



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0145106
(43) 공개일자 2023년10월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10K 50/16 (2023.01) H05B 33/06 (2006.01)
H05B 33/14 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)
H10K 50/13 (2023.01) H10K 50/17 (2023.01)
H10K 50/81 (2023.01) H10K 50/82 (2023.01)
H10K 59/121 (2023.01) H10K 59/90 (2023.01)
H10K 77/10 (2023.01)
- (52) CPC특허분류
H10K 50/166 (2023.02)
H05B 33/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7030155
- (22) 출원일자(국제) 2022년02월02일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년09월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2022/050881
- (87) 국제공개번호 WO 2022/172130
국제공개일자 2022년08월18일
- (30) 우선권주장
JP-P-2021-021334 2021년02월12일 일본(JP)

- (71) 출원인
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
- (72) 발명자
요시아스 유이
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
하시모토 나오아키
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 16 항

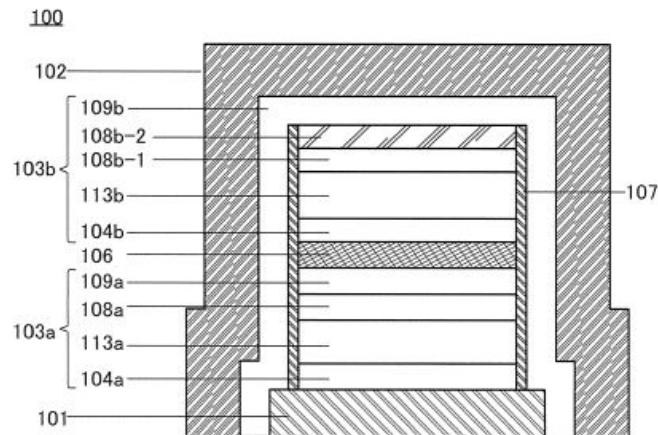
(54) 발명의 명칭 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

(57) 요약

제조 공정에서의 열 내성이 높은 발광 디바이스를 제공한다. 제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고, 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고, 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고, 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고, 제 2 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 가지고, 제 1 전자 수송층 위에 제 2 전자 수송층을 가지고, 제 1 발광층의 측면, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 절연층을 가지고, 제 2 전자 수송층 위에 전자 주입층을 가지고, 절연층은 제 1 발광층의 측면, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과, 전자 주입층 사이에 위치하고, 제 2 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물과, 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지는 발광 디바이스를 제공한다.

대표도

(B)



(52) CPC특허분류

H05B 33/14 (2013.01)
H05B 33/22 (2013.01)
H10K 50/13 (2023.02)
H10K 50/171 (2023.02)
H10K 50/81 (2023.02)
H10K 50/82 (2023.02)
H10K 59/1213 (2023.02)
H10K 59/90 (2023.08)
H10K 77/10 (2023.02)

(72) 발명자

다카하시 다쓰요시

일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

가와카미 사치코

일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

세오 사토시

일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

발광 디바이스로서,

제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고,

상기 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고,

상기 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고,

상기 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고,

상기 제 2 발광층 위에 상기 제 1 전자 수송층을 가지고,

상기 제 1 전자 수송층 위에 상기 제 2 전자 수송층을 가지고,

상기 제 1 발광층의 측면, 상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 절연층을 가지고,

상기 제 2 전자 수송층 위에 상기 전자 주입층을 가지고,

상기 절연층은 상기 제 1 발광층의 측면, 상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과, 상기 전자 주입층 사이에 위치하고,

상기 제 2 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물과 상기 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지는, 발광 디바이스.

청구항 2

발광 디바이스로서,

제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고,

상기 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고,

상기 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고,

상기 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고,

상기 제 2 발광층 위에 상기 제 1 전자 수송층을 가지고,

상기 제 1 전자 수송층 위에 상기 제 2 전자 수송층을 가지고,

상기 제 1 발광층의 측면, 상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 절연층을 가지고,

상기 제 2 전자 수송층 위에 상기 전자 주입층을 가지고,

상기 절연층은 상기 제 1 발광층의 측면, 상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과, 상기 전자 주입층 사이에 위치하고,

상기 제 2 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 1 헤테로 방향족 화합물과 상기 제 1 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지고,

상기 제 1 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 2 헤테로 방향족 화합물을 가지는, 발광 디바이스.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 적어도 하나의 헥테로 방향족 고리를 가지는, 발광 디바이스.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 헥테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트리아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나를 가지는, 발광 디바이스.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 헥테로 방향족 고리는 접합 고리 구조를 가지는 축합 헥테로 방향족 고리인, 발광 디바이스.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 축합 헥테로 방향족 고리는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴놀살린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다이아진 고리, 및 벤즈이미다졸 고리 중 어느 하나인, 발광 디바이스.

청구항 7

발광 장치로서,

제 1 항 내지 제 6 항에 기재된 발광 디바이스와,

트랜지스터 또는 기판을 가지는, 발광 장치.

청구항 8

발광 장치로서,

인접된 제 1 발광 디바이스와 제 2 발광 디바이스를 가지고,

상기 제 1 발광 디바이스는 제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고,

상기 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고,

상기 제 1 발광 디바이스는 상기 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고,

상기 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고,

상기 제 2 발광층 위에 상기 제 1 전자 수송층을 가지고,

상기 제 1 전자 수송층 위에 상기 제 2 전자 수송층을 가지고,

상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 제 1 절연층을 가지고,

상기 제 2 전자 수송층 위에 상기 전자 주입층을 가지고,

상기 제 1 절연층은 상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과, 상기 전자 주입층 사이에 위치하고,

상기 제 2 발광 디바이스는 제 3 전극 위에 제 3 EL층을 사이에 두고 상기 제 2 전극을 가지고,

상기 제 3 EL층은 적어도 제 3 발광층을 가지고,

상기 제 2 발광 디바이스는 상기 제 3 EL층 위에 제 4 EL층을 가지고,

상기 제 4 EL층은 제 4 발광층과, 제 3 전자 수송층과, 제 4 전자 수송층과, 상기 전자 주입층을 적어도 가지고,

상기 제 4 발광층 위에 상기 제 3 전자 수송층을 가지고,
 상기 제 3 전자 수송층 위에 상기 제 4 전자 수송층을 가지고,
 상기 제 3 발광층의 측면, 상기 제 4 발광층의 측면, 및 상기 제 3 전자 수송층의 측면과 접하여 제 2 절연층을 가지고,
 상기 제 4 전자 수송층 위에 상기 전자 주입층을 가지고,
 상기 제 2 절연층은 상기 제 3 발광층의 측면, 상기 제 4 발광층의 측면, 및 상기 제 3 전자 수송층의 측면과, 상기 전자 주입층 사이에 위치하고,
 상기 제 2 전자 수송층 및 상기 제 4 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물과 상기 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지는, 발광 장치.

청구항 9

발광 장치로서,
 인접된 제 1 발광 디바이스와 제 2 발광 디바이스를 가지고,
 상기 제 1 발광 디바이스는 제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고,
 상기 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고,
 상기 제 1 발광 디바이스는 상기 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고,
 상기 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고,
 상기 제 2 발광층 위에 상기 제 1 전자 수송층을 가지고,
 상기 제 1 전자 수송층 위에 상기 제 2 전자 수송층을 가지고,
 상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 제 1 절연층을 가지고,
 상기 제 2 전자 수송층 위에 상기 전자 주입층을 가지고,
 상기 제 1 절연층은 상기 제 2 발광층의 측면, 상기 제 1 전자 수송층의 측면, 및 상기 제 2 전자 수송층의 측면과, 상기 전자 주입층 사이에 위치하고,
 상기 제 2 발광 디바이스는 상기 제 3 전극 위에 제 3 EL층을 사이에 두고 상기 제 2 전극을 가지고,
 상기 제 3 EL층은 적어도 제 3 발광층을 가지고,
 상기 제 2 발광 디바이스는 제 3 EL층 위에 제 4 EL층을 가지고,
 상기 제 4 EL층은 제 4 발광층과, 제 3 전자 수송층과, 제 4 전자 수송층과, 상기 전자 주입층을 적어도 가지고,
 상기 제 4 발광층 위에 상기 제 3 전자 수송층을 가지고,
 상기 제 3 전자 수송층 위에 상기 제 4 전자 수송층을 가지고,
 상기 제 3 발광층의 측면, 상기 제 4 발광층의 측면, 및 상기 제 3 전자 수송층의 측면과 접하여 제 2 절연층을 가지고,
 상기 제 4 전자 수송층 위에 상기 전자 주입층을 가지고,
 상기 제 2 절연층은 상기 제 3 발광층의 측면, 상기 제 4 발광층의 측면, 및 상기 제 3 전자 수송층의 측면과, 상기 전자 주입층 사이에 위치하고,
 상기 제 2 전자 수송층 및 상기 제 4 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 1 헤테로 방향족 화합물과 상기 제 1 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지고,
 상기 제 1 전자 수송층 및 상기 제 3 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 2 헤테로

방향족 화합물을 가지는, 발광 장치.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 유기 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는, 발광 장치.

청구항 11

제 8 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 헤테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트리아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나를 가지는, 발광 장치.

청구항 12

제 8 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 헤테로 방향족 고리는 접합 고리 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리인, 발광 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 축합 헤테로 방향족 고리는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다이아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 중 어느 하나인, 발광 장치.

청구항 14

제 8 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 전자 수송층은 제 1 전자 수송층의 측면, 제 3 전자 수송층의 측면, 상기 제 1 발광층의 측면, 및 상기 제 2 발광층의 측면과, 상기 제 2 전극 사이에 위치하는, 발광 장치.

청구항 15

전자 기기로서,

제 8 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 장치와,

검지부, 입력부, 또는 통신부를 가지는, 전자 기기.

청구항 16

조명 장치로서,

제 8 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 장치와,

하우징을 가지는, 조명 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명의 일 형태는 발광 디바이스, 표시 장치, 발광 장치, 수발광 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. 따라서 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, 활상 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 들 수 있다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 유기 화합물을 사용한 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 디바이스)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 디바이스의 기본적인 구성은 한 쌍의 전극 사이에 발광 재료를 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가하여 캐리어를 주입하고, 상기 캐리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.
- [0003] 이러한 발광 디바이스는 자발광형이기 때문에, 디스플레이의 화소로서 사용하면 액정보다 시인성이 높고, 액정과 달리 백라이트가 불필요하다는 등의 장점이 있어 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다. 또한 이러한 발광 디바이스를 사용한 디스플레이는 얇고 가볍게 제작할 수 있다는 것도 큰 이점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 특징 중 하나이다.
- [0004] 또한 이들 발광 디바이스는 발광층을 이차원으로 연속하여 형성할 수 있기 때문에, 면 발광을 얻을 수 있다. 이것은 백열전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.
- [0005] 이와 같이 발광 디바이스를 사용한 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하지만, 특성이 더 양호한 발광 디바이스를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.
- [0006] 발광 디바이스의 제조 방법으로서 다양한 방법이 알려져 있지만, 고정세(高精細)의 발광 디바이스를 제작하는 방법의 하나로서 과인 메탈 마스크를 사용하지 않고 발광층을 형성하는 방법이 알려져 있다. 이의 일례로서는, 절연 기판의 위쪽에 형성된 제 1 화소 전극 및 제 2 화소 전극을 포함하는 전극 어레이의 위쪽에 호스트 재료와 도펀트 재료의 혼합물을 포함한 제 1 루미네선스성 유기 재료를 퇴적시켜, 전극 어레이를 포함하는 표시 영역의 전체에 걸쳐서 피진 연속막으로서 제 1 발광층을 형성하는 공정과, 제 1 발광층 중 제 1 화소 전극의 위쪽에 위치한 부분에 자외광을 조사하지 않고 제 1 발광층 중 제 2 화소 전극의 위쪽에 위치한 부분에 자외광을 조사하는 공정과, 제 1 발광층 위에 호스트 재료와 도펀트 재료의 혼합물을 포함하며 제 1 루미네선스성 유기 재료와 상이한 제 2 루미네선스성 유기 재료를 퇴적시켜, 제 2 발광층을 표시 영역의 전체에 걸쳐서 피진 연속막으로서 형성하는 공정과, 제 2 발광층의 위쪽에 대향 전극을 형성하는 공정을 포함하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법이 있다(특허문헌 1).

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개2012-160473호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 전자 기기를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 조명 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.
- [0009] 또한 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 제조 공정에서의 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 작은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 작고 신뢰성이 높은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.
- [0010] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것이 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없는 것으로 한다. 또한 이들 이외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 저절로

명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 이들 이외의 과제를 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일 형태는 제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고, 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고, 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고, 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고, 제 2 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 가지고, 제 1 전자 수송층 위에 제 2 전자 수송층을 가지고, 제 1 발광층의 측면, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 절연층을 가지고, 제 2 전자 수송층 위에 전자 주입층을 가지고, 절연층은 제 1 발광층의 측면, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과, 전자 주입층 사이에 위치하고, 제 2 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물과, 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지는 발광 디바이스이다.
- [0012] 또한 본 발명의 일 형태는 제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고, 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고, 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고, 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고, 제 2 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 가지고, 제 1 전자 수송층 위에 제 2 전자 수송층을 가지고, 제 1 발광층의 측면, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 절연층을 가지고, 제 2 전자 수송층 위에 전자 주입층을 가지고, 절연층은 제 1 발광층의 측면, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과, 전자 주입층 사이에 위치하고, 제 2 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 1 헤테로 방향족 화합물과, 제 1 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지고, 제 1 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 2 헤테로 방향족 화합물을 가지는 발광 디바이스이다.
- [0013] 상기 구성의 발광 디바이스에서 유기 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다.
- [0014] 또한 상기 각 구성의 발광 디바이스에서 헤테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트리아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나를 가지는 것이 바람직하다.
- [0015] 또한 상기 각 구성의 발광 디바이스에서 헤테로 방향족 고리는 접합 고리 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리인 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 구성의 발광 디바이스에서 축합 헤테로 방향족 고리는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴놀살린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로디아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0017] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 구성의 발광 디바이스와, 트랜지스터 또는 기관을 가지는 발광 장치이다.
- [0018] 또한 본 발명의 일 형태는 인접된 제 1 발광 디바이스와 제 2 발광 디바이스를 가지고, 제 1 발광 디바이스는 제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고, 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고, 제 1 발광 디바이스는 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고, 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고, 제 2 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 가지고, 제 1 전자 수송층 위에 제 2 전자 수송층을 가지고, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 제 1 절연층을 가지고, 제 2 전자 수송층 위에 전자 주입층을 가지고, 제 1 절연층은 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과, 전자 주입층 사이에 위치하고, 제 2 발광 디바이스는 제 3 전극 위에 제 3 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고, 제 3 EL층은 적어도 제 3 발광층을 가지고, 제 2 발광 디바이스는 제 3 EL층 위에 제 4 EL층을 가지고, 제 4 EL층은 제 4 발광층과, 제 3 전자 수송층과, 제 4 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고, 제 4 발광층 위에 제 3 전자 수송층을 가지고, 제 3 전자 수송층 위에 제 4 전자 수송층을 가지고, 제 3 발광층의 측면, 제 4 발광층의 측면, 및 제 3 전자 수송층의 측면과 접하여 제 2 절연층을 가지고, 제 4 전자 수송층 위에 전자 주입층을 가지고, 제 2 절연층은 제 3 발광층의 측면, 제 4 발광층의 측면, 및 제 3 전자 수송층의 측면과, 전자 주입층 사이에 위치하고, 제 2 전자 수송층 및 제 4 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물과, 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지는 발광 장치이다.
- [0019] 또한 본 발명의 일 형태는 인접된 제 1 발광 디바이스와 제 2 발광 디바이스를 가지고, 제 1 발광 디바이스는 제 1 전극 위에 제 1 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고, 제 1 EL층은 적어도 제 1 발광층을 가지고, 제 1 발광 디바이스는 제 1 EL층 위에 제 2 EL층을 가지고, 제 2 EL층은 제 2 발광층과, 제 1 전자 수송층과, 제 2

전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고, 제 2 발광층 위에 제 1 전자 수송층을 가지고, 제 1 전자 수송층 위에 제 2 전자 수송층을 가지고, 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과 접하여 제 1 절연층을 가지고, 제 2 전자 수송층 위에 전자 주입층을 가지고, 제 1 절연층은 제 2 발광층의 측면, 제 1 전자 수송층의 측면, 및 제 2 전자 수송층의 측면과 전자 주입층 사이에 위치하고, 제 2 발광 디바이스는 제 3 전극 위에 제 3 EL층을 사이에 두고 제 2 전극을 가지고, 제 3 EL층은 적어도 제 3 발광층을 가지고, 제 2 발광 디바이스는 제 3 EL층 위에 제 4 EL층을 가지고, 제 4 EL층은 제 4 발광층과, 제 3 전자 수송층과, 제 4 전자 수송층과, 전자 주입층을 적어도 가지고, 제 4 발광층 위에 제 3 전자 수송층을 가지고, 제 3 전자 수송층 위에 제 4 전자 수송층을 가지고, 제 3 발광층의 측면, 제 4 발광층의 측면, 및 제 3 전자 수송층의 측면과 접하여 제 2 절연층을 가지고, 제 4 전자 수송층 위에 전자 주입층을 가지고, 제 2 절연층은 제 3 발광층의 측면, 제 4 발광층의 측면, 및 제 3 전자 수송층의 측면과, 전자 주입층 사이에 위치하고, 제 2 전자 수송층 및 제 4 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 1 헤테로 방향족 화합물과, 제 1 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가지고, 제 1 전자 수송층 및 제 3 전자 수송층은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 제 2 헤테로 방향족 화합물을 가지는 발광 장치이다.

- [0020] 상기 각 구성의 발광 장치에서 유기 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한 상기 각 구성의 발광 장치에서 헤테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트리아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0022] 또한 상기 각 구성의 발광 장치에서 헤테로 방향족 고리는 접합 고리 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리인 것이 바람직하다.
- [0023] 상기 구성의 발광 장치에서 축합 헤테로 방향족 고리는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴놀살린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다리아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0024] 또한 상기 각 구성의 발광 장치에서 전자 주입층은 제 1 전자 수송층의 측면, 제 2 전자 수송층의 측면, 제 3 전자 수송층의 측면, 제 4 전자 수송층의 측면, 제 1 발광층의 측면, 제 2 발광층의 측면, 제 1 발광층의 측면, 및 제 2 발광층의 측면과, 제 2 전극 사이에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0025] 또한 상기 발광 디바이스에 더하여 전극과 접하여 유기 화합물을 가지는 층(예를 들어 캡층)을 가지는 경우도 발광 디바이스에 포함되고, 본 발명에 포함되는 것으로 한다. 또한 발광 디바이스에 더하여 트랜지스터, 기판 등을 가지는 발광 장치도 발명의 범주에 포함된다. 또한 이들 발광 디바이스와, 검지부, 입력부, 및 통신부 등 중 어느 것을 가지는 전자 기기나 조명 장치도 발명의 범주에 포함된다.
- [0026] 또한 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스를 가지는 발광 장치를 포함하고, 또한 발광 장치를 가지는 조명 장치도 범주에 포함된다. 따라서 본 명세서에서 발광 장치란 화상 표시 디바이스 또는 광원(조명 장치를 포함함)을 가리킨다. 또한 발광 장치에 예를 들어 FPC(Flexible Printed Circuit) 또는 TCP(Tape Carrier Package) 등의 커넥터가 장착된 모듈, TCP의 끝에 인쇄 배선판이 제공된 모듈, 또는 발광 디바이스에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함되는 것으로 한다.
- [0027] 본 명세서에서 트랜지스터의 소스와 드레인은 트랜지스터의 극성 및 각 단자에 공급되는 전위 레벨에 따라 그 호칭이 서로 바뀐다. 일반적으로, n채널형 트랜지스터에서는 낮은 전위가 공급되는 단자가 소스라고 불리고, 높은 전위가 공급되는 단자가 드레인이라고 불린다. 또한 p채널형 트랜지스터에서는 낮은 전위가 공급되는 단자가 드레인이라고 불리고, 높은 전위가 공급되는 단자가 소스라고 불린다. 본 명세서에서는, 편의상 소스와 드레인이 고정되어 있는 것으로 가정하여 트랜지스터의 접속 관계를 설명하는 경우가 있지만, 실제로는 상기 전위의 관계에 따라 소스와 드레인의 호칭이 서로 바뀐다.
- [0028] 본 명세서에서 트랜지스터의 소스란, 활성층으로서 기능하는 반도체막의 일부인 소스 영역, 또는 상기 반도체막에 접속된 소스 전극을 뜻한다. 마찬가지로 트랜지스터의 드레인이란, 상기 반도체막의 일부인 드레인 영역, 또는 상기 반도체막에 접속된 드레인 전극을 뜻한다. 또한 게이트는 게이트 전극을 뜻한다.
- [0029] 본 명세서에서 트랜지스터가 직렬로 접속되는 상태란, 예를 들어 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽만이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽에만 접속되는 상태를 뜻한다. 또한 트랜지스터가 병렬로 접속되는 상태란, 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽에 접속되고, 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽에 접속되는

상태를 뜻한다.

[0030] 본 명세서에서 접속이란, 전기적인 접속을 뜻하며, 전류, 전압, 또는 전위를 공급할 수 있는 상태 또는 전송(傳送)할 수 있는 상태에 상당한다. 따라서 접속되는 상태란, 반드시 직접 접속되는 상태를 뜻하는 것은 아니며, 전류, 전압, 또는 전위를 공급할 수 있도록 또는 전송할 수 있도록 배선, 저항 소자, 다이오드, 트랜지스터 등의 회로 소자를 통하여 간접적으로 접속되는 상태도 그 범주에 포함한다.

[0031] 본 명세서에서 회로도상 독립되어 있는 구성 요소들이 서로 접속되어 있는 경우이어도 실제로는 예를 들어 배선의 일부가 전극으로서 기능하는 경우 등, 하나의 도전막이 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 있다. 본 명세서에서 접속이란 이와 같은 하나의 도전막이 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 그 범주에 포함한다.

발명의 효과

[0032] 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 장치를 제공할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 전자 기기를 제공할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 조명 장치를 제공할 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태는 제조 공정에서의 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태는 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 작은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 작고 신뢰성이 높은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공할 수 있다.

[0034] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 효과 모두를 반드시 가질 필요는 없다. 또한 이들 이외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해질 것이고, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 이외의 효과를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.
- 도 2의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.
- 도 3의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 4는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 5의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 6의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 7의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- 도 8은 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 9의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 10의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 11의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 12의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 13의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 14의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 15의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 16의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.
- 도 17은 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.

도 18의 (A) 내지 (E)는 실시예에 따른 사진이다.

도 19의 (A) 내지 (D)는 실시예에 따른 사진이다.

도 20은 실시예에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.

도 21은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 도면이다.

도 22는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

도 23은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전압 특성을 나타낸 도면이다.

도 24는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류-전압 특성을 나타낸 도면이다.

도 25는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

도 26은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

도 27은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 신뢰성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하에서, 본 발명의 실시형태에 대해서 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 통상의 기술자라면 쉽게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0037] (실시형태 1)
- [0038] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스의 구성에 대하여 도 1을 참조하여 설명한다.
- [0039] 도 1의 (A)는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스(100)의 구조를 설명하는 단면도이다. 또한 도 1의 (B)는 발광 디바이스(100)의 더 구체적인 구조를 설명하는 단면도이다.
- [0040] 도 1의 (A) 및 (B)에 나타낸 바와 같이 발광 디바이스(100)는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)을 가지고, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 EL층(103a), 전하 발생층(106), 및 EL층(103b)이 이 순서대로 적층된 구조를 가진다. 또한 EL층(103a)은 제 1 전극(101) 위에 정공 주입 수송층(104a), 발광층(113a), 전자 수송층(108a), 및 전자 주입층(109a)이 이 순서대로 적층된 구조를 가진다. 또한 EL층(103b)은 전하 발생층(106) 위에 정공 주입 수송층(104b), 발광층(113b), 제 1 전자 수송층(108b-1), 제 2 전자 수송층(108b-2), 및 전자 주입층(109b)이 이 순서대로 적층된 구조를 가진다.
- [0041] 제 2 전자 수송층(108b-2)은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물과, 헤테로 방향족 화합물과 상이한 유기 화합물을 가진다. 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물은 제 2 전자 수송층(108-2)을 구성하는 재료 내의 비율이 모두 10% 이상, 바람직하게는 20% 이상, 더 바람직하게는 30% 이상이면 내열성의 향상 효과가 현저히 나타나기 때문에 바람직하다. 또한 상기 유기 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다. 환언하면 제 2 전자 수송층(108b-2)은 헤테로 방향족 화합물 및 유기 화합물 또는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 가진다(바람직하게는 혼합막을 가진다). 헤테로 방향족 화합물이 가지는 헤테로 방향족 고리가 축합 헤테로 방향족 고리인 경우, 유리 전이 온도(T_g)와 같은 열물성은 향상되지만, 헤테로 방향족 화합물의 단독막으로는 분자끼리의 상호 작용이 강하므로, 완전한 유리 상태를 형성하기가 어려워지기 때문에, T_g 이하의 온도에서도 경년적으로 결정화가 일어나기 쉬워지는 문제가 있다. 그러나 본 발명의 일 형태에서는 실링 헤테로 방향족 고리가 축합 헤테로 방향족 고리이더라도, 복수 종류의 헤테로 방향족 화합물을 가지는 구성으로 함으로써 헤테로 방향족 화합물의 결정화를 억제할 수 있다. 즉 유리 전이 온도를 향상시키면서 막이 T_g 이하에서 결정화하는 현상도 방지할 수 있다.
- [0042] 또한 헤테로 방향족 화합물은 유기 화합물에 포함되고, 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물이다.
- [0043] 헤테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트리아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나를 가진다.
- [0044] 또한 헤테로 방향족 고리는 접합 고리 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리를 포함한다.

- [0045] 축합 헤테로 방향족 고리로서는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴놀살린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로디아아진 고리, 및 벤즈이미다졸 고리 등을 들 수 있다.
- [0046] 제 2 전자 수송층(108b-2)이 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물 또는 복수 종류의 헤테로 방향족 화합물을 가지는 구성으로 함으로써, 단일의 재료를 가지는 구성으로 하는 경우에 비하여 가열 시의 결정화를 억제할 수 있다. 따라서 제 2 전자 수송층(108b-2)의 내열성을 향상시킬 수 있다. 따라서 제 2 전자 수송층(108b-2)은 전자 수송층(108a) 및 제 1 전자 수송층(108b-1)에 비하여 높은 내열성을 가진다.
- [0047] 또한 제 1 전자 수송층(108b-1)은 한 종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용하여 이루어지는 층이어도 좋고, 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물을 사용하여 이루어지는 층이어도 좋고, 복수 종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용하여 이루어지는 층이어도 좋다.
- [0048] 제 2 전자 수송층(108b-2), 전자 수송층(108a), 및 제 1 전자 수송층(108b-1)에 사용할 수 있는 헤테로 방향족 화합물 및 유기 화합물 등의 전자 수송성 재료에 대해서는 후의 실시형태에서 더 자세히 설명한다. 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서는 전자 수송층에는 금속 착체가 포함되지 않는 것이 바람직하다. 상기 금속 착체로서는 알칼리 토금속 착체 및 알칼리 금속 착체, 특히 알칼리 금속 퀴놀린을 착체 또는 알칼리 토금속 퀴놀린을 착체를 들 수 있다.
- [0049] 전자 주입층(109b)은 EL층(103b)의 일부이지만, 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이 EL층(103b)의 다른 층(정공 주입 수송층(104b), 발광층(113b), 제 1 전자 수송층(108b-1), 및 제 2 전자 수송층(108b-2))과 상이한 형상으로 할 수도 있다. 일반적으로 EL층의 일부의 층을 다른 층과 상이한 형상으로 하는 경우, 제조 공정에서 고온이 되기 때문에, 다른 층의 결정화 등의 문제가 발생하여 발광 디바이스의 신뢰성 및 휘도가 저하하는 경우가 있다. 그러나 발광 디바이스(100)의 제조 공정에서 고온이 될 가능성이 생기는 것은 내열성이 높은 전자 수송층(108b-2)을 형성한 후이기 때문에 발광 디바이스(100)의 신뢰성 및 휘도의 저하를 억제할 수 있다. 따라서 발광 디바이스(100)에서 전자 주입층(109b)을 EL층(103b)의 다른 층(정공 주입 수송층(104b), 발광층(113b), 제 1 전자 수송층(108b-1), 및 제 2 전자 수송층(108b-2))과 상이한 형상으로 할 수 있다.
- [0050] 또한 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이 전자 주입층(109b)과 제 2 전극(102)을 같은 형상으로 할 수 있다. 전자 주입층(109b) 및 제 2 전극(102)을 복수의 발광 디바이스에서 공통되는 층으로 할 수 있기 때문에, 발광 디바이스(100)의 제조 공정을 간략화하여 스투풋을 향상시킬 수 있다.
- [0051] 또한 EL층(103b)에서 전자 주입층(109b)은 EL층(103b)의 다른 층(정공 주입 수송층(104b), 발광층(113b), 제 1 전자 수송층(108-1), 및 제 2 전자 수송층(108-2))을 가공하는 마스크와 상이한 마스크를 사용하여 형성함으로써, 상이한 형상으로 형성할 수 있다. 즉 상이한 형상이란 평면도(상면도)에서 상이한 형상을 가지는 것을 가리킨다.
- [0052] 또한 2개 이상의 층을 같은 형상으로 형성하는 경우에는 동일한 마스크를 사용하여 성막 또는 가공함으로써, 평면도(상면도)에서 같은 형상을 형성할 수 있다.
- [0053] 따라서 정공 주입 수송층(104b), 발광층(113b), 제 1 전자 수송층(108-1), 및 제 2 전자 수송층(108-2)의 단부(측면)가 실질적으로 동일면을 가지는(또는 평면도(상면도)에서 실질적으로 일치하는) 형상이 된다. 한편 전자 주입층(109)의 단부(측면)는 EL층(103b)의 다른 층(정공 주입 수송층(104b), 발광층(113b), 및 제 1 전자 수송층(108b-1))의 단부(측면)와 실질적으로 동일면을 가지지 않는다.
- [0054] 또한 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이 발광 디바이스(100)는 절연층(107)을 가져도 좋다. 절연층(107)은 EL층(103a)(정공 주입 수송층(104a), 발광층(113a), 전자 수송층(108a), 및 전자 주입층(109a))의 측면, 전하 발생층(106)의 측면, 그리고 정공 주입 수송층(104b)의 측면, 발광층(113b)의 측면, 제 1 전자 수송층(108b-1)의 측면, 및 제 2 전자 수송층(108b-2)의 측면과 접한다. 또한 절연층(107)은 EL층(103a)(정공 주입 수송층(104a), 발광층(113a), 전자 수송층(108a), 및 전자 주입층(109a))의 측면, 전하 발생층(106)의 측면, 그리고 정공 주입 수송층(104b)의 측면, 발광층(113b)의 측면, 제 1 전자 수송층(108b-1)의 측면, 및 제 2 전자 수송층(108b-2)의 측면과, 전자 주입층(109b)의 측면 사이에 위치한다.
- [0055] 절연층(107)을 제공함으로써, EL층(103a)(정공 주입 수송층(104a), 발광층(113a), 전자 수송층(108a), 및 전자 주입층(109a))의 측면, 전하 발생층(106)의 측면, 그리고 정공 주입 수송층(104b)의 측면, 발광층(113b)의 측면, 제 1 전자 수송층(108b-1)의 측면, 및 제 2 전자 수송층(108b-2)의 측면을 보호할 수 있다. 또한 도 1의

(B)에 나타난 바와 같이 제 2 전극(102)이 EL층(103a)(정공 주입 수송층(104a), 발광층(113a), 전자 수송층(108a), 및 전자 주입층(109a))의 측면, 전하 발생층(106)의 측면, 그리고 정공 주입 수송층(104b)의 측면, 발광층(113b)의 측면, 제 1 전자 수송층(108b-1)의 측면, 및 제 2 전자 수송층(108b-2)의 측면과 근접하는 구성이 어도, 제 2 전극(102)과, 정공 주입 수송층(104a) 또는 정공 주입 수송층(104b) 사이의 도통을 방지할 수 있는 경우가 있다. 또한 제 2 전극(102)과 제 1 전극(101) 사이의 도통을 방지할 수 있는 경우가 있다. 따라서 발광 디바이스(100)에는 다양한 구조를 적용할 수 있다. 예를 들어 발광 디바이스(100)를 복수로 배열할 때, 인접된 발광 디바이스(100) 각각이 가지는 전자 주입층(109b)끼리 및 제 2 전극(102)끼리가 연결된 구조로 할 수 있다.

[0056] 또한 경우에 따라 제 2 전극(102)이 EL층(103a)의 측면, 전하 발생층(106)의 측면, 그리고 정공 주입 수송층(104b)의 측면, 발광층(113b)의 측면, 제 1 전자 수송층(108b-1)의 측면, 및 제 2 전자 수송층(108b-2)의 측면과 근접하는 구성이 어도, 발광 디바이스(100)는 절연층(107)을 가지지 않아도 된다. 예를 들어 제 2 전극(102)과, 정공 주입 수송층(104a) 또는 정공 주입 수송층(104b) 사이의 도전성이 충분히 작은 경우, 발광 디바이스(100)는 절연층(107)을 가지지 않아도 된다. 또한 제 2 전극(102)과 제 1 전극(101) 사이의 도전성이 충분히 작은 경우, 발광 디바이스(100)는 절연층(107)을 가지지 않아도 된다.

[0057] 제 1 전극(101), 제 2 전극(102), 정공 주입 수송층(104a), 발광층(113a), 전자 주입층(109a), 전하 발생층(106), 정공 주입 수송층(104b), 발광층(113b), 전자 주입층(109b), 및 절연층(107)으로서 사용할 수 있는 재료에 대해서는 후술하는 실시형태에서 설명한다.

[0058] 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0059] (실시형태 2)

[0060] 본 실시형태에서는 실시형태 1에 나타난 유기 화합물을 사용한 발광 디바이스에 대하여 도 2의 (A) 내지 (E)를 사용하여 설명한다.

[0061] <<발광 디바이스의 구체적인 구조>>

[0062] 도 2의 (A) 내지 (E)에 나타난 발광 디바이스에서 도 2의 (A) 및 (C)에 나타난 발광 디바이스는 한 쌍의 전극 사이에 하나의 EL층을 끼우는 구조(싱글 구조)이며, 도 2의 (B), (D) 및 (E)는 한 쌍의 전극 사이에 끼워지는 EL층이 전하 발생층을 끼워 2층 이상 적층된 구조(탠덤 구조)를 가진다. 또한 어느 구조의 경우에도 EL층의 구성에 대해서는 마찬가지로 한다. 또한 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 복수 사용하여 단층으로 또는 적층으로 형성할 수 있다. 또한 제 2 전극(102)은 EL층(103b)을 형성한 후에 상술한 바와 같이 재료를 선택하여 형성한다.

[0063] <제 1 전극 및 제 2 전극>

[0064] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)을 형성하는 재료로서는 상술한 양쪽 전극의 기능을 만족시킬 수 있다면 아래에 나타내는 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. 이 외에, 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. 이 외에, 위에서 예시하지 않은 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소(예를 들어 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr)), 유퀴륨(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 적절히 조합하여 포함한 합금, 그리고 그래핀 등을 사용할 수 있다.

[0065] 도 2의 (A) 및 (C)에 나타난 발광 디바이스에서, 제 1 전극(101)이 양극인 경우, 제 1 전극(101) 위에 EL층(103)이 진공 증착법으로 형성된다. 또한 구체적으로는 도 2의 (C)에 나타난 바와 같이 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에는 EL층(103)으로서 정공 주입층(111)과, 정공 수송층(112)과, 발광층(113)과, 전자 수송층(114)과, 전자 주입층(115)이 진공 증착법으로 이 순서대로 적층 형성된다. 도 2의 (B), (D), 및 (E)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 이 순서대로 적층 형성된다. EL층(103a) 및 전하 발생층(106)(또는 전하 발생층(106a))이 형성된 후, 전하 발생층(106)(또는 전하 발생층(106a)) 위에 EL층(103b)의 정공 주입층(111b)

및 정공 수송층(112b)이 마찬가지로 이 순서대로 적층 형성된다.

[0066]

<정공 주입층>

[0067]

정공 주입층(111, 111a, 111b)은 양극인 제 1 전극(101) 또는 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 EL층(103, 103a, 103b)에 정공(홀)을 주입하는 층이고, 유기 역셉터 재료 또는 정공 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다.

[0068]

유기 역셉터 재료는 이의 LUMO 준위(최저 비점유 분자 궤도: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)의 값과 HOMO 준위(최고 점유 분자 궤도: Highest Occupied Molecular Orbital)의 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, 또는 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등 전자 흡인기(할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 3,6-다이플루오로-2,5,7,7,8,8-헥사시아노퀴노다이메테인, 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사시아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라시아노-나프토클로다이메테인(약칭: F6-TCNNQ), 2-(7-다이사이아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-피렌-2-일리덴)말로노나이트릴 등을 사용할 수 있다. 또한 유기 역셉터 재료 중에서도 특히 HAT-CN과 같이, 복수의 헤테로 원자를 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물은 역셉터성이 높고 열에 대하여 막질이 안정적이기 때문에 바람직하다. 이 외에도, 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높기 때문에 바람직하고, 구체적으로는 α, α', α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], α, α', α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], α, α', α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 사용할 수 있다.

[0069]

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. 이 외에, 프탈로사이아닌(약칭: H₂Pc) 또는 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0070]

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)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(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.

[0071]

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)/폴리(스타이렌설포산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설포산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.

[0072]

또한 정공 주입성이 높은 재료로서는 정공 수송성 재료와 상술한 유기 역셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함한 복합 재료를 사용할 수도 있다. 이 경우 유기 역셉터 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 역셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함한 복합 재료로 이루어지는 단층으로 형성하여도 좋고, 정공 수송성 재료를 포함한 층과 유기 역셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함한 층을 적층하여 형성하여도 좋다.

- [0073] 또한 정공 수송성 재료로서는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 정공 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질인 것이 바람직하다. 또한 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용할 수 있다.
- [0074] 정공 수송성 재료로서는 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물(예를 들어 카바졸 유도체, 퓨란 유도체, 또는 싸이오펜 유도체) 또는 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 유기 화합물) 등 정공 수송성이 높은 재료가 바람직하다.
- [0075] 또한 상기 카바졸 유도체(카바졸 골격을 가지는 유기 화합물)로서는, 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체), 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민 등을 들 수 있다.
- [0076] 또한 상기 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체)로서 구체적으로는 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: Bis_mBPCz), 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.
- [0077] 또한 상기 카바졸릴기를 가지는 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: PCBiF), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), 4,4'-다이페닐-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 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]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBA5F), 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.
- [0078] 또한 카바졸 유도체로서는 상술한 것 외에 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(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.
- [0079] 또한 상기 퓨란 유도체(퓨란 골격을 가지는 유기 화합물)로서 구체적으로는 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: mmDBFBLBi-II) 등을 들 수 있다.
- [0080] 또한 상기 싸이오펜 유도체(싸이오펜 골격을 가지는 유기 화합물)로서 구체적으로는 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) 등의 싸이오펜 골격을 가지는 유기 화합물 등을 들 수 있다.
- [0081] 또한 상기 방향족 아민으로서 구체적으로는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 α -NPD), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 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-페닐렌디아민(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-(다이벤조사이오펜-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: TPBiαβNB), 4-(3-바이페닐릴)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiαβNBi), 4-(4-바이페닐릴)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiαβNBi), 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([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: BBASF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: BBASF(4)), N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: oFBiSF), N-(4-바이페닐)-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.

[0082] 이 외에도, 정공 수송성 재료로서, 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-에틸렌다이옥시사이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.

[0083] 다만 정공 수송성 재료는 상술한 것에 한정되지 않고, 공지의 다양한 재료 중 한 종류 또는 복수 종류의 조합을 정공 수송성 재료로서 사용하여도 좋다.

[0084] 또한 정공 주입층(111, 111a, 111b)은 공지의 다양한 성막 방법을 사용하여 형성할 수 있고, 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다.

[0085] <정공 수송층>

[0086] 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 의하여 제 1 전극(101)으로부터 주입된 정공을 발광층(113, 113a, 113b)으로 수송하는 층이다. 또한 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 수송성 재료를 포함한 층이다. 따라서 정공 수송층(112, 112a, 112b)에는 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 사용할 수 있는

정공 수송성 재료를 사용할 수 있다.

[0087] 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서, 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 같은 유기 화합물을 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있다. 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 발광층(113, 113a, 113b)에 같은 유기 화합물을 사용하면, 정공 수송층(112, 112a, 112b)으로부터 발광층(113, 113a, 113b)으로 정공을 효율적으로 수송할 수 있으므로 더 바람직하다.

[0088] <발광층>

[0089] 발광층(113, 113a, 113b)은 발광 물질을 포함한 층이다. 또한 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는 청색, 자색, 청자색, 녹색, 황록색, 황색, 주황색, 적색 등의 발광색을 나타내는 물질을 적절히 사용할 수 있다. 또한 복수의 발광층을 가지는 경우에는, 각 발광층에 상이한 발광 물질을 사용함으로써 상이한 발광색을 나타내는 구성(예를 들어, 보색 관계에 있는 발광색을 조합하여 얻어지는 백색 발광)으로 할 수 있다. 또한 하나의 발광층이 상이한 발광 물질을 포함하는 적층 구조로 하여도 좋다.

[0090] 또한 발광층(113, 113a, 113b)는 발광 물질(게스트 재료)에 대하여 한 종류 또는 복수 종류의 유기 화합물(호스트 재료 등)을 가져도 좋다.

[0091] 또한 발광층(113, 113a, 113b)에 복수의 호스트 재료를 사용하는 경우, 새로 추가하는 제 2 호스트 재료로서 기존의 게스트 재료 및 제 1 호스트 재료의 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 가지는 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 제 2 호스트 재료의 최저 단일항 들뜬 에너지 준위(S1 준위)는 제 1 호스트 재료의 S1 준위보다 높고, 제 2 호스트 재료의 최저 삼중항 들뜬 에너지 준위(T1 준위)는 게스트 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 제 2 호스트 재료의 최저 삼중항 들뜬 에너지 준위(T1 준위)는 제 1 호스트 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 이러한 구성으로 함으로써 2종류의 호스트 재료로 들뜬 복합체를 형성할 수 있다. 또한 들뜬 복합체를 효율적으로 형성하기 위해서는 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다. 또한 이 구성에 의하여 고효율, 저전압, 장수명을 동시에 실현할 수 있다.

[0092] 또한 상기 호스트 재료(제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료를 포함함)로서 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 있고, 복수 종류의 유기 화합물(상술한 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료)로 이루어지는 들뜬 복합체이어도 좋다. 또한 복수 종류의 유기 화합물로 들뜬 상태를 형성하는 들뜬 복합체(엑사이플렉스, 엑시플렉스, 또는 Exciplex라고도 함)는 S1 준위와 T1 준위의 차이가 매우 작고, 삼중항 들뜬 에너지를 단일항 들뜬 에너지로 변환할 수 있는 TADF 재료로서의 기능을 가진다. 또한 들뜬 복합체를 형성하는 복수 종류의 유기 화합물의 조합으로서, 예를 들어 한쪽이 π 전자 부족형 헥테로 방향족 화합물을 가지고, 다른 쪽이 π 전자 과잉형 헥테로 방향족 화합물을 가지는 것이 바람직하다. 또한 들뜬 복합체를 형성하는 조합으로서, 한쪽에 이리듐, 로듐, 또는 백금계의 유기 금속 착체, 혹은 금속 착체 등의 인광 발광 물질을 사용하여도 좋다.

[0093] 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는, 특별한 한정은 없고, 단일항 들뜬 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질, 또는 삼중항 들뜬 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용할 수 있다.

[0094] <<단일항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질>>

[0095] 발광층(113)에 사용할 수 있는 단일항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는 이하에 나타내는 형광을 발하는 물질(형광 발광 물질)을 들 수 있다. 예를 들어 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴놀리딘 유도체, 퀴놀리딘 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 나프탈렌 유도체 등이 있다. 특히 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높아 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예로서는 N,N'-비스(3-페닐페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), N,N'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), N,N'-비스(다이벤조퓨란-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FrAPrn), N,N'-비스(다이벤조싸이오펜-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6ThAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-6-아민](약칭: 1,6BnFAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭:

1,6BnfAPrn-02), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03) 등을 들 수 있다.

[0096] 또한 5,6-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAP2BPy), 5,6-비스[4'-(10-페닐-9-안트릴)바이페닐-4-일]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAPP2BPy), N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스티렌-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), 4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPBA), 페틸렌, 2,5,8,11-테트라-tert-뷰틸페틸렌(약칭: TBP), N,N'-(2-tert-뷰틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA) 등을 사용할 수 있다.

[0097] 또한 N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트라이페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-6-메틸-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이아이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-아이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-뷰틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCJTM), 1,6BnfAPrn-03, 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), 3,10-비스[N-(다이벤조퓨란-3-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10FrA2Nbf(IV)-02) 등을 들 수 있다. 특히, 1,6FLPAPrn, 1,6mMemFLPAPrn, 1,6BnfAPrn-03과 같은 피렌다이아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0098] <<삼중항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질>>

[0099] 다음으로 발광층(113)에 사용할 수 있는 삼중항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 예를 들어 인광을 발하는 물질(인광 발광 물질) 또는 열 활성화 지연 형광을 나타내는 열 활성화 지연 형광(Thermally activated delayed fluorescence: TADF) 재료가 있다.

[0100] 인광 발광 물질이란, 저온(예를 들어 77K) 이상 실온 이하의 온도 범위(즉 77K 이상 313K 이하)의 어느 온도에서 인광을 나타내고, 형광을 나타내지 않는 화합물을 가리킨다. 상기 인광 발광 물질로서는 스핀 궤도 상호 작용이 큰 금속 원소를 가지는 것이 바람직하고, 유기 금속 착체, 금속 착체(백금 착체), 희토류 금속 착체 등을 들 수 있다. 구체적으로는 전이 금속 원소가 바람직하고, 특히 백금족 원소(루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 또는 백금(Pt))을 가지는 것이 바람직하고, 이 중에서도 이리듐을 가짐으로써 단일항 바닥 상태와 삼중항 들뜬 상태 사이의 직접 전이에 관련된 전이 확률을 높일 수 있어 바람직하다.

[0101] <<인광 발광 물질(450nm 이상 570nm 이하: 청색 또는 녹색)>>

[0102] 청색 또는 녹색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 450nm 이상 570nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0103] 예를 들어 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN²]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)₃]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭:

[Ir(Mptz)₃]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아자졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)₃]), 트리스[3-(5-바이페닐)-5-아이소프로필-4-페닐-4H-1,2,4-트리아자졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPr5btz)₃])과 같은 4H-트리아자졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아자졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)₃]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아자졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)₃])과 같은 1H-트리아자졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, fac-트리스[1-(2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)₃]), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)₃])과 같은 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디네이트-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac))와 같이 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 리간드로 하는 유기 금속 착체 등이 있다.

[0104] <<인광 발광 물질(495nm 이상 590nm 이하: 녹색 또는 황색)>>

[0105] 녹색 또는 황색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 495nm 이상 590nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0106] 예를 들어 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₃]), 트리스(4-t-부틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₃]), (아세틸아세토네이트)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(mppmpm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스{4,6-다이메틸-2-[6-(2,6-다이메틸페닐)-4-피리미딘일-κ N3]페닐-κ C}이리듐(III)(약칭: [Ir(dmppm-dmp)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(4,6-다이페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)₂(acac)]과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, (아세틸아세토네이트)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 트리스(2-페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)₃]), 비스(2-페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(ppy)₂(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)₂(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)₃]), 트리스(2-페닐퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(pq)₃]), 비스(2-페닐퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)₂(acac)]), 비스[2-(2-피리딘일-κ N)페닐-κ C][2-(4-페닐-2-피리딘일-κ N)페닐-κ C]이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)₂(4dppy)]), 비스[2-(2-피리딘일-κ N)페닐-κ C][2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κ N)페닐-κ C], [2-d₃-메틸-8-(2-피리딘일-κ N)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κ C]비스[2-(5-d₃-메틸-2-피리딘일-κ N²)페닐-κ C]이리듐(III)(약칭: Ir(5mpppy-d₃)₂(mbfppy-d₃)), [2-(메틸-d₃)-8-[4-(1-메틸에틸-1-d)-2-피리딘일-κ N]벤조퓨로[2,3-b]피리딘-7-일-κ C]비스[5-(메틸-d₃)-2-피리딘일-κ N]페닐-κ C]이리듐(III)(약칭: Ir(5mtpy-d₆)₂(mbfppy-iPr-d₄)), [2-d₃-메틸-(2-피리딘일-κ N)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κ C]비스[2-(2-피리딘일-κ N)페닐-κ C]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₂(mbfppy-d₃)), [2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κ N)페닐-κ C]비스[2-(2-피리딘일-κ N)페닐-κ C]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₂(mdppy))과 같은

피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(dpo)₂(acac)]), 비스{2-[4'-(피플루오로페닐)페닐]피리디네이트-N,C^{2'}}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(p-PF-ph)₂(acac)]), 비스(2-페닐벤조사이아졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bt)₂(acac)]) 등의 유기 금속 착체 외에, 트리스(아세틸아세토네이트)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)₃(Phen)])과 같은 희토류 금속 착체가 있다.

[0107] <<인광 발광 물질(570nm 이상 750nm 이하: 황색 또는 적색)>>

[0108] 황색 또는 적색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 570nm 이상 750nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0109] 예를 들어 (다이아이소뷰티릴메타네이트)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트](다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]),

(다이피발로일메타네이트)비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(dlnpm)₂(dpm)])과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, (아세틸아세토네이트)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)(다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(dpm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[3-(3,5-다이메틸페닐)-5-페닐-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,6-다이메틸-3,5-헵테인다이오네이트-κ²0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-P)₂(dibm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이트-κ²0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmCP)₂(dpm)]), 비스[2-(5-(2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN)-4,6-다이메틸페닐-κC](2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이트-κ²0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmp)₂(dpm)]), (아세틸아세토네이트)비스[2-메틸-3-페닐퀴녹살리네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpq)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(2,3-다이페닐퀴녹살리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(dpq)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)₂(acac)])과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(piq)₃]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)₂(acac)]), 비스[4,6-다이메틸-2-(2-퀴놀린일-κN)페닐-κC](2,4-펜테인다이오네이트-κ²0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpqn)₂(acac)])과 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭: [PtOEP])과 같은 백금 착체, 또는 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이트)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(DBM)₃(Phen)]), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이트](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(TTA)₃(Phen)])과 같은 희토류 금속 착체가 있다.

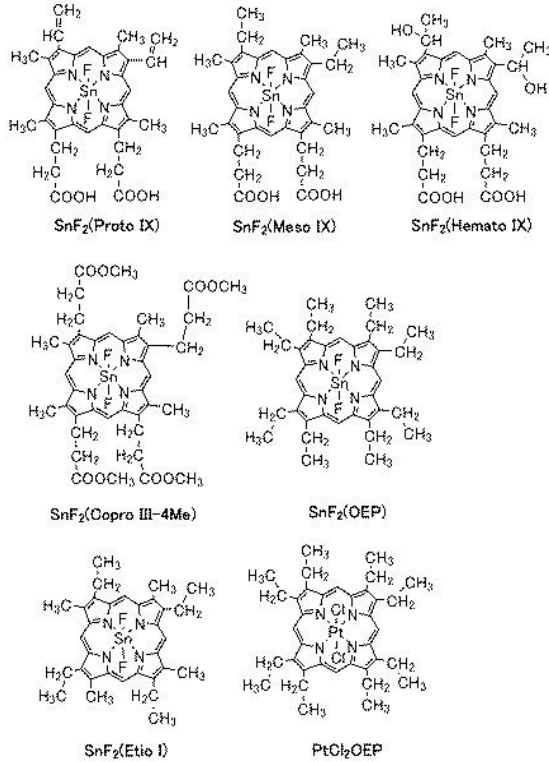
[0110] <<TADF 재료>>

[0111] 또한 TADF 재료로서는 아래에 나타내는 재료를 사용할 수 있다. TADF 재료란, S1 준위와 T1 준위의 차이가 작고(바람직하게는 0.2eV 이하), 삼중항 들뜬 상태를 매우 작은 열 에너지에 의하여 단일항 들뜬 상태로 업컨버트(역항간 교차)할 수 있고, 단일항 들뜬 상태로부터의 발광(형광)을 효율적으로 나타내는 재료를 가리킨다. 또한 열 활성화 지연 형광이 효율적으로 얻어지는 조건으로서의 삼중항 들뜬 에너지 준위와 단일항 들뜬 에너지 준위의 에너지 차이가 0eV 이상 0.2eV 이하, 바람직하게는 0eV 이상 0.1eV 이하인 것을 들 수 있다. 또한 TADF 재료에서의 지연 형광이란, 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지면서도 수명이 현저히 긴 발광을 말한다. 그 수명은 1×10⁻⁶초 이상, 바람직하게는 1×10⁻³초 이상이다.

[0112] TADF 재료로서는 예를 들어 풀러렌 또는 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 에오신 등이 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속

함유 포르피린을 들 수 있다. 금속 함유 포르피린으로서는 예를 들어 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Proto IX)), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Meso IX)), 헤마토포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(OEP)), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체(약칭: SnF₂(Etio I)), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(약칭: PtCl₂OEP) 등이 있다.

[0113] [화학식 1]



[0114]

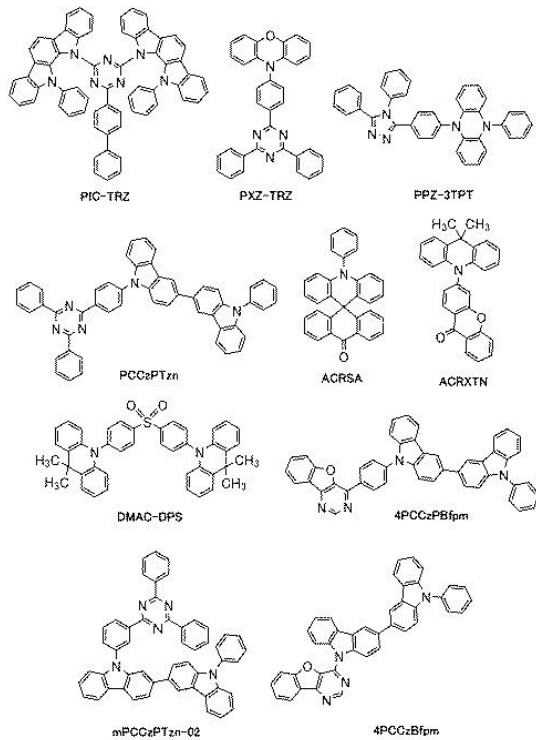
[0115]

이 외에도 3-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(약칭: PIC-TRZ), 2-[4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트리아졸(약칭: PPZ-3TPT), 3-(9,9-다이메틸-9H-아크리딘-10-일)-9H-크산텐-9-온(약칭: ACRXTN), 비스[4-(9,9-다이메틸-9,10-다이하이드로아크리딘)페닐]설포(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA), 4-(9'-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸-9-일)벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4PCCzBfpm), 4-[4-(9'-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸-9-일)페닐]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4PCCzPBfpm), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02) 등의 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물 및 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물을 가지는 헤테로 방향족 화합물을 사용하여도 좋다.

[0116]

또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물이 직접 결합된 물질은 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물의 도너성과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물의 억셉터성이 모두 강해져, 단일 항 들뜬 상태와 삼중항 들뜬 상태의 에너지 차이가 작아지기 때문에 특히 바람직하다.

[0117] [화학식 2]



[0118]

[0119] 또한 상술한 것 외에 삼중항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 기능을 가지는 재료로서는 페로브스카이트 구조를 가지는 전이 금속 화합물의 나노 구조체를 들 수 있다. 특히 금속 할로젠 페로브스카이트류의 나노 구조체가 바람직하다. 상기 나노 구조체로서는, 나노 입자, 나노 막대가 바람직하다.

[0120] 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에서 상술한 발광 물질(게스트 재료)과 조합하여 사용하는 유기 화합물(호스트 재료 등)로서는 발광 물질(게스트 재료)의 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 가지는 물질을 한 종류 또는 복수 종류 선택하여 사용하면 좋다.

[0121] <<형광 발광용 호스트 재료>>

[0122] 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에 사용하는 발광 물질이 형광 발광 물질인 경우, 조합하는 유기 화합물(호스트 재료)로서, 단일항 들뜬 상태의 에너지 준위가 크고 삼중항 들뜬 상태의 에너지 준위가 작은 유기 화합물, 또는 형광 양자 수율이 높은 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 이러한 조건을 만족시키는 유기 화합물이면 본 실시형태에서 설명하는 정공 수송성 재료(상술하였음) 또는 전자 수송성 재료(후술함) 등을 사용할 수 있다.

[0123] 일부 상술한 구체적인 예와 중복되지만 발광 물질(형광 발광 물질)과의 바람직한 조합이라는 관점에서, 유기 화합물(호스트 재료)로서는 안트라센 유도체, 테트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체, 다이벤조[g,p]크리센 유도체 등의 축합 여러 고리 방향족 화합물을 사용할 수 있다.

[0124] 또한 형광 발광 물질과 조합하여 사용하는 것이 바람직한 유기 화합물(호스트 재료)의 구체적인 예로서는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3,6-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: DPCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), N,N-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: CzA1PA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: DPhPA), YGAPA, PCAPA, N,9-다이페닐-N-{4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]페닐}-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), 6,12-다이메톡시-5,11-다이페닐크리센, N,N,N',N'',N''',N''''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)바이페닐-4'-일}안트라센(약칭: FLPPA), 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭:

DNA), 2-tert-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 99-(1-나프틸)-10-(2-나프틸)안트라센(약칭: α, β ADN), 2-(10-페닐안트라센-9-일)다이벤조퓨란, 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA), 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: $\alpha N-\beta$ NPAnth), 9-(2-나프틸)-10-[3-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: $\beta N-m\beta$ NPAnth), 1-[4-(10-[1,1'-바이페닐]-4-일-9-안트라센일)페닐]-2-에틸-1H-벤즈이미다졸(약칭: EtBImpBPhA), 9,9'-바이안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS2), 1,3,5-트라이(1-피렌일)벤젠(약칭: TPB3), 5,12-다이페닐테트라센, 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센 등을 들 수 있다.

[0125] <<인광 발광용 호스트 재료>>

[0126] 또한 발광층(113, 113a, 113b, 113c)에 사용하는 발광 물질이 인광 발광 물질인 경우, 조합하는 유기 화합물(호스트 재료)로서, 발광 물질의 삼중항 들뜬 에너지(바닥 상태와 삼중항 들뜬 상태의 에너지 차이)보다 삼중항 들뜬 에너지가 큰 유기 화합물을 선택하면 좋다. 또한 들뜬 복합체를 형성하기 위하여 복수의 유기 화합물(예를 들어 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료(또는 어시스트 재료라고도 함) 등)을 발광 물질과 조합하여 사용하는 경우에는 이들 복수의 유기 화합물을 인광 발광 물질과 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.

[0127] 이러한 구성으로 함으로써, 들뜬 복합체로부터 발광 물질로의 에너지 이동인 ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer)를 사용한 발광을 효율적으로 얻을 수 있다. 또한 복수의 유기 화합물의 조합으로서는 들뜬 복합체가 형성되기 쉬운 것이 좋고, 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다.

[0128] 또한, 일부 상술한 구체적인 예와 중복되지만 발광 물질(인광 발광 물질)과의 바람직한 조합이라는 관점에서 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료)로서는 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 유기 화합물), 카바졸 유도체(카바졸 골격을 가지는 유기 화합물), 다이벤조싸이오펜 유도체(다이벤조싸이오펜 골격을 가지는 유기 화합물), 다이벤조퓨란 유도체(다이벤조퓨란 골격을 가지는 유기 화합물), 옥사다이아졸 유도체(옥사다이아졸 골격을 가지는 유기 화합물), 트리아아졸 유도체(트리아아졸 골격을 가지는 유기 화합물), 벤즈이미다졸 유도체(벤즈이미다졸 골격을 가지는 유기 화합물), 퀴녹살린 유도체(퀴녹살린 골격을 가지는 유기 화합물), 다이벤조퀴녹살린 유도체(다이벤조퀴녹살린 골격을 가지는 유기 화합물), 퀴나졸린 유도체(퀴나졸린 골격을 가지는 유기 화합물), 피리미딘 유도체(피리미딘 골격을 가지는 유기 화합물), 트리아진 유도체(트리아진 골격을 가지는 유기 화합물), 피리딘 유도체(피리딘 골격을 가지는 유기 화합물), 바이피리딘 유도체(바이피리딘 골격을 가지는 유기 화합물), 페난트롤린 유도체(페난트롤린 골격을 가지는 유기 화합물), 퓨로다이아진 유도체(퓨로다이아진 골격을 가지는 유기 화합물), 아연계 또는 알루미늄계의 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0129] 또한 상술한 유기 화합물 중에서 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 방향족 아민 및 카바졸 유도체의 구체적인 예로서는, 상술한 정공 수송성 재료의 구체적인 예와 같은 것을 들 수 있고, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0130] 또한 상기 유기 화합물 중에서 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 다이벤조싸이오펜 유도체 및 다이벤조퓨란 유도체의 구체적인 예로서는 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBI-II), 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 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), 4-[3-(트라이페닐렌-2-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: mDBTTP-II) 등을 들 수 있으며, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0131] 이 외에, 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸계, 싸이아졸계 리간드를 가지는 금속 착체 등도 바람직한 호스트 재료로서 들 수 있다.

[0132] 또한 상기 유기 화합물 중, 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 옥사다이아졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴나졸린 유도체, 페난트롤린 유도체 등의 구체적인 예로서는 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CO11), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아아졸(약칭: TAZ), 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: mDBTBI-II), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOS), 바소페난트롤린(약칭:

Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-비스(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-[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: 2mDBTPDBq-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-[9,10-다이(2-나프틸)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN), 및 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq) 등을 들 수 있으며, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0133] 또한 상기 유기 화합물 중 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 피리딘 유도체, 다이아진 유도체(피리미딘 유도체, 피라진 유도체, 피리다진 유도체를 포함함), 트리아진 유도체, 퓨로다이아진 유도체의 구체적인 예로서, 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), 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), 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB), 9,9'-[피리미딘-4,6-다이일비스(바이페닐-3,3'-다이일)]비스(9H-카바졸)(약칭: 4,6mCzBP2Pm), 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mFBPTzn), 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: 9mDBtBPNfpr), 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)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mTpBPTzn), 2-[(1,1'-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-[1,1'-바이페닐]-3-일-4-페닐-6-(8-[1,1':4',1''-터페닐]-4-일-1-다이벤조퓨란일)-1,3,5-트리아진(약칭: mBP-TPDBfTzn), 6-(1,1'-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-(1,1'-바이페닐-4-일)피리미딘(약칭: 6BP-4Cz2PPm) 등을 들 수 있으며, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0134] 또한 상술한 유기 화합물 중에서 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 금속 착체의 구체적인 예로서는 아연계 또는 알루미늄계 금속 착체인 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이토)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BAAlq), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 외에, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체 등을 들 수 있고, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0135] 이 외에, 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) 등의 고분자 화합물 등도 호스트 재료로서 바람직하다.

[0136] 또한 정공 수송성 및 전자 수송성이 높은 유기 화합물인, 양극성의 9-페닐-9'-(4-페닐-2-퀴나졸린일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: PCCzQz), 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq), 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), 11-(4-[1,1'-바이페닐]-4-일-6-페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-11,12-다이하이드로-12-페닐-인돌로[2,3-a]카바졸(약칭: BP-Icz(II)Tzn), 7-[4-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)퀴나졸린-2-일]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: PC-cgDBCzQz) 등을 호스트 재료로서 사용할 수도 있다.

[0137] <전자 수송층>

- [0138] 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 후술하는 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 의하여 제 2 전극(102) 또는 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 주입된 전자를 발광층(113, 113a, 113b)으로 수송하는 층이다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 전자 수송성 재료를 포함한 층이다. 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 가지는 물질이 바람직하다. 또한 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질을 사용할 수 있다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 단층으로도 기능하지만, 본 발명의 일 형태에서는 2층 이상의 적층 구조로 하는 것이 바람직하다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)을 적층 구조로 한 경우, 실시형태 1에서 설명한 바와 같이 헥테로 방향족 화합물과 유기 화합물 또는 복수 종류의 헥테로 방향족 화합물을 가지는(바람직하게는 혼합막을 가지는) 전자 수송층은 이 외의 구성을 가지는 전자 수송층에 비하여 높은 내열성을 가지기 때문에, 헥테로 방향족 화합물과 유기 화합물 또는 복수 종류의 헥테로 방향족 화합물을 가지는 전자 수송층 위에서 포토리소그래피 공정을 수행함으로써, 열 공정으로 인한 디바이스 특성에 대한 영향을 억제할 수 있다.
- [0139] <<전자 수송성 재료>>
- [0140] 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용할 수 있는 전자 수송성 재료로서는 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 헥테로 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 또한 헥테로 방향족 화합물이란 고리 내에 적어도 2종류의 상이한 원소를 포함하는 환식 화합물이다. 또한 고리 구조로서는 3원자 고리, 4원자 고리, 5원자 고리, 6원자 고리 등이 포함되지만, 특히 5원자 고리 또는 6원자 고리가 바람직하고, 포함되는 원소로서는 탄소 외에 질소, 산소, 또는 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헥테로 방향족 화합물이 바람직하다. 특히 질소를 포함하는 헥테로 방향족 화합물(질소 함유 헥테로 방향족 화합물)이 바람직하고, 질소 함유 헥테로 방향족 화합물 또는 이를 포함하는 π 전자 부족형 헥테로 방향족 화합물 등의 전자 수송성이 높은 재료(전자 수송성 재료)를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0141] 또한 헥테로 방향족 화합물은 유기 화합물에 포함되고, 적어도 하나의 헥테로 방향족 고리를 가지는 헥테로 방향족 화합물이다.
- [0142] 헥테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트리아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나를 가진다.
- [0143] 또한 헥테로 방향족 고리에는 접합 고리 구조를 가지는 축합 헥테로 방향족 고리를 포함한다.
- [0144] 축합 헥테로 방향족 고리로서는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴놀살린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다리아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 등을 들 수 있다.
- [0145] 또한 헥테로 방향족 화합물로서는 예를 들어 탄소 외에 질소, 산소, 또는 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헥테로 방향족 화합물 중 5원자 고리 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물로서는 이미다졸 골격을 가지는 유기 화합물, 트리아졸 골격을 가지는 유기 화합물, 옥사졸 골격을 가지는 유기 화합물, 옥사다리아졸 골격을 가지는 유기 화합물, 싸리아졸 골격을 가지는 유기 화합물, 벤즈이미다졸 골격을 가지는 유기 화합물 등이 있다.
- [0146] 또한 예를 들어 탄소 외에 질소, 산소, 또는 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헥테로 방향족 화합물 중 6원자 고리 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물로서는 피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격 등을 포함함), 트리아진 골격, 폴리아졸 골격 등의 헥테로 방향족 고리를 가지는 유기 화합물 등이 있다. 또한 피리딘 골격이 연결된 구조인 유기 화합물에 포함되지만, 바이피리딘 구조를 가지는 유기 화합물, 터피리딘 구조를 가지는 유기 화합물 등이 있다.
- [0147] 또한 상기 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 접합 고리 구조를 가지는 헥테로 방향족 화합물로서는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴놀살린 고리, 다이벤조퀴놀살린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다리아진 고리(퓨로다리아진 골격의 퓨란 고리에 방향족 고리가 축합한 골격을 포함함), 벤즈이미다졸 고리 등의 축합 헥테로 방향족 고리를 가지는 유기 화합물 등이 있다.
- [0148] 상기 5원자 고리 구조(이미다졸 골격, 트리아졸 골격, 옥사졸 골격, 옥사다리아졸 골격, 싸리아졸 골격, 벤즈이미다졸 골격 등)를 가지는 헥테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 2-(4-바이페닐릴)-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-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-

tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트리아아졸(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: mDBTBI_m-II), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOS) 등을 들 수 있다.

[0149] 상기 6원자 고리 구조(피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격 등을 포함함), 트리아아진 골격, 폴리아졸 골격 등)을 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 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), 2-[4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02), 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트리아[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB), 4,6mCzBP2Pm, mFBPTzn, 8BP-4mDBtPBfpm, 9mDBtBPNfpr, 9pmDBtBPNfpr, 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)페닐]-7,7-다이메틸-5H,7H-인덴노[2,1-b]카바졸(약칭: mINc(II)PTzn), 2-[3'-(트리아페닐렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mTpBPTzn), 2-[(1,1'-바이페닐)-4-일]-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트리아아진(약칭: BP-SFTzn), 2,6-비스(4-나프탈렌-1-일페닐)-4-[4-(3-피리딜)페닐]피리미딘(약칭: 2,4NP-6PyPPm), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진-2-일)-2-다이벤조싸이오페닐]-2-페닐-9H-카바졸(약칭: PCDBfTzn), 2-[1,1'-바이페닐]-3-일-4-페닐-6-(8-[1,1':4',1''-터페닐]-4-일-1-다이벤조퓨란일)-1,3,5-트리아아진(약칭: mBP-TPDBfTzn), 6-(1,1'-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-(1,1'-바이페닐-4-일)피리미딘(약칭: 6BP-4Cz2PPm) 등을 들 수 있다.

[0150] 또한 2-[3-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mDBtBPTzn), 4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-8-(나프탈렌-2-일)-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8βN-4mDBtPBfpm), 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)(1,1'-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) 등을 들 수 있다.

[0151] 그 외에도 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py), 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스[4-[4-(2-나프틸)페닐]-6-페닐피리미딘](약칭: 2,6(NP-PPm)2Py), 6-(1,1'-바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm), 2,4,6-트리스(3'-(피리딘-3-일)바이페닐-3-일)-1,3,5-트리아아진(약칭: TmPPPyTz), 2,4,6-트리스(2-피리딜)-1,3,5-트리아아진(약칭: 2Py3Tz), 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리디닐)-5-(9-페난트레닐)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn) 등을 들 수 있다.

[0152] 상기 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 접합 고리 구조(퀴놀린 골격, 벤조퀴놀린 골격, 퀴녹살린 골격, 다이벤조퀴녹살린 골격, 페난트롤린 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 바소페난트롤린(약칭: Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-비스(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-[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: 2mDBTBPDBq-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), 및 2mpPCBPDBq 등을 들 수 있다.

[0153] 전자 수송층에는 상술한 헤테로 방향족 화합물 외에도 이하에 나타내는 금속 착체를 사용할 수 있다. 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq₃), Almq₃, 8-퀴놀리놀레이토-리튬(I)(약칭: Liq), BeBq₂, 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 등의 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸 골격 또는 싸이아졸 골격을 가지는 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0154] 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) 등의 고분자 화합물을 전자 수송성 재료로서 사용할 수도 있다.

[0155] <전자 주입층>

[0156] 전자 주입층(115, 115a, 115b)은 전자 주입성이 높은 물질을 포함한 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, 115a, 115b)에는 리튬, 세슘, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂), 8-(퀴놀리놀레이토)-리튬(약칭: Liq), 2-(2-피리딜)페놀레이토리튬(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) 등의 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 전자화물을 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.

[0157] 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합한 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이러한 복합 재료는, 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우 유기 화합물은 발생한 전자의 수송에 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는 예를 들어 상술한 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료(금속 착체 또는 헤테로 방향족 화합물 등)를 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이면 좋다. 구체적으로는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 이터븀 등을 들 수 있다. 또한 알칼리 금속 산화물 또는 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한 산화 마그네슘 등의 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한 테트라싸이아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한 이들의 재료를 복수로 적층하여 사용하여도 좋다.

[0158] 이 외에도 유기 화합물과 금속을 혼합한 복합 재료를 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 사용하여도 좋다. 또한 여기서 사용하는 유기 화합물로서는, LUMO 준위가 -3.6eV 이상 -2.3eV 이하인 것이 바람직하다. 또한 비공유 전자쌍을 가지는 재료가 바람직하다.

[0159] 따라서 상기 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는 전자 수송층에 사용할 수 있는 것으로서 상술한 헤테로 방향족 화합물을 금속과 혼합하여 이루어지는 복합 재료를 사용하여도 좋다. 헤테로 방향족 화합물로서는 5원자 고리 구조(이미다졸 골격, 트리아아졸 골격, 옥사졸 골격, 옥사다리아아졸 골격, 싸이아졸 골격, 벤즈이미다졸 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조(피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격 등을 포함함), 트리아아진 골격, 바이피리딘 골격, 터피리딘 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 접합 고리 구조(퀴놀린 골격, 벤조퀴놀린 골격, 퀴놀살린 골격, 다이벤조퀴놀살린 골격, 페난트롤린 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등의 비공유 전자쌍을 가지는 재료가 바람직하다. 구체적인 재료에 대해서는 상술한 바와 같기 때문에 여기서의 설명은 생략한다.

[0160] 또한 상기 복합 재료에 사용하는 금속으로서의 주기율표에서의 5족, 7족, 9족, 또는 11족에 속하는 전이 금속 또는 13족에 속하는 재료를 사용하는 것이 바람직하고, 예를 들어 Ag, Cu, Al, 또는 In 등이 있다. 또한 이때 유기 화합물은 전이 금속과의 사이에서 반점유 궤도(SOMO: Singly Occupied Molecular Orbital)를 형성한다.

[0161] 또한 예를 들어 발광층(113b)으로부터 얻어지는 광을 증폭시키는 경우에는 제 2 전극(102)과 발광층(113b) 사이의 광학 거리가, 발광층(113b)이 나타내는 광의 파장 λ의 1/4 미만이 되도록 형성하는 것이 바람직하다. 이 경우 전자 수송층(114b) 또는 전자 주입층(115b)의 막 두께를 바꿈으로써 조정할 수 있다.

[0162] 또한 도 2의 (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.

[0163] <전하 발생층>

[0164] 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 수송체(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 전압 상승을 억제할 수 있다.

[0165] 전하 발생층(106)에서, 유기 화합물인 정공 수송성 재료에 전자 수송체가 첨가된 구성(P형층)으로 하는 경우, 정공 수송성 재료로서는 본 실시형태에서 설명한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 수송체로서는 7,7,8,8-테트라시아아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다아디메테인(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 억셉터 재료를 사용하여도 좋다. 또한 P형층을 구성하는 재료를 혼합하여 이루어지는 혼합막으로서 사용하여도 각각의 재료를 포함하는 단일막을 적층하여도 좋다.

[0166] 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 테트라싸이아프타센 등의 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.

[0167] 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 억셉터성 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 이하인 것이 좋다. 또한 전자 릴레이층에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질로서는 프탈로시아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 리간드를 가지는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0168] 또한 도 2의 (D)에는 2개의 EL층(103)이 적층된 구성을 나타내었지만, 상이한 EL층 사이에 전하 발생층을 제공하여 3개 이상의 EL층이 적층된 구조로 하여도 좋다. 도 2의 (E)에서는 3층의 EL층(EL층(103a), EL층(103b), 및 EL층(103c))이 2층의 전하 발생층(전하 발생층(106a) 및 전하 발생층(106b))을 개재(介)하여 적층된 구성을 나타내었다.

[0169] <기관>

[0170] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스는 다양한 기관 위에 형성할 수 있다. 또한 기관의 종류는 특정한 것에 한정되지 않는다. 기관의 일례로서는 반도체 기관(예를 들어 단결정 기관 또는 실리콘 기관), SOI 기관, 유리 기관, 석영 기관, 플라스틱 기관, 금속 기관, 스테인리스강 기관, 스테인리스강 포일을 가지는 기관, 텅스텐 기관, 텅스텐 포일을 가지는 기관, 가요성 기관, 접합 필름, 섬유상의 재료를 포함하는 종이, 또는 기재 필름 등을 들 수 있다.

[0171] 또한 유리 기관의 일례로서는 바륨boro실리케이트 유리, 알루미늄boro실리케이트 유리, 또는 소다석회 유리 등을 들 수 있다. 또한 가요성 기관, 접합 필름, 기재 필름 등의 일례로서는, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에테르술폰(PES)으로 대표되는 플라스틱, 아크릴 등의 합성 수지, 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리플루오린화 바이닐, 또는 폴리염화 바이닐, 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시, 무기 증착 필름, 또는 종이류 등을 들 수 있다.

[0172] 또한 본 실시형태에 나타내는 발광 디바이스의 제작에는, 증착법 등의 진공 프로세스, 스핀 코팅법, 또는 잉크젯법 등의 용액 프로세스를 사용할 수 있다. 증착법을 사용하는 경우에는 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 이온빔 증착법, 분자선 증착법, 진공 증착법 등의 물리 증착법(PVD법), 또는 화학 증착법(CVD법) 등을 사용할 수 있다. 특히 발광 디바이스의 EL층에 포함되는 다양한 기능을 가지는 층(정공 주입층(111, 111a, 111b), 정공 수송층(112, 112a, 112b), 발광층(113, 113a, 113b, 113c), 전자 수송층(114, 114a, 114b), 전자 주입층(115, 115a, 115b)) 및 전하 발생층(106, 106a, 106b)에 대해서는 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.

[0173] 또한 상기 도포법, 인쇄법 등의 성막 방법을 적용하는 경우, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등), 중분자 화합물(저분자와 고분자의 중간 영역의 화합물: 분자량 400 내지 4000), 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.

[0174] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스의 EL층(103, 103a, 103b)을 구성하는 각 층(정공 주입층(111, 111a, 111b), 정공 수송층(112, 112a, 112b), 발광층(113, 113a, 113b, 113c), 전자 수송층(114, 114a, 114b), 전자 주입층(115, 115a, 115b)) 및 전하 발생층(106, 106a, 106b)은 본 실시형태에서 설명한 재료에 한정되지 않고, 각 층의 기능을 만족시킬 수 있는 것이면, 그 외의 재료를 조합하여 사용할 수 있다.

[0175] 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재되는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.

[0176] (실시형태 3)

[0177] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 장치(표시 패널이라고도 함)의 구체적인 구성에 및 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0178] <발광 장치(700)의 구성에 1>

[0179] 도 3의 (A)에 나타난 발광 장치(700)는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 제 1 기판(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)에 각각 전기적으로 접속되고, 이들을 구동할 수 있다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD)에 대해서는 실시형태 4에서 설명한다.

[0180] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에서 설명한 디바이스 구조를 가진다. 특히 각 발광 디바이스가 도 2의 (B)에 나타난 구조, 소위 탠덤 구조를 가지는 경우를 나타낸다.

[0181] 또한 각 발광 디바이스의 발광층의 구성은 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 각 색의 발광 디바이스(예를 들어 청색(B), 녹색(G), 및 적색(R))마다 발광층을 구분하여 형성하는 경우에는 이하에서 설명하는 포토리소그래피 공정을 발광 디바이스마다 반복적으로 수행하면 좋다. 또한 본 명세서 등에서 각 색의 발광 디바이스(예를 들어 청색(B), 녹색(G), 및 적색(R))마다 발광층을 구분하여 형성하거나 발광층을 구분하여 도포하는 구조를 SBS(Side By Side) 구조라고 부르는 경우가 있다.

[0182] 도 3의 (A)에 나타난 바와 같이 발광 디바이스(550B)는 전극(551B), 전극(552), EL층(103P, 103Q), 전하 발생층(106B), 및 절연층(107)을 가지는 적층 구조를 가진다. 또한 각 층의 구체적인 구성은 실시형태 2에서 설명한 바와 같다. 또한 전극(551B)과 전극(552)은 중첩된다. 또한 EL층(103Pb)과 EL층(103Qb)은 전하 발생층(106B)을 사이에 두고 적층되고, 전극(551B)과 전극(552) 사이에 EL층(103Pb), EL층(103Qb), 및 전하 발생층(106B)을 가진다. 또한 EL층(103Pb, 103Qb)은 실시형태 2에서 설명한 EL층(103, 103a, 103b, 103c)과 마찬가지로 발광층을 포함하는 복수의 기능이 상이한 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 또한, EL층(103Pb), EL층(103Qb)은 각각 전자 수송층을 가지고, 특히 EL층(103Qb)은 적층 구조를 가지는 전자 수송층(108)(제 1 전자 수송층(108Qb-1), 제 2 전자 수송층(108Qb-2))을 가진다. 또한 제 2 전자 수송층(108Qb-2)은 실시형태 1에 나타난 바와 같이 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물 또는 복수 종류의 헤테로 방향족 화합물을 가지는 층(바람직하게는 혼합막으로 이루어지는 층)이다. 또한 제 1 전자 수송층(108Qb-1)은 전자 수송성 재료를 사용하여 형성하면 좋고, 한 종류의 헤테로 방향족 화합물 또는 유기 화합물을 사용하여 형성된 층이어도 좋고, 유기 화합물과 헤테로 방향족 화합물 또는 복수 종류의 헤테로 방향족 화합물을 가지는 층이어도 좋다. 또한 예를 들어 EL층(103Pb)은 청색의 광을 사출할 수 있고, EL층(103Qb)은 황색의 광을 사출할 수 있는 구성으로 하여도 좋다. 또한 예를 들어 EL층(103Pb)은 청색의 광을 사출할 수 있고, EL층(103Qb)도 청색의 광을 사출할 수 있는 구성으로 할 수 있다.

[0183] 또한 전자 수송층(108)에서 발광 디바이스(550B)를 구성하는 영역을 제 2 전자 수송층(108Qb-2)이라고 하는 경우가 있다. 마찬가지로 전자 수송층(108)에서 발광 디바이스(550G)를 구성하는 영역을 제 2 전자 수송층

(108Qg-2)이라고 하고, 발광 디바이스(550R)를 구성하는 영역을 제 2 전자 수송층(108Qr-2)이라고 하는 경우가 있다.

[0184] 도 3의 (A)에서는 EL층(103Pb)에 포함되는 층 중 정공 주입 수송층(104Pb)만을 나타내고, EL층(103Qb)에 포함되는 층 중 정공 주입 수송층(104Qb), 전자 수송층(제 1 전자 수송층(108Qb-1), 제 2 전자 수송층(108Qb-2)), 및 전자 주입층(109)만을 나타내었다. 따라서 이후에서는 각 EL층에 포함되는 층도 통틀어 설명할 수 있는 경우에는 편의상 EL층(EL층(103Pb), EL층(103Qb))을 사용하여 설명한다. 또한 전자 수송층(제 1 전자 수송층(108Qb-1), 제 2 전자 수송층(108Qb-2)) 중 발광층과 접하여 형성되는 제 1 전자 수송층(108Qb-1)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 정공을 차단하는 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.

[0185] 또한 절연층(107)은 제조 공정에서 전극(551B) 위에 EL층(103Qb)의 일부(본 실시형태에서는 발광층 위의 제 1 전자 수송층(108Qb-1) 및 제 2 전자 수송층(108Qb-2)까지 형성) 위에 형성된 희생층을 남긴 채 형성되고, 그 후 희생층은 제거된다. 따라서 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이 절연층(107)은 EL층(103Qb)의 일부(상기), EL층(103Pb), 및 전하 발생층(106B)의 측면(또는 단부)과 접하여 형성된다. 이로써, EL층(103Pb), EL층(103Qb), 및 전하 발생층(106B) 각각의 측면으로부터 내부로의 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. 절연층(107)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있지만, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.

[0186] 또한 EL층(103Qb)의 일부(제 2 전자 수송층(108Q-2)) 및 절연층(107)을 덮어 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 제 2 전자 수송층(108Qb-2)과 접하는 제 1 층을 전자 수송성 재료만으로 형성하고, 그 위에 금속 재료를 포함하는 전자 수송성 재료로 형성하는 제 2 층을 적층하여도 좋고, 제 1 층과 제 2 전자 수송층(108Qb-2) 사이에 금속 재료를 포함하는 전자 수송성 재료로 형성하는 제 3 층을 가져도 좋다.

[0187] 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한 전극(551B)과 전극(552)은 서로 중첩되는 영역을 가진다. 또한 전극(551B)과 전극(552) 사이에 EL층(103Pb), EL층(103Qb), 및 전하 발생층(106B)을 가진다. 따라서 전자 주입층(109)이 절연층(107)을 개재하여 EL층(103Qb), EL층(103Pb), 및 전하 발생층(106B)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조, 또는 전극(552)이 전자 주입층(109) 및 절연층(107)을 개재하여 EL층(103Qb), EL층(103Pb), 및 전하 발생층(106B)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조를 가진다. 이로써 EL층(103Pb)과 전극(552)이, 더 구체적으로는 EL층(103Pb)이 가지는 정공 주입 수송층(104Pb)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있고, EL층(103Qb)과 전극(552)이, 더 구체적으로는 EL층(103Qb)이 가지는 정공 주입 수송층(104Qb)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있고, 전하 발생층(106B)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있다.

[0188] 또한 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이 발광 디바이스(550G)는 전극(551G), 전극(552), EL층(EL층(103Pg), EL층(103Qg)), 전하 발생층(106G), 및 절연층(107)을 가지는 적층 구조를 가진다. 또한 각 층의 구체적인 구성은 실시형태 2에서 설명한 바와 같다. 또한 전극(551G)과 전극(552)은 중첩된다. 또한 EL층(103Pg)과 EL층(103Qg)은 전하 발생층(106G)을 사이에 두고 적층되고, 전극(551G)과 전극(552) 사이에 EL층(103Pg), EL층(103Qg), 및 전하 발생층(106G)을 가진다. 또한 EL층(103Pg, 103Qg)은 실시형태 2에서 설명한 EL층(103, 103a, 103b, 103c)과 마찬가지로 발광층을 포함하는 복수의 기능이 상이한 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 또한 EL층(103Pg), EL층(103Qg)은 각각 전자 수송층을 가지고, 특히 EL층(103Qg)은 적층 구조를 가지는 전자 수송층(제 1 전자 수송층(108Qg-1), 제 2 전자 수송층(108Qg-2))을 가진다. 또한 제 2 전자 수송층(108Qg-2)은 실시형태 1에 나타낸 바와 같이 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물 또는 복수 종류의 헤테로 방향족 화합물을 가지는 층(바람직하게는 혼합막으로 이루어지는 층)이다. 또한 제 1 전자 수송층(108Qg-1)은 전자 수송성 재료를 사용하여 형성하면 좋고, 한 종류의 헤테로 방향족 화합물 또는 유기 화합물을 사용하여 형성된 층이어도 좋고, 유기 화합물과 헤테로 방향족 화합물 또는 복수 종류의 헤테로 방향족 화합물을 가지는 층이어도 좋다. 또한 예를 들어 EL층(103Pg)은 녹색의 광을 사출할 수 있고, EL층(103Qg)도 녹색의 광을 사출할 수 있는 구성으로 할 수 있다.

[0189] 도 3의 (A)에서는 EL층(103Pg)에 포함되는 층 중 정공 주입 수송층(104P)만을 나타내고, EL층(103Qg)에 포함되는 층 중 정공 주입 수송층(104Qg), 전자 수송층(제 1 전자 수송층(108Qg-1), 제 2 전자 수송층(108Qg-2)), 및 전자 주입층(109)만을 나타내었다. 따라서 이후에서는 각 EL층에 포함되는 층도 통틀어 설명할 수 있는 경우에

는 편의상 EL층(EL층(103Pg), EL층(103Qg))을 사용하여 설명한다. 또한 전자 수송층(제 1 전자 수송층(108Qg-1), 제 2 전자 수송층(108Qg-2)) 중 발광층과 접하여 형성되는 제 1 전자 수송층(108Qg-1)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 정공을 차단하는 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.

[0190] 또한 절연층(107)은 제조 공정에서 전극(551G) 위에 EL층(103Qg)의 일부(본 실시형태에서는 발광층 위의 제 2 전자 수송층(108Q-2)까지 형성) 위에 형성된 희생층을 남긴 채 형성되고, 그 후 희생층은 제거된다. 따라서 도 3의 (A)에 나타난 바와 같이 절연층(107)은 EL층(103Qg)의 일부(상기), EL층(103Pg), 및 전하 발생층(106B)의 측면(또는 단부)과 접하여 형성된다. 이로써 EL층(103Pg), EL층(103Qg), 및 전하 발생층(106G) 각각의 측면으로부터 내부로의 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. 절연층(107)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있지만, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.

[0191] 또한 EL층(103Qg)의 일부(제 2 전자 수송층(108Qg-2)) 및 절연층(107)을 덮어 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 제 2 전자 수송층(108Qg-2)과 접하는 제 1 층을 전자 수송성 재료만으로 형성하고, 그 위에 금속 재료를 포함하는 전자 수송성 재료로 형성하는 제 2 층을 적층하여도 좋고, 제 1 층과 제 2 전자 수송층(108Qg-2) 사이에 금속 재료를 포함하는 전자 수송성 재료로 형성하는 제 3 층을 가져도 좋다.

[0192] 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한 전극(551G)과 전극(552)은 서로 중첩되는 영역을 가진다. 또한 전극(551G)과 전극(552) 사이에 EL층(103Pg), EL층(103Qg), 및 전하 발생층(106G)을 가진다. 따라서 전자 주입층(109)이 절연층(107)을 개재하여 EL층(103Qg), EL층(103Pg), 및 전하 발생층(106G)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조, 또는 전극(552)이 전자 주입층(109) 및 절연층(107)을 개재하여 EL층(103Qg), EL층(103Pg), 및 전하 발생층(106G)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조를 가진다. 이로써 EL층(103Pg)과 전극(552)이, 더 구체적으로는 EL층(103Pg)이 가지는 정공 주입 수송층(104Pg)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있고, EL층(103Qg)과 전극(552)이, 더 구체적으로는 EL층(103Qg)이 가지는 정공 주입 수송층(104Qg)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있고, 전하 발생층(106G)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있다.

[0193] 또한 도 3의 (A)에 나타난 발광 디바이스(550R)는 전극(551R), 전극(552), EL층(103Pr, 103Qr), 전하 발생층(106R), 및 절연층(107)을 가지는 적층 구조를 가진다. 또한 각 층의 구체적인 구성은 실시형태 2에서 설명한 바와 같다. 또한 전극(551R)과 전극(552)은 중첩된다. 또한 EL층(103Pr)과 EL층(103Qr)은 전하 발생층(106R)을 사이에 두고 적층되고, 전극(551R)과 전극(552) 사이에 EL층(103Pr), EL층(103Qr), 및 전하 발생층(106R)을 가진다. 또한 EL층(103Pr, 103Qr)은 실시형태 2에서 설명한 EL층(103, 103a, 103b, 103c)과 마찬가지로 발광층을 포함하는 복수의 기능이 상이한 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 또한 EL층(103Pr), EL층(103Qr)은 각각 전자 수송층을 가지고, 특히 EL층(103Qr)은 적층 구조를 가지는 전자 수송층(제 1 전자 수송층(108Qr-1), 제 2 전자 수송층(108Qr-2))을 가진다. 또한 제 2 전자 수송층(108Qr-2)은 실시형태 1에 나타난 바와 같이 헥테로 방향족 화합물과 유기 화합물 또는 복수 종류의 헥테로 방향족 화합물을 가지는 층(바람직하게는 혼합막으로 이루어지는 층)이다. 또한 제 1 전자 수송층(108Qr-1)은 전자 수송성 재료를 사용하여 형성하면 좋고, 한 종류의 헥테로 방향족 화합물 또는 유기 화합물을 사용하여 형성된 층이어도 좋고, 유기 화합물과 헥테로 방향족 화합물 또는 복수 종류의 헥테로 방향족 화합물을 가지는 층이어도 좋다. 또한 예를 들어 EL층(103Pr)은 적색의 광을 사출할 수 있고, EL층(103Qr)도 적색의 광을 사출할 수 있는 구성으로 할 수 있다. 또한 예를 들어 EL층(103Pr)은 청색의 광을 사출할 수 있고, EL층(103Qr)은 적색의 광을 사출할 수 있는 구성으로 하여도 좋다.

[0194] 도 3의 (A)에서는 EL층(103Pr)에 포함되는 층 중 정공 주입 수송층(104Pr)만을 나타내고, EL층(103Qr)에 포함되는 층 중 정공 주입 수송층(104Qr), 전자 수송층(108Qr-1, 108Qr-2), 및 전자 주입층(109)만을 나타내었다. 따라서 이후에서는 각 EL층에 포함되는 층도 통틀어 설명할 수 있는 경우에는 편의상 EL층(EL층(103Pr), EL층(103Qr))을 사용하여 설명한다. 또한 전자 수송층(108Qr-1, 108Qr-2) 중 발광층과 접하여 형성되는 제 1 전자 수송층(108Qr-1)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 정공을 차단하는 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.

- [0195] 또한 절연층(107)은 전극(551R) 위에 EL층(103Qr)의 일부(본 실시형태에서는 발광층 위의 전자 수송층(108Qr)(108Qr-1, 108Qr-2)까지 형성) 위에 형성된 희생층을 남긴 채 형성되고, 그 후 희생층은 제거된다. 따라서 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이 절연층(107)은 EL층(103Qr)의 일부(상기), EL층(103Pr), 및 전하 발생층(106R)의 측면(또는 단부)과 접하여 형성된다. 이로써 EL층(103Pr), EL층(103Qr), 및 전하 발생층(106R) 각각의 측면으로부터 내부로의 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. 절연층(107)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있지만, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.
- [0196] 또한 EL층(103Qr)의 일부(제 2 전자 수송층(108Qr-2)) 및 절연층(107)을 덮어 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 제 2 전자 수송층(108Qr-2)과 접하는 제 1 층을 전자 수송성 재료만으로 형성하고, 그 위에 금속 재료를 포함하는 전자 수송성 재료로 형성하는 제 2 층을 적층하여도 좋고, 제 1 층과 제 2 전자 수송층(108Qr-2) 사이에 금속 재료를 포함하는 전자 수송성 재료로 형성하는 제 3 층을 가져도 좋다.
- [0197] 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한 전극(551R)과 전극(552)은 서로 중첩되는 영역을 가진다. 또한 전극(551R)과 전극(552) 사이에 EL층(103Pr), EL층(103Qr), 및 전하 발생층(106R)을 가진다. 따라서 전자 주입층(109)이 절연층(107)을 개재하여 EL층(103Qr), EL층(103Pr), 및 전하 발생층(106R)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조, 또는 전극(552)이 전자 주입층(109) 및 절연층(107)을 개재하여 EL층(103Qr), EL층(103Pr), 및 전하 발생층(106R)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조를 가진다. 이로써 EL층(103Pr)과 전극(552)이, 더 구체적으로는 EL층(103Pr)이 가지는 정공 주입 수송층(104Pr)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있고, EL층(103Qr)과 전극(552)이, 더 구체적으로는 EL층(103Qr)이 가지는 정공 주입 수송층(104Qr)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있고, 전하 발생층(106R)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있다.
- [0198] 또한 각 발광 디바이스가 가지는 EL층(103Pb, 103Pg, 103Pr, 103Qb, 103Qg, 103Qr) 및 전하 발생층(106R)을 발광 디바이스마다 분리 가공할 때, 포토리소그래피법에 의한 패턴 형성을 수행하기 위하여 가공된 EL층의 단부(측면)가 실질적으로 동일 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 위에 위치하는) 형상이 된다.
- [0199] 각 발광 디바이스가 각각 가지는 EL층(103Pb, 103Pg, 103Pr, 103Qb, 103Qg, 103Qr), 및 전하 발생층(106R)은 인접된 발광 디바이스 사이에 각각 틈(580)을 가진다. 또한 여기서 틈(580)을 인접된 발광 디바이스의 EL층 사이의 거리 SE로 나타낸 경우, 거리 SE가 작을수록 개구율을 높일 수 있고 정세도를 높일 수 있다. 한편, 거리 SE가 클수록 인접된 발광 디바이스와의 제작 공정 편차의 영향을 허용할 수 있기 때문에, 제조 수율을 높일 수 있다. 본 명세서에 의하여 제작되는 발광 디바이스는 미세화 프로세스에 적합하기 때문에 인접된 발광 디바이스의 EL층 사이의 거리 SE는 0.5 μm 이상 5 μm 이하, 바람직하게는 1 μm 이상 3 μm 이하, 더 바람직하게는 1 μm 이상 2.5 μm 이하, 더 바람직하게는 1 μm 이상 2 μm 이하로 할 수 있다. 또한 대표적으로는 거리 SE는 1 μm 이상 2 μm 이하(예를 들어 1.5 μm 또는 그 근방)인 것이 바람직하다.
- [0200] 또한 EL층(103Pb, 103Pg, 103Pr, 103Qb, 103Qg, 103Qr)에서의 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층 및 전하 발생층(106R)은 도전율이 높은 경우가 많기 때문에, 인접된 발광 디바이스에서 공통되는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 될 경우가 있다. 따라서 본 구성예에 나타낸 바와 같이 틈(580)을 제공함으로써, 서로 인접된 발광 디바이스 사이에서 크로스토크가 발생하는 것을 억제할 수 있다.
- [0201] 1000ppi를 넘는 고정세의 발광 장치(표시 패널)에서 EL층(103Pb, 103Qb), EL층(103Pg, 103Qg), 및 EL층(103Pr, 103Qr) 사이에 전기적인 도통이 일어나면, 크로스토크 현상이 발생하여, 발광 장치의 표시 가능한 색역이 좁아진다. 1000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 바람직하게는 2000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 더 바람직하게는 5000ppi를 넘는 초고정세의 표시 패널에 틈(580)을 제공함으로써 선명한 색채의 표시가 가능한 표시 패널을 제공할 수 있다.
- [0202] 본 구성예에서 발광 디바이스(550B)는 청색의 광을 사출하고, 발광 디바이스(550G)는 녹색의 광을 사출하고, 발광 디바이스(550R)는 적색의 광을 사출하는 구성으로 하거나, 모두 백색의 광을 사출하는 구성으로 할 수 있다. 또한 본 명세서 등에서 백색의 광을 발할 수 있는 발광 디바이스를 백색 발광 디바이스라고 하는 경우가 있다. 또한 백색 발광 디바이스는 착색층(예를 들어 컬러 필터)으로 조합함으로써, 풀 컬러 표시의 표시 장치를 실현할 수 있다. 그러므로 제 2 기관(770)은 착색층(CFB), 착색층(CFG), 및 착색층(CFR)을 가진다. 또한 이들의 착색층은 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이 일부 중첩시켜 제공하여도 좋다. 부분적으로 중첩시켜 제공되면, 중

칩된 부분이 차광막으로서 기능할 수도 있다. 본 구성예에서는 예를 들어 착색층(CFB)에는 청색광(B)을 우선적으로 투과시키는 재료를 사용하고, 착색층(CFG)에는 녹색광(G)을 우선적으로 투과시키는 재료를 사용하고, 착색층(CFR)에는 적색광(R)을 우선적으로 투과시키는 재료를 사용한다.

- [0203] 도 3의 (B)에는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)(통틀어 발광 디바이스(550)라고 나타냄)가 백색 발광 디바이스인 경우에서의 발광 디바이스(550B)의 구성을 나타내었다. 전극(551B) 위에 EL층(103P) 및 EL층(103Q)이 전하 발생층(106B)을 개재하여 적층된다. 또한 EL층(103P)은 청색의 광 EL(1)을 사출하는 발광층(113B)을 가지고, EL층(103Q)은 녹색의 광 EL(2)을 사출하는 발광층(113G) 및 적색의 광 EL(3)을 사출하는 발광층(113R)을 가진다.
- [0204] 또한 상기 착색층 대신에 색 변환층을 사용할 수 있다. 예를 들어 나노 입자, 퀀텀닷 등을 색 변환층에 사용할 수 있다.
- [0205] 예를 들어 착색층(CFG) 대신에 청색광을 녹색광으로 변환하는 색 변환층을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 발광 디바이스(550G)가 사출하는 청색광을 녹색광으로 변환할 수 있다. 또한 착색층(CFR) 대신에 청색광을 적색광으로 변환하는 색 변환층을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 발광 디바이스(550R)가 사출하는 청색광을 적색광으로 변환할 수 있다.
- [0206] <발광 장치(700)의 구성예 2>
- [0207] 도 4에 나타낸 발광 장치(표시 패널(700))는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)를 가진다. 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 제 1 기관(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)에 전기적으로 접속되고, 이들을 구동할 수 있다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD)에 대해서는 실시형태 4에서 후술한다.
- [0208] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에 나타낸 디바이스 구조를 가진다. 특히 각 발광 디바이스가 도 2의 (B)에 나타낸 구조, 소위 탠덤 구조를 가지는 경우를 나타낸다.
- [0209] 또한 도 4에 나타낸 각 발광 디바이스의 구체적인 구성은 도 3의 (B)에서 설명한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)와 같고, 모두 백색의 광을 사출한다. 다만 각 발광 디바이스의 발광층의 구성은 상이하여도 좋고, 각 색의 발광 디바이스(예를 들어 청색(B), 녹색(G), 및 적색(R))에서 발광층을 구분하여 형성하는 경우에는 이하에 나타내는 제조 방법으로 설명하는 포토리소그래피 공정을 발광 디바이스마다 반복적으로 수행하면 좋다.
- [0210] 또한 본 구성예에서 나타내는 발광 장치는 제 1 기관(510) 위에 형성되는 각 발광 디바이스 위에 형성되는 착색층(CFB), 착색층(CFG), 및 착색층(CFR)을 가지는 점에서 도 3의 (A)에 나타낸 발광 장치의 구성과 상이하다.
- [0211] 즉 제 1 기관(510) 위에 형성된 각 발광 디바이스의 전극(552) 위에 절연층(573)을 가지고, 절연층(573) 위에 착색층(CFB), 착색층(CFG), 및 착색층(CFR)을 가진다.
- [0212] 또한 착색층(CFB), 착색층(CFG), 및 착색층(CFR) 위에 절연층(705)을 가진다. 절연층(705)은 기능층(520), 각 발광 디바이스(550B, 550G, 550R), 및 착색층(CFB), 착색층(CFG), 및 착색층(CFR)을 가지는 제 1 기관(510)의 착색층(CFB, CFG, CFR) 측에서 제 2 기관(770)과의 사이에 끼워진 영역을 가지고, 제 1 기관(510)과 제 2 기관(770)을 접합하는 기능을 가진다.
- [0213] 또한 상기 절연층(573) 및 절연층(705)에는 무기 재료, 유기 재료, 또는 무기 재료와 유기 재료의 복합 재료를 사용할 수 있다.
- [0214] 또한 무기 재료로서는 무기 산화물막, 무기 질화물막, 또는 무기 산화질화물막 등 또는 이들에서 선택된 복수를 적층한 적층 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어 산화 실리콘막, 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 산화 알루미늄막 등 또는 이들에서 선택된 복수를 적층한 적층 재료를 포함하는 막을 사용할 수 있다. 또한 질화 실리콘막은 치밀한 막이고, 불순물의 확산을 억제하는 기능이 우수하다. 또는 산화물 반도체(예를 들어 IGZO막 등)로서, 산화 알루미늄막과 상기 산화 알루미늄막 위의 IGZO막의 적층 구조 등을 사용할 수 있다.
- [0215] 또한 유기 재료로서는 폴리에스터, 폴리우레탄, 폴리아마이드, 폴리이미드, 폴리카보네이트, 폴리실록산, 또는 아크릴 등, 혹은 이들 중에서 선택된 복수의 수지의 적층 재료 또는 복합 재료 등을 사용할 수 있다. 또는 반

응 경화형 접착제, 광 경화형 접착제, 열 경화형 접착제, 또는/및 혐기형 접착제 등의 유기 재료를 사용할 수 있다.

- [0216] <발광 장치의 제조 방법의 예 1>
- [0217] 도 5의 (A)에 나타낸 바와 같이 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R)을 형성한다. 예를 들어 제 1 기판(510) 위에 형성된 기능층(520) 위에 도전막을 형성하고, 포토리소그래피법을 사용하여 소정의 형상으로 가공한다.
- [0218] 또한 도전막의 형성에는 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 플라즈마 화학 기상 퇴적(PECVD: Plasma Enhanced CVD)법 또는 열 CVD법 등이 있다. 또한 열 CVD법 중 하나에 유기 금속 화학 기상 퇴적(MOCVD: Metal Organic CVD)법이 있다.
- [0219] 또한 도전막 가공에는 상술한 포토리소그래피법 이외에, 나노 임프린트법, 샌드블라스트법(sandblasting method), 리프트 오프법 등으로 박막을 가공하여도 좋다. 또한 메탈 마스크 등의 차폐 마스크를 사용한 성막 방법에 의하여 섬 형상의 박막을 직접 형성하여도 좋다. 또한 여기서 섬 형상이란, 평면에서 보았을 때, 동일한 공정에서 형성된 동일한 재료를 사용한 층과 분리되어 있는 상태를 가리킨다.
- [0220] 포토리소그래피법으로서 대표적으로는 다음 2개의 방법이 있다. 하나는 가공하려고 하는 박막 위에 레지스트 마스크를 형성하고, 식각 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 방법의 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake) 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정이 있다. 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.
- [0221] 포토리소그래피법에서 노광에 사용하는 광으로서는 예를 들어 i선(파장 365nm), g선(파장 436nm), h선(파장 405nm), 또는 이들을 혼합시킨 광을 사용할 수 있다. 이 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 극자외(EUV: Extreme Ultra-violet)광 또는 X선을 사용하여도 좋다. 또한 노광에 사용하는 광 대신에 전자 빔을 사용할 수도 있다. 극자외광, X선, 또는 전자 빔을 사용하면, 매우 미세한 가공을 수행할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 전자 빔 등의 빔을 주사하여 노광을 수행하는 경우에는 포토마스크는 불필요하다.
- [0222] 레지스트 마스크를 사용한 박막의 식각에는 건식 식각법, 습식 식각법, 샌드블라스트법 등을 사용할 수 있다.
- [0223] 다음으로 도 5의 (B)에 나타낸 바와 같이 제 1 기판(510) 위에 형성된 전극(551B, 551G, 551R) 위에 이들을 덮도록 EL층(103a)(정공 주입 수송층(104a)을 포함함), 전하 발생층(106), 및 EL층(103b)(정공 주입 수송층(104b), 제 1 전자 수송층(108b-1), 제 2 전자 수송층(108b-2)을 포함함)을 형성한다.
- [0224] 여기서 EL층(103b)에 포함되는 적층 구조를 가지는 전자 수송층(제 1 전자 수송층(108b-1), 제 2 전자 수송층(108b-2)) 중 제 2 전자 수송층(108b-2)을 유기 화합물과 헤테로 방향족 화합물을 사용하여 이루어지는 층(바람직하게는 혼합막으로 이루어지는 층)을 형성한다. 또한 제 1 전자 수송층(108b-1)은 한 종류의 헤테로 방향족 화합물 또는 유기 화합물을 사용하여 형성된 층이어도 좋고, 유기 화합물과 헤테로 방향족 화합물을 사용하여 이루어지는 층이어도 좋다. 또한 제 2 전자 수송층(108b-2)을 이와 같은 구성으로 함으로써, 제 2 전자 수송층(108b-2) 형성 후의 제조 공정으로 형성되는 희생층(110)의 형성 프로세스 시의 온도 및 희생층(110)의 패턴 형성 시에 사용하는 레지스트 재료의 경화 온도로 인한 열 대미지를 억제할 수 있다. 또한 여기서 사용하는 혼합막의 구체적인 구성에 대해서는 실시형태 1에 나타낸 바와 같기 때문에, 여기서의 설명은 생략한다.
- [0225] 다음으로 EL층(103b)의 제 2 전자 수송층(108b-2) 위에 희생층(110)을 형성한다.
- [0226] 희생층(110)은 EL층(103b)의 식각 처리에 대한 내성이 높은 막, 즉 식각의 선택비가 큰 막을 사용할 수 있다. 또한 희생층(110)은 식각의 선택비가 상이한 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조인 것이 바람직하다. 또한 희생층(110)은 EL층(103b)에 대한 대미지가 적은 습식 식각법으로 제거할 수 있는 막을 사용할 수 있다. 습식 식각의 식각 재료로서는 옥살산 등을 사용할 수 있다. 또한 본 명세서 등에서 희생층을 마스크층이라고 하여도 좋다.

- [0227] 희생층(110)으로서는 예를 들어 금속막, 합금막, 금속 산화물막, 반도체막, 무기 절연막 등의 무기막을 사용할 수 있다. 또한 희생층(110)은 스퍼터링법, 증착법, CVD법, ALD법 등의 각종 성막 방법으로 형성할 수 있다.
- [0228] 희생층(110)으로서는 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.
- [0229] 또한 희생층(110)으로서는 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.
- [0230] 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, 또는 마그네슘에서 선택된 한 종류 또는 복수 종류)을 사용한 산화물에도 적용할 수 있다. 특히 M은 갈륨, 알루미늄, 또는 이트륨에서 선택된 한 종류 또는 복수 종류로 하는 것이 바람직하다.
- [0231] 또한 희생층(110)으로서는 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화 실리콘 등의 무기 절연 재료를 사용할 수 있다.
- [0232] 또한 희생층(110)으로서는 적어도 EL층(103b)의 최상부에 위치하는 막(제 2 전자 수송층(108b-2))에 대하여 화학적으로 안정적인 용매에 용해될 수 있는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 특히 물 또는 알코올에 용해되는 재료를 희생층(110)에 적합하게 사용할 수 있다. 희생층(110)을 성막할 때는 물 또는 알코올 등의 용매에 용해시킨 상태로 습식의 성막 방법으로 도포한 후에, 용매를 증발시키기 위한 가열 처리를 수행하는 것이 바람직하다. 이때 감압 분위기하에서의 가열 처리를 수행함으로써, 저온으로 단시간에 용매를 제거할 수 있기 때문에 EL층(103b)에 대한 열적인 대미지를 저감할 수 있어 바람직하다.
- [0233] 또한 희생층(110)을 적층 구조로 하는 경우에는 상술한 재료로 형성되는 층을 제 1 희생층으로 하고, 그 아래에 제 2 희생층을 형성하여 적층 구조로 할 수 있다.
- [0234] 이 경우의 제 2 희생층은 제 1 희생층을 식각할 때의 하드 마스크로서 사용하는 막이다. 또한 제 2 희생층의 가공 시에는 제 1 희생층이 노출된다. 따라서 제 1 희생층과 제 2 희생층은 서로 식각의 선택비가 큰 막의 조합을 선택한다. 그러므로 제 1 희생층의 식각 조건 및 제 2 희생층의 식각 조건에 따라 제 2 희생층에 사용할 수 있는 막을 선택할 수 있다.
- [0235] 예를 들어 제 2 희생층의 식각에 플루오린을 포함하는 가스(플루오린계 가스라고도 함)를 사용한 건식 식각을 사용하는 경우에는 실리콘, 질화 실리콘, 산화 실리콘, 텅스텐, 타이타늄, 몰리브데넘, 탄탈럼, 질화 탄탈럼, 몰리브데넘과 나이오븀을 포함하는 합금, 또는 몰리브데넘과 텅스텐을 포함하는 합금 등을 제 2 희생층에 사용할 수 있다. 여기서 상기 플루오린계 가스를 사용한 건식 식각에 대하여 식각의 선택비를 크게 할 수 있는(즉, 식각 속도를 느리게 할 수 있는) 막으로서는 IGZO, ITO 등의 금속 산화물막 등이 있으며, 이를 제 1 희생층에 사용할 수 있다.
- [0236] 또한 이에 한정되지 않고 제 2 희생층은 다양한 재료 중에서 제 1 희생층의 식각 조건 및 제 2 희생층의 식각 조건에 따라 선택할 수 있다. 예를 들어 상기 제 1 희생층에 사용할 수 있는 막 중에서 선택할 수도 있다.
- [0237] 또한 제 2 희생층으로서는 예를 들어 질화물막을 사용할 수 있다. 구체적으로는 질화 실리콘, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 타이타늄, 질화 탄탈럼, 질화 텅스텐, 질화 갈륨, 질화 저마늄 등의 질화물막을 사용할 수도 있다.
- [0238] 또는 제 2 희생층으로서 산화물막을 사용할 수 있다. 대표적으로는 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 산화 알루미늄, 산화질화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화질화 하프늄 등의 산화물막 또는 산화질화물막을 사용할 수도 있다.
- [0239] 다음으로 도 6의 (A)에 나타낸 바와 같이 희생층(110) 위에 레지스트를 도포하고, 그 후 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R)에 증착되지 않은 희생층(110)의 영역의 레지스트를 제거하여 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R)에 증착되는 희생층(110)의 영역에 레지스트가 남도록 레지스트 마스크(REG)를 형성한다. 예를 들어 포토리소그래피법을 사용하여 희생층(110) 위에 도포된 레지스트를 원하는 형상으로 형성한다. 그리고, 얻어진 레지스트 마스크(REG)로 덮이지 않는 희생층(110)의 일부를 식각으로 제거한다(도 6의 (B) 참조). 그

후, 레지스트 마스크(REG)를 제거하고, 희생층으로 덮이지 않은 EL층(103a)(정공 주입 수송층(104b)을 포함함), 전하 발생층(106), 및 EL층(103b)(정공 주입 수송층(104b), 제 1 전자 수송층(108b-1), 제 2 전자 수송층(108b-2)을 포함함)의 일부를 식각에 의하여 제거하여, 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면과 교차하는 방향으로 연장되는 띠 형상으로 가공한다. 구체적으로는 EL층(103b)(정공 주입 수송층(104b), 제 1 전자 수송층(108b-1), 제 2 전자 수송층(108b-2)을 포함함) 위에 패턴 형성한 희생층(110)을 사용하고, 건식 식각을 수행한다(도 6의 (C) 참조). 또한 도 6의 (C)에는 나타내지 않았지만 희생층(110)이 제 2 전자 수송층(108b-2) 측으로부터 적층된 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크를 사용하여 제 2 희생층의 일부를 식각한 후, 레지스트 마스크를 제거하고, 제 2 희생층을 마스크로서 사용하여 제 1 희생층의 일부를 식각하여, EL층(103Q)(정공 주입 수송층(104Q), 제 1 전자 수송층(108b-1), 제 2 전자 수송층(108b-2)을 포함함), 전하 발생층(106), 및 EL층(103P)(정공 주입 수송층(104P)을 포함함)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 또한 격벽(528)을 식각 스토퍼로서 사용할 수 있다.

[0240] 또한 도 6의 (A)에 나타낸 바와 같이 희생층(110) 위에 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상으로 형성하는 방법의 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake), 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정이 있다. 예를 들어 PAB 온도는 100℃ 전후, PEB 온도는 120℃ 전후가 된다. 그러므로 이들 처리 온도를 견딜 수 있는 발광 디바이스이어야 한다. 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스는 포토리소그래피 처리에 노출되는 층으로서, 구체적으로는 실시형태 1에서 설명한 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물을 가지는 내열성이 높은 층을 사용하고 있기 때문에, 열처리 시의 영향이 억제되고, 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 가진 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0241] 다음으로 희생층(110), EL층(103P, 103Q), 및 격벽(528) 위에 절연층(107)을 형성한다. 예를 들어 ALD법을 사용하여 희생층(110), EL층(103P, 103Q), 및 격벽(528) 위에 이들을 덮도록 절연층(107)을 형성한다. 이 경우 절연층(107)은 도 6의 (C)에 나타낸 바와 같이 각 EL층(103P, 103Q)의 측면과 접하여 형성된다. 구체적으로는 절연층(107)은 EL층(103P)(103Pb(정공 주입 수송층(104Pb)을 포함함), 103Pg(정공 주입 수송층(104Pg)을 포함함), 103Pr(정공 주입 수송층(104Pr)을 포함함)), 전하 발생층(106B, 106G, 106R), 및 EL층(103Q)(103Qb(정공 주입 수송층(104Qb), 제 1 전자 수송층(108Qb-1), 제 2 전자 수송층(108Qb-2)을 포함함), 103Qg(정공 주입 수송층(104Qg), 제 1 전자 수송층(108Qg-1), 제 2 전자 수송층(108Qg-2)을 포함함), 103Qr(정공 주입 수송층(104Qr), 제 1 전자 수송층(108Qr-1), 제 2 전자 수송층(108Qr-2)을 포함함))을 식각 가공하였을 때 노출된 측면에도 형성된다. 이로써 각 EL층(103P, 103Q)의 측면으로부터 내부로의 산소, 수분, 또는 이들의 구성 원소의 침입을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)에 사용되는 재료로서는 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등이 있다. 또한 절연층(107)에 사용하는 재료로서는 실시형태 2에서 설명한 정공 수송성 재료를 사용할 수 있다.

[0242] 다음으로 도 7의 (A)에 나타낸 바와 같이 희생층(110)을 제거하여 절연층(107) 및 전자 수송층(제 2 전자 수송층(108Qb-2, 108Qg-2, 108Qr-2) 위에 전자 주입층(109)을 형성한다. 전자 주입층(109)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성한다. 또한 전자 주입층(109)은 절연층(107) 및 제 2 전자 수송층(108Q-2) 위에 형성된다. 또한 전자 주입층(109)은 절연층(107)을 개재하여 각 EL층(103P, 103Q)(다만 도 7의 (A)에 나타낸 EL층(103P)은 정공 주입 수송층(104P), 발광층, 및 전자 수송층을 포함하고, EL층(103Q)은 정공 주입 수송층(104Q), 발광층, 제 1 전자 수송층(108Q-1), 및 제 2 전자 수송층(108Q-2)을 포함함) 및 전하 발생층(106B, 106G, 106R)과 접하는 구조를 가진다.

[0243] 다음으로 전자 주입층(109) 위에 전극(552)을 형성한다. 전극(552)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성한다. 또한 전극(552)은 전자 주입층(109) 및 절연층(107)을 개재하여 각 EL층(103P, 103Q)(다만 도 7의 (A)에 나타낸 EL층(103P, 103Q)은 정공 주입 수송층(104P, 104Q), 발광층, 및 전자 수송층(108P, 108Q)을 포함함) 및 전하 발생층(106B, 106G, 106R)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조를 가진다. 이로써 각 EL층(103P, 103Q)과 전극(552)이, 더 구체적으로는 각 EL층(103P, 103Q)이 각각 가지는 정공 주입 수송층(104P, 104Q)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있다.

[0244] 이상에 의하여 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)의 EL층(103P)(정공 주입 수송층(104P)을 포함함), 전하 발생층(106B, 106G, 106R), 및 EL층(103Q)(정공 주입 수송층(104Q), 전자 수송층(108)을 포함함)을 한 번의 포토리소그래피법에 의한 패턴 형성으로 각각 분리하여 형성할 수 있다.

[0245] 다음으로 절연층(573), 착색층(CFB), 착색층(CFG), 착색층(CFR), 및 절연층(705)을 형성한다(도 7의 (B) 참조).

- [0246] 예를 들어 평탄한 막과 치밀한 막을 적층하여 절연층(573)을 형성한다. 구체적으로는 도포법을 사용하여 평탄한 막을 형성하고, 화학 기상 퇴적법 또는 원자층 퇴적법(ALD: Atomic Layer Deposition) 등을 사용하여 평탄한 막 위에 치밀한 막을 적층한다. 이로써 결합이 적고 품질이 좋은 절연층(573)을 형성할 수 있다.
- [0247] 예를 들어 컬러 레지스트를 사용하여 착색층(CFB), 착색층(CFG), 및 착색층(CFR)을 소정의 형상으로 형성한다. 또한 격벽(528) 위에서 착색층(CFR(j))과 착색층(CFB(j))이 중첩되도록 가공한다. 이에 의하여, 서로 인접된 발광 디바이스가 사출하는 광이 들어가는 현상을 억제할 수 있다.
- [0248] 절연층(705)에는 무기 재료, 유기 재료, 또는 무기 재료와 유기 재료의 복합 재료 등을 사용할 수 있다.
- [0249] 또한 각 발광 디바이스가 가지는 EL층(103P, 103Q) 및 전하 발생층(106R)을 발광 디바이스마다 분리 가공할 때, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행하기 때문에 고정세의 발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행함으로써 가공된 EL층의 단부(측면)는 실질적으로 동일 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 위에 위치하는) 형상이 된다.
- [0250] 또한 EL층(103P, 103Q)에서의 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층 및 전하 발생층(106B, 106G, 106R)은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접된 발광 디바이스에서 공통되는 층으로서 형성되면 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에 나타낸 바와 같이 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL층을 분리 가공함으로써, 서로 인접된 발광 디바이스 사이에서 크로스토크가 발생하는 것을 억제할 수 있다.
- [0251] <발광 장치(700)의 구성예 3>
- [0252] 도 8에 나타낸 발광 장치(표시 패널(700))는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)은 제 1 기판(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)에 전기적으로 접속되고, 이들을 구동할 수 있다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD)에 대해서는 실시형태 4에서 후술한다.
- [0253] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에 나타낸 디바이스 구조를 가진다. 특히 각 발광 디바이스가 도 2의 (B)에 나타낸 구조, 소위 탠덤 구조를 가지는 경우를 나타낸다.
- [0254] 또한 도 8에 나타낸 각 발광 디바이스의 구체적인 구성은 도 3의 (B)에서 설명한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R)와 같고, 모두 백색의 광을 사출한다. 다만 각 발광 디바이스의 발광층의 구성은 상이하여도 좋고, 각 색의 발광 디바이스(예를 들어 청색(B), 녹색(G), 및 적색(R))에서 발광층을 구분하여 형성하는 경우에는 이하에 나타내는 제조 방법으로 설명하는 포토리소그래피 공정을 발광 디바이스마다 반복적으로 수행하면 좋다.
- [0255] 도 8에 나타낸 바와 같이, 각 발광 디바이스들 사이, 예를 들어 발광 디바이스(550B)와 발광 디바이스(550G) 사이에는 틈(580)을 가진다. 따라서 이 틈(580)에 절연층(107)을 형성하는 구성을 가진다.
- [0256] 또한 포토리소그래피법에 의한 패턴 형성에 의하여 EL층(103Pb, 103Pg, 103Pr), 전하 발생층(106B, 106G, 106R), 및 EL층(103Qb, 103Qg, 103Qr)을 각각 분리 형성한 후, 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용하여 격벽(528) 위의 틈(580)에 절연층(107)을 형성할 수 있다. 또한 상기 중 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다. 또한 EL층(103Qb, 103Qg, 103Qr)에 포함되는 제 2 전자 수송층(108Qb-2, 108Qg-2, 108Qr-2) 및 절연층(107) 위에 전극(552)을 형성할 수 있다.
- [0257] 또한 각 발광 디바이스가 가지는 EL층(103P, 103Q) 및 전하 발생층(106R)을 발광 디바이스마다 분리 가공할 때, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행하기 때문에 고정세의 발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행함으로써 가공된 EL층의 단부(측면)는 실질적으로 동일 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일 평면 위에 위치하는) 형상이 된다.
- [0258] 또한 EL층(103P, 103Q)에서의 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층 및 전하 발생층(106B, 106G, 106R)은 도전율이 높은 경우가 많기 때문에, 인접된 발광 디바이스에서 공통되는 층으로서 형성되면 크로스토크의 원인이 될 경우가 있다. 따라서 본 구성예에 나타낸 바와 같이 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL층을 분리 가공함으로써, 서로 인접된 발광 디바이스 사이에서 크로스토크가 발생하는 것을 억제할 수 있다.
- [0259] 또한 본 구성예에서 인접된 각 발광 디바이스(발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스

(550R))의 EL층(103P, 103Q), 및 전하 발생층(106R, 106G, 106R)을 각각 따로 형성하여도 좋다. 이 경우에는 EL층(103P, 103Q)의 구성을 각각 변경할 수 있다. 예를 들어 발광 디바이스(550B)의 EL층(103P, 103Q)에 청색 발광을 나타내는 발광 물질을 사용하여 청색 발광을 나타내는 층으로 하고, 발광 디바이스(550G)의 EL층(103P, 103Q)에 녹색 발광을 나타내는 발광 물질을 사용하여 녹색 발광을 나타내는 층으로 하고, 발광 디바이스(550R)의 EL층(103P, 103Q)에 적색 발광을 나타내는 발광 물질을 사용하여 적색 발광을 나타내는 층으로 하여도 좋다. 또는 발광 디바이스(550B)의 EL층(103P)과 EL층(103Q), 발광 디바이스(550G)의 EL층(103P)과 EL층(103Q), 발광 디바이스(550R)의 EL층(103P)과 EL층(103Q)에 각각 상이한 발광색을 나타내는 발광 물질을 사용하여도 좋다.

[0260] 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재되는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.

[0261] (실시형태 4)

[0262] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 도 9의 (A) 내지 도 11의 (B)를 사용하여 설명한다. 또한 도 9의 (A) 내지 도 11의 (B)에 나타난 발광 장치(700)는 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스를 가진다. 또한 본 실시형태에서 설명하는 발광 장치(700)는 전자 기기 등의 표시부에 적용할 수 있으므로 표시 패널이라고 부를 수도 있다.

[0263] 본 실시형태에서 설명하는 발광 장치(700)는 도 9의 (A)에 나타난 바와 같이 표시 영역(231)을 가지고, 표시 영역(231)은 한 세트의 화소(703(i, j))를 가진다. 또한 도 9의 (B)에 나타난 바와 같이, 한 세트의 화소(703(i, j))와 인접된 한 세트의 화소(703(i+1, j))를 가진다.

[0264] 또한 화소(703(i, j))에는 복수의 화소를 사용할 수 있다. 예를 들어 색상이 서로 다른 색을 표시하는 복수의 화소를 사용할 수 있다. 또한 복수의 화소 각각을 부화소라고 환언할 수 있다. 또는 복수의 부화소를 한 세트로 하여, 화소라고 환언할 수 있다.

[0265] 이 경우, 상기 복수의 화소가 표시하는 색을 가산 혼색 또는 감산 혼색할 수 있다. 또는 개별의 화소로는 표시할 수 없는 색상의 색을 표시할 수 있다.

[0266] 구체적으로는 청색을 표시하는 화소(702B(i, j)), 녹색을 표시하는 화소(702G(i, j)), 및 적색을 표시하는 화소(702R(i, j))를 화소(703(i, j))에 사용할 수 있다. 또한 화소(702B(i, j)), 화소(702G(i, j)), 및 화소(702R(i, j)) 각각을 부화소라고 환언할 수 있다.

[0267] 또한 상기 한 세트에 더하여 백색 등을 표시하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다. 또한 시안을 표시하는 화소, 마젠타를 표시하는 화소 및 황색을 표시하는 화소 각각을 부화소로서 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다.

[0268] 또한 상기 한 세트에 더하여 적외선을 사출하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다. 구체적으로는 650nm 이상 1000nm 이하의 파장을 가지는 광을 포함한 광을 사출하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용할 수 있다.

[0269] 도 9의 (A)에 나타난 표시 영역(231)의 주변에는, 구동 회로(GD) 및 구동 회로(SD)를 가진다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등과 전기적으로 접속된 단자(519)를 가진다. 단자(519)는 예를 들어 플렉시블 프린트 회로 기판(FPC1)과 전기적으로 접속될 수 있다.

[0270] 또한 구동 회로(GD)는 제 1 선택 신호 및 제 2 선택 신호를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 구동 회로(GD)는 후술하는 도전막(G1(i))과 전기적으로 접속되고 제 1 선택 신호를 공급하고, 후술하는 도전막(G2(i))과 전기적으로 접속되고 제 2 선택 신호를 공급한다. 또한 구동 회로(SD)는 화상 신호 및 제어 신호를 공급하는 기능을 가지고, 제어 신호는 제 1 레벨 및 제 2 레벨을 포함한다. 예를 들어 구동 회로(SD)는 후술하는 도전막(S1g(j))과 전기적으로 접속되고 화상 신호를 공급하고, 후술하는 도전막(S2g(j))과 전기적으로 접속되고 제어 신호를 공급한다.

[0271] 도 11의 (A)에는 도 9의 (A)에 나타난 일점쇄선 X1-X2와 일점쇄선 X3-X4 각각에서의 발광 장치의 단면도를 나타내었다. 도 11의 (A)에 나타난 바와 같이, 발광 장치(700)는 제 1 기판(510)과 제 2 기판(770) 사이에 기능층(520)을 가진다. 기능층(520)에는 상술한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 도 11의 (A)에는 기능층(520)이 화소 회로(530B(i, j)), 화소 회로(530G(i, j)), 및 구동 회로(GD)를 포함한 구성을 나타내었지만, 이에 한정되지 않는다.

[0272] 또한 기능층(520)이 가지는 각 화소 회로(예를 들어 도 11의 (A)에 나타난 화소 회로(530B(i, j)), 화소 회로

(530G(i, j))는 기능층(520) 위에 형성되는 각 발광 디바이스(예를 들어 도 11의 (A)에 나타난 발광 디바이스(550B(i, j)), 발광 디바이스(550G(i, j)))와 전기적으로 접속된다. 구체적으로 발광 디바이스(550B(i, j))는 개구부(591B)를 개재하여 화소 회로(530B(i, j))에 전기적으로 접속되고, 발광 디바이스(550G(i, j))는 개구부(591G)를 개재하여 화소 회로(530G(i, j))에 전기적으로 접속되어 있다. 또한 기능층(520) 및 각 발광 디바이스 위에 절연층(705)이 제공되어 있고, 절연층(705)은 제 2 기판(770)과 기능층(520)을 접합하는 기능을 가진다.

- [0273] 또한 제 2 기판(770)으로서 매트릭스로 배치된 터치 센서를 가지는 기판을 사용할 수 있다. 예를 들어 정전 용량 방식의 터치 센서 또는 광학식 터치 센서를 가지는 기판을 제 2 기판(770)에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 터치 패널로서 사용할 수 있다.
- [0274] 또한 화소 회로(530G(i, j))의 구체적인 구성을 도 10의 (A)에 나타내었다.
- [0275] 도 10의 (A)에 나타난 바와 같이, 화소 회로(530G(i, j))는 스위치(SW21), 스위치(SW22), 트랜지스터(M21), 용량 소자(C21), 및 노드(N21)를 가진다. 또한 화소 회로(530G(i, j))는 노드(N22), 용량 소자(C22), 및 스위치(SW23)를 가진다.
- [0276] 트랜지스터(M21)는 노드(N21)와 전기적으로 접속되는 게이트 전극과, 발광 디바이스(550G(i, j))와 전기적으로 접속되는 제 1 전극과, 도전막(ANO)과 전기적으로 접속되는 제 2 전극을 가진다.
- [0277] 스위치(SW21)는 노드(N21)에 전기적으로 접속되는 제 1 단자와, 도전막(S1g(j))에 전기적으로 접속되는 제 2 단자를 가진다. 또한 스위치(SW21)는 도전막(G1(i))의 전위에 의거하여 도통 상태 또는 비도통 상태를 제어하는 기능을 가진다.
- [0278] 스위치(SW22)는 도전막(S2g(j))에 전기적으로 접속되는 제 1 단자를 가지고, 도전막(G2(i))의 전위에 의거하여 도통 상태 또는 비도통 상태를 제어하는 기능을 가진다.
- [0279] 용량 소자(C21)는 노드(N21)와 전기적으로 접속되는 도전막과, 스위치(SW22)의 제 2 전극에 전기적으로 접속되는 도전막을 가진다.
- [0280] 이에 의하여, 화상 신호를 노드(N21)에 저장할 수 있다. 또는 스위치(SW22)를 사용하여 노드(N21)의 전위를 변경할 수 있다. 또는 발광 디바이스(550G(i, j))가 사출하는 광의 강도를 노드(N21)의 전위를 사용하여 제어할 수 있다.
- [0281] 다음으로 도 10의 (A)에서 설명한 트랜지스터(M21)의 구체적인 구조의 일례를 도 10의 (B)에 나타내었다. 또한 트랜지스터(M21)로서는 보텀 게이트형 트랜지스터 또는 탑 게이트형 트랜지스터 등을 적절히 사용할 수 있다.
- [0282] 도 10의 (B)에 나타난 트랜지스터는 반도체막(508), 도전막(504), 절연막(506), 도전막(512A), 및 도전막(512B)을 가진다. 트랜지스터는 예를 들어 절연막(501C) 위에 형성된다. 또한 상기 트랜지스터는 절연막(516)(절연막(516A) 및 절연막(516B)) 및 절연막(518)을 가진다.
- [0283] 반도체막(508)은 도전막(512A)에 전기적으로 접속되는 영역(508A), 도전막(512B)에 전기적으로 접속되는 영역(508B)을 가진다. 반도체막(508)은 영역(508A)과 영역(508B) 사이에 영역(508C)을 가진다.
- [0284] 도전막(504)은 영역(508C)과 중첩된 영역을 가지고, 도전막(504)은 게이트 전극의 기능을 가진다.
- [0285] 절연막(506)은 반도체막(508)과 도전막(504) 사이에 끼워진 영역을 가진다. 절연막(506)은 제 1 게이트 절연막의 기능을 가진다.
- [0286] 도전막(512A)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 한쪽을 가지고, 도전막(512B)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 다른 쪽을 가진다.
- [0287] 또한 도전막(524)을 트랜지스터에 사용할 수 있다. 도전막(524)은 도전막(504)과의 사이에 반도체막(508)을 끼우는 영역을 가진다. 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.
- [0288] 절연막(516)은 예를 들어 반도체막(508)을 덮는 보호막으로서 기능한다. 절연막(516)으로서는 예를 들어 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.

- [0289] 절연막(518)에는 예를 들어 산소, 수소, 물, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 등의 확산을 억제하는 기능을 가지는 재료를 적용하는 것이 바람직하다. 구체적으로 절연막(518)으로서는 예를 들어 질화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화 알루미늄, 산화질화 알루미늄 등을 사용할 수 있다. 또한 산화질화 실리콘 및 산화질화 알루미늄 각각에 포함되는 산소의 원자수와 질소의 원자수는 질소의 원자수가 더 많은 것이 바람직하다.
- [0290] 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.
- [0291] 또한 반도체막(508)에는 14족 원소를 포함한 반도체를 사용할 수 있다. 구체적으로는 실리콘을 포함한 반도체를 반도체막(508)에 사용할 수 있다.
- [0292] 또한 반도체막(508)에는 수소화 비정질 실리콘을 사용할 수 있다. 또는 미결정 실리콘 등을 반도체막(508)에 사용할 수 있다. 이에 의하여 예를 들어 폴리실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치(또는 표시 패널)보다 표시 불균일이 적은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 발광 장치의 대형화가 용이하다.
- [0293] 또한 반도체막(508)에는 폴리실리콘을 사용할 수 있다. 이에 의하여 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 트랜지스터의 전계 효과 이동도를 높일 수 있다. 또한 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 구동 능력을 높일 수 있다. 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 화소의 개구율을 향상시킬 수 있다.
- [0294] 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 트랜지스터의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0295] 또는 트랜지스터의 제작에 요구되는 온도를, 예를 들어 단결정 실리콘을 사용하는 트랜지스터의 제작에 요구되는 온도보다 낮게 할 수 있다.
- [0296] 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 저감할 수 있다.
- [0297] 또한 반도체막(508)에는 단결정 실리콘을 사용할 수 있다. 이에 의하여 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치(또는 표시 패널)보다 정세도를 높일 수 있다. 또는 예를 들어 폴리실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치보다 표시 불균일이 적은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 예를 들어 스마트 글라스 또는 헤드 마운트 디스플레이를 제공할 수 있다.
- [0298] 또한 반도체막(508)에는 금속 산화물을 사용할 수 있다. 이에 의하여 비정질 실리콘을 반도체막에 사용한 트랜지스터를 이용하는 화소 회로에 비하여, 화소 회로가 화상 신호를 유지할 수 있는 시간을 길게 할 수 있다. 구체적으로는 플리커의 발생을 억제하면서, 선택 신호를 30Hz 미만, 바람직하게는 1Hz 미만, 더 바람직하게는 1분에 한 번 미만의 빈도로 공급할 수 있다. 그 결과 전자 기기의 사용자에게 축적되는 피로를 저감할 수 있다. 또한 구동에 따른 소비 전력을 저감할 수 있다.
- [0299] 또한 반도체막(508)에는 산화물 반도체를 사용할 수 있다. 구체적으로는 인듐을 포함한 산화물 반도체, 인듐과 갈륨과 아연을 포함한 산화물 반도체, 또는 인듐과 갈륨과 아연과 주석을 포함한 산화물 반도체를 반도체막(508)에 사용할 수 있다.
- [0300] 또한 산화물 반도체를 반도체막에 사용함으로써 반도체막에 비정질 실리콘을 사용한 트랜지스터보다 오프 상태에서의 누설 전류가 작은 트랜지스터를 얻을 수 있다. 따라서 산화물 반도체를 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치 등에 이용하는 것이 바람직하다. 또한 산화물 반도체를 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치에 이용하는 회로는 비정질 실리콘을 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치에 이용하는 회로보다 플로팅 노드의 전위를 오랫동안 유지할 수 있다.
- [0301] 도 11의 (A)에서는 제 2 기관(770) 측으로 광을 추출하는 구조(탑 이미션형)의 발광 장치를 나타내었지만, 도 11의 (B)에 나타낸 바와 같이 제 1 기관(510) 측으로 광을 추출하는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치로 하여도 좋다. 또한 보텀 이미션형 발광 장치의 경우에는, 제 1 전극을 반투과 반반사 전극으로서 기능하도록 형성하고, 제 2 전극을 반사 전극으로서 기능하도록 형성한다.
- [0302] 또한 도 11의 (A) 및 (B)에서는 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명하였지만, 실시형태 2에서 설명한

발광 디바이스의 구성은 도 12의 (A) 및 (B)에 나타난 패시브 매트릭스형 발광 장치에 적용하여도 좋다.

- [0303] 또한 도 12의 (A)는 패시브 매트릭스형 발광 장치를 나타낸 사시도, 도 12의 (B)는 도 12의 (A)를 X-Y에서 절단한 단면도이다. 도 12의 (A) 및 (B)에서 기관(951) 위에는 전극(952) 및 전극(956)이 제공되고, 전극(952)과 전극(956) 사이에는 EL층(955)이 제공되어 있다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기관 면에 가까워짐에 따라 한쪽 측벽과 다른 쪽의 측벽 사이의 간격이 좁아지는 경사를 가진다. 즉 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하는 변)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(954)을 제공함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 디바이스의 불량을 방지할 수 있다.
- [0304] 또한 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재되는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.
- [0305] (실시형태 5)
- [0306] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성에 대하여 도 13의 (A) 내지 도 15의 (B)를 사용하여 설명한다.
- [0307] 도 13의 (A) 내지 도 15의 (B)는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성을 설명하는 도면이다. 도 13의 (A)는 전자 기기의 블록도이고, 도 13의 (B) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 14의 (A) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 15의 (A) 및 (B)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다.
- [0308] 본 실시형태에서 설명하는 전자 기기(5200B)는 연산 장치(5210)와 입출력 장치(5220)를 가진다(도 13의 (A) 참조).
- [0309] 연산 장치(5210)는 조작 정보를 공급받는 기능을 가지고, 조작 정보에 기초하여 화상 정보를 공급하는 기능을 가진다.
- [0310] 입출력 장치(5220)는 표시부(5230), 입력부(5240), 검지부(5250), 통신부(5290)를 가지고, 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.
- [0311] 입력부(5240)는 조작 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 입력부(5240)는 전자 기기(5200B)의 사용자의 조작에 기초하여 조작 정보를 공급한다.
- [0312] 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.
- [0313] 표시부(5230)는 표시 패널을 가지고, 화상 정보를 표시하는 기능을 가진다. 예를 들어 실시형태 2에서 설명한 표시 패널을 표시부(5230)에 사용할 수 있다.
- [0314] 검지부(5250)는 검지 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 전자 기기가 사용되는 주변의 환경을 검지하고, 검지 정보로서 공급하는 기능을 가진다.
- [0315] 구체적으로는 조도 센서, 활상 장치, 자세 검출 장치, 압력 센서, 인체 감지 센서 등을 검지부(5250)로서 사용할 수 있다.
- [0316] 통신부(5290)는 통신 정보를 공급받는 기능 및 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 무선 통신 또는 유선 통신에 의하여 다른 전자 기기 또는 통신망에 접속되는 기능을 가진다. 구체적으로는 무선 구내 통신, 전화 통신, 근거리 무선 통신 등의 기능을 가진다.
- [0317] 도 13의 (B)는 원통 형상의 기둥 등을 따른 외형을 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 디지털 사이니지 등을 들 수 있다. 본 발명의 일 형태의 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. 이로써 예를 들어 건물의 기둥에 설치할 수 있다. 또는 광고 또는 안내 등을 표시할 수 있다.
- [0318] 도 13의 (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 대각선의 길이

가 20인치 이상, 바람직하게는 40인치 이상, 더 바람직하게는 55인치 이상인 표시 패널을 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배열하여 하나의 표시 영역으로서 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배열하여 멀티스크린으로서 사용할 수 있다.

- [0319] 도 13의 (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 몇 가지 선택지를 표시할 수 있거나, 사용자가 선택지 중에서 몇 가지를 선택하고 이 정보의 송신자에게 답장을 보낼 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이로써 예를 들어 웨어러블형 전자 기기의 소비 전력을 저감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등의 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 화상을 웨어러블형 전자 기기에 표시할 수 있다.
- [0320] 도 13의 (E)는 하우징의 측면을 따라 완만하게 구부러진 곡면을 가지는 표시부(5230)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 휴대 전화기 등을 들 수 있다. 또한 표시부(5230)는 표시 패널을 가지고, 표시 패널은 예를 들어 앞면, 측면, 상면, 및 뒷면에 표시를 하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 휴대 전화기의 앞면뿐만 아니라 측면, 상면, 및 뒷면에도 정보를 표시할 수 있다.
- [0321] 도 14의 (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 장치에 송신할 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여 스마트폰의 소비 전력을 저감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 스마트폰에 화상을 표시할 수 있다.
- [0322] 도 14의 (B)는 리모트 컨트롤러를 입력부(5240)로 할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 텔레비전 시스템 등을 들 수 있다. 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.
- [0323] 도 14의 (C)는 인터넷으로부터 교재를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 태블릿 컴퓨터 등을 들 수 있다. 입력부(5240)를 사용하여 리포트를 입력하여 인터넷에 송신할 수 있다. 또는 클라우드 서비스로부터 리포트의 검색 결과 또는 평가를 취득하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 평가에 기초하여 적합한 교재를 선택하여 표시할 수 있다.
- [0324] 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 실외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 태블릿 컴퓨터에 화상을 표시할 수 있다.
- [0325] 도 14의 (D)는 복수의 표시부(5230)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 디지털 카메라 등을 들 수 있다. 예를 들어 검지부(5250)로 촬영하면서 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 인터넷에 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.
- [0326] 도 14의 (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.
- [0327] 도 15의 (A)는 가속도 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 고글형 전자 기기 등을 들 수 있다. 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 따른 정보를 공

급할 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 가진다. 이로써 예를 들어 몰입감을 얻을 수 있는 가상 현실 공간의 영상을 고글형 전자 기기에 표시할 수 있다.

[0328] 도 15의 (B)는 촬상 장치, 가속도, 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서 안경형 전자 기기 등을 들 수 있다. 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 따른 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.

[0329] 또한 본 실시형태는 본 명세서에서 설명하는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0330] (실시형태 6)

[0331] 본 실시형태에서는, 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 구성에 대하여 도 16을 사용하여 설명한다. 또한 도 16의 (A)는 도 16의 (B)에 나타난 조명 장치의 상면도에서의 선분 e-f를 따라 절단한 단면도이다.

[0332] 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.

[0333] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기관(400) 위에 형성된다.

[0334] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)의 구성은 실시형태 2에서의 EL층(103)의 구성, 또는 EL층(103a, 103b, 103c)과 전하 발생층(106)(106a, 106b)을 조합한 구성 등에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 위의 기재를 참조하기 바란다.

[0335] EL층(403)을 덮도록 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 접촉됨으로써 전압이 공급된다.

[0336] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)을 가지는 발광 디바이스를 가진다. 상기 발광 디바이스는 발광 효율이 높은 발광 디바이스이므로, 본 실시형태의 조명 장치를 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다.

[0337] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기관(400)과, 밀봉 기관(407)을, 실재(405, 406)를 사용하여 고착하여 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 실재(405, 406)는 어느 한쪽이어도 좋다. 또한 안쪽의 실재(406)(도 16의 (B)에는 도시되지 않았음)에는 건조제를 혼합할 수도 있고, 이로써 수분을 흡착할 수 있어 신뢰성 향상으로 이어진다.

[0338] 또한 패드(412)와 제 1 전극(401)의 일부를 실재(405, 406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.

[0339] 또한 본 실시형태에 기재된 구성은 다른 실시형태에 기재된 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0340] (실시형태 7)

[0341] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용하여 제작되는 조명 장치의 응용예에 대하여 도 17을 사용하여 설명한다.

[0342] 실내의 조명 장치로서는, 천장등(8001)으로서 응용할 수 있다. 천장등(8001)에는 천장 직부형 또는 천장 매립형이 있다. 또한 이러한 조명 장치는 발광 장치를 하우징 또는 커버와 조합함으로써 구성된다. 이 외에도, 코드 펜던트형(천장에서 코드로 매다는 방식)으로도 응용할 수 있다.

[0343] 또한 풋라이트(8002)는 바닥에 빛을 조사하여 발밑을 비추어 안전성을 높일 수 있다. 예를 들어 침실, 계단, 또는 통로 등에서 사용하는 것이 효과적이다. 그 경우, 방의 크기 또는 구조에 따라 크기 및 형상을 적절히 변경할 수 있다. 또한 발광 장치와 지지대를 조합하여 구성되는 거치형 조명 장치로 할 수도 있다.

[0344] 또한 시트형 조명(8003)은 얇은 시트형 조명 장치이다. 벽면에 붙여 사용하기 때문에, 장소를 차지하지 않고

폭넓은 용도로 사용할 수 있다. 또한 대면적화도 용이하다. 또한 곡면을 가지는 벽면 또는 하우징에 사용할 수도 있다.

[0345] 또한 광원으로부터의 광의 방향이 원하는 방향만이 되도록 제어된 조명 장치(8004)를 사용할 수도 있다.

[0346] 또한 전기 스탠드(8005)는 광원(8006)을 가지고, 광원(8006)에는 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용할 수 있다.

[0347] 또한 상기 외에도 실내에 설치된 가구의 일부에 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용함으로써, 가구로서의 기능을 가지는 조명 장치로 할 수 있다.

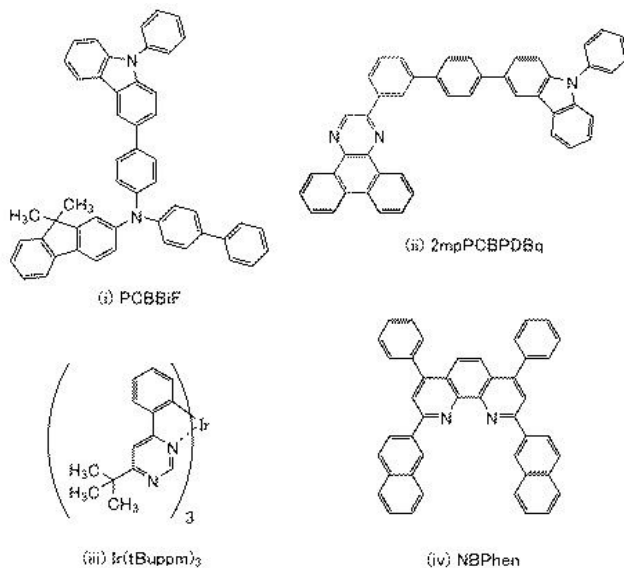
[0348] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 적용한 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한 이들 조명 장치는 본 발명의 일 형태에 포함되는 것으로 한다.

[0349] 또한 본 실시형태에서 설명한 구성은 다른 실시형태에서 설명한 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0350] (실시예 1)

[0351] 본 실시예에서는 재료 및 구조(적층막, 혼합막 등)가 상이한 막을 유리 기판 위에 제작하고, 얻어진 시료(막)에 대하여 수행한 내열성 시험의 결과를 나타낸다. 또한 시료는 복수의 헤테로 방향족 화합물의 조합 및 막 구조를 변경하여 9종류를 제작하였다. 또한 각 시료의 구조는 결과와 함께 이하의 표 1에 나타낸다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0352] [화학식 3]



[0353]

[0354] 이하에 각 시료(시료 1 내지 시료 9)의 제작 방법을 나타낸다.

[0355] 우선, 진공 증착 장치를 사용하여, 유리 기판 위에 시료층을 형성하고, 1cm×3cm의 직사각형으로 잘라내었다. 다음으로, 벨자형 가열기(SIBATA SCIENTIFIC TECHNOLOGY LTD. 제조, 벨자형 투명 진공 오븐 BV-001)에 기판을 도입하고, 10hPa 정도까지 감압한 후, 80℃ 내지 150℃의 범위의 설정 온도에서 1시간 소성하였다.

[0356] 시료 1은 한 종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0357] 시료 2는 한 종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mpPCBPDBq)을 막 두께 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0358] 시료 3은 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 혼합막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq와, N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과, 트리스(4-t-부틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppm)₃)을 중량비로

0.8:0.2:0.06(=2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃)이 되도록 40nm 공증착하여 형성하였다.

[0359] 시료 4는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 적층막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq를 10nm 증착한 후, NBPhen을 10nm 증착하여 형성하였다.

[0360] 시료 5는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 혼합막을 포함하는 적층막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq와, PCBBiF와, Ir(tBuppm)₃을 중량비로 0.8:0.2:0.06(=2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃)이 되도록 40nm 공증착한 후, 2mpPCBPDBq를 10nm 증착하고, 또한 NBPhen을 10nm 증착하여 형성하였다.

[0361] 시료 6은 한 종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 PCBBiF를 막 두께 40nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0362] 시료 7은 복수의 방향족 화합물을 사용한 혼합막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq와, NBPhen을 중량비로 0.5:0.5(=2mpPCBPDBq:NBPhen)가 되도록 20nm 공증착하여 형성하였다.

[0363] 시료 8은 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 혼합막을 포함하는 적층막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq와, PCBBiF와, Ir(tBuppm)₃을 중량비로 0.8:0.2:0.06(=2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃)이 되도록 40nm 공증착한 후, NBPhen을 20nm 증착하여 형성하였다.

[0364] 시료 9는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 혼합막을 포함하는 적층막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq와, PCBBiF와, Ir(tBuppm)₃을 중량비로 0.8:0.2:0.06(=2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃)이 되도록 40nm 공증착한 후, 2mpPCBPDBq와 NBPhen을 중량비로 0.5:0.5(=2mpPCBPDBq:NBPhen)가 되도록 20nm 공증착하여 형성하였다.

[0365] 이와 같은 방법으로 제작한 각 시료를 육안 및 광학 현미경(Olympus Corporation 반도체/FPD 검사 현미경 MX61L)으로 관찰하였다.

[0366] 본 실시예에서 제작된 시료의 사진(100배로 확대하여 암시야 관찰하였음)을 도 18의 (A) 내지 (E) 및 도 19의 (A) 내지 (D)에 나타내었다. 또한 비교 예로서 각 시료를 베이킹하지 않은 것(ref)도 나타내었다.

[0367] 또한 본 실시예에서 제작된 시료의 구조 및 그 관찰 결과를 표 1에 나타내었다. 또한 표 1에서 동그라미는 결정이 생성되지 않았다는 것을 나타내고, 삼각형은 결정의 생성되었다는 것이 명확하지 않지만 시료의 외관에 변화가 생겼다는 것을 나타내고, 가위표는 결정이 생성되었다는 것을 나타낸다.

[표 1]

시료 No.	구조	ref	100°C	150°C	180°C	190°C	200°C	210°C	220°C
1	NBPhen/10nm	○	○	○	○	○	○	○	○
2	2mpPCBPDBq/10nm	○	○	○	△	△	-	-	-
3	2mpPCBPDBq/10nm FCBBiF/10nm Ir(tBuppm) ₃ /10nm	○	○	○	○	○	△	△	△
4	NBPhen/10nm 2mpPCBPDBq/10nm	○	○	△	△	△	-	-	-
5	NBPhen/10nm 2mpPCBPDBq/10nm 2mpPCBPDBq/10nm FCBBiF/10nm Ir(tBuppm) ₃ /10nm	○	○	△	△	△	-	-	-
6	FCBBiF/10nm	○	○	○	○	○	○	○	○
7	2mpPCBPDBq/10nm NBPhen/10nm	○	○	○	○	○	○	○	○
8	NBPhen/10nm 2mpPCBPDBq/10nm FCBBiF/10nm Ir(tBuppm) ₃ /10nm	○	△	△	△	△	-	-	-
9	2mpPCBPDBq/10nm NBPhen/10nm 2mpPCBPDBq/10nm FCBBiF/10nm Ir(tBuppm) ₃ /10nm	○	○	○	△	△	△	△	△

- ref: 불균

[0369] 이상의 결과로부터 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 혼합막인 시료 3 및 시료 7은 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 적층막인 시료 4 및 시료 5에 비하여 결정이 생성되기 어려운 것을 알 수 있었다. 따라서 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 혼합막은 내열성이 향상되는 것을 알 수 있었다. 특히 시료 4와 시료 7을 비교하면, 같은 헤테로 방향족 화합물을 사용하면서도 적층막인 시료 4는 100°C에서 결정화한 반면, 혼합막인

시료 7은 150℃까지 결정화가 일어나지 않았다. 이로부터 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물을 복수 사용한 혼합막은 특히 내열성 향상 효과가 있는 것을 알 수 있었다.

[0371] 또한 상기 결과로부터 단일막으로는 비교적 내열성이 양호한 재료이어도 적층함으로써 낮은 온도에서 결정화되는 경우가 있다는 것을 알 수 있다. 복수의 막을 적층한 시료 5, 시료 8, 및 시료 9를 비교하면, 시료 5는 100℃에서 결정화되고, 시료 8은 80℃에서 결정화된 반면, 시료 9는 130℃까지 명확한 결정화가 일어나지 않았다. 전자 수송층을 하나의 재료로 구성하는 경우에 비하여 전자 수송층을 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 혼합막으로 구성함으로써 내열성이 30℃ 이상 향상되는 효과가 있는 것을 알 수 있었다. 발광 디바이스는 복수의 유기 화합물을 적층하여 구성하는 경우가 많다. 그러므로 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 사용함으로써 발광 디바이스의 내열성을 큰 폭으로 향상시킬 수 있다.

[0372] (실시예 2)

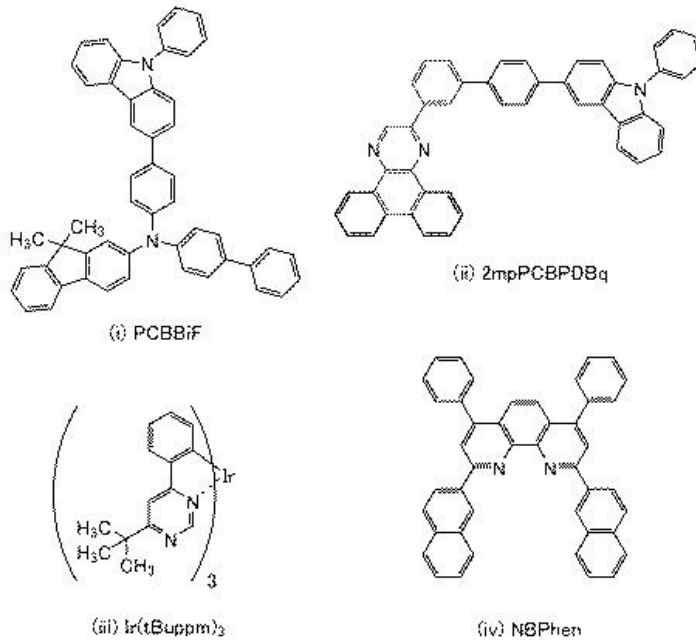
[0373] 실시예 1의 결과로부터 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 전자 수송층에 사용하는 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물은, 이들을 혼합막으로 함으로써 이들의 단층막을 적층시킨 적층막에 비하여 내열성이 향상되는 것을 알 수 있었기 때문에, 전자 수송층에 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물과의 혼합막을 사용한 발광 디바이스 1과, 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물의 적층막을 사용한 비교 발광 디바이스 1을 각각 제작하고, 각 디바이스의 특성을 비교하였다. 이하에서 이들의 소자 구조 및 특성에 대하여 설명한다. 또한 본 실시예에서 사용하는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 구체적인 구성에 대하여 표 2에 나타낸다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0374] [표 2]

	단 두께	발광 디바이스 1	비교 발광 디바이스 1
제 2 전극	200nm	Al	
전자 주입층	1nm	LiF	
전자 수송층	30nm	2mpPCBFDBq:NBPhen (1:1)	NBPhen(20nm)
			2mpPCBFDBq(10nm)
발광층	50nm	2mpPCBFDBq:PCBBiF:Ir(ppy) ₃ (0.8:0.2:0.05)	
정공 수송층	50nm	PCBBiF	
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.03)	
제 1 전극	70nm	ITO	

[0375]

[0376] [화학식 4]



[0377]

[0378] <<발광 디바이스 1의 제작>>

[0379] 본 실시예에서 나타내는 발광 디바이스 1은 도 20에 나타낸 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(903)이 적층된 구조를 가진다.

[0380] 우선 기판(900) 위에 제 1 전극(901)을 형성하였다. 전극 면적은 4mm²(2mm×2mm)로 하였다. 또한 기판(900)로서는 유리 기판을 사용하였다. 또한 제 1 전극(901)은 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법으로 70nm의 막 두께로 성막하여 형성하였다.

[0381] 여기서 전처리로서 기판의 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 10⁻⁴Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서, 170℃에서 60분 동안의 진공 소성을 한 후, 기판을 30분 정도 냉각하였다.

[0382] 다음으로 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911)을 형성하였다. 정공 주입층(911)은 진공 증착 장치 내를 10⁻⁴Pa까지 감압한 후, 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 분자량이 672이며 플루오린을 포함하는 전자 억셉터 재료(OCHD-003)를 중량비로 1:0.03(=PCBBiF:OCHD-003)이 되도록 10nm 공증착하여 형성하였다.

[0383] 다음으로 정공 주입층(911) 위에 정공 수송층(912)을 형성하였다. 정공 수송층(912)은 PCBBiF를 사용하고, 50nm 증착하여 형성하였다.

[0384] 다음으로 정공 수송층(912) 위에 발광층(913)을 형성하였다.

[0385] 발광층(913)은 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mpPCBPDBq)과, PCBBiF와, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 트리스(4-t-부틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: Ir(tBuppm)₃)을 중량비로 2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃=0.8:0.2:0.05가 되도록 50nm 공증착하여 형성하였다.

[0386] 다음으로 발광층(913) 위에 전자 수송층(914)을 형성하였다. 전자 수송층(914)은 2mpPCBPDBq와 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPPhen)을 중량비로 2mpPCBPDBq:NBPPhen=1:1이 되도록 30nm 공증착하여 형성하였다.

[0387] 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.

[0388] 다음으로 전자 주입층(915) 위에 제 2 전극(903)을 형성하였다. 제 2 전극(903)은 알루미늄을 사용하여 증착법으로 막 두께가 200nm가 되도록 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 2 전극(903)은 음극으로서 기능한다.

[0389] 이상의 공정에 의하여 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 끼운 발광 디바이스 1을 기관(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.

[0390] 또한 제작된 발광 디바이스 1은 대기에 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉(실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리 및 80℃에서 1시간의 가열 처리를 실시)하였다.

[0391] <<비교 발광 디바이스 1의 제작>>

[0392] 비교 발광 디바이스 1은 전자 수송층(914)으로서 2mpPCBPDBq와 NBPhen을 공증착하여 형성하는 대신 2mpPCBPDBq를 10nm 증착한 후, NBPhen을 20nm 증착하여 형성하여, 발광 디바이스 1과 마찬가지로 제작하였다.

[0393] <<발광 디바이스 1의 동작 특성>>

[0394] 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 도 21에 나타내고, 전류 효율-휘도 특성을 도 22에 나타내고, 휘도-전압 특성을 도 23에 나타내고, 전류-전압 특성을 도 24에 나타내고, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 25에 나타내고, 발광 스펙트럼을 도 26에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 1000cd/m² 부근에서의 주된 특성을 표 3에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하여, 상온에서 측정하였다.

[0395] [표 3]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 디바이스 1	2.9	0.08	1.6	0.40	0.58	81.9	17.8
비교 발광 디바이스 1	2.9	0.05	1.4	0.41	0.58	61.7	17.4

[0396] 도 21 내지 도 26 및 표 3에 나타낸 결과로부터 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스 1과 같은 정도의 동작 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0397] 다음으로 각 발광 디바이스에 대한 신뢰성 시험을 수행하였다. 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 신뢰성 시험의 결과를 도 27에 나타내었다. 도 27에서 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도 (%)를 나타내고, 가로축은 디바이스의 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한 신뢰성 시험으로서 각 발광 디바이스에 대하여 50mA/cm²의 정전류 밀도에서의 구동 시험을 수행하였다.

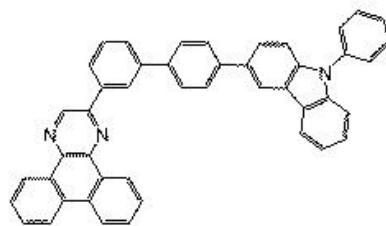
[0398] 도 25에 나타낸 결과로부터 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스 1과 같은 정도의 양호한 신뢰성을 가지는 것이 시사되었다.

[0399] (실시예 3)

[0400] 본 실시예에서는 실시예 1 및 실시예 2에서 사용한 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mpPCBPDBq)의 합성법에 대하여 설명한다. 2mpPCBPDBq의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0401] [화학식 5]

[0402]



2mpPCBPDBq

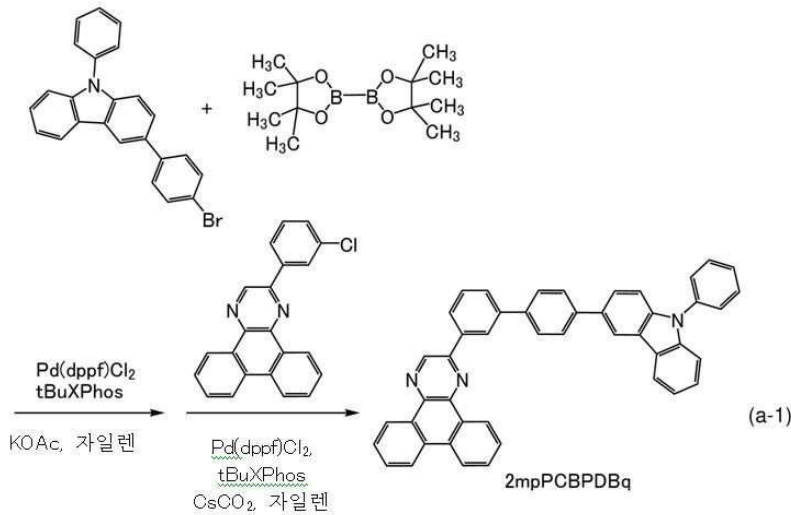
[0403]

[0404] <<2mpPCBPDBq의 합성>>

[0405] 3-(4-브로모페닐)-9-페닐카바졸 6.9g(17mmol)과, 비스(피나콜레이트)다이보레인 4.4g(17mmol)과, 2-다이-tert-부틸포스포노-2',4',6'-트리아이소프로필바이페닐(tBuXPhos) 0.17g(0.4mmol)과, 아세트산 포타슘 4.0g(40mmol)과, 자일렌 90mL를 200mL 3구 플라스크에 넣은 후, 감압 탈기하고 계 내를 질소 기류하로 하였다. 이 혼합물을 80℃까지 가열한 후, [1,1'-비스(다이페닐포스포)페로센]팔라듐(II)다이클로라이드(Pd(dppf)Cl₂)를 0.17mg(0.2mmol) 첨가하고, 120℃에서 10시간 교반하였다.

[0406] 얻어진 혼합물에 2-(3-클로로페닐)다이벤조[f,h]퀴놀살린 5.8g(17mmol), 탄산 세슘 13g(40mmol), tBuXPhos 0.18mg(0.4mmol)을 첨가하고, 감압 탈기한 후, 계 내를 질소 기류하로 하였다. 이 혼합물을 80℃까지 가열한 후, Pd(dppf)Cl₂를 0.16mg(0.2mmol) 첨가하고, 이 혼합물을 130℃에서 3시간, 이어서 150℃에서 15시간 가열 교반하였다. 교반 후, 석출한 고체를 흡인 여과로 회수하고, 물과 에탄올을 사용하여 세정하였다. 얻어진 고체를 1L의 톨루엔을 사용하여 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., 카탈로그 번호: 537-02305), 알루미나를 통하여 흡인 여과를 수행한 후, 톨루엔을 사용하여 재결정을 수행하여, 목적물의 백색 분말 1.4g(수율: 12%)을 얻었다. 합성 스킴을 하기 식(a-1)에 나타낸다.

[0407] [화학식 6]



[0408]

[0409] 얻어진 고체를 트레인 서블리메이션법으로 승화 정제하였다. 승화 정제는 얻어진 고체 1.3g을 340℃에서 15시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 시의 압력은 3.9Pa, 아르곤 유량은 15sccm으로 하였다. 승화 정제 후, 목적물의 고체를 1.5g, 회수율 85%로 얻었다.

[0410] 상기에서 얻어진 고체의 핵자기 공명 분광법(¹H-NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과로부터 본 실시예에서 2mpPCBPDBq가 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0411] ¹H-NMR(클로로폼-d, 500MHz): δ = 7.32-7.35(m, 1H), 7.446(s, 1H), 7.454(s, 1H), 7.49-7.53(m, 2H), 7.61-7.66(m, 4H), 7.71-7.92(m, 11H), 8.24(d, J=8.0Hz, 1H), 8.33(d, J=8.0Hz, 1H), 8.46(sd, J=1.0Hz, 1H), 8.67-8.68(m, 3H), 9.26(dd, J=7.8Hz, J=1.3Hz, 1H), 9.47(dd, J=8.0Hz, J=1.5Hz, 1H), 9.48(s, 1H).

부호의 설명

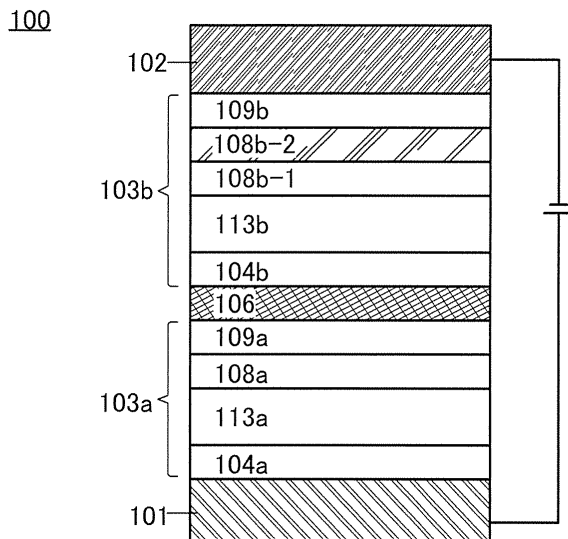
[0412] 100: 발광 디바이스, 101: 제 1 전극, 102: 제 2 전극, 103: EL층, 103a: EL층, 103b: EL층, 103c: EL층, 103B: EL층, 103G: EL층, 103R: EL층, 103P: EL층, 103Q: EL층, 104a: 정공 주입 수송층, 104b: 정공 주입 수송층, 104B: 정공 주입 수송층, 104G: 정공 주입 수송층, 104R: 정공 주입 수송층, 104P: 정공 주입 수송층, 104Q: 정공 주입 수송층, 106: 전하 발생층, 106a: 전하 발생층, 106b: 전하 발생층, 106B: 전하 발생층, 106G: 전하 발생층, 106R: 전하 발생층, 107: 절연층, 107B: 절연층, 107G: 절연층, 107R: 절연층, 108: 전자 수송층, 108B: 전자 수송층, 108G: 전자 수송층, 108R: 전자 수송층, 108Q: 전자 수송층, 109: 전자 주입층, 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, 113B: 발광층, 113G: 발광층, 113R:

발광층, 114: 전자 수송층, 114b: 전자 수송층, 115: 전자 주입층, 115b: 전자 주입층, 231: 표시 영역, 400: 기관, 401: 제 1 전극, 403: EL층, 404: 제 2 전극, 405: 실재, 406: 실재, 407: 밀봉 기관, 412: 패드, 420: IC칩, 501C: 절연막, 501D: 절연막, 504: 도전막, 506: 절연막, 508: 반도체막, 508A: 영역, 508B: 영역, 508C: 영역, 510: 제 1 기관, 512A: 도전막, 512B: 도전막, 519: 단자, 516: 절연막, 516A: 절연막, 516B: 절연막, 518: 절연막, 520: 기능층, 524: 도전막, 528: 격벽, 528B: 개구부, 528G: 개구부, 528R: 개구부, 530B: 화소 회로, 530G: 화소 회로, 540: 절연층, 550: 발광 디바이스, 550B: 발광 디바이스, 550G: 발광 디바이스, 550R: 발광 디바이스, 551B: 전극, 551G: 전극, 551R: 전극, 552: 전극, 573: 절연층, 580: 틈, 591G: 개구부, 591B: 개구부, 700: 발광 장치, 702B: 화소, 702G: 화소, 702R: 화소, 703: 화소, 705: 절연층, 770: 기관, 900: 기관, 901: 제 1 전극, 903: 제 2 전극, 911: 정공 주입층, 912: 정공 수송층, 913: 발광층, 914: 전자 수송층, 915: 전자 주입층, 951: 기관, 952: 전극, 953: 절연층, 954: 격벽층, 955: EL층, 956: 전극, 5200B: 전자 기기, 5210: 연산 장치, 5220: 입출력 장치, 5230: 표시부, 5240: 입력부, 5250: 검지부, 5290: 통신부, 8001: 천장등, 8002: 풋라이트, 8003: 시트형 조명, 8004: 조명 장치, 8005: 전기 스탠드, 8006: 광원

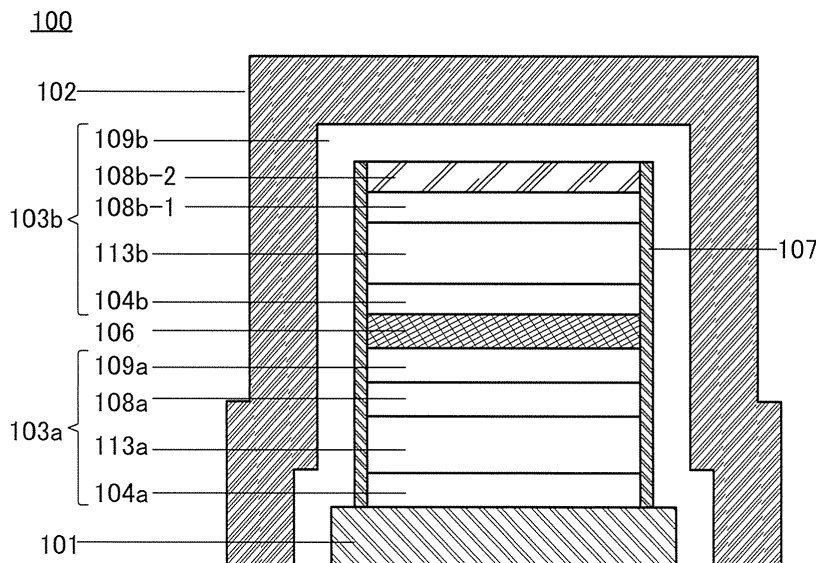
도면

도면1

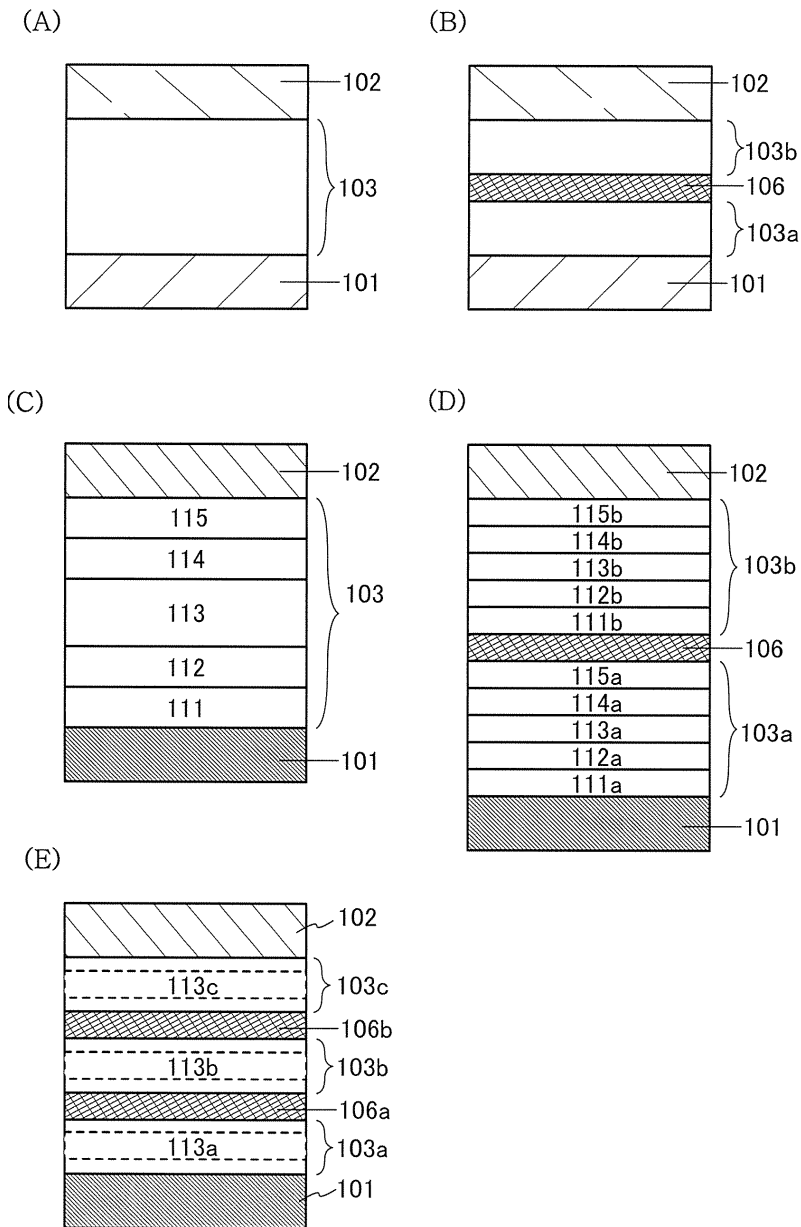
(A)



(B)

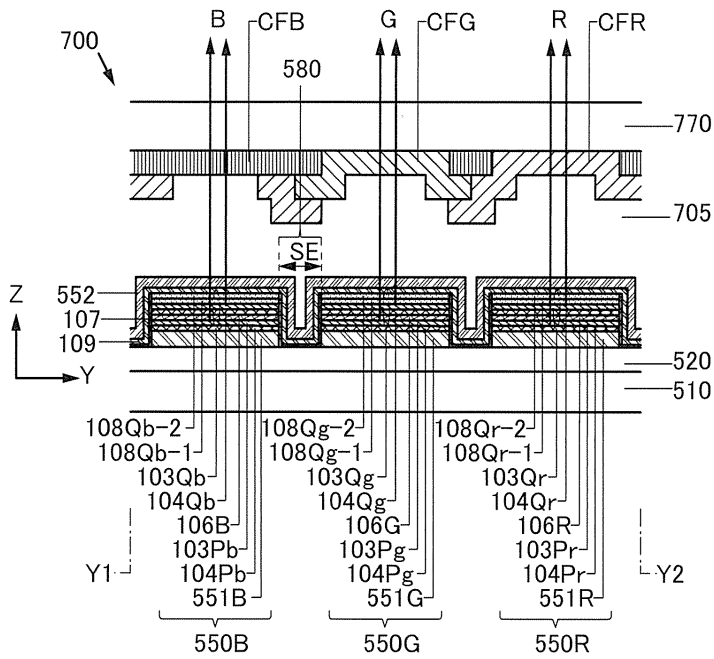


도면2

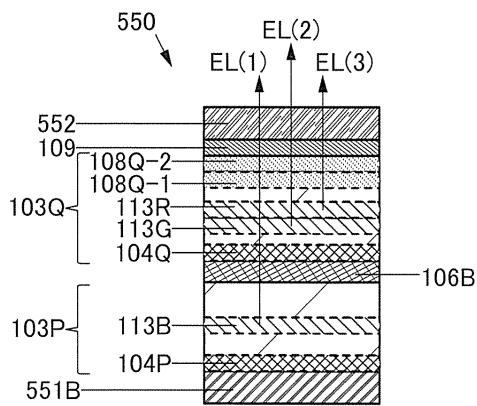


도면3

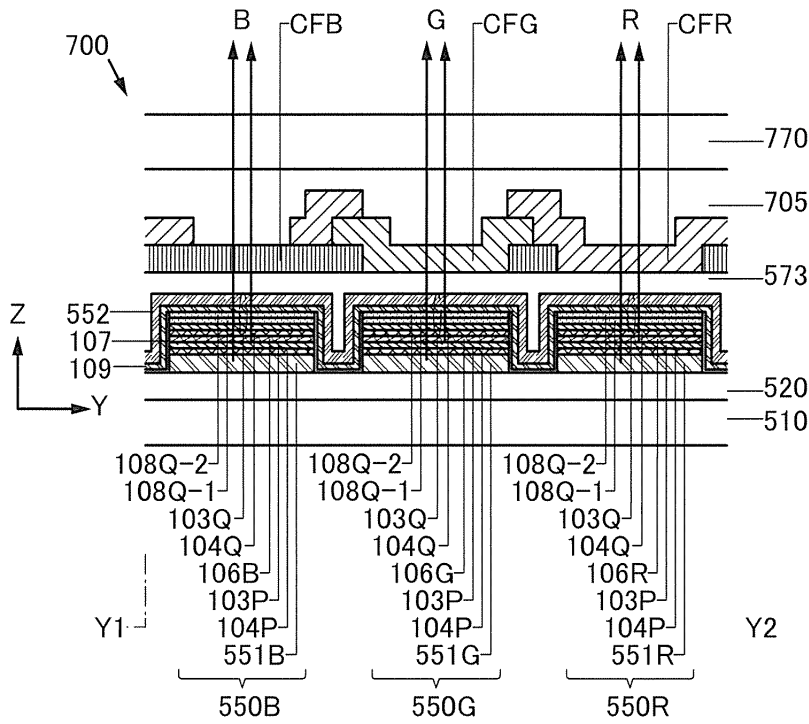
(A)



(B)

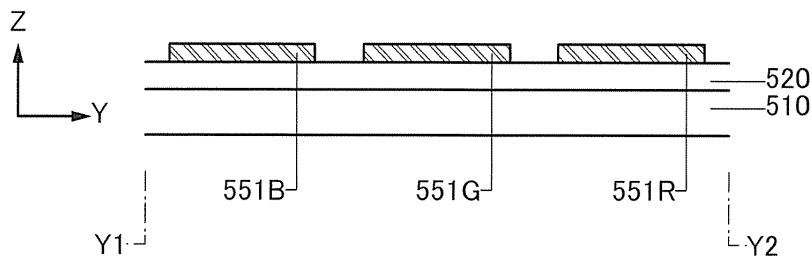


도면4

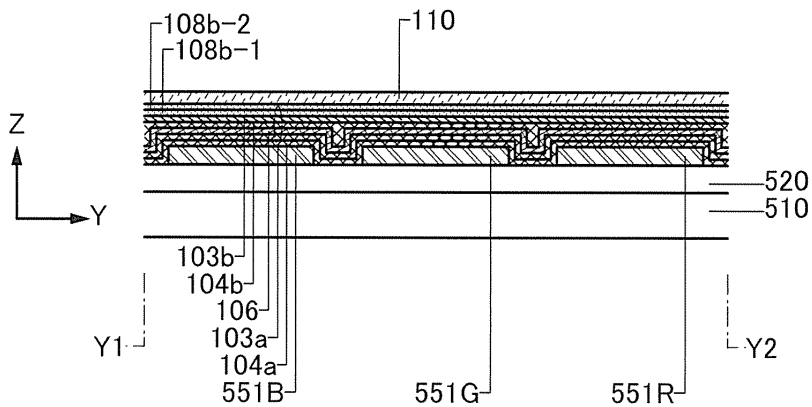


도면5

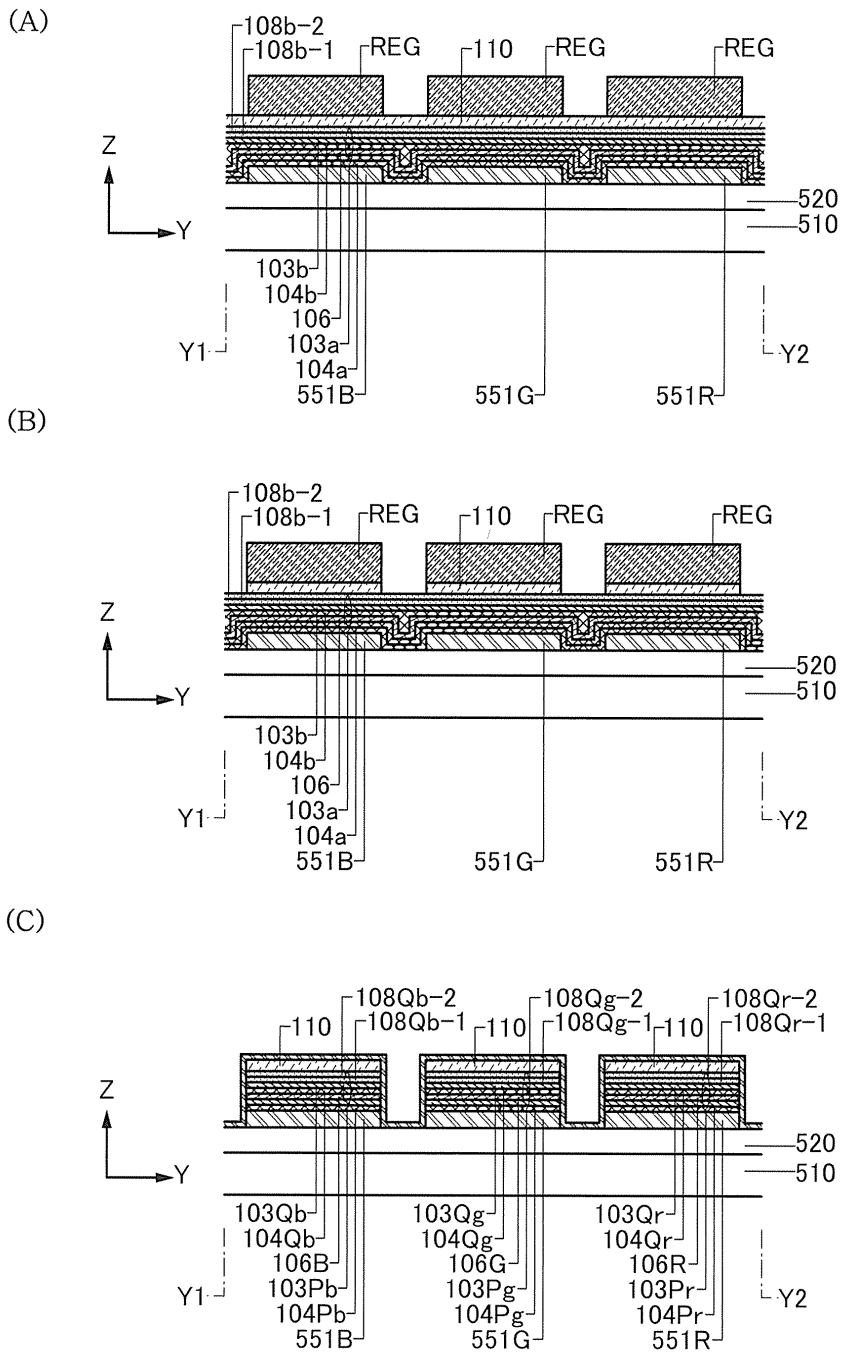
(A)



(B)

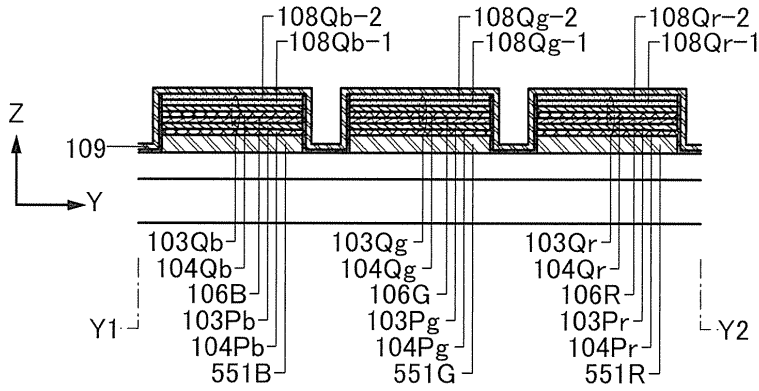


도면6

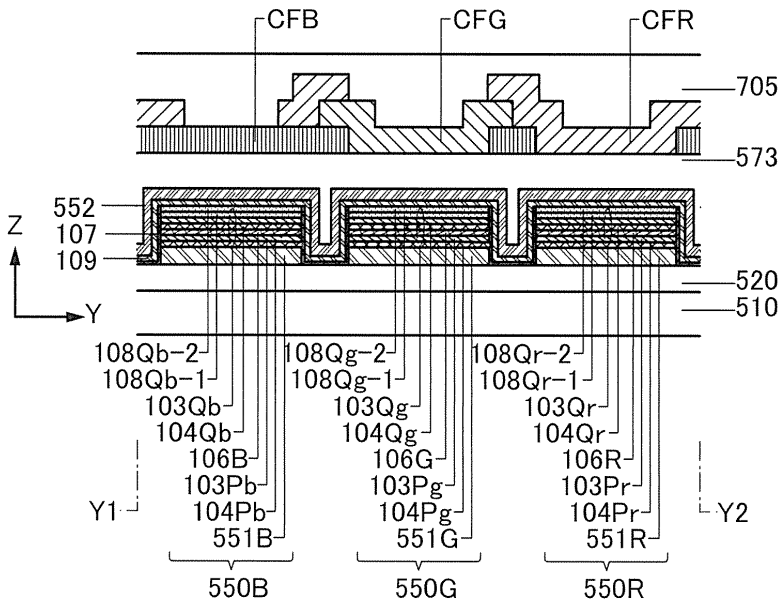


도면7

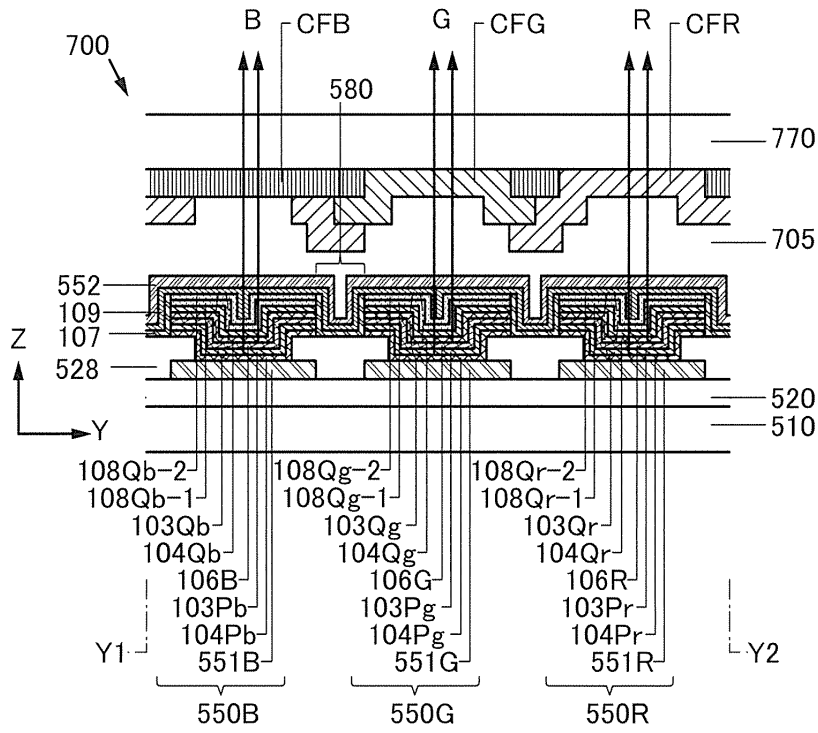
(A)



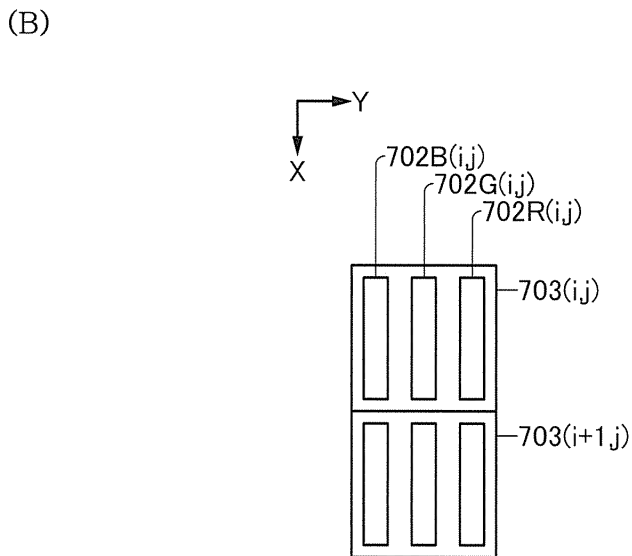
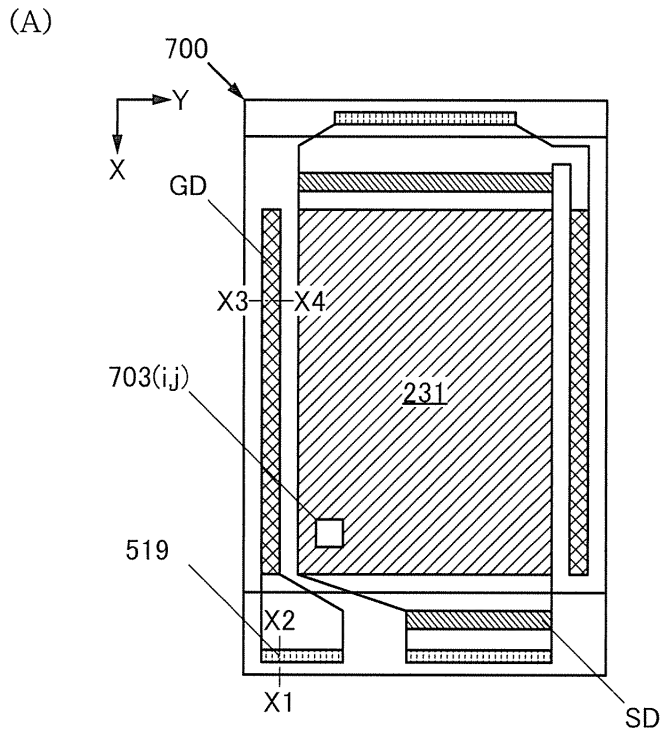
(B)



도면8

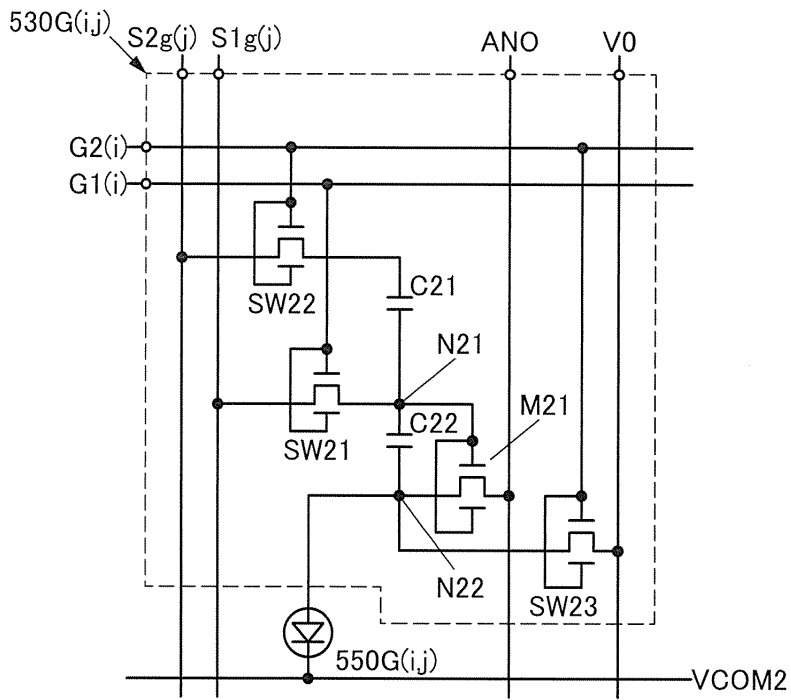


도면9

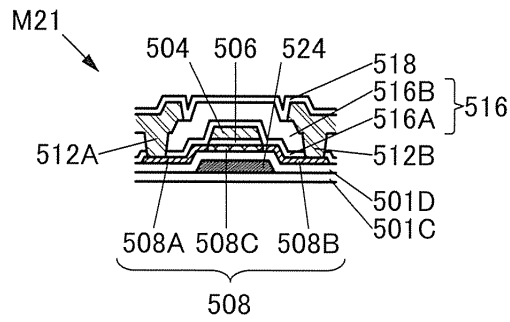


도면10

(A)

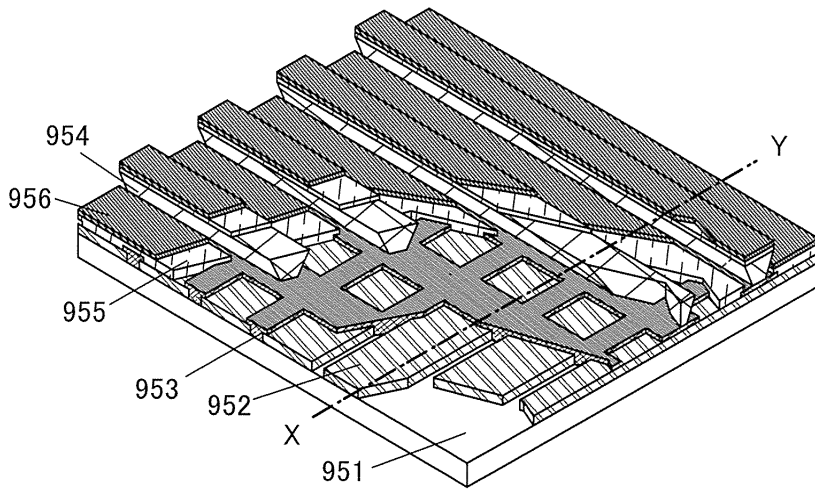


(B)

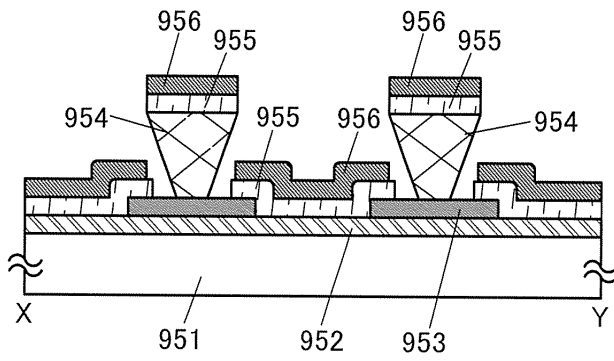


도면12

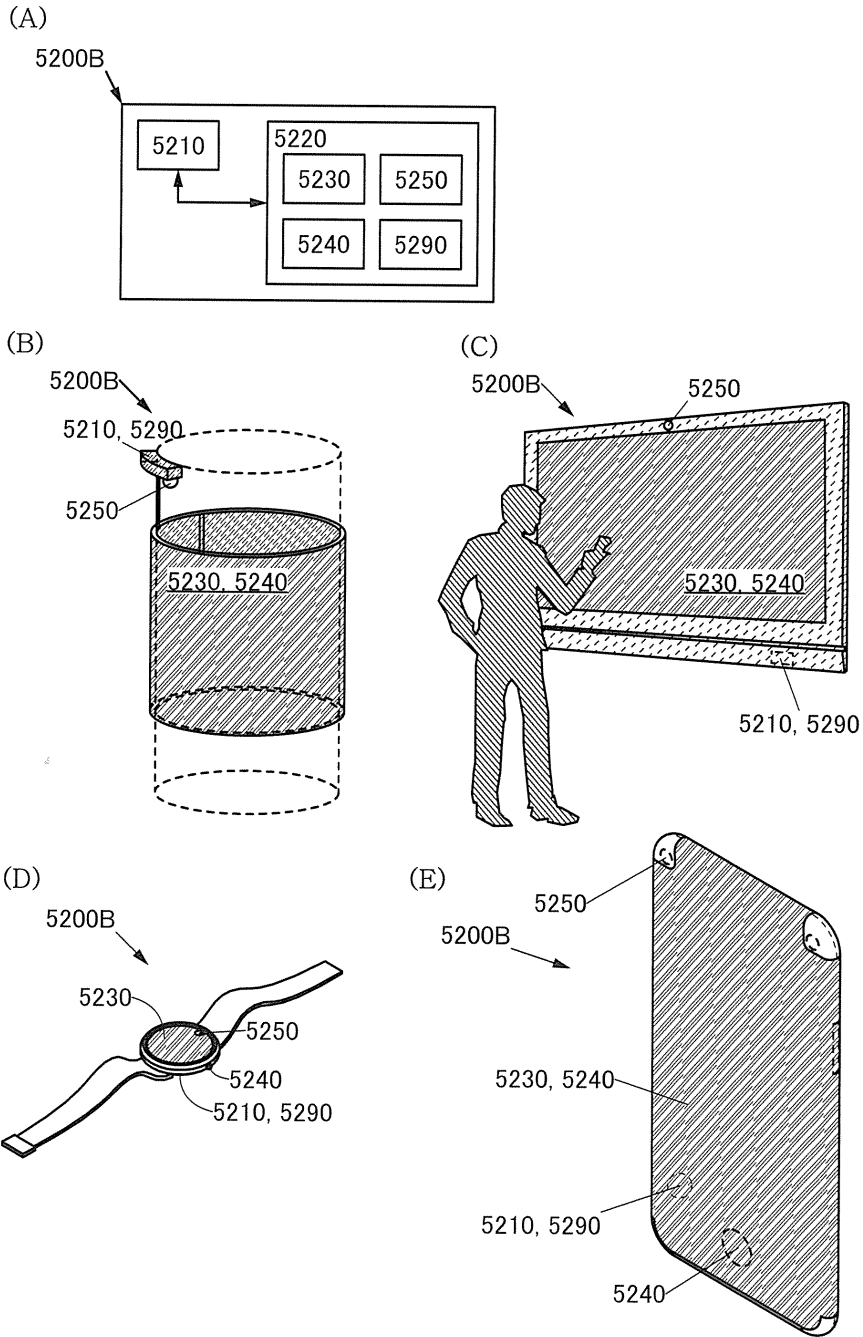
(A)



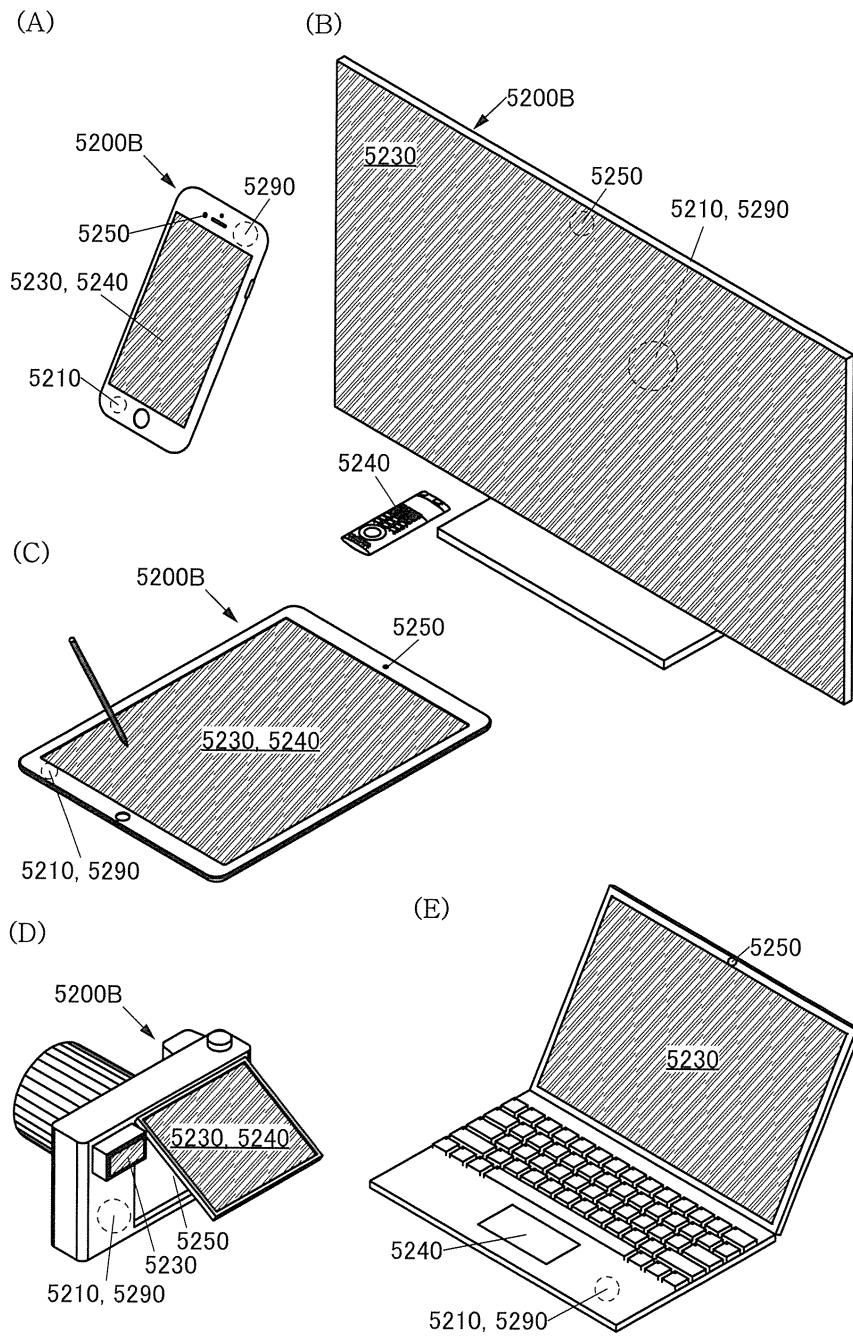
(B)



도면13

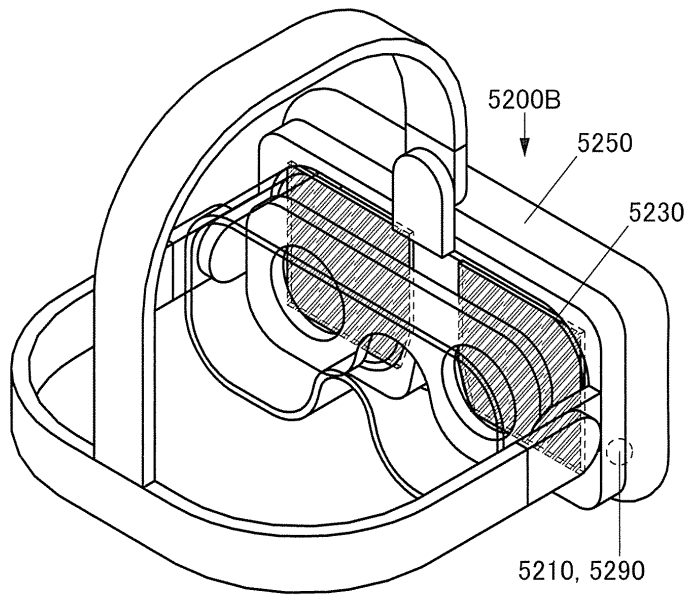


도면14

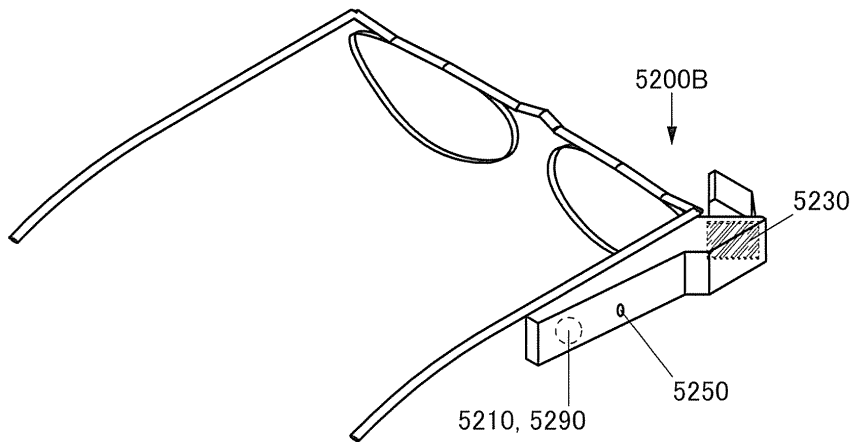


도면15

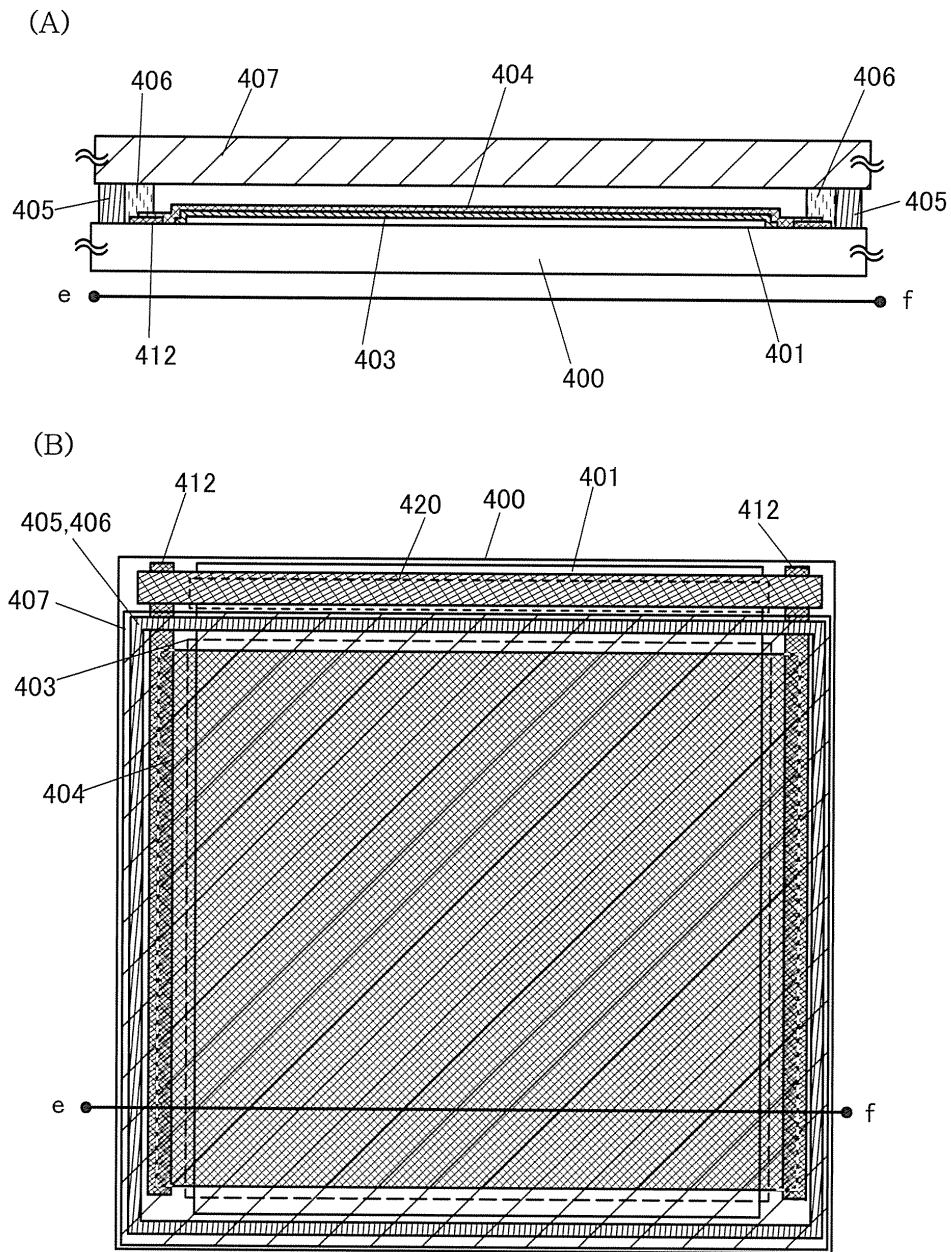
(A)



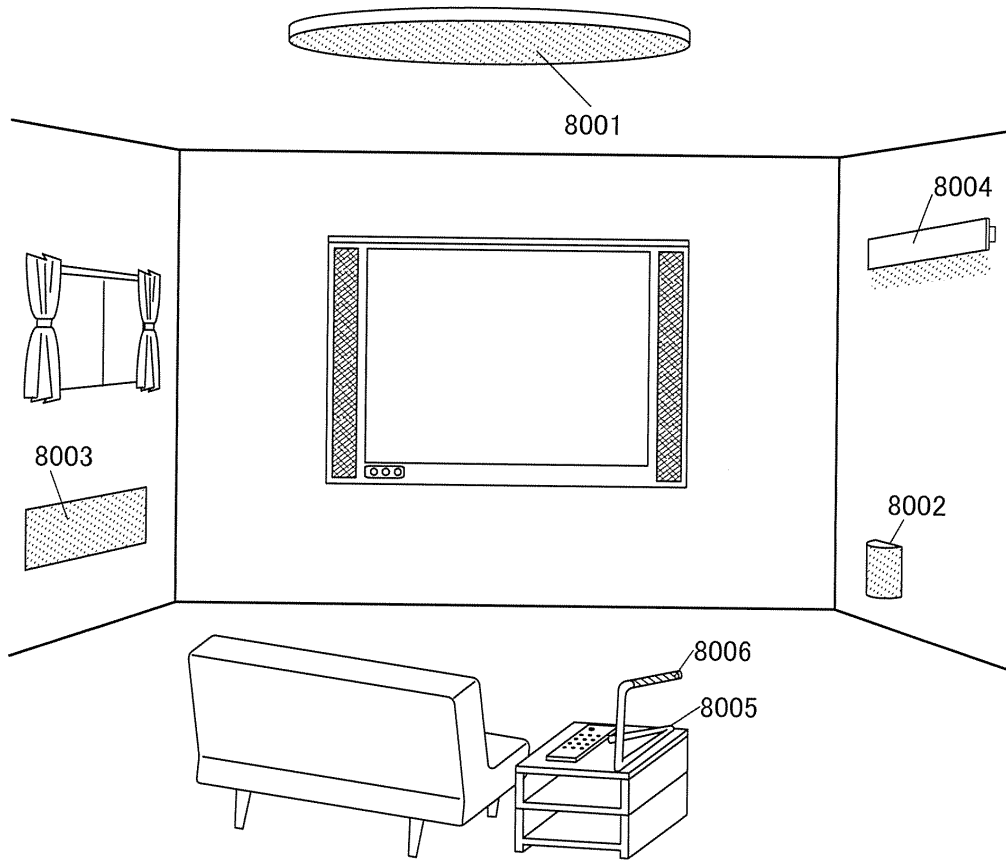
(B)



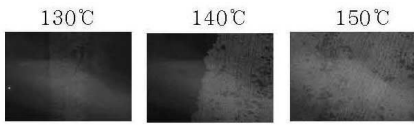
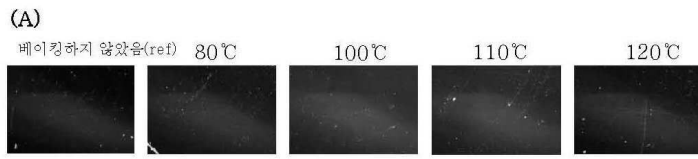
도면16



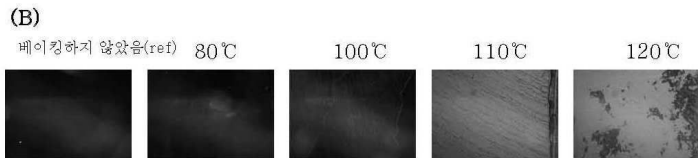
도면17



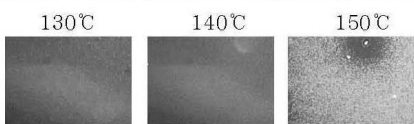
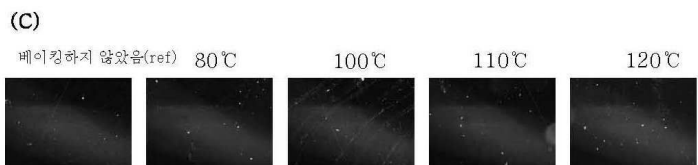
도면18



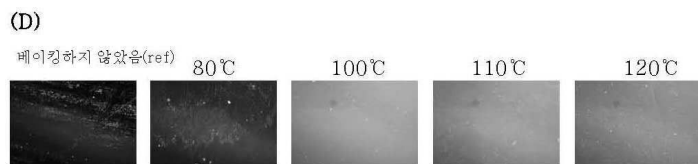
<<구조>> 유리 \ NBPhen(10nm)



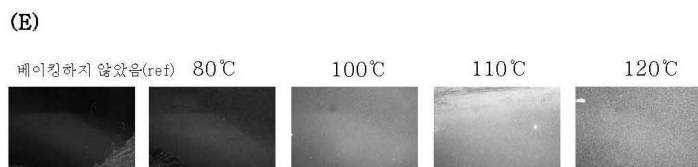
<<구조>> 유리 \ 2mpPCBPDBq(10nm)



<<구조>> 유리 \ 2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃(0.8:0.2:0.06)(40nm)



<<구조>> 유리 \ 2mpPCBPDBq(10nm) \ NBPhen(10nm)



<<구조>> 유리 \ 2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃(0.8:0.2:0.06)(40nm) \ 2mpPCBPDBq(10nm) \ NBPhen(10nm)

도면19

(A)

베이킹하지 않았음(ref) 80℃ 100℃ 110℃ 120℃



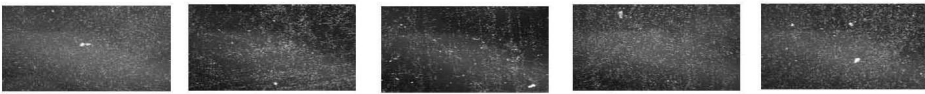
130℃ 140℃ 150℃



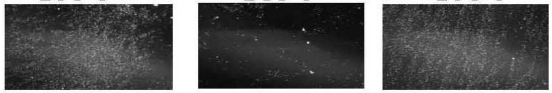
<<구조>> 유리 \ PCBBiF(40)

(B)

베이킹하지 않았음(ref) 80℃ 100℃ 110℃ 120℃



130℃ 140℃ 150℃



<<구조>> 유리 \ 2mpPCBPDBq:NBPhen(0.5:0.5)(20nm)

(C)

베이킹하지 않았음(ref) 80℃ 100℃ 110℃ 120℃



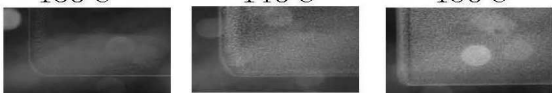
<<구조>> 유리 \ 2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃ (0.8:0.2:0.06)(40nm) \ NBPhen(20nm)

(D)

베이킹하지 않았음(ref) 80℃ 100℃ 110℃ 120℃

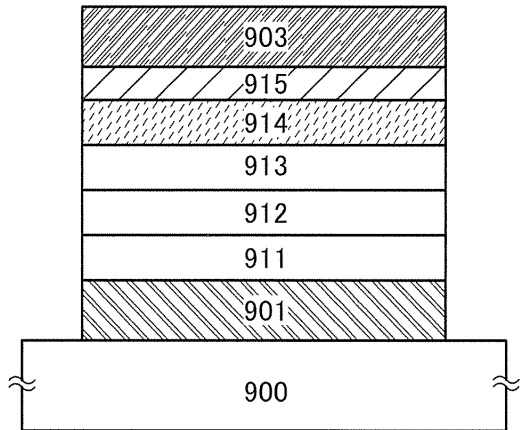


130℃ 140℃ 150℃

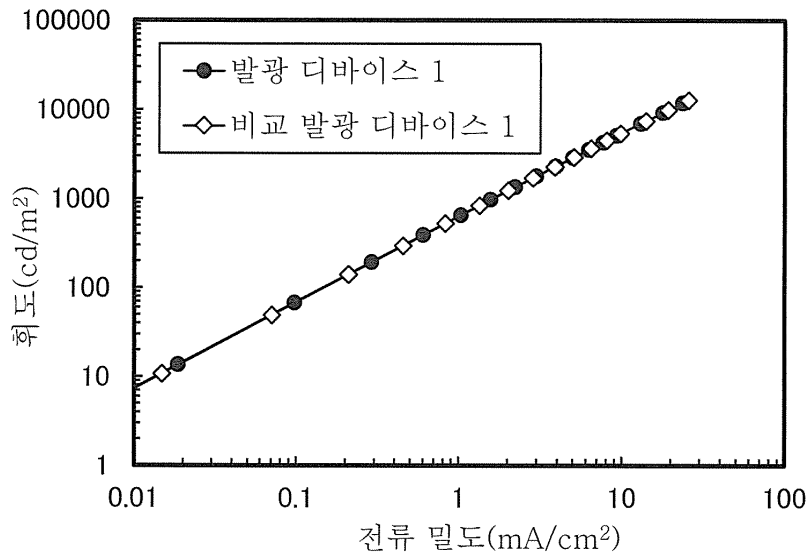


<<구조>> 유리 \ 2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBuppm)₃ (0.8:0.2:0.06)(40nm) \ 2mpPCBPDBq:NBPhen(0.5:0.5)(20nm)

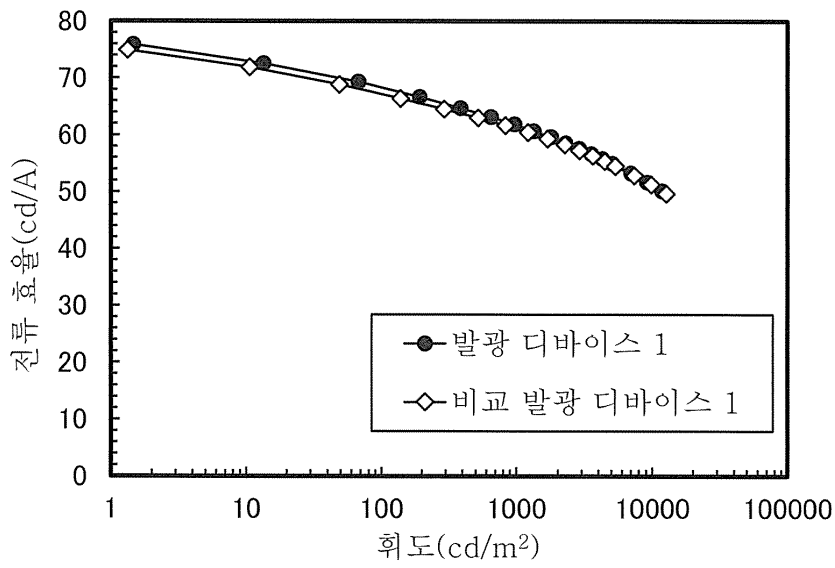
도면20



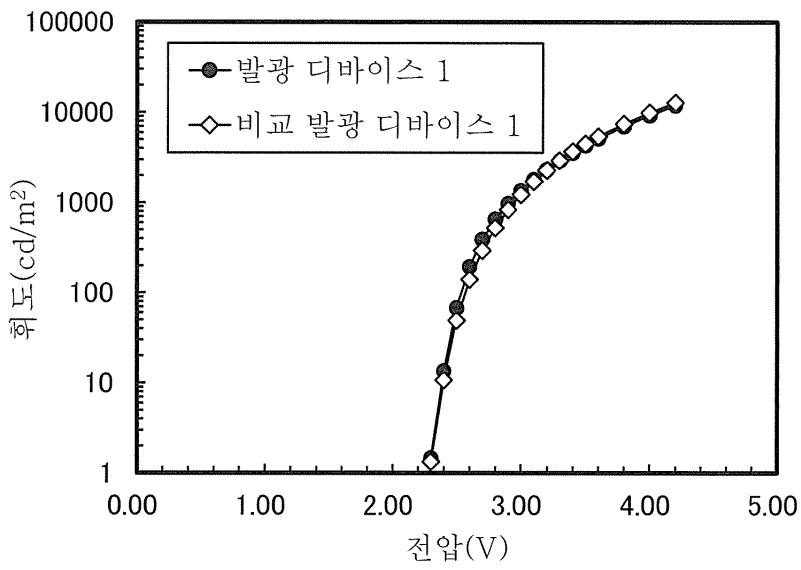
도면21



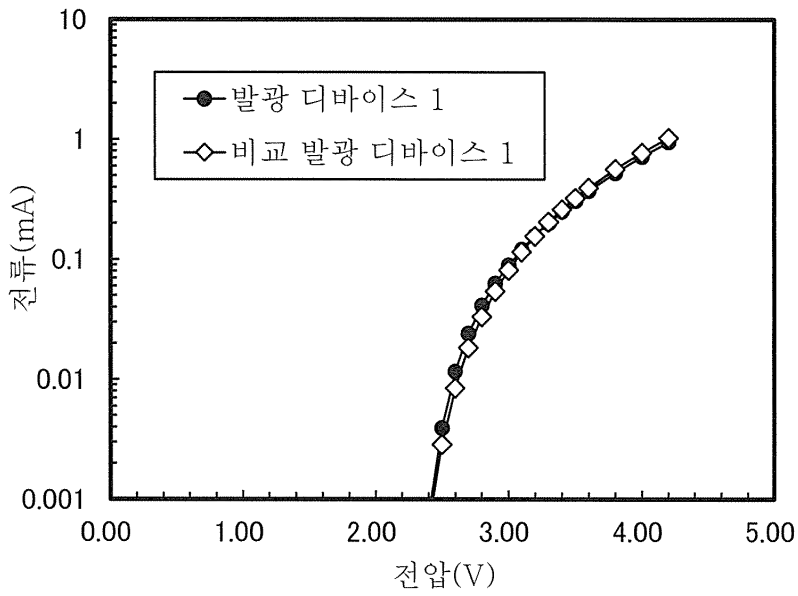
도면22



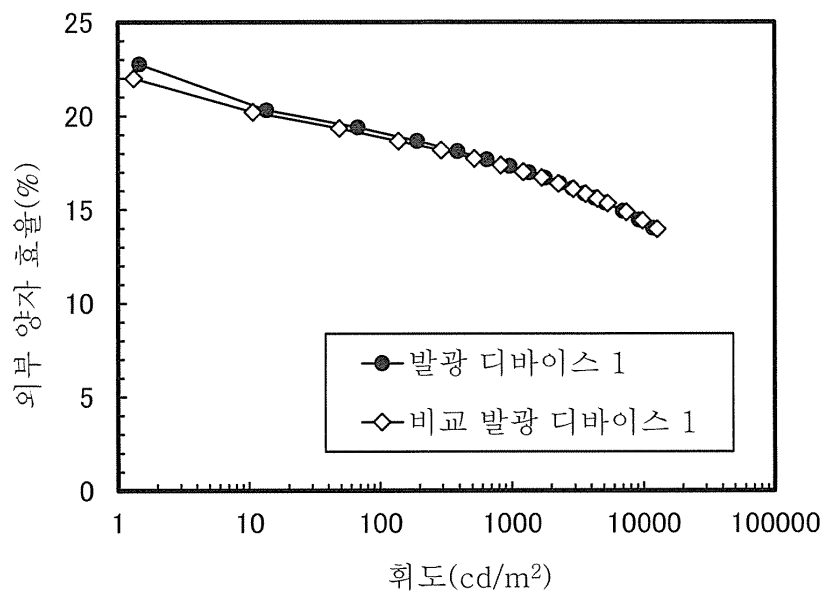
도면23



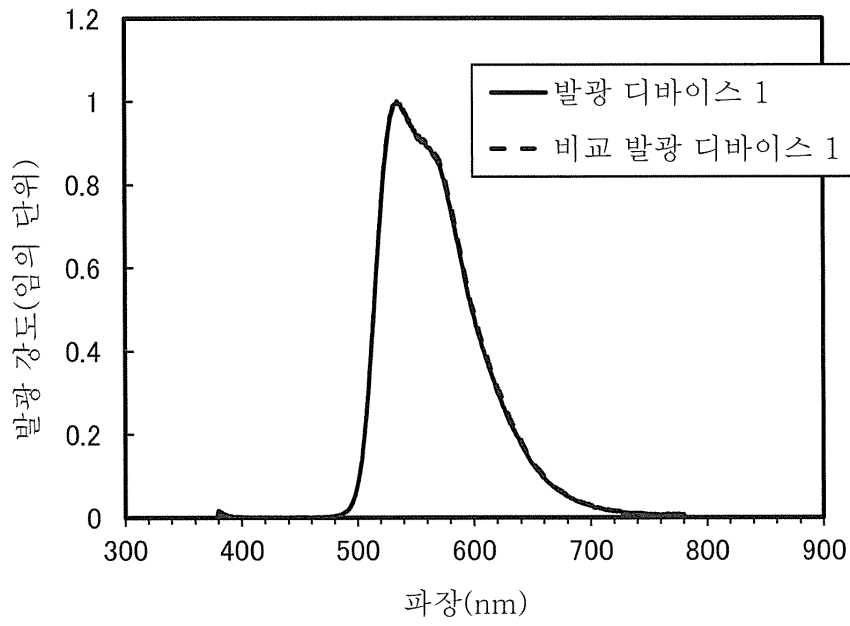
도면24



도면25



도면26



도면27

