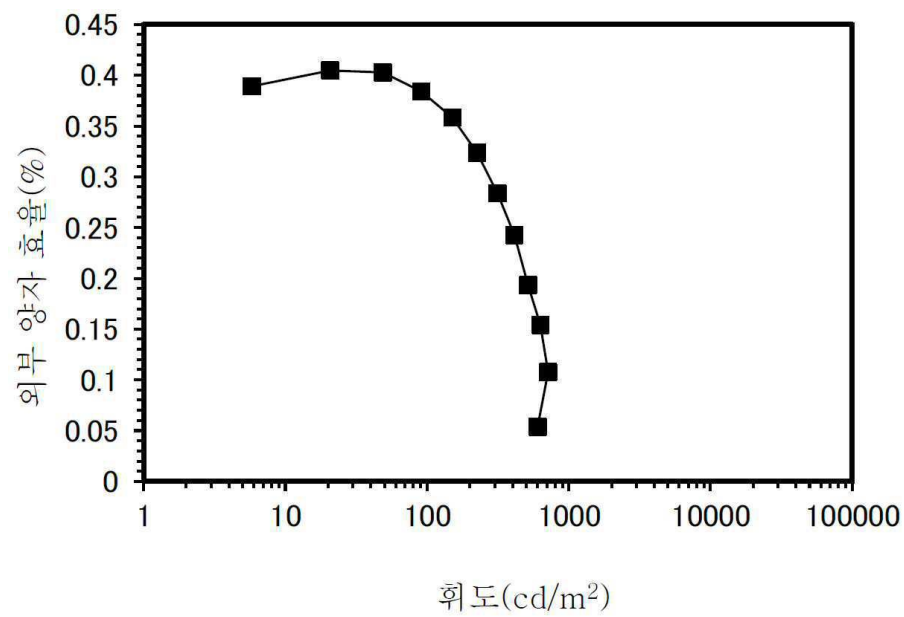
도면25



도면26



도면27



도면28

