



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0028298
(43) 공개일자 2023년02월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/14 (2006.01) H05B 33/20 (2006.01)
H10K 101/30 (2023.01) H10K 50/13 (2023.01)
H10K 50/17 (2023.01) H10K 50/19 (2023.01)
- (52) CPC특허분류
H05B 33/14 (2013.01)
H05B 33/20 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7045113
- (22) 출원일자(국제) 2021년06월16일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2022년12월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2021/055292
- (87) 국제공개번호 WO 2021/260494
국제공개일자 2021년12월30일
- (30) 우선권주장
JP-P-2020-110613 2020년06월26일 일본(JP)

- (71) 출원인
가부시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
- (72) 발명자
와타베 다케요시
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
우에다 아이리
일본 2430036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

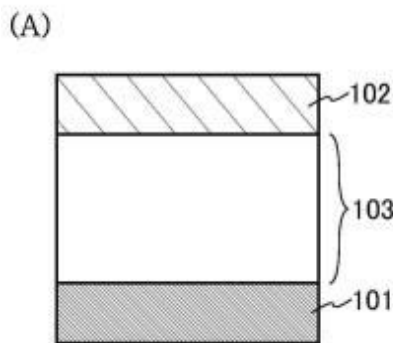
전체 청구항 수 : 총 38 항

(54) 발명의 명칭 정공 주입층용 복합 재료, 광 디바이스, 장치, 모듈, 전자 기기, 및 조명 장치

(57) 요약

발광 디바이스, 수광 디바이스, 수발광 디바이스 등의 광 디바이스에 사용할 수 있는 굴절률이 낮은 복합 재료를 제공한다. 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물에 있어서 총탄소수에 대한 sp3 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율은 23% 이상 55% 이하이고, 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함하는 복합 재료이다. 또한 양극과, 음극과, 제 1 층을 가지고, 제 1 층에 상기 복합 재료가 포함되는 광 디바이스이다.

대표도



(52) CPC특허분류

H10K 50/13 (2023.02)

H10K 50/17 (2023.02)

H10K 50/19 (2023.02)

H10K 2101/30 (2023.02)

(72) 발명자

오사와 노부하루

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

세오 사토시

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

명세서

청구범위

청구항 1

정공 주입층용 복합 재료로서,

제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고,

상기 제 1 유기 화합물에 있어서 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율은 23% 이상 55% 이하이고,

상기 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함하는, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 3

정공 주입층용 복합 재료로서,

제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고,

상기 제 1 유기 화합물의 유리 전이 온도는 90℃ 이상이고,

상기 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고,

상기 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함하는, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물은 아민 화합물인, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물은 모노아민 화합물인, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 6

정공 주입층용 복합 재료로서,

제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고,

상기 제 1 유기 화합물은 모노아민 화합물이고,

상기 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고,

상기 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함하는, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물의 분자량은 650 이상 1200 이하인, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 유기 화합물은 트리아틸모노아민 화합물인, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 유기 화합물의 $^1\text{H-NMR}$ 측정 결과에 있어서 4ppm 미만의 시그널의 적분값은 4ppm 이상의 시그널의 적분값보다 큰, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 유기 화합물은 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소기를 적어도 하나 가지는, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 1 유기 화합물은 탄소수 3 이상 8 이하의 알킬기 및 탄소수 6 이상 12 이하의 사이클로알킬기 중 적어도 한쪽을 가지는, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 2 유기 화합물은 사이아노기를 포함하는, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위는 -5.0eV 이하인, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 14

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제 2 유기 화합물은 상기 제 1 유기 화합물에 대하여 전자 수용성을 가지는, 정공 주입층용 복합 재료.

청구항 15

광 디바이스로서,
양극과, 음극과, 제 1 층을 가지고,
상기 제 1 층은 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하고,
상기 제 1 층은 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고,
상기 제 1 유기 화합물에 있어서 총탄소수에 대한 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율은 23% 이상 55% 이하이고,
상기 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함하는, 광 디바이스.

청구항 16

제 15 항에 있어서,
상기 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인, 광 디바이스

스.

청구항 17

광 디바이스로서,
 양극과, 음극과, 제 1 층을 가지고,
 상기 제 1 층은 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하고,
 상기 제 1 층은 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고,
 상기 제 1 유기 화합물의 유리 전이 온도는 90℃ 이상이고,
 상기 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고,
 상기 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함하는, 광 디바이스.

청구항 18

제 15 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제 1 유기 화합물은 아민 화합물인, 광 디바이스.

청구항 19

제 18 항에 있어서,
 상기 제 1 유기 화합물은 모노아민 화합물인, 광 디바이스.

청구항 20

광 디바이스로서,
 양극과, 음극과, 제 1 층을 가지고,
 상기 제 1 층은 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하고,
 상기 제 1 층은 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고,
 상기 제 1 유기 화합물은 모노아민 화합물이고,
 상기 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고,
 상기 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함하는, 광 디바이스.

청구항 21

제 15 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제 1 유기 화합물의 분자량은 650 이상 1200 이하인, 광 디바이스.

청구항 22

제 15 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제 1 유기 화합물은 트리아릴모노아민 화합물인, 광 디바이스.

청구항 23

제 15 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제 1 유기 화합물의 ¹H-NMR 측정 결과에 있어서 4ppm 미만의 시그널의 적분값은 4ppm 이상의 시그널의 적분값보다 큰, 광 디바이스.

청구항 24

제 15 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물은 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소를 적어도 하나 가지는, 광 디바이스.

청구항 25

제 15 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물은 탄소수 3 이상 8 이하의 알킬기 및 탄소수 6 이상 12 이하의 사이클로알킬기 중 적어도 한쪽을 가지는, 광 디바이스.

청구항 26

제 15 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 유기 화합물은 사이아노기를 포함하는, 광 디바이스.

청구항 27

제 15 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위는 -5.0eV 이하인, 광 디바이스.

청구항 28

제 15 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 유기 화합물은 상기 제 1 유기 화합물에 대하여 전자 수용성을 가지는, 광 디바이스.

청구항 29

제 15 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 2 층을 더 가지고,

상기 제 2 층은 상기 제 1 층과 상기 음극 사이에 위치하고,

상기 제 2 층은 상기 제 1 유기 화합물을 가지는, 광 디바이스.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 제 2 층은 상기 제 1 층과 접하는, 광 디바이스.

청구항 31

제 15 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 층은 상기 양극과 접하는, 광 디바이스.

청구항 32

제 15 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 1 발광층과 제 2 발광층을 더 가지고,

상기 제 1 층은 상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층 사이에 위치하는, 광 디바이스.

청구항 33

제 15 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광 디바이스는 발광 디바이스인, 광 디바이스.

청구항 34

제 15 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 광 디바이스는 수광 디바이스인, 광 디바이스.

청구항 35

장치로서,
제 15 항 내지 제 34 항 중 어느 한 항에 기재된 광 디바이스와,
트랜지스터 및 기관 중 적어도 한쪽을 가지는, 장치.

청구항 36

모듈로서,
제 35 항에 기재된 장치와,
커넥터 및 집적 회로 중 적어도 한쪽을 가지는, 모듈.

청구항 37

전자 기기로서,
제 35 항에 기재된 장치와,
안테나, 배터리, 하우징, 카메라, 스피커, 마이크로폰, 및 조작 버튼 중 적어도 하나를 가지는, 전자 기기.

청구항 38

조명 장치로서,
제 15 항 내지 제 34 항 중 어느 한 항에 기재된 광 디바이스와,
하우징, 커버, 및 지지대 중 적어도 하나를 가지고,
상기 광 디바이스는 발광 디바이스인, 조명 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 정공 주입층용 복합 재료, 정공 수송층용 복합 재료, 및 전하 발생층용 복합 재료 등의 복합 재료에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스, 수광 디바이스, 및 수발광 디바이스 등의 광 디바이스에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태는 발광 장치, 수광 장치, 및 수발광 장치 등의 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태는 발광 모듈, 수광 모듈, 수발광 모듈, 표시 모듈, 및 조명 모듈 등의 모듈에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태는 전자 기기 및 조명 장치에 관한 것이다.

[0002] 또한 본 발명의 일 형태는 상기 기술분야에 한정되지 않는다. 본 발명의 일 형태의 기술분야로서는 반도체 장치, 표시 장치, 발광 장치, 축전 장치, 기억 장치, 전자 기기, 조명 장치, 입력 장치(예를 들어 터치 센서), 입출력 장치(예를 들어 터치 패널), 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 일례로서 들 수 있다.

배경 기술

[0003] 유기 일렉트로루미네선스(EL: Electro Luminescence) 현상을 이용한 발광 디바이스(유기 EL 디바이스, 유기 EL 소자라고도 함)의 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 유기 EL 디바이스의 기본적인 구성은 한 쌍의 전극 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 층(이하, 발광층이라고도 기재함)을 끼운 것이다. 이 유기 EL 디바이스에 전압을 인가함으로써 발광성 유기 화합물로부터 발광을 얻을 수 있다.

[0004] 유기 EL 디바이스는 박형 경량화가 용이하고, 입력 신호에 대한 고속 응답이 가능하고, 직류 정전압 전원을 사용한 구동이 가능하다는 등의 특징을 가지므로 표시 장치에 적합하다.

[0005] 또한 유기 EL 디바이스는 막 형상으로 형성할 수 있기 때문에 면발광을 얻을 수 있다. 따라서 대면적의 발광

디바이스를 용이하게 형성할 수 있다. 이것은, LED(발광 다이오드)로 대표되는 점광원 및 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에 유기 EL 디바이스는 조명 장치 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0006] 유기 EL 디바이스에 있어서 광 추출 효율을 더 향상시키는 것이 요구되고 있다. 서로 인접한 층의 굴절률 차이 때문에 일어나는 반사에 의한 광 감쇠는 광 추출 효율을 저하시키는 요인 중 하나이다. 유기 EL 디바이스에서 굴절률이 낮은 재료를 사용함으로써 광 추출 효율을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 비특허문헌 1에는 굴절률이 낮은 층을 가지는 유기 EL 디바이스가 개시(開示)되어 있다.

[0007] 한편으로 유기 EL 디바이스에 사용하는 재료에 있어서 낮은 굴절률과 높은 신뢰성 또는 높은 내열성을 양립하는 것은 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 미국 특허출원공개공보 US2020/0176692호 명세서

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스, 수광 디바이스, 수발광 디바이스 등에 사용할 수 있는 신규 복합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스, 수광 디바이스, 수발광 디바이스 등에 사용할 수 있는 굴절률이 낮은 복합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스, 수광 디바이스, 수발광 디바이스 등에 사용할 수 있는 내열성이 높은 복합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 신규의 정공 주입층용 복합 재료, 정공 수송층용 복합 재료, 또는 전하 발생층용 복합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 굴절률이 낮은 정공 주입층용 복합 재료, 정공 수송층용 복합 재료, 또는 전하 발생층용 복합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 유기 화합물을 포함하며 굴절률이 낮은 정공 주입층용 복합 재료, 정공 수송층용 복합 재료, 또는 전하 발생층용 복합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

[0010] 본 발명의 일 형태는 발광 효율이 높은 발광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 광 추출 효율이 높은 발광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는, 수발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 수명이 긴 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 낮은 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

[0011] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 반드시 해결할 필요는 없는 것으로 한다. 명세서, 도면, 청구항의 기재에서 이들 이외의 과제를 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 형태는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물에 있어서 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율이 23% 이상 55% 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 복합 재료이다. 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인 것이 바람직하다.

[0013] 본 발명의 일 형태는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물의 유리 전이 온도가 90 °C 이상이고, 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 복합 재료이다.

[0014] 제 1 유기 화합물은 아민 화합물인 것이 바람직하고, 모노아민 화합물인 것이 더 바람직하다.

- [0015] 본 발명의 일 형태는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물이 모노아민 화합물이고, 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 복합 재료이다.
- [0016] 제 1 유기 화합물의 분자량은 650 이상 1200 이하인 것이 바람직하다.
- [0017] 제 1 유기 화합물은 트리아릴모노아민 화합물인 것이 바람직하다.
- [0018] 제 1 유기 화합물의 ¹H-NMR 측정 결과에 있어서 4ppm 미만의 시그널의 적분값은 4ppm 이상의 시그널의 적분값보다 큰 것이 바람직하다.
- [0019] 제 1 유기 화합물은 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소를 적어도 하나 가지는 것이 바람직하다.
- [0020] 제 1 유기 화합물은 탄소수 3 이상 8 이하의 알킬기 및 탄소수 6 이상 12 이하의 사이클로알킬기 중 적어도 한 쪽을 가지는 것이 바람직하다.
- [0021] 제 2 유기 화합물은 사이아노기를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0022] 제 2 유기 화합물의 LUMO 준위는 -5.0eV 이하인 것이 바람직하다.
- [0023] 제 2 유기 화합물은 제 1 유기 화합물에 대하여 전자 수용성을 가지는 것이 바람직하다.
- [0024] 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 구성의 복합 재료를 가지는 광 디바이스이다. 광 디바이스로서는 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수발광 디바이스 등을 들 수 있다. 본 발명의 일 형태의 복합 재료는 정공 주입층, 정공 수송층, 또는 전하 발생층 등에 사용할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 형태는 양극과, 음극과, 제 1 층을 가지고, 제 1 층이 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물에 있어서 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율이 23% 이상 55% 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 광 디바이스이다. 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인 것이 바람직하다.
- [0026] 본 발명의 일 형태는 양극과, 음극과, 제 1 층을 가지고, 제 1 층이 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물의 유리 전이 온도가 90℃ 이상이고, 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 광 디바이스이다.
- [0027] 본 발명의 일 형태는 양극과, 음극과, 제 1 층을 가지고, 제 1 층이 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물이 모노아민 화합물이고, 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 광 디바이스이다.
- [0028] 상술한 어느 구성의 광 디바이스는 제 2 층을 더 가지고, 제 2 층은 제 1 층과 음극 사이에 위치하고, 제 2 층은 제 1 유기 화합물을 가지는 것이 바람직하다. 제 2 층은 제 1 층과 접하는 것이 바람직하다.
- [0029] 상술한 어느 구성의 광 디바이스에서 제 1 층은 양극과 접하는 것이 바람직하다.
- [0030] 또는 상술한 어느 구성의 광 디바이스는 제 1 발광층과 제 2 발광층을 더 가지고, 제 1 층은 제 1 발광층과 제 2 발광층 사이에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0031] 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 구성의 광 디바이스와, 트랜지스터 및 기관 중 적어도 한쪽을 가지는 장치이다.
- [0032] 본 발명의 일 형태는 상기 장치와, 커넥터 및 집적 회로(IC) 중 적어도 한쪽을 가지는 모듈이다. 커넥터로서는 플렉시블 인쇄 회로 기관(Flexible Printed Circuit, 이하에서 FPC라고 기재함) 및 TCP(Tape Carrier Package) 등을 들 수 있다. IC는 COG(Chip On Glass) 방식 또는 COF(Chip On Film) 방식 등에 의하여 장치에 실장될 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태의 모듈은 커넥터 및 IC 중 한쪽만을 가져도 좋고 양쪽을 가져도 좋다.
- [0033] 본 발명의 일 형태는 상기 장치와, 안테나, 배터리, 하우징, 카메라, 스피커, 마이크로폰, 및 조작 버튼 중 적어도 하나를 가지는 전자 기기이다.
- [0034] 본 발명의 일 형태는 상술한 어느 구성의 광 디바이스와, 하우징, 커버, 및 지지대 중 적어도 하나를 가지고, 광 디바이스는 발광 디바이스인 조명 장치이다.

발명의 효과

- [0035] 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스, 수광 디바이스, 수발광 디바이스 등에 사용할 수 있는 신규 복합 재료를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스, 수광 디바이스, 수발광 디바이스 등에 사용할 수 있는 굴절률이 낮은 복합 재료를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 디바이스, 수광 디바이스, 수발광 디바이스 등에 사용할 수 있는 내열성이 높은 복합 재료를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 신규의 정공 수송층용 복합 재료, 정공 주입층용 복합 재료, 또는 전하 발생층용 복합 재료를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 굴절률이 낮은 정공 수송층용 복합 재료, 정공 주입층용 복합 재료, 또는 전하 발생층용 복합 재료를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 내열성이 높은 유기 화합물을 포함하며 굴절률이 낮은 정공 수송층용 복합 재료, 정공 주입층용 복합 재료, 또는 전하 발생층용 복합 재료를 제공할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일 형태에 의하여 발광 효율이 높은 발광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 광 추출 효율이 높은 발광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 내열성이 높은 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수발광 디바이스를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 수명이 긴 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수발광 디바이스를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에 의하여 소비 전력이 낮은 발광 디바이스, 수광 디바이스, 또는 수발광 디바이스를 제공할 수 있다.
- [0037] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 본 발명의 일 형태는 이들 효과 모두를 반드시 가질 필요는 없다. 명세서, 도면, 청구항의 기재에서 이들 이외의 효과를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1의 (A) 내지 (D)는 발광 디바이스의 일례를 나타낸 단면도이다.
- 도 2의 (A)는 발광 장치의 일례를 나타낸 상면도이다. 도 2의 (B) 및 (C)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이다.
- 도 3의 (A) 및 (C)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이다. 도 3의 (B)는 발광 디바이스의 일례를 나타낸 단면도이다.
- 도 4의 (A) 및 (B)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이다.
- 도 5의 (A)는 발광 장치의 일례를 나타낸 상면도이다. 도 5의 (B)는 발광 장치의 일례를 나타낸 단면도이다. 도 5의 (C) 및 (D)는 트랜지스터의 일례를 나타낸 단면도이다.
- 도 6의 (A) 및 (B)는 수광 디바이스의 일례를 나타낸 단면도이다. 도 6의 (C) 및 (D)는 수발광 장치의 일례를 나타낸 도면이다.
- 도 7의 (A) 내지 (C)는 표시 장치의 일례를 나타낸 도면이다.
- 도 8의 (A) 내지 (D)는 전자 기기의 일례를 나타낸 도면이다.
- 도 9의 (A) 내지 (F)는 전자 기기의 일례를 나타낸 도면이다.
- 도 10의 (A) 내지 (C)는 자동차의 일례를 나타낸 도면이다.
- 도 11의 (A) 내지 (E)는 전자 기기의 일례를 나타낸 도면이다.
- 도 12는 실시예의 발광 디바이스를 나타낸 단면도이다.
- 도 13은 dchPAF 및 PCBBiF의 굴절률의 측정 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 14는 실시예 1의 발광 디바이스의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 15는 실시예 1의 발광 디바이스의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 16은 실시예 1의 발광 디바이스의 전류-전압 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 17은 실시예 1의 발광 디바이스의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.

- 도 18은 실시예 1의 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- 도 19는 실시예 1의 발광 디바이스의 신뢰성 시험의 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 20은 mmtBumTPchPAF 및 PCBBiF의 굴절률의 측정 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 21은 실시예 2의 발광 디바이스의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 22는 실시예 2의 발광 디바이스의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 23은 실시예 2의 발광 디바이스의 전류-전압 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 24는 실시예 2의 발광 디바이스의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 25는 실시예 2의 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- 도 26은 실시예 2의 발광 디바이스의 신뢰성 시험의 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 실시형태에 대하여 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 통상의 기술자라면 쉽게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 이하에 기재하는 실시형태의 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0040] 또한 이하에서 설명하는 발명의 구성에서, 동일한 부분 또는 같은 기능을 가지는 부분에는 동일한 부호를 상이한 도면 사이에서 공통적으로 사용하고, 그 반복 설명은 생략한다. 또한 같은 기능을 가지는 부분을 가리키는 경우에는 해치 패턴을 동일하게 하고, 특별히 부호를 붙이지 않는 경우가 있다.
- [0041] 또한 도면에 나타낸 각 구성의 위치, 크기, 및 범위 등은 이해를 쉽게 하기 위하여 실제의 위치, 크기, 범위 등을 나타내지 않는 경우가 있다. 그러므로 개시된 발명은 반드시 도면에 개시된 위치, 크기, 및 범위 등에 한정되지 않는다.
- [0042] 또한 '막'이라는 용어와 '층'이라는 용어는 경우 또는 상황에 따라 서로 바꿀 수 있다. 예를 들어 '도전층'이라는 용어를 '도전막'이라는 용어로 변경할 수 있다. 또는 예를 들어 '절연막'이라는 용어를 '절연층'이라는 용어로 변경할 수 있다.
- [0043] (실시형태 1)
- [0044] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 대하여 설명한다.
- [0045] 본 발명의 일 형태의 복합 재료는 유기 EL 디바이스 등의 발광 디바이스의 정공 주입층, 정공 수송층, 전하 발생층 등에 사용할 수 있다.
- [0046] 본 발명의 일 형태의 복합 재료는 유기 포토다이오드 등의 수광 디바이스, 발광 및 수광의 양쪽 기능을 가지는 수발광 디바이스 등에서 캐리어 수송성 재료(정공 수송성 재료)로서 사용할 수 있다.
- [0047] 예를 들어 유기 EL 디바이스의 정공 주입층 및 전하 발생층에는 각각, 정공 수송성 재료와 상기 정공 수송성 재료에 대하여 전자 수용성을 가지는 재료를 포함하는 복합 재료를 사용할 수 있다. 이들 층이 정공 주입성 또는 전하 발생 기능을 가지기 위해서는, 복합 재료를 구성하는 재료 사이에 상호 작용이 일어나 전하 이동 착체가 형성될 필요가 있다.
- [0048] 여기서, 복합 재료가 전자 수용성을 가지는 재료를 많이 포함하면 가시 영역의 광이 흡수되어 유기 EL 디바이스의 발광 효율이 저하될 우려가 있다. 따라서 복합 재료는 전자 수용성을 가지는 재료보다 정공 수송성 재료를 많이 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들어 본 발명의 일 형태의 복합 재료에는, 정공 수송성 재료에 전자 수용성을 가지는 재료를 미량으로 첨가하는 구성을 적용할 수 있다.
- [0049] 또한 유기 EL 디바이스에 사용하는 재료의 굴절률을 낮게 함으로써 외부 양자 효율을 높일 수 있기 때문에 복합 재료의 굴절률은 낮은 것이 바람직하다. 복합 재료의 대부분을 차지하는 정공 수송성 재료의 굴절률을 낮게 함으로써 복합 재료의 굴절률을 낮게 할 수 있다.
- [0050] 굴절률이 낮은 재료를 얻기 위해서는 분자 내에 원자 굴절이 낮은 치환기를 도입하는 것이 바람직하다. 상기

치환기로서는 쇠식 포화 탄화수소기 및 고리식 포화 탄화수소기 등을 들 수 있다. 그러나 이들 치환기는 전자 수용성을 가지는 재료와의 상호 작용을 방해한다. 따라서, 정공 수송성 재료에 있어서 전자 수용성을 가지는 재료와의 상호 작용의 용이성과 낮은 굴절률을 양립시키는 것은 어렵다. 또한 이들 치환기는 캐리어 수송성의 발현도 방해한다. 따라서, 복합 재료를 포함하는 층의 높은 캐리어 수송성과 낮은 굴절률을 양립시키는 것도 어렵다고 할 수 있다.

[0051] 또한 유기 EL 디바이스의 신뢰성을 높이기 위하여, 유기 EL 디바이스에 사용하는 재료의 유리 전이 온도(Tg)는 높은 것이 바람직하다. 유리 전이 온도를 높게 하기 위해서는 재료의 분자량을 높이는 것이 요구된다. 내열성이 높고 신뢰성이 양호한 정공 수송성 재료를 얻기 위한 하나의 방법으로서, 불포화 탄화수소기, 특히 고리식 불포화 탄화수소기를 분자 내에 도입하는 것이 생각된다. 그러나, 분자량을 높이기 위하여 불포화 결합을 가지는 골격을 분자 내에 도입하면 재료의 굴절률이 높아진다. 이와 같이, 정공 수송성 재료에 있어서 높은 유리 전이 온도와 낮은 굴절률을 양립시키는 것도 어렵다. 또한 분자량을 높이기 위하여 포화 결합을 가지는 골격을 도입하면 전자 수용성을 가지는 재료와의 상호 작용이 더 억제된다.

[0052] 유기 EL 디바이스에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료 중에서도 굴절률이 낮은 재료의 하나로서 1,1-비스-(4-비스(4-메틸-페닐)-아미노-페닐)사이클로헥세인(약칭: TAPC)이 알려져 있다. TAPC를 사용함으로써 외부 양자 효율이 양호한 발광 디바이스를 얻을 수 있는 것이 기대된다.

[0053] 일반적으로, 높은 캐리어 수송성과 낮은 굴절률은 트레이드오프의 관계에 있다. 이는, 유기 화합물의 캐리어 수송성은 불포화 결합의 존재에 크게 의존하고, 불포화 결합을 많이 가지는 유기 화합물은 굴절률이 높은 경향이 있기 때문이다. TAPC는 캐리어 수송성과 낮은 굴절률이 절묘한 균형으로 이루어진 물질이다. 한편, TAPC와 같이 사이클로헥세인의 1,1-다이 치환 구조를 가지는 화합물에서는 사이클로헥세인의 하나의 탄소 위에 부피가 큰 치환기가 2개 삽입되어 있으므로 입체 반발이 커져 분자 자체의 불안정을 유발하기 때문에 신뢰성의 관점에서 불리하다는 문제가 있다. 또한 TAPC는 그 골격의 구성이 사이클로헥세인과 단순한 벤젠 고리로 이루어지기 때문에 유리 전이 온도가 85°C로 낮고 내열성에도 문제가 있다.

[0054] 상술한 바와 같이 정공 수송성 재료에 있어서, 전자 수용성을 가지는 재료와의 상호 작용의 용이성, 높은 캐리어 수송성, 및 낮은 굴절률을 겸비하면서 유리 전이 온도를 향상시켜 내열성을 높이는 것, 그리고 구동 시의 신뢰성을 높이는 것은 용이하지 않다. 발명자들은 이러한 트레이드오프를 극복하기 위하여, 유리 전이 온도가 높고 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소의 비율이 일정 범위 내에 있는 유기 화합물을 발견하였다. 또한 이러한 유기 화합물을 가지는 복합 재료는 정공 주입층용 복합 재료, 정공 수송층용 복합 재료, 및 전하 발생층용 복합 재료로서 유용하다는 것을 발견하였다.

[0055] 구체적으로는, 본 발명의 일 형태는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물에 있어서 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율이 23% 이상 55% 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 복합 재료이다.

[0056] 또는 본 발명의 일 형태는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물의 유리 전이 온도가 90°C 이상이고, 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 복합 재료이다.

[0057] 또는 본 발명의 일 형태는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물을 가지고, 제 1 유기 화합물이 모노아민 화합물이고, 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하이고, 제 2 유기 화합물이 플루오린을 포함하는 복합 재료이다.

[0058] 이들 복합 재료는 정공 수송층용 복합 재료, 정공 주입층용 복합 재료, 전하 발생층용 복합 재료 등으로서 사용할 수 있다.

[0059] [제 1 유기 화합물]

[0060] 제 1 유기 화합물에 있어서 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율은 23% 이상 55% 이하인 것이 바람직하다. sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소를 구성되는 치환기는 소위 쇠식 포화 탄화수소기 또는 고리식 포화 탄화수소기이기 때문에 원자 굴절이 낮다. 그러므로 제 1 유기 화합물의 굴절률을 낮게 할 수 있어 복합 재료의 굴절률도 낮게 할 수 있다.

[0061] 제 1 유기 화합물의 유리 전이 온도는 90°C 이상이 바람직하고, 95°C 이상이 더 바람직하고, 100°C 이상이 더욱 바람직하고, 110°C 이상이 더욱더 바람직하고, 120°C 이상이 나아가 더욱더 바람직하다.

- [0062] 제 1 유기 화합물은 고리식 포화 탄화수소기 또는 단단한 3급 탄화수소기를 가짐으로써, 유리 전이 온도를 높게 유지하고 내열성이 높은 재료로 할 수 있다. 일반적으로는 포화 탄화수소기, 특히 설페이드 포화 탄화수소기를 도입하면, 대응하는(예를 들어 탄소수가 동등한) 방향족기 또는 헤테로 방향족기에 비하여 화합물의 유리 전이 온도 및 용점이 낮아지는 경향이 있다. 유리 전이 온도가 낮아지면 유기 EL 재료로서 내열성이 저하되는 경우가 있다. 유기 EL 재료를 사용한 각종 디바이스는 사람의 생활에 있어서 다양한 환경하에서 안정적인 물성을 나타내는 것이 바람직하기 때문에, 동등한 특성을 나타내는 재료이면 유리 전이 온도가 더 높은 것이 바람직하다.
- [0063] 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인 것이 바람직하다. 또한 633nm는 굴절률의 측정에 일반적으로 사용되는 파장이다. 또한 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 청색 발광 영역의 파장(455nm 이상 465nm 이하)에서의 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하인 것이 바람직하다. 또한 재료가 이방성을 가지는 경우, 정상광에 대한 굴절률과 이상광에 대한 굴절률이 상이한 경우가 있다. 이 경우, 이방성 해석을 실시함으로써, 정상광 굴절률과 이상광 굴절률로 분리하여 각 굴절률을 산출할 수 있다. 또한 본 명세서에서는 측정된 재료에 정상광 굴절률과 이상광 굴절률의 양쪽이 존재한 경우, 정상광 굴절률을 지표로서 사용한다.
- [0064] 또한 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 굴절률로서, 상기 제 1 유기 화합물이 사용된 발광 디바이스가 방출하는 광의 피크 파장 또는 상기 발광 디바이스에 포함되는 발광 물질의 발광 피크 파장에서의 굴절률을 사용하여, 제 1 유기 화합물을 평가하여도 좋다. 이 경우에도, 제 1 유기 화합물로 이루어지는 층의 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하, 또는 1.45 이상 1.70 이하인 것이 바람직하다. 발광 디바이스가 방출하는 광의 피크 파장은, 컬러 필터 등 광을 조정하는 구조가 제공되어 있는 경우에는 상기 구조를 통과하기 전의 광의 피크 파장으로 한다. 또한 발광 물질의 발광 피크 파장은 용액 상태의 PL 스펙트럼으로 산출한다. 발광 디바이스의 EL층을 구성하는 유기 화합물의 비유전율은 3 정도이기 때문에, 발광 디바이스의 발광 스펙트럼과의 차이를 피하는 목적으로, 발광 중심 물질을 용액 상태로 하기 위한 용매의 비유전율은 실온에서 1 이상 10 이하인 것이 바람직하고, 2 이상 5 이하인 것이 더 바람직하다. 상기 용액으로서의 구체적으로는 헥세인, 벤젠, 톨루엔, 다이에틸에터, 아세트산 에틸, 클로로폼, 클로로벤젠, 및 다이클로로메테인을 들 수 있다. 또한 실온에서의 비유전율이 2 이상 5 이하이고, 용해성이 높고, 범용적인 용매가 더 바람직하고, 예를 들어 상기 용액으로서 톨루엔 또는 클로로폼을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0065] 제 1 유기 화합물은 아민 화합물인 것이 바람직하고, 모노아민 화합물인 것이 더 바람직하고, 트리아릴모노아민 화합물인 것이 더욱 바람직하다.
- [0066] 제 1 유기 화합물이 아민 화합물이면, 알킬기의 치환 위치에 의하여 최고 피점유 궤도(HOMO) 준위를 원하는 높이로 제어하기 쉬워지므로 바람직하다.
- [0067] 제 1 유기 화합물은 HOMO를 형성하는 평면과 동일한 평면 또는 그 근방에 알킬기가 결합되어 있는 것이 바람직하다. 즉, HOMO가 차폐되지 않는 위치에 알킬기를 배치하는 것이 바람직하다. 제 1 유기 화합물이 방향족 아민 화합물인 경우, HOMO를 형성하는 평면으로서는 질소가 결합되어 있는 방향족 고리의 평면을 들 수 있다. 상기 알킬기로서는 tert-부틸기 또는 사이클로헥실기가 바람직하다.
- [0068] 제 1 유기 화합물은 HOMO의 에너지를 더 불안정화시키는 결합 위치에 전자 공여기로서 기능하는 알킬기를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 트라이페닐아민의 질소 원자의 파라 위치에 알킬기를 가지는 것이 바람직하다. 이에 의하여 제 1 유기 화합물의 HOMO 준위를 높게(얕게) 할 수 있다.
- [0069] 제 1 유기 화합물은 캐리어 수송성이 높은 골격을 가지는 것이 바람직하고, 그 중에서도 방향족 아민 골격은 정공 수송성이 높아 바람직한 골격이다. 캐리어 수송성을 더 향상시키기 위하여 아민 골격을 2개 도입하는 수단도 있다. 그러나 상술한 TAPC와 같이, 그 주변에 배치되는 치환기에 따라서는, 다이아민 구조는 신뢰성에 대하여 불리하게 작용하는 경우도 있다.
- [0070] 트레이드오프를 극복하고 전자 수용성을 가지는 재료와의 상호 작용의 용이성, 높은 캐리어 수송성, 낮은 굴절률, 그리고 높은 신뢰성을 겸비하는 화합물로서, 발명자들은 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소의 비율이 일정 범위 내에 있는 모노아민 화합물을 발견하였다. 특히 상기 모노아민 화합물은 일반적인 굴절률을 가지는 종래의 정공 수송성 재료와 동등한 양호한 신뢰성을 가지는 재료이다. 또한 상기 모노아민 화합물의 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소를 가지는 치환기(알킬기 및 사이클로알킬기 등)의 수 및 치환 위치 중 한쪽 또는 양쪽을 조정함으로써 특성이 더 양호한 재료로 할 수 있다. 모노아민 화합물에 있어서 포화 탄화수소기에 결합하는 방향족기의 수를 제한하고 입체적인 반발을 작게 함으로써, 분자의 안정성을 향상시킬 수

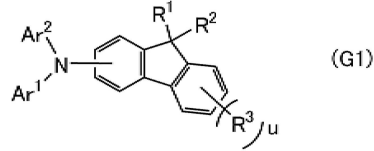
있다. 이로써 수명이 양호한 광 디바이스를 얻을 수 있다.

- [0071] 제 1 유기 화합물의 분자량은 650 이상 1200 이하인 것이 바람직하다. 이에 의하여 제 1 유기 화합물의 내열성을 높일 수 있다.
- [0072] 제 1 유기 화합물의 ¹H-NMR 측정 결과에 있어서 4ppm 미만의 시그널의 적분값은 4ppm 이상의 시그널의 적분값보다 큰 것이 바람직하다.
- [0073] 4ppm 미만의 시그널은 쇠식 또는 고리식 포화 탄화수소기의 수소를 반영하고 있고, 이것이 4ppm 이상의 시그널의 적분값보다 크다는 것은 포화 탄화수소기를 구성하는 수소 원자의 수가 불포화 탄화수소를 구성하는 수소 원자의 수보다 많다는 것을 의미한다. 이로부터 분자에서의 sp³ 탄소의 비율을 추량할 수 있다. 여기서, 불포화 탄화수소기의 탄소는 수소와 결합될 수 있는 결합손이 더 적고, 예를 들어 벤젠과 사이클로헥세인을 비교하면, C₆H₆과 C₆H₁₂로 차이가 있다. 이 차이를 고려하면, ¹H-NMR로 측정된 결과에 있어서 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값보다 크다는 것은, 즉 분자를 구성하는 탄소 중에서 포화 탄화수소기에 포함되는 탄소 원자가 전체의 약 3분의 1 존재하는 것을 나타낸다. 결과적으로, 제 1 유기 화합물은 굴절률이 낮은 유기 화합물이고, 정공 수송성 재료 및 복합 재료로서 적합하게 이용할 수 있다.
- [0074] 제 1 유기 화합물의 일례로서는, 제 1 방향족기, 제 2 방향족기, 및 제 3 방향족기를 가지고, 제 1 방향족기, 제 2 방향족기, 및 제 3 방향족기가 동일한 질소 원자에 직접 결합되어 있는 모노아민 화합물을 들 수 있다.
- [0075] 모노아민 화합물은 적어도 하나의 플루오렌 골격을 가지면 정공 수송성이 양호해지므로 바람직하다. 따라서 상술한 제 1 방향족기, 제 2 방향족기, 및 제 3 방향족기 중 어느 하나 또는 복수가 플루오렌 골격인 것이 바람직하다. 또한 상기 플루오렌 골격이 아민의 질소 원자와 직접 결합되어 있는 것은 분자의 HOMO 준위를 높게 하는 것에 기여하고, 정공의 수수를 용이하게 할 수 있다.
- [0076] 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기는 각각 독립적으로 1 이상 3 이하의 벤젠 고리를 가진다. 또한 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기는 모두 탄화수소기인 것이 바람직하다. 즉 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기는 각각 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기, 또는 나프틸페닐기인 것이 바람직하다. 또한 제 1 방향족기 또는 제 2 방향족기가 터페닐기이면 유리 전이 온도가 향상되어 내열성이 양호해지므로 바람직하다.
- [0077] 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기가 각각 2개 또는 3개의 벤젠 고리를 가지는 경우, 상기 2개 또는 3개의 벤젠 고리는 서로 결합되어 있는 것이 바람직하다. 또한 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기 중 한쪽 또는 양쪽이 2개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기, 즉 바이페닐기 또는 터페닐기이면 유리 전이 온도가 향상되어 내열성이 양호해지므로 바람직하고, 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기는 각각 독립적으로 바이페닐기 또는 터페닐기인 것이 더 바람직하다.
- [0078] 또한 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기 중 한쪽 또는 양쪽은 탄소가 sp³ 혼성 궤도로만 결합을 형성하고 있는 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소기를 하나 또는 복수로 가지는 것이 바람직하다. 상기 탄화수소기로서는 탄소수 3 이상 8 이하의 알킬기 및 탄소수 6 이상 12 이하의 사이클로알킬기가 바람직하다.
- [0079] 제 1 방향족기 또는 제 2 방향족기에 결합된 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 합계는 6개 이상이다. 또한 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기에 결합된 모든 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 합계는 8개 이상, 바람직하게는 12개 이상이다. 원자 굴절이 낮은 상기 탄화수소기가 이와 같이 결합됨으로써, 상기 모노아민 화합물은 굴절률이 낮은 유기 화합물이 될 수 있다.
- [0080] 또한 탄소 원자의 불포화 결합에서 유래하는 π 전자가 많을수록 캐리어를 수송하는 데 유리하다. 제 1 방향족기 및 제 2 방향족기에 결합된 모든 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 합계는 캐리어 수송성을 양호하게 유지하기 위하여 36개 이하인 것이 바람직하고, 30개 이하인 것이 더 바람직하다.
- [0081] 제 3 방향족기는 치환 또는 비치환된 단일 고리, 혹은 치환 또는 비치환된 삼중 고리(tricyclic ring) 이하의 축합 고리이다. 축합 고리의 고리수가 증가하면 굴절률은 증가하는 경향이 있다. 또한 축합 고리의 고리수가 증가하면 가시 영역의 광의 흡수 및 발광이 관측된다. 따라서 축합 고리를 삼중 고리 이하로 함으로써, 굴절률을 낮게 유지하고 또한 흡수 및 발광의 영향이 작은 재료로 할 수 있다. 또한 제 3 방향족기는 굴절률을 낮게 유지하기 위하여, 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 이상 13 이하인 것이 바람직하다. 제 3 방향족기로서는 구체적으로 벤젠 고리, 나프탈렌 고리, 플루오렌 고리, 및 아세나프틸렌 고리 등을 들 수 있다. 특히 정공 수송성이 양호해진다는 관점에서, 제 3 방향족기는 플루오렌 고리를 포함하는 것이 바람직하고, 플루오렌 고리인 것이

더 바람직하다.

[0082] 예를 들어 제 1 유기 화합물로서, 일반식(G1) 내지 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 화합물을 사용할 수 있다. 일반식(G1) 내지 일반식(G4)으로 나타내어지는 유기 화합물은 모노아민 화합물의 일례 및 트리아릴모노아민 화합물의 일례라고 할 수 있다.

[0083] [화학식 1]



[0084]

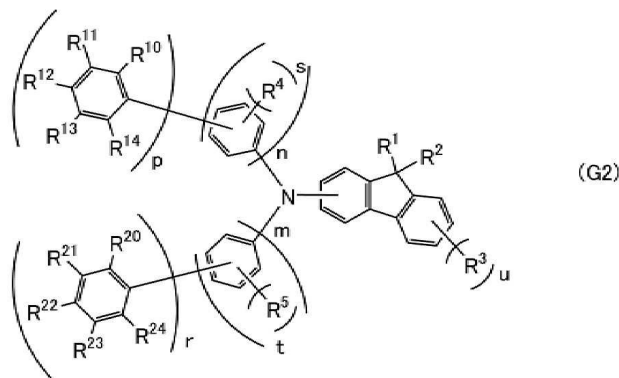
[0085] 일반식(G1)에서 Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 벤젠 고리, 혹은 각각 치환 또는 비치환된 2 개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기를 나타낸다. 다만 Ar¹ 및 Ar² 중 한쪽 또는 양쪽은 탄소가 sp³ 혼성 궤도로만 결합을 형성하고 있는 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소기를 하나 또는 복수로 가지고, Ar¹ 및 Ar²에 결합된 모든 탄화수소기에 포함되는 탄소의 합계는 8개 이상이고, 또한 Ar¹ 및 Ar² 중 어느 한쪽에 결합된 모든 탄화수소기에 포함되는 탄소의 합계는 6개 이상이다. R¹ 내지 R³은 각각 독립적으로 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기를 나타내고, u는 0 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0086] Ar¹ 및 Ar²로서는 구체적으로는 각각 치환 또는 비치환된 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기, 나프틸페닐기 등을 들 수 있다.

[0087] 탄소가 sp³ 혼성 궤도로만 결합을 형성하고 있는 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소기로서는 탄소수 3 이상 8 이하의 알킬기 및 탄소수 6 이상 12 이하의 사이클로알킬기가 바람직하다. 구체적으로는 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 아이소뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 네오펜틸기, 헥실기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 네오헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 사이클로헥실기, 4-메틸사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 사이클로데실기, 데카하이드로나프틸기, 사이클로운데실기, 및 사이클로도데실기 등을 들 수 있다. 특히, tert-뷰틸기, 사이클로헥실기, 및 사이클로도데실기가 바람직하다.

[0088] 또한 탄화수소기로서 Ar¹ 또는 Ar²에 탄소수 1 또는 2의 직쇄 알킬기가 복수로 결합되는 경우, 상기 직쇄 알킬기들이 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0089] [화학식 2]

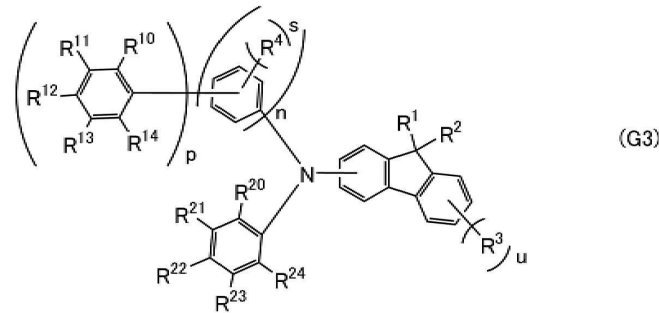


[0090]

[0091] 일반식(G2)에서 n, m, p, 및 r는 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고, s, t, 및 u는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 n+p 및 m+r는 각각 독립적으로 2 또는 3이다. R¹ 내지 R³은 각각 독립적으로 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기를 나타내고, R⁴ 및 R⁵는 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수 1 이상 3 이하의 탄

화수소기를 나타내고, R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소, 또는 탄소가 sp^3 혼성 궤도로만 결합을 형성하고 있는 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소기를 나타낸다. 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 포함되는 탄소의 합계는 8개 이상이고, 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 중 어느 한쪽에 포함되는 탄소의 합계가 6개 이상이다. R^1 및 R^2 는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋고, R^4 , R^5 , R^{10} 내지 R^{14} , 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 인접한 기가 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0092] [화학식 3]



[0093]

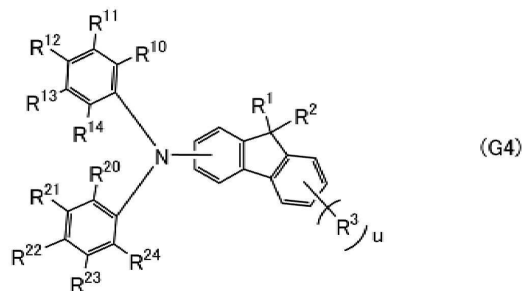
[0094] 일반식(G3)에서 n 및 p 는 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고, s 및 u 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수를 나타낸다. 또한 $n+p$ 는 2 또는 3이다. R^1 내지 R^3 은 각각 독립적으로 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기를 나타내고, R^4 는 수소 또는 탄소수 1 이상 3 이하의 탄화수소기를 나타내고, R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소, 또는 탄소가 sp^3 혼성 궤도로만 결합을 형성하고 있는 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소기를 나타낸다. 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 포함되는 탄소의 합계는 8개 이상이고, 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 중 어느 한쪽에 포함되는 탄소의 합계가 6개 이상이다. 또한 R^1 및 R^2 는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋고, R^4 , R^{10} 내지 R^{14} , 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 인접한 기가 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0095] 일반식(G2) 및 일반식(G3)에서 탄소수 1 이상 3 이하의 탄화수소기로서는 메틸기, 에틸기, 및 프로필기 등을 들 수 있다. 탄소수 1 이상 4 이하의 탄화수소기로서는 상술한 것에 더하여 뷰틸기를 들 수 있다.

[0096] 일반식(G2) 및 일반식(G3)에서 n 이 2인 경우, 2개의 페닐렌기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 마찬가지로 m , p , 및 r 중 어느 것이 2인 경우에도 2개의 페닐렌기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0097] 또한 s , t , 및 u 는 각각 독립적으로 0인 것이 바람직하다. 또한 s 가 2 이상 4 이하의 정수인 경우에 복수의 R^4 는 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋고, t 가 2 이상 4 이하의 정수인 경우에 복수의 R^5 는 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋고, u 가 2 이상 4 이하의 정수인 경우에 복수의 R^3 은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0098] [화학식 4]



[0099]

[0100] 일반식(G4)에서 u 는 0 이상 4 이하의 정수를 나타내고, R^1 내지 R^3 은 각각 독립적으로 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기를 나타내고, R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소, 또는 탄소가 sp^3 혼성 궤도로만 결합

을 형성하고 있는 탄소수 1 이상 12 이하의 탄화수소기를 나타낸다. 또한 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴에 포함되는 탄소의 합계는 8개 이상이고, 또한 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴ 중 어느 한쪽에 포함되는 탄소의 합계가 6개 이상이다. 또한 R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋고, R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴는 인접한 기가 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0101] u는 0인 것이 바람직하다. 또한 u가 2 이상 4 이하의 정수인 경우, 복수의 R³은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0102] 일반식(G2) 내지 일반식(G4)에서 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴는 각각 독립적으로 수소, tert-부틸기, 및 사이클로헥실기 중 어느 것이면 굴절률을 낮게 할 수 있어 바람직하다. 또한 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 중 적어도 3개 및 R²⁰ 내지 R²⁴ 중 적어도 3개가 수소이면 캐리어 수송성을 저해하기 어려워 바람직하다.

[0103] 또한 제 1 유기 화합물의 일례로서는, 적어도 하나의 방향족기를 가지고, 상기 방향족기는 제 1 벤젠 고리 내지 제 3 벤젠 고리와 적어도 3개의 알킬기를 가지는 아릴아민 화합물을 들 수 있다. 또한 제 1 벤젠 고리 내지 제 3 벤젠 고리는 이 순서대로 결합되어 있고, 제 1 벤젠 고리가 아민의 질소 원자에 직접 결합되어 있는 것으로 한다.

[0104] 제 1 벤젠 고리는 치환 또는 비치환된 페닐기를 더 가져도 좋고, 비치환된 페닐기를 가지는 것이 바람직하다. 또한 제 2 벤젠 고리 또는 제 3 벤젠 고리가 알킬기로 치환된 페닐기를 가져도 좋다.

[0105] 또한 상기 제 1 벤젠 고리 내지 상기 제 3 벤젠 고리 중 2개 이상의 벤젠 고리, 바람직하게는 모든 벤젠 고리의 1위치 및 3위치의 탄소는 수소와 직접 결합되지 않고, 상술한 제 1 벤젠 고리 내지 제 3 벤젠 고리, 상술한 알킬기로 치환된 페닐기, 상술한 적어도 3개의 알킬기, 및 상술한 아민의 질소 원자 중 어느 것과 결합되어 있는 것으로 한다.

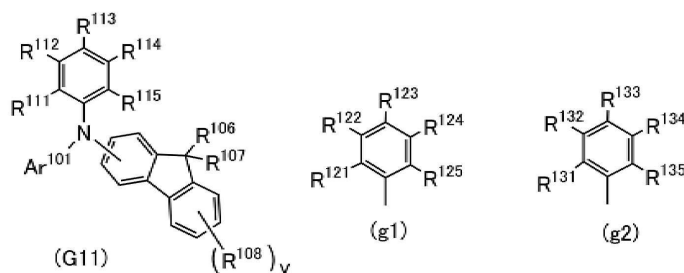
[0106] 또한 상기 아릴아민 화합물은 제 2 방향족기를 더 가지는 것이 바람직하다. 제 2 방향족기로서는 비치환된 단일 고리, 혹은 치환 또는 비치환된 삼중 고리 이하의 축합 고리를 가지는 기가 바람직하고, 그 중에서도 치환 또는 비치환된 삼중 고리 이하의 축합 고리이고 축합 고리가 고리를 형성하는 탄소의 수가 6 이상 13 이하인 축합 고리를 가지는 기인 것이 더 바람직하고, 플루오렌 고리를 가지는 기인 것이 더욱 바람직하다. 또한 제 2 방향족기로서는 다이메틸플루오렌일기가 바람직하다.

[0107] 또한 상기 아릴아민 화합물은 제 3 방향족기를 더 가지는 것이 바람직하다. 제 3 방향족기는 각각 치환 또는 비치환된 1개 내지 3개의 벤젠 고리를 가진다.

[0108] 상술한 적어도 3개의 알킬기, 페닐기에 치환하는 알킬기는 탄소수 2 이상 5 이하의 쇠식 알킬기인 것이 바람직하고, 탄소수 3 이상 5 이하의 분기를 가지는 쇠식 알킬기가 더 바람직하고, t-부틸기가 더욱 바람직하다.

[0109] 예를 들어 제 1 유기 화합물로서 일반식(G11) 내지 일반식(G13)으로 나타내어지는 유기 화합물을 사용할 수 있다. 일반식(G11) 내지 일반식(G13)으로 나타내어지는 유기 화합물은 모노아민 화합물의 일례 및 트리아릴모노아민 화합물의 일례라고 할 수 있다.

[0110] [화학식 5]



[0111]

[0112] 일반식(G11)에서 Ar¹⁰¹은 치환 또는 비치환된 벤젠 고리, 혹은 치환 또는 비치환된 2개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기를 나타내고, R¹⁰⁶ 내지 R¹⁰⁸은 각각 독립적으로 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기를 나타내고,

v는 0 이상 4 이하의 정수를 나타내고, R^{111} 내지 R^{115} 중 하나는 일반식(g1)으로 나타내어지는 치환기를 나타내고, 그 외에는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다. 또한 R^{111} 내지 R^{115} 에서 치환 또는 비치환된 페닐기의 개수는 1개 이하이다. 또한 상기 페닐기는 비치환인 것이 바람직하다. 또한 상기 페닐기가 치환기를 가지는 경우, 상기 치환기는 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기이다.

[0113] Ar^{101} 로서는 구체적으로는 각각 치환 또는 비치환된 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기, 나프틸페닐기 등을 들 수 있다.

[0114] 또한 v가 2 이상인 경우, 복수의 R^{108} 은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0115] 일반식(g1)에서 R^{121} 내지 R^{125} 중 하나는 일반식(g2)으로 나타내어지는 치환기를 나타내고, 그 외에는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기, 및 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기로 치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0116] 일반식(g2)에서 R^{131} 내지 R^{135} 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기, 및 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기로 치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0117] R^{111} 내지 R^{115} , R^{121} 내지 R^{125} , 및 R^{131} 내지 R^{135} 중 적어도 3개 이상이 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기이다. 이에 의하여, 상기 일반식(G11)으로 나타내어지는 유기 화합물을 굴절률이 낮은 아릴아민 화합물로 할 수 있다.

[0118] R^{121} 내지 R^{125} 및 R^{131} 내지 R^{135} 에서의 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기로 치환된 페닐기는 하나 이하, 즉 R^{121} 내지 R^{125} 및 R^{131} 내지 R^{135} 중에서 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기로 치환된 페닐기는 1 또는 0인 것으로 한다.

[0119] 또한 R^{112} 및 R^{114} , R^{122} 및 R^{124} , 그리고 R^{132} 및 R^{134} 의 3개의 조합 중 적어도 2개의 조합에서, 적어도 한쪽의 R가 수소 이외인 것으로 한다. 즉, R^{112} 및 R^{114} 를 가지는 벤젠 고리, R^{122} 및 R^{124} 를 가지는 벤젠 고리, 그리고 R^{132} 및 R^{134} 를 가지는 벤젠 고리 중 2개 이상의 벤젠 고리에서, 각각이 가지는 메타 위치의 탄소의 적어도 하나가 수소가 아닌, 즉 치환기를 가진다. 또한 이때, R^{112} , R^{114} , R^{122} , 및 R^{124} 중 적어도 하나가 수소 이외이고, 또한 R^{132} 및 R^{134} 중 적어도 한쪽이 수소 이외인 것이 바람직하다.

[0120] 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기로서는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 및 아이소뷰틸기 등을 들 수 있고, tert-뷰틸기가 특히 바람직하다.

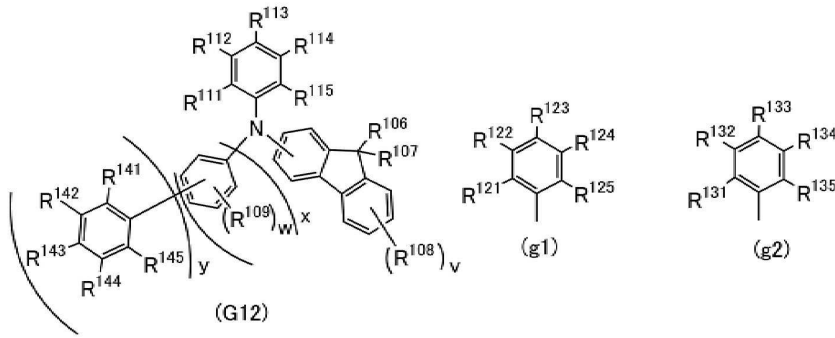
[0121] 벤젠 고리 또는 페닐기가 치환기를 가지는 경우, 상기 치환기로서는 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기, 탄소수 5 이상 12 이하의 사이클로알킬기를 사용할 수 있다.

[0122] 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기로서는, 굴절률을 낮추는 관점에서 탄소수 2 이상의 쇠식 알킬기가 바람직하고, 캐리어 수송성을 확보하는 관점에서 탄소수 5 이하의 쇠식 알킬기가 바람직하다. 또한 굴절률을 저하시키는 효과는 탄소수 3 이상의 분기를 가지는 쇠식 알킬기에서 현저하다. 즉, 상기 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기로서는 탄소수 2 이상 5 이하의 쇠식 알킬기가 바람직하고, 탄소수 3 이상 5 이하의 분기를 가지는 쇠식 알킬기가 더 바람직하다. 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기로서는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 아이소뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 및 헥실기 등을 들 수 있고, tert-뷰틸기가 특히 바람직하다.

[0123] 탄소수 5 이상 12 이하의 사이클로알킬기로서는 사이클로헥실기, 4-메틸사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 사이클로데실기, 데카하이드로나프틸기, 사이클로운데실기, 및 사이클로도데실기 등을 들 수 있고, 굴절률을 낮추기 위하여 탄소수 6 이상의 사이클로알킬기가 바람직하고, 특히 사이클로헥실기 및 사이클로도데실기가 바람직하다.

[0124] 일반식(G12)은 일반식(G11)에서 Ar^{101} 이 치환 또는 비치환된 2개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기인 예이다. 따라서 일반식(G11)과 같은 부분에 대해서는 설명을 생략하는 경우가 있다.

[0125] [화학식 6]



[0126]

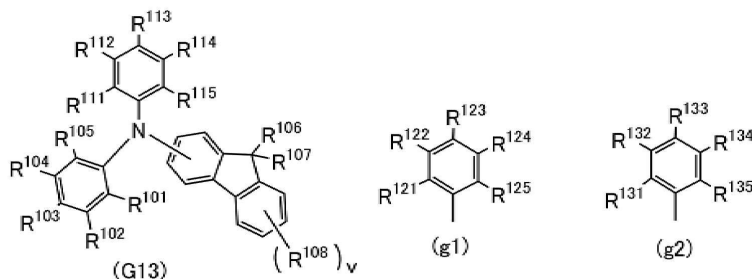
[0127] 일반식(G12)에서 R¹⁰⁶ 내지 R¹⁰⁹는 각각 독립적으로 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기를 나타내고, v 및 w는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수를 나타내고, x 및 y는 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고, x+y는 2 또는 3이다. x 및 y는 모두 1이 바람직하다. R¹⁴¹ 내지 R¹⁴⁵는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기, 및 탄소수 5 이상 12 이하의 사이클로알킬기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0128] 또한 v가 2 이상인 경우, 복수의 R¹⁰⁸은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 마찬가지로 w가 2 이상인 경우, 복수의 R¹⁰⁹는 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0129] x가 2인 경우, 2개의 페닐렌기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 y가 2인 경우, 2개의 페닐기가 가지는 치환기의 종류 및 치환기의 개수는 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0130] 일반식(G13)은 일반식(G11)에서 Ar¹⁰¹이 치환 또는 비치환된 하나의 벤젠 고리인 예이다. 따라서 일반식(G11)과 같은 부분에 대해서는 설명을 생략하는 경우가 있다.

[0131] [화학식 7]



[0132]

[0133] 일반식(G13)에서 R¹⁰¹ 내지 R¹⁰⁵는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 이상 6 이하의 알킬기, 탄소수 6 이상 12 이하의 사이클로알킬기, 및 치환 또는 비치환된 페닐기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0134] R¹⁰¹ 내지 R¹⁰⁵ 중 R¹⁰³이 사이클로헥실기이고 나머지 모두가 수소인 것이 바람직하다. 또한 R¹⁰¹ 내지 R¹⁰⁵ 중 R¹⁰¹이 비치환된 페닐기이고 나머지 모두가 수소이면 정공 수송성이 향상되므로 바람직하다.

[0135] 제 1 유기 화합물로서 사용할 수 있는 유기 화합물로서는, 구체적으로는 N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAF), N-[(3',5'-다이삼차뷰틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBichPAF), N-(3,3'',5,5''-테트라-t-뷰틸-1,1':3',1''-터페닐-5'-일)-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPchPAF), N-[(3,3',5'-t-뷰틸)-1,1'-바이페닐-5-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumBichPAF), N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[(3,3',5'-트라이-t-뷰틸)-1,1'-바이페닐-5-일]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumBioFbi), N-(4-tert-뷰틸페닐)-N-(3,3'',5,5''-테트라-t-뷰틸-1,1':3',1''-터페닐-5'-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPtBuPAF), N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(3,3'',5,5''-테트라-t-뷰틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPoFbi-02), N-(4-사이클로헥

실페닐)-N-(3,3',5',5'-테트라-t-뷰틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPchPAF-02), N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(3',5',5''-트라이-t-뷰틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPoFBi-03), 및 N-(4-사이클로헥실페닐)-N-(3',5',5''-트라이-t-뷰틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPchPAF-03) 등을 들 수 있다. 또한 이들 유기 화합물의 합성 방법에 대해서는 참조예에서 자세히 설명한다.

- [0136] [제 2 유기 화합물]
- [0137] 상술한 바와 같이 제 2 유기 화합물은 플루오린을 포함한다. 제 2 유기 화합물은 특히 사이아노기를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0138] 제 2 유기 화합물은 제 1 유기 화합물에 대하여 전자 수용성을 가지는 것이 바람직하다. 그러기 위해서는 제 2 유기 화합물의 최저 공궤도(LUMO) 준위는 -5.0eV 이하인 것이 바람직하다.
- [0139] 본 발명의 일 형태의 복합 재료에서의 제 2 유기 화합물의 질량 퍼센트 농도는 10wt% 이하가 바람직하고, 5wt% 이하가 더 바람직하다. 또는 본 발명의 일 형태의 복합 재료에서의 제 2 유기 화합물의 부피 퍼센트 농도는 10vol% 이하가 바람직하고, 5vol% 이하가 더 바람직하고, 3vol% 이하가 더욱 바람직하다. 제 2 유기 화합물의 농도를 낮게 함으로써 가시 영역의 광의 흡수를 억제할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 발광 디바이스에서 발광 효율을 높일 수 있다. 또한 발광 장치가 가지는 복수의 발광 디바이스에 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 포함하는 층을 공통적으로 형성한 경우, 크로스토크가 발생하는 것을 억제할 수 있다.
- [0140] 제 2 유기 화합물로서는, 구체적으로는 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라사이아노-나프토퀴노다이메테인(약칭: F₆-TCNNQ), 및 2-(7-다이사이아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-피렌-2-일리덴)말로노나이트릴 등을 들 수 있다. 또한 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높으므로 바람직하고, 구체적으로는 a, a', a''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], a, a', a''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], 및 a, a', a''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 들 수 있다.
- [0141] 이상과 같이 본 실시형태의 복합 재료는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 상호 작용이 강하고, 굴절률이 낮고, 내열성이 높다. 따라서 발광 디바이스의 광 추출 효율을 높일 수 있다. 또한 전류-전압 특성이 양호한 광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 광 디바이스의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0142] 본 실시형태는 다른 실시형태 및 실시예와 적절히 조합할 수 있다. 또한 본 명세서에서 하나의 실시형태에 복수의 구성예가 제시되는 경우에는 구성예를 적절히 조합할 수 있다.
- [0143] (실시형태 2)
- [0144] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 도 1을 사용하여 설명한다. 본 실시형태에서는 가시광 또는 근적외광을 방출하는 기능을 가지는 발광 디바이스에 대하여 설명한다.
- [0145] [발광 디바이스의 구성예]
- [0146] <<발광 디바이스의 기본적인 구조>>
- [0147] 도 1의 (A) 내지 (D)에 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 가지는 발광 디바이스의 일례를 나타내었다.
- [0148] 도 1의 (A)에 나타난 발광 디바이스는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 EL층(103)이 끼워진 구조(싱글 구조)를 가진다. EL층(103)은 적어도 발광층을 가진다. EL층(103)은 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어 차단층, 여기자 차단층, 및 전하 발생층 등의 다양한 층 중 하나 또는 복수의 층을 더 가질 수 있다.
- [0149] 도 1의 (B)에 EL층(103)의 적층 구조의 일례를 나타내었다. 본 실시형태에서는 제 1 전극(101)이 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(102)이 음극으로서 기능하는 경우를 예로 들어 설명한다. EL층(103)은 제 1 전극(101) 위에 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115)이 순차적으로 적층된 구조를 가진다. 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115)은 각각 단층 구조이어도 좋고, 적층 구조이어도 좋다. 제 1 전극(101)이 음극이고, 제 2 전극(102)이 양

극인 경우, 적층 순서는 반대가 된다.

- [0150] 발광 디바이스는 한 쌍의 전극 사이에 복수의 EL층을 가져도 좋다. 예를 들어 발광 디바이스는 n층(n은 2 이상의 정수임)의 EL층을 가지고, 제 (n-1) 층의 EL층과 제 n 층의 EL층 사이에 전하 발생층(104)을 가지는 것이 바람직하다.
- [0151] 도 1의 (C)에, 한 쌍의 전극 사이에 2층의 EL층(EL층(103a, 103b))을 가지는 탠덤 구조의 발광 디바이스를 나타내었다. 또한 도 1의 (D)에, 3층의 EL층(EL층(103a, 103b, 103c))을 가지는 탠덤 구조의 발광 디바이스를 나타내었다.
- [0152] EL층(103a, 103b, 103c)은 각각 적어도 발광층을 가진다. 도 1의 (C), (D)에 나타난 탠덤 구조와 같이, 복수의 EL층을 가지는 경우에도 각 EL층에 도 1의 (B)에 나타난 EL층(103)과 같은 적층 구조를 적용할 수 있다. EL층(103a, 103b, 103c)은 각각 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115) 중 1종류 또는 복수 종류의 층을 가질 수 있다.
- [0153] 도 1의 (C)에 나타난 전하 발생층(104)은 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 전압이 인가되었을 때, EL층(103a) 및 EL층(103b) 중 한쪽에 전자를 주입하고, 다른 쪽에 정공(홀)을 주입하는 기능을 가진다. 따라서, 도 1의 (C)에서 제 1 전극(101)의 전위가 제 2 전극(102)의 전위보다 높게 되도록 전압을 인가하면 전하 발생층(104)으로부터 EL층(103a)에 전자가 주입되고, EL층(103b)에 정공이 주입된다.
- [0154] 또한 전하 발생층(104)은 광 추출 효율의 관점에서 가시광 또는 근적외광을 투과시키는(구체적으로는, 전하 발생층(104)의 가시광 또는 근적외광 투과율이 40% 이상인) 것이 바람직하다. 또한 전하 발생층(104)은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 한쪽 또는 양쪽보다 도전율이 낮아도 기능한다.
- [0155] 또한 EL층들이 접촉하여 제공됨으로써 이들 사이에 전하 발생층(104)과 같은 구성이 형성되는 경우에는, 전하 발생층을 개재(介)하지 않고 EL층들이 접촉하여 제공될 수 있다. 예를 들어 EL층의 한쪽 면에 전하 발생 영역이 형성되는 경우, 그 면과 접촉하여 EL층을 제공할 수 있다.
- [0156] 탠덤 구조의 발광 디바이스는 싱글 구조의 디바이스와 비교하여 전류 효율이 높고 동일한 휘도로 발광시킬 때 필요한 전류가 적다. 그래서 발광 디바이스의 수명이 길어, 발광 장치 및 전자 기기의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0157] 발광층(113)은 발광 물질과 복수의 물질을 적절히 조합하여 가지므로, 원하는 파장의 형광 발광 또는 인광 발광을 얻을 수 있는 구성으로 할 수 있다. 또한 발광층(113)을 발광 파장이 상이한 층의 적층 구조로 하여도 좋다. 또한 이 경우 적층된 각 발광층에 사용되는 발광 물질 및 기타 물질로서 각각 상이한 재료를 사용하여도 좋다. 또한 도 1의 (C), (D)에 나타난 EL층(103a, 103b, 103c)은 서로 상이한 파장의 광을 방출하는 구성을 가져도 좋다. 이 경우에도 각 발광층에 사용되는 발광 물질 및 기타 물질을 상이한 재료로 할 수 있다. 예를 들어 도 1의 (C)에서, EL층(103a)이 적색과 녹색의 광을 방출하는 구성으로 하고, EL층(103b)이 청색광을 방출하는 구성으로 함으로써, 발광 디바이스 전체로서 백색 발광하는 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 하나의 발광 디바이스는 같은 색을 나타내는 발광층 또는 EL층을 복수로 가져도 좋다. 예를 들어 도 1의 (D)에서, EL층(103a)이 제 1 청색광을 방출하는 구성으로 하고, EL층(103b)이 황색, 황록색, 또는 녹색의 광과 적색광을 방출하는 구성으로 하고, EL층(103c)이 제 2 청색광을 방출하는 구성으로 함으로써, 발광 디바이스 전체로서 백색 발광하는 발광 디바이스를 얻을 수 있다.
- [0158] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서 EL층에서 얻어진 발광을 한 쌍의 전극 사이에서 공진시킴으로써, 얻어지는 발광을 강화하는 구성으로 하여도 좋다. 예를 들어 도 1의 (B)에서 제 1 전극(101)을 반사 전극으로 하고 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로 하여 미소 광공진기(마이크로캐비티) 구조를 형성함으로써, EL층(103)으로부터 얻어지는 발광을 강화할 수 있다.
- [0159] 발광 디바이스에 마이크로캐비티 구조를 적용함으로써, 같은 EL층을 가져도 파장이 상이한 광(단색광)을 추출할 수 있다. 따라서, 상이한 발광색을 얻기 위하여 화소마다 상이한 기능층을 형성할(즉 구분 형성할) 필요가 없어진다. 따라서 고정세(高精細)화를 실현하는 것이 용이하다. 또한 착색층(컬러 필터)과 조합할 수도 있다. 또한 특정 파장의 정면 방향의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에 저소비 전력화를 도모할 수 있다.
- [0160] 또한 발광 디바이스의 제 1 전극(101)이 가시광 또는 근적외광에 대하여 반사성을 가지는 도전막과 가시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 도전막의 적층 구조로 이루어진 반사 전극인 경우, 이 투광성을 가지는 도전막의 막 두께를 제어함으로써 광학 조정을 수행할 수 있다. 구체적으로는, 발광층(113)으로부터 얻어지는 광의 파장 λ 에 대하여 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 전극 간 거리가 $m\lambda/2$ (다만 m은 자연수임) 근방이 되

도록 조정하는 것이 바람직하다.

[0161] 또한 발광층(113)으로부터 얻어지는 원하는 광(파장: λ)을 증폭시키기 위하여, 제 1 전극(101)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리와, 제 2 전극(102)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리를 각각 $(2m'+1)\lambda/4$ (다만 m' 는 자연수임) 근방이 되도록 조절하는 것이 바람직하다. 또한 여기서 발광 영역이란 발광층(113)에서의 정공과 전자의 재결합 영역을 말한다.

[0162] 이와 같은 광학 조정을 수행함으로써 발광층(113)으로부터 얻어지는 광의 스펙트럼을 협선화(狹線化)시켜 색 순도가 좋은 발광을 얻을 수 있다.

[0163] 다만, 상술한 경우에 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리는 엄밀하게는 제 1 전극(101)에서의 반사 영역으로부터 제 2 전극(102)에서의 반사 영역까지의 총두께라고 할 수 있다. 그러나 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)에서의 반사 영역을 엄밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 임의의 위치를 반사 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다. 또한 제 1 전극(101)과, 원하는 광이 얻어지는 발광층 사이의 광학 거리는 엄밀하게는 제 1 전극(101)에서의 반사 영역과, 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역 사이의 광학 거리라고 할 수 있다. 그러나 제 1 전극(101)에서의 반사 영역 및 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역을 엄밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)의 임의의 위치를 반사 영역으로, 원하는 광이 얻어지는 발광층의 임의의 위치를 발광 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다.

[0164] 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 적어도 하나는 가시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 전극으로 한다. 가시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 전극의 가시광 또는 근적외광의 투과율은 40% 이상으로 한다. 또한 가시광 또는 근적외광에 대하여 투광성을 가지는 전극이 상기 반투과·반반사 전극인 경우, 상기 전극의 가시광 또는 근적외광의 반사율은 20% 이상 80% 이하, 바람직하게는 40% 이상 70% 이하로 한다. 또한 이들 전극의 저항률은 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 것이 바람직하다.

[0165] 제 1 전극(101) 또는 제 2 전극(102)이 가시광 또는 근적외광에 대하여 반사성을 가지는 전극(반사 전극)인 경우, 반사 전극의 가시광 또는 근적외광의 반사율은 40% 이상 100% 이하, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 한다. 또한 이 전극의 저항률은 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 것이 바람직하다.

[0166] <<발광 디바이스의 구체적인 구조>>

[0167] 다음으로 발광 디바이스의 구체적인 구조에 대하여 설명한다. 여기서는 도 1의 (B)에 나타난 싱글 구조를 가지는 발광 디바이스를 사용하여 설명한다.

[0168] <전극>

[0169] 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. 그 외에 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 크롬(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 합금(은과 팔라듐과 구리의 합금(Ag-Pd-Cu(APC)) 등)을 사용할 수도 있다. 그 외에, 위에서 예시하지 않은 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소(예를 들어 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr)), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 적절히 조합하여 포함하는 합금, 그래핀 등을 사용할 수 있다.

[0170] 또한 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 디바이스를 제작하는 경우에는, 제 1 전극(101)을 반사 전극으로서 형성하고, 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로서 형성한다. 따라서 원하는 도전성 재료를 하나 또는 복수 사용하여 단층으로 또는 적층하여 형성할 수 있다. 또한 제 2 전극(102)은 EL층(103)을 형성한 후에 상술한 바와 같이 재료를 선택하여 형성한다. 또한 이들 전극의 제작에는 스퍼터링법 또는 진공 증착법을 사용할 수 있다.

[0171] <정공 주입층>

- [0172] 정공 주입층(111)은 양극인 제 1 전극(101)으로부터 EL층(103)에 정공을 주입하는 층이며, 정공 주입성이 높은 재료를 포함한 층이다.
- [0173] 정공 주입성이 높은 재료로서는 정공 수송성 재료와 엑셉터성 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 복합 재료를 사용할 수 있다. 이 경우 엑셉터성 재료에 의하여 정공 수송성 재료로부터 전자가 추출되어 정공 주입층(111)에서 정공이 발생되고, 정공 수송층(112)을 통하여 발광층(113)에 정공이 주입된다. 또한 정공 주입층(111)은 정공 수송성 재료와 엑셉터성 재료를 포함하는 복합 재료로 이루어진 단층으로 형성하여도 좋고, 정공 수송성 재료와 엑셉터성 재료를 각각 다른 층으로 적층하여 형성하여도 좋다.
- [0174] 정공 주입층(111)에는 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0175] 그 외에, 정공 주입성이 높은 재료로서는 몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등의 전이 금속 산화물, 프탈로사이아닌(약칭: H₂Pc) 및 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 화합물 등을 사용할 수 있다.
- [0176] 또한 정공 주입성이 높은 재료로서는 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), 4,4'-비스(N-[4-[N'-(3-메틸페닐)-N'-페닐아미노]페닐]-N-페닐아미노)바이페닐(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.
- [0177] 정공 주입성이 높은 재료로서는 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTBA), 폴리[N-(4-[N'-(4-(4-다이페닐아미노)페닐)페닐]-N'-페닐아미노)페닐]메타크릴아마이드(약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자 화합물 등을 사용할 수도 있다.
- [0178] 또는 정공 주입층(111)에 사용하는 정공 수송성 재료는 카바졸 골격, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 안트라센 골격 중 적어도 하나를 가져도 좋다. 정공 수송성 재료는 다이벤조퓨란 고리 또는 다이벤조싸이오펜 고리를 포함한 치환기를 가지는 방향족 아민, 나프탈렌 고리를 가지는 방향족 모노아민, 또는 9-플루오렌일기가 아릴렌기를 통하여 아민의 질소 원자에 결합되는 방향족 모노아민이어도 좋다.
- [0179] 정공 수송성 재료로서 예를 들어 N-(4-바이페닐)-6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BnfABP), N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf), 4,4'-비스(6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: BnfBB1BP), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: BBABnf(6)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf(8)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란-4-아민(약칭: BBABnf(II)(4)), N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP), N-[4-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-N-페닐-4-바이페닐아민(약칭: ThBA1BP), 4-(2-나프틸)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNB), 4-[4-(2-나프틸)페닐]-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNBi), 4-(2;1'-바이나프틸-6-일)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAαNB), 4,4'-다이페닐-4''-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAPβNB-03), 4-(6;2'-바이나프틸-2-일)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B), 4-(2;2'-바이나프틸-7-일)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B-03), 4-(1;2'-바이나프틸-4-일)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB), 4-(1;2'-바이나프틸-5-일)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB-02), 4-(4-바이페닐)-4''-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiαNB), 4-(3-바이페닐)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiαNBi), 4-(4-바이페닐)-4''-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiαNBi), 4-(1-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(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: PCBNSF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아

민(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'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 4-페닐-4'-[4-(9-페닐플루오렌-9-일)페닐]트라이페닐아민(약칭: BPAFLBi), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBnBB), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASf), 및 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF) 등이 있다.

- [0180] 정공 주입층(111)에 사용할 수 있는 역셉터성 재료로서는 클로라닐, 및 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN) 등을 들 수 있다.
- [0181] 또한 역셉터성 재료로서는 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 사용할 수도 있다. 구체적으로는 산화 몰리브데넘, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 및 산화 레늄을 들 수 있다. 이 중에서도 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮으며 취급하기 쉽기 때문에 특히 바람직하다. 또한 퀴노다이메테인 유도체, 클로라닐 유도체, 및 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등의 유기 역셉터를 사용할 수도 있다.
- [0182] <정공 수송층>
- [0183] 정공 수송층(112)은 정공 주입층(111)에 의하여 제 1 전극(101)으로부터 주입된 정공을 발광층(113)으로 수송하는 층이고, 정공 수송성 재료를 포함하는 층이다.
- [0184] 정공 수송층(112)에 사용되는 정공 수송성 재료는 정공 주입층(111)의 HOMO 준위와 같거나 또는 가까운 HOMO 준위를 가지는 것이 바람직하다.
- [0185] 정공 수송층(112)에 사용되는 정공 수송성 재료로서는 정공 이동도가 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 물질이 바람직하다. 또한 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면 이들 외의 물질도 사용할 수 있다.
- [0186] 정공 수송층(112)이 적층 구조를 가지는 경우, 발광층(113) 측의 층은 전자 차단층으로서의 기능을 가지는 것이 바람직하다
- [0187] 정공 수송층(112)에는 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용할 수 있는 제 1 유기 화합물(정공 수송성 재료)을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0188] 또한 정공 주입층(111)과 정공 수송층(112)의 양쪽에 제 1 유기 화합물을 사용함으로써, 발광 디바이스에서 굴절률이 낮은 층의 두께를 두껍게(굴절률이 낮은 층이 차지하는 비율을 크게) 할 수 있기 때문에 광 추출 효율을 높일 수 있다.
- [0189] 정공 주입층(111)과 정공 수송층(112)의 양쪽에 동일한 제 1 유기 화합물을 사용하면, 굴절률 단차가 저감되어 광 추출 효율을 높일 수 있다.
- [0190] 또한 정공 수송층(112)에는 정공 주입층(111)에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료를 사용할 수 있다.
- [0191] 그 외에, 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성 재료로서는 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물(예를 들어 카바졸 유도체, 싸이오펜 유도체, 퓨란 유도체) 및 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 화합물) 등의 정공 수송성이 높은 재료가 바람직하다.
- [0192] 카바졸 유도체(카바졸 골격을 가지는 화합물)로서는 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체), 및 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민 등을 들 수 있다.
- [0193] 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체)로서 구체적으로는 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP), 9,9'-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-3,3'-바이-9H-카바졸, 9,9'-비스(1,1'-바이페닐-3-일)-3,3'-바이-9H-카바졸, 9-(1,1'-바이페닐-3-일)-9'-(1,1'-바이페닐-4-일)-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: mBPCCBP), 및 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: β NCCP) 등을 들 수 있다.

- [0194] 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민으로서는 구체적으로 N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9-페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCBiF), 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), PCzPCA1, PCzPCA2, 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), 및 4,4',4''-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA) 등을 들 수 있다.
- [0195] 카바졸 유도체로서는 상술한 것에 더하여 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), 및 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등을 들 수 있다.
- [0196] 싸이오펜 유도체(싸이오펜 골격을 가지는 화합물) 및 퓨란 유도체(퓨란 골격을 가지는 화합물)로서는 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 화합물, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 및 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBi-II) 등을 들 수 있다.
- [0197] 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), TDATA, m-MTDATA, N,N'-다이(p-톨릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌디아민(약칭: DTDPPA), DPAB, DNTPD, 및 DPA3B 등을 들 수 있다.
- [0198] 정공 수송성 재료로서는 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0199] 정공 수송성 재료는 상술한 것에 한정되지 않고, 공지의 다양한 재료를 1종류 또는 복수 종류 조합하여 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용할 수 있다.
- [0200] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 있어서, 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위는 정공 주입층(111)에 사용하는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위 이하의 값인 것이 바람직하다. 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위와 정공 주입층(111)에 사용하는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위의 차이는 0.2eV 이내인 것이 바람직하다. 정공 주입층(111)에 사용하는 정공 수송성 재료와 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성 재료가 같으면, 정공이 원활하게 주입되기 때문에 더 바람직하다.
- [0201] 정공 수송층(112)이 적층 구조를 가지는 경우, 발광층(113) 측에 형성되는 층에 사용하는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위는 정공 주입층(111) 측에 형성되는 층에 사용하는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위보다 낮은(깊은) 것이 바람직하다. 또한 2개의 정공 수송성 재료의 HOMO 준위의 차이는 0.2eV 이내인 것이 바람직하다. 정공 주입층(111) 및 적층 구조를 가지는 정공 수송층(112)에 사용하는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위가 상술한 관계를 가지면, 각 층에 정공이 원활하게 주입되어, 구동 전압의 상승 및 발광층(113)에서의 정공의 과소 상태를 방지할 수 있다.
- [0202] 정공 수송층(112)이 적층 구조를 가지는 경우, 발광층(113) 측에 형성되는 층에 사용하는 정공 수송성 재료는 정공 수송성 골격을 가지는 것이 바람직하다. 상기 정공 수송성 골격으로서, 정공 수송성 재료의 HOMO 준위

가 지나치게 높아지지 않는 카바졸 골격, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 안트라센 골격이 바람직하다.

[0203] <발광층>

[0204] 발광층(113)은 발광 물질을 포함한 층이다. 발광층(113)은 1종류 또는 복수 종류의 발광 물질을 가질 수 있다. 발광 물질로서는 청색, 자색, 청자색, 녹색, 황록색, 황색, 주황색, 적색 등의 발광색을 나타내는 물질을 적절히 사용한다. 또한 발광 물질로서 근적외광을 방출하는 물질을 사용할 수도 있다. 또한 복수의 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 가져도 좋다.

[0205] 발광층(113)은 발광 물질(게스트 재료)에 더하여 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료 등)을 가지는 것이 바람직하다. 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물로서 본 실시형태에서 설명하는 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료 중 한쪽 또는 양쪽을 사용할 수 있다. 또한 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물로서 바이폴러성 재료를 사용하여도 좋다.

[0206] 발광층(113)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는, 특별한 한정은 없고, 단일항 여기 에너지를 가시광 영역 또는 근적외광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질, 또는 삼중항 들뜬 에너지를 가시광 영역 또는 근적외광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용할 수 있다.

[0207] 단일항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는 형광을 방출하는 물질(형광 재료)을 들 수 있고, 예를 들어 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴놀살린 유도체, 퀴놀살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 및 나프탈렌 유도체 등이 있다. 특히 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높아 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예로서는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-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), 및 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.

[0208] 그 외에도 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'-다이페닐스틸벤-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 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), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(tert-뷰틸)페릴렌(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), 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 사용할 수 있다.

[0209] 또한 삼중항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는 예를 들어 인광을 방출하는 물질(인광 재료) 및 열 활성화 지연 형광(Thermally Activated Delayed Fluorescence: TADF) 재료 등이 있다.

[0210] 인광 재료로서는 유기 금속 착체, 금속 착체(백금 착체), 및 희토류 금속 착체 등을 들 수 있다. 이들은 물질마다 다른 발광색(발광 피크)을 나타내기 때문에 필요에 따라 적절히 선택하여 사용한다.

[0211] 청색 또는 녹색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 450nm 이상 570nm 이하인 인광 재료로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0212] 예를 들어 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN²]페닐-κC}이리듐

(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Mptz})_3]$), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{iPrptz-3b})_3]$), 트리스[3-(5-바이페닐)-5-아이소프로필-4-페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{iPr5btz})_3]$) 등의 4H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3]$), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Prptz1-Me})_3]$) 등의 1H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, fac-트리스[1-(2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{iPrpmi})_3]$), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dmpimpt-Me})_3]$) 등의 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: $[\text{Ir}(\text{CF}_3\text{ppy})_2(\text{pic})]$), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac)) 등의 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체 등이 있다.

[0213] 녹색 또는 황색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 495nm 이상 590nm 이하인 인광 재료로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0214] 예를 들어 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppm})_3]$), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$), (아세틸아세토네이트)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(6-tert-뷰틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스{4,6-다이메틸-2-[6-(2,6-다이메틸페닐)-4-피리미딘일-κ N³]페닐-κ C}이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dmppm-dmp})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(4,6-다이페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) 등의 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, (아세틸아세토네이트)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$) 등의 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 트리스(2-페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$), 비스(2-페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$), 비스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$), 트리스(2-페닐퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$), 비스(2-페닐퀴놀리네이트-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$), [2-(4-페닐-2-피리딘일-κ N)페닐-κ C]비스[2-(2-피리딘일-κ N)페닐-κ C]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(4\text{dppy})]$), 비스[2-(2-피리딘일-κ N)페닐-κ C][2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κ N)페닐-κ C] 등의 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{dpo})_2(\text{acac})]$), 비스{2-[4'-(피플루오로페닐)페닐]피리디네이트-N,C^{2'}}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{p-PF-ph})_2(\text{acac})]$), 비스(2-페닐벤조싸이아졸레이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{bt})_2(\text{acac})]$) 등의 유기 금속 착체 외에 트리스(아세틸아세토네이트)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$) 등의 희토류 금속 착체가 있다.

- [0215] 황색 또는 적색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 570nm 이상 750nm 이하인 인광 재료로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.
- [0216] 예를 들어 (다이아이소뷰티릴메타네이토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]), 비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(d1nppm)₂(dpm)]), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₃]) 등의 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)(다이피발로일메타네이토)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-헵테인다이오네이토-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}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ²0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmCP)₂(dpm)]), (아세틸아세토네이토)비스[2-메틸-3-페닐퀴녹살리네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpq)₂(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(2,3-다이페닐퀴녹살리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(dpq)₂(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)₂(acac)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(5-사이아노-2-메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ²0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]} 등의 피라진 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭: [Ir(piq)₃]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)₂(acac)]), 비스[4,6-다이메틸-2-(2-퀴놀린일-κN)페닐-κC}(2,4-헵테인다이오네이토-κ²0,0')이리듐(III) 등의 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭: [PtOEP]) 등의 백금 착체, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(DBM)₃(Phen)]), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(TTA)₃(Phen)]) 등의 희토류 금속 착체가 있다.
- [0217] 발광층(113)에 사용되는 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료 등)로서는 발광 물질의 에너지 갭보다 큰 에너지 갭을 가지는 물질을 1종류 또는 복수 종류 선택하여 사용할 수 있다.
- [0218] 발광층(113)에 사용되는 발광 물질이 형광 재료인 경우, 발광 물질과 조합하여 사용되는 유기 화합물로서는 단일항 들뜬 상태의 에너지 준위가 크고, 삼중항 들뜬 상태의 에너지 준위가 작은 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0219] 위에서 기재한 구체적인 예와 부분적으로 중복되지만, 발광 물질(형광 재료 또는 인광 재료)과의 조합이 바람직하다는 관점에서 유기 화합물의 구체적인 예를 아래에 나타낸다.
- [0220] 발광 물질이 형광 재료인 경우, 발광 물질과 조합하여 사용될 수 있는 유기 화합물로서는 안트라센 유도체, 테트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체, 및 다이벤조[g,p]크리센 유도체 등의 축합 다환 방향족 화합물을 들 수 있다.
- [0221] 형광 재료와 조합하여 사용되는 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), 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), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 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''',N''',N''''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 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), 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), 및 5,12-다이페닐테트라센, 및 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센 등을 들 수 있다.

- [0222] 발광 물질이 인광 재료인 경우, 발광 물질과 조합하여 사용되는 유기 화합물로서는 발광 물질의 삼중항 들뜬 에너지(기저 상태와 삼중항 들뜬 상태의 에너지 차이)보다 삼중항 들뜬 에너지가 큰 유기 화합물을 선택할 수 있다.
- [0223] 들뜬 복합체를 형성하기 위하여 복수의 유기 화합물(예를 들어 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료(또는 어시스트 재료) 등)을 발광 물질과 조합하여 사용하는 경우에는, 이들 복수의 유기 화합물을 인광 재료(특히 유기 금속 착체)와 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.
- [0224] 이와 같은 구성으로 함으로써, 들뜬 복합체로부터 발광 물질로의 에너지 이동인 ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer)를 사용한 발광을 효율적으로 얻을 수 있다. 또한 복수의 유기 화합물의 조합으로서 들뜬 복합체가 형성되기 쉬운 조합이 좋고, 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과, 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다. 또한 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료의 구체적인 예에 대해서는 본 실시형태에 나타내는 재료를 사용할 수 있다. 이 구성에 의하여 발광 디바이스의 고효율, 저전압 구동, 장수명을 동시에 실현할 수 있다.
- [0225] 발광 물질이 인광 재료인 경우에 발광 물질과 조합하여 사용될 수 있는 유기 화합물로서는 방향족 아민, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 아연계 금속 착체, 알루미늄계 금속 착체, 옥사다이아졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리미딘 유도체, 트리아진 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 및 페난트롤린 유도체 등을 들 수 있다.
- [0226] 또한 상술한 것 중에서 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 화합물), 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체(싸이오펜 유도체), 다이벤조퓨란 유도체(퓨란 유도체)의 구체적인 예로서는 상술한 정공 수송성 재료의 구체적인 예와 같은 것을 들 수 있다.
- [0227] 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 아연계 금속 착체 및 알루미늄계 금속 착체의 구체적인 예로서는 트리스(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III)(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)(4-페닐페놀레이트)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이트)아연(II)(약칭: Znq) 등 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체 등을 들 수 있다.
- [0228] 그 외에 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸계, 싸이아졸계 배위자를 가지는 금속 착체 등도 사용할 수 있다.
- [0229] 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 옥사다이아졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 페난트롤린 유도체의 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), 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), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen), 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), 및 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II) 등을 들 수 있다.

[0230] 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 트리아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 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-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), 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mFBPTzn), 2-[(1,1'-바이페닐)-4-일]-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트리아진(약칭: BP-SFTzn), 2-{3-[3-(벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mBnfBPTzn), 2-{3-[3-(벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: mBnfBPTzn-02), 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 및 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등을 들 수 있다.

[0231] 전자 수송성이 높은 유기 화합물로서는 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy)과 같은 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0232] TADF 재료란, 삼중항 들뜬 상태를 미량의 열 에너지에 의하여 단일항 들뜬 상태로 업컨버트(역 항간 교차)할 수 있고, 단일항 들뜬 상태에서부터의 발광(형광)을 효율적으로 나타내는 재료를 말한다. 또한 열 활성화 지연 형광이 효율적으로 얻어지는 조건으로서는 삼중항 들뜬 준위와 단일항 들뜬 준위 사이의 에너지 차이가 0eV 이상 0.2eV 이하, 바람직하게는 0eV 이상 0.1eV 이하인 조건을 들 수 있다. 또한 TADF 재료에서의 지연 형광이란 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지면서도 수명이 현저하게 긴 발광을 말한다. 그 수명은 10⁻⁶초 이상, 바람직하게는 10⁻³초 이상이다.

[0233] TADF 재료로서는 예를 들어 풀러렌 및 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 예오신 등이 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린이 있다. 금속 함유 포르피린으로서의 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)), 및 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(약칭: PtCl₂OEP) 등이 있다.

[0234] 그 외에도 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(약칭: PIC-TRZ), 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]셀폰(약칭: DMAC-DPS), 및 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA) 등의 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 고리 화합물을 사용할 수 있다. 또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 도너성과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리의 억셉터성이 모두 강해지고, 단일항 들뜬 상태와 삼중항 들뜬 상태의 에너지 차이가 작아지기 때문에 특히 바람직하다.

[0235] 또한 TADF 재료를 사용하는 경우, 다른 유기 화합물과 조합하여 사용할 수도 있다. 특히 상술한 호스트 재료, 정공 수송 재료, 전자 수송 재료와 조합할 수 있다.

[0236] 또한 상기 재료는 저분자 재료 및 고분자 재료 중 한쪽 또는 양쪽과 조합됨으로써 발광층(113)의 형성에 사용될 수 있다. 또한 성막에는 공지의 방법(증착법, 도포법, 또는 인쇄법 등)을 적절히 사용할 수 있다.

[0237] <전자 수송층>

- [0238] 전자 수송층(114)은 전자 주입층(115)에 의하여 제 2 전극(102)으로부터 주입된 전자를 발광층(113)으로 수송하는 층이다. 또한 전자 수송층(114)은 전자 수송성 재료를 포함하는 층이다. 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성 재료는 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 가지는 물질이 바람직하다. 또한 정공보다 전자의 수송성이 높은 물질이면, 이들 외의 물질도 사용할 수 있다.
- [0239] 전자 수송성 재료로서는 퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 옥사졸 골격을 가지는 금속 착체, 싸이아졸 골격을 가지는 금속 착체 등 외에, 옥사다이아졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 옥사졸 유도체, 싸이아졸 유도체, 페난트롤린 유도체, 퀴놀린 배위자를 가지는 퀴놀린 유도체, 벤조퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 그 외에 질소 함유 헤테로 방향족 화합물을 포함하는 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물 등 전자 수송성이 높은 재료를 사용할 수 있다.
- [0240] 전자 수송성 재료의 구체적인 예로서는 상술한 재료를 사용할 수 있다.
- [0241] 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서 전자 수송층(114)은 전자 수송성 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 유기 금속 착체를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0242] 이 경우 전자 수송성 재료는 안트라센 골격을 가지는 것이 바람직하고, 안트라센 골격과 헤테로 고리 골격을 가지는 것이 더 바람직하다. 상기 헤테로 고리 골격으로서는 질소 함유 5원 고리 골격이 바람직하다. 상기 질소 함유 5원 고리 골격으로서는 피라졸 고리, 이미다졸 고리, 옥사졸 고리, 싸이아졸 고리와 같이 2개의 헤테로 원자를 고리에 포함하는 질소 함유 5원 고리 골격을 가지는 것이 특히 바람직하다.
- [0243] 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 유기 금속 착체로서는 리튬의 유기 착체가 바람직하고, 특히 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)이 바람직하다.
- [0244] 전자 수송층(114)에서의 전자의 수송성을 저하시킴으로써 발광층(113)에 대한 전자의 주입량을 제어할 수 있어, 발광층(113)이 전자 과다 상태가 되는 것을 방지할 수 있다. 그리고 발광층(113)에서의 발광 영역을 넓히고, 발광층(113)을 구성하는 재료에 대한 부담을 분산시킴으로써, 수명이 길고 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다.
- [0245] 또한 전자 수송층(114)의 두께 방향에서 전자 수송성 재료와 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 유기 금속 착체의 혼합비가 상이한 부분이 존재하는 것이 바람직하다. 전자 수송층(114)은 농도 구배를 가져도 좋고, 전자 수송성 재료와 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 유기 금속 착체의 혼합비가 서로 다른 복수의 층의 적층 구조이어도 좋다.
- [0246] 상기 혼합비의 대소에 관해서는, 비행 시간형 이차 이온 질량 분석(ToF-SIMS: Time-of-flight secondary ion mass spectrometry)에 의하여 얻어지는 원자 또는 분자의 검출량에서 추찰할 수 있다. 같은 2종류의 재료로 구성되고 혼합비가 서로 다른 부분에서, ToF-SIMS 분석에 의하여 각각 검출된 값의 대소는 주목하는 원자 또는 분자의 존재량의 대소에 상당한다. 그러므로 전자 수송성 재료 및 유기 금속 착체의 검출량을 비교함으로써 혼합비의 대소를 추찰할 수 있다.
- [0247] 전자 수송층(114)에서의 유기 금속 착체의 함유량은 제 1 전극(101) 측에 비하여 제 2 전극(102) 측이 적은 것이 바람직하다. 즉, 유기 금속 착체의 농도가 제 2 전극(102) 측으로부터 제 1 전극(101) 측을 향하여 상승되도록 전자 수송층(114)이 형성되는 것이 바람직하다. 즉 전자 수송층(114)에는 전자 수송성 재료의 존재량이 많은 부분보다 발광층(113) 측에 전자 수송성 재료의 존재량이 적은 부분이 존재하게 되고, 또한 바꿔 말하면, 전자 수송층(114)에는 유기 금속 착체의 존재량이 적은 부분보다 발광층(113) 측에 유기 금속 착체의 존재량이 많은 부분이 존재한다고 할 수 있다.
- [0248] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서의 캐리어 밸런스의 변화는 전자 수송층(114)의 전자 이동도의 변화에 기인하는 것으로 생각된다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 전자 수송층(114) 내부에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 유기 금속 착체의 농도차가 존재한다. 전자 수송층(114)은 상기 유기 금속 착체의 농도가 낮은 영역과 발광층(113) 사이에 상기 유기 금속 착체의 농도가 높은 영역을 가진다. 즉, 유기 금속 착체의 농도가 낮은 영역이, 유기 금속 착체의 농도가 높은 영역보다 제 2 전극(102) 측에 위치하는 구성을 가진다. 상기 유기 금속 착체의 농도가 높을수록 전자 수송층(114)의 전자 이동도는 높아지므로, 그 농도가 낮은 영역이 상기 전자 수송층(114)의 전자 이동도의 보틀넥이 된다.
- [0249] 상기 발광 디바이스에 전압을 인가하여 구동하면, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 유기 금속 착체가 전압에

의하여 제 1 전극(101) 측에서 제 2 전극(102) 측(농도가 높은 영역에서 낮은 영역)으로 확산된다. 상기 유기 금속 착체의 농도가 높은 영역이 낮은 영역보다 제 1 전극(101) 측에 존재함으로써, 구동에 따라 전자 수송층(114)의 전자 이동도가 향상된다. 이에 의하여, 발광 디바이스 내부에서 캐리어 밸런스의 변화가 일어나, 재결합 영역이 이동하고 수명이 긴 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

[0250] 이상과 같은 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 수명이 매우 길다. 특히, LT95(휘도가 초기 휘도의 95%까지 저하되는 시간) 정도까지의 열화가 매우 작은 영역에서의 수명을 크게 연장시킬 수 있다.

[0251] <전자 주입층>

[0252] 전자 주입층(115)은 전자 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다. 전자 주입층(115)에는 Liq, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂), 리튬 산화물(LiO_x) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한 플루오린화 어븀(ErF₃)과 같은 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한 전자 주입층(115)에 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는, 예를 들어 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다. 또한 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0253] 또한 전자 주입층(115)에, 전자 수송성 재료와 도너성 재료(전자 공여성 재료)를 포함하는 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이와 같은 복합 재료는 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우, 유기 화합물로서는 발생한 전자의 수송이 뛰어난 재료가 바람직하고, 구체적으로는 예를 들어 상술한 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성 재료(금속 착체 및 헤테로 방향족 화합물 등)를 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질을 사용할 수 있다. 구체적으로는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 및 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 및 이터븀 등을 들 수 있다. 또한 알칼리 금속 산화물 및 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 및 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한 산화 마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한 테트라사이아폴발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0254] <전하 발생층>

[0255] 도 1의 (C)에 나타난 발광 디바이스에서 제 1 전극(101)(양극)과 제 2 전극(102)(음극) 사이에 전압을 인가하였을 때, 전하 발생층(104)은 EL층(103a)에 전자를 주입하고 EL층(103b)에 정공을 주입하는 기능을 가진다.

[0256] 전하 발생층(104)은 정공 수송성 재료와 엑셉터성 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 구성이어도 좋고, 전자 수송성 재료와 도너성 재료를 포함하는 구성이어도 좋다. 이와 같은 구성의 전하 발생층(104)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우에 구동 전압이 상승되는 것을 억제할 수 있다.

[0257] 전하 발생층(104)에는 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

[0258] 그 외에, 정공 수송성 재료, 엑셉터성 재료, 전자 수송성 재료, 및 도너성 재료로서 각각 상술한 재료를 사용할 수도 있다.

[0259] 또한 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스의 제작에는 증착법 등의 진공 프로세스, 및 스핀 코팅법, 잉크젯법 등의 용액 프로세스 중 한쪽 또는 양쪽을 사용할 수 있다. 증착법을 사용하는 경우에는 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 이온 빔 증착법, 분자선 증착법, 진공 증착법 등의 물리 증착법(PVD법), 화학 증착법(CVD법) 등을 사용할 수 있다. 특히, EL층에 포함되는 기능층(정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층) 및 전하 발생층에 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.

[0260] EL층(103)을 구성하는 기능층 및 전하 발생층의 재료는 각각 상술한 재료에 한정되지 않는다. 예를 들어 기능층의 재료로서는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등), 중분자 화합물(저분자와 고분자의 중간 영역의 화합물: 분자량 400 이상 4000 이하), 무기 화합물(퀀텀닷(quantum dot) 재료 등) 등을 사용하여도 좋다. 또한 퀀텀닷 재료로서는 콜로이드상 퀀텀닷 재료, 합금형 퀀텀닷 재료, 코어·셸형 퀀텀닷 재료, 코어형 퀀텀닷 재료 등을 사용할 수 있다.

[0261] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0262] (실시형태 3)

- [0263] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 도 2 내지 도 5를 사용하여 설명한다.
- [0264] [발광 장치의 구성예 1]
- [0265] 도 2의 (A)는 발광 장치의 상면도이고, 도 2의 (B), (C)는 도 2의 (A)의 일점쇄선 X1-Y1 간 및 일점쇄선 X2-Y2 간의 단면도이다. 도 2의 (A) 내지 (C)에 나타난 발광 장치는 예를 들어 조명 장치에 사용할 수 있다. 발광 장치는 보텀 이미션, 톱 이미션, 듀얼 이미션 중 어느 것이어도 좋다.
- [0266] 도 2의 (B)에 나타난 발광 장치는 기관(490a), 기관(490b), 도전층(406), 도전층(416), 절연층(405), 유기 EL 디바이스(450)(제 1 전극(401), EL층(402), 및 제 2 전극(403)), 및 접착층(407)을 가진다. 유기 EL 디바이스(450)는 발광 소자, 유기 EL 소자, 또는 발광 디바이스 등이라고 할 수도 있다. EL층(402)은 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 정공 주입층의 재료, 정공 수송층의 재료, 및 전자 발생층의 재료 중 적어도 어느 하나로서 상기 복합 재료를 가지는 것이 바람직하다.
- [0267] 유기 EL 디바이스(450)는 기관(490a) 위의 제 1 전극(401)과, 제 1 전극(401) 위의 EL층(402)과, EL층(402) 위의 제 2 전극(403)을 가진다. 기관(490a), 접착층(407), 및 기관(490b)으로 유기 EL 디바이스(450)는 밀봉되어 있다.
- [0268] 제 1 전극(401), 도전층(406), 및 도전층(416) 각각의 단부는 절연층(405)으로 덮여 있다. 도전층(406)은 제 1 전극(401)과 전기적으로 접속되고, 도전층(416)은 제 2 전극(403)과 전기적으로 접속된다. 제 1 전극(401)을 개재하여 절연층(405)으로 덮인 도전층(406)은 보조 배선으로서 기능하고, 제 1 전극(401)과 전기적으로 접속된다. 유기 EL 디바이스(450)의 전극과 전기적으로 접속되는 보조 배선을 가지면, 전극의 저항에 기인하는 전압 강하를 억제할 수 있어 바람직하다. 도전층(406)은 제 1 전극(401) 위에 제공되어도 좋다. 또한 절연층(405) 위 등에 제 2 전극(403)과 전기적으로 접속되는 보조 배선을 가져도 좋다.
- [0269] 기관(490a) 및 기관(490b)에는 각각 유리, 석영, 세라믹, 사파이어, 유기 수지 등을 사용할 수 있다. 기관(490a) 및 기관(490b)에 가요성을 가지는 재료를 사용하면 표시 장치의 가요성을 높일 수 있다.
- [0270] 발광 장치의 발광면에는 광 추출 효율을 높이기 위한 광 추출 구조, 먼지의 부착을 억제하는 대전 방지막, 오염이 부착되기 어렵게 하는 방수성막, 사용에 따른 흠의 발생을 억제하는 하드 코트막, 및 충격 흡수층 등 중 하나 또는 복수를 배치하여도 좋다.
- [0271] 절연층(405)에 사용할 수 있는 절연 재료로서는 예를 들어 아크릴 수지 및 에폭시 수지 등의 수지, 그리고 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화산화 실리콘, 질화 실리콘, 및 산화 알루미늄 등의 무기 절연 재료가 있다.
- [0272] 접착층(407)으로서는 자외선 경화형 등의 광 경화형 접착제, 반응 경화형 접착제, 열 경화형 접착제, 혐기형 접착제 등 각종 경화형 접착제를 사용할 수 있다. 이들 접착제로서는 에폭시 수지, 아크릴 수지, 실리콘(silicone) 수지, 페놀 수지, 폴리이미드 수지, 이미드 수지, PVC(폴리비닐클로라이드) 수지, PVB(폴리비닐부티랄) 수지, EVA(에틸렌비닐아세테이트) 수지 등을 들 수 있다. 특히, 에폭시 수지 등의 투습성이 낮은 재료가 바람직하다. 또한 2액 혼합형 수지를 사용하여도 좋다. 또한 접착 시트 등을 사용하여도 좋다.
- [0273] 도 2의 (C)에 나타난 발광 장치는 배리어층(490c), 도전층(406), 도전층(416), 절연층(405), 유기 EL 디바이스(450), 접착층(407), 배리어층(423), 및 기관(490b)을 가진다.
- [0274] 도 2의 (C)에 나타난 배리어층(490c)은 기관(420), 접착층(422), 및 배리어성이 높은 절연층(424)을 가진다.
- [0275] 도 2의 (C)에 나타난 발광 장치에서는 배리어성이 높은 절연층(424)과 배리어층(423) 사이에 유기 EL 디바이스(450)가 배치된다. 따라서 기관(420) 및 기관(490b)에 방수성이 비교적 낮은 수지 필름 등을 사용한 경우에도, 유기 EL 디바이스에 물 등의 불순물이 들어가 수명이 짧아지는 것을 억제할 수 있다.
- [0276] 기관(420) 및 기관(490b)에는 각각 예를 들어 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 등의 폴리에스터 수지, 폴리아크릴로니트릴 수지, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 폴리메틸메타크릴레이트 수지, 폴리카보네이트(PC) 수지, 폴리에터설폰(PES) 수지, 폴리아마이드 수지(나일론, 아라미드 등), 폴리실록산 수지, 사이클로올레핀 수지, 폴리스타이렌 수지, 폴리아마이드이미드 수지, 폴리우레탄 수지, 폴리염화비닐 수지, 폴리염화비닐리덴 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 수지, ABS 수지, 셀룰로스 나노 섬유 등을 사용할 수 있다. 기관(420) 및 기관(490b)에는 가요성을 가질 정도의 두께의 유리를 사용하여도 좋다.
- [0277] 배리어성이 높은 절연층(424)으로서는 무기 절연막을 사용하는 것이 바람직하다. 무기 절연막으로서는 예를 들

어 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 산화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 질화 알루미늄막 등을 사용할 수 있다. 또한 산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 및 산화 네오디뮴막 등을 사용하여도 좋다. 또한 상술한 절연막을 2개 이상 적층하여 사용하여도 좋다.

[0278] 배리어층(423)은 적어도 1층의 무기막을 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 배리어층(423)에는 무기막의 단층 구조 또는 무기막과 유기막의 적층 구조를 적용할 수 있다. 무기막으로서는 상기 무기 절연막이 적합하다. 상기 적층 구조로서는 예를 들어 산화질화 실리콘막과, 산화 실리콘막과, 유기막과, 산화 실리콘막과, 질화 실리콘막을 순차적으로 형성하는 구성 등이 있다. 배리어층을 무기막과 유기막의 적층 구조로 함으로써, 유기 EL 디바이스(450)에 들어갈 수 있는 불순물(대표적으로는 수소, 물 등)을 적합하게 억제할 수 있다.

[0279] 배리어성이 높은 절연층(424) 및 유기 EL 디바이스(450)는 가요성을 가지는 기판(420) 위에 직접 형성할 수 있다. 이 경우, 접착층(422)은 불필요하다. 또한 절연층(424) 및 유기 EL 디바이스(450)는 경질(硬質) 기판 위에 박리층을 개재하여 형성된 후, 기판(420)으로 전치(轉置)될 수 있다. 예를 들어 박리층에 열, 힘, 레이저 광 등을 가함으로써, 경질 기판으로부터 절연층(424) 및 유기 EL 디바이스(450)를 박리한 후, 접착층(422)을 사용하여 기판(420)을 접합함으로써 기판(420)으로 전치하여도 좋다. 박리층으로서는 예를 들어 텅스텐막과 산화 실리콘막을 포함한 무기막의 적층 구조, 또는 폴리이미드 등의 유기 수지막 등을 사용할 수 있다. 경질 기판을 사용하는 경우, 수지 기판 등과 비교하여 고온에서 절연층(424)을 형성할 수 있기 때문에 절연층(424)을 치밀하고 배리어성이 매우 높은 절연막으로 할 수 있다.

[0280] [발광 장치의 구성예 2]

[0281] 도 3의 (A)에 발광 장치의 단면도를 나타내었다. 도 3의 (A)에 나타난 발광 장치는 트랜지스터와 발광 디바이스가 전기적으로 접속되어 이루어지는 액티브 매트릭스형 발광 장치이다.

[0282] 도 3의 (A)에 나타난 발광 장치는 기판(201), 트랜지스터(210), 발광 디바이스(203R), 발광 디바이스(203G), 발광 디바이스(203B), 컬러 필터(206R), 컬러 필터(206G), 컬러 필터(206B), 및 기판(205) 등을 가진다.

[0283] 도 3의 (A)에서는 기판(201) 위에 트랜지스터(210)가 제공되고, 트랜지스터(210) 위에 절연층(202)이 제공되고, 절연층(202) 위에 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)가 제공된다.

[0284] 트랜지스터(210) 및 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)는 기판(201), 기판(205), 및 접착층(208)으로 둘러싸인 공간(207) 내에 밀봉되어 있다. 공간(207)에는 예를 들어 감압 분위기, 불활성 분위기, 또는 수지로 충전된 구성을 적용할 수 있다.

[0285] 도 3의 (A)에 나타난 발광 장치는 하나의 화소가 적색의 부화소(R), 녹색의 부화소(G), 및 청색의 부화소(B)를 가지는 구성이다.

[0286] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 매트릭스로 배치된 복수의 화소를 가진다. 하나의 화소는 하나 이상의 부화소를 가진다. 하나의 부화소는 하나의 발광 디바이스를 가진다. 예를 들어 화소에는 부화소를 3개 가지는 구성(R, G, B의 3색 또는 황색(Y), 시안(C), 및 마젠타(M)의 3색 등) 또는 부화소를 4개 가지는 구성(R, G, B, 백색(W)의 4색 또는 R, G, B, Y의 4색 등)을 적용할 수 있다.

[0287] 도 3의 (B)에 발광 디바이스(203R), 발광 디바이스(203G), 및 발광 디바이스(203B)의 상세한 구성을 나타내었다. 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)는 공통의 EL층(213)을 가지고, 또한 각 발광 디바이스의 발광색에 따라 각 발광 디바이스의 전극 사이의 광학 거리가 조정된 마이크로캐비티 구조를 가진다. EL층(213)은 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 정공 주입층의 재료, 정공 수송층의 재료, 및 전하 발생층의 재료 중 적어도 어느 하나로서 상기 복합 재료를 가지는 것이 바람직하다.

[0288] 제 1 전극(211)은 반사 전극으로서 기능하고, 제 2 전극(215)은 반투과·반반사 전극으로서 기능한다.

[0289] 발광 디바이스(203R)는 적색광의 강도가 높아지도록 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이가 광학 거리(220R)가 되도록 조정된다. 마찬가지로 발광 디바이스(203G)는 녹색광의 강도가 높아지도록 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이가 광학 거리(220G)가 되도록 조정되고, 발광 디바이스(203B)는 청색광의 강도가 높아지도록 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이가 광학 거리(220B)가 되도록 조정된다.

[0290] 도 3의 (B)에 나타난 바와 같이, 발광 디바이스(203R)에서 도전층(212R)을 제 1 전극(211) 위에 형성하고, 발광

디바이스(203G)에서 도전층(212G)을 제 1 전극(211) 위에 형성함으로써 광학 조정을 수행할 수 있다. 또한 발광 디바이스(203B)에서 도전층(212R) 및 도전층(212G)과는 두께가 다른 도전층을 제 1 전극(211) 위에 형성하여 광학 거리(220B)를 조정하여도 좋다. 또한 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이 제 1 전극(211), 도전층(212R), 및 도전층(212G)의 단부는 절연층(204)으로 덮인다.

- [0291] 도 3의 (A)에 나타낸 발광 장치는 발광 디바이스로부터 얻어진 발광이 기관(205)에 형성된 각 색의 컬러 필터를 통하여 사출되는 톱 이미션형 발광 장치이다. 컬러 필터는 특정의 파장 대역의 가시광을 투과시키고, 특정의 파장 대역의 가시광을 차단할 수 있다.
- [0292] 적색의 부화소(R)에서는 발광 디바이스(203R)로부터의 발광이 적색의 컬러 필터(206R)를 통하여 사출된다. 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스(203R)와 중첩되는 위치에 적색 파장 대역의 광만을 통과시키는 컬러 필터(206R)를 제공함으로써, 발광 디바이스(203R)로부터 적색 발광을 얻을 수 있다.
- [0293] 마찬가지로 녹색의 부화소(G)에서는 발광 디바이스(203G)로부터의 발광이 녹색의 컬러 필터(206G)를 통하여 사출되고, 청색의 부화소(B)에서는 발광 디바이스(203B)로부터의 발광이 청색의 컬러 필터(206B)를 통하여 사출된다.
- [0294] 또한 기관(205)에는 블랙 매트릭스(209)(흑색층이라고도 할 수 있음)가 제공되어도 좋다. 이때, 컬러 필터의 단부는 블랙 매트릭스(209)와 중첩되는 것이 바람직하다. 또한 각 색의 컬러 필터 및 블랙 매트릭스(209)는 가시광을 투과시키는 오버코트층으로 덮여도 좋다.
- [0295] 도 3의 (C)에 나타낸 발광 장치는 하나의 화소가 적색의 부화소(R), 녹색의 부화소(G), 청색의 부화소(B), 및 백색의 부화소(W)를 가지는 구성이다. 도 3의 (C)에서 백색의 부화소(W)가 가지는 발광 디바이스(203W)로부터의 광은 컬러 필터를 통하지 않고 발광 장치 외부로 사출된다.
- [0296] 또한 발광 디바이스(203W)에서의 제 1 전극(211)과 제 2 전극(215) 사이의 광학 거리는 발광 디바이스(203R, 203G, 203B) 중 어느 것과 같아도 좋고, 어느 것과도 상이하여도 좋다.
- [0297] 예를 들어 발광 디바이스(203W)로부터 방출되는 광이 색온도가 낮은 백색광일 때 등 청색광의 강도를 높이고자 하는 경우에는, 도 3의 (C)에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스(203W)에서의 광학 거리를 발광 디바이스(203B)에서의 광학 거리(220B)와 같게 하는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 발광 디바이스(203W)로부터 얻어지는 광을 원하는 색온도의 백색광과 가깝게 할 수 있다.
- [0298] 도 3의 (A)에서는 각 색의 부화소가 가지는 발광 디바이스에 공통의 EL층(213)을 사용하는 예를 나타내었지만, 도 4의 (A)에 나타낸 바와 같이, 각 색의 부화소가 가지는 발광 디바이스에 각각 상이한 EL층을 사용하여도 좋다. 도 4의 (A)에도 상술한 마이크로캐비티 구조를 마찬가지로 적용할 수 있다.
- [0299] 도 4의 (A)에는, 발광 디바이스(203R)가 EL층(213R)을 가지고, 발광 디바이스(203G)가 EL층(213G)을 가지고, 발광 디바이스(203B)가 EL층(213B)을 가지는 예를 나타내었다. EL층(213R, 213G, 213B)은 공통의 층을 가져도 좋다. 예를 들어 EL층(213R, 213G, 213B)은 서로 발광층의 구성이 다르고, 다른 층은 공통의 층이어도 좋다. 도 4의 (A)에서는 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)가 방출하는 광은 컬러 필터를 통하여 추출되어도 좋고, 컬러 필터를 통하지 않고 추출되어도 좋다.
- [0300] 도 3의 (A)에는 톱 이미션형 발광 장치를 나타내었지만, 도 4의 (B)에 나타낸 바와 같이, 트랜지스터(210)가 형성된 기관(201) 측으로 광을 추출하는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치도 본 발명의 일 형태이다.
- [0301] 보텀 이미션형 발광 장치에서는 각 색의 컬러 필터를 기관(201)과 발광 디바이스 사이에 제공하는 것이 바람직하다. 도 4의 (B)에는, 기관(201) 위에 트랜지스터(210)를 형성하고, 트랜지스터(210) 위에 절연층(202a)을 형성하고, 절연층(202a) 위에 컬러 필터(206R, 206G, 206B)를 형성하고, 컬러 필터(206R, 206G, 206B) 위에 절연층(202b)을 형성하고, 절연층(202b) 위에 발광 디바이스(203R, 203G, 203B)를 형성하는 예를 나타내었다.
- [0302] 톱 이미션형 발광 장치의 경우에는 기관(201)으로서 차광성 기관 및 투광성 기관을 사용할 수 있고, 기관(205)으로서 투광성 기관을 사용할 수 있다.
- [0303] 보텀 이미션형 발광 장치의 경우에는 기관(205)으로서 차광성 기관 및 투광성 기관을 사용할 수 있고, 기관(201)으로서 투광성 기관을 사용할 수 있다.
- [0304] [발광 장치의 구성예 3]

- [0305] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 패시브 매트릭스형 또는 액티브 매트릭스형으로 할 수 있다. 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 도 5를 사용하여 설명한다.
- [0306] 도 5의 (A)는 발광 장치의 상면도이다. 도 5의 (B)는 도 5의 (A)에 나타난 일점쇄선 A-A' 간의 단면도이다.
- [0307] 도 5의 (A), (B)에 나타난 액티브 매트릭스형 발광 장치는 화소부(302), 회로부(303), 회로부(304a), 및 회로부(304b)를 가진다.
- [0308] 회로부(303), 회로부(304a), 및 회로부(304b)는 각각 주사선 구동 회로(게이트 드라이버) 또는 신호선 구동 회로(소스 드라이버)로서 기능할 수 있다. 또는 외장형 게이트 드라이버 또는 소스 드라이버와 화소부(302)를 전기적으로 접속시키는 회로이어도 좋다.
- [0309] 제 1 기관(301) 위에는 리드 배선(307)이 제공된다. 리드 배선(307)은 외부 입력 단자인 FPC(308)와 전기적으로 접속된다. FPC(308)는 회로부(303), 회로부(304a), 및 회로부(304b)에 외부로부터의 신호(예를 들어 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등) 및 전위를 전달한다. 또한 FPC(308)에는 인쇄 배선 기관(PWB)이 제공되어도 좋다. 도 5의 (A), (B)에 나타난 구성은 발광 디바이스(또는 발광 장치) 및 FPC를 가지는 발광 모듈이라고 할 수도 있다.
- [0310] 화소부(302)는 유기 EL 디바이스(317), 트랜지스터(311), 및 트랜지스터(312)를 가지는 화소를 복수로 가진다. 트랜지스터(312)는 유기 EL 디바이스(317)가 가지는 제 1 전극(313)과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(311)는 스위칭용 트랜지스터로서 기능한다. 트랜지스터(312)는 전류 제어용 트랜지스터로서 기능한다. 또한 각 화소가 가지는 트랜지스터의 개수는 특별히 한정되지 않고, 필요에 따라 적절히 제공할 수 있다.
- [0311] 회로부(303)는 트랜지스터(309) 및 트랜지스터(310) 등을 포함하는 복수의 트랜지스터를 가진다. 회로부(303)는 단극성(N형 및 P형 중 어느 한쪽만) 트랜지스터를 포함하는 회로로 형성되어도 좋고, N형 트랜지스터와 P형 트랜지스터를 포함하는 CMOS 회로로 형성되어도 좋다. 또한 외부에 구동 회로를 가지는 구성으로 하여도 좋다.
- [0312] 본 실시형태의 발광 장치가 가지는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어 플레인너(planar)형 트랜지스터, 스테거형 트랜지스터, 역 스테거형 트랜지스터 등을 사용할 수 있다. 또한 톱 게이트형 및 보텀 게이트형 중 어느 트랜지스터 구조로 하여도 좋다. 또는 채널이 형성되는 반도체층 위아래에 게이트가 제공되어도 좋다.
- [0313] 트랜지스터에 사용되는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체 및 결정성을 가지는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 가지는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 결정성을 가지는 반도체를 사용하면 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.
- [0314] 트랜지스터의 반도체층은 금속 산화물(산화물 반도체라고도 함)을 가지는 것이 바람직하다. 또는 트랜지스터의 반도체층은 실리콘을 가져도 좋다. 실리콘으로서는 비정질 실리콘 및 결정성 실리콘(저온 폴리 실리콘 및 단결정 실리콘 등) 등을 들 수 있다.
- [0315] 반도체층은 예를 들어 인듐과, M(M은 갈륨, 알루미늄, 실리콘, 붕소, 이트륨, 주석, 구리, 바나듐, 베릴륨, 타이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브덴, 란타넘, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텅스텐, 및 마그네슘 중에서 선택된 1종류 또는 복수 종류)과, 아연을 가지는 것이 바람직하다. 특히 M은 알루미늄, 갈륨, 이트륨, 및 주석 중에서 선택된 1종류 또는 복수 종류인 것이 바람직하다.
- [0316] 특히 반도체층으로서 인듐(In), 갈륨(Ga), 및 아연(Zn)을 포함한 산화물(IGZO라고도 표기함)을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0317] 반도체층이 In-M-Zn 산화물인 경우, In-M-Zn 산화물을 성막하기 위하여 사용하는 스퍼터링 타깃은 In의 원자수비가 M의 원자수비 이상인 것이 바람직하다. 이와 같은 스퍼터링 타깃의 금속 원소의 원자수비로서 In:M:Zn=1:1:1, In:M:Zn=1:1:1.2, In:M:Zn=2:1:3, In:M:Zn=3:1:2, In:M:Zn=4:2:3, In:M:Zn=4:2:4.1, In:M:Zn=5:1:6, In:M:Zn=5:1:7, In:M:Zn=5:1:8, In:M:Zn=6:1:6, 및 In:M:Zn=5:2:5 등을 들 수 있다.
- [0318] 회로부(303), 회로부(304a), 및 회로부(304b)가 가지는 트랜지스터와, 화소부(302)가 가지는 트랜지스터는 같은 구조이어도 좋고, 상이한 구조이어도 좋다. 회로부(303), 회로부(304a), 회로부(304b)가 가지는 복수의 트랜지스터의 구조는 모두 같아도 좋고, 2종류 이상 있어도 좋다. 마찬가지로, 화소부(302)가 가지는 복수의 트랜지스터의 구조는 모두 같아도 좋고, 2종류 이상 있어도 좋다.

- [0319] 제 1 전극(313)의 단부는 절연층(314)으로 덮여 있다. 또한 절연층(314)에는 네거티브형 감광성 수지, 포지티브형 감광성 수지(아크릴 수지) 등의 유기 화합물, 및 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화 실리콘 등의 무기 화합물 중 한쪽 또는 양쪽을 사용할 수 있다. 절연층(314)의 상단부 또는 하단부에는, 곡률을 가지는 곡면을 가지는 것이 바람직하다. 이로써, 절연층(314)의 상층에 형성되는 막의 피복성을 양호한 것으로 할 수 있다.
- [0320] 제 1 전극(313) 위에는 EL층(315)이 제공되고, EL층(315) 위에는 제 2 전극(316)이 제공된다. EL층(315)은 발광층, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 및 전하 발생층 등 중 적어도 1층을 가진다. EL층(315)은 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어 정공 주입층의 재료, 정공 수송층의 재료, 및 전하 발생층의 재료 중 적어도 어느 하나로서 상기 복합 재료를 가지는 것이 바람직하다.
- [0321] 복수의 트랜지스터 및 복수의 유기 EL 디바이스(317)는 제 1 기판(301), 제 2 기판(306), 및 실재(305)로 밀봉되어 있다. 제 1 기판(301), 제 2 기판(306), 및 실재(305)로 둘러싸인 공간(318)에는 불활성 기체(질소, 아르곤 등)나 유기물(실재(305)를 포함함)이 충전되어 있어도 좋다.
- [0322] 실재(305)에는 에폭시 수지 또는 유리 프릿 등을 사용할 수 있다. 또한 실재(305)에는 수분이나 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 실재로서 유리 프릿을 사용하는 경우에는, 접착성의 관점에서 제 1 기판(301) 및 제 2 기판(306)은 유리 기판인 것이 바람직하다.
- [0323] 도 5의 (C), (D)에 발광 장치에 사용할 수 있는 트랜지스터의 예를 나타내었다.
- [0324] 도 5의 (C)에 나타낸 트랜지스터(320)는 게이트로서 기능하는 도전층(321), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(328), 채널 형성 영역(327i) 및 한 쌍의 저저항 영역(327n)을 가지는 반도체층(327), 한 쌍의 저저항 영역(327n) 중 한쪽과 접속되는 도전층(322a), 한 쌍의 저저항 영역(327n) 중 다른 쪽과 접속되는 도전층(322b), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(325), 게이트로서 기능하는 도전층(323), 및 도전층(323)을 덮는 절연층(324)을 가진다. 절연층(328)은 도전층(321)과 채널 형성 영역(327i) 사이에 위치한다. 절연층(325)은 도전층(323)과 채널 형성 영역(327i) 사이에 위치한다. 트랜지스터(320)는 절연층(326)으로 덮이는 것이 바람직하다. 절연층(326)은 트랜지스터(320)의 구성 요소에 포함되어도 좋다.
- [0325] 도전층(322a) 및 도전층(322b)은 각각 절연층(324)에 제공된 개구를 통하여 저저항 영역(327n)과 접속된다. 도전층(322a) 및 도전층(322b) 중 한쪽은 소스로서 기능하고, 다른 쪽은 드레인으로서 기능한다.
- [0326] 절연층(325)은 적어도 반도체층(327)의 채널 형성 영역(327i)과 중첩하여 제공된다. 절연층(325)은 한 쌍의 저저항 영역(327n)의 상면 및 측면을 덮어도 좋다.
- [0327] 도 5의 (D)에 나타낸 트랜지스터(330)는 게이트로서 기능하는 도전층(331), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(338), 소스 및 드레인으로서 기능하는 도전층(332a) 및 도전층(332b), 반도체층(337), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(335), 및 게이트로서 기능하는 도전층(333)을 가진다. 절연층(338)은 도전층(331)과 반도체층(337) 사이에 위치한다. 절연층(335)은 도전층(333)과 반도체층(337) 사이에 위치한다. 트랜지스터(330)는 절연층(334)으로 덮이는 것이 바람직하다. 절연층(334)은 트랜지스터(330)의 구성 요소에 포함되어도 좋다.
- [0328] 트랜지스터(320) 및 트랜지스터(330)에는 채널이 형성되는 반도체층이 2개의 게이트 사이에 끼워진 구성이 적용되어 있다. 2개의 게이트를 접속시키고 이들에 동일한 신호를 공급함으로써 트랜지스터를 구동시켜도 좋다. 또는 2개의 게이트 중 한쪽에 문턱 전압을 제어하기 위한 전위를 공급하고, 다른 쪽에 구동시키기 위한 전위를 공급함으로써, 트랜지스터의 문턱 전압을 제어하여도 좋다.
- [0329] 트랜지스터를 덮는 절연층 중 적어도 하나에, 물 및 수소 등의 불순물이 확산되기 어려운 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의하여 절연층을 배리어층으로서 기능시킬 수 있다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 외부로부터 트랜지스터로 불순물이 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있고, 발광 장치의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0330] 절연층(325), 절연층(326), 절연층(328), 절연층(334), 절연층(335), 및 절연층(338)으로서는 각각 무기 절연막을 사용하는 것이 바람직하다. 무기 절연막으로서는 예를 들어 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 산화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 질화 알루미늄막 등을 사용할 수 있다. 또한 산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 및 산화 네오디뮴막 등을 사용하여도 좋다. 또한 상술한 절연막을 2개 이상 적층하여 사용하여도 좋다.
- [0331] 또한 발광 장치를 구성하는 각종 도전층에 사용할 수 있는 재료로서는 알루미늄, 타이타늄, 크로뮴, 니켈, 구리, 이트륨, 지르코늄, 몰리브덴, 은, 탄탈럼, 또는 텅스텐 등의 금속, 혹은 이를 주성분으로 하는 합금 등

을 들 수 있다. 또한 이들 재료를 포함한 막을 단층으로 또는 적층 구조로 사용할 수 있다. 예를 들어, 실리콘을 포함한 알루미늄막의 단층 구조, 타이타늄막 위에 알루미늄막을 적층하는 2층 구조, 텅스텐막 위에 알루미늄막을 적층하는 2층 구조, 구리-마그네슘-알루미늄 합금막 위에 구리막을 적층하는 2층 구조, 타이타늄막 위에 구리막을 적층하는 2층 구조, 텅스텐막 위에 구리막을 적층하는 2층 구조, 타이타늄막 또는 질화 타이타늄막 위에 중첩시켜 알루미늄막 또는 구리막을 적층하고, 그 위에 타이타늄막 또는 질화 타이타늄막을 형성하는 3층 구조, 몰리브덴막 또는 질화 몰리브덴막 위에 중첩시켜 알루미늄막 또는 구리막을 적층하고, 그 위에 몰리브덴막 또는 질화 몰리브덴막을 형성하는 3층 구조 등이 있다. 또한 산화 인듐, 산화 주석, 또는 산화 아연 등의 산화물을 사용하여도 좋다. 또한 망가니즈를 포함하는 구리를 사용하면, 예칭에 의한 형상 제어성이 높아 지므로 바람직하다.

- [0332] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.
- [0333] (실시형태 4)
- [0334] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 수광 디바이스, 수발광 디바이스, 및 수발광 장치에 대하여 도면을 사용하여 설명한다.
- [0335] [수광 디바이스의 구성예]
- [0336] 본 실시형태에서는 가시광 또는 근적외광을 검출하는 기능을 가지는 수광 디바이스에 대하여 설명한다. 도 6의 (A), (B)는 한 쌍의 전극 사이에 유기 화합물을 포함하는 층을 가지는 수광 디바이스의 일례를 나타낸 것이다.
- [0337] 도 6의 (A)에 나타낸 수광 디바이스는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 유기 화합물을 포함하는 층(105)이 끼워진 구조를 가진다. 유기 화합물을 포함하는 층(105)은 적어도 활성층을 가진다.
- [0338] 도 6의 (B)는 유기 화합물을 포함하는 층(105)의 적층 구조의 일례를 나타낸 것이다. 본 실시형태에서는 제 1 전극(101)이 양극으로서 기능하고 제 2 전극(102)이 음극으로서 기능하는 경우를 예로 들어 설명한다. 수광 디바이스는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 역바이어스를 인가하여 구동함으로써, 수광 디바이스에 입사하는 광을 검출하고, 전하를 발생시켜 전류로서 추출할 수 있다. 유기 화합물을 포함하는 층(105)은 제 1 전극(101) 위에 정공 수송층(116), 활성층(117), 및 전자 수송층(118)이 순차적으로 적층된 구조를 가진다. 정공 수송층(116), 활성층(117), 및 전자 수송층(118)은 각각 단층 구조이어도 좋고 적층 구조이어도 좋다. 제 1 전극(101)이 음극이고 제 2 전극(102)이 양극인 경우에는 적층 순서는 반대가 된다.
- [0339] 활성층(117)은 반도체를 포함한다. 상기 반도체로서는 실리콘 등의 무기 반도체, 및 유기 화합물을 포함하는 유기 반도체를 들 수 있다. 본 실시형태에서는 활성층에 포함되는 반도체로서 유기 반도체를 사용하는 예를 제시한다. 유기 반도체를 사용함으로써, 발광 디바이스의 발광층과 활성층(117)을 같은 방법(예를 들어 진공 증착법)으로 형성할 수 있기 때문에 제조 장치를 공통화할 수 있어 바람직하다.
- [0340] 활성층(117)에 포함되는 n형 반도체 재료로서는 풀러렌(예를 들어 C₆₀, C₇₀), 풀러렌 유도체 등의 전자 수용성 유기 반도체 재료를 들 수 있다.
- [0341] 또한 n형 반도체의 재료로서는 퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 옥사졸 골격을 가지는 금속 착체, 싸이아졸 골격을 가지는 금속 착체, 옥사다이아졸 유도체, 트리아아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 옥사졸 유도체, 싸이아졸 유도체, 페난트롤린 유도체, 퀴놀린 유도체, 벤조퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 나프탈렌 유도체, 안트라센 유도체, 쿠마린 유도체, 로다민 유도체, 트리아아진 유도체, 및 퀴논 유도체 등을 들 수 있다.
- [0342] 활성층(117)에 포함되는 p형 반도체 재료로서는 구리(II) 프탈로시아닌(Copper(II) phthalocyanine; CuPc), 테트라페닐다이벤조페리플란텐(Tetraphenyldibenzoperiflanthene; DBP), 아연 프탈로시아닌(Zinc Phthalocyanine; ZnPc), 주석 프탈로시아닌(SnPc), 및 퀴나크리돈 등의 전자 공여성 유기 반도체 재료를 들 수 있다.
- [0343] 또한 p형 반도체 재료로서는 카바졸 유도체, 싸이오펜 유도체, 퓨란 유도체, 및 방향족 아민 골격을 가지는 화합물 등을 들 수 있다. 또한 p형 반도체 재료로서는 나프탈렌 유도체, 안트라센 유도체, 피렌 유도체, 트리아페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 피롤 유도체, 벤조퓨란 유도체, 벤조싸이오펜 유도체, 인돌 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 인돌로카바졸 유도체, 포르피린 유도체, 프탈로시아닌 유도체, 나프탈로시아닌 유도체, 퀴나크리돈 유도체, 폴리페닐렌바이닐렌 유도체, 폴리파라페닐렌 유도체, 폴리플루오렌

유도체, 폴리바이닐카바졸 유도체, 및 폴리싸이오펜 유도체 등을 들 수 있다.

- [0344] 전자 공여성 유기 반도체 재료의 HOMO 준위는 전자 수용성 유기 반도체 재료의 HOMO 준위보다 높은 것이 바람직하다. 전자 공여성 유기 반도체 재료의 LUMO 준위는 전자 수용성 유기 반도체 재료의 LUMO 준위보다 높은 것이 바람직하다.
- [0345] 전자 수용성 유기 반도체 재료로서 구형인 풀러렌을 사용하고, 전자 공여성 유기 반도체 재료로서 평면에 가까운 형상의 유기 반도체 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 비슷한 형상의 분자끼리는 모이기 쉬운 경향이 있고, 같은 종류의 분자가 응집되면, 분자 궤도의 에너지 준위가 가깝기 때문에 캐리어 수송성을 높일 수 있다.
- [0346] 예를 들어 활성층(117)은 n형 반도체와 p형 반도체를 공중착하여 형성하는 것이 바람직하다. 또는 활성층(117)은 n형 반도체를 가지는 층과 p형 반도체를 가지는 층의 적층 구조이어도 좋다.
- [0347] 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에는 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스의 전극과 같은 재료를 사용할 수 있다.
- [0348] 정공 수송층(116)에는 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 그 외에, 정공 수송층(116)에는 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스의 정공 주입층(111)에 사용할 수 있는 재료, 및 정공 수송층(112)에 사용할 수 있는 재료 등을 하나 또는 복수 사용할 수 있다. 즉 정공 수송층(116)은 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스의 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112) 중 한쪽 또는 양쪽과 같은 구성을 가질 수 있다.
- [0349] 전자 수송층(118)에는 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스의 전자 수송층(114)에 사용할 수 있는 재료, 및 전자 주입층(115)에 사용할 수 있는 재료 등을 하나 또는 복수 사용할 수 있다. 즉 전자 수송층(118)은 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스의 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115) 중 한쪽 또는 양쪽과 같은 구성을 가질 수 있다.
- [0350] [수발광 디바이스의 구성예]
- [0351] 도 6의 (A), (B)에 나타난 적층 구조에 있어서 유기 화합물을 포함하는 층(105)으로서 정공 수송층(116), 활성층(117), 및 전자 수송층(118)에 더하여 발광층(113)을 제공함으로써, 수발광 디바이스로서 기능시킬 수 있다.
- [0352] 발광층(113)은 정공 수송층(116)과 활성층(117) 사이 또는 활성층(117)과 전자 수송층(118) 사이에 제공하는 것이 바람직하다. 또한 발광층(113)과 활성층(117) 사이에 버퍼층을 제공하는 것이 바람직하다.
- [0353] 수발광 디바이스는 발광 디바이스와 수광 디바이스를 결합할 수 있기 때문에 화소 하나에 배치하는 디바이스의 개수를 줄일 수 있다. 그러므로 표시 장치의 고정세화, 고개구율화, 및 고해상도화 등이 용이해진다.
- [0354] [수발광 장치의 구성예]
- [0355] 수발광 장치는 수광 기능 및 발광 기능을 가진다. 이하에서는 수발광 장치의 일례로서 수광 기능을 가지는 표시 장치에 대하여 설명한다.
- [0356] 본 실시형태의 표시 장치는 발광 디바이스에 더하여 수광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 가진다.
- [0357] 본 실시형태의 표시 장치는 발광 디바이스(및 수발광 디바이스)를 사용하여 화상을 표시하는 기능을 가진다. 즉 발광 디바이스(및 수발광 디바이스)는 표시 디바이스로서 기능한다.
- [0358] 발광 디바이스는 표시 디바이스(표시 소자라고도 함)로서 기능한다. 발광 디바이스로서는 OLED(Organic Light Emitting Diode), QLED(Quantum-dot Light Emitting Diode) 등의 EL 디바이스를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 발광 디바이스로서 마이크로 LED(Light Emitting Diode) 등의 LED를 사용할 수도 있다. 실시형태 1에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용한 발광 디바이스는 광 추출 효율 및 신뢰성이 높기 때문에 본 발명의 일 형태의 표시 장치에 적합하게 사용할 수 있다.
- [0359] 본 실시형태의 표시 장치는 수광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 사용하여 광을 검출하는 기능을 가진다.
- [0360] 수광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 이미지 센서에 사용하는 경우, 본 실시형태의 표시 장치는 화상을 촬상할 수 있다. 예를 들어 본 실시형태의 표시 장치는 스캐너로서 사용할 수 있다.
- [0361] 예를 들어 이미지 센서를 사용하여 지문, 장문 등의 생체 정보에 따른 데이터를 취득할 수 있다. 즉 표시 장치에 생체 인증용 센서를 내장시킬 수 있다. 표시 장치가 생체 인증용 센서를 내장함으로써, 표시 장치와 별도로

생체 인증용 센서를 제공하는 경우에 비하여, 전자 기기의 부품 점수를 적게 할 수 있어 전자 기기의 소형화 및 경량화가 가능하다.

- [0362] 또한 수광 디바이스 또는 수발광 디바이스를 터치 센서에 사용하는 경우, 본 실시형태의 표시 장치는 대상물의 근접 또는 접촉을 검출할 수 있다.
- [0363] 수광 디바이스로서는 예를 들어 pn형 또는 pin형 포토다이오드를 사용할 수 있다. 특히 수광 디바이스로서, 유기 화합물을 포함한 층을 가지는 유기 포토다이오드를 사용하는 것이 바람직하다. 유기 포토다이오드는 박형화, 경량화, 및 대면적화가 용이하고, 형상 및 디자인의 자유도가 높으므로 다양한 표시 장치에 적용할 수 있다. 본 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용한 수광 디바이스는 본 발명의 일 형태의 표시 장치에 적합하게 사용할 수 있다.
- [0364] 본 발명의 일 형태의 표시 장치는 발광 디바이스로서 유기 EL 디바이스를 가지고 수광 디바이스로서 유기 포토다이오드를 가진다. 유기 EL 디바이스 및 유기 포토다이오드는 동일한 기관에 형성할 수 있다. 따라서 유기 EL 디바이스를 사용한 표시 장치에 유기 포토다이오드를 내장시킬 수 있다.
- [0365] 수발광 디바이스는 상기 발광 디바이스의 구성에 수광 디바이스의 활성층을 추가함으로써 제작할 수 있다. 수발광 디바이스에는 예를 들어 pn형 또는 pin형 포토다이오드의 활성층을 사용할 수 있다. 특히, 수발광 디바이스에는 유기 화합물을 포함하는 층을 가지는 유기 포토다이오드의 활성층을 사용하는 것이 바람직하다. 본 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용한 수발광 디바이스는 본 발명의 일 형태의 표시 장치에 적합하게 사용할 수 있다.
- [0366] 구체적으로는 수발광 디바이스는 유기 EL 디바이스와 유기 포토다이오드를 조합하여 제작할 수 있다. 예를 들어 유기 EL 디바이스의 적층 구조에 유기 포토다이오드의 활성층을 추가함으로써 수발광 디바이스를 제작할 수 있다. 또한 유기 EL 디바이스와 유기 포토다이오드를 조합하여 제작하는 수발광 디바이스는 유기 EL 디바이스와 공통된 구성으로 할 수 있는 층을 일괄적으로 성막함으로써, 성막 공정의 증가를 억제할 수 있다.
- [0367] 본 발명의 일 형태의 표시 장치에서는 발광 디바이스를 센서의 광원으로서 이용할 수 있다. 따라서 표시 장치와 별도로 수광부 및 광원을 제공하지 않아도 되므로, 전자 기기의 부품 점수를 삭감할 수 있다.
- [0368] 다음으로 표시 장치의 자세한 구성에 대하여 설명한다. 도 6의 (C), (D)를 사용하여 표시 장치의 구체적인 구조에 대하여 주로 설명하고, 도 7의 (A) 내지 (C)를 사용하여 표시 장치의 구체적인 기능에 대하여 주로 설명한다.
- [0369] [표시 장치(500A)]
- [0370] 도 6의 (C)에 표시 장치(500A)의 단면도를 나타내었다.
- [0371] 표시 장치(500A)는 한 쌍의 기관(기관(551)과 기관(552)) 사이에 수광 디바이스(510), 발광 디바이스(590), 트랜지스터(531), 및 트랜지스터(532) 등을 가진다.
- [0372] 발광 디바이스(590)는 화소 전극(591), 버퍼층(512), 발광층(593), 버퍼층(514), 및 공통 전극(515)을 이 순서대로 적층하여 포함한다. 버퍼층(512)은 정공 주입층 및 정공 수송층 중 한쪽 또는 양쪽을 포함할 수 있다. 발광층(593)은 유기 화합물을 포함한다. 버퍼층(514)은 전자 주입층 및 전자 수송층 중 한쪽 또는 양쪽을 가질 수 있다. 발광 디바이스(590)는 가시광을 방출하는 기능을 가진다. 또한 표시 장치(500A)는 적외광을 방출하는 기능을 가지는 발광 디바이스(590)를 더 가져도 좋다.
- [0373] 수광 디바이스(510)는 화소 전극(511), 버퍼층(512), 활성층(513), 버퍼층(514), 및 공통 전극(515)을 이 순서대로 적층하여 가진다. 수광 디바이스(510)에서 버퍼층(512)은 정공 수송층으로서 기능한다. 활성층(513)은 유기 화합물을 가진다. 수광 디바이스(510)는 가시광을 검출하는 기능을 가진다. 수광 디바이스(510)에서 버퍼층(514)은 전자 수송층으로서 기능한다. 또한 수광 디바이스(510)는 적외광을 검출하는 기능을 더 가져도 좋다.
- [0374] 버퍼층(512), 버퍼층(514), 및 공통 전극(515)은 발광 디바이스(590) 및 수광 디바이스(510)에 공통되는 층이고, 이들 디바이스에 걸쳐 제공된다.
- [0375] 본 실시형태에 있어서는 발광 디바이스(590) 및 수광 디바이스(510) 중 어느 쪽에서도 화소 전극(511)이 양극으로서 기능하고 공통 전극(515)이 음극으로서 기능하는 것으로 가정하여 설명한다. 즉 화소 전극(511)과 공통 전극(515) 사이에 역바이어스를 인가하여 수광 디바이스(510)를 구동함으로써, 표시 장치(500A)는 수광 디바이

스(510)에 입사하는 광을 검출하고, 전하를 발생시켜 전류로서 추출할 수 있다.

- [0376] 화소 전극(511), 버퍼층(512), 활성층(513), 발광층(593), 버퍼층(514), 및 공통 전극(515)은 각각 단층 구조이어도 좋고 적층 구조이어도 좋다.
- [0377] 화소 전극(511) 및 화소 전극(591)은 절연층(533) 위에 위치한다. 화소 전극(511)의 단부 및 화소 전극(591)의 단부는 각각 절연층(534)으로 덮인다. 서로 인접한 화소 전극(511)과 화소 전극(591)은 절연층(534)에 의하여 서로 전기적으로 절연되어 있다(전기적으로 분리되어 있다고도 함).
- [0378] 절연층(534)으로서는 유기 절연막이 적합하다. 유기 절연막에 사용할 수 있는 재료로서는 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 에폭시 수지, 폴리아마이드 수지, 폴리이미드아마이드 수지, 실록산 수지, 벤조사이클로부텐계 수지, 페놀 수지, 및 이들 수지의 전구체 등을 들 수 있다. 절연층(534)은 가시광을 투과시키는 기능을 가져도 좋고 가시광을 차단하는 기능을 가져도 좋다.
- [0379] 수광 디바이스(510) 및 발광 디바이스(590)의 한 쌍의 전극의 재료 및 막 두께 등은 서로 같게 할 수 있다. 이에 의하여 표시 장치의 제작 비용을 절감하고 제작 공정을 간략화할 수 있다.
- [0380] 수광 디바이스(510)에서, 화소 전극(511)과 공통 전극(515) 사이에 각각 위치하는 버퍼층(512), 활성층(513), 및 버퍼층(514)은 유기층(유기 화합물을 포함한 층)이라고도 할 수 있다. 화소 전극(511)은 가시광을 반사하는 기능을 가지는 것이 바람직하다. 공통 전극(515)은 가시광을 투과시키는 기능을 가진다. 또한 수광 디바이스(510)가 적외광을 검출하는 구성을 가지는 경우, 공통 전극(515)은 적외광을 투과시키는 기능을 가진다. 또한 화소 전극(511)은 적외광을 반사하는 기능을 가지는 것이 바람직하다.
- [0381] 수광 디바이스(510)는 광을 검출하는 기능을 가진다. 구체적으로는, 수광 디바이스(510)는 표시 장치(500A)의 외부로부터 입사하는 광(522)을 수광하여 전기 신호로 변환하는 광전 변환 디바이스(광전 변환 소자라고도 함)이다. 광(522)은 발광 디바이스(590)로부터 방출되고 대상물에서 반사된 광이라고 할 수도 있다. 또한 광(522)은 표시 장치(500A)에 제공된 렌즈 등을 통하여 수광 디바이스(510)에 입사하여도 좋다.
- [0382] 발광 디바이스(590)에서, 화소 전극(591)과 공통 전극(515) 사이에 각각 위치하는 버퍼층(512), 발광층(593), 및 버퍼층(514)은 통틀어 EL층이라고 할 수도 있다. 또한 EL층은 적어도 발광층(593)을 가진다. 화소 전극(591)은 가시광을 반사하는 기능을 가지는 것이 바람직하다. 또한 공통 전극(515)은 가시광을 투과시키는 기능을 가진다. 또한 표시 장치(500A)가 적외광을 방출하는 발광 디바이스를 가지는 경우, 공통 전극(515)은 적외광을 투과시키는 기능을 가진다. 또한 화소 전극(591)은 적외광을 반사하는 기능을 가지는 것이 바람직하다.
- [0383] 발광 디바이스(590)는 가시광을 방출하는 기능을 가진다. 구체적으로는 발광 디바이스(590)는 화소 전극(591)과 공통 전극(515) 사이에 전압을 인가함으로써 기관(552) 측에 광을 사출하는 전계 발광 디바이스이다(광(521) 참조).
- [0384] 수광 디바이스(510)에 포함되는 화소 전극(511)은 절연층(533)에 제공된 개구를 통하여 트랜지스터(531)의 소스 또는 드레인에 전기적으로 접속된다.
- [0385] 발광 디바이스(590)에 포함되는 화소 전극(591)은 절연층(533)에 제공된 개구를 통하여 트랜지스터(532)의 소스 또는 드레인에 전기적으로 접속된다.
- [0386] 트랜지스터(531)와 트랜지스터(532)는 동일한 층(도 6의 (C)에서는 기관(551)) 위에 접한다.
- [0387] 수광 디바이스(510)에 전기적으로 접속되는 회로의 적어도 일부는, 발광 디바이스(590)에 전기적으로 접속되는 회로와 동일한 재료 및 동일한 공정으로 형성되는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 2개의 회로를 따로따로 형성하는 경우에 비하여 표시 장치의 두께를 얇게 할 수 있고, 또한 제작 공정을 간략화할 수 있다.
- [0388] 수광 디바이스(510) 및 발광 디바이스(590)는 각각 보호층(595)으로 덮여 있는 것이 바람직하다. 도 6의 (C)에서는 보호층(595)이 공통 전극(515) 위에 접하여 제공되어 있다. 보호층(595)을 제공함으로써, 수광 디바이스(510) 및 발광 디바이스(590)에 물 등의 불순물이 들어가는 것을 억제하여 수광 디바이스(510) 및 발광 디바이스(590)의 신뢰성을 높일 수 있다. 또한 접착층(553)에 의하여 보호층(595)과 기관(552)이 접합되어 있다.
- [0389] 기관(552) 중 기관(551) 측의 면에는 차광층(554)이 제공되어 있다. 차광층(554)은 발광 디바이스(590)와 중첩되는 위치 및 수광 디바이스(510)와 중첩되는 위치에 개구를 가진다.
- [0390] 여기서, 발광 디바이스(590)로부터 방출되고 대상물에서 반사된 광을 수광 디바이스(510)가 검출한다. 그러나

발광 디바이스(590)로부터 방출된 광이 표시 장치(500A) 내에서 반사되고, 대상물을 거치지 않고 수광 디바이스(510)에 입사하는 경우가 있다. 차광층(554)은 이러한 미광(迷光)의 영향을 억제할 수 있다. 이에 의하여, 노이즈를 저감하고, 수광 디바이스(510)를 사용한 센서의 감도를 높일 수 있다.

- [0391] 차광층(554)에는, 발광 디바이스로부터 방출되는 광을 차단하는 재료를 사용할 수 있다. 차광층(554)은 가시광을 흡수하는 것이 바람직하다. 차광층(554)으로서는, 예를 들어 금속 재료, 혹은 안료(카본 블랙 등) 또는 염료를 포함한 수지 재료 등을 사용하여 블랙 매트릭스를 형성할 수 있다. 차광층(554)은 적색의 컬러 필터, 녹색의 컬러 필터, 및 청색의 컬러 필터 중 적어도 2층의 적층 구조이어도 좋다.
- [0392] [표시 장치(500B)]
- [0393] 도 6의 (D)에 표시 장치(500B)의 단면도를 나타내었다. 또한 표시 장치(500B)의 설명에 있어서 앞에서 설명한 표시 장치(500A)와 같은 구성에 대해서는 설명을 생략하는 경우가 있다.
- [0394] 표시 장치(500B)는 발광 디바이스(590B), 발광 디바이스(590G), 및 수발광 디바이스(580SR)를 가진다.
- [0395] 발광 디바이스(590B)는 화소 전극(591B), 버퍼층(512), 발광층(593B), 버퍼층(514), 및 공통 전극(515)을 이 순서대로 적층하여 가진다. 발광 디바이스(590B)는 청색광(521B)을 방출하는 기능을 가진다. 발광 디바이스(590B)는 트랜지스터(532B)와 전기적으로 접속된다.
- [0396] 발광 디바이스(590G)는 화소 전극(591G), 버퍼층(512), 발광층(593G), 버퍼층(514), 및 공통 전극(515)을 이 순서대로 적층하여 가진다. 발광 디바이스(590G)는 녹색광(521G)을 방출하는 기능을 가진다. 발광 디바이스(590G)는 트랜지스터(532G)와 전기적으로 접속된다.
- [0397] 수발광 디바이스(580SR)는 화소 전극(511), 버퍼층(512), 활성층(513), 발광층(593R), 버퍼층(514), 및 공통 전극(515)을 이 순서대로 적층하여 가진다. 수발광 디바이스(580SR)는 적색광(521R)을 방출하는 기능과 광(522)을 검출하는 기능을 가진다. 수발광 디바이스(580SR)는 트랜지스터(531)와 전기적으로 접속된다.
- [0398] [표시 장치(500C)]
- [0399] 도 7의 (A)에 나타난 표시 장치(500C)는 기관(551), 기관(552), 수광 디바이스(510), 발광 디바이스(590R), 발광 디바이스(590G), 발광 디바이스(590B), 및 기능층(555) 등을 가진다.
- [0400] 발광 디바이스(590R), 발광 디바이스(590G), 발광 디바이스(590B), 및 수광 디바이스(510)는 기관(551)과 기관(552) 사이에 제공되어 있다. 발광 디바이스(590R), 발광 디바이스(590G), 발광 디바이스(590B)는 각각 적색(R), 녹색(G), 또는 청색(B)의 광을 방출한다.
- [0401] 표시 장치(500C)는 매트릭스로 배치된 복수의 화소를 가진다. 하나의 화소는 하나 이상의 부화소를 가진다. 하나의 부화소는 하나의 발광 디바이스를 가진다. 예를 들어 화소에는, 부화소를 3개 가지는 구성(R, G, B의 3색 또는 황색(Y), 시안(C), 및 마젠타(M)의 3색 등) 또는 부화소를 4개 가지는 구성(R, G, B, 백색(W)의 4색 또는 R, G, B, Y의 4색 등)을 적용할 수 있다. 또한 화소는 수광 디바이스(510)를 가진다. 수광 디바이스(510)는 모든 화소에 제공되어도 좋고, 일부의 화소에 제공되어도 좋다. 또한 하나의 화소가 복수의 수광 디바이스(510)를 가져도 좋다.
- [0402] 도 7의 (A)는 기관(552)의 표면에 손가락(520)이 접촉된 상태를 나타낸 것이다. 발광 디바이스(590G)가 방출하는 광의 일부는 기관(552)과 손가락(520)의 접촉부에서 반사된다. 그리고 반사광의 일부가 수광 디바이스(510)에 입사함으로써, 손가락(520)이 기관(552)에 접촉한 것을 검출할 수 있다. 즉 표시 장치(500C)는 터치 패널로서 기능할 수 있다.
- [0403] 기능층(555)은 발광 디바이스(590R), 발광 디바이스(590G), 발광 디바이스(590B)를 구동하는 회로, 및 수광 디바이스(510)를 구동하는 회로를 가진다. 기능층(555)에는 스위치, 트랜지스터, 용량 소자, 배선 등이 제공된다. 또한 발광 디바이스(590R), 발광 디바이스(590G), 발광 디바이스(590B), 및 수광 디바이스(510)를 패시브 매트릭스 방식으로 구동시키는 경우에는, 스위치 및 트랜지스터 중 한쪽 또는 양쪽을 제공하지 않는 구성으로 하여도 좋다.
- [0404] [표시 장치(500D)]
- [0405] 도 7의 (B)에 나타난 표시 장치(500D)는 도 7의 (A)에 예시한 구성에 더하여 발광 디바이스(590IR)를 가진다. 발광 디바이스(590IR)는 적외광(IR)을 방출하는 발광 디바이스이다. 즉 표시 장치(500D)는 가시광을 나타내는

발광 디바이스와, 적외광을 나타내는 발광 디바이스와, 수광 디바이스를 가진다. 이때 수광 디바이스(510)는 적어도 발광 디바이스(590IR)가 방출하는 적외광(IR)을 수광할 수 있는 것이 바람직하다. 또한 수광 디바이스(510)는 가시광과 적외광의 양쪽을 수광할 수 있는 것이 더 바람직하다.

- [0406] 도 7의 (B)에 나타난 바와 같이, 기관(552)에 손가락(520)이 접촉되면 발광 디바이스(590IR)에서 방출된 적외광(IR)이 손가락(520)에 의하여 반사되고, 상기 반사광의 일부가 수광 디바이스(510)에 입사함으로써 손가락(520)의 위치 정보를 취득할 수 있다.
- [0407] [표시 장치(500E)]
- [0408] 도 7의 (C)에 나타난 표시 장치(500E)는 발광 디바이스(590B), 발광 디바이스(590G), 및 수발광 디바이스(580SR)를 가진다. 수발광 디바이스(580SR)는 적색(R)의 광을 방출하는 발광 디바이스로서의 기능과 가시광을 수광하는 광전 변환 디바이스로서의 기능을 가진다. 즉 표시 장치(500E)는 가시광을 나타내는 발광 디바이스와, 가시광을 나타내며 가시광을 수광하는 수발광 디바이스를 가진다. 도 7의 (C)에는 수발광 디바이스(580SR)가 발광 디바이스(590G)로부터 방출되는 녹색(G)의 광을 수광하는 예를 나타내었다. 또한 수발광 디바이스(580SR)는 발광 디바이스(590B)로부터 방출되는 청색(B)의 광을 수광하여도 좋다. 또한 수발광 디바이스(580SR)는 녹색광과 청색광의 양쪽을 수광하여도 좋다.
- [0409] 예를 들어 수발광 디바이스(580SR)는 그 자체가 방출하는 광보다 단파장의 광을 수광하는 것이 바람직하다. 수발광 디바이스(580SR)는 그 자체가 방출하는 광보다 장파장의 광(예를 들어 적외광)을 수광하는 구성으로 하여도 좋다. 수발광 디바이스(580SR)는 그 자체가 방출하는 광과 같은 정도의 파장의 광을 수광하는 구성으로 하여도 좋지만, 이 경우에는 수발광 디바이스(580SR) 자체가 방출하는 광도 수광하기 때문에 발광 효율이 저하될 우려가 있다. 그러므로 수발광 소자(580SR)는 발광 스펙트럼의 피크와 흡수 스펙트럼의 피크가 가능한 한 중첩되지 않도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [0410] 또한 수발광 디바이스가 방출하는 광은 적색광에 한정되지 않는다. 또한 발광 디바이스가 방출하는 광에 대해서도 녹색광과 청색광의 조합에 한정되지 않는다. 예를 들어 수발광 디바이스는 녹색광 또는 청색광을 방출하며 수발광 디바이스 자체가 방출한 광과는 다른 파장의 광을 수광하여도 좋다.
- [0411] 이와 같이, 수발광 디바이스(580SR)가 발광 디바이스와 수광 디바이스를 겸함으로써 하나의 화소에 배치하는 디바이스의 개수를 줄일 수 있다. 따라서 표시 장치의 고정세화, 고개구율화, 및 고해상도화 등이 용이해진다.
- [0412] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.
- [0413] (실시형태 5)
- [0414] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 전자 기기에 대하여 도면을 사용하여 설명한다.
- [0415] 전자 기기로서는 예를 들어 텔레비전 장치, 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대용 게임기, 휴대 정보 단말기, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 게임기, 생체 인증 기기, 및 검사 기기 등이 있다.
- [0416] 본 실시형태의 전자 기기는 표시부에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 가지므로 발광 효율이 높고 신뢰성이 높다. 또한 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 가지는 구성에 한정되지 않고, 본 발명의 일 형태의 수광 장치 또는 본 발명의 일 형태의 수발광 장치를 가져도 좋다.
- [0417] 본 실시형태의 전자 기기의 표시부에는 예를 들어 풀 하이비전, 4K2K, 8K4K, 16K8K, 또는 그 이상의 해상도를 가지는 영상을 표시할 수 있다. 또한 표시부의 화면 크기로서는 대각선 20인치 이상, 대각선 30인치 이상, 대각선 50인치 이상, 대각선 60인치 이상, 또는 대각선 70인치 이상으로 할 수 있다.
- [0418] 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 가요성을 가지기 때문에, 가옥 또는 빌딩의 내벽 또는 외벽, 혹은 자동차의 내장 또는 외장의 곡면을 따라 제공할 수도 있다.
- [0419] 또한 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 이차 전지를 가져도 좋고, 비접촉 전력 전송(傳送)을 사용하여 이차 전지를 충전할 수 있는 것이 바람직하다.
- [0420] 이차 전지로서는, 예를 들어 겔상 전해질을 사용하는 리튬 폴리머 전지(리튬 이온 폴리머 전지) 등의 리튬 이온 이차 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 카드뮴 전지, 유기 라디칼 전지, 납 축전지, 공기 이차 전지, 니켈 아연 전지, 및 은 아연 전지 등이 있다.

- [0421] 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 안테나를 가져도 좋다. 안테나로 신호를 수신함으로써, 표시부에 영상 또는 정보 등을 표시할 수 있다. 또한 전자 기기가 안테나 및 이차 전지를 가지는 경우, 안테나를 비접촉 전력 전송에 사용하여도 좋다.
- [0422] 본 실시형태의 전자 기기는 센서(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도, 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것)를 가져도 좋다.
- [0423] 본 실시형태의 전자 기기는 다양한 기능을 가질 수 있다. 예를 들어, 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜, 또는 시각 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)를 실행하는 기능, 무선 통신 기능, 기록 매체에 기록되는 프로그램 또는 데이터를 판독하는 기능 등을 가질 수 있다.
- [0424] 도 8의 (A)에 텔레비전 장치의 일례를 나타내었다. 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)에 표시부(7000)가 포함되어 있다. 여기서는 스탠드(7103)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 도시하였다.
- [0425] 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 적용할 수 있다.
- [0426] 도 8의 (A)에 나타낸 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)이 가지는 조작 스위치, 및 별체의 리모트 컨트롤러(7111)에 의하여 조작할 수 있다. 또는 표시부(7000)에 터치 센서를 가져도 좋고, 손가락 등으로 표시부(7000)를 터치함으로써 조작하여도 좋다. 리모트 컨트롤러(7111)는 상기 리모트 컨트롤러(7111)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부를 가져도 좋다. 리모트 컨트롤러(7111)의 조작 키 또는 터치 패널에 의하여 채널 및 음량을 조작할 수 있기 때문에, 표시부(7000)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다.
- [0427] 또한 텔레비전 장치(7100)는 수신기 및 모뎀 등을 가지는 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있다. 또한 모뎀을 통하여 유선 또는 무선에 의하여 통신 네트워크에 접속함으로써, 한 방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 사이, 또는 수신자끼리 등)의 정보 통신을 수행할 수도 있다.
- [0428] 도 8의 (B)에 노트북형 퍼스널 컴퓨터의 일례를 나타내었다. 노트북형 퍼스널 컴퓨터(7200)는 하우징(7211), 키보드(7212), 포인팅 디바이스(7213), 및 외부 접속 포트(7214) 등을 가진다. 하우징(7211)에 표시부(7000)가 포함되어 있다.
- [0429] 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 적용할 수 있다.
- [0430] 도 8의 (C), (D)에 디지털 사이니지(Digital Signage)의 일례를 나타내었다.
- [0431] 도 8의 (C)에 나타낸 디지털 사이니지(7300)는 하우징(7301), 표시부(7000), 및 스피커(7303) 등을 가진다. 또한 LED 램프, 조작 키(전원 스위치 또는 조작 스위치를 포함함), 접속 단자, 각종 센서, 및 마이크로폰 등을 가질 수 있다.
- [0432] 도 8의 (D)는 원기둥 형상의 기둥(7401)에 제공된 디지털 사이니지(7400)이다. 디지털 사이니지(7400)는 기둥(7401)의 곡면을 따라 제공된 표시부(7000)를 가진다.
- [0433] 도 8의 (C), (D)에서, 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 적용할 수 있다.
- [0434] 표시부(7000)가 넓을수록 한번에 제공할 수 있는 정보량을 늘릴 수 있다. 또한 표시부(7000)가 넓을수록 사람의 눈에 띄기 쉽고, 예를 들어 광고의 선전(宣傳) 효과를 높일 수 있다.
- [0435] 표시부(7000)에 터치 패널을 적용함으로써, 표시부(7000)에 화상 또는 동영상을 표시할 뿐만 아니라, 사용자가 직관적으로 조작할 수 있어 바람직하다. 또한 노선 정보 또는 교통 정보 등의 정보를 제공하기 위한 용도로 사용하는 경우에는, 직관적인 조작에 의하여 사용성을 높일 수 있다.
- [0436] 또한 도 8의 (C), (D)에 나타낸 바와 같이, 디지털 사이니지(7300) 또는 디지털 사이니지(7400)는 사용자가 가지는 스마트폰 등의 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)와 무선 통신에 의하여 연결 가능한 것이 바람직하다. 예를 들어, 표시부(7000)에 표시되는 광고의 정보를 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)의 화면에 표시시킬 수 있다. 또한 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)를 조작함으로써 표시부(7000)의 표시를 전환할 수 있다.
- [0437] 또한 디지털 사이니지(7300) 또는 디지털 사이니지(7400)에 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)의 화면

을 조작 수단(컨트롤러)으로 한 게임을 실행시킬 수도 있다. 이에 의하여, 불특정 다수의 사용자가 동시에 게임에 참가하여 즐길 수 있다.

- [0438] 도 9의 (A) 내지 (F)에 가요성을 가지는 표시부(7001)를 가지는 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다.
- [0439] 표시부(7001)는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용하여 제작된다. 예를 들어 곡률 반경 0.01mm 이상 150mm 이하로 구부릴 수 있는 발광 장치를 적용할 수 있다. 또한 표시부(7001)는 터치 센서를 가져도 좋고, 손가락 등으로 표시부(7001)를 터치함으로써 휴대 정보 단말기를 조작할 수 있다.
- [0440] 도 9의 (A) 내지 (C)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다. 도 9의 (A)에는 펼쳐진 상태, 도 9의 (B)에는 펼쳐진 상태 및 접은 상태 중 한쪽으로부터 다른 쪽으로 변화하는 도중의 상태, 도 9의 (C)에는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(7600)를 나타내었다. 휴대 정보 단말기(7600)는 접은 상태에서는 가반성이 우수하고, 펼쳐진 상태에서는 이음매가 없고 넓은 표시 영역에 의하여 일람성이 우수하다.
- [0441] 표시부(7001)는 힌지(7602)에 의하여 연결된 3개의 하우징(7601)으로 지지된다. 힌지(7602)를 사용하여 2개의 하우징(7601) 사이를 굴곡시킴으로써, 휴대 정보 단말기(7600)를 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다.
- [0442] 도 9의 (D), (E)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다. 도 9의 (D)에는 표시부(7001)가 내측이 되도록 접은 상태, 도 9의 (E)에는 표시부(7001)가 외측이 되도록 접은 상태의 휴대 정보 단말기(7650)를 나타내었다. 휴대 정보 단말기(7650)는 표시부(7001) 및 비표시부(7651)를 가진다. 휴대 정보 단말기(7650)를 사용하지 않을 때 표시부(7001)가 내측이 되도록 접음으로써 표시부(7001)가 더러워지거나 손상되는 것을 억제할 수 있다.
- [0443] 도 9의 (F)에 손목시계형 휴대 정보 단말기의 일례를 나타내었다. 휴대 정보 단말기(7800)는 밴드(7801), 표시부(7001), 입출력 단자(7802), 및 조작 버튼(7803) 등을 가진다. 밴드(7801)는 하우징으로서의 기능을 가진다. 또한 휴대 정보 단말기(7800)는 가요성을 가지는 배터리(7805)를 탑재할 수 있다. 배터리(7805)는 예를 들어 표시부(7001) 또는 밴드(7801)와 중첩시켜 배치되어도 좋다.
- [0444] 밴드(7801), 표시부(7001), 및 배터리(7805)는 가요성을 가진다. 그러므로, 휴대 정보 단말기(7800)를 원하는 형상으로 용이하게 만족시킬 수 있다.
- [0445] 조작 버튼(7803)은 시각 설정 이외에, 전원의 ON/OFF 동작, 무선 통신의 ON/OFF 동작, 매너 모드의 실행 및 해제, 전력 절약 모드의 실행 및 해제 등 다양한 기능을 가질 수 있다. 예를 들어, 휴대 정보 단말기(7800)에 제공된 운영 체계에 의하여 조작 버튼(7803)의 기능을 자유로이 설정할 수도 있다.
- [0446] 또한 표시부(7001)에 표시된 아이콘(7804)을 손가락 등으로 터치함으로써 애플리케이션을 기동할 수 있다.
- [0447] 또한 휴대 정보 단말기(7800)는 통신 규격에 따른 근거리 무선 통신을 실행할 수 있다. 예를 들어 무선 통신이 가능한 헤드셋과 상호 통신함으로써 핸즈프리로 통화할 수도 있다.
- [0448] 또한 휴대 정보 단말기(7800)는 입출력 단자(7802)를 가져도 좋다. 입출력 단자(7802)를 가지는 경우, 다른 정보 단말기와 커넥터를 통하여 직접 데이터를 주고받을 수 있다. 또한 입출력 단자(7802)를 통하여 충전을 수행할 수도 있다. 또한 본 실시형태에서 예시되는 휴대 정보 단말기의 충전 동작은 입출력 단자를 통하지 않고 비접촉 전력 전송에 의하여 수행하여도 좋다.
- [0449] 도 10의 (A)에 자동차(9700)의 외관을 나타내었다. 도 10의 (B)는 자동차(9700)의 운전석을 나타낸 것이다. 자동차(9700)는 차체(9701), 차륜(9702), 앞유리(9703), 라이트(9704), 및 안개등(9705) 등을 가진다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 자동차(9700)의 표시부 등에 사용할 수 있다. 예를 들어, 도 10의 (B)에 나타낸 표시부(9710) 내지 표시부(9715)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 라이트(9704) 또는 안개등(9705)에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용하여도 좋다.
- [0450] 표시부(9710)와 표시부(9711)는 자동차의 앞유리에 제공된 표시 장치이다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 전극 및 배선을 투광성을 가지는 도전성 재료로 제작함으로써, 반대 측이 비쳐 보이는, 소위 시스루 상태로 할 수 있다. 표시부(9710) 또는 표시부(9711)가 시스루 상태이면, 자동차(9700)를 운전할 때에도 시야를 가리지 않는다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 자동차(9700)의 앞유리에 설치할 수 있다. 또한 발광 장치를 구동하기 위한 트랜지스터 등을 설치하는 경우에는, 유기 반도체 재료를 사용한 유기 트랜지스터 또는 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 가지는 트랜지스터를 사용하는 것이 좋다.

- [0451] 표시부(9712)는 필러 부분에 제공된 표시 장치이다. 예를 들어, 차체에 제공된 활상 수단으로부터의 영상을 표시부(9712)에 표시함으로써, 필러에 가려진 시야를 보완할 수 있다. 표시부(9713)는 대시 보드 부분에 제공된 표시 장치이다. 예를 들어, 차체에 제공된 활상 수단으로부터의 영상을 표시부(9713)에 표시함으로써, 대시 보드에 가려진 시야를 보완할 수 있다. 즉, 자동차의 외측에 제공된 활상 수단으로부터의 영상을 표시함으로써, 사각을 보완하여 안전성을 높일 수 있다. 또한 보이지 않는 부분을 보완하는 영상을 표시함으로써, 더 자연스럽게 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.
- [0452] 또한 도 10의 (C)는 운전석과 조수석에 벤치 시트를 채용한 자동차 내를 나타낸 것이다. 표시부(9721)는 도어부에 제공된 표시 장치이다. 예를 들어, 차체에 제공된 활상 수단으로부터의 영상을 표시부(9721)에 표시함으로써, 도어에 가려진 시야를 보완할 수 있다. 또한 표시부(9722)는 핸들에 제공된 표시 장치이다. 표시부(9723)는 벤치 시트의 시트면의 중앙부에 제공된 표시 장치이다. 또한 표시 장치를 시트면 또는 등받이 부분에 제공하고, 상기 표시 장치를, 상기 표시 장치의 발열을 열원으로 한 시트 히터로서 이용할 수도 있다.
- [0453] 표시부(9714), 표시부(9715), 또는 표시부(9722)는 내비게이션 정보, 속도계, 태코미터(tachometer), 주행 거리, 연료계, 기어 상태, 에어컨디셔너의 설정 등을 표시함으로써 다양한 정보를 제공할 수 있다. 또한 표시부에 표시되는 표시 항목 및 레이아웃 등은 사용자의 취향에 따라 적절히 변경할 수 있다. 또한 상기 정보는 표시부(9710) 내지 표시부(9713), 표시부(9721), 표시부(9723)에도 표시될 수 있다. 또한 표시부(9710) 내지 표시부(9715), 표시부(9721) 내지 표시부(9723)는 조명 장치로서 사용될 수도 있다. 또한 표시부(9710) 내지 표시부(9715), 표시부(9721) 내지 표시부(9723)는 가열 장치로서 사용될 수도 있다.
- [0454] 또한 본 발명의 일 형태의 전자 기기는 광원에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 가지기 때문에 발광 효율이 높고 신뢰성이 높다. 예를 들어 가시광 또는 근적외광을 방출하는 광원에 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용할 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 조명 장치의 광원에 사용될 수도 있다.
- [0455] 도 11의 (A)는 손가락 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기이고, 하우징(911), 광원(912), 및 검지 스테이지(913) 등을 가진다. 검지 스테이지(913)에 손가락을 올려 놓으면 정맥의 형상을 촬상할 수 있다. 검지 스테이지(913) 위에는 근적외광을 방출하는 광원(912)이 설치되고, 아래에는 촬상 장치(914)가 설치된다. 검지 스테이지(913)는 근적외광을 투과시키는 재료로 구성되고, 광원(912)으로부터 조사되고 손가락을 투과한 근적외광을 촬상 장치(914)로 촬상할 수 있다. 또한 검지 스테이지(913)와 촬상 장치(914) 사이에 광학계가 설치되어도 좋다. 상기 기기의 구성은 손바닥 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기에 이용될 수도 있다.
- [0456] 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 광원(912)에 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 만곡된 형상으로 설치할 수 있어, 대상물에 대하여 균일적으로 광을 조사할 수 있다. 특히 700nm 이상 1200nm 이하의 파장에 가장 높은 피크 강도를 가지는 근적외광을 방출하는 발광 장치인 것이 바람직하다. 예를 들어 손가락 또는 손바닥 등을 투과한 광을 수광하여 화상화함으로써 정맥의 위치를 검출할 수 있다. 상기 작용은 생체 인증에 이용될 수 있다. 또한 글로벌 셔터 방식과 조합함으로써 피사체가 움직여도 고정밀도 센싱이 가능하다.
- [0457] 또한 광원(912)은 도 11의 (B)에 나타낸 발광부(915, 916, 917)와 같이, 복수의 발광부를 가질 수 있다. 발광부(915, 916, 917) 각각이 발광하는 파장은 상이하여도 좋다. 또한 각각을 상이한 타이밍에 조사할 수도 있다. 따라서 조사하는 광의 파장 및 각도 중 한쪽 또는 양쪽을 변경함으로써 상이한 화상을 연속적으로 촬상할 수 있으므로, 복수의 화상을 인증에 이용하여 높은 보안성을 실현할 수 있다.
- [0458] 도 11의 (C)는 손바닥 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기이고, 하우징(921), 조작 버튼(922), 검지부(923), 및 근적외광을 방출하는 광원(924) 등을 가진다. 검지부(923) 위에 손을 댄으로써 손바닥 정맥의 형상을 인식할 수 있다. 또한 조작 버튼을 사용하여 비밀번호 등을 입력할 수도 있다. 검지부(923)의 주위에는 광원(924)이 배치되고 대상물(손)을 조사한다. 그리고 대상물로부터의 반사광이 검지부(923)에 입사한다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 광원(924)에 사용할 수 있다. 검지부(923) 직하에는 촬상 장치(925)가 배치되고, 대상물의 이미지(손 전체의 이미지)를 취득할 수 있다. 또한 검지부(923)와 촬상 장치(925) 사이에 광학계가 설치되어도 좋다. 상기 기기의 구성은 손가락 정맥을 대상으로 한 생체 인증 기기에 이용될 수도 있다.
- [0459] 도 11의 (D)는 비파괴 검사 기기이고, 하우징(931), 조작 패널(932), 반송 기구(933), 모니터(934), 검지 유닛(935), 및 근적외광을 방출하는 광원(938) 등을 가진다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 광원(938)에 사용할 수 있다. 피검사 부재(936)는 반송 기구(933)에 의하여 검지 유닛(935) 직하로 운반된다. 피검사 부재(936)에는 광원(938)으로부터 근적외광이 조사되고, 그 투과광을 검지 유닛(935) 내에 제공된 촬상 장치(937)로 촬상한다. 촬상된 화상은 모니터(934)에 표시된다. 그 후, 하우징(931)의 출구까지 운반되고, 불량품이 분리 회수된

다. 근적외광을 사용한 촬상에 의하여, 피검사 부재 내부의 결함 및 이물 등의 불량 요소를 비파괴로 고속 검출할 수 있다.

[0460] 도 11의 (E)는 휴대 전화기이며, 하우징(981), 표시부(982), 조작 버튼(983), 외부 접속 포트(984), 스피커(985), 마이크로폰(986), 제 1 카메라(987), 및 제 2 카메라(988) 등을 가진다. 상기 휴대 전화기는 표시부(982)에 터치 센서를 가진다. 하우징(981) 및 표시부(982)는 가요성을 가진다. 전화를 걸거나 또는 문자를 입력하는 등의 다양한 조작은 손가락 또는 스타일러스 등으로 표시부(982)를 터치함으로써 수행할 수 있다. 제 1 카메라(987)로 가시광 화상을 취득할 수 있고, 제 2 카메라(988)로 적외광 화상(근적외광 화상)을 취득할 수 있다. 도 11의 (E)에 나타난 휴대 전화기 또는 표시부(982)는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 가져도 좋다.

[0461] 본 실시형태는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0462] (실시예 1)

[0463] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 제작하여 평가한 결과에 대하여 설명한다.

[0464] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 정공 주입층용 복합 재료를 사용한 디바이스 1과, 비교를 위한 비교 디바이스 2를 제작하여 평가한 결과에 대하여 설명한다.

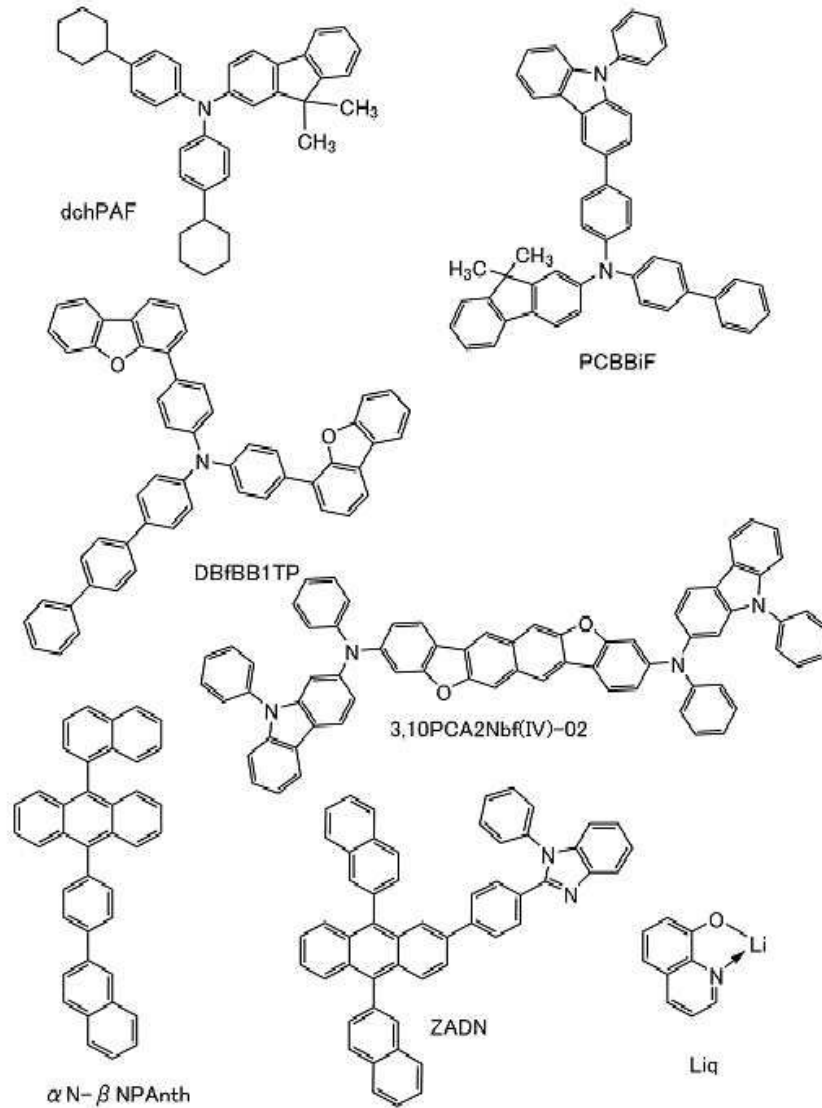
[0465] 본 실시예에서 사용하는 2개의 발광 디바이스의 구조를 도 12에 나타내고, 구체적인 구성을 표 1에 나타내었다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0466] [표 1]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층		발광층	전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극
	801	811	812		813	814	815	803
디바이스 1	ITO (55nm)	dchPAF: OCHD-001 (1:0.05 10nm)	dchPAF (55nm)	DBfBB1TP (10nm)	aN-βNPAnth: 3,10PCA2Nb(IV)-02 (1:0.015 25nm)	ZADN:Liq (1:1 25nm)	Liq (1nm)	Al (200nm)
비교 디바이스 2		PCBBfF: OCHD-001 (1:0.05 10nm)	PCBBfF (55nm)					

[0467]

[0468] [화학식 8]



[0469]

[0470] <<발광 디바이스의 제작>>

[0471] 도 12에 나타낸 바와 같이, 본 실시예에 나타내는 발광 디바이스는 기판(800) 위에 제 1 전극(801)이 형성되고, 제 1 전극(801) 위에 EL층(802)으로서 정공 주입층(811), 정공 수송층(812), 발광층(813), 전자 수송층(814), 및 전자 주입층(815)이 순차적으로 적층되고, 전자 주입층(815) 위에 제 2 전극(803)이 적층된 구조를 가진다.

[0472] 먼저 기판(800) 위에 제 1 전극(801)을 형성하였다. 전극 면적은 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)로 하였다. 기판(800)에는 유리 기판을 사용하였다. 제 1 전극(801)은 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께 55nm로 성장하여 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 1 전극(801)은 양극으로서 기능한다.

[0473] 여기서, 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200°C에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 약 10^{-4} Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170°C에서 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0474] 다음으로 제 1 전극(801) 위에 정공 주입층(811)을 형성하였다.

[0475] 디바이스 1의 정공 주입층(811)은 진공 증착 장치 내를 10^{-4} Pa까지 감압한 후, N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비가 dchPAF:OCHD-001=1:0.05가 되며 막 두께가 10nm가 되도록 공증착하여 형성하였다. 또한 OCHD-001은 플루오린을 포함하는 억셉터성 재료이다.

- [0476] 비교 디바이스 2의 정공 주입층(811)은 진공 증착 장치 내를 10^{-4} Pa까지 감압한 후, 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 OCHD-001을 중량비가 PCBBiF:OCHD-001=1:0.05가 되며 막 두께가 10nm가 되도록 공증착하여 형성하였다.
- [0477] 디바이스 1 및 비교 디바이스 2 모두에서 정공 주입층(811)에서의 OCHD-001의 중량 퍼센트 농도는 4.8wt%고, 부피 퍼센트 농도는 3.6vol%다.
- [0478] 다음으로 정공 주입층(811) 위에 정공 수송층(812)을 형성하였다.
- [0479] 디바이스 1의 정공 수송층(812)은 dchPAF를 막 두께가 55nm가 되도록 증착하고, N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.
- [0480] 비교 디바이스 2의 정공 수송층(812)은 PCBBiF를 막 두께가 55nm가 되도록 증착하고, DBfBB1TP를 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.
- [0481] 다음으로 정공 수송층(812) 위에 발광층(813)을 형성하였다. 발광층(813)은 호스트 재료로서 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: α N- β NPAnth)을 사용하고, 게스트 재료(형광 발광 재료)로서 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)을 사용하여, 중량비가 α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015가 되며 막 두께가 25nm가 되도록 공증착하여 형성하였다.
- [0482] 다음으로 발광층(813) 위에 전자 수송층(814)을 형성하였다. 전자 수송층(814)은 2-(4-[9,10-다이(나프탈렌-2-일)-2-안트릴]페닐)-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN)과 8-하이드록시퀴놀리네이트-리튬(약칭: Liq)을 중량비가 ZADN:Liq=1:1이 되며 막 두께가 25nm가 되도록 공증착하여 형성하였다.
- [0483] 다음으로 전자 수송층(814) 위에 전자 주입층(815)을 형성하였다. 전자 주입층(815)은 Liq를 막 두께가 1nm가 되도록 증착하여 형성하였다.
- [0484] 다음으로 전자 주입층(815) 위에 제 2 전극(803)을 형성하였다. 제 2 전극(803)은 알루미늄을 사용하여 증착법에 의하여 두께가 200nm가 되도록 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 2 전극(803)은 음극으로서 기능한다.
- [0485] 여기까지의 공정을 거쳐, 한 쌍의 전극 사이에 EL층(802)을 끼워 이루어지는 발광 디바이스를 기판(800) 위에 형성하였다. 상술한 제작 방법에서의 증착 공정에서는 모두 저항 가열법에 의한 증착법을 사용하였다.
- [0486] 또한 제작한 발광 디바이스는 다른 기판(도시 생략)으로 밀봉하였다. 또한 다른 기판(도시 생략)을 사용하여 밀봉할 때는, 질소 분위기의 글러브 박스 내에서 자외광에 의하여 고체화되는 접착제가 도포된 다른 기판(도시 생략)을 기판(800) 위에 고정하고, 기판(800) 위에 형성된 발광 디바이스의 주위에 접착제가 부착되도록 기판들을 접착시켰다. 밀봉 시에는 365nm의 자외광을 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 조사하여 접착제를 고체화시키고, 80°C에서 1시간 동안 열처리함으로써 접착제를 안정화시켰다.
- [0487] 여기서, 정공 주입층(811) 및 정공 수송층(812)에 사용한 저굴절률 재료(dchPAF)와 비교 재료인 PCBBiF의 굴절률을 도 13에 나타내었다. 측정에는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하였다. 시료로서는, 석영 기판 위에 진공 증착법에 의하여 재료를 약 50nm 성막한 막을 사용하였다. 또한 도면에는 정상 광선의 굴절률인 n Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n Extra-ordinary를 기재하였다. 측정 결과, dchPAF로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.65이고, PCBBiF로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.81이었다. 또한 dchPAF로 이루어지는 층의 파장 460nm의 광에서의 굴절률은 1.71이고, PCBBiF로 이루어지는 층의 파장 460nm의 광에서의 굴절률은 1.94이었다.
- [0488] 또한 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정의 결과로부터 산출한 OCHD-001의 LUMO 준위는 N,N-다이메틸폼아마이드(DMF)가 용매일 때 -5.27eV이고, 클로로폼이 용매일 때 -5.40eV이었다. 또한 DMF가 용매일 때 dchPAF의 HOMO 준위는 -5.36eV이고, PCBBiF의 HOMO 준위는 -5.36eV이었다. 이들 결과로부터, OCHD-001은 dchPAF 및 PCBBiF에 대하여 전자 수용성을 가진다고 할 수 있다. 또한 CV 측정의 측정 장치로서는 전기 화학 애널라이저(BAS Inc. 제조, 형식 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하여 측정 재료를 용매에 용해시킨 용액을 측정하였다.
- [0489] 또한 dchPAF와 PCBBiF의 정공 이동도를 임피던스 분광법(Impedance Spectroscopy: IS법)을 사용하여 측정하였다. 구체적으로는 dchPAF 또는 PCBBiF의 막 두께 500nm의 층을 인듐 주석 산화물(ITSO)과 알루미늄의 한 쌍의

전극으로 끼운 소자를 사용하여 측정하였다. 또한 ITS0와 접하는 영역에 OCHD-001을 7vol%의 농도로 포함하고, 알루미늄과 접하는 영역에는 산화 몰리브데넘(MoO₃)을 17vol%의 농도로 포함하는 구성으로 하였다.

[0490] 측정된 결과, 전기 강도(V/cm)의 제곱근이 200(V/cm)^{1/2}일 때 dchPAF의 정공 이동도는 7.0×10⁻⁴ cm²/Vs이고, PCBBiF의 정공 이동도는 5.6×10⁻⁴ cm²/Vs이었다. 이와 같이 dchPAF는 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료이며, 높은 정공 이동도를 가지는 모노아민 화합물이다.

[0491] <<발광 디바이스의 동작 특성>>

[0492] 본 실시예에서 제작한 발광 디바이스의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한 측정은 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-ULIR)를 사용하여 실온에서 수행하였다.

[0493] 도 14에 발광 디바이스의 휘도-전류 밀도 특성을 나타내었다. 도 15에 발광 디바이스의 전류 효율-휘도 특성을 나타내었다. 도 16에 발광 디바이스의 전류-전압 특성을 나타내었다. 도 17에 발광 디바이스의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타내었다.

[0494] 표 2에 1000cd/m² 부근에서의 발광 디바이스의 주된 초기 특성값을 나타내었다.

[0495] [표 2]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도(x,y)	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	과위 효율 (lm/W)	외부 양자 효율(%)	에너지 효율(%)
디바이스 1	3.8	0.30	7.6	(0.13, 0.15)	890	11.7	9.7	10.0	6.8
비교 디바이스 2	3.8	0.40	10.1	(0.13, 0.14)	1060	10.5	8.7	9.2	6.2

[0496] [표 2]

[0497] 도 14 내지 도 17 및 표 2에 나타낸 바와 같이 디바이스 1은 비교 디바이스 2에 비하여 발광 효율이 높은 것을 알 수 있었다. 또한 디바이스 1은 구동 전압의 대폭적인 상승 등도 없고 구동 특성이 양호한 것을 알 수 있었다.

[0498] 디바이스 1에 사용한 dchPAF는 비교 디바이스 2에 사용한 PCBBiF에 비하여 굴절률이 낮다. 이에 의하여 디바이스 1은 비교 디바이스 2보다 높은 발광 효율을 나타내었다. 또한 디바이스 1에서는 정공 주입층(811) 및 정공 수송층(812)의 양쪽에 dchPAF를 사용하고, 발광 디바이스에서의 굴절률이 낮은 층의 두께가 두껍기 때문에(굴절률이 낮은 층이 차지하는 비율이 크기 때문에) 광 추출 효율이 향상되는 효과가 얻어졌다.

[0499] 정공 주입층(811)에서 OCHD-001의 농도는 낮다. 즉 정공 주입층(811)과 정공 수송층(812)의 굴절률은 거의 동등한 것으로 간주할 수 있다. 이에 의하여, 굴절률 단차를 저감하여 광 추출 효율을 높일 수 있다. 또한 정공 주입층(811)에서의 OCHD-001의 농도가 낮으므로 OCHD-001로 인한 청색광의 흡수를 억제할 수 있기 때문에, 본 실시예에서는 청색 발광 디바이스에서 높은 발광 효율이 얻어졌다.

[0500] dchPAF에 있어서 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율은 38.5%이다. 이러한 불포화 결합을 많이 가지는 재료를 사용하여도 디바이스 1의 각종 특성(발광 효율 및 후술하는 신뢰성 등)에 대한 악영향은 거의 확인되지 않았다.

[0501] 또한 발광 디바이스에서의 1000cd/m² 부근의 발광 스펙트럼을 도 18에 나타내었다. 도 18에 나타낸 바와 같이 디바이스 1 및 비교 디바이스 2는 모두, 발광층(813)에 포함되는 3,10PCA2NbF(IV)-02의 발광에서 유래하여 458nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다.

[0502] 다음으로 발광 디바이스에 대한 신뢰성 시험을 수행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 19에 나타내었다. 도 19에서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한 신뢰성 시험에 있어서는 실온에서 전류 밀도 50mA/cm²로 발광 디바이스를 구동시켰다.

[0503] 초기 휘도를 100%로 한 경우, 휘도가 95%가 될 때까지의 시간(LT95)은 디바이스 1에서는 341시간, 비교 디바이

스 2에서는 141시간이었다. 또한 1000시간 후의 휘도를 비교하면, 디바이스 1에서는 초기 휘도의 83%, 비교 디바이스 2에서는 초기 휘도의 80%를 유지하였다.

[0504] 이상과 같이 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용함으로써, 발광 효율 및 신뢰성이 높은 청색 발광 디바이스를 제작할 수 있었다.

[0505] (실시예 2)

[0506] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 제작하여 평가한 결과에 대하여 설명한다.

[0507] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 정공 주입층용 복합 재료를 사용한 디바이스 3과, 비교를 위한 비교 디바이스 4를 제작하여 평가한 결과에 대하여 설명한다.

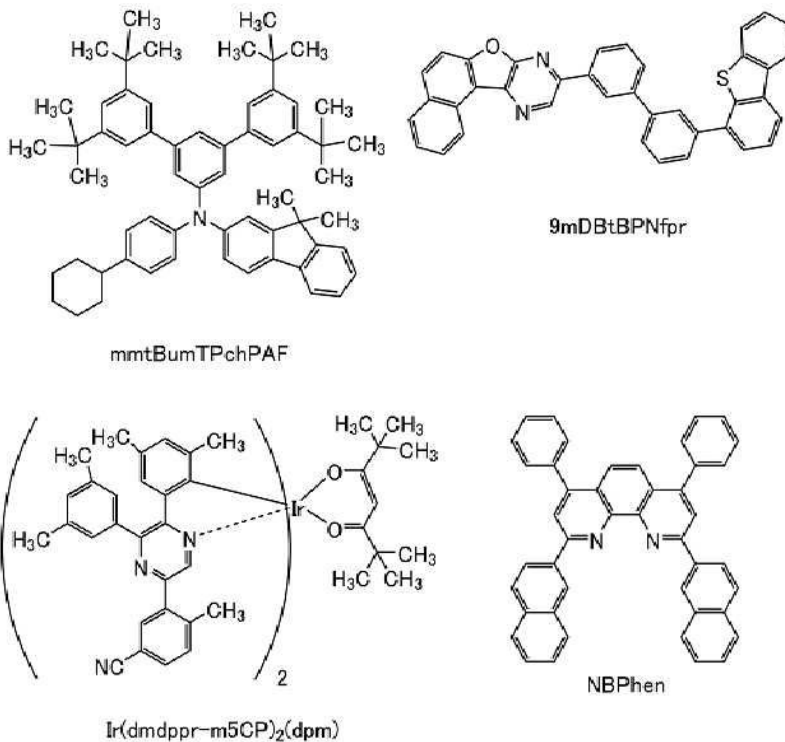
[0508] 본 실시예에서 사용하는 2개의 발광 디바이스의 구조를 도 12에 나타내고, 구체적인 구성에 대하여 표 3에 나타내었다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0509] [표 3]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극	
	801	811	812	813	814	815	803	
디바이스 3	ITO (70nm)	mmtBumTPchPAF: OCHD-001 (1:0.1 65nm)	PCBbIF (20nm)	9mDBtBPNfpr: PCBbIF: [Ir(dmdppr- m5CP) ₂ (dpm)] (0.8:0.2:0.1 40nm)	9mDBtBP Nfpr (30nm)	NBPhen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
비교 디바이스 4		PCBbIF: OCHD-001 (1:0.1 70nm)						

[0510]

[0511] [화학식 9]



[0512]

[0513] <<발광 디바이스의 제작>>

[0514] 본 실시예의 발광 디바이스의 제작 방법 중, 실시예 1에서 제작한 발광 디바이스의 제작 방법과 같은 부분에 대해서는 실시예 1을 참조할 수 있기 때문에 설명을 생략한다.

[0515] 디바이스 3의 정공 주입층(811)은 진공 증착 장치 내를 10⁻⁴ Pa까지 감압한 후, N-(3,3',5,5'-테트라-*t*-부틸-

1,1':3',1''-터페닐-5'-일)-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPchPAF)과 OCHD-001을 중량비가 mmtBumTPchPAF:OCHD-001=1:0.1이 되며 막 두께가 65nm가 되도록 공증착하여 형성하였다.

[0516] 비교 디바이스 4의 정공 주입층(811)은 진공 증착 장치 내를 10^{-4} Pa까지 감압한 후, PCBBiF와 OCHD-001을 중량 비가 PCBBiF:OCHD-001=1:0.1이 되며 막 두께가 70nm가 되도록 공증착하여 형성하였다.

[0517] 디바이스 3 및 비교 디바이스 4 모두에서 정공 주입층(811)에서의 OCHD-001의 중량 퍼센트 농도는 9.1wt%이고 부피 퍼센트 농도는 6.8vol%이다.

[0518] 디바이스 3과 비교 디바이스 4 모두에서 정공 수송층(812)은 PCBBiF를 막 두께가 20nm가 되도록 증착하여 형성 하였다.

[0519] 발광층(813)은 호스트 재료(제 1 호스트 재료라고도 할 수 있음)로서 9-[(3'-다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 9mDBtBPNfpr)을 사용하고, 어시스트 재료(제 2 호스트 재료라고도 할 수 있음)로서 PCBBiF를 사용하고, 게스트 재료(인광 재료)로서 {4,6-다이메틸-2-[5-(5-시아노-2-메틸 페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이트-κ²O, O')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)])을 사용하고, 중량비가 9mDBtBPNfpr:PCBBiF:[Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]=0.8:0.2:0.1이 되며 막 두께가 25nm가 되도록 공증착하여 형성하였다.

[0520] 전자 수송층(814)은 9mDBtBPNfpr를 막 두께가 30nm가 되도록 증착하고, 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께가 15nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0521] 전자 주입층(815)은 플루오린화 리튬(LiF)을 막 두께가 1nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0522] 여기서, 정공 주입층(811)에 사용한 저굴절률 재료(mmtBumTPchPAF)와 비교 재료인 PCBBiF의 굴절률을 도 20에 나타내었다. 측정에는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하였다. 시료로서는, 석영 기판 위에 진공 증착법에 의하여 재료를 약 50nm 성막한 막을 사용하였다. 또한 도면에는 정상 광선의 굴절률인 n Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n Extra-ordinary를 기재하였다. 측정된 결과, mmtBumTPchPAF로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.62이고, PCBBiF로 이루어지는 층의 파장 633nm의 광에서의 굴절률은 1.81이었다. 또한 mmtBumTPchPAF의 유리 전이 온도는 124°C이다. 즉 mmtBumTPchPAF는 유리 전이 온도가 높고 굴절률이 낮은 재료라고 할 수 있다. mmtBumTPchPAF를 사용함으로써, 열로 인한 열화를 억제할 수 있어, 고온 프로세스를 사용한 디바이스 제작 및 고온하에서의 발광 디바이스의 구동이 가능해진다.

[0523] 실시예 1에서 설명한 바와 같이 CV 측정의 결과로부터 산출한 OCHD-001의 LUMO 준위는 N,N-다이메틸폼아마이드(DMF)가 용매일 때 -5.27eV이고, 클로로폼이 용매일 때 -5.40eV이었다. 또한 DMF가 용매일 때 mmtBumTPchPAF의 HOMO 준위는 -5.42eV이었다. 이 결과로부터, OCHD-001은 mmtBumTPchPAF에 대하여 전자 수용성을 가진다고 할 수 있다. 또한 CV 측정의 측정 장치는 실시예 1과 같다.

[0524] <<발광 디바이스의 동작 특성>>

[0525] 본 실시예에서 제작한 발광 디바이스의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한 측정은 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하여 실온에서 수행하였다.

[0526] 도 21에 발광 디바이스의 휘도-전류 밀도 특성을 나타내었다. 도 22에 발광 디바이스의 전류 효율-휘도 특성을 나타내었다. 도 23에 발광 디바이스의 전류-전압 특성을 나타내었다. 도 24에 발광 디바이스의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타내었다.

[0527] 표 4에 1000cd/m² 부근에서의 발광 디바이스의 주된 초기 특성값을 나타내었다.

[0528] [표 4]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도(x,y)	휘도 (cd/m ²)	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율(%)	에너지 효율(%)
디바이스 3	3.2	0.26	6.6	(0.70, 0.30)	1090	16.6	16.3	31.5	18.5
비교 디바이스 4	3.2	0.28	6.9	(0.70, 0.30)	980	14.1	13.9	27.5	16.0

[0529]

[0530]

표 4에 나타낸 바와 같이 디바이스 3과 비교 디바이스 4는 동일한 색도의 광을 나타내는 발광 디바이스이다. 도 21 내지 도 24 및 표 4에 나타낸 바와 같이 디바이스 3은 비교 디바이스 4와 같은 색도를 가지고 전류-전압 특성이 거의 변화되지 않고, 더 높은 발광 효율을 실현할 수 있었다.

[0531]

실시예 1에서는 정공 주입층(811) 및 정공 수송층(812)의 양쪽에 굴절률이 낮은 층을 사용하였지만, 실시예 2에서는 정공 주입층(811)에만 굴절률이 낮은 층을 사용하였다. 본 실시예의 결과로부터, 정공 주입층(811)에만 굴절률이 낮은 층을 적용하여도 높은 발광 효율이 실현되는 것을 알 수 있었다.

[0532]

실시예 2의 발광 디바이스에서는 정공 주입층(811)의 두께가 실시예 1의 발광 디바이스에 비하여 두껍다. 정공 주입층(811)은 도전성이 높은 층이므로, 두껍게 제공함으로써 발광 디바이스의 구동 전압을 저하시킬 수 있다. OCHD-001은 적색광을 거의 흡수하지 않기 때문에 정공 주입층(811)을 두껍게 하여도 발광 효율의 저하는 일어나지 않았다.

[0533]

mntBumTPchPAF에 있어서 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율은 41.0%이다. 이러한 불포화 결합을 많이 가지는 재료를 사용하여도 디바이스 3의 각종 특성(발광 효율 및 후술하는 신뢰성 등)에 대한 악영향은 거의 확인되지 않았다.

[0534]

또한 발광 디바이스에서의 1000cd/m² 부근의 발광 스펙트럼을 도 25에 나타내었다. 도 25에 나타낸 바와 같이 디바이스 3은 발광층(813)에 포함되는 [Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]의 발광에서 유래하여 644nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다. 마찬가지로 비교 디바이스 4는 645nm 부근에 최대 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타내었다.

[0535]

다음으로 발광 디바이스에 대한 신뢰성 시험을 수행하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 26에 나타내었다. 도 26에서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한 신뢰성 시험에 있어서는 실온에서 전류 밀도 50mA/cm²로 발광 디바이스를 구동시켰다.

[0536]

디바이스 3과 비교 디바이스 4는 모두 520시간 후의 휘도가 초기 휘도의 88%이고, 동등한 신뢰성 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0537]

따라서, 디바이스 3은 비교 디바이스 4보다 발광 효율이 높으며 신뢰성이 동등한 것을 알 수 있었다.

[0538]

(참조예)

[0539]

본 참조예에서는, 실시형태 1에서 설명한 제 1 유기 화합물로서 사용할 수 있는 유기 화합물의 합성 방법에 대하여 설명한다. 이들 유기 화합물은 각각 굴절률이 낮고 정공 수송성을 가지는 재료의 일례이다. 구체적으로는, 표 5에 나타낸 바와 같이 이들 유기 화합물은 모두 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하)에서의 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.75 이하이며 굴절률의 측정에 일반적으로 사용되는 633nm의 광에서의 정상광 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하이다. 또한 표 5에 나타낸 바와 같이 이들 유기 화합물은 각각 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하고 있는 탄소수의 비율이 23% 이상 55% 이하이다.

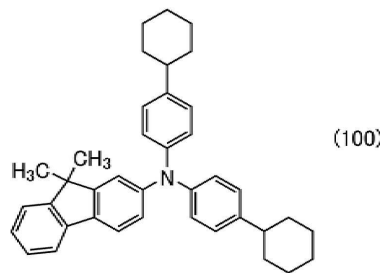
[0540] [표 5]

구조식	약칭	정상광 굴절률		sp3 탄소수/ 총탄소수
		파장 455nm 내지 465nm	파장 633nm	
(100)	dchPAF	1.71 내지 1.72	1.65	38.5%
(101)	mntBuBichPAF	1.72 내지 1.73	1.65	36.2%
(102)	mntBumTPchPAF	1.67 내지 1.68	1.62	41.0%
(103)	mntBumBichPAF	1.67	1.62	41.2%
(104)	mntBumBioFbi	1.69 내지 1.70	1.64	29.4%
(105)	mntBumTPtBuPAF	1.66 내지 1.67	1.62	39.0%
(106)	mntBumTPoFbi-02	1.69 내지 1.70	1.64	31.1%
(107)	mntBumTPchPAF-02	1.67 내지 1.68	1.62	41.0%
(108)	mntBumTPoFbi-03	1.69 내지 1.70	1.64	26.3%
(109)	mntBumTPchPAF-03	1.69 내지 1.70	1.64	36.8%

[0541]

[0542] 우선, 하기 구조식(100)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAF)의 합성 방법에 대하여 설명한다.

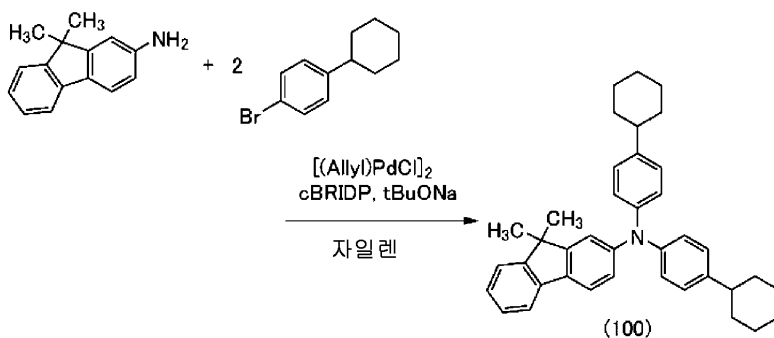
[0543] [화학식 10]



[0544]

[0545] 3구 플라스크에 9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민 10.6g(51mmol), 4-사이클로헥실-1-브로모벤젠 18.2g(76mmol), 소듐-tert-부톡사이드 21.9g(228mmol), 자일렌 255mL를 넣고, 감압하에서 탈기 처리한 후에 플라스크 내를 질소로 치환하였다. 이 혼합물을 약 50℃까지 가열 교반하였다. 여기서, 아릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: [(Allyl)PdCl]₂) 370mg(1.0mmol), 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표)) 1660mg(4.0mmol)을 넣고, 이 혼합물을 120℃에서 약 5시간 가열하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 60℃까지 낮추고, 물 약 4mL를 넣고 고체를 석출하였다. 석출된 고체를 여과하여 분리하였다. 여과액을 농축하여 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여 짙은 톨루엔 용액을 얻었다. 이 톨루엔 용액을 에탄올에 적하하여 다시 침전시켰다. 약 10℃에서 석출물을 여과하고, 얻어진 고체를 약 80℃에서 감압 건조시켜 목적물인 백색 고체를 10.1g, 수율 40%로 얻었다. 이하에 dchPAF의 합성 스킴을 나타낸다.

[0546] [화학식 11]



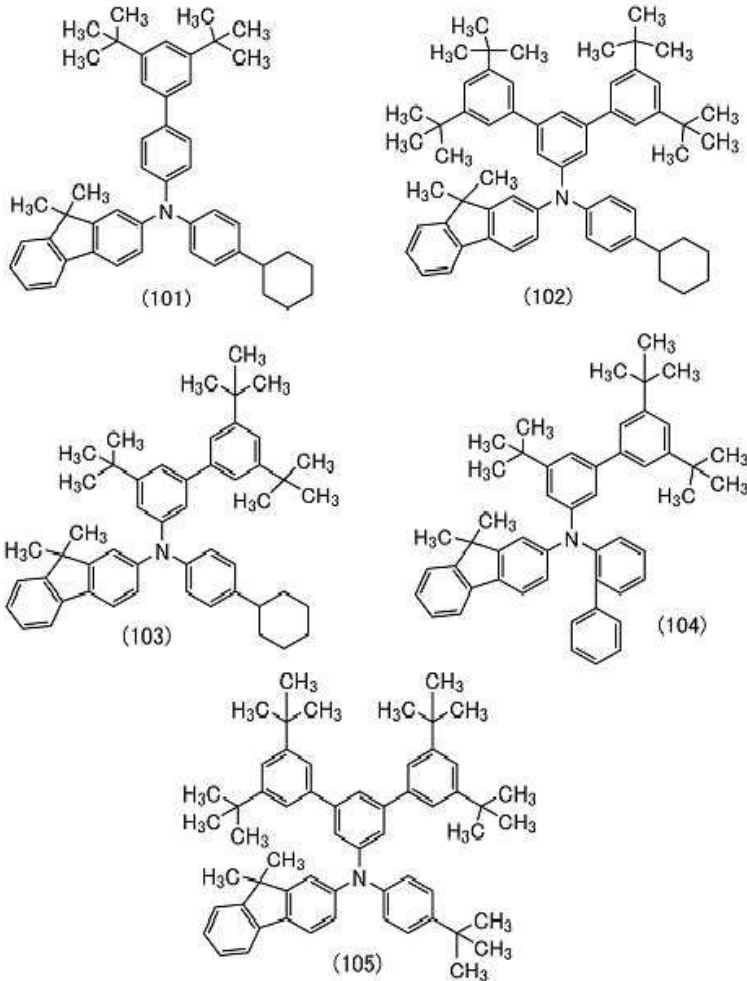
[0547]

[0548] 얻어진 백색 고체의 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)에 의한 분석 결과를 아래에 나타낸다. 이 결과로부터, dchPAF를 합성할 수 있었다는 것을 알 수 있었다.

[0549] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.60(d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.53(d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.37(d, 2H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.29(td, 1H, $J=7.5\text{Hz}$, 1.0Hz), 7.23(td, 1H, $J=7.5\text{Hz}$, 1.0Hz), 7.19(d, 1H, $J=1.5\text{Hz}$), 7.06(m, 8H), 6.97(dd, 1H, $J=8.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 2.41-2.51(brm, 2H), 1.79-1.95(m, 8H), 1.70-1.77(m, 2H), 1.33-1.45(brm, 14H), 1.19-1.30(brm, 2H).

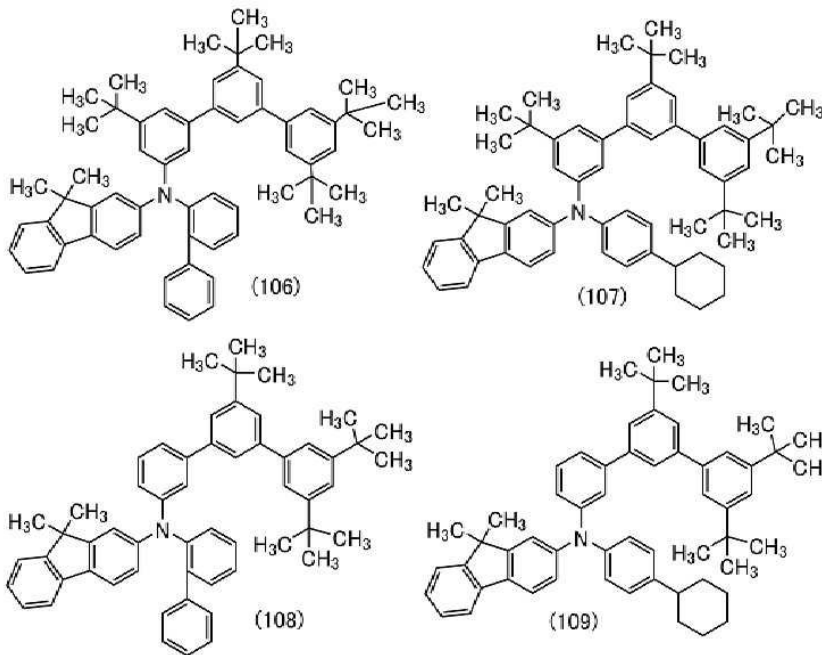
[0550] 마찬가지로, 하기 구조식(101) 내지 구조식(109)으로 나타내어지는 유기 화합물을 합성하였다.

[0551] [화학식 12]



[0552]

[0553] [화학식 13]



[0554]

[0555] 이들 유기 화합물의 핵자기 공명 분광법(¹H-NMR)에 의한 분석 결과를 각각 이하에 나타낸다. 또한 일부의 유기 화합물에 대해서는 유리 전이 온도도 기재한다.

[0556] 구조식(101)으로 나타내어지는 N-[(3',5'-다이삼차뷰틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBichPAF)의 결과.

[0557] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.63(d, 1H, J=7.5Hz), 7.57(d, 1H, J=8.0Hz), 7.44-7.49(m, 2H), 7.37-7.42(m, 4H), 7.31(td, 1H, J=7.5Hz, 2.0Hz), 7.23-7.27(m, 2H), 7.15-7.19(m, 2H), 7.08-7.14(m, 4H), 7.05(dd, 1H, J=8.0Hz, 2.0Hz), 2.43-2.53(brm, 1H), 1.81-1.96(m, 4H), 1.75(d, 1H, J=12.5Hz), 1.32-1.48(m, 28H), 1.20-1.31(brm, 1H).

[0558] 또한 구조식(101)으로 나타내어지는 mmtBuBichPAF의 유리 전이 온도는 102°C이었다.

[0559] 구조식(102)으로 나타내어지는 N-(3,3',5,5'-테트라-*t*-뷰틸-1,1':3',1''-터페닐-5'-일)-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPchPAF)의 결과.

[0560] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.63(d, J=6.6Hz, 1H), 7.58(d, J=8.1Hz, 1H), 7.42-7.37(m, 4H), 7.36-7.09(m, 14H), 2.55-2.39(m, 1H), 1.98-1.20(m, 51H).

[0561] 또한 구조식(102)으로 나타내어지는 mmtBumTPchPAF의 유리 전이 온도는 124°C이었다.

[0562] 구조식(103)으로 나타내어지는 N-[(3,3',5'-*t*-뷰틸)-1,1'-바이페닐-5-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumBichPAF)의 결과.

[0563] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.63(d, 1H, J=7.5Hz), 7.56(d, 1H, J=8.5Hz), 7.37-40(m, 2H), 7.27-7.32(m, 4H), 7.22-7.25(m, 1H), 7.16-7.19(brm, 2H), 7.08-7.15(m, 4H), 7.02-7.06(m, 2H), 2.43-2.51(brm, 1H), 1.80-1.93(brm, 4H), 1.71-1.77(brm, 1H), 1.36-1.46(brm, 10H), 1.33(s, 18H), 1.22-1.30(brm, 10H).

[0564] 또한 구조식(103)으로 나타내어지는 mmtBumBichPAF의 유리 전이 온도는 103°C이었다.

[0565] 구조식(104)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[(3,3',5'-트라이-*t*-뷰틸)-1,1'-바이페닐-5-일]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumBioFBi)의 결과.

[0566] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.57(d, 1H, J=7.5Hz), 7.40-7.47(m, 2H), 7.32-7.39(m, 4H), 7.27-7.31(m, 2H), 7.27-

7.24(m, 5H), 6.94-7.09(m, 6H), 6.83(brs, 2H), 1.33(s, 18H), 1.32(s, 6H), 1.20(s, 9H).

- [0567] 또한 구조식(104)으로 나타내어지는 mmtBumBioFbi의 유리 전이 온도는 102°C이었다.
- [0568] 구조식(105)으로 나타내어지는 N-(4-tert-부틸페닐)-N-(3,3',5,5'-테트라-t-부틸-1,1':3',1''-터페닐-5'-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPtBuPAF)의 결과.
- [0569] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.64(d, 1H, J=7.5Hz), 7.59(d, 1H, J=8.0Hz), 7.38-7.43(m, 4H), 7.29-7.36(m, 8H), 7.24-7.28(m, 3H), 7.19(d, 2H, J=8.5Hz), 7.13(dd, 1H, J=1.5Hz, 8.0Hz), 1.47(s, 6H), 1.32(s, 45H).
- [0570] 또한 구조식(105)으로 나타내어지는 mmtBumTPtBuPAF의 유리 전이 온도는 123°C이었다.
- [0571] 구조식(106)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(3,3',5',5''-테트라-t-부틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPoFbi-02)의 결과.
- [0572] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.56(d, 1H, J=7.4Hz), 7.50(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.33-7.46(m, 11H), 7.27-7.29(m, 2H), 7.22(dd, 1H, J=2.3Hz), 7.15(d, 1H, J=6.9Hz), 6.98-7.07(m, 7H), 6.93(s, 1H), 6.84(d, 1H, J=6.3Hz), 1.38(s, 9H), 1.37(s, 18H), 1.31(s, 6H), 1.20(s, 9H).
- [0573] 또한 구조식(106)으로 나타내어지는 mmtBumTPoFbi-02의 유리 전이 온도는 126°C이었다.
- [0574] 구조식(107)으로 나타내어지는 N-(4-사이클로헥실페닐)-N-(3,3',5',5''-테트라-t-부틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPchPAF-02)의 결과.
- [0575] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.62(d, 1H, J=7.5Hz), 7.56(d, 1H, J=8.0Hz), 7.50(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.46-7.47(m, 2H), 7.43(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.37-7.39(m, 3H), 7.29-7.32(m, 2H), 7.23-7.25(m, 2H), 7.20(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.09-7.14(m, 5H), 7.05(dd, 1H, J=2.3Hz), 2.46(brm, 1H), 1.83-1.88(m, 4H), 1.73-1.75(brm, 1H), 1.42(s, 6H), 1.38(s, 9H), 1.36(s, 18H), 1.29(s, 9H).
- [0576] 또한 구조식(107)으로 나타내어지는 mmtBumTPchPAF-02의 유리 전이 온도는 127°C이었다.
- [0577] 구조식(108)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(3'',5',5''-트라이-t-부틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPoFbi-03)의 결과.
- [0578] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.55(d, 1H, J=7.4Hz), 7.50(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.42-7.43(m, 3H), 7.27-7.39(m, 10H), 7.18-7.25(m, 4H), 7.00-7.12(m, 4H), 6.97(dd, 1H, J=6.3Hz, 1.7Hz), 6.93(d, 1H, J=1.7Hz), 6.82(dd, 1H, J=7.3Hz, 2.3Hz), 1.37(s, 9H), 1.36(s, 18H), 1.29(s, 6H).
- [0579] 구조식(109)으로 나타내어지는 N-(4-사이클로헥실페닐)-N-(3'',5',5''-트라이-t-부틸-1,1':3',1''-터페닐-5-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBumTPchPAF-03)의 결과.
- [0580] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.62(d, 1H, J=7.5Hz), 7.56(d, 1H, J=8.6Hz), 7.51(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.48(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.46(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.42(dd, 1H, J=1.7Hz), 7.37-7.39(m, 4H), 7.27-7.33(m, 2H), 7.23-7.25(m, 2H), 7.05-7.13(m, 7H), 2.46(brm, 1H), 1.83-1.90(m, 4H), 1.73-1.75(brm, 1H), 1.41(s, 6H), 1.37(s, 9H), 1.35(s, 18H).

부호의 설명

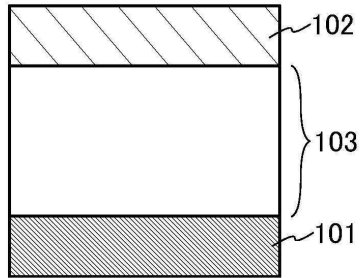
- [0581] 101: 제 1 전극, 102: 제 2 전극, 103a: EL층, 103b: EL층, 103c: EL층, 103: EL층, 104: 전하 발생층, 105: 유기 화합물을 포함하는 층, 111: 정공 주입층, 112: 정공 수송층, 113: 발광층, 114: 전자 수송층, 115: 전자 주입층, 116: 정공 수송층, 117: 활성층, 118: 전자 수송층, 201: 기관, 202a: 절연층, 202b: 절연층, 202: 절연층, 203B: 발광 디바이스, 203G: 발광 디바이스, 203R: 발광 디바이스, 203W: 발광 디바이스, 204: 절연층, 205: 기관, 206B: 컬러 필터, 206G: 컬러 필터, 206R: 컬러 필터, 207: 공간, 208: 접착층, 209: 블랙 매트릭스, 210: 트랜지스터, 211: 제 1 전극, 212G: 도전층, 212R: 도전층, 213B: EL층, 213G: EL층, 213R: EL층, 213: EL층, 215: 제 2 전극, 220B: 광학 거리, 220G: 광학 거리, 220R: 광학 거리, 301: 제 1 기관, 302: 화소

부, 303: 회로부, 304a: 회로부, 304b: 회로부, 305: 실재, 306: 제 2 기관, 307: 리드 배선, 308: FPC, 309: 트랜지스터, 310: 트랜지스터, 311: 트랜지스터, 312: 트랜지스터, 313: 제 1 전극, 314: 절연층, 315: EL층, 316: 제 2 전극, 318: 공간, 320: 트랜지스터, 321: 도전층, 322a: 도전층, 322b: 도전층, 323: 도전층, 324: 절연층, 325: 절연층, 326: 절연층, 327i: 채널 형성 영역, 327n: 저저항 영역, 327: 반도체층, 328: 절연층, 330: 트랜지스터, 331: 도전층, 332a: 도전층, 332b: 도전층, 333: 도전층, 334: 절연층, 335: 절연층, 337: 반도체층, 338: 절연층, 401: 제 1 전극, 402: EL층, 403: 제 2 전극, 405: 절연층, 406: 도전층, 407: 접착층, 416: 도전층, 420: 기관, 422: 접착층, 423: 배리어층, 424: 절연층, 490a: 기관, 490b: 기관, 490c: 배리어층, 500A: 표시 장치, 500B: 표시 장치, 500C: 표시 장치, 500D: 표시 장치, 500E: 표시 장치, 510: 수광 디바이스, 511: 화소 전극, 512: 버퍼층, 513: 활성층, 514: 버퍼층, 515: 공통 전극, 520: 손가락, 521: 광, 521B: 광, 521G: 광, 521R: 광, 522: 광, 531: 트랜지스터, 532B: 트랜지스터, 532G: 트랜지스터, 532: 트랜지스터, 533: 절연층, 534: 절연층, 551: 기관, 552: 기관, 553: 접착층, 554: 차광층, 555: 기능층, 580SR: 수발광 디바이스, 590B: 발광 디바이스, 590G: 발광 디바이스, 590IR: 발광 디바이스, 590R: 발광 디바이스, 590: 발광 디바이스, 591B: 화소 전극, 591G: 화소 전극, 591: 화소 전극, 593B: 발광층, 593G: 발광층, 593R: 발광층, 593: 발광층, 595: 보호층, 800: 기관, 801: 제 1 전극, 802: EL층, 803: 제 2 전극, 811: 정공 주입층, 812: 정공 수송층, 813: 발광층, 814: 전자 수송층, 815: 전자 주입층, 911: 하우징, 912: 광원, 913: 검지 스테이지, 914: 촬상 장치, 915: 발광부, 916: 발광부, 917: 발광부, 921: 하우징, 922: 조작 버튼, 923: 검지부, 924: 광원, 925: 촬상 장치, 931: 하우징, 932: 조작 패널, 933: 반송 기구, 934: 모니터, 935: 검지 유닛, 936: 피 검사 부재, 937: 촬상 장치, 938: 광원, 981: 하우징, 982: 표시부, 983: 조작 버튼, 984: 외부 접속 포트, 985: 스피커, 986: 마이크로폰, 987: 제 1 카메라, 988: 제 2 카메라, 7000: 표시부, 7001: 표시부, 7100: 텔레비전 장치, 7101: 하우징, 7103: 스탠드, 7111: 리모트 컨트롤러, 7200: 노트북형 퍼스널 컴퓨터, 7211: 하우징, 7212: 키보드, 7213: 포인팅 디바이스, 7214: 외부 접속 포트, 7300: 디지털 사이니지, 7301: 하우징, 7303: 스피커, 7311: 정보 단말기, 7400: 디지털 사이니지, 7401: 기둥, 7411: 정보 단말기, 7600: 휴대 정보 단말기, 7601: 하우징, 7602: 힌지, 7650: 휴대 정보 단말기, 7651: 비표시부, 7800: 휴대 정보 단말기, 7801: 밴드, 7802: 입출력 단자, 7803: 조작 버튼, 7804: 아이콘, 7805: 배터리, 9700: 자동차, 9701: 차체, 9702: 차륜, 9703: 앞유리, 9704: 라이트, 9705: 안개등, 9710: 표시부, 9711: 표시부, 9712: 표시부, 9713: 표시부, 9714: 표시부, 9715: 표시부, 9721: 표시부, 9722: 표시부, 9723: 표시부

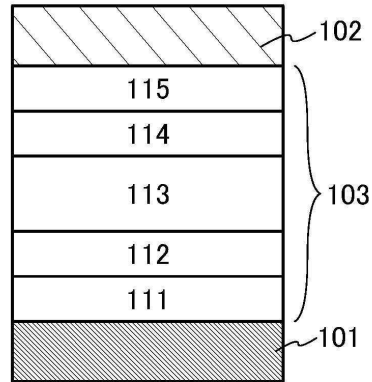
도면

도면1

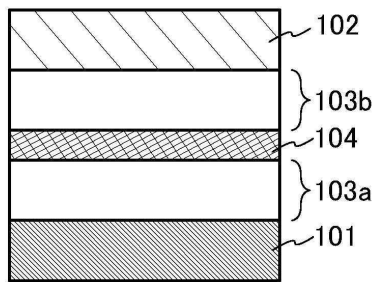
(A)



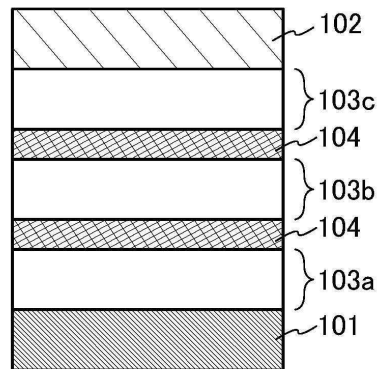
(B)



(C)

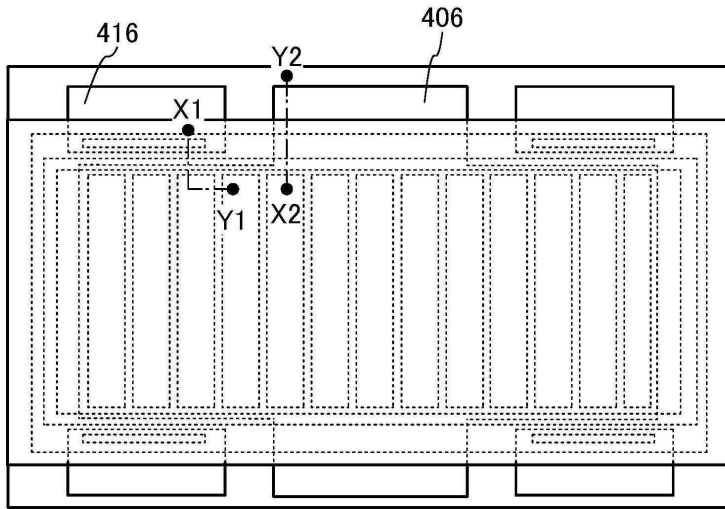


(D)

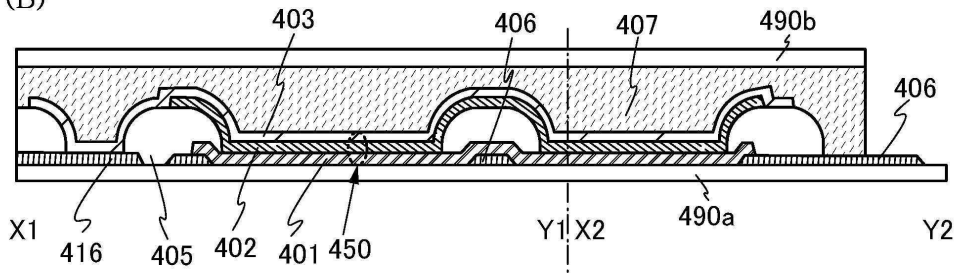


도면2

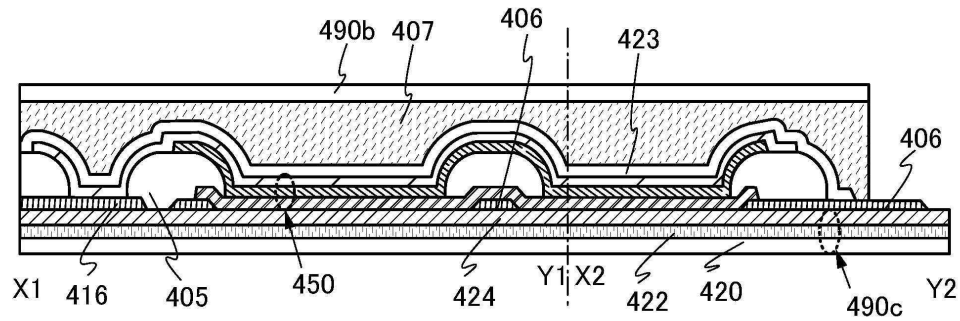
(A)



(B)

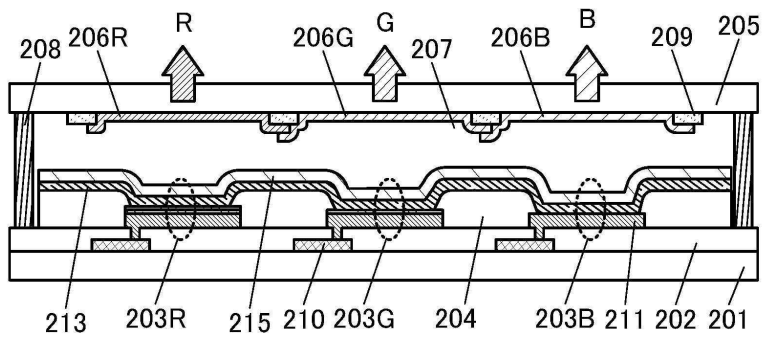


(C)

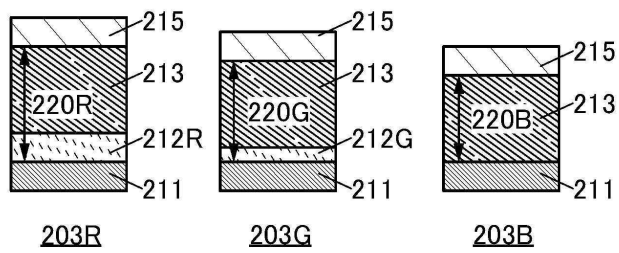


도면3

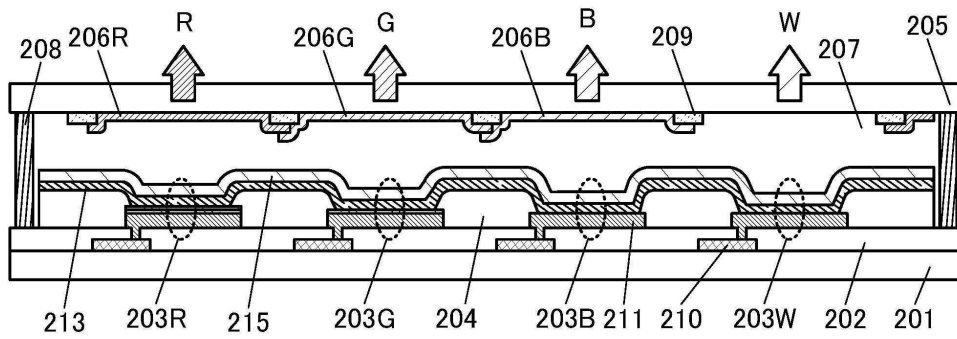
(A)



(B)

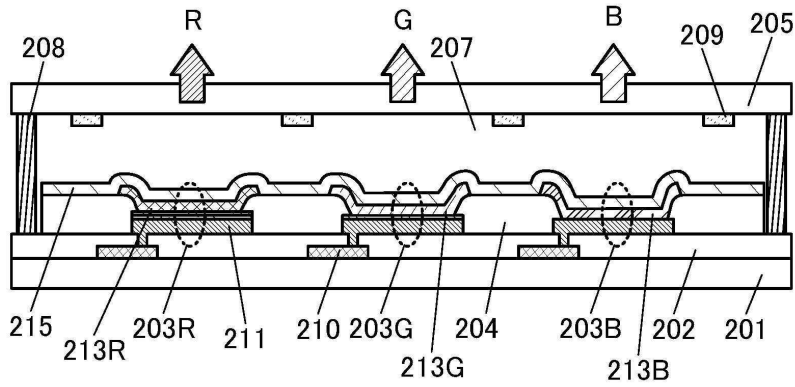


(C)

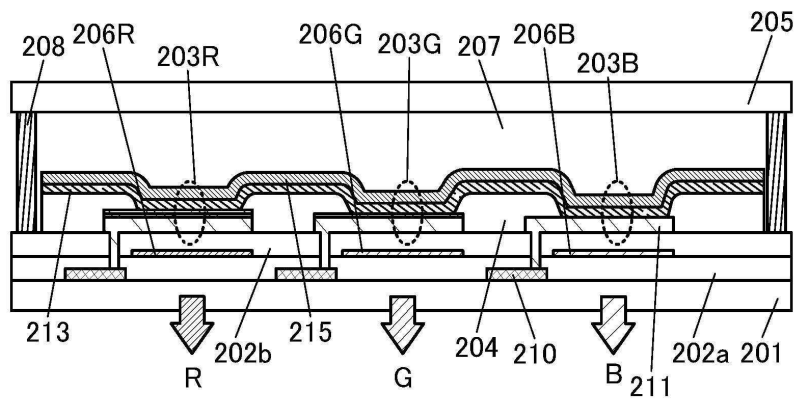


도면4

(A)

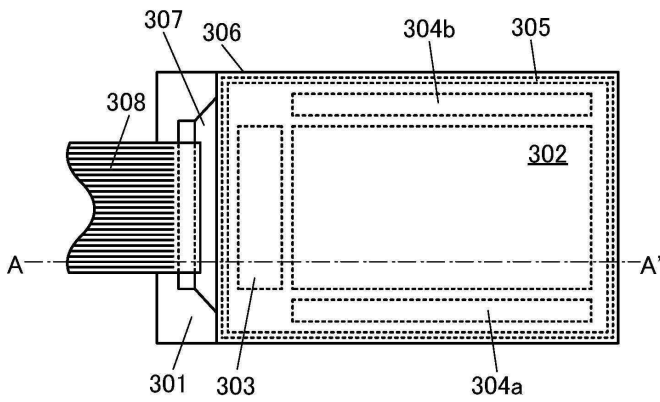


(B)

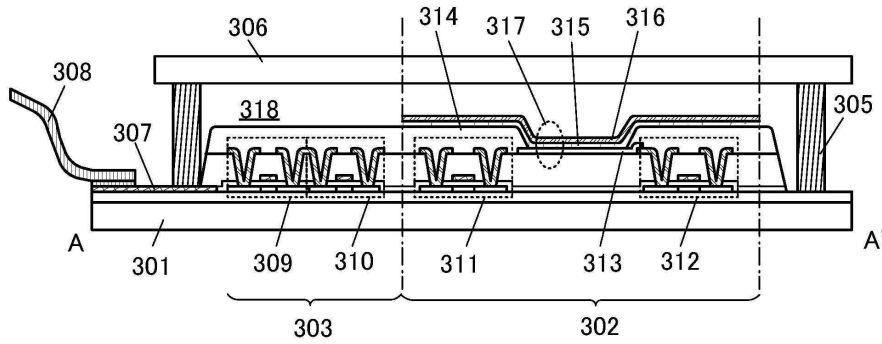


도면5

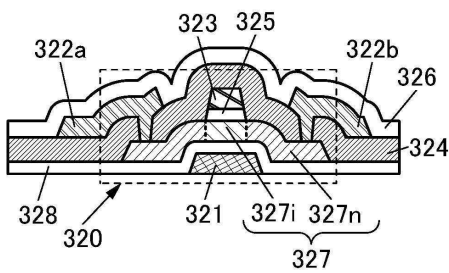
(A)



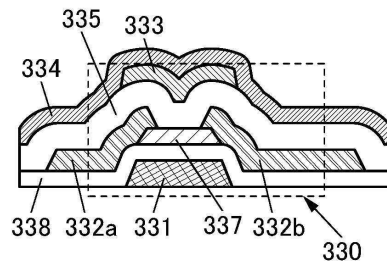
(B)



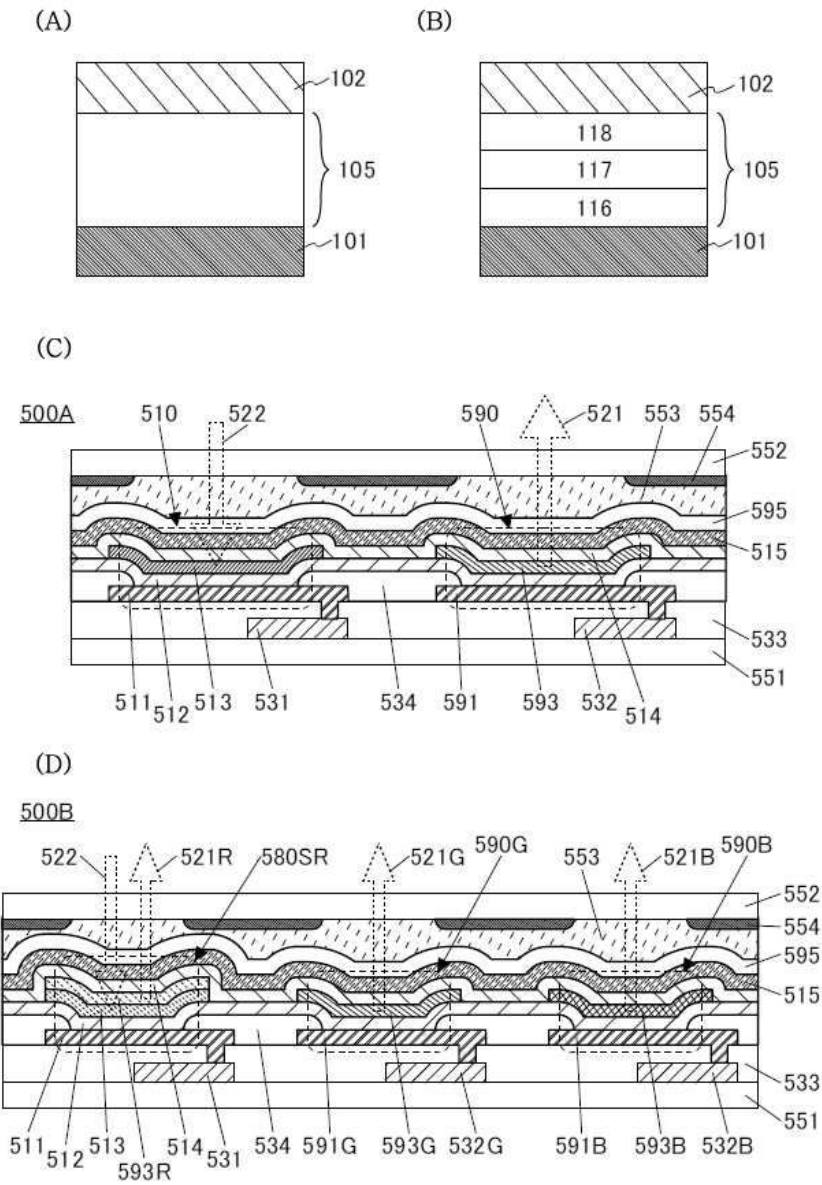
(C)



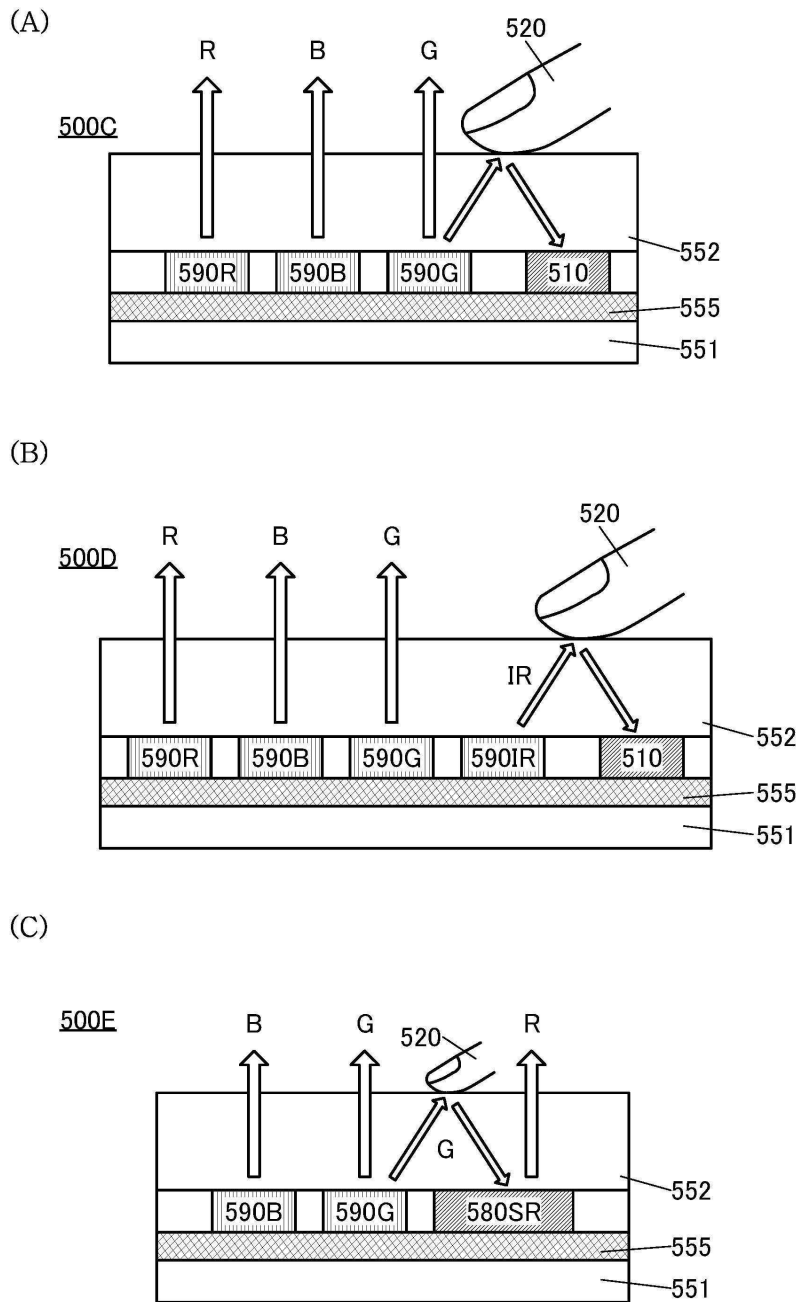
(D)



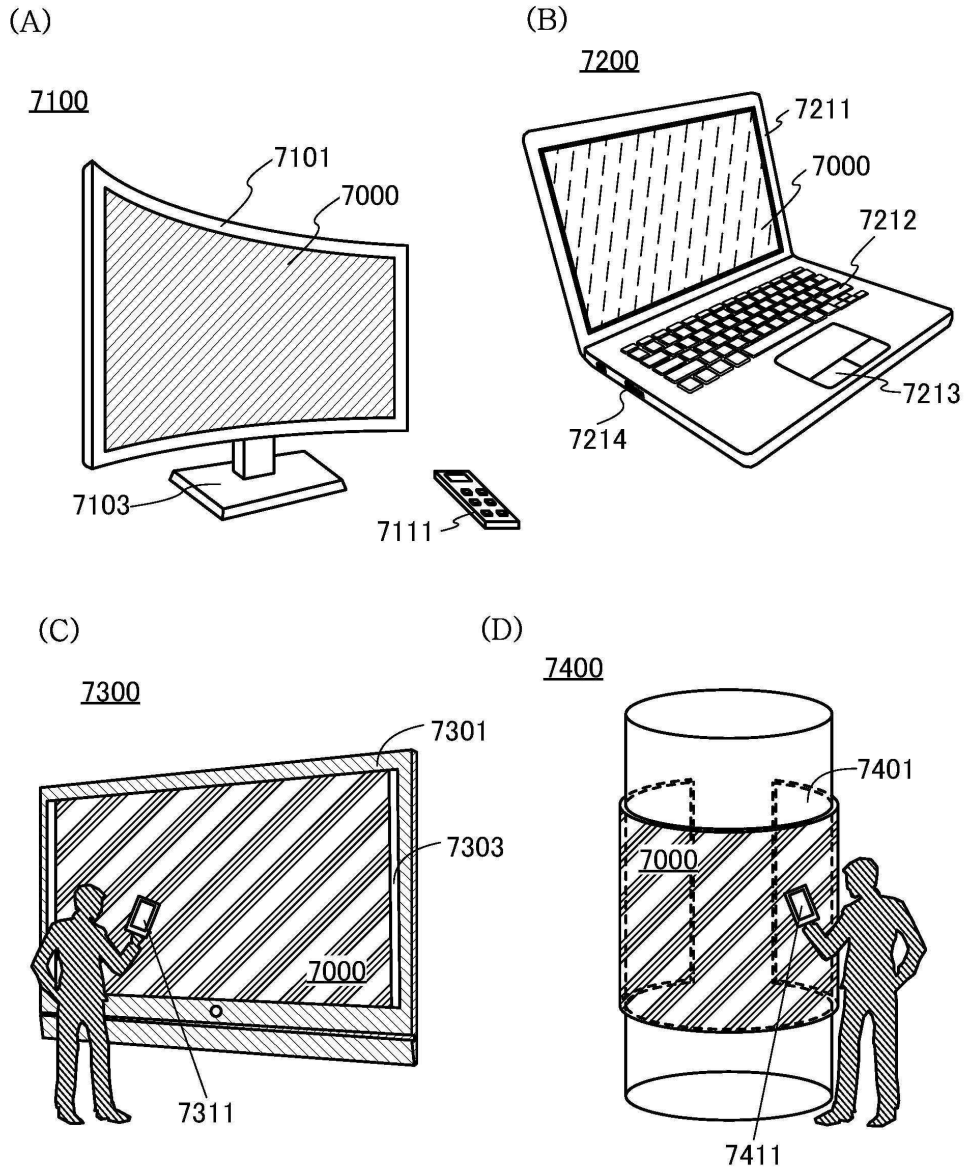
도면6



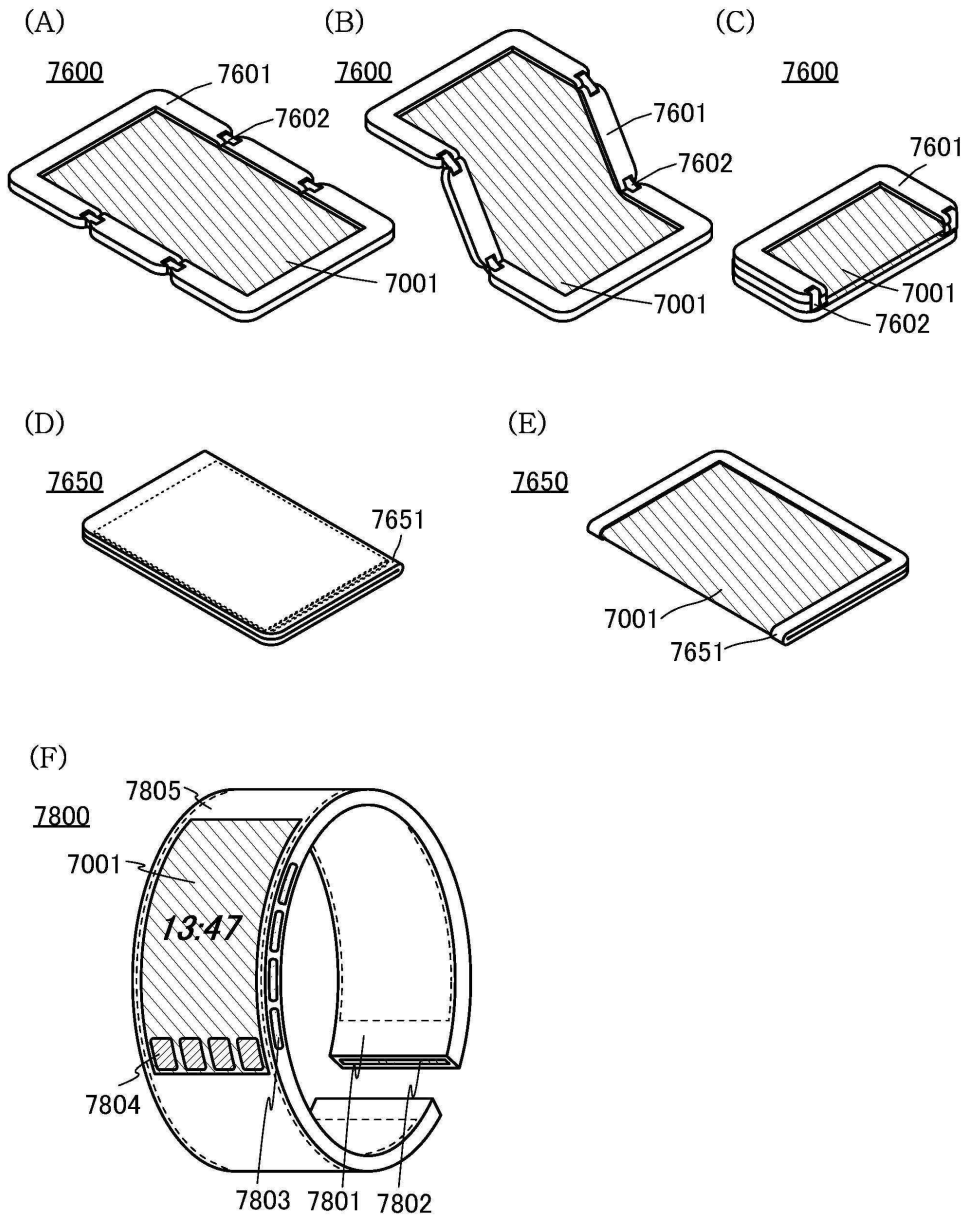
도면7



도면8



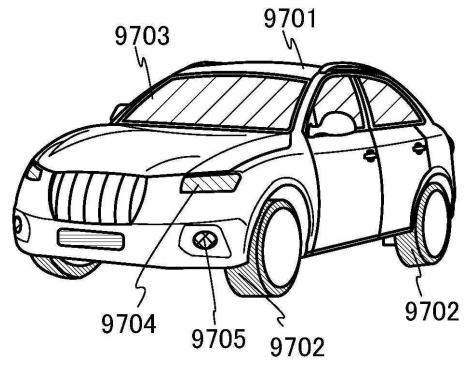
도면9



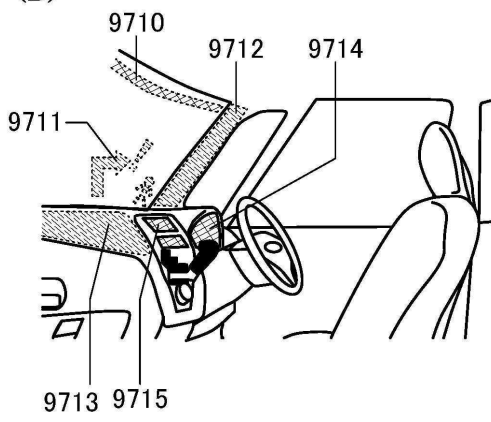
도면10

(A)

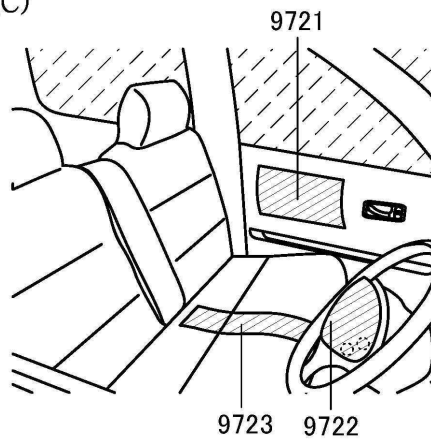
9700



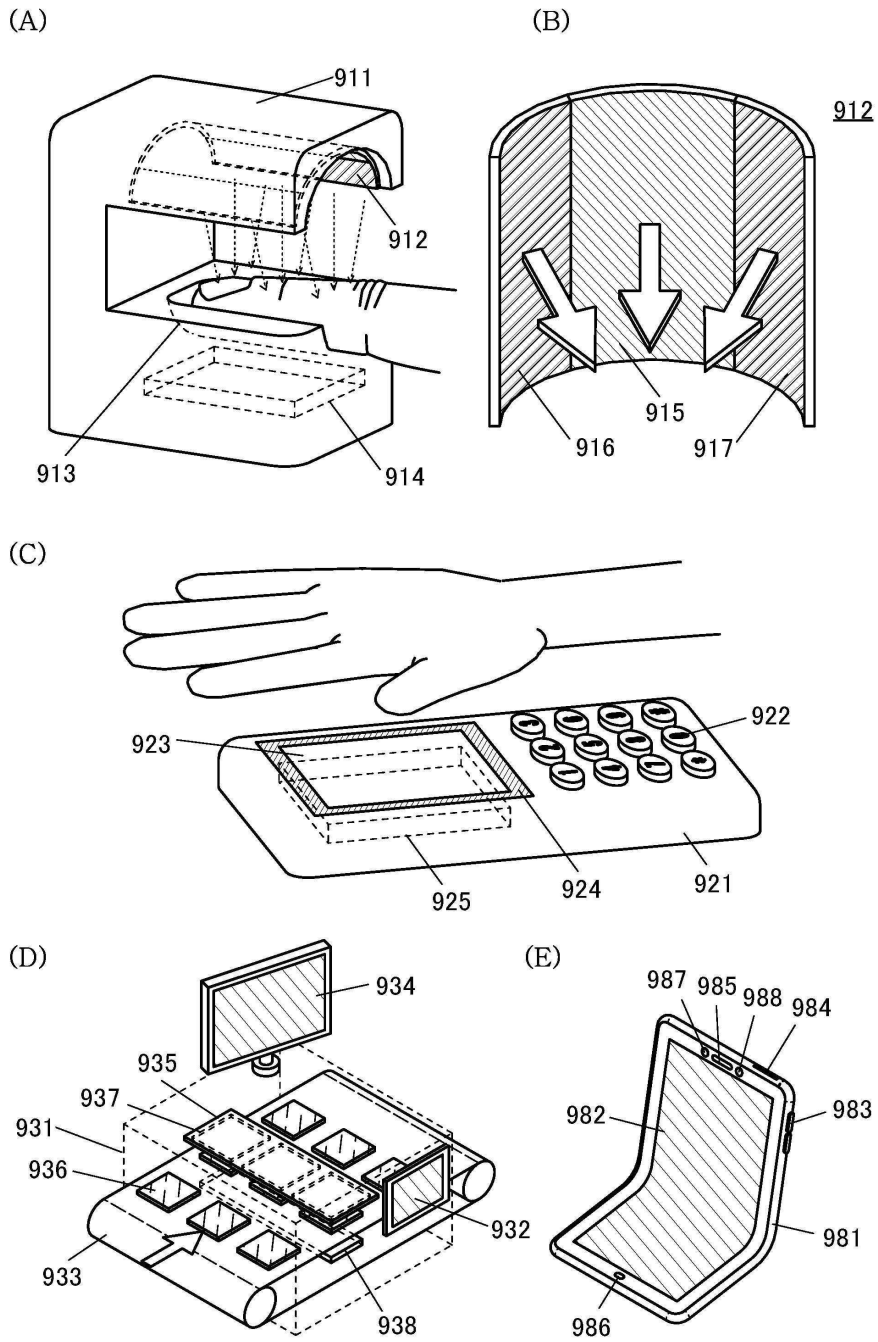
(B)



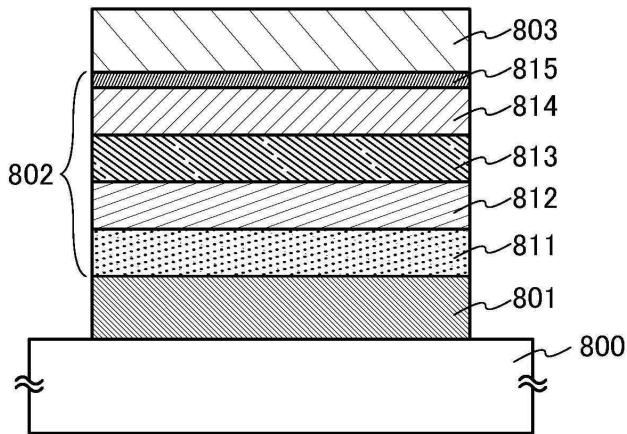
(C)



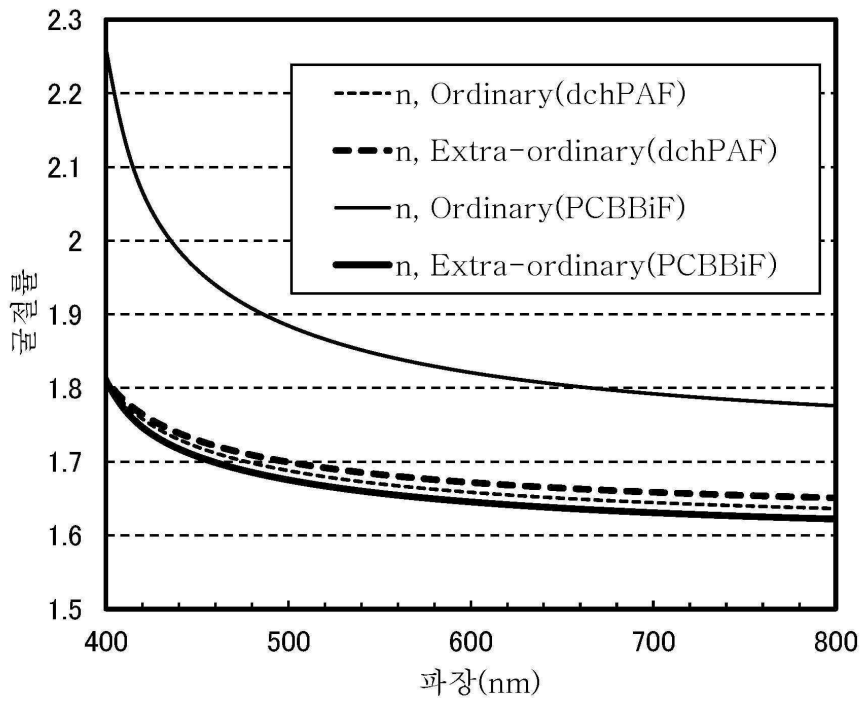
도면11



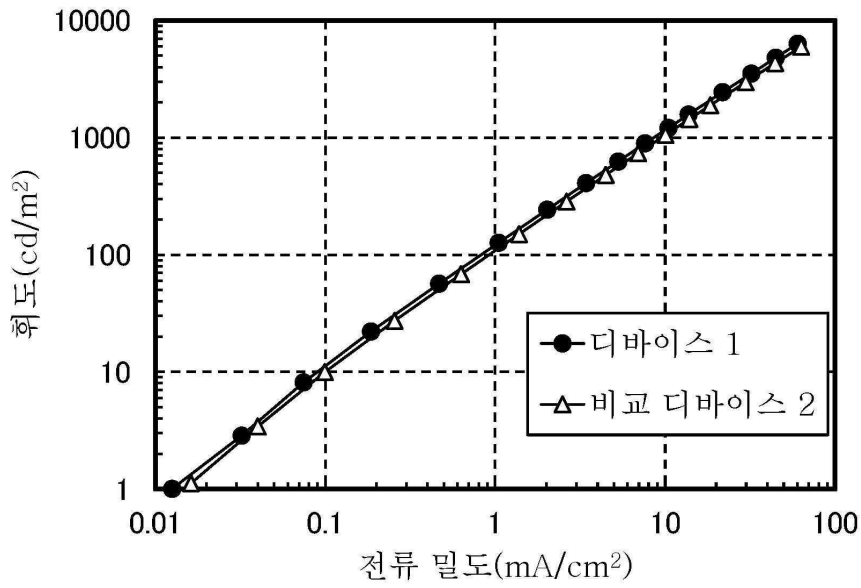
도면12



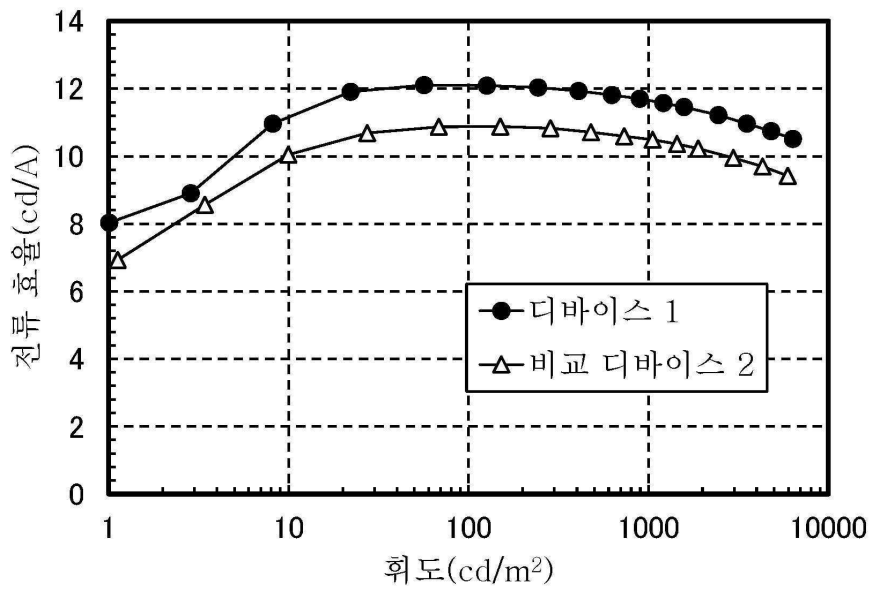
도면13



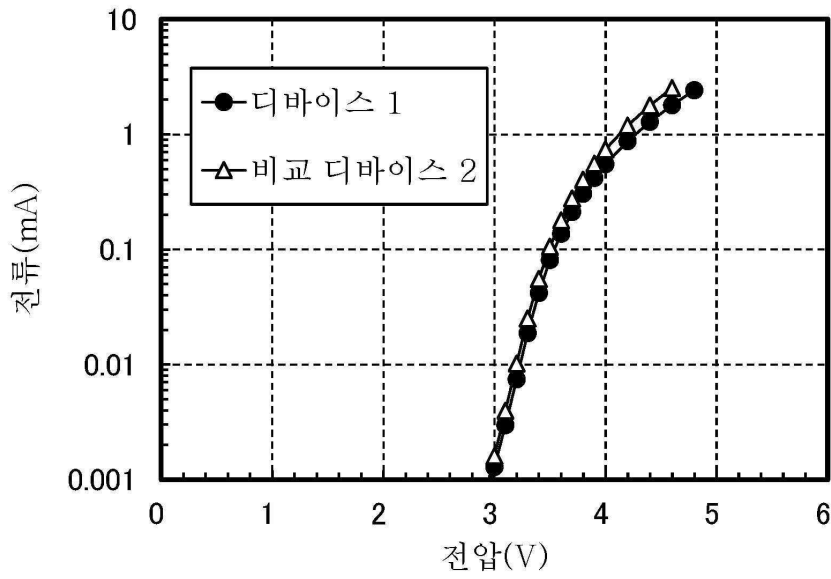
도면14



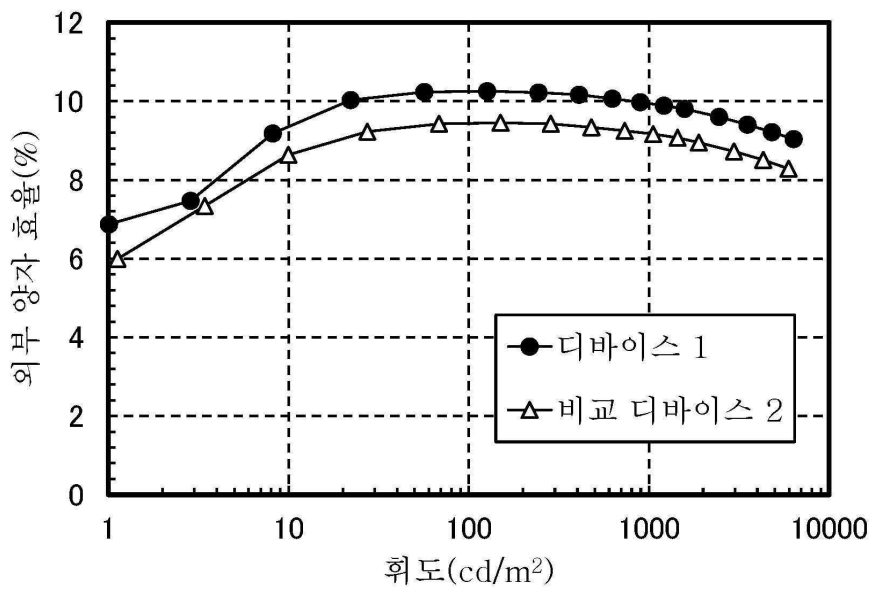
도면15



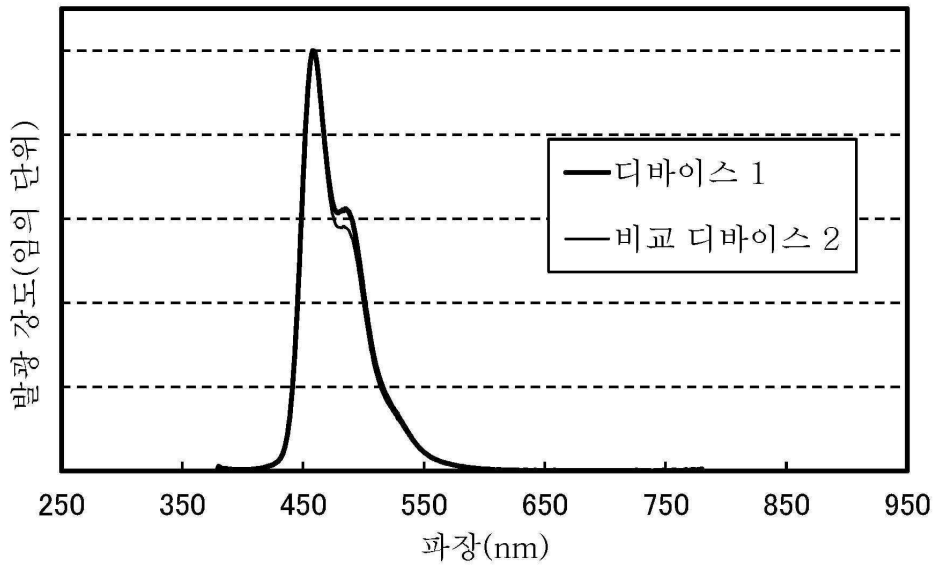
도면16



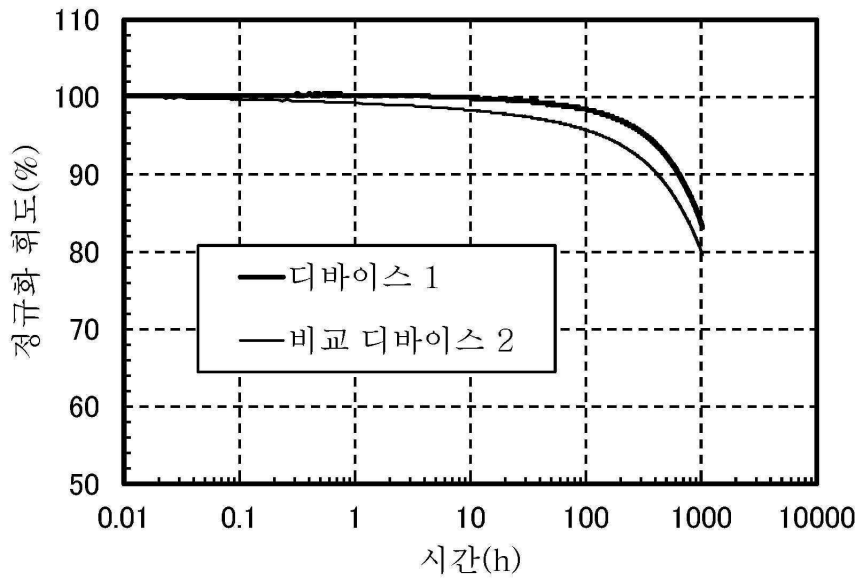
도면17



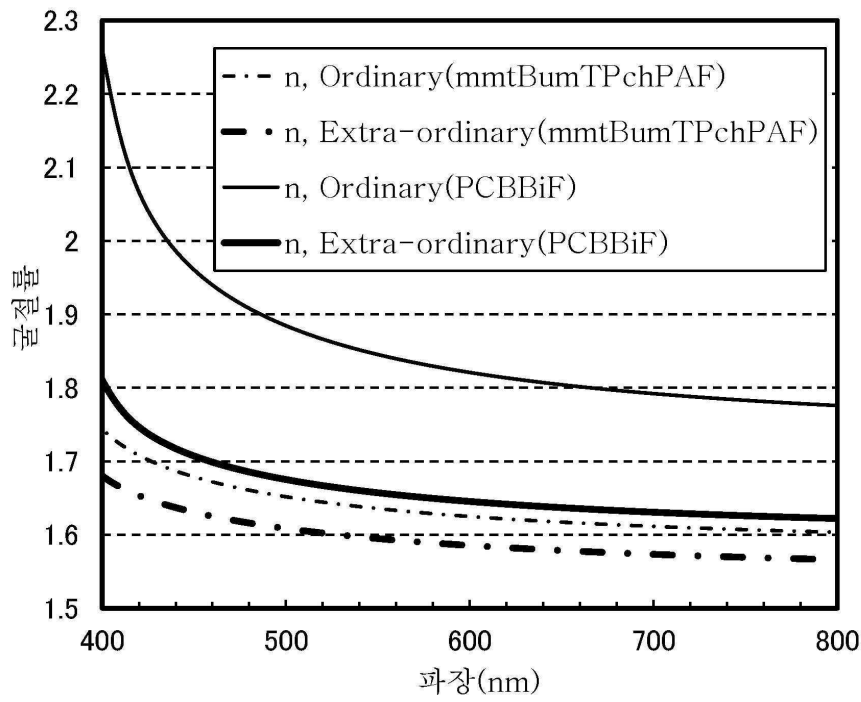
도면18



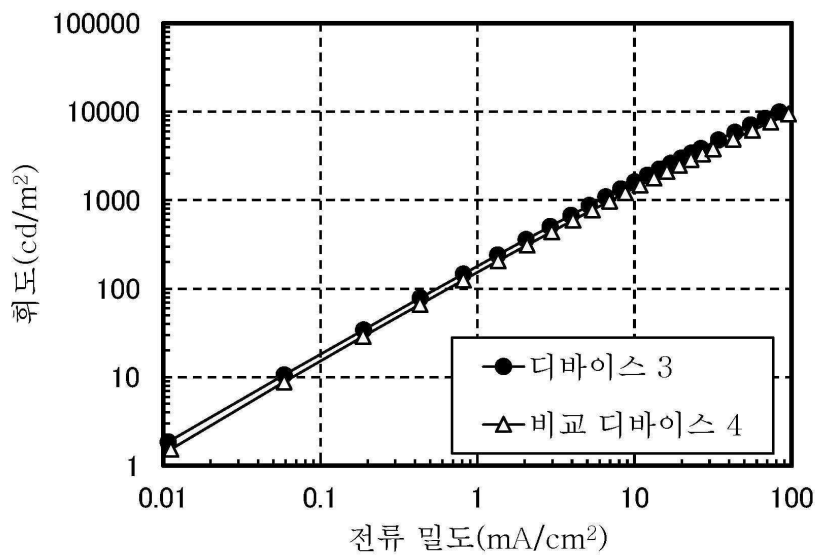
도면19



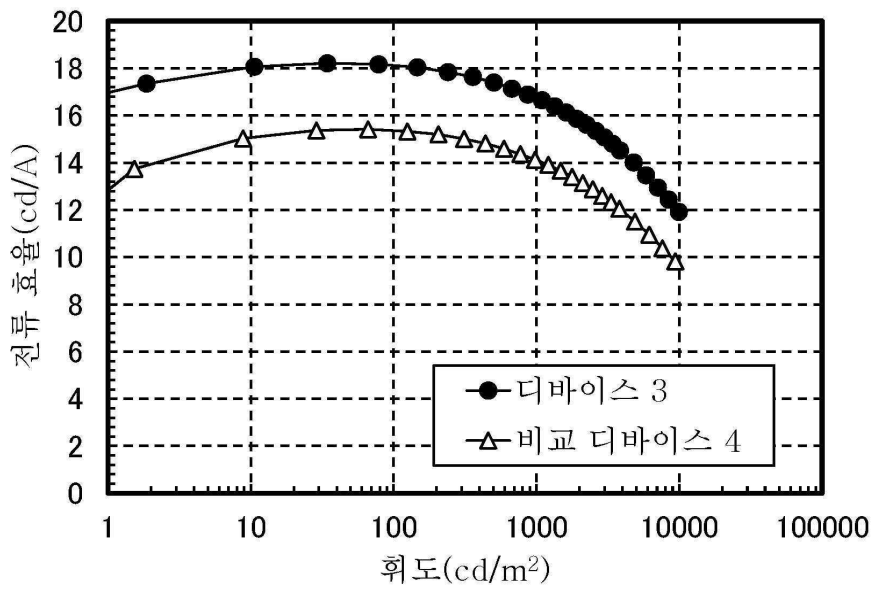
도면20



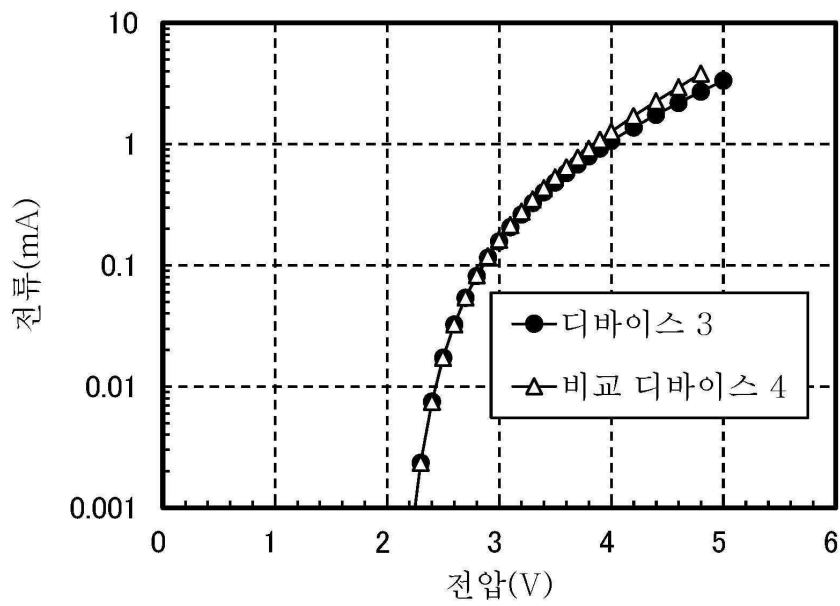
도면21



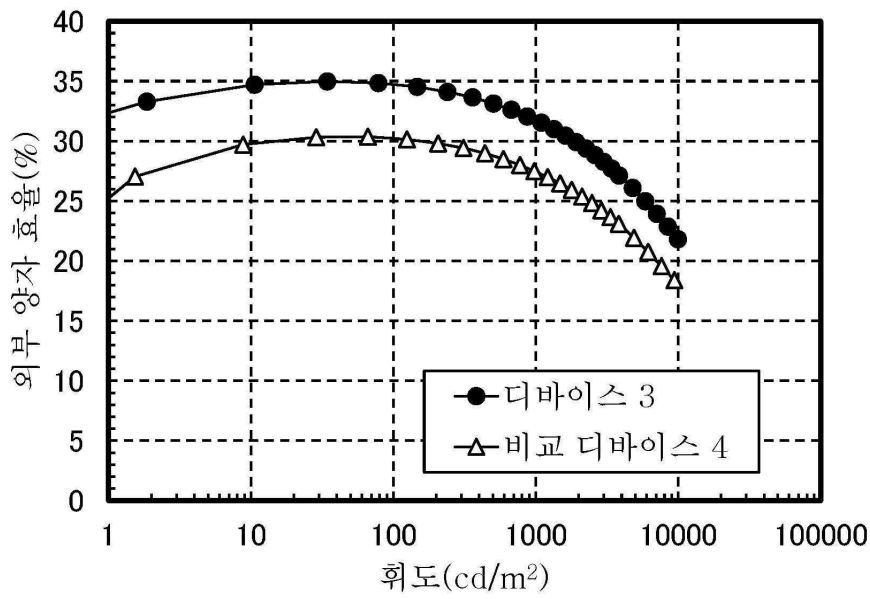
도면22



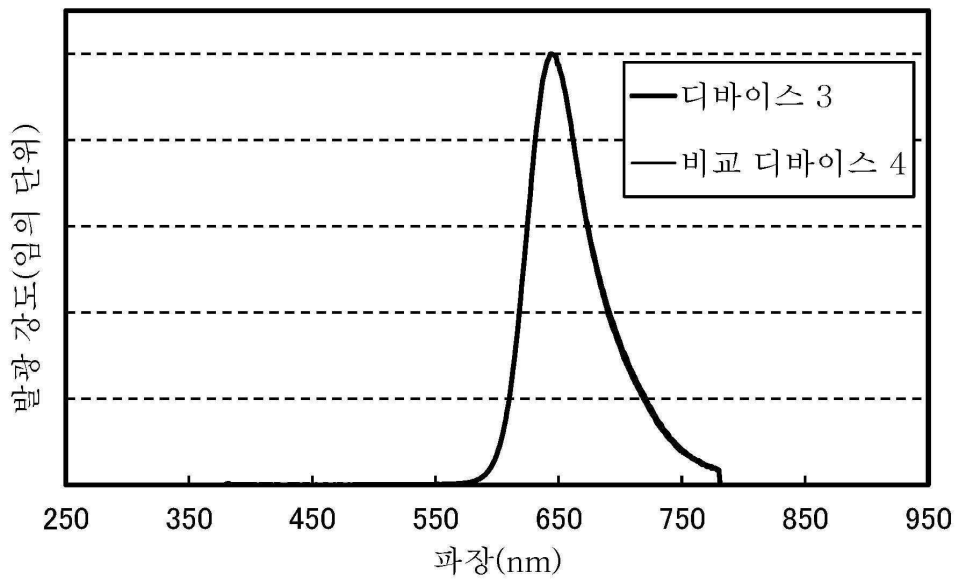
도면23



도면24



도면25



도면26

