



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0056259
(43) 공개일자 2021년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01) H05B 33/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5072 (2013.01)
C09K 11/06 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2020-0147477
(22) 출원일자 2020년11월06일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2019-203031 2019년11월08일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
야마자키 슌페이
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤한도오파이 에네루기 켄큐쇼 나이
와타베 다케요시
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤한도오파이 에네루기 켄큐쇼 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 37 항

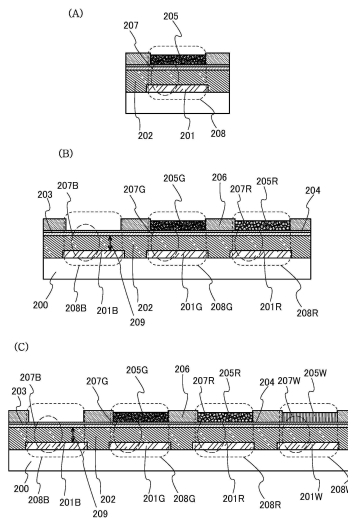
(54) 발명의 명칭 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

(57) 요약

본 발명은 소비전력이 낮은 발광 장치를 제공한다.

제 1 발광 디바이스와 제 1 색 변환층을 가지는 발광 장치이고, 상기 제 1 발광 디바이스는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 재료를 포함하는 층을 가지고, 상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수하고 발광하는 제 1 물질을 포함하고, 상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C09K 11/77 (2013.01)
H01L 27/322 (2013.01)
H01L 51/0059 (2013.01)
H01L 51/0067 (2013.01)
H01L 51/5088 (2013.01)
H05B 33/14 (2013.01)
H01L 2251/5369 (2013.01)
H01L 2251/55 (2013.01)

(72) 발명자

구보타 도모히로

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

우에다 아이리

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

세오 사토시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

오사와 노부하루

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

구보타 유코

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

명세서

청구범위

청구항 1

발광 장치로서,
제 1 발광 디바이스로서,
양극;
음극;
상기 양극과 상기 음극 사이의 제 1 층; 및
상기 양극과 상기 음극 사이의 EL층을 포함하는, 상기 제 1 발광 디바이스; 및
광을 흡수함으로써 발광할 수 있는 제 1 물질을 포함하는 제 1 색 변환층을 포함하고,
상기 제 1 층은 467nm에서 굴절률이 1.75 이하인 제 1 재료를 포함하고,
상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는, 발광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 재료는 제 1 유기 화합물과 무기 화합물의 혼합 재료이고,
상기 제 1 유기 화합물은 전자 수송성을 가지고,
상기 무기 화합물은 알칼리 금속의 플루오린화물 및 알칼리 토금속의 플루오린화물 중 하나인, 발광 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 무기 화합물은 알칼리 금속 플루오린화물이고,
상기 제 1 재료에서의 상기 무기 화합물의 농도는 50vol% 이상 95vol% 미만인, 발광 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
상기 제 1 재료에서의 상기 무기 화합물의 농도는 20vol% 이상인, 발광 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,
상기 제 1 유기 화합물은 바이피리딘 골격을 포함하는, 발광 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 재료는 제 1 유기 화합물로 구성되는, 발광 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 제 1 유기 화합물은 제 1 방향족 고리, 제 2 방향족 고리, 및 제 3 방향족 고리를 가지는 모노아민 화합물

이고,

상기 제 1 방향족 고리, 상기 제 2 방향족 고리, 및 상기 제 3 방향족 고리는 각각 상기 모노아민 화합물의 질소 원자에 결합되고,

sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소 원자는 분자 내의 총탄소수의 23% 이상 55% 이하를 차지하는, 발광 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

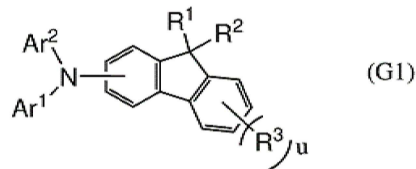
상기 E층은 상기 양극과 상기 음극 사이에 발광층 및 정공 주입층을 더 포함하고,

상기 제 1 층은 상기 발광층과 상기 음극 사이의 전자 수송층인, 발광 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 물질은 일반식(G1)으로 나타내어지는 화합물이고,



Ar¹ 및 Ar²는 각각 독립적으로 벤젠 고리를 가지는 치환기 혹은 2개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기를 나타내고,

Ar¹ 및 Ar² 중 한쪽 또는 양쪽은, 모두 sp³ 혼성 궤도에 있는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기를 하나 이상 포함하고,

Ar¹ 및 Ar²에서의 상기 하나 이상의 탄화수소기에 포함되는 탄소 원자의 총수는 8 이상이고,

Ar¹ 및 Ar² 중 적어도 한쪽에서의 상기 하나 이상의 탄화수소기에 포함되는 탄소 원자의 총수는 6 이상이고,

R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고,

R³은 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고,

u는 0 이상 4 이하의 정수(整數)인, 발광 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 하나 이상의 탄화수소기는 각각 직쇄 알킬기이고,

상기 하나 이상의 탄화수소기는 Ar¹ 및 Ar² 중 한쪽에 결합되어 고리를 형성하는, 발광 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하는, 발광 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 발광 디바이스의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 440nm 이상 520nm 이하인, 발광 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 물질은 퀀텀닷(quantum dot)인, 발광 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

제 2 발광 디바이스;

제 3 발광 디바이스; 및

제 2 색 변환층을 더 포함하고,

상기 제 2 발광 디바이스 및 상기 제 3 발광 디바이스는 각각 상기 제 1 발광 디바이스와 같은 구조를 포함하고,

상기 제 2 색 변환층은 광을 흡수함으로써 발광할 수 있는 제 2 물질을 포함하고,

상기 제 2 물질의 발광 스펙트럼은 상기 제 1 물질의 발광 스펙트럼과 피크 파장이 상이하고,

상기 제 2 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 상기 제 2 색 변환층에 조사되는, 발광 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 물질의 상기 발광 스펙트럼의 상기 피크 파장은 500nm 이상 600nm 이하이고,

상기 제 2 물질의 상기 발광 스펙트럼의 상기 피크 파장은 600nm 이상 750nm 이하인, 발광 장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

제 4 발광 디바이스; 및

제 3 색 변환층을 더 포함하고,

상기 제 4 발광 디바이스는 상기 제 1 발광 디바이스와 같은 구조를 가지고,

상기 제 3 색 변환층은 광을 흡수함으로써 발광할 수 있는 제 3 물질을 포함하고,

상기 제 3 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 560nm 이상 610nm 이하이고,

상기 제 4 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 상기 제 3 색 변환층에 조사되는, 발광 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제 3 물질은 희토류 원소를 포함하는, 발광 장치.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 제 3 물질은 유로퓸, 세륨, 및 이트륨 중 적어도 하나를 포함하는, 발광 장치.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 제 3 색 변환층의 발광 스펙트럼은 2개의 피크를 포함하는, 발광 장치.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 제 3 색 변환층으로부터 방출되는 광은 백색광인, 발광 장치.

청구항 21

전자 기기로서,

제 1 항에 따른 발광 장치; 및

센서, 조작 버튼, 스피커, 및 마이크론 중 어느 하나를 포함하는, 전자 기기.

청구항 22

조명 장치로서,

제 1 항에 따른 발광 장치; 및

하우징을 포함하는, 조명 장치.

청구항 23

발광 장치로서,

제 1 발광 디바이스; 및

제 1 색 변환층을 포함하고,

상기 제 1 발광 디바이스는 양극, 음극, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 포함하고,

상기 EL층은 정공 주입층, 발광층, 및 전자 수송층을 포함하고,

상기 정공 주입층은 상기 양극과 상기 발광층 사이에 있고,

상기 전자 수송층은 상기 발광층과 상기 음극 사이에 있고,

상기 정공 주입층은 467nm에서 굴절률이 1.75 이하인 제 1 재료를 포함하고,

상기 전자 수송층은 467nm에서 굴절률이 1.75 이하인 제 2 재료를 포함하고,

상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수함으로써 발광할 수 있는 제 1 물질을 포함하고,

상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 상기 제 1 색 변환층에 조사되는, 발광 장치.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 재료는 제 1 유기 화합물로 구성되는, 발광 장치.

청구항 25

제 23 항에 있어서,

상기 제 2 재료는 제 1 유기 화합물로 구성되는, 발광 장치.

청구항 26

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 발광 디바이스의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 440nm 이상 520nm 이하인, 발광 장치.

청구항 27

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 물질은 퀀텀닷인, 발광 장치.

청구항 28

제 23 항에 있어서,

제 2 발광 디바이스;

제 3 발광 디바이스; 및

제 2 색 변환층을 더 포함하고,

상기 제 2 발광 디바이스 및 상기 제 3 발광 디바이스는 각각 상기 제 1 발광 디바이스와 같은 구조를 포함하고,

상기 제 2 색 변환층은 광을 흡수함으로써 발광할 수 있는 제 2 물질을 포함하고,

상기 제 2 물질의 발광 스펙트럼은 상기 제 1 물질의 발광 스펙트럼과 피크 파장이 상이하고,

상기 제 2 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 상기 제 2 색 변환층에 조사되는, 발광 장치.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 제 1 물질의 상기 발광 스펙트럼의 상기 피크 파장은 500nm 이상 600nm 이하이고,

상기 제 2 물질의 상기 발광 스펙트럼의 상기 피크 파장은 600nm 이상 750nm 이하인, 발광 장치.

청구항 30

제 28 항에 있어서,

제 4 발광 디바이스; 및

제 3 색 변환층을 더 포함하고,

상기 제 4 발광 디바이스는 상기 제 1 발광 디바이스와 같은 구조를 가지고,

상기 제 3 색 변환층은 광을 흡수함으로써 발광할 수 있는 제 3 물질을 포함하고,

상기 제 3 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 560nm 이상 610nm 이하이고,

상기 제 4 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 상기 제 3 색 변환층에 조사되는, 발광 장치.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 제 3 물질은 희토류 원소를 포함하는, 발광 장치.

청구항 32

제 30 항에 있어서,

상기 제 3 색 변환층의 발광 스펙트럼은 2개의 피크를 포함하는, 발광 장치.

청구항 33

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 발광 디바이스는 복수의 발광층을 포함하는, 발광 장치.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 제 1 발광 디바이스는 상기 복수의 발광층들 사이에 전하 발생층을 더 포함하는, 발광 장치.

청구항 35

제 23 항에 있어서,

컬러 필터를 더 포함하고,

상기 제 1 색 변환층은 상기 제 1 발광 디바이스와 상기 컬러 필터 사이에 있는, 발광 장치.

청구항 36

전자 기기로서,

제 23 항에 따른 발광 장치; 및

센서, 조작 버튼, 스피커, 및 마이크로폰 중 어느 하나를 포함하는, 전자 기기.

청구항 37

조명 장치로서,

제 23 항에 따른 발광 장치; 및

하우징을 포함하는, 조명 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 유기 화합물, 발광 소자, 발광 디바이스, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기, 조명 장치, 및 전자 디바이스에 관한 것이다. 또한 본 발명의 일 형태는 상기 기술분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 개시(開示)하는 발명의 일 형태가 속하는 기술분야는 물건, 방법, 또는 제조 방법에 관한 것이다. 또는 본 발명의 일 형태는 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 따라서 본 명세서에서 개시하는 본 발명의 일 형태가 속하는 기술분야의 더 구체적인 예로서는 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 발광 장치, 조명 장치, 축전 장치, 기억 장치, 촬상 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 들 수 있다.

배경 기술

[0002] 유기 화합물을 사용하고 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 디바이스)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 디바이스의 기본적인 구성은 발광 재료를 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 한 쌍의 전극 사이에 끼운 것이다. 이 디바이스에 전압을 인가하여 캐리어를 주입하고, 상기 캐리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이와 같은 발광 디바이스는 자발광형이기 때문에, 디스플레이의 화소로서 사용하면 액정에 비하여 시인성이 높고 백라이트가 불필요하다는 등의 장점이 있어, 플랫 패널 디스플레이용 소자로서 적합하다. 또한 이와 같은 발광 디바이스를 사용한 디스플레이는 얇고 가볍게 제작할 수 있다는 것도 큰 장점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 특징 중 하나이다.

[0004] 또한 이들 발광 디바이스는 발광층을 이차원으로 연속하여 형성할 수 있기 때문에 면발광을 얻을 수 있다. 이것은 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 이와 같이 발광 디바이스를 사용한 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하게 적용되지만, 특성이 더 양호한 발광 디바이스를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.

[0006] 광 추출 효율이 낮다는 것이 유기 EL 디바이스의 문제 중 하나로서 자주 제기된다. 특히, 인접한 층들의 굴절률의 차이에 기인하는 반사로 인한 감쇠는, 디바이스의 효율을 저하시키는 큰 요인이 된다. 이 영향을 줄이기

위하여, 굴절률이 낮은 재료로 이루어지는 층을 EL층 내부에 형성하는 구성이 제안되고 있다(예를 들어 특허문헌 1, 비특허문헌 1 참조).

[0007] 이 구성을 가지는 발광 디바이스는, 종래의 구성을 가지는 발광 디바이스보다 광 추출 효율, 나아가서는 외부 양자 효율을 높게 할 수 있지만, 발광 디바이스에서의 그 외의 중요한 특성에 악영향을 미치지 않고 EL층 내부에 상기와 같은 굴절률이 낮은 층을 형성하는 것은 용이한 것이 아니다. 이것은, 낮은 굴절률과 높은 캐리어 수송성 또는 발광 디바이스에 사용한 경우의 신뢰성이 트레이드오프의 관계에 있기 때문이다. 이 문제는, 유기 화합물의 캐리어 수송성이나 신뢰성은 불포화 결합의 존재에 크게 의존하고, 불포화 결합을 많이 가지는 유기 화합물은 굴절률이 높은 경향이 있는 것에 원인이 있다.

[0008] 한편, 색 변환 방식을 사용한 디스플레이의 실용화가 진행되고 있다. 색 변환 방식이란, 포토루미네선스를 나타내는 물질에 발광 디바이스로부터의 광을 조사함으로써, 광을 원하는 색의 광으로 변환하는 방식을 말한다. 색 변환 방식의 디스플레이에는, 포토루미네선스의 효율에 따르기도 하지만, 발광 디바이스로부터의 광을 단순히 저감하는 컬러 필터 방식의 디스플레이와 비교하여, 에너지 손실이 적고 소비전력이 낮은 디스플레이를 얻기 쉽다는 특징이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개2014-207356호

비특허문헌

[0010] (비특허문헌 0001) Jaeho Lee, 외 12명, "Synergetic electrode architecture for efficient graphene-based flexible organic light-emitting diodes", nature COMMUNICATIONS, 2016년 6월 2일, DOI: 10.1038/ncomms11791

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 그러므로, 본 발명의 일 형태에서는 신규 발광 장치를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 발광 효율이 높은 발광 장치를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 수명이 긴 발광 장치를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 구동 전압이 낮은 발광 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

[0012] 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 신뢰성이 높은 전자 기기 또는 표시 장치를 각각 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 소비전력이 낮은 전자 기기 또는 표시 장치를 각각 제공하는 것을 과제로 한다.

[0013] 본 발명은 상술한 과제 중 어느 하나의 과제를 해결하면 좋은 것으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 형태는, 제 1 발광 디바이스와 제 1 색 변환층을 가지는 발광 장치이고, 상기 제 1 발광 디바이스는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 재료를 포함하는 층을 가지고, 상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수하고 발광하는 제 1 물질을 포함하고, 상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.

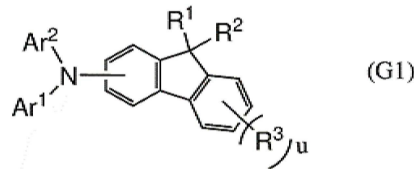
[0015] 또한 본 발명의 다른 일 형태는, 제 1 발광 디바이스와 제 1 색 변환층을 가지는 발광 장치이고, 상기 제 1 발광 디바이스는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 층을 가지고, 상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수하고 발광하는 제 1 물질을 포함하고, 상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.

[0016] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 제 1 발광 디바이스와 제 1 색 변환층을 가지는 발광 장치이고, 상기 제 1 발광 디바이스는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 발광층과 정공 주입층을 가지고, 상기 정공 주입층은 상기 양극에 접하여 제공되고, 상기 정공 주입층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 유기 화합물을 포함하고, 상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수하고 발광하는 제 1 물질을 포함하고, 상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.

[0017] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 유기 화합물이 제 1 방향족 고리, 제 2 방향족 고리, 및 제 3 방향족 고리를 가지는 모노아민 화합물이고, 상기 제 1 방향족 고리, 상기 제 2 방향족 고리, 및 상기 제 3 방향족 고리는 상기 모노아민 화합물의 질소 원자에 결합되고, 분자 내의 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소의 비율이 23% 이상 55% 이하의 유기 화합물인 발광 장치이다.

[0018] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 유기 화합물이 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물인 발광 장치이다.

[0019] [화학식 1]



[0020]

[0021] 다만 상기 일반식(G1)에서, Ar¹, Ar²는 각각 독립적으로 벤젠 고리를 가지는 치환기 혹은 2개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기를 나타낸다. 다만 Ar¹ 및 Ar² 중 한쪽 또는 양쪽은 sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기를 하나 또는 복수로 가지고, Ar¹ 및 Ar²에 결합된 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 8 이상이고, 또한 Ar¹ 및 Ar² 중 적어도 한쪽에 결합된 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 6 이상이다. 또한 상기 탄화수소기로서 Ar¹ 또는 Ar²에 탄소수 1 또는 2의 직쇄 알킬기가 복수로 결합되는 경우, 상기 직쇄 알킬기들이 결합되어 고리를 형성하여도 좋다. 또한 상기 일반식(G1)에서, R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다. 또한 R³은 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고, u는 0 내지 4의 정수(整數)이다.

[0022] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 제 1 발광 디바이스와 제 1 색 변환층을 가지는 발광 장치이고, 상기 제 1 발광 디바이스는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 상기 발광층과 상기 음극 사이에 위치하고, 상기 전자 수송층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 재료를 가지고, 상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수하고 발광하는 제 1 물질을 포함하고, 상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.

[0023] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 굴절률이 1.75 이하인 재료가, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 무기 화합물의 혼합 재료이고, 상기 무기 화합물이 알칼리 금속의 플루오린화물 또는 알칼리 토금속의 플루오린화물인 발광 장치이다.

[0024] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 무기 화합물이 알칼리 금속이고, 상기 전자 수송층에서의 상기 무기 화합물의 농도가 50vol% 이상인 발광 장치이다.

[0025] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 무기 화합물이 알칼리 금속이고, 상기 전자 수송층에서의 상기 무기 화합물의 농도가 50vol% 이상 95vol% 미만인 발광 장치이다.

[0026] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 전자 수송층에서의 상기 무기 화합물의 농도가 20vol% 이상인 발광 장치이다.

[0027] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 제 1 발광 디바이스와 제 1 색 변환층을 가지는 발광 장치이고,

상기 제 1 발광 디바이스는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과 발광층과 전자 수송층을 가지고, 상기 정공 주입층은 상기 양극과 상기 발광층 사이에 위치하고, 상기 전자 수송층은 상기 발광층과 상기 음극 사이에 위치하고, 상기 정공 주입층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 유기 화합물을 가지고, 상기 전자 수송층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 재료를 가지고, 상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수하고 발광하는 제 1 물질을 가지고, 상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.

- [0028] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 1 발광 디바이스로부터 얻어지는 발광 스펙트럼의 피크 파장이 440nm 내지 520nm에 존재하는 발광 장치이다.
- [0029] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 제 1 발광 디바이스와 제 1 색 변환층을 가지는 발광 장치이고, 상기 제 1 발광 디바이스는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과 발광층과 전자 수송층을 가지고, 상기 정공 주입층은 상기 양극과 상기 발광층 사이에 위치하고, 상기 전자 수송층은 상기 발광층과 상기 음극 사이에 위치하고, 상기 정공 주입층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 유기 화합물을 가지고, 상기 전자 수송층은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 재료를 가지고, 상기 제 1 색 변환층은 광을 흡수하고 발광하는 제 1 물질을 가지고, 상기 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 1 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.
- [0030] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 1 물질이 퀀텀닷(quantum dot)인 발광 장치이다.
- [0031] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 1 발광 디바이스가 미소 공진 구조를 가지는 발광 장치이다.
- [0032] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 발광 장치가 제 2 발광 디바이스와 제 3 발광 디바이스와 제 2 색 변환층을 더 가지고, 상기 제 2 발광 디바이스 및 상기 제 3 발광 디바이스가 상기 제 1 발광 디바이스와 같은 구조를 가지고, 상기 제 2 색 변환층이 광을 흡수하고 발광하는 제 2 물질을 가지고, 상기 제 1 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장과 상기 제 2 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장이 상이하고, 상기 제 2 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 2 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.
- [0033] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 2 물질이 퀀텀닷인 발광 장치이다.
- [0034] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 1 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장이 500nm 내지 600nm에 존재하고, 상기 제 2 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장이 600nm 내지 750nm에 존재하는 발광 장치이다.
- [0035] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 발광 장치가 제 4 발광 디바이스와 제 3 색 변환층을 더 가지고, 상기 제 4 발광 디바이스가 상기 제 1 발광 디바이스와 같은 구조를 가지고, 상기 제 3 색 변환층이 광을 흡수하고 발광하는 제 3 물질을 가지고, 상기 제 3 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장이 560nm 내지 610nm에 존재하고, 상기 제 4 발광 디바이스로부터 방출되는 광이 상기 제 3 색 변환층에 조사되는 발광 장치이다.
- [0036] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 3 물질이 희토류 원소를 포함하는 발광 장치이다.
- [0037] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 희토류 원소가 유로퓸, 세륨, 및 이트륨 중 적어도 하나인 발광 장치이다.
- [0038] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 3 물질이 퀀텀닷인 발광 장치이다.
- [0039] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 3 색 변환층으로부터 얻어지는 발광 스펙트럼에 2개의 피크가 존재하는 발광 장치이다.
- [0040] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 3 색 변환층으로부터 얻어지는 발광이 백색 발광인 발광 장치이다.
- [0041] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 발광 디바이스가 복수의 발광층을 가지는 발광 장치이다.
- [0042] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 복수의 발광층들 사이에 전하 발생층을 가지는 발광 장치이다.
- [0043] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 제 1 발광 디바이스가 청색 발광을 나타내는 발광 장치이다.

- [0044] 또는 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성에서 상기 발광 장치가 컬러 필터를 가지고, 상기 제 1 색 변환층이 상기 제 1 발광 디바이스와 상기 컬러 필터 사이에 위치하는 발광 장치이다.
- [0045] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 것 중 어느 것에 기재된 발광 디바이스와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 또는 마이크로폰을 가지는 전자 기기이다.
- [0046] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 것 중 어느 것에 기재된 발광 디바이스와, 트랜지스터 또는 기관을 가지는 발광 장치이다.
- [0047] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 것 중 어느 것에 기재된 발광 디바이스와, 하우징을 가지는 조명 장치이다.
- [0048] 또한 본 명세서에서 발광 장치는, 발광 디바이스를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한 발광 디바이스에 커넥터, 예를 들어 이방 도전성 필름 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TCP 끝에 인쇄 배선 기관이 제공된 모듈, 또는 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 발광 디바이스에 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 발광 장치에 포함되는 경우가 있다. 또한 조명 기구 등은 발광 장치를 가지는 경우가 있다.

발명의 효과

- [0049] 본 발명의 일 형태에서는 신규 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 발광 효율이 높은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 수명이 긴 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 구동 전압이 낮은 발광 장치를 제공할 수 있다.
- [0050] 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 신뢰성이 높은 전자 기기 또는 표시 장치를 각각 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 소비전력이 낮은 전자 기기 또는 표시 장치를 각각 제공할 수 있다.
- [0051] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 효과 모두를 반드시 가질 필요는 없다. 또한 이들 외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 효과를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0052] 도 1의 (A), (B), 및 (C)는 발광 장치의 개념도이다.
- 도 2의 (A), (B), 및 (C)는 발광 디바이스의 개략도이다.
- 도 3은 발광 디바이스의 개략도이다.
- 도 4의 (A), (B), 및 (C)는 발광 장치의 개념도이다.
- 도 5의 (A), (B), 및 (C)는 발광 장치의 개념도이다.
- 도 6의 (A) 및 (B)는 패시브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.
- 도 7의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.
- 도 8의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.
- 도 9는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.
- 도 10의 (A), (B1), (B2), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 11의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 12는 차량 탑재 표시 장치 및 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 13의 (A) 및 (B)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 14의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 15는 dchPAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 16은 chBichPAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 17은 dchPASchF의 굴절률을 측정한 데이터이다.

- 도 18은 chBichPASchF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 19는 SchFB1chP의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 20은 mmtBuBichPAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 21은 dmmtBuBiAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 22는 mmtBuBimmtBuPAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 23은 dchPAPrF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 24는 mmchBichPAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 25는 mmtBumTPchPAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 26은 CdoPchPAF의 굴절률을 측정한 데이터이다.
- 도 27은 계산에 사용한 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- 도 28은 색 변환층(QD층)의 굴절률과 색 변환층에 도달하는 광의 양의 관계를 계산한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 29는 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 30은 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 31은 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 휘도-전압 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 32는 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 전류-전압 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 33은 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 블루 인덱스-휘도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 34는 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- 도 35는 dchPAF와 PCBBiF의 굴절률을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0053] 이하에서, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 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.
- [0054] (실시형태 1)
- [0055] 근년, 퀀텀닷(Quantum dot, QD)을 사용한 색 변환 기술이 액정 디스플레이 등의 분야에서 실용화되고 있다. QD는 수nm 크기의 반도체 나노 결정이고 1×10^3 개 내지 1×10^6 개 정도의 원자로 구성되어 있다. QD는 전자, 정공, 또는 여기자를 그 내부에 가두면, 이들의 에너지 상태가 이산적으로 되고, 또한 QD의 크기에 따라 에너지가 시프트된다. 즉, 같은 물질로 구성되는 QD이어도, 크기에 따라 발광 파장이 달라지기 때문에, 사용하는 QD의 크기를 변경함으로써 발광 파장을 쉽게 조절할 수 있다.
- [0056] 또한 QD는, 그 이산성이 위상이 완화되는 것을 제한하기 때문에, 발광 스펙트럼의 피크 폭이 좁아, 색 순도가 높은 발광을 얻을 수 있다. 즉, QD를 사용한 색 변환층을 사용함으로써, 색 순도가 높은 발광을 얻을 수 있고, BT. 2020 규격이나 BT. 2100 규격으로 표준화된 색 영역인 Rec. 2020을 커버하는 발광을 얻을 수도 있다.
- [0057] QD를 사용한 색 변환층은, 유기 화합물의 발광 물질을 사용한 색 변환층과 마찬가지로, 발광 디바이스로부터 방출된 광을 흡수하고 재발광하는 포토투미네선스에 의하여 상기 발광 디바이스의 광을 더 장파장의 광으로 변환한다. 그러므로, 디스플레이의 용도로 색 변환층을 응용하는 경우, 풀 컬러를 재현하는 데 요구되는 삼원색 중 가장 파장이 짧은 청색의 광을 발광 디바이스로부터 얻고, 녹색과 적색의 광을 색 변환에 의하여 얻는 구성이 채용되어 있다.
- [0058] 즉, 색 변환 방식이 채용된 디스플레이에서는, 사용되는 청색 발광 디바이스의 특성이 디바이스 특성의 대부분을 지배하게 되기 때문에, 특성이 더 양호한 청색 발광 디바이스가 요구되고 있다.

- [0059] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는, 도 1의 (A)에 나타난 바와 같이, 발광 디바이스(207)와 색 변환층(205)을 가지는 화소(208)를 가지고, 발광 디바이스(207)로부터 사출된 광은 색 변환층(205)으로 입사하는 구성이 되어 있다. 발광 디바이스(207)는 제 1 전극(201)과 제 2 전극(203) 사이에 EL층(202)을 가진다. 또한 색 변환층(205)에는 퀀텀닷이 포함되는 것이 바람직하고, 입사한 광을 흡수하고 소정의 파장의 광을 사출하는 기능을 가진다. 색 변환층(205)이 퀀텀닷을 포함하는 경우, 발광 스펙트럼의 피크 폭이 좁아, 색 순도가 높은 발광을 얻을 수 있다.
- [0060] 상기 색 변환층(205)에는, 입사한 광을 흡수하고 소정의 파장의 광을 사출하는 기능을 가지는 물질이 포함되지만, 상기 소정의 파장의 광을 사출하는 기능을 가지는 물질로서는, 포토루미네선스를 나타내는 무기 재료나 유기 재료 등, 다양한 발광 물질을 사용할 수 있다. 특히 무기 재료인 퀀텀닷(QD)은 상술한 바와 같이 발광 스펙트럼의 피크 폭이 좁아, 색 순도가 높은 발광을 얻을 수 있다. 또한 무기 물질이기 때문에 본질적인 안정성이 우수하거나, 이론적인 내부 양자 효율이 거의 100%라는 등의 이유로도 적합하다.
- [0061] 퀀텀닷을 포함하는 색 변환층(205)은, 퀀텀닷을 분산시킨 용매를 도포, 건조, 및 소성함으로써 형성할 수 있다. 또한 퀀텀닷을 미리 분산시킨 시트도 개발되고 있다. 색마다 개별 도포할 때는, 잉크젯 등의 액적 토출법, 또는 인쇄법으로 수행하여도 좋고, 형성면에 상기 용매를 도포하고 건조, 소성, 또는 고체화 등의 정착 처리를 실시한 후에, 포토리소그래피법 등을 사용하여 에칭하는 방법 등으로 수행하여도 좋다.
- [0062] 퀀텀닷으로서, 14족 원소, 15족 원소, 16족 원소, 복수의 14족 원소로 이루어지는 화합물, 4족 내지 14족에 속하는 원소와 16족 원소의 화합물, 2족 원소와 16족 원소의 화합물, 13족 원소와 15족 원소의 화합물, 13족 원소와 17족 원소의 화합물, 14족 원소와 15족 원소의 화합물, 11족 원소와 17족 원소의 화합물, 산화 철류, 산화 타이타늄류, 칼코게나이드스피넬류, 각종 반도체 클러스터, 금속 할로젠 페로브스카이트류 등의 나노 사이즈 입자를 들 수 있다.
- [0063] 구체적으로는, 셀레늄화 카드뮴(CdSe), 황화 카드뮴(CdS), 텔루륨화 카드뮴(CdTe), 셀레늄화 아연(ZnSe), 산화 아연(ZnO), 황화 아연(ZnS), 텔루륨화 아연(ZnTe), 황화 수은(HgS), 셀레늄화 수은(HgSe), 텔루륨화 수은(HgTe), 비소화 인듐(InAs), 인화 인듐(InP), 비소화 갈륨(GaAs), 인화 갈륨(GaP), 질화 인듐(InN), 질화 갈륨(GaN), 안티모니화 인듐(InSb), 안티모니화 갈륨(GaSb), 인화 알루미늄(AlP), 비소화 알루미늄(AlAs), 안티모니화 알루미늄(AlSb), 셀레늄화 납(II)(PbSe), 텔루륨화 납(II)(PbTe), 황화 납(II)(PbS), 셀레늄화 인듐(In₂Se₃), 텔루륨화 인듐(In₂Te₃), 황화 인듐(In₂S₃), 셀레늄화 갈륨(Ga₂Se₃), 황화 비소(III)(As₂S₃), 셀레늄화 비소(III)(As₂Se₃), 텔루륨화 비소(III)(As₂Te₃), 황화 안티모니(III)(Sb₂S₃), 셀레늄화 안티모니(III)(Sb₂Se₃), 텔루륨화 안티모니(III)(Sb₂Te₃), 황화 비스무트(III)(Bi₂S₃), 셀레늄화 비스무트(III)(Bi₂Se₃), 텔루륨화 비스무트(III)(Bi₂Te₃), 실리콘(Si), 탄소화 실리콘(SiC), 저마늄(Ge), 주석(Sn), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 붕소(B), 탄소(C), 인(P), 질화 붕소(BN), 인화 붕소(BP), 비소화 붕소(BAs), 질화 알루미늄(AlN), 황화 알루미늄(Al₂S₃), 황화 바륨(BaS), 셀레늄화 바륨(BaSe), 텔루륨화 바륨(BaTe), 황화 칼슘(CaS), 셀레늄화 칼슘(CaSe), 텔루륨화 칼슘(CaTe), 황화 베릴륨(BeS), 셀레늄화 베릴륨(BeSe), 텔루륨화 베릴륨(BeTe), 황화 마그네슘(MgS), 셀레늄화 마그네슘(MgSe), 황화 저마늄(GeS), 셀레늄화 저마늄(GeSe), 텔루륨화 저마늄(GeTe), 황화 주석(IV)(SnS₂), 황화 주석(II)(SnS), 셀레늄화 주석(II)(SnSe), 텔루륨화 주석(II)(SnTe), 산화 납(II)(PbO), 플루오린화 구리(I)(CuF), 염화 구리(I)(CuCl), 브로민화 구리(I)(CuBr), 아이오딘화 구리(I)(CuI), 산화 구리(I)(Cu₂O), 셀레늄화 구리(I)(Cu₂Se), 산화 니켈(II)(NiO), 산화 코발트(II)(CoO), 황화 코발트(II)(CoS), 사산화 삼철(Fe₃O₄), 황화 철(II)(FeS), 산화 망가니즈(II)(MnO), 황화 몰리브덴(IV)(MoS₂), 산화 바나듐(II)(VO), 산화 바나듐(IV)(VO₂), 산화 텅스텐(IV)(WO₂), 산화 탄탈럼(V)(Ta₂O₅), 산화 타이타늄(TiO₂, Ti₂O₅, Ti₂O₃, Ti₅O₉ 등), 산화 지르코늄(ZrO₂), 질화 실리콘(Si₃N₄), 질화 저마늄(Ge₃N₄), 산화 알루미늄(Al₂O₃), 타이타늄산 바륨(BaTiO₃), 셀레늄과 아연과 카드뮴의 화합물(CdZnSe), 인듐과 비소와 인의 화합물(InAsP), 카드뮴과 셀레늄과 황의 화합물(CdSeS), 카드뮴과 셀레늄과 텔루륨의 화합물(CdSeTe), 인듐과 갈륨과 비소의 화합물(InGaAs), 인듐과 갈륨과 셀레늄의 화합물(InGaSe), 인듐과 셀레늄과 황의 화합물(InSeS), 구리와 인듐과 황의 화합물(예를 들어, CuInS₂), 및 이들의 조합 등을 들 수 있지만, 이들에 한정되지 않는다. 또한, 조성이 임의의 비율로 나타내어지는, 소위 합금형 퀀텀닷을 사용하여도 좋다. 예를 들어, CdS_xSe_(1-x)(x는 0 내지 1의 임의의 수)로 나타내어지는 합금형 퀀텀닷은 x를 변화시킴으로써 발광 파장을 바꿀 수 있으므로 청색 발광을 얻는

데 유효한 수단 중 하나이다.

- [0064] 퀴텀닷의 구조로서는, 코어형, 코어-셸형, 코어-멀티 셸형 등이 있고, 그 중 어느 것을 사용하여도 좋지만, 코어를 덮어 더 넓은 밴드 갭을 가지는 다른 무기 재료로 셸을 형성함으로써, 나노 결정 표면에 존재하는 결함이나 땀글링 본드의 영향을 저감할 수 있다. 이에 의하여 발광의 양자 효율이 크게 개선되므로 코어-셸형이나 코어-멀티 셸형의 퀴텀닷을 사용하는 것이 바람직하다. 셸의 재료의 예로서는 황화 아연(ZnS)이나 산화 아연(ZnO)을 들 수 있다.
- [0065] 또한 퀴텀닷은 표면 원자의 비율이 높으므로 반응성이 높고, 응집이 일어나기 쉽다. 그러므로, 퀴텀닷의 표면에는 보호제가 부착되어 있거나, 또는 보호기가 제공되어 있는 것이 바람직하다. 상기 보호제가 부착되어 있거나, 또는 보호기가 제공되어 있으면 응집을 방지할 수 있고, 용매에 대한 용해성을 높일 수 있다. 또한, 반응성을 저감시켜 전기적 안정성을 향상시킬 수도 있다. 보호제(또는 보호기)로서는, 폴리옥시에틸렌라우릴에터, 폴리옥시에틸렌스테아릴에터, 폴리옥시에틸렌올레일에터 등의 폴리옥시에틸렌알킬에터류, 트라이프로필포스핀, 트라이부틸포스핀, 트라이헥실포스핀, 트라이옥틸포스핀 등의 트라이알킬포스핀류, 폴리옥시에틸렌n-옥틸페닐에터, 폴리옥시에틸렌n-노닐페닐에터 등의 폴리옥시에틸렌알킬페닐에터류, 트라이(n-헥실)아민, 트라이(n-옥틸)아민, 트라이(n-데실)아민 등의 3급 아민류, 트라이프로필포스핀옥사이드, 트라이부틸포스핀옥사이드, 트라이헥실포스핀옥사이드, 트라이옥틸포스핀옥사이드, 트라이데실포스핀옥사이드 등의 유기 인 화합물, 폴리에틸렌글라이콜다이라우레이트, 폴리에틸렌글라이콜다이스테아레이트 등의 폴리에틸렌글라이콜다이에스터류, 또한 피리딘, 루티딘, 콜리딘, 퀴놀린류 등의 질소 함유 방향족 화합물 등의 유기 질소 화합물, 헥실아민, 옥틸아민, 데실아민, 도데실아민, 테트라데실아민, 헥사데실아민, 옥타데실아민 등의 아미노알케인류, 다이부틸설파이드 등의 다이알킬설파이드류, 다이메틸설파이드나 다이부틸설파이드 등의 다이알킬설파이드류, 싸이오펜 등의 황 함유 방향족 화합물 등의 유기 황 화합물, 팔미틴산, 스테아르산, 올레산 등의 고급 지방산, 알코올류, 소르비탄 지방산 에스터류, 지방산 변성 폴리에스터류, 3급 아민 변성 폴리우레탄류, 폴리에틸렌이민류 등을 들 수 있다.
- [0066] 색 변환층(205)에 포함되는 물질이 QD인 경우, QD는 단파장의 광일수록 흡수 강도가 높은 연속한 흡수 스펙트럼을 QD의 발광 파장 부근으로부터 단파장 측으로 가진다. 그러므로, 복수의 발광색을 필요로 하는 디스플레이인 경우, 각 색의 화소의 발광 디바이스에 포함되는 발광 중심 물질은 공통의 물질이어도 좋고, 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이 화소의 색마다 발광 디바이스를 구분하여 형성할 필요가 없기 때문에, 비교적 저렴하게 발광 장치를 제작할 수 있다.
- [0067] 도 1의 (B)에는, 예로서 청색, 녹색, 적색의 3색의 광을 나타내는 화소를 나타내었다. 208B는 청색 발광을 나타내는 제 1 화소이다. 제 1 화소(208B)는 제 1 전극(201B)과 제 2 전극(203)을 가지고, 이들 중 어느 한쪽이 양극이고 다른 쪽이 음극이다. 또한 이들 중 어느 한쪽이 반사 전극이고, 다른 쪽이 반투과·반반사 전극이어도 좋다. 또한 마찬가지로, 녹색 발광을 나타내는 제 2 화소(208G) 및 적색 발광을 나타내는 제 3 화소(208R)가 도시되어 있고, 제 2 화소(208G)는 제 1 전극(201G) 및 제 2 전극(203)을 가지고, 제 3 화소(208R)는 제 1 전극(201R) 및 제 2 전극(203)을 가진다. 도 1의 (B)에는, 제 1 전극(201B, 201G, 및 201R)이 반사 전극이고, 또한 양극이고, 제 2 전극(203)이 반투과·반반사 전극인 구성을 예시하였다. 제 1 전극(201B) 내지 제 1 전극(201R)은 절연체(200) 위에 형성된다. 또한 인접한 화소들 사이에서 광이 혼합되는 것을 방지하기 위하여, 화소와 화소 사이에 블랙 매트릭스(206)가 제공되어 있는 것이 바람직하다. 블랙 매트릭스(206)는 잉크젯법 등으로 색 변환층을 형성할 때의 뱅크를 겸하여도 좋다.
- [0068] 또한 도 1의 (C)에는, 청색, 녹색, 적색, 및 백색의 4색의 광을 나타내는 화소를 나타내었다. 208W는 백색 발광을 나타내는 제 4 화소이다. 제 4 화소(208W)는 제 1 전극(201W)과 제 2 전극(203)을 가지고, 이들 중 어느 한쪽이 양극이고 다른 쪽이 음극이다. 또한 이들 중 어느 한쪽이 반사 전극이고, 다른 쪽이 반투과·반반사 전극이어도 좋다. 제 1 전극(201W)은 절연체(200) 위에 형성된다. 또한 인접한 화소들 사이에서 광이 혼합되는 것을 방지하기 위하여, 화소와 화소 사이에 블랙 매트릭스(206)가 제공되어 있는 것이 바람직하다. 블랙 매트릭스(206)는 잉크젯법 등으로 색 변환층을 형성할 때의 뱅크를 겸하여도 좋다.
- [0069] 제 1 화소(208B) 내지 제 4 화소(208W)에서의 제 1 전극(201B, 201G, 201R, 201W)과 제 2 전극(203) 사이에는 EL층(202)이 끼워져 있다. EL층(202)은 제 1 화소(208B) 내지 제 4 화소(208W)에서 공통이어도 좋고, 분리되어 있어도 좋지만, 복수의 화소에서 공통이면 더 제조하기 쉽고 비용의 면에서도 유리하다. 또한 EL층(202)은 기능 분리된 복수의 층으로 보통 구성되지만, 일부가 복수의 화소에서 공유되어 있고, 다른 일부가 각 화소마다 독립되어 있어도 좋다.
- [0070] 제 1 화소(208B) 내지 제 4 화소(208W)는 제 1 전극, 제 2 전극, 및 EL층으로 구성되는 제 1 발광 디바이스

(207B), 제 2 발광 디바이스(207G), 제 3 발광 디바이스(207R), 및 제 4 발광 디바이스(207W)를 가진다. 또한 도 1의 (B) 및 (C)에서는, 제 1 화소(208B) 내지 제 4 화소(208W)가 공통의 EL층(202)을 가지는 구성을 예시하였다.

[0071] 제 1 발광 디바이스(207B) 내지 제 4 발광 디바이스(207W)는 제 1 전극 및 제 2 전극 중 어느 한쪽을 반사 전극으로 하고, 다른 쪽을 반투과·반반사 전극으로 함으로써, 미소 공진 구조를 가지는 발광 디바이스로 할 수 있다. 공진시킬 수 있는 파장은 반사 전극의 표면과 반투과·반반사 전극의 표면의 광학 거리(209)로 결정된다. 공진시키하고자 하는 파장을 λ 로 하여, 광학 거리(209)를 $\lambda/2$ 의 정수배로 함으로써, 파장 λ 의 광을 증폭시킬 수 있다. 광학 거리(209)는, EL층의 정공 주입층이나 정공 수송층, 전극의 일부로서 반사 전극 위에 형성되는 투명 전극층 등으로 조절할 수 있다. 도 1의 (B) 및 (C)의 발광 장치에서는, EL층이 제 1 발광 디바이스(207B) 내지 제 4 발광 디바이스(207W)에서 공통이고, 발광 중심 물질도 동일하기 때문에, 발광 디바이스의 광학 거리(209)는 제 1 화소(208B) 내지 제 4 화소(208W)에서 공통이므로, 상기 발광 장치를 쉽게 형성할 수 있다. 또한 각 화소에서 EL층(202)을 구분하여 형성한 경우에는 상기 EL층으로부터의 광에 맞추어 광학 거리(209)를 설정하면 좋다.

[0072] 보호층(204)은 제 2 전극(203) 위에 제공된다. 또한 제 1 발광 디바이스(207B) 내지 제 4 발광 디바이스(207W)를 이에 악영향을 미치는 물질이나 환경으로부터 보호하기 위하여 보호층(204)이 제공되어 있어도 좋다. 보호층(204)에는 산화물, 질화물, 플루오린화물, 황화물, 삼원 화합물, 금속, 또는 폴리머 등을 사용할 수 있고, 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 하프늄 실리케이트, 산화 란타넘, 산화 실리콘, 타이타늄산 스트론튬, 산화 탄탈럼, 산화 타이타늄, 산화 아연, 산화 나이오븀, 산화 지르코늄, 산화 주석, 산화 이트륨, 산화 세륨, 산화 스칸듐, 산화 어븀, 산화 바나듐, 또는 산화 인듐 등을 포함하는 재료나, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 실리콘, 질화 탄탈럼, 질화 타이타늄, 질화 나이오븀, 질화 몰리브데넘, 질화 지르코늄, 또는 질화 갈륨 등을 포함하는 재료, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 질화물, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 알루미늄 및 아연을 포함하는 산화물, 망가니즈 및 아연을 포함하는 황화물, 세륨 및 스트론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함하는 재료를 사용할 수 있다.

[0073] 또한 색 변환층과 발광 디바이스를 적절한 굴절률을 가지는 수지로 접합함으로써, 발광층으로부터 사출된 광이 색 변환층에 더 많이 도달할 수 있다. 이 결과, 색 변환층의 발광이 강해지기 때문에, 효율이 높은 발광 장치를 제작할 수 있게 된다. 상기 적절한 굴절률을 가지는 수지는 보호층(204)을 겹쳐어도 좋고, 보호층(204)과 색 변환층 사이에 더 제공되어도 좋다. 또한 상기 수지의 굴절률은 1.4 내지 2.0인 것이 바람직하고, 1.7 내지 1.9인 것이 더 바람직하다. 굴절률이 높은 층이 투명 전극과 색 변환층 사이에 존재함으로써, 박막 모드로 인한 광의 손실을 저감하여, 효율이 더 높은 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0074] 또한 제 1 화소(208B)는 색 변환층을 통하지 않고 광을 방출하기 때문에, 광의 삼원색 중 가장 에너지가 높은 청색의 광을 방출하는 화소인 것이 바람직하다. 또한 제 1 발광 디바이스(207B) 내지 제 4 발광 디바이스(207W)가 같은 색의 광을 방출하는 경우, 상기와 같은 이유로 청색의 광을 방출하는 것이 바람직하다. 이 경우, 이들 발광 디바이스에 포함되는 발광 중심 물질이 같은 물질이면 비용의 면에서 유리하지만, 상이한 발광 중심 물질을 사용하여도 좋다.

[0075] 또한 이와 같이 화소의 색마다 발광 디바이스를 구분하여 형성하지 않는 경우, 상기 발광 디바이스가 가지는 발광 중심 물질의 발광은 청색의 광(발광 스펙트럼의 피크 파장이 440nm 내지 520nm, 바람직하게는 420nm 내지 480nm 정도)인 것이 바람직하다. 발광 중심 물질의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 용액 상태에서의 PL 스펙트럼으로부터 산출한다. 발광 디바이스의 EL층을 구성하는 유기 화합물의 비유전율은 3 정도이기 때문에, 발광 디바이스의 발광 스펙트럼과의 불일치를 피하는 목적으로, 상기 발광 중심 물질을 용액 상태로 하기 위한 용매의 비유전율은 실온에서 1 이상 10 이하인 것이 바람직하고, 2 이상 5 이하인 것이 더 바람직하다. 구체적으로는 헥세인, 벤젠, 톨루엔, 다이에틸에터, 아세트산 에틸, 클로로폼, 클로로벤젠, 다이클로로메테인을 들 수 있다. 또한 실온에서의 비유전율이 2 이상 5 이하이고, 용해성이 높고 범용적인 용매가 더 바람직하고, 예를 들어 톨루엔이나 클로로폼인 것이 바람직하다.

[0076] 색 변환층(205G)에는 제 2 발광 디바이스(207G)의 광을 흡수하고 발광하는 물질이 포함된다. 제 2 발광 디바이스(207G)로부터 방출된 광은 색 변환층(205G)에 입사하고, 파장이 긴 녹색의 광(발광 스펙트럼의 피크 파장이 500nm 내지 600nm, 바람직하게는 500nm 내지 560nm)으로 변환되어 사출된다. 마찬가지로 205R도 색 변환층이고, 색 변환층(205R)에는, 제 3 발광 디바이스(207R)로부터 방출된 광을 흡수하고 발광하는 물질이 포

함된다. 제 3 발광 디바이스(207R)로부터 방출된 광은 색 변환층(205R)에 입사하고, 파장이 긴 적색의 광(발광 스펙트럼의 피크 파장이 600nm 내지 750nm, 바람직하게는 610nm 내지 700nm 정도)으로 변환되어 사출된다. 색 변환층(205G) 및 색 변환층(205R)은, 발광 디바이스로부터 방출된 광을 충분히 흡수하고 가능한 한 투과시키지 않을 정도의 농도로, 색 변환을 수행하는 QD 등의 물질을 포함하는 것이 바람직하다.

[0077] 마찬가지로 205W도 색 변환층이고, 색 변환층(205W)에는 제 4 발광 디바이스(207W)로부터 방출된 광을 흡수하고 발광하는 물질이 포함된다. 제 4 발광 디바이스(207W)로부터 방출된 광은 색 변환층(205W)에 입사하고, 파장이 긴 황색의 광(발광 스펙트럼의 피크 파장이 560nm 내지 610nm 정도, 바람직하게는 580nm 내지 595nm)으로 변환되어 사출된다. 색 변환층(205W)에는, 유로퓸, 세륨, 및 이트륨 등의 희토류 원소가 적어도 하나 또는 복수로 포함되고, 청색 발광을 황색 발광으로 효율적으로 변환할 수 있다. 색 변환층(205W)에는 발광 디바이스로부터 방출된 광을 적절히 투과시킬 정도로, 색 변환을 수행하는 물질이 포함되어 있고, 색 변환층(205W)에서 변환된 광과, 색 변환층(205W)을 투과한 발광 디바이스로부터 방출된 광이 혼합됨으로써 백색 발광을 나타낸다.

[0078] 또한 이들 화소는 각각 컬러 필터를 더 가져도 좋다.

[0079] 이와 같은 구성을 가지는 발광 장치에서는, 전극 등에 흡수되는 것에서 유래하는 광 손실, 에버네센트 모드에서 유래하는 광 손실, 그리고 접합한 수지와 발광 디바이스의 굴절률의 차이에서 유래하는 빛 가둠 효과로 인한 광 손실을 제외한 양의 광이 색 변환층에 도달된다. 그러므로, 이들 손실을 저하시키는 것이 요구된다.

[0080] 여기서, 발광 디바이스(207)는 도 2의 (A) 내지 (C)와 같은 구성을 가지는 발광 디바이스이다. 이하에서, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 사용되는 발광 디바이스에 대하여 설명한다.

[0081] 도 2의 (A)에 나타난 발광 디바이스는 제 1 전극(101), 제 2 전극(102), EL층(103)을 가지고, 상기 EL층에는 굴절률이 낮은 재료로 이루어지는 층이 적어도 포함되고, 상기 굴절률은 발광 중심 물질이 나타내는 청색의 광(발광 스펙트럼의 피크 파장이 440nm 내지 520nm, 바람직하게는 420nm 내지 480nm 정도)의 굴절률이고, 예를 들어 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하이다.

[0082] EL층(103)은 발광층(113)을 가지고 있으며, 정공 주입층(111) 및/또는 정공 수송층(112), 전자 수송층(114) 및/또는 전자 주입층(115) 외에도 다양한 기능층을 가져도 좋다. 발광층(113)은 발광 재료를 포함하고, 발광 디바이스(207)는 상기 발광 재료로부터 발광을 얻는다. 발광층(113)에는 호스트 재료나 기타 재료가 포함되어도 좋다. 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 재료로 이루어지는 층은, 발광층(113) 외의 어느 층이어도 좋지만, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 및 전자 수송층(114) 중 어느 하나의 층 또는 복수의 층인 것이 바람직하다. 굴절률이 낮은 층이 EL층 내부에 존재함으로써, 디바이스 내부에서 광 손실로서 광이 소실되는 에버네센트 모드나 박막 모드가 억제되어 광 추출 효율이 향상된다. 그러므로, 외부 양자 효율이 양호한 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 굴절률이 낮은 층은 발광층보다 광이 사출되는 전극 측에 제공되는 것이 바람직하다.

[0083] 이어서, 상술한 발광 디바이스의 자세한 구조나 재료의 예에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 상술한 바와 같이 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층으로 이루어지는 EL층(103)을 가지고, 상기 EL층(103)의 어느 부분에 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하, 바람직하게는 1.65 이하의 층, 또는 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하, 바람직하게는 1.65 이하의 재료로 이루어지는 층이 포함된다. 굴절률이 낮으면 광 손실이 저감되어 발광 디바이스의 광 추출 효율이 향상되기 때문에, 굴절률은 1.74 이하가 바람직하고, 1.73 이하가 더 바람직하고, 1.72 이하가 더 바람직하고, 1.71 이하가 더 바람직하고, 1.70 이하가 더 바람직하고, 1.69 이하가 더 바람직하고, 1.68 이하가 더 바람직하고, 1.67 이하가 더 바람직하고, 1.66 이하가 더 바람직하고, 1.65 이하가 더 바람직하다. 또한 상기 굴절률은 정상 굴절률, 또는 정상 굴절률과 이상 굴절률의 평균 굴절률로 한다.

[0084] 제 1 전극(101)은 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 구체적으로는 예를 들어 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등이 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은 일반적으로 스퍼터링법에 의하여 형성되지만, 졸-겔법 등을 응용하여 제작하여도 좋다. 제작 방법의 예로서는 산화 인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화 아연이 첨가된 타깃을 사용한 스퍼터링법에 의하여, 산화 인듐-산화 아연을 형성하는 방법 등이 있다. 또한 산화 인듐에 대하여 산화 텅스텐이 0.5wt% 내지 5wt%, 산화 아연이 0.1wt% 내지 1wt% 함유된 타깃을 사용한 스퍼터링법에 의하여, 산화 텅스텐 및 산화 아연이 함유된 산화 인듐(IWZO)을 형성할 수도 있다. 이 외에, 금(Au),

백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브데넘(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어 질화 타이타늄) 등을 들 수 있다. 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한 후술하는 복합 재료를 EL층(103)에서 제 1 전극(101)과 접촉하는 층에 사용함으로써, 일함수에 상관없이 전극 재료를 선택할 수 있다.

[0085] EL층(103)은 적층 구조를 가지는 것이 바람직하지만, 상기 적층 구조는 특별히 한정되지 않고, 상술한 바와 같이 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어 차단층, 여기자 차단층, 전하 발생층 등 다양한 층 구조를 적용할 수 있다. 본 실시형태에서는 도 2의 (A)에 나타난 바와 같이, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113)에 더하여 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115)을 가지는 구성, 그리고 도 2의 (B)에 나타난 바와 같이, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113)에 더하여 전자 수송층(114), 전자 주입층(115), 및 전하 발생층(116)을 가지는 구성의 2종류의 구성에 대하여 설명한다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에서 구체적으로 설명한다.

[0086] 정공 주입층(111)은 엑셉터성을 가지는 물질을 포함하는 층이다. 엑셉터성을 가지는 물질로서는, 유기 화합물 및 무기 화합물 중 어느 쪽이든 사용할 수 있다.

[0087] 엑셉터성을 가지는 물질로서는 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 가지는 화합물을 사용할 수 있고, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 클로랄린, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라사이아노-나프토퀴노다이메테인(약칭: F₆-TCNNQ), 2-(7-다이사이아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-피렌-2-일리덴)말로노나이트릴 등을 들 수 있다. 특히 HAT-CN과 같이 헤테로 원자를 복수로 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물은 열적으로 안정적이므로 바람직하다. 또한 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기나 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높기 때문에 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], a, a', a''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 들 수 있다. 엑셉터성을 가지는 물질로서는 상술한 유기 화합물 외에도 몰리브데넘 산화물이나 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등의 무기 화합물도 사용할 수 있다. 이 외에는 프탈로사이아닌(약칭: H₂Pc)이나 구리 프탈로사이아닌(CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 착체 화합물, 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설포산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 화합물 등에 의해서도 정공 주입층(111)을 형성할 수 있다. 엑셉터성을 가지는 물질은, 전계를 인가함으로써, 인접한 정공 수송층(또는 정공 수송 재료)으로부터 전자를 추출할 수 있다.

[0088] 또한 정공 주입층(111)으로서, 정공 수송성을 가지는 재료에 상기 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수도 있다. 또한 정공 수송성을 가지는 재료에 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용함으로써, 일함수에 상관없이 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉, 제 1 전극(101)으로서 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료도 사용할 수 있게 된다.

[0089] 복합 재료에 사용하는 정공 수송성을 가지는 재료로서는 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등, 각종 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한 복합 재료에 사용하는 정공 수송성을 가지는 재료는 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 가지는 물질인 것이 바람직하다. 이하에서는, 복합 재료에서 정공 수송성을 가지는 재료로서 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0090] 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 아민 화합물로서는 N,N'-다이(p-톨릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌다이아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B) 등을 들 수 있다. 카바졸 유도체로서는 구체적으로, 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), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐안트라센-9-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐

벤젠 등을 사용할 수 있다. 방향족 탄화수소로서는 예를 들어, 2-tert-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-tert-부틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-tert-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-tert-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-tert-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센, 9,9'-바이안트릴, 10,10'-다이페닐-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-바이안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페틸렌, 2,5,8,11-테트라(tert-부틸)페틸렌 등을 들 수 있다. 또한 이 외에 펜타센, 코로넨 등을 사용할 수도 있다. 바이닐 골격을 가져도 좋다. 바이닐기를 가지는 방향족 탄화수소로서는 예를 들어 4,4'-비스(2,2-다이페닐바이닐)바이페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-다이페닐바이닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 들 수 있다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0091] 또한 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK)이나 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-(4-다이페닐아미노)페닐}페닐-N'-페닐아미노)페닐]메타크릴아마이드(약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0092] 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료는 카바졸 골격, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 안트라센 골격 중 어느 것을 가지는 것이 더 바람직하다. 특히, 다이벤조퓨란 고리 또는 다이벤조싸이오펜 고리를 포함하는 치환기를 가지는 방향족 아민, 나프탈렌 고리를 포함하는 방향족 모노아민, 또는 9-플루오렌일기가 아릴렌기를 통하여 아민의 질소 원자와 결합되는 방향족 모노아민이어도 좋다. 또한 이들 제 2 유기 화합물이 N,N-비스(4-바이페닐)아미노기를 가지는 물질이면, 수명이 긴 발광 디바이스를 제작할 수 있기 때문에 바람직하다. 상기 제 2 유기 화합물로서는 구체적으로 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), 4,4'-다이페닐-4''-(7;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(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: PCBNBSF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: BBASF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: BBASF(4)), N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: oFBiSF), N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)다이벤조퓨란-4-아민(약칭: FrBiF), N-[4-(1-나프틸)페닐]-N-[3-(6-페닐다이벤조퓨란-4-일)페닐]-1-나프틸아민(약칭: mPDBfBNBN), 4-페닐-4''-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3''-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAPFLP), 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), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-

3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-4-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-3-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-2-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-1-아민 등을 들 수 있다.

- [0093] 또한 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료는 HOMO 준위가 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하로 비교적 깊은 물질인 것이 더 바람직하다. 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위가 비교적 깊으면, 정공 수송층(112)에 정공을 주입하기 쉬워지고, 또한 수명이 긴 발광 디바이스를 얻기 쉬워진다.
- [0094] 또한 알칼리 금속의 플루오린화물, 알칼리 토금속의 플루오린화물, 및 플루오린화 알칼리 중 어느 하나 또는 복수를 상기 복합 재료에 더 혼합(바람직하게는 상기 층 내의 플루오린 원자의 원자 비율이 20% 이상)시킴으로써, 상기 층의 굴절률을 저하시킬 수 있다. 이와 같이 함으로써, EL층(103) 내부에 굴절률이 낮은 층을 형성할 수 있고, 발광 디바이스의 외부 양자 효율을 향상시킬 수도 있다. 또한 상기 플루오린화물이 혼합된 복합 재료는, 플루오린화물의 양이 증가함에 따라 스핀 밀도가 저하되기 때문에, 상기 복합 재료는 ESR 측정하였을 때의 스핀 밀도가 1.0×10^{18} spins/cm³ 이상인 것이 바람직하다. 또한 정공 주입층에 플루오린화물을 혼합시키는 경우, 역셉터성 물질로서는 무기 화합물, 특히 산화 몰리브데넘을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0095] 또한 정공 수송성을 가지는 재료로서, 1,1-비스-(4-비스(4-메틸-페닐)-아미노-페닐)-사이클로헥세인(약칭: TAPC) 등의 굴절률이 낮은 유기 화합물을 사용함으로써, 정공 주입층(111)의 굴절률을 저하시킬 수 있다.
- [0096] 정공 주입층(111)을 형성함으로써, 정공 주입성이 양호해져 구동 전압이 작은 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 역셉터성을 가지는 유기 화합물은 증착이 용이하여 성막하기 쉬우므로 사용하기 쉬운 재료이다.
- [0097] 정공 수송층(112)은 정공 수송성을 가지는 재료를 포함하여 형성된다. 정공 수송성을 가지는 재료는 1×10^6 cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 가지는 것이 바람직하다.
- [0098] 상기 정공 수송성을 가지는 재료로서는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(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), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등의 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나, 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), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP) 등의 카바졸 골격을 가지는 화합물이나, 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 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFBLBi-II) 등의 퓨란 골격을 가지는 화합물을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나 카바졸 골격을 가지는 화합물은, 신뢰성이 양호하고 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한 정공 주입층(111)의 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서 열거한 물질도 정공 수송층(112)을 구성하는 재료로서 적합하게 사용할 수 있다.
- [0099] 발광층(113)은 발광 물질과 호스트 재료를 가진다. 또한 발광층(113)은 그 외의 재료를 동시에 포함하여도 좋다. 또한 조성이 다른 2층의 적층이어도 좋다.
- [0100] 발광 물질은 형광 발광 물질이어도 좋고, 인광 발광 물질이어도 좋고, 열 활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 물질이어도 좋고, 그 외의 발광 물질이어도 좋다. 또한 본 발명의 일 형태는 발광층(113)이 형광 발광을 나타내는 층, 특히 청색 형광 발광을 나타내는 층인 경우에 더 적합하게 적용할 수 있다.
- [0101] 발광층(113)에서 형광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료의 예로서는, 다음과 같은 것을 들 수 있다. 또한 이들 외의 형광 발광 물질을 사용할 수도 있다.

[0102] 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'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), 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'-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), 페틸렌, 2,5,8,11-테트라-tert-뷰틸페틸렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), 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), N,N,N',N',N',N',N',N',N',N'-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린 30, N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트라이페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린 545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-6-메틸-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이아이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-아이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-뷰틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐}프로페인다이아이트릴(약칭: BisDCJTM), N,N'-다이페닐-N,N'-(1,6-피렌-다이일)비스[(6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03), 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), 3,10-비스[N-(다이벤조퓨란-3-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10FrA2Nbf(IV)-02) 등을 들 수 있다. 특히, 1,6FLPAPrn, 1,6mMemFLPAPrn, 1,6BnfAPrn-03과 같은 피렌다이아민 화합물로 대표되는 축합 방향족 다이아민 화합물은 정공 트랩성이 높고, 발광 효율이나 신뢰성이 높기 때문에 바람직하다.

[0103] 발광층(113)에서 발광 물질로서 인광 발광 물질을 사용하는 경우, 사용할 수 있는 재료의 예로서는, 다음과 같은 것을 들 수 있다.

[0104] 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN2]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)₃]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)₃]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)₃])과 같은 4H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)₃]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)₃])과 같은 1H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, fac-트리스[(1-2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)₃]), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)₃])과 같은 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디네이트-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이트-

$N, C^{2'}$]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac)와 같은 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 이리듐 착체를 들 수 있다. 이들은 청색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 440nm 내지 520nm에 발광의 피크를 가지는 화합물이다.

[0105] 또한 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₃]), 트리스(4-*t*-부틸-6-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₃]), (아세틸아세토네이트)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(6-*tert*-부틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmpm)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(4,6-다이페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)₂(acac)])과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이트)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)])과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(2-페닐피리디네이트- $N, C^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)₃]), 비스(2-페닐피리디네이트- $N, C^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(ppy)₂(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)₂(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)₃]), 트리스(2-페닐퀴놀리네이트- $N, C^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(pq)₃]), 비스(2-페닐퀴놀리네이트- $N, C^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)₂(acac)])와 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 트리스(아세틸아세토네이트)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)₃(Phen)])과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 주로 녹색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 500nm 내지 600nm에서 발광 피크를 가진다. 또한 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는, 신뢰성이나 발광 효율도 매우 우수하기 때문에, 특히 바람직하다.

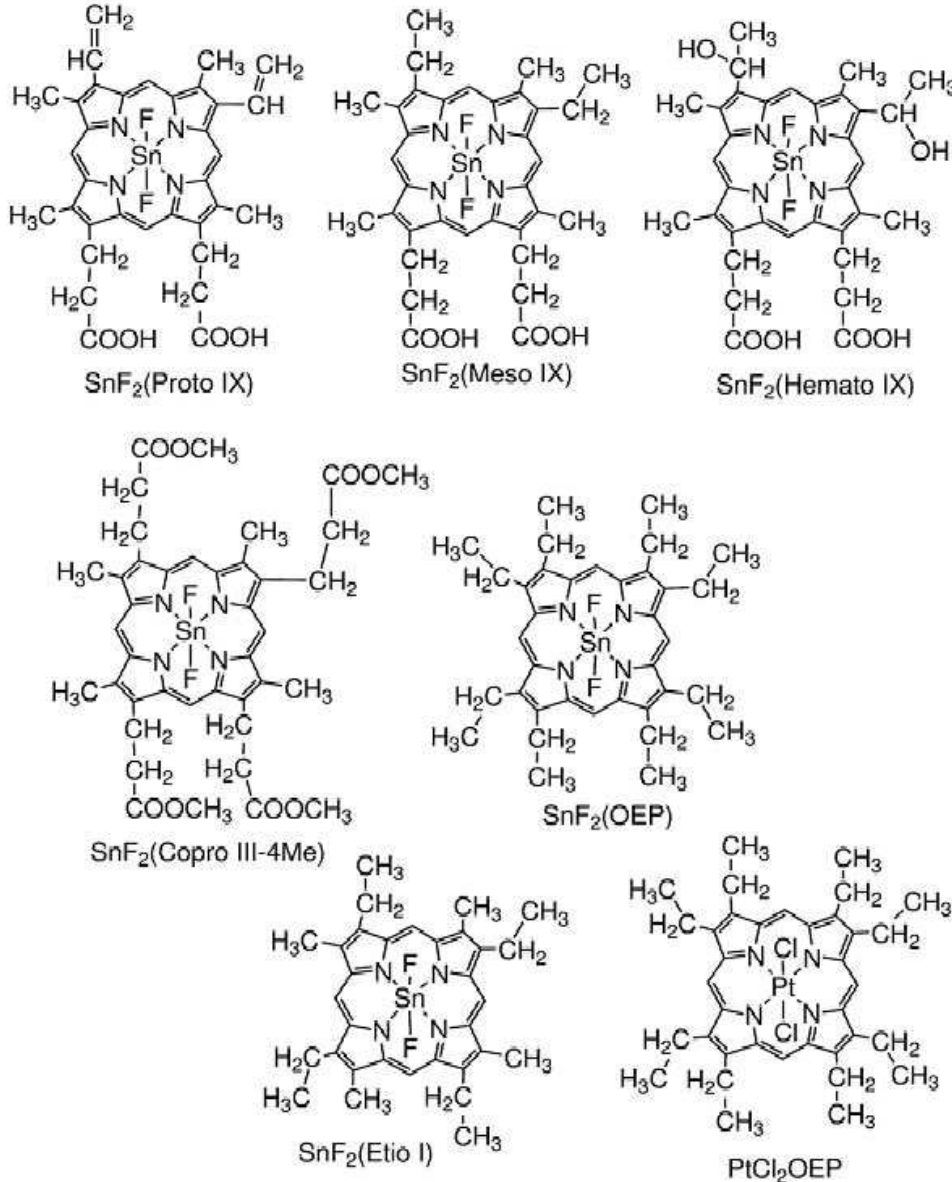
[0106] 또한 (다이아이소부틸릴메타네이트)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트](다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]), 비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이트](다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(d1nppm)₂(dpm)])과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이트)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)(다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)₂(dpm)]), (아세틸아세토네이트)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)₂(acac)])과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이트- $N, C^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(piq)₃]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이트- $N, C^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)₂(acac)])와 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP)과 같은 백금 착체나, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이트)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(DBM)₃(Phen)]), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이트](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(TTA)₃(Phen)])과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 적색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 600nm 내지 700nm에서 발광 피크를 가진다. 또한 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는 색도가 좋은 적색 발광이 얻어진다.

[0107] 또한 상술한 인광성 화합물 외에, 공지의 인광성 발광 물질을 선택하여 사용하여도 좋다.

[0108] TADF 재료로서는 플러렌 및 그 유도체, 아크리딘 및 그 유도체, 에오신 유도체 등을 사용할 수 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린을 들 수 있다. 상기 금속 함유 포르피린으로서, 예를 들어 이하의 구조식으로 나타내어지는 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Proto IX)), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Meso IX)), 헤마토

포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(OEP)), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF₂(Etio I)), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(PtCl₂OEP) 등도 들 수 있다.

[0109] [화학식 2]



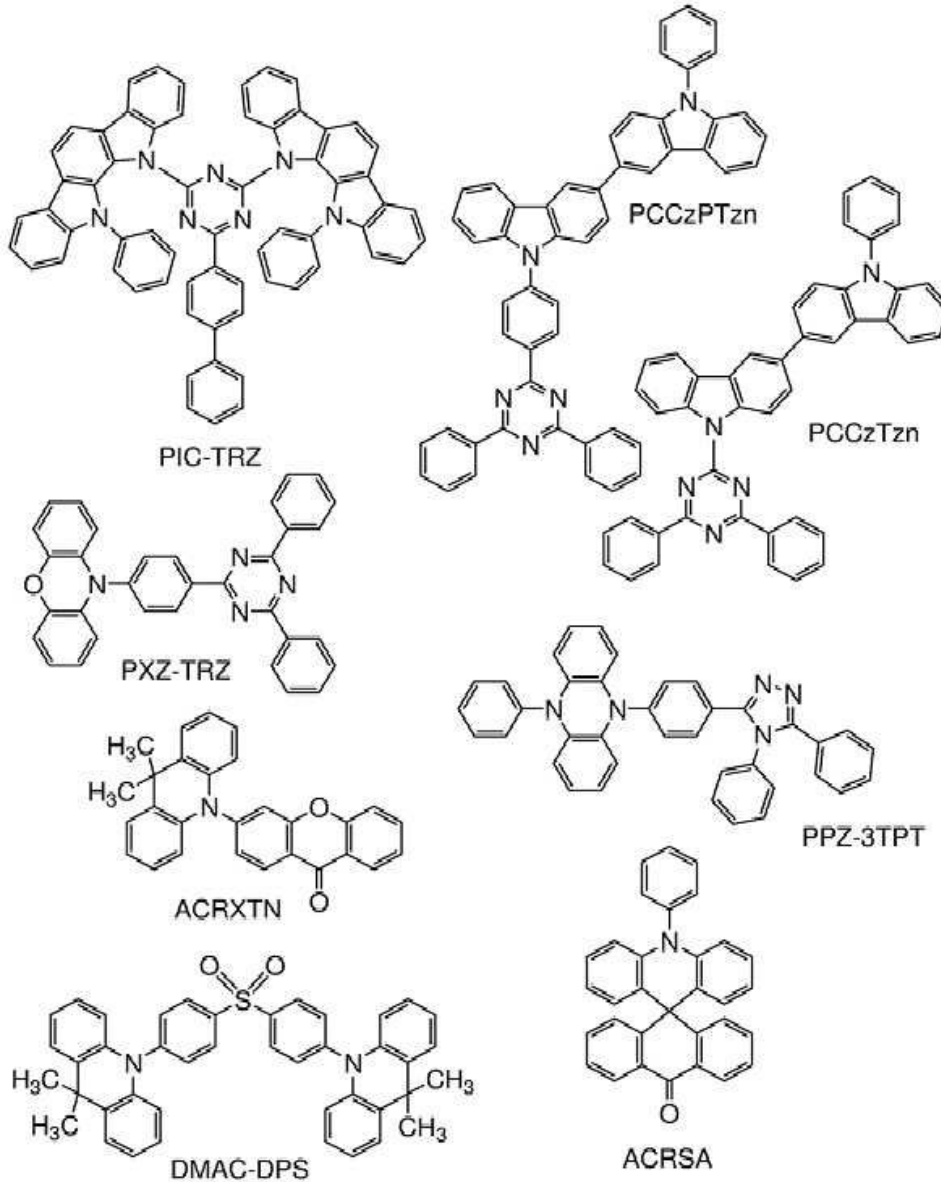
[0110]

[0111]

또한 이하의 구조식으로 나타내어지는 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(약칭: PIC-TRZ)이나, 9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzTzn), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로 페나진-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]설펜(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA) 등, π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 중 한쪽 또는 양쪽을 가지는 헤테로 고리 화합물도 사용할 수 있다. 상기 헤테로 고리 화합물은 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지기 때문에, 전자 수송성 및 정공 수송성이 모두 높아 바람직하다. 이들 중에서도, π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지는 골격 중, 피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격), 및 트라이

아진 골격은 안정적이고 신뢰성이 양호하므로 바람직하다. 특히, 벤조퓨로피리미딘 골격, 벤조티에노피리미딘 골격, 벤조퓨로피라진 골격, 벤조티에노피라진 골격은 억셉터성이 높고 신뢰성이 양호하므로 바람직하다. 또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리를 가지는 골격 중에서도, 아크리딘 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격, 퓨란 골격, 싸이오펜 골격, 및 피롤 골격은 안정적이고 신뢰성이 양호하므로, 상기 골격 중 적어도 하나를 가지는 것이 바람직하다. 또한 퓨란 골격으로서는 다이벤조퓨란 골격이 바람직하고, 싸이오펜 골격으로서는 다이벤조싸이오펜 골격이 바람직하다. 또한 피롤 골격으로서는 인돌 골격, 카바졸 골격, 인돌로 카바졸 골격, 바이카바졸 골격, 3-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸 골격이 특히 바람직하다. 또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은, π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 전자 공여성과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리의 전자 수용성이 모두 강해지고, S1 준위와 T1 준위의 에너지 차이가 작아지기 때문에, 열 활성화 지연 형광을 효율적으로 얻을 수 있어 특히 바람직하다. 또한 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 대신에, 사이아노기와 같은 전자 흡인기가 결합된 방향족 고리를 사용하여도 좋다. 또한 π 전자 과잉형 골격으로서 방향족 아민 골격, 페나진 골격 등을 사용할 수 있다. 또한 π 전자 부족형 골격으로서 크산텐 골격, 싸이오크산텐다이옥사이드 골격, 옥사다이아졸 골격, 트리아아졸 골격, 이미다졸 골격, 안트라퀴논 골격, 페닐보레인이나 보레인트렌 등의 붕소 함유 골격, 벤조나이트릴 또는 사이아노벤젠 등의 나이트릴기 또는 사이아노기를 가지는 방향족 고리나 헤테로 방향족 고리, 벤조페논 등의 카보닐 골격, 포스핀옥사이드 골격, 설펜 골격 등을 사용할 수 있다. 이와 같이, π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 중 적어도 한쪽 대신에 π 전자 부족형 골격 및 π 전자 과잉형 골격을 사용할 수 있다.

[0112] [화학식 3]



[0113]

[0114] 또한 TADF 재료는, S1 준위와 T1 준위의 차이가 작고, 역 공간 교차에 의하여 에너지를 삼중항 여기 에너지로부터 단일항 여기 에너지로 변환하는 기능을 가지는 재료이다. 그러므로 삼중항 여기 에너지를 미량의 열 에너지에 의하여 단일항 여기 에너지로 업컨버트(역 공간 교차)할 수 있고, 단일항 여기 상태를 효율적으로 생성할 수 있다. 또한 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있다.

[0115] 또한 2종류의 물질로 여기 상태를 형성하는 들뜬 복합체(엑사이플렉스, 엑시플렉스, 또는 Exciplex라고도 함)는, S1 준위와 T1 준위의 차이가 매우 작고, 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 변환할 수 있는 TADF 재료로서의 기능을 가진다.

[0116] 또한 T1 준위의 지표로서는, 저온(예를 들어 77K 내지 10K)에서 관측되는 인광 스펙트럼을 사용하면 좋다. TADF 재료는, 그 형광 스펙트럼의 단파장 측의 꼬리(tail)에서 접선을 긋고, 그 외삽선의 파장의 에너지를 S1 준위로 하고, 인광 스펙트럼의 단파장 측의 꼬리에서 접선을 긋고, 그 외삽선의 파장의 에너지를 T1 준위로 한 경우에 그 S1과 T1의 차이가 0.3eV 이하인 것이 바람직하고, 0.2eV 이하인 것이 더 바람직하다.

[0117] 또한 TADF 재료를 발광 물질로서 사용하는 경우, 호스트 재료의 S1 준위는 TADF 재료의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 호스트 재료의 T1 준위는 TADF 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다.

[0118] 발광층의 호스트 재료로서는, 전자 수송성을 가지는 재료나 정공 수송성을 가지는 재료, 상기 TADF 재료 등 다양한 캐리어 수송 재료를 사용할 수 있다.

[0119] 정공 수송성을 가지는 재료로서는, 아민 골격이나 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 바람직하다. 예를 들어 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(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), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBI1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등의 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나, 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), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP) 등의 카바졸 골격을 가지는 화합물이나, 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 화합물이나, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBI-II) 등의 퓨란 골격을 가지는 화합물이 있다. 상술한 것 중에서도 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나 카바졸 골격을 가지는 화합물은, 신뢰성이 양호하고 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한 상기 제 1 물질의 예로서 든 유기 화합물도 사용할 수 있다.

[0120] 전자 수송성을 가지는 재료로서는 예를 들어 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), 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPB0), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체나 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 바람직하다. π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물로서는 예를 들어, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-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), 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: mDBTBIm-II) 등의 폴리아졸 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이나, 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mCzBPDBq), 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II) 등의 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이나, 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이 있다. 상술한 것 중에서도 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이나 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 신뢰성이 양호하기 때문에 바람직하다. 특히, 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 전자 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여한다.

[0121] 호스트 재료로서 사용할 수 있는 TADF 재료로서는, 위에서 TADF 재료로서 열거한 것을 마찬가지로 사용할 수 있다. TADF 재료를 호스트 재료로서 사용하면, TADF 재료에서 생성된 삼중항 여기 에너지가 역 공간 교차에 의하여 단일항 여기 에너지로 변환되고, 발광 물질로 에너지 이동함으로써, 발광 디바이스의 발광 효율을 높일 수 있다. 이때 TADF 재료가 에너지 도너로서 기능하고, 발광 물질이 에너지 억셉터로서 기능한다.

[0122] 이것은 상기 발광 물질이 형광 발광 물질인 경우에 매우 유효하다. 또한 이때 높은 발광 효율을 얻기 위해서는, TADF 재료의 S1 준위가 형광 발광 물질의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 TADF 재료의 T1 준위가 형광 발광 물질의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 따라서 TADF 재료의 T1 준위는 형광 발광 물질의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다.

[0123] 또한 형광 발광 물질의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 중첩되는 파장의 발광을 나타내는 TADF 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이로써, TADF 재료로부터 형광 발광 물질로의 여기 에너지의 이동이 원활하게 되어, 발광을 효율적으로 얻을 수 있기 때문에 바람직하다.

- [0124] 또한 역 공간 교차에 의하여 삼중항 여기 에너지로부터 단일항 여기 에너지가 효율적으로 생성되기 위해서는, TADF 재료에서 캐리어 재결합이 일어나는 것이 바람직하다. 또한 TADF 재료에서 생성된 삼중항 여기 에너지가 형광 발광 물질의 삼중항 여기 에너지로 이동하지 않는 것이 바람직하다. 이러한 이유로, 형광 발광 물질은 형광 발광 물질에 포함되는 발광단(발광의 원인이 되는 골격)의 주위에 보호기를 가지는 것이 바람직하다. 상기 보호기로서는, π 결합을 가지지 않는 치환기 및 포화 탄화수소가 바람직하고, 구체적으로는 탄소수 3 이상 10 이하의 알킬기, 탄소수 3 이상 10 이하의 치환 또는 비치환된 사이클로알킬기, 탄소수 3 이상 10 이하의 트라이알킬실릴기를 들 수 있고, 복수의 보호기를 가지는 것이 더 바람직하다. π 결합을 가지지 않는 치환기는 캐리어를 수송하는 기능이 부족하기 때문에, 캐리어 수송이나 캐리어 재결합에 영향을 거의 미치지 않고 TADF 재료와 형광 발광 물질의 발광단의 거리를 멀어지게 할 수 있다. 여기서, 발광단이란 형광 발광 물질에서 발광을 일으키는 원자단(골격)을 말한다. 발광단은 π 결합을 가지는 골격인 것이 바람직하고, 방향족 고리를 포함하는 것이 바람직하고, 축합 방향족 고리 또는 축합 헥테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다. 축합 방향족 고리 또는 축합 헥테로 방향족 고리로서는 페난트렌 골격, 스틸벤 골격, 아크리돈 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격 등을 들 수 있다. 특히 나프탈렌 골격, 안트라센 골격, 플루오렌 골격, 크리센 골격, 트라이페닐렌 골격, 테트라센 골격, 피렌 골격, 페릴렌 골격, 쿠마린 골격, 퀴나크리돈 골격, 나프토비스벤조퓨란 골격을 가지는 형광 발광 물질은 형광 양자 수율이 높기 때문에 바람직하다.
- [0125] 형광 발광 물질을 발광 물질로서 사용하는 경우, 호스트 재료로서는 안트라센 골격을 가지는 재료가 적합하다. 안트라센 골격을 가지는 물질을 형광 발광 물질의 호스트 재료로서 사용하면, 발광 효율 및 내구성 모두가 양호한 발광층을 실현할 수 있다. 호스트 재료로서 사용하는 안트라센 골격을 가지는 물질로서는 다이페닐안트라센 골격, 특히 9,10-다이페닐안트라센 골격을 가지는 물질이 화학적으로 안정적이기 때문에 바람직하다. 또한 호스트 재료가 카바졸 골격을 가지는 경우, 정공의 주입성·수송성이 높아지기 때문에 바람직하지만, 카바졸에 벤젠 고리가 더 축합된 벤조카바졸 골격을 포함하는 경우에는, 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 낮아져 정공이 들어가기 쉬워지기 때문에 더 바람직하다. 특히, 호스트 재료가 다이벤조카바졸 골격을 포함하는 경우, 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 낮아져 정공이 들어가기 쉬워질 뿐만 아니라, 정공 수송성도 우수하고 내열성도 높아지므로 바람직하다. 따라서 호스트 재료로서 더 바람직한 것은, 9,10-다이페닐안트라센 골격 및 카바졸 골격(또는 벤조카바졸 골격이나 다이벤조카바졸 골격)을 동시에 가지는 물질이다. 또한 상기 정공 주입성·수송성의 관점에서, 카바졸 골격 대신에 벤조플루오렌 골격이나 다이벤조플루오렌 골격을 사용하여도 좋다. 이러한 물질의 예로서는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)바이페닐-4'-일}안트라센(약칭: FLPPA), 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: α N- β NPAnth) 등을 들 수 있다. 특히, CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA, PCzPA는 매우 양호한 특성을 나타내기 때문에 바람직한 선택이다.
- [0126] 또한 호스트 재료는 복수 종류의 물질이 혼합된 재료이어도 좋고, 혼합된 호스트 재료를 사용하는 경우에는 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합하는 것이 바람직하다. 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합함으로써, 발광층(113)의 수송성을 쉽게 조절할 수 있어 재결합 영역을 쉽게 제어할 수도 있다. 정공 수송성을 가지는 재료와 전자 수송성을 가지는 재료의 함유량의 중량비는 정공 수송성을 가지는 재료:전자 수송성을 가지는 재료=1:19 내지 19:1로 하면 좋다.
- [0127] 또한 상기 혼합된 재료의 일부로서는, 인광 발광 물질을 사용할 수 있다. 인광 발광 물질은, 발광 물질로서 형광 발광 물질을 사용하는 경우에 형광 발광 물질에 여기 에너지를 공여하는 에너지 도너로서 사용할 수 있다.
- [0128] 또한 이들 혼합된 재료들로 들뜬 복합체를 형성하여도 좋다. 상기 들뜬 복합체는 발광 물질의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 중첩되는 발광을 나타내는 들뜬 복합체를 형성하는 조합을 선택함으로써, 에너지 이동이 원활하게 수행되어 발광을 효율적으로 얻을 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 상기 구성을 사용함으로써, 구동 전압도 저하되기 때문에 바람직하다.
- [0129] 또한 들뜬 복합체를 형성하는 재료 중 적어도 한쪽은 인광 발광 물질이어도 좋다. 이 경우, 역 공간 교차에 의하여 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 효율적으로 변환할 수 있다.
- [0130] 들뜬 복합체를 효율적으로 형성하는 재료의 조합으로서, 정공 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위가 전자 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위 이상인 것이 바람직하다. 또한 정공 수송성을 가지는 재료의 LUMO 준위가 전자 수송성을 가지는 재료의 LUMO 준위 이상인 것이 바람직하다. 또한 재료의 LUMO 준위 및 HOMO 준위는 사이클릭

볼타메트리(CV) 측정에 의하여 측정되는 재료의 전기 화학 특성(환원 전위 및 산화 전위)에서 도출할 수 있다.

[0131] 또한 들뜬 복합체의 형성은, 예를 들어 정공 수송성을 가지는 재료의 발광 스펙트럼, 전자 수송성을 가지는 재료의 발광 스펙트럼, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 발광 스펙트럼을 비교하여, 혼합막의 발광 스펙트럼이 각 재료의 발광 스펙트럼보다 장파장 측으로 시프트하는(또는 장파장 측에 새로운 피크를 가지는) 현상을 관측함으로써 확인할 수 있다. 또는 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 포토루미네선스(PL), 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 PL, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 과도 PL을 비교하여, 혼합막의 과도 PL 수명이 각 재료의 과도 PL 수명보다 장수명 성분을 가지거나 지연 성분의 비율이 커지는 등의 과도 응답의 차이를 관측함으로써 확인할 수 있다. 또한 상술한 과도 PL을 과도 일렉트로루미네선스(EL)로 바꿔 읽어도 된다. 즉, 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 및 이들의 혼합막의 과도 EL을 비교하여 과도 응답의 차이를 관측하는 것에 의해서도 들뜬 복합체의 형성을 확인할 수 있다.

[0132] 또한 본 발명의 일 형태에서, 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 포토루미네선스에 의하여 색이 변환된다. 발광 디바이스를 구분하여 형성하지 않고 광의 삼원색에 해당되는 색을 얻는 경우, 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 광의 삼원색 중에서도 가장 에너지가 높은 청색의 발광을 나타내는 것이 바람직하고, 또는 청색도 변환하여 얻는 경우에는, 상기 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 자색 내지 자외 영역의 발광을 나타내는 것이 바람직하다.

[0133] 전자 수송층(114)은 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하는 층이다. 전자 수송성을 가지는 물질로서는, 상기 호스트 재료에 사용할 수 있는 전자 수송성을 가지는 물질로서 열거한 것을 사용할 수 있다.

[0134] 또한 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 재료와, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 이들의 화합물, 또는 이들의 착체를 포함하는 것이 바람직하다. 또한 전자 수송층(114)은 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이하인 것이 바람직하다. 전자 수송층(114)에서의 전자 수송성을 저하시킴으로써, 발광층에 대한 전자의 주입량을 제어할 수 있기 때문에, 발광층이 전자 과다 상태가 되는 것을 방지할 수 있다. 이 구성은, 정공 주입층을 복합 재료로 형성하고, 상기 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위가 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하로 비교적 깊은 경우에, 수명이 길어지기 때문에 특히 바람직하다. 또한 이 경우, 전자 수송성을 가지는 재료는, HOMO 준위가 -6.0eV 이상인 것이 바람직하다. 또한 상기 전자 수송성을 가지는 재료는 안트라센 골격을 가지는 유기 화합물인 것이 바람직하고, 안트라센 골격과 헥테로 고리 골격의 양쪽을 포함하는 유기 화합물인 것이 더 바람직하다. 상기 헥테로 고리 골격으로서, 질소 함유 5원 고리 골격 또는 질소 함유 6원 고리 골격이 바람직하고, 이들 헥테로 고리 골격으로서 피라졸 고리, 이미다졸 고리, 옥사졸 고리, 싸이아졸 고리, 피라진 고리, 피리미딘 고리, 피리다진 고리 등과 같이 2개의 헥테로 원자를 고리에 포함하는 질소 함유 5원 고리 골격 또는 질소 함유 6원 고리 골격이 특히 바람직하다. 또한 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 이들의 화합물, 또는 이들의 착체로서는, 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들어 8-하이드록시퀴놀리네이트-리튬(약칭: Liq), 8-하이드록시퀴놀리네이트-소듐(약칭: Naq) 등이 있다. 특히 1가의 금속 이온의 착체, 그 중에서도 리튬의 착체가 바람직하고, Liq가 더 바람직하다. 또한 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 경우, 그 메틸 치환체(예를 들어 2-메틸 치환체나 5-메틸 치환체) 등을 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송층 내에서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 이들의 화합물, 또는 이들의 착체는, 두께 방향에서 농도차(0인 경우도 포함함)가 존재하는 것이 바람직하다.

[0135] 전자 수송층(114)과 제 2 전극(102) 사이에는 전자 주입층(115)으로서 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂), 8-하이드록시퀴놀리네이트-리튬(약칭: Liq) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 포함한 층을 제공하여도 좋다. 전자 주입층(115)으로서 전자 수송성을 가지는 물질로 이루어지는 층 내에 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 포함시킨 것이나, 전자화물을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는, 예를 들어 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다.

[0136] 또한 전자 주입층(115)으로서, 전자 수송성을 가지는 물질(바람직하게는 바이피리딘 골격을 가지는 유기 화합물)에 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 플루오린화물을 미결정 상태가 되는 농도 이상(50wt% 이상) 포함시킨 층을 사용할 수도 있다. 상기 층은 굴절률이 낮기 때문에, 외부 양자 효율이 더 양호한 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0137] 굴절률이 낮은 층을 제공할 때, 양극과 발광층 사이보다 발광층과 음극 사이에 제공하는 것이 효과적이고, 굴절률이 낮은 정공 주입층 또는 정공 수송층보다 굴절률이 낮은 전자 수송층으로 하는 것이 효과적이지만, 양극과

발광층 사이 및 발광층과 음극 사이의 양쪽에 굴절률이 낮은 층을 제공하면 더 효과적이기 때문에 바람직하다. 이 효과에 의하여, 색을 변환한 경우의 디바이스 특성이 향상되어, 효율이 높은 색 변환 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

- [0138] 또한 전자 주입층(115) 대신에 전하 발생층(116)을 제공하여도 좋다(도 2의 (B) 참조). 전하 발생층은 전위를 인가함으로써 상기 층의 음극 측과 접하는 층에 정공을, 양극 측과 접하는 층에 전자를 주입할 수 있는 층을 말한다. 전하 발생층(116)에는 적어도 P형층(117)이 포함된다. P형층(117)은 상술한 정공 주입층(111)을 구성할 수 있는 재료로서 열거한 복합 재료를 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 또한 P형층(117)은 복합 재료를 구성하는 재료로서 상술한 억셉터 재료를 포함하는 막과 정공 수송 재료를 포함하는 막을 적층하여 구성되어도 좋다. P형층(117)에 전위를 인가함으로써, 전자 수송층(114)에 전자가, 음극인 제 2 전극(102)에 정공이 주입되어, 발광 디바이스가 동작한다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 굴절률이 낮은 유기 화합물이기 때문에, P형층(117)에 사용함으로써, 외부 양자 효율이 양호한 발광 디바이스를 얻을 수 있다.
- [0139] 또한 전하 발생층(116)에는 P형층(117) 외에, 전자 릴레이층(118) 및 전자 주입 버퍼층(119) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두가 제공되는 것이 바람직하다.
- [0140] 전자 릴레이층(118)은 적어도 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하고, 전자 주입 버퍼층(119)과 P형층(117)의 상호 작용을 방지하여 전자를 원활하게 수송하는 기능을 가진다. 전자 릴레이층(118)에 포함되는 전자 수송성을 가지는 물질의 LUMO 준위는 P형층(117)에서의 억셉터성 물질의 LUMO 준위와, 전자 수송층(114)에서의 전하 발생층(116)과 접하는 층에 포함되는 물질의 LUMO 준위 사이인 것이 바람직하다. 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질에서의 LUMO 준위의 구체적인 에너지 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하인 것이 좋다. 또한 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질로서는 프탈로시아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 가지는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0141] 전자 주입 버퍼층(119)에는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함)) 등 전자 주입성이 높은 물질을 사용할 수 있다.
- [0142] 또한 전자 주입 버퍼층(119)이 전자 수송성을 가지는 물질과 도너성 물질을 포함하여 형성되는 경우에는, 도너성 물질로서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함))을 사용할 수 있고, 이 외에도 테트라사이아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송성을 가지는 물질로서는, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 재료와 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있다.
- [0143] 제 2 전극(102)을 형성하는 물질로서는, 일함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이와 같은 음극 재료의 구체적인 예로서는, 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 다만 제 2 전극(102)과 전자 수송층 사이에 전자 주입층을 제공함으로써, 일함수의 크기에 상관없이 Al, Ag, ITO, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유하는 산화 인듐-산화 주석 등 다양한 도전성 재료를 제 2 전극(102)에 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는 진공 증착법이나 스퍼터링법 등의 건식법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등을 사용하여 성막할 수 있다. 또한 졸-겔법을 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다.
- [0144] 또한 EL층(103)의 형성 방법으로서의 건식법, 습식법을 불문하고 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어 진공 증착법, 그래비어 인쇄법, 오프셋 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법 등을 사용하여도 좋다.
- [0145] 또한 상술한 각 전극 또는 각 층을 상이한 성막 방법에 의하여 형성하여도 좋다.
- [0146] 또한 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은 상술한 것에 한정되지 않는다. 다만 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접하여 일어나는 소광이 억제되도록, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)에서 떨어진 부분에 정공과 전자가 재결합되는 발광 영역을 제공하는 구성이 바람직하다.

- [0147] 또한 발광층(113)과 접하는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에서의 재결합 영역에 가까운 캐리어 수송층은, 발광층에서 생성된 여기자로부터의 에너지 이동을 억제하기 위하여, 발광층을 구성하는 발광 재료 또는 발광층에 포함되는 발광 재료가 가지는 밴드 갭보다 큰 밴드 갭을 가지는 물질로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0148] 다음으로, 복수의 발광 유닛이 적층된 구성을 가지는 발광 디바이스(적층형 소자, 탠덤형 소자라고도 함)의 형태에 대하여 도 2의 (C)를 참조하여 설명한다. 이 발광 디바이스는 양극과 음극 사이에 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이다. 하나의 발광 유닛은 도 2의 (A)에 나타낸 EL층(103)과 거의 같은 구성을 가진다. 즉, 도 2의 (C)에 나타낸 발광 디바이스는 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이고, 도 2의 (A) 또는 (B)에 나타낸 발광 디바이스는 하나의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스라고 할 수 있다.
- [0149] 도 2의 (C)에서, 양극(501)과 음극(502) 사이에는 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에는 전하 발생층(513)이 제공되어 있다. 양극(501)과 음극(502)은 각각 도 2의 (A)에서의 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 상당하고, 도 2의 (A)의 설명에서 기재한 것과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)의 구성은 같아도 좋고 상이하여도 좋다.
- [0150] 전하 발생층(513)은, 양극(501)과 음극(502)에 전압이 인가되었을 때 한쪽 발광 유닛에 전자를 주입하고 다른 쪽 발광 유닛에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 즉, 도 2의 (C)에서, 양극의 전위가 음극의 전위보다 높아지도록 전압이 인가된 경우, 전하 발생층(513)은 제 1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고 제 2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 좋다.
- [0151] 전하 발생층(513)은 도 2의 (B)에서 설명한 전하 발생층(116)과 같은 구성으로 형성되는 것이 바람직하다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 우수하기 때문에, 저전압 구동, 저전류 구동을 실현할 수 있다. 또한 발광 유닛의 양극 측의 면이 전하 발생층(513)과 접하는 경우에는, 전하 발생층(513)이 발광 유닛의 정공 주입층으로서의 역할도 할 수 있기 때문에, 이 발광 유닛에는 정공 주입층을 제공하지 않아도 된다.
- [0152] 또한 전하 발생층(513)에 전자 주입 버퍼층(119)을 제공하는 경우에는, 이 전자 주입 버퍼층(119)이 양극 측의 발광 유닛에서의 전자 주입층으로서의 역할을 하기 때문에, 양극 측의 발광 유닛에는 전자 주입층을 반드시 형성할 필요는 없다.
- [0153] 도 2의 (C)에서는 2개의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스에 대하여 설명하였지만, 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 디바이스에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 디바이스와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층(513)으로 칸막이하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고휘도 발광을 가능하게 하고 수명이 더 긴 발광 장치를 실현할 수 있다. 또한 저전압 구동이 가능하고 소비전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.
- [0154] 도 3은, 도 2의 (C)와 마찬가지로, 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스를 본 발명의 일 형태에 적용한 경우의 발광 장치의 개략도이다. 기관(100) 위에 양극(501)이 형성되고, 제 1 발광층(113-1)을 가지는 제 1 발광 유닛(511)과, 제 2 발광층(113-2)을 가지는 제 2 발광 유닛(512)이 전하 발생층(513)을 개재(介在)하여 적층된 구성이다. 발광 디바이스로부터 방출된 광은 색 변환층(205)을 통하여 사출되거나, 또는 통하지 않고 그대로 사출된다. 또한 컬러 필터(225R, 225G, 225B)를 통하여 색 순도를 향상시켜도 좋다. 또한 도 3에서는, 컬러 필터(225B)를 제공하는 구성을 예시하였지만 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 도 3에서 컬러 필터(225B) 대신에 오버 코트층을 제공하는 구성으로 하여도 좋다. 오버 코트층으로서, 유기 수지 재료, 대표적으로는 아크릴계 수지, 폴리이미드계 수지를 사용하면 좋다. 또한 본 명세서 등에서는, 컬러 필터층을 착색층이라고 부르고, 오버 코트층을 수지층이라고 부르는 경우가 있다. 따라서, 컬러 필터(225R)를 제 1 착색층이라고 부르고, 컬러 필터(225G)를 제 2 착색층이라고 불러도 좋다.
- [0155] 또한 상술한 EL층(103)이나 제 1 발광 유닛(511), 제 2 발광 유닛(512), 및 전하 발생층 등의 각 층이나 전극은 예를 들어 증착법(진공 증착법을 포함함), 액적 토출법(잉크젯법이라고도 함), 도포법, 그라비아 인쇄법 등의 방법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한 이들은 저분자 재료, 중분자 재료(올리고머, 덴드리머를 포함함), 또는 고분자 재료를 포함하여도 좋다.
- [0156] 여기서, 풀 컬러 디스플레이의 색 재현성에 주목하였을 때, 더 풍부한 색 영역을 표현하기 위해서는, 색 순도가 높은 광을 얻는 것이 중요하다. 유기 화합물로부터의 발광은 무기 화합물로부터의 발광과 비교하여, 넓은 스펙

트럼을 가지는 경우가 많고, 충분한 색 순도를 가지는 발광을 얻기 위해서는 미소 공진 구조(마이크로캐비티 구조)를 이용하여 스펙트럼을 협선화(狹線化)시키는 것이 바람직하다.

- [0157] 실제로, 적절한 도펀트를 사용하여, 미소 공진 구조를 적절히 적용한 발광 디바이스에서는, BT. 2020 규격이나 BT. 2100 규격에서 정해진 색 영역인 Rec. 2020의 범위에 대응하는 청색 발광을 얻을 수 있다. 이때, 발광 디바이스가 가지는 미소 공진 구조가 청색의 광을 강하게 하는 구성을 가짐으로써, 색 순도가 높고, 효율도 높은 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0158] 미소 공진 구조를 가지는 발광 디바이스는, 발광 디바이스의 한 쌍의 전극을 반사 전극과 반투과·반반사 전극으로 구성함으로써 얻을 수 있다. 반사 전극과 반투과·반반사 전극은 상술한 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 상당하고, 어느 한쪽을 반사 전극으로 하고, 다른 쪽을 반투과·반반사 전극으로 하면 좋다.
- [0159] 미소 공진 구조를 가지는 발광 디바이스는, EL층에 포함되는 발광층으로부터 모든 방향으로 사출되는 광이 반사 전극과 반투과·반반사 전극에 의하여 반사되어 공진함으로써, 특정 파장의 광이 증폭되고, 상기 광이 지향성을 가지는 광이 된다.
- [0160] 반사 전극은, 가시광의 반사율이 40% 내지 100%, 바람직하게는 70% 내지 100%고, 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 것으로 한다. 반사 전극을 형성하는 재료로서는 알루미늄(Al) 또는 Al을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. Al을 포함하는 합금으로서 Al과 L(L은 타이타늄(Ti), 네오디뮴(Nd), 니켈(Ni), 및 란타넘(La) 중 하나 또는 복수를 가리킴)을 포함하는 합금 등을 들 수 있고, 예를 들어 Al과 Ti, 또는 Al과 Ni와 La를 포함하는 합금 등이다. 알루미늄은 저항 값이 낮고 광의 반사율이 높다. 또한 알루미늄은 지각(地殼)에서의 존재량이 많고 저렴하므로, 알루미늄을 사용함으로써 발광 디바이스의 제작 비용을 저감할 수 있다. 또한 은(Ag) 또는 Ag와 N(N은 이트륨(Y), Nd, 마그네슘(Mg), 이터븀(Yb), Al, Ti, 갈륨(Ga), 아연(Zn), 인듐(In), 텅스텐(W), 망가니즈(Mn), 주석(Sn), 철(Fe), Ni, 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 이리듐(Ir), 또는 금(Au) 중 하나 또는 복수를 가리킴)을 포함하는 합금 등을 사용하여도 좋다. 은을 포함하는 합금으로서, 은과 팔라듐과 구리를 포함하는 합금, 은과 구리를 포함하는 합금, 은과 마그네슘을 포함하는 합금, 은과 니켈을 포함하는 합금, 은과 금을 포함하는 합금, 은과 이터븀을 포함하는 합금 등을 예로 들 수 있다. 그 외에, 텅스텐, 크로뮴(Cr), 몰리브덴(Mo), 구리, 타이타늄 등의 전이 금속을 사용할 수 있다.
- [0161] 또한 반사 전극과 EL층(103) 사이에, 광 투과성을 가지는 도전성 재료를 사용하여 광로 길이 조정층으로서 투명 전극층을 형성하고, 반사 전극과 투명 전극의 2개의 층으로 제 1 전극(101)을 구성할 수도 있다. 투명 전극층을 사용함으로써, 미소 공진 구조의 광로 길이(캐비티 길이)를 조정할 수도 있다. 광 투과성을 가지는 도전성 재료로서, 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide, 이하 ITO), 실리콘 또는 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(약칭: ITSO), 산화 인듐-산화 아연(Indium Zinc Oxide), 타이타늄을 함유한 산화 인듐-주석 산화물, 인듐-타이타늄 산화물, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐 등의 금속 산화물을 예로 들 수 있다.
- [0162] 반투과·반반사 전극은 가시광의 반사율이 20% 내지 80%, 바람직하게는 40% 내지 70%고, 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 것으로 한다. 반투과·반반사 전극으로서는 도전성을 가지는 금속, 합금, 도전성 화합물 등을 1종류 또는 복수 종류 사용하여 형성할 수 있다. 구체적으로는 예를 들어 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide, 이하 ITO), 실리콘 또는 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(약칭: ITSO), 산화 인듐-산화 아연(Indium Zinc Oxide), 타이타늄을 함유한 산화 인듐-주석 산화물, 인듐-타이타늄 산화물, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐 등의 금속 산화물을 사용할 수 있다. 또한 광을 투과할 정도(바람직하게는 1nm 이상 30nm 이하의 두께)의 금속 박막을 사용할 수 있다. 금속으로서의 예를 들어 Ag, 또는 Ag와 Al, Ag와 Mg, Ag와 Au, Ag와 Yb 등의 합금 등을 사용할 수 있다.
- [0163] 반사 전극과 반투과·반반사 전극은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 어느 쪽이어도 좋다. 또한 양극 및 음극 중 어느 쪽이어도 좋다.
- [0164] 또한 톱 이미션 구조를 가지는 발광 디바이스인 경우, 제 2 전극(102)의 EL층(103)에 접하는 면과 반대쪽의 면에 유기 캡층을 제공함으로써 광 추출 효율을 향상시킬 수 있다. 유기 캡층을 제공함으로써, 전극과 공기의 계면에서의 굴절률의 차이를 저감할 수 있기 때문에, 광 추출 효율을 향상시킬 수 있다. 막 두께는 5nm 이상 120nm 이하인 것이 바람직하다. 더 바람직하게는 30nm 이상 90nm 이하이다. 또한 유기 캡층에는, 분자량이 300 이상 1200 이하의 유기 화합물층을 사용하면 좋다. 또한 도전성을 가지는 유기 재료인 것이 바람직하다. 반투과·반반사 전극은 어느 정도의 투광성을 유지하기 위하여 막 두께를 얇게 할 필요가 있고, 이에 의하여 도전성이 악화되는 경우가 있다. 여기서 유기 캡층에 도전성을 가지는 재료를 사용함으로써, 광 추출 효율을 향

상시키면서 도전성을 확보하고 발광 디바이스 제작의 수율을 향상시킬 수 있다. 또한 가시광 영역의 광의 흡수가 적은 유기 화합물을 적합하게 사용할 수 있다. 유기 캡층에는 EL층(103)에 사용한 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 이 경우, EL층(103)을 성막한 성막 장치 또는 성막실에서 유기 캡층을 성막할 수 있기 때문에, 유기 캡층을 쉽게 성막할 수 있다.

[0165] 상기 발광 디바이스는, 상술한 반사 전극에 접하여 제공된 투명 전극이나, 정공 주입층, 정공 수송층 등의 캐리어 수송층의 두께를 변경함으로써, 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이의 광학 거리(캐비티 길이)를 변경할 수 있다. 이에 의하여, 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강하게 하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있다.

[0166] 또한 미소 공진 구조(마이크로캐비티 구조)에서, 반사 전극의 EL층 측의 계면과, 반투과·반반사 전극의 EL층 측의 계면 사이의 광학 거리(광로 길이)는 증폭시키고자 하는 파장을 λ_{nm} 로 하였을 때, $\lambda/2$ 의 정수배인 것이 바람직하다.

[0167] 또한 방출된 광 중, 반사 전극에 의하여 반사되어 되돌아온 광(제 1 반사광)은 발광층으로부터 반투과·반반사 전극에 직접 입사하는 광(제 1 입사광)과의 큰 간섭을 일으키기 때문에, 반사 전극과 발광층의 광학 거리를 $(2n-1)\lambda/4$ (다만 n은 1 이상의 자연수이고, λ 는 증폭하고자 하는 발광의 파장임)로 조절하는 것이 바람직하다. 상기 광학 거리를 조절함으로써, 제 1 반사광과 제 1 입사광의 위상을 맞추어 발광층으로부터의 발광을 더 증폭시킬 수 있다.

[0168] 마이크로캐비티 구조를 가짐으로써 정면 방향에서의 특정 파장의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에, 저소비전력화를 도모할 수 있다. 또한 색 변환층에 광이 들어가는 확률도 높일 수 있다.

[0169] 마이크로캐비티 구조에 의하여 협선화된 광은 화면에 대하여 수직 방향으로 강한 지향성을 가지는 광이 되는 것이 알려져 있다. 한편, 상기 QD를 사용한 색 변환층을 통하여 방출된 광은, QD나 발광성 유기 화합물로부터의 광이 모든 방향으로 방출되기 때문에, 지향성을 거의 가지지 않는다. 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 색 변환층을 통과하면 약간 손실되므로, 색 변환층을 사용한 디스플레이에서는, 가장 단파장의 광인 청색의 광은 발광 디바이스로부터 직접 얻고, 녹색과 적색의 광은 색 변환층을 통하여 얻는다. 그러므로, 녹색의 화소 및 적색의 화소와, 청색의 화소 사이에서 배광 특성에 차이가 생긴다. 이와 같이 배광 특성에 큰 차이가 생기면, 시야각 의존성의 원인이 되어 표시 품질의 악화에 직결된다. 특히, 텔레비전 장치 등과 같이, 대화면으로 많은 사람들이 시청하는 경우에 그 영향이 커진다.

[0170] 그러므로 본 발명의 일 형태의 발광 장치에서는, 광을 확산시키는 기능을 가진 구조가 색 변환층을 가지지 않는 화소에 제공되어도 좋고, 지향성을 부여하는 구조가 색 변환층을 가지는 화소에 제공되어도 좋다.

[0171] 광을 확산시키는 기능을 가진 구조는, 발광 디바이스로부터 발광 장치의 외부로 방출되는 광의 광로상에 제공되면 좋다. 미소 공진 구조를 가지는 발광 디바이스로부터 방출되는 광은 지향성이 강하지만, 상기 광을 확산시키는 기능을 가진 구조에 의하여 확산됨으로써, 그 지향성을 약하게 할 수 있거나, 또는 확산된 광을 지향성을 가지는 광으로 할 수 있어, 색 변환층을 통과한 광과 통과하지 않은 광을 배향 특성이 같은 광으로 할 수 있다. 이에 의하여, 상기 시야각 의존성을 저감시킬 수 있다.

[0172] 도 4의 (A) 내지 (C)에는, 제 1 발광 디바이스(207B)로부터 방출되는 광을 산란시키는 기능을 가진 구조(205B)를 제 1 화소(208B)에 제공한 구성을 나타내었다. 제 1 발광 디바이스(207B)로부터 방출되는 광을 산란시키는 기능을 가진 구조(205B)는, 도 4의 (A) 및 (B)와 같이 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광을 산란시키는 제 1 물질을 포함한 층이어도 좋고, 도 4의 (C)와 같이 제 1 발광 디바이스로부터 방출되는 광을 산란시키는 구조체를 가진 구성이어도 좋다.

[0173] 도 5의 (A) 내지 (C)에는 변형예를 나타내었다. 도 5의 (A)에는, 도 4의 (A)에 나타난 광을 산란시키는 기능을 가진 구조(205B) 대신에, 청색의 컬러 필터의 기능도 겸한 층(컬러 필터(215B))을 가진 형태를 나타내었다. 또한 도 5의 (B), (C)에는, 광을 산란시키는 기능을 가진 구조(205B)와 청색의 컬러 필터(215B)를 둘 다 가진 형태를 나타내었다. 또한 청색의 컬러 필터(215B)는 도 5의 (B), (C)와 같이, 광을 산란시키는 기능을 가진 구조(205B)와 접하여 형성하여도 좋지만, 밀봉 기관 등의 다른 구조체에 형성하여도 좋다. 이에 의하여, 상기 발광 장치는 지향성을 가지는 광을 산란시키면서 색 순도가 더 향상된다. 또한 외광의 반사도 억제될 수 있기 때문에, 더 양호한 표시를 얻을 수 있다.

[0174] 제 1 화소(208B)로부터 방출되는 광은, 제 1 발광 디바이스(207B)로부터 방출된 광을 구조(205B)를 통하여 사출시킨 것에 의하여, 지향성이 작은 광이 될 수 있다. 이에 의하여, 색에 따른 배광 특성의 차이가 완화되어 표

시 품질이 높은 발광 장치로 할 수 있다.

- [0175] 또한 도 6의 (A) 및 (B)에 나타난 본 발명의 일 형태의 발광 장치에는, 제 1 색 변환층으로부터 방출되는 광에 지향성을 부여하는 수단(210G 및 210R)이 제공된다. 제 1 색 변환층으로부터 방출되는 광에 지향성을 부여하는 수단으로서의 어떤 수단을 제공하여도 좋지만, 예를 들어 색 변환층을 끼우도록 반투과·반반사층을 형성하여 미소 공진 구조를 형성하면 좋다. 또한 도 6의 (A)는 색 변환층의 위아래에 반투과·반반사층을 형성한 형태를 나타낸 것이고, 도 6의 (B)는 색 변환층에서 발광 디바이스 측의 반투과·반반사층을 발광 디바이스의 제 2 전극(반투과·반반사 전극)으로 겸용한 형태를 나타낸 것이다.
- [0176] 제 2 화소(208G) 및 제 3 화소(208R)로부터 방출된 광은, 색 변환층으로부터 방출되는 광에 지향성을 부여하는 수단(210G 및 210R)을 제공함으로써 지향성이 큰 광이 될 수 있다. 이에 의하여, 색에 따른 배광 특성의 차이가 완화되어 표시 품질이 높은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0177] (실시형태 2)
- [0178] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에서의 발광 디바이스(207)의 정공 주입층(111) 및 정공 수송층(112)에 사용할 수 있는 정공 수송성을 가지는 유기 화합물에 대하여 설명한다.
- [0179] 유기 EL 디바이스에 사용할 수 있는 캐리어 수송성을 가지는 유기 화합물 중에서도, 굴절률이 낮은 재료 중 하나로서 1,1-비스-(4-비스(4-메틸-페닐)-아미노-페닐)-사이클로헥세인(약칭: TAPC)이 알려져 있다. 굴절률이 낮은 재료를 EL층에 사용함으로써 외부 양자 효율이 높은 발광 디바이스를 얻을 수 있기 때문에, TAPC를 사용함으로써 외부 양자 효율이 양호한 발광 디바이스가 얻어지는 것으로 기대된다.
- [0180] 일반적으로, 높은 캐리어 수송성과 낮은 굴절률은 트레이드오프의 관계에 있다. 이것은, 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 물질이지만, TAPC와 같이 사이클로헥세인의 1,1-다이치환 구조를 가지는 화합물에서는 사이클로헥세인의 하나의 탄소에 부피가 큰 치환기가 2개 삽입되기 때문에, 입체 반발이 커지고 분자 자체의 불안정성을 유발하므로 신뢰성의 면에서 불리하다는 문제가 있었다. 또한 TAPC는 그 골격의 구성이 사이클로헥세인과 단순한 벤젠 고리로 이루어지기 때문에, 유리 전이점(Tg)이 낮고, 내열성에도 문제가 있었다.
- [0181] 내열성이 높고 신뢰성이 양호한 정공 수송 재료를 얻기 위한 방법 중 하나로서, 불포화 탄화수소기, 특히 환식 불포화 탄화수소기를 분자 내에 도입하는 방법을 들 수 있다. 한편, 굴절률이 낮은 재료를 얻기 위해서는, 분자굴절이 낮은 치환기를 분자 내에 도입하는 것이 바람직하다. 상기 치환기로서는 포화 탄화수소기나 환식 포화 탄화수소기 등을 들 수 있다.
- [0182] 또한 유기 EL 디바이스의 캐리어 수송 재료로서 사용하는 재료는 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 배치된 치환기의 환경에 따라서는, 다이아민 구조는 신뢰성에 대하여 불리하게 작용하는 경우도 있다.
- [0183] 트레이드오프를 극복하고 캐리어 수송성과 낮은 굴절률, 그리고 높은 신뢰성을 모두 갖춘 화합물로서, 본 발명자들은 포화 탄화수소기를 구성하는 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소의 비율이 일정한 범위 내에 있는 모노아민 화합물을 발견하였다. 특히, 상기 모노아민 화합물은 일반적인 굴절률을 가지는 종래의 정공 주입층용 재료와 동등하게 신뢰성이 높은 재료이다. 또한 상기 모노아민 화합물의 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소를 가지는 치환기의 개수나 위치를 조정함으로써, 특성이 더 양호한 재료로 할 수 있다.
- [0184] 즉, 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은, 제 1 방향족 고리, 제 2 방향족 고리, 및 제 3 방향족 고리가 아민의 질소 원자와 직접 결합된 모노아민 화합물이고, 상기 모노아민 화합물로 이루어지는 층의 굴절률이 1.5 이상 1.75 이하인 유기 EL 디바이스의 정공 수송층용 재료 및 정공 주입층용 재료이다. 상기 모노아민 화합물은, 분자 내의 총탄소수에 대한 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소의 비율이 23% 이상 55% 이하인 것이 바람직하다.
- [0185] sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소로 구성되는 치환기는, 소위 포화 탄화수소기나 환식 포화 탄화수소기이기 때문에 분자굴절이 낮다. 그러므로 sp³ 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소가 분자 내의 총탄소수에 대하여 23% 이상 55% 이하인 상기 모노아민 화합물은, 굴절률이 낮은 정공 수송층용 재료 및 정공 주입층용 재료로서 이용할 수 있다.

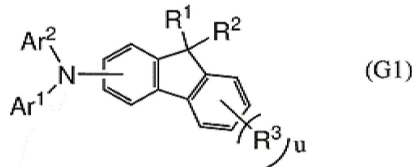
- [0186] 또한 상기 모노아민 화합물은, ¹H-NMR로 측정을 수행한 결과에서의 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값을 웃도는 것이 바람직하다. 4ppm 미만의 시그널은 쇠식 또는 환식 포화 탄화수소기를 나타내고, 이 적분 값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값을 웃돈다는 것은 포화 탄화수소기를 구성하는 수소 원자의 개수가 불포화 탄화수소를 구성하는 수소 원자의 개수보다 많다는 것을 의미한다. 이로부터, 분자에서의 sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소의 비율을 추정할 수 있다. 여기서, 불포화 탄화수소기의 탄소는 수소와 결합될 수 있는 결합손이 더 적고, 예를 들어 벤젠과 사이클로헥세인을 비교하면, C₆H₆과 C₆H₁₂로 차이가 있다. 이 차이를 고려하면, ¹H-NMR로 측정을 수행한 결과에서의 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값을 웃돈다는 것은 즉, 분자를 구성하는 탄소 중 포화 탄화수소기에 포함되는 탄소 원자가 전체의 약 3분의 1 존재하는 것을 나타낸다. 결과적으로, 상기 모노아민 화합물은 굴절률이 낮은 유기 화합물이 되어, 정공 수송층용 재료 및 정공 주입층용 재료로서 적합하게 이용할 수 있다.
- [0187] 또한 상기 모노아민 화합물은 적어도 하나의 플루오렌 골격을 가지는 것이 바람직하다. 플루오렌 골격을 가지는 모노아민 화합물은 정공 수송성이 양호해지므로, 상기 모노아민 화합물을 정공 수송층용 재료 및 정공 주입층용 재료 중 어느 한쪽 또는 양쪽으로서 사용한 발광 디바이스는, 구동 전압이 양호한 발광 디바이스로 할 수 있다. 또한 상기 플루오렌 골격은, 상기 제 1 방향족 고리, 제 2 방향족 고리, 및 제 3 방향족 고리 중 어느 것에 상당하고, 아민의 질소 원자와 직접 결합되면 분자의 HOMO 준위를 알게 하는 데 기여하고, 이에 의하여 정공의 수송이 용이해지므로 바람직하다.
- [0188] 또한 상기 모노아민 화합물은, 증착에 의하여 성막되는 경우, 그 분자량이 400 이상 1000 이하인 것이 바람직하다.
- [0189] 상술한 모노아민 화합물에 대하여 더 자세히 설명한다.
- [0190] 상기 모노아민 화합물은, 아민의 질소 원자에 제 1 방향족 고리, 제 2 방향족 고리, 및 제 3 방향족 고리가 결합된 트리아미노아민 유도체이다. 이들 제 1 방향족 고리 내지 제 3 방향족 고리는 아민의 질소 원자에 결합된다.
- [0191] 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리는 각각 독립적으로 1개 내지 3개의 벤젠 고리를 가진다. 또한 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리는 모두 탄화수소 고리인 것이 바람직하다.
- [0192] 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리가 2개 또는 3개의 벤젠 고리를 가지는 경우, 2개 또는 3개의 벤젠 고리는 서로 결합된 치환기인 것이 바람직하다. 즉, 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리는 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기, 나프틸페닐기인 것이 바람직하다.
- [0193] 또한 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리 중 어느 한쪽 또는 양쪽은, sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기를 하나 또는 복수로 가진다.
- [0194] 또한 상기 모노아민 화합물은, 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리 중 어느 한쪽 또는 양쪽에, 상기 sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기가 결합되지만, 하나의 방향족 고리에 결합되는 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 6 이상이며, 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리에 결합되는 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 8 이상, 바람직하게는 12 이상인 것으로 한다. 분자굴절이 작은 상기 탄화수소기가 이와 같이 결합됨으로써, 상기 모노아민 화합물을 굴절률이 낮은 유기 화합물로 할 수 있다.
- [0195] 또한 제 1 방향족 고리 및 제 2 방향족 고리에 결합된 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는, 캐리어의 수송성을 양호하게 유지하기 위하여 36 이하인 것이 바람직하고, 30 이하인 것이 더 바람직하다. 상술한 바와 같이, 탄소 원자의 불포화 결합에서 유래하는 π 전자가 많을수록 캐리어를 수송하는 데 유리하다.
- [0196] sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기로서는, 탄소수 3 내지 8의 알킬기 및 탄소수 6 내지 12의 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 사용할 수 있고, 특히 t-뷰틸기, 사이클로헥실기, 및 사이클로도데실기가 바람직하다.
- [0197] 또한 제 3 방향족 고리는 치환 또는 비치환된 단환식 축합 고리, 혹은 치환 또는 비치환된 3환식 이하의 축합

고리인 것으로 한다. 축합 고리의 개수가 증가하면, 굴절률은 증가하는 경향이 있기 때문에, 축합 고리가 적은 방향족기를 사용함으로써 굴절률을 낮게 유지할 수 있다. 또한 마찬가지로 축합 고리의 개수가 증가하면, 가시 영역에서의 광의 흡수나 발광이 관측되기 때문에, 흡수나 발광의 영향이 작은 재료로 할 수 있다. 또한 상기 제 3 방향족 고리는 굴절률을 낮게 유지하기 위하여, 그 탄소수가 6 내지 13인 것이 바람직하다. 제 3 방향족 고리로서 사용할 수 있는 방향족 고리로서는, 구체적으로 벤젠 고리, 나프탈렌 고리, 플루오렌 고리, 아세나프탈렌 고리 등을 들 수 있다. 특히 정공 수송성을 양호하게 할 수 있기 때문에, 제 3 방향족 고리는 플루오렌 고리를 포함하는 것이 바람직하고, 플루오렌 고리인 것이 더 바람직하다.

[0198] 상술한 구성을 가지는 모노아민 화합물은, 정공 수송성을 가지고 굴절률이 낮은 유기 화합물이기 때문에, 유기 EL 디바이스의 정공 수송층용 재료 또는 정공 주입층용 재료로서 적합하게 사용할 수 있다. 또한 상기 정공 수송층용 재료 또는 정공 주입층용 재료를 사용한 유기 EL 디바이스는, 굴절률이 낮은 정공 수송층이나 정공 주입층을 가지기 때문에, 발광 효율, 즉 외부 양자 효율, 전류 효율, 및 블루 인덱스(blue index)가 높은 발광 디바이스로 할 수 있다. 또한 상기 정공 수송층용 재료 또는 정공 주입층용 재료를 사용한 유기 EL 디바이스는, 상기 정공 수송층용 재료 또는 정공 주입층용 재료가 모노아민 화합물이고, 포화 탄화수소기와 결합되는 방향족 고리의 개수가 제한되기 때문에, 입체적인 반발이 작아져 분자의 안정성이 향상되므로, 수명이 긴 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0199] 또한 상기 모노아민 화합물 중에서도, 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물이 특히 바람직하다.

[0200] [화학식 4]



[0201]

[0202] 다만 상기 일반식(G1)에서, Ar¹, Ar²는 각각 독립적으로 벤젠 고리 혹은 2개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기를 나타낸다. Ar¹, Ar²로서는 구체적으로는 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기, 나프틸페닐기 등을 들 수 있고, 굴절률을 낮게 하고 질소 원자의 캐리어 수송성을 유지하기 위하여 페닐기인 것이 특히 바람직하다.

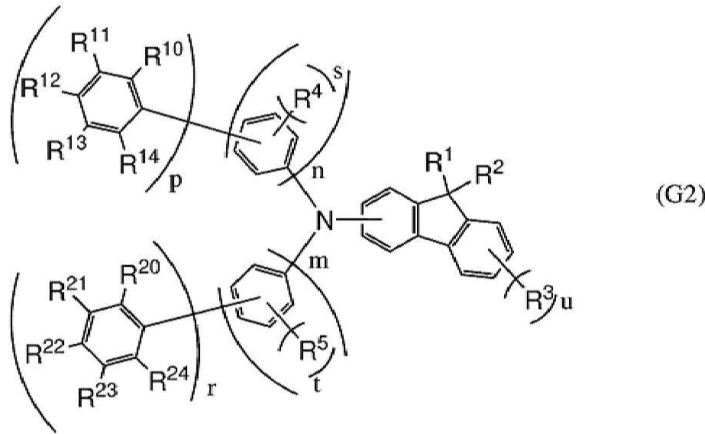
[0203] 또한 Ar¹ 및 Ar² 중 한쪽 또는 양쪽은, sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기를 하나 또는 복수로 가진다. 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 8 이상이고, 또한 Ar¹ 및 Ar² 중 적어도 한쪽에 결합된 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 6 이상이다. sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기로서는, 탄소수 3 내지 8의 알킬기 및 탄소수 6 내지 12의 사이클로알킬기가 바람직하다. 구체적으로는 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 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 사용할 수 있고, 특히 t-뷰틸기, 사이클로헥실기, 및 사이클로도데실기가 바람직하다.

[0204] 또한 상기 탄화수소기로서 Ar¹ 또는 Ar²에 탄소수 1 또는 2의 직쇄 알킬기가 복수로 결합되는 경우, 상기 직쇄 알킬기들이 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0205] 또한 상기 일반식(G1)에서, R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다. 또한 R³은 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고, u는 0 내지 4의 정수이다.

[0206] 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 하기 일반식(G2) 내지 일반식(G4)으로 나타내어질 수도 있다.

[0207] [화학식 5]



[0208]

[0209] 다만 상기 일반식(G2)에서, n, m, p, 및 r는 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고, s, t, 및 u는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수를 나타낸다. 또한 n+p 및 m+r는 각각 독립적으로 2 또는 3인 것으로 한다. 또한 s, t, 및 u는 각각 독립적으로 0인 것이 바람직하다.

[0210] 상기 일반식(G2)에서, R¹, R², 및 R³은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고, R⁴ 및 R⁵는 각각 독립적으로 수소 또는 탄소수 1 내지 3의 탄화수소기를 나타낸다. 탄소수 1 내지 3의 탄화수소기로서는 메틸기, 에틸기, 프로필기 등을 들 수 있다. 탄소수 1 내지 4의 탄화수소기로서는 상술한 것에 더하여 뷰틸기를 들 수 있다.

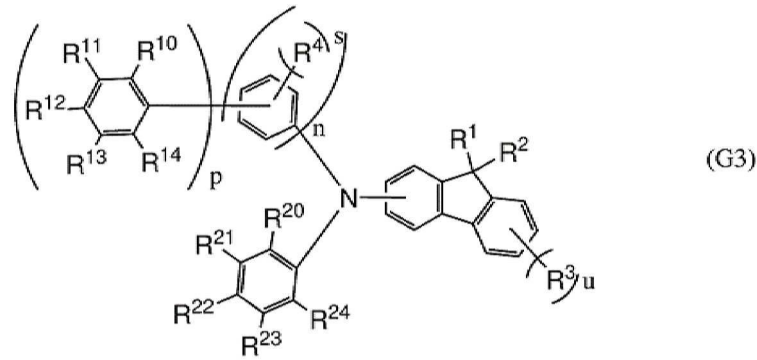
[0211] 또한 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴는 각각 독립적으로 수소, 또는 sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기를 나타낸다. sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기로서는, 탄소수 3 내지 8의 알킬기 및 탄소수 6 내지 12의 사이클로알킬기가 바람직하다. 구체적으로는 프로필기, 아이소프로필기, 뷰틸기, sec-뷰틸기, 아이소뷰틸기, tert-뷰틸기, 펜틸기, 아이소펜틸기, sec-펜틸기, tert-펜틸기, 네오펜틸기, 헥실기, 아이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, 네오헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 사이클로헥실기, 4-메틸사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 사이클로데실기, 데카하이드로나프틸기, 사이클로운데실기, 및 사이클로도데실기 등을 사용할 수 있고, 특히 t-뷰틸기, 사이클로헥실기, 및 사이클로도데실기가 바람직하다.

[0212] 또한 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴에 포함되는 탄소의 총수는 8 이상이고, R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴ 중 적어도 한쪽에 포함되는 탄소의 총수는 6 이상인 것으로 한다.

[0213] 상기 일반식(G2)에서 n이 2인 경우, 2개의 페닐렌기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋고, m이 2인 경우, 2개의 페닐렌기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋고, p가 2인 경우, 2개의 페닐기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋고, r가 2인 경우, 2개의 페닐기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋다.

[0214] 또한 s가 2 내지 4의 정수인 경우, 복수의 R⁴는 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋고, t가 2 내지 4의 정수인 경우, 복수의 R⁵는 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋고, u가 2 내지 4의 정수인 경우, 복수의 R³은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋고, R⁴, R⁵, R¹⁰ 내지 R¹⁴, 및 R²⁰ 내지 R²⁴는 인접한 기가 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0215] [화학식 6]



[0216]

[0217] 다만 상기 일반식(G3)에서, R^1 , R^2 , 및 R^3 은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고, R^4 는 수소 또는 탄소수 1 내지 3의 탄화수소기를 나타낸다. 탄소수 1 내지 3의 탄화수소기로서는 메틸기, 에틸기, 프로필기 등을 들 수 있다. 탄소수 1 내지 4의 탄화수소기로서는 상술한 것에 더하여 뷰틸기를 들 수 있다.

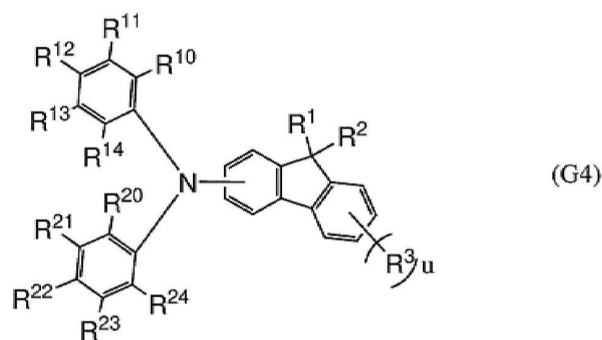
[0218] n 및 p 는 각각 독립적으로 1 또는 2를 나타내고, s 및 u 는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수를 나타낸다. 다만 $n+p$ 는 2 또는 3이다. 또한 s 및 u 는 각각 독립적으로 0인 것이 바람직하다.

[0219] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소, 또는 sp^3 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기를 나타낸다. sp^3 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기로서는, 탄소수 3 내지 8의 알킬기 및 탄소수 6 내지 12의 사이클로알킬기가 바람직하다. 구체적으로는, 프로필기, 뷰틸기, 펜틸기, 헥실기, 헵틸기, 옥틸기, 사이클로헥실기, 사이클로헵틸기, 사이클로옥틸기, 사이클로노닐기, 사이클로데실기, 사이클로운데실기, 및 사이클로도데실기 등을 사용할 수 있고, 특히 t-뷰틸기, 사이클로헥실기, 및 사이클로도데실기가 바람직하다.

[0220] 다만 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 에 포함되는 탄소의 총수는 8 이상이고, R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 중 적어도 한쪽에 포함되는 탄소의 총수는 6 이상인 것으로 한다.

[0221] 또한 n 이 2인 경우, 2개의 페닐렌기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋고, p 가 2인 경우, 2개의 페닐렌기가 가지는 치환기의 종류, 치환기의 개수, 및 결합손의 위치는 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 s 가 2 내지 4의 정수인 경우, 복수의 R^4 는 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋고, u 가 2 내지 4의 정수인 경우, 복수의 R^3 은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 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.

[0222] [화학식 7]



[0223]

[0224] 상기 일반식(G4)에서, u 는 0 내지 4의 정수를 나타낸다. 또한 u 는 0인 것이 바람직하다.

[0225] 또한 R^{10} 내지 R^{14} 및 R^{20} 내지 R^{24} 는 각각 독립적으로 수소, 또는 sp^3 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1

내지 12의 탄화수소기를 나타낸다. sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기로서는, 탄소수 3 내지 8의 알킬기 및 탄소수 6 내지 12의 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 사용할 수 있고, 특히 t-뷰틸기, 사이클로헥실기, 및 사이클로도데실기가 바람직하다.

[0226] 다만 R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴에 포함되는 탄소의 총수는 8 이상이고, R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴ 중 적어도 한쪽에 포함되는 탄소의 총수는 6 이상인 것으로 한다.

[0227] 또한 R¹, R², 및 R³은 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 u가 2 내지 4의 정수인 경우, 복수의 R³은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋고, R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴는 인접한 기가 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다.

[0228] 상기 일반식(G2) 내지 일반식(G4)에서, R¹⁰ 내지 R¹⁴ 및 R²⁰ 내지 R²⁴가 각각 독립적으로 수소, tert-뷰틸기, 및 사이클로헥실기 중 어느 것이면 굴절률을 감소시키기 때문에 바람직하다. 또한 상기 일반식(G2) 내지 일반식(G4)에서, R¹⁰ 내지 R¹⁴ 중 적어도 3개 및 R²⁰ 내지 R²⁴ 중 적어도 3개가 수소이면 캐리어 수송성을 저해하지 않기 때문에 바람직하다.

[0229] 또한 R¹⁰, R¹¹, R¹³, R¹⁴, R²⁰, R²¹, R²³, 및 R²⁴가 수소이고, R¹² 및 R²²가 사이클로헥실기인 것이 바람직하다.

[0230] 또한 R¹⁰, R¹², R¹⁴, R²⁰, R²¹, R²³, 및 R²⁴가 수소이고, R¹¹ 및 R¹³이 tert-뷰틸기이고, R²²가 사이클로헥실기인 것이 바람직하다.

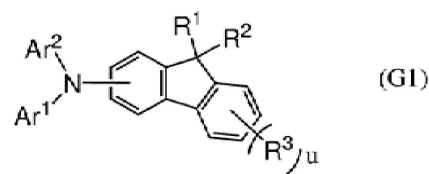
[0231] 또한 R¹⁰, R¹², R¹⁴, R²⁰, R²², 및 R²⁴가 수소이고, R¹¹, R¹³, R²¹, 및 R²³이 tert-뷰틸기인 것이 바람직하다.

[0232] 상술한 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은 정공 수송성을 가지고 굴절률이 낮은 유기 화합물이기 때문에, 정공 수송층(112)에 사용하는 것이 유효하다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물은, 상기 유기 화합물과 역셉터 물질을 혼합한 막을 사용하여 정공 주입층(111)으로서 사용할 수 있다. 또한 상기 유기 화합물을 사용한 유기 EL 디바이스는, 굴절률이 낮은 정공 수송층이나 정공 주입층을 가지기 때문에, 발광 효율, 즉 외부 양자 효율, 전류 효율, 및 블루 인덱스가 높은 발광 디바이스로 할 수 있다. 또한 상기 유기 화합물을 사용한 유기 EL 디바이스는 상기 유기 화합물이 모노아민 화합물이기 때문에, 수명이 긴 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0233] 또한 상기 유기 화합물은 호스트 재료로서 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송 재료와 공중착함으로써, 상기 전자 수송 재료와 상기 정공 수송 재료로 이루어지는 들뜬 복합체를 형성하는 구성을 가져도 좋다. 적절한 발광 파장을 가지는 들뜬 복합체를 형성함으로써, 발광 재료로의 유효한 에너지 이동을 실현하고, 효율이 높고 수명이 긴 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0234] 이어서, 상술한 모노아민 화합물의 합성 방법을 예시한다. 또한 이하에서 예시하는 것은 본 발명의 합성 방법의 일례이고, 이 합성 방법에 반드시 한정되는 것은 아니다.

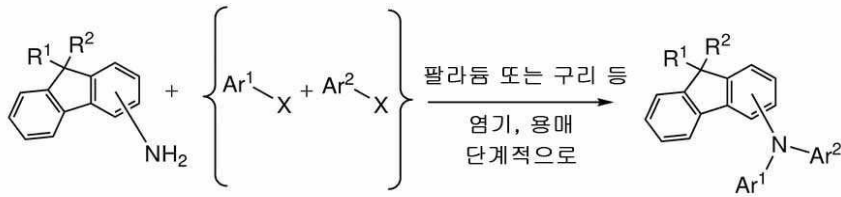
[0235] [화학식 8]



[0236]

[0237] 하기 합성 스킴에 나타난 바와 같이, 9,9-다이치환-9H-플루오렌일아민(A)과, 유기 할로젠화물(X1), 유기 할로젠 화물(X2)을 염기 존재하에서 금속 촉매, 금속, 또는 금속 화합물을 사용하여 커플링함으로써, 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 얻을 수 있다.

[0238] [화학식 9]



[0239]

[0240] 상기 합성 스킴에서, Ar¹, Ar²는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 벤젠 고리를 가지는 치환기 혹은 2개 또는 3개의 벤젠 고리가 서로 결합된 치환기를 나타낸다. 다만 Ar¹ 및 Ar² 중 한쪽 또는 양쪽은 sp³ 혼성 궤도만으로 결합을 형성하는 탄소수 1 내지 12의 탄화수소기를 하나 또는 복수로 가지고, Ar¹ 및 Ar²에 결합된 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 8 이상이고, 또한 Ar¹ 및 Ar² 중 적어도 한쪽에 결합된 상기 탄화수소기에 포함되는 탄소의 총수는 6 이상이다. 또한 상기 탄화수소기로서 Ar¹ 또는 Ar²에 탄소수 1 또는 2의 직쇄 알킬기가 복수로 결합되는 경우, 상기 직쇄 알킬기들이 결합되어 고리를 형성하여도 좋다. 또한 상기 일반식(G1)에서, R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타낸다. 또한 R¹ 및 R²는 서로 결합되어 고리를 형성하여도 좋다. 또한 R³은 탄소수 1 내지 4의 알킬기를 나타내고, u는 0 내지 4의 정수이다. 또한 X는 할로젠 원소 또는 트라이플레이트기를 나타낸다.

[0241]

상기 합성 반응을 Buchwald-Hartwig 반응을 사용하여 수행하는 경우, X는 할로젠 원소 또는 트라이플레이트기를 나타낸다. 할로젠 원소로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다. 상기 반응에서는 비스(다이벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 또는 아릴 염화 팔라듐 이량체(II) 등의 팔라듐 착체 또는 팔라듐 화합물과, 이들에 배위하는 트라이(tert-부틸)포스핀, 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로필)포스핀, 또는 트라이사이클로헥실포스핀 등의 배위자를 가지는 팔라듐 촉매를 이용한다. 염기로서는 소듐-tert-부톡사이드 등의 유기 염기나, 탄산 세슘 등의 무기 염기 등을 사용할 수 있다. 또한 용매를 사용하는 경우, 톨루엔, 자일렌, 1,3,5-트라이메틸벤젠 등을 사용할 수 있다. 또한 반응 온도를 120℃ 이상으로 함으로써, 저주기의 할로젠 원소(예를 들어 염소)를 가지는 아릴기와 아민의 반응이 짧은 시간에 높은 수율로 진행되기 때문에, 더 바람직하게는 내열성이 높은 자일렌이나 1,3,5-트라이메틸벤젠을 사용하는 것으로 한다.

[0242]

또한 상기 합성을 올만 반응을 사용하여 수행하는 경우, X는 할로젠 원소를 나타낸다. 할로젠 원소로서는 아이오딘, 브로민, 또는 염소가 바람직하다. 촉매로서는 구리 또는 구리 화합물을 사용한다. 또한 아이오딘화 구리(I) 또는 아세트산 구리(II)를 사용하는 것이 바람직하다. 염기로서는 탄산 포타슘 등의 무기 염기를 사용할 수 있다. 또한 용매로서는 1,3-다이메틸-3,4,5,6-테트라하이드로-2(1H)피리미딘(DMPU), N-메틸-2-피롤리돈(NMP), 톨루엔, 자일렌, 1,3,5-트라이메틸벤젠 등을 사용할 수 있다. 올만 반응에서는, 반응 온도가 100℃ 이상이면 더 짧은 시간에 높은 수율로 목적물을 얻을 수 있기 때문에, 비점이 높은 DMPU, NMP, 1,3,5-트라이메틸벤젠을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 반응 온도는 150℃ 이상으로 보다 높은 온도가 더 바람직하기 때문에, 더 바람직하게는 DMPU를 사용하는 것으로 한다.

[0243]

상술한 식으로 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물을 합성할 수 있다.

[0244]

(실시형태 3)

[0245]

본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 장치를 사용한 표시 장치에 대하여 설명한다.

[0246]

본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 장치를 사용하여 제작한 표시 장치에 대하여 도 7을 참조하여 설명한다. 또한 도 7의 (A)는 표시 장치의 상면도이고, 도 7의 (B)는 도 7의 (A)의 선 A-B 및 선 C-D를 따라 취한 단면도이다. 이 표시 장치는 발광 장치의 발광을 제어하는 것으로서, 점선으로 나타낸 구동 회로부(소스선 구동 회로)(601), 화소부(602), 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(603)를 포함한다. 또한 604는 밀봉 기관을, 605는 실재를 나타내고, 실재(605)로 둘러싸인 내측은 공간(607)이 되어 있다.

[0247]

또한 리드 배선(608)은 소스선 구동 회로(601) 및 게이트선 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송(傳送)하기 위한 배선이고, 외부 입력 단자가 되는 FPC(flexible printed circuit)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 받는다. 또한 여기서는 FPC만을 도시하였지만, 이 FPC에 인쇄 배선 기관(PWB)이

장착되어도 좋다. 본 명세서에서는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 이에 FPC 또는 PWB가 장착된 것도 발광 장치의 범주에 포함하는 것으로 한다.

- [0248] 다음으로, 단면 구조에 대하여 도 7의 (B)를 참조하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601)와, 화소부(602) 내의 하나의 화소를 나타내었다.
- [0249] 소자 기관(610)은 유리, 석영, 유기 수지, 금속, 합금, 반도체 등으로 이루어지는 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기판을 사용하여 제작하면 좋다.
- [0250] 화소나 구동 회로에 사용되는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 역 스택거형 트랜지스터로 하여도 좋고, 스택거형 트랜지스터로 하여도 좋다. 또한 톱 게이트형 트랜지스터로 하여도 좋고, 보텀 게이트형 트랜지스터로 하여도 좋다. 트랜지스터에 사용되는 반도체 재료는 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 실리콘, 저마늄, 탄소화 실리콘, 질화 갈륨 등을 사용할 수 있다. 또는 In-Ga-Zn계 금속 산화물 등 인듐, 갈륨, 및 아연 중 적어도 하나를 포함한 산화물 반도체를 사용하여도 좋다.
- [0251] 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체, 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 있으므로 바람직하다.
- [0252] 여기서, 상기 화소나 구동 회로에 제공되는 트랜지스터 외에, 후술하는 터치 센서 등에 사용되는 트랜지스터 등의 반도체 장치에는 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 특히 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 사용함으로써, 트랜지스터의 오프 상태에서의 전류를 저감할 수 있다.
- [0253] 상기 산화물 반도체는 적어도 인듐(In) 또는 아연(Zn)을 포함하는 것이 바람직하다. 또한 In-M-Zn계 산화물(M은 Al, Ti, Ga, Ge, Y, Zr, Sn, La, Ce, 또는 Hf 등의 금속)로 표기되는 산화물을 포함하는 산화물 반도체인 것이 더 바람직하다.
- [0254] 여기서, 본 발명의 일 형태에 사용할 수 있는 산화물 반도체에 대하여 이하에서 설명한다.
- [0255] 산화물 반도체는 단결정 산화물 반도체와 이 외의 비단결정 산화물 반도체로 나누어진다. 비단결정 산화물 반도체로서는, 예를 들어 CAAC-OS(c-axis aligned crystalline oxide semiconductor), 다결정 산화물 반도체, nc-OS(nano crystalline oxide semiconductor), a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor), 및 비정질 산화물 반도체 등이 있다.
- [0256] CAAC-OS는 c축 배향성을 가지고, a-b면 방향에서 복수의 나노 결정이 연결되고, 변형을 가지는 결정 구조를 가진다. 또한 변형이란 복수의 나노 결정이 연결되는 영역에서, 격자 배열이 정렬된 영역과 격자 배열이 정렬된 다른 영역 사이에서 격자 배열의 방향이 변화되는 부분을 가리킨다.
- [0257] 나노 결정은 육각형을 기본으로 하지만 정육각형에 한정되지 않고, 비정육각형인 경우가 있다. 또한 오각형 및 칠각형 등의 격자 배열이 변형에 포함되는 경우가 있다. 또한 CAAC-OS에서 변형 근방에서도 명확한 결정립계(그레인 바운더리라고도 함)를 확인하는 것은 어렵다. 즉, 격자 배열의 변형에 의하여 결정립계의 형성이 억제되어 있다는 것을 알 수 있다. 이는, CAAC-OS가 a-b면 방향에서 산소 원자의 배열이 조밀하지 않거나, 금속 원소가 치환됨으로써 원자 사이의 결합 거리가 변화되는 것 등에 의하여 변형을 허용할 수 있기 때문이다.
- [0258] 또한 CAAC-OS는 인듐 및 산소를 가지는 층(이하 In층이라고 함)과, 원소 M, 아연, 및 산소를 가지는 층(이하 (M, Zn)층이라고 함)이 적층된 층상의 결정 구조(층상 구조라고도 함)를 가지는 경향이 있다. 또한 인듐과 원소 M은 서로 치환할 수 있고, (M, Zn)층의 원소 M이 인듐과 치환된 경우, (In, M, Zn)층이라고 나타낼 수도 있다. 또한 In층의 인듐이 원소 M과 치환된 경우, (In, M)층이라고 나타낼 수도 있다.
- [0259] CAAC-OS는 결정성이 높은 산화물 반도체이다. 한편, CAAC-OS에서는 명확한 결정립계를 확인하기 어렵기 때문에, 결정립계에 기인하는 전자 이동도의 저하가 일어나기 어렵다고 할 수 있다. 또한 산화물 반도체의 결정성은 불순물의 혼입이나 결함의 생성 등에 의하여 저하되는 경우가 있기 때문에, CAAC-OS는 불순물이나 결함(산소 결손(V_O : oxygen vacancy라고도 함) 등)이 적은 산화물 반도체라고도 할 수 있다. 따라서 CAAC-OS를 가

지는 산화물 반도체는 물리적 성질이 안정된다. 그러므로 CAAC-OS를 가지는 산화물 반도체는 열에 강하고 신뢰성이 높다.

- [0260] nc-OS는 미소한 영역(예를 들어, 1nm 이상 10nm 이하의 영역, 특히 1nm 이상 3nm 이하의 영역)에서 원자 배열에 주기성을 가진다. 또한 nc-OS에서는 상이한 나노 결정 간에서 결정 방위에 규칙성이 보이지 않는다. 그러므로 막 전체에서 배향성이 보이지 않는다. 따라서 nc-OS는 분석 방법에 따라서는 a-like OS나 비정질 산화물 반도체와 구별할 수 없는 경우가 있다.
- [0261] 또한 인듐, 갈륨, 및 아연을 가지는 산화물 반도체의 한 종류인 인듐-갈륨-아연 산화물(이하 IGZO라고 함)은 상술한 나노 결정으로 형성됨으로써 안정적인 구조를 가지는 경우가 있다. 특히 IGZO는 대기 중에서 결정이 성장하기 어려운 경향이 있기 때문에, 큰 결정(여기서는 수mm의 결정 또는 수cm의 결정)으로 형성되는 경우보다 작은 결정(예를 들어 상술한 나노 결정)으로 형성되는 경우에 구조적으로 더 안정되는 경우가 있다.
- [0262] a-like OS는 nc-OS와 비정질 산화물 반도체의 중간의 구조를 가지는 산화물 반도체이다. a-like OS는 공동(void) 또는 저밀도 영역을 가진다. 즉, a-like OS는 nc-OS 및 CAAC-OS와 비교하여 결정성이 낮다.
- [0263] 산화물 반도체는 다양한 구조를 가지고, 각각이 상이한 특성을 가진다. 본 발명의 일 형태의 산화물 반도체는 비정질 산화물 반도체, 다결정 산화물 반도체, a-like OS, nc-OS, CAAC-OS 중 2종류 이상을 가져도 좋다.
- [0264] 또한 상술한 산화물 반도체 이외에는 CAC(Cloud-Aligned Composite)-OS를 사용하여도 좋다.
- [0265] CAC-OS는 재료의 일부에서는 도전성 기능을 가지고 재료의 다른 일부에서는 절연성 기능을 가지며, 재료 전체로서는 반도체로서의 기능을 가진다. 또한 CAC-OS를 트랜지스터의 활성층에 사용하는 경우, 도전성 기능은 캐리어가 되는 전자(또는 정공)를 흘리는 기능이고, 절연성 기능은 캐리어가 되는 전자를 흘리지 않는 기능이다. 도전성 기능과 절연성 기능의 상보적인 작용에 의하여 CAC-OS는 스위칭 기능(온/오프시키는 기능)을 가질 수 있다. CAC-OS에서 각 기능을 분리시킴으로써 양쪽의 기능을 최대한으로 높일 수 있다.
- [0266] 또한 CAC-OS는 도전성 영역 및 절연성 영역을 가진다. 도전성 영역은 상술한 도전성 기능을 가지고, 절연성 영역은 상술한 절연성 기능을 가진다. 또한 재료 내에서 도전성 영역과 절연성 영역은 나노 입자 레벨로 분리되어 있는 경우가 있다. 또한 도전성 영역과 절연성 영역은 각각 재료 내에 편재(偏在)하는 경우가 있다. 또한 도전성 영역은 경계가 흐릿해져 클라우드상(cloud-like)으로 연결되어 관찰되는 경우가 있다.
- [0267] 또한 CAC-OS에서 도전성 영역과 절연성 영역은 각각 0.5nm 이상 10nm 이하, 바람직하게는 0.5nm 이상 3nm 이하의 크기로 재료 내에 분산되어 있는 경우가 있다.
- [0268] 또한 CAC-OS는 상이한 밴드 갭을 가지는 성분으로 구성된다. 예를 들어 CAC-OS는 절연성 영역에 기인하는 넓은 갭을 가지는 성분과 도전성 영역에 기인하는 좁은 갭을 가지는 성분으로 구성된다. 이 구성의 경우, 캐리어를 흘릴 때, 좁은 갭을 가지는 성분에서 주로 캐리어가 흐른다. 또한 좁은 갭을 가지는 성분과 넓은 갭을 가지는 성분이 상보적으로 작용되고, 좁은 갭을 가지는 성분과 연동하여 넓은 갭을 가지는 성분에도 캐리어가 흐른다. 따라서 상기 CAC-OS를 트랜지스터의 채널 형성 영역에 사용하는 경우, 트랜지스터의 온 상태에서 높은 전류 구동력, 즉 큰 온 전류 및 높은 전계 효과 이동도를 얻을 수 있다.
- [0269] 즉 CAC-OS는 매트릭스 복합재(matrix composite) 또는 금속 매트릭스 복합재(metal matrix composite)라고 부를 수도 있다.
- [0270] 반도체층에 상술한 산화물 반도체 재료를 사용함으로써, 전기 특성의 변동이 억제되고 신뢰성이 높은 트랜지스터를 실현할 수 있다.
- [0271] 또한 상술한 반도체층을 가지는 트랜지스터는 오프 전류가 낮기 때문에, 트랜지스터를 통하여 용량 소자에 축적된 전하가 장기간에 걸쳐 유지될 수 있다. 이와 같은 트랜지스터를 화소에 적용함으로써, 각 표시 영역에 표시된 화상의 계조를 유지하면서 구동 회로를 정지할 수도 있다. 이 결과, 소비전력이 매우 저감된 전자 기기를 실현할 수 있다.
- [0272] 트랜지스터의 특성 안정화 등을 위하여 하지막을 제공하는 것이 바람직하다. 하지막으로서는 산화 실리콘막, 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 질화산화 실리콘막 등의 무기 절연막을 사용하고, 단층으로 또는 적층하여 제작할 수 있다. 하지막은 스퍼터링법, CVD(Chemical Vapor Deposition)법(플라스마 CVD법, 열 CVD법, MOCVD(Metal Organic CVD)법 등), ALD(Atomic Layer Deposition)법, 도포법, 인쇄법 등을 사용하여 형성할 수 있다. 또한 하지막은 필요에 따라 제공하면 된다.

- [0273] 또한 FET(623)는 구동 회로부(601)에 형성되는 트랜지스터 중 하나를 나타낸 것이다. 또한 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로, 또는 NMOS 회로로 형성되면 좋다. 또한 본 실시형태에서는, 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형에 대하여 설명하지만, 반드시 그럴 필요는 없고 구동 회로를 기관 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.
- [0274] 또한 화소부(602)는 스위칭용 FET(611), 전류 제어용 FET(612), 및 전류 제어용 FET(612)의 드레인에 전기적으로 접속된 양극(613)을 포함하는 복수의 화소로 형성되어 있지만, 이에 한정되지 않고 3개 이상의 FET와, 용량 소자를 조합한 화소부로 하여도 좋다.
- [0275] 또한 양극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴을 사용함으로써 절연물(614)을 형성할 수 있다.
- [0276] 또한 나중에 형성하는 EL층 등의 피복성을 양호하게 하기 위하여, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 가지는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴을 사용한 경우에는, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μ m 내지 3 μ m)을 가지는 곡면을 가지게 하는 것이 바람직하다. 또한 절연물(614)로서는, 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽이든 사용할 수도 있다.
- [0277] 양극(613) 위에는 EL층(616) 및 음극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기서, 양극(613)에 사용하는 재료에는 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어 ITO막, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물막, 2wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐막, 질화 타이타늄막, 크로뮴막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로서 포함하는 막의 적층, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로서 포함하는 막과 질화 타이타늄막의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮고, 양호한 옴 접촉(ohmic contact)이 얻어지며, 양극으로서 기능시킬 수 있다.
- [0278] 또한 EL층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등의 다양한 방법으로 형성된다. EL층(616)은 실시형태 1에서 설명한 바와 같은 구성을 포함한다. 또한 EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함함)을 사용하여도 좋다.
- [0279] 또한 EL층(616) 위에 형성되고 음극(617)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 또는 이들의 합금이나 화합물(MgAg, MgIn, AlLi 등) 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 EL층(616)에서 생긴 광이 음극(617)을 투과하는 경우에는, 음극(617)으로서 막 두께가 얇은 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0280] 또한 양극(613), EL층(616), 및 음극(617)으로 발광 디바이스가 형성되어 있다.
- [0281] 또한 실재(605)로 밀봉 기관(604)과 소자 기관(610)을 접합함으로써, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604), 및 실재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 디바이스(618)가 제공된 구조가 된다. 또한 공간(607)에는 충전제가 충전되어 있고, 불활성 가스(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 실제로 충전되는 경우도 있다. 밀봉 기관에 오목부를 형성하고 거기에 건조제를 제공함으로써, 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.
- [0282] 또한 실재(605)에는 에폭시계 수지나 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 이들 재료는 수분이나 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서는 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0283] 도 7에는 나타내지 않았지만, 음극 위에 보호막을 제공하여도 좋다. 보호막은 유기 수지막이나 무기 절연막으로 형성하면 좋다. 또한 실재(605)의 노출된 부분을 덮도록 보호막이 형성되어도 좋다. 또한 보호막은 한 쌍의 기관의 표면 및 측면, 밀봉층, 절연층 등의 노출된 측면을 덮어 제공할 수 있다.
- [0284] 보호막에는 물 등의 불순물을 투과시키기 어려운 재료를 사용할 수 있다. 따라서 물 등의 불순물이 외부로부터 내부로 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0285] 보호막을 구성하는 재료로서는 산화물, 질화물, 플루오린화물, 황화물, 삼원 화합물, 금속, 또는 폴리머 등을 사용할 수 있고, 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 하프늄 실리케이트, 산화 란타넘, 산화 실리콘, 타이타늄산 스트론튬, 산화 탄탈럼, 산화 타이타늄, 산화 아연, 산화 나이오븀, 산화 지르코늄, 산화 주석, 산화 이트륨, 산화 세륨, 산화 스칸듐, 산화 어븀, 산화 바나듐, 또는 산화 인듐 등을 포함하는 재료나, 질화

알루미늄, 질화 하프늄, 질화 실리콘, 질화 탄탈럼, 질화 타이타늄, 질화 나이오븀, 질화 몰리브데넘, 질화 지르코늄, 또는 질화 갈륨 등을 포함하는 재료, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 질화물, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 알루미늄 및 아연을 포함하는 산화물, 망가니즈 및 아연을 포함하는 황화물, 세륨 및 스트론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함하는 재료를 사용할 수 있다.

- [0286] 보호막은 단차 피복성(step coverage)이 양호한 성막 방법을 이용하여 형성되는 것이 바람직하다. 이러한 방법 중 하나에 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법이 있다. ALD법을 사용하여 형성할 수 있는 재료를 보호막에 사용하는 것이 바람직하다. ALD법을 사용함으로써, 크랙이나 핀홀 등의 결함이 저감되거나 두께가 균일한, 치밀한 보호막을 형성할 수 있다. 또한 보호막의 형성 시에 가공 부재에 가해지는 손상을 저감할 수 있다.
- [0287] 예를 들어 ALD법을 사용함으로써, 복잡한 요철 형상을 가지는 표면이나, 터치 패널의 상면, 측면, 및 뒷면에도 균일하고 결함이 적은 보호막을 형성할 수 있다.
- [0288] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1에 기재된 발광 장치가 사용되기 때문에, 특성이 양호한 표시 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1에 기재된 발광 장치는 수명이 긴 발광 장치이기 때문에, 신뢰성이 양호한 표시 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 1에 기재된 발광 장치를 사용한 표시 장치는 발광 효율이 높기 때문에, 소비전력이 낮은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0289] 도 8에는, 청색 발광을 나타내는 발광 디바이스를 형성하고 색 변환층을 제공함으로써 풀 컬러 표시를 실현한 발광 장치의 예를 나타내었다. 도 8의 (A)에는 기관(1001), 하지 절연막(1002), 게이트 절연막(1003), 게이트 전극(1006, 1007, 1008), 제 1 층간 절연막(1020), 제 2 층간 절연막(1021), 주변부(1042), 화소부(1040), 구동 회로부(1041), 발광 디바이스의 제 1 전극(1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 디바이스의 음극(1029), 밀봉 기관(1031), 실재(1032) 등을 도시하였다.
- [0290] 또한 도 8의 (A)에서는 색 변환층(적색의 색 변환층(1034R), 녹색의 색 변환층(1034G))이 투명한 기재(1033)에 제공되어 있다. 또한 블랙 매트릭스(1035)를 더 제공하여도 좋다. 색 변환층 및 블랙 매트릭스가 제공된 투명한 기재(1033)는, 위치를 맞추어 기관(1001)에 고정한다. 또한 색 변환층 및 블랙 매트릭스(1035)는 오버 코트층(1036)으로 덮여 있어도 좋다.
- [0291] 도 8의 (B)에는 색 변환층(적색의 색 변환층(1034R), 녹색의 색 변환층(1034G))을 게이트 절연막(1003)과 제 1 층간 절연막(1020) 사이에 형성하는 예를 나타내었다. 이와 같이, 착색층은 기관(1001)과 밀봉 기관(1031) 사이에 제공되어도 좋다.
- [0292] 또한 상술한 발광 장치는, FET가 형성된 기관(1001) 측으로 광이 추출되는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치이지만, 밀봉 기관(1031) 측으로 광이 추출되는 구조(탑 이미션형)의 발광 장치이어도 좋다. 탑 이미션형 발광 장치의 단면도를 도 9에 나타내었다. 이 경우, 기관(1001)으로서는 광을 투과시키지 않는 기관을 사용할 수 있다. FET와 발광 디바이스의 양극을 접속하는 접속 전극을 제작하는 단계까지는 보텀 이미션형 발광 장치와 같은 식으로 형성한다. 그 후, 전극(1022)을 덮어 제 3 층간 절연막(1037)을 형성한다. 이 절연막은 평탄화의 역할을 가져도 좋다. 제 3 층간 절연막(1037)은 제 2 층간 절연막과 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있고, 다른 공지의 재료를 사용하여 형성할 수도 있다.
- [0293] 여기서 발광 디바이스의 제 1 전극(1024R, 1024G, 1024B)은 양극이지만, 음극이어도 좋다. 또한 도 9와 같은 탑 이미션형 발광 장치의 경우, 제 1 전극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 청색 발광이 얻어지는 디바이스 구조로 한다.
- [0294] 도 9와 같은 탑 이미션 구조의 경우, 색 변환층(적색의 색 변환층(1034R), 녹색의 색 변환층(1034G))을 제공한 밀봉 기관(1031)으로 밀봉할 수 있다. 밀봉 기관(1031)에는 화소들 사이에 위치하도록 블랙 매트릭스(1035)를 제공하여도 좋다. 색 변환층(적색의 색 변환층(1034R), 녹색의 색 변환층(1034G))이나 블랙 매트릭스는 오버 코트층으로 덮여 있어도 좋다. 또한 밀봉 기관(1031)에는 투광성을 가지는 기관을 사용한다. 또한 색 변환층(적색의 색 변환층(1034R), 녹색의 색 변환층(1034G))은 음극(1029) 위(또는 음극(1029) 위에 제공된 보호막 위)에 직접 제공되어도 좋다.
- [0295] 절연층(1038)은 발광 디바이스로 불순물이 확산되는 것을 방지하는 보호막의 역할을 하는 층이다. 절연층(1038)으로서는, 산화물, 질화물, 플루오린화물, 황화물, 삼원 화합물, 금속, 또는 폴리머 등을 사용할 수 있고, 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 하프늄 실리케이트, 산화 란타넘, 산화 실리콘, 타이타늄산 스트

론튬, 산화 탄탈륨, 산화 타이타늄, 산화 아연, 산화 나이오븀, 산화 지르코늄, 산화 주석, 산화 이트륨, 산화 세륨, 산화 스칸듐, 산화 어븀, 산화 바니듐, 또는 산화 인듐 등을 포함하는 재료나, 질화 알루미늄, 질화 haf늄, 질화 실리콘, 질화 탄탈륨, 질화 타이타늄, 질화 나이오븀, 질화 몰리브데넘, 질화 지르코늄, 또는 질화 갈륨 등을 포함하는 재료, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 질화물, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 알루미늄 및 아연을 포함하는 산화물, 망가니즈 및 아연을 포함하는 황화물, 세륨 및 스트론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함하는 재료를 사용할 수 있고, 질화 실리콘, 산화 실리콘, 질화산화 실리콘 등이 바람직하다. 또한 절연층(1038)은 형성하지 않아도 된다.

- [0296] 공간(1030)에는 수지가 충전되어 있어도 좋다. 상기 수지는 굴절률이 1.4 내지 2.0인 것이 바람직하고, 굴절률이 1.7 내지 1.9인 것이 더 바람직하다. 굴절률이 비교적 높은 층이 투명 전극과 색 변환층 사이에 존재함으로써, 박막 모드로 인한 광의 손실을 저감하여, 효율이 더 높은 발광 디바이스를 얻을 수 있다.
- [0297] 또한 상기 구성에서, EL층은 복수의 발광층을 가지는 구조이어도 좋고, 하나의 발광층을 가지는 구조이어도 좋다. 예를 들어, 상술한 탠덤형 발광 디바이스의 구성과 조합하여, 하나의 발광 디바이스에 전하 발생층을 끼우는 복수의 EL층을 제공하고, 각 EL층이 하나 또는 복수의 발광층으로 형성되는 구성으로 하여도 좋다.
- [0298] 튜브 이미션형 발광 장치에서는 마이크로캐비티 구조를 바람직하게 적용할 수 있다. 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 디바이스는, 양극을 반사 전극으로 하고, 음극을 반투과·반반사 전극으로 함으로써 얻을 수 있다. 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에는 적어도 EL층을 가지고, 적어도 발광 영역이 되는 발광층을 가진다.
- [0299] 또한 반사 전극은 가시광의 반사율이 40% 내지 100%, 바람직하게는 70% 내지 100%고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다. 또한 반투과·반반사 전극은 가시광의 반사율이 20% 내지 80%, 바람직하게는 40% 내지 70%고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다.
- [0300] EL층에 포함되는 발광층으로부터 사출되는 발광은 반사 전극과 반투과·반반사 전극에 의하여 반사되어 공진된다.
- [0301] 상기 발광 디바이스에서는, 투명 도전막이나 상술한 복합 재료, 캐리어 수송 재료 등의 두께를 바꿈으로써 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이의 광학 거리를 변경할 수 있다. 이에 의하여, 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강하게 하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있다.
- [0302] 또한 반사 전극에 의하여 반사되어 되돌아온 광(제 1 반사광)은 발광층으로부터 반투과·반반사 전극에 직접 입사하는 광(제 1 입사광)과의 큰 간섭을 일으키기 때문에, 반사 전극과 발광층의 광학 거리를 $(2n-1)\lambda/4$ (다만 n은 1 이상의 자연수이고, λ 는 증폭하고자 하는 발광의 파장임)로 조절하는 것이 바람직하다. 상기 광학 거리를 조절함으로써, 제 1 반사광과 제 1 입사광의 위상을 맞추어 발광층으로부터의 발광을 더 증폭시킬 수 있다.
- [0303] 또한 상기 구성에서, EL층은 복수의 발광층을 가지는 구조이어도 좋고, 하나의 발광층을 가지는 구조이어도 좋다. 예를 들어, 상술한 탠덤형 발광 디바이스의 구성과 조합하여, 하나의 발광 디바이스에 전하 발생층을 끼우는 복수의 EL층을 제공하고, 각 EL층이 하나 또는 복수의 발광층으로 형성되는 구성으로 하여도 좋다.
- [0304] (실시형태 4)
- [0305] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 그 일부에 포함하는 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 소비전력이 낮고 신뢰성이 양호한 발광 장치이다. 따라서 본 실시형태에 기재되는 전자 기기를 소비전력이 낮고 신뢰성이 양호한 전자 기기로 할 수 있다.
- [0306] 상기 발광 디바이스를 적용한 전자 기기로서는, 예를 들어 텔레비전 장치(텔레비전 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 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, 파친코기 등의 대형 게임기 등이 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예를 이하에서 설명한다.
- [0307] 도 10의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 나타낸 것이다. 텔레비전 장치는 하우징(7101)에 표시부(7103)가 제공되어 있다. 또한 여기서는 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 나타내었다. 표시부(7103)에 영상을 표시할 수 있고, 표시부(7103)는 발광 디바이스를 매트릭스로 배열하여 구성되어 있다.
- [0308] 텔레비전 장치는 하우징(7101)이 가지는 조작 스위치나 별체의 리모트 컨트롤러(7110)로 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)의 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상

을 조작할 수 있다. 또한 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 상기 리모트 컨트롤러(7110)에 제공하는 구성으로 하여도 좋다.

- [0309] 또한 텔레비전 장치는 수신기나 모뎀 등을 가지는 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 모뎀을 통하여 유선 또는 무선 통신 네트워크에 접속함으로써, 단방향(송신자로부터 수신자로) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 간, 또는 수신자들끼리 등)의 정보 통신을 할 수도 있다.
- [0310] 도 10의 (B1)에 나타난 컴퓨터는 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한 이 컴퓨터는 발광 디바이스를 매트릭스로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 10의 (B1)의 컴퓨터는 도 10의 (B2)에 나타난 구조를 가져도 좋다. 도 10의 (B2)의 컴퓨터에는 키보드(7204) 및 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제 2 표시부(7210)가 제공되어 있다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이므로, 제 2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용 펜으로 조작함으로써 입력을 할 수 있다. 또한 제 2 표시부(7210)는 입력용 표시뿐만 아니라 기타 화상을 표시할 수도 있다. 또한 표시부(7203)도 터치 패널이어도 좋다. 2개의 화면이 힌지로 연결되어 있으면, 수납하거나 운반할 때에 화면을 손상시키거나 파손시키는 등의 문제의 발생도 방지할 수 있다.
- [0311] 도 10의 (C)는 휴대 단말기의 일례를 나타낸 것이다. 휴대 전화기는 하우징(7401)에 제공된 표시부(7402) 외에 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 가진다. 또한 휴대 전화기는 실시형태 1에 기재된 발광 장치를 사용하여 제작된 표시부(7402)를 가진다.
- [0312] 도 10의 (C)에 나타난 휴대 단말기는, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 등의 조작을 할 수 있다.
- [0313] 표시부(7402)의 화면에는 주로 3가지 모드가 있다. 첫 번째 모드는 화상의 표시를 주로 하는 표시 모드이고, 두 번째 모드는 문자 등의 정보의 입력을 주로 하는 입력 모드이다. 세 번째 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2가지 모드가 혼합된 표시+입력 모드이다.
- [0314] 예를 들어, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)의 모드를 문자의 입력을 주로 하는 문자 입력 모드로 하여, 화면에 표시된 문자를 입력하면 좋다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼이 표시되는 것이 바람직하다.
- [0315] 또한 자이로스코프, 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서를 가지는 검출 장치를 휴대 단말기 내부에 제공함으로써, 휴대 단말기의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여, 표시부(7402)의 화면 표시가 자동적으로 전환되도록 할 수 있다.
- [0316] 또한 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환되도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시되는 화상 신호가 동영상의 데이터이면 표시 모드로, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환된다.
- [0317] 또한 입력 모드에서 표시부(7402)의 광 센서로 검출되는 신호를 검지하고, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.
- [0318] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능할 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)를 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문, 지문 등을 촬상함으로써, 본인 인증을 할 수 있다. 또한 표시부에 근적외광을 발하는 백라이트 또는 근적외광을 발하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0319] 또한 본 실시형태에 기재되는 구성은, 실시형태 1 내지 실시형태 3에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0320] 상술한 바와 같이 본 발명의 일 형태의 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치는 다양한 분야의 전자 기기에 적용될 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용함으로써, 소비전력이 낮은 전자 기기를 얻을 수 있다.
- [0321] 도 11의 (A)는 로봇 청소기의 일례를 나타낸 모식도이다.
- [0322] 로봇 청소기(5100)는 상면에 배치된 디스플레이(5101), 측면에 배치된 복수의 카메라(5102), 브러시(5103), 조작 버튼(5104)을 가진다. 또한 도시되지 않았지만, 로봇 청소기(5100)의 하면에는 바퀴, 흡입구 등이 제공되어 있다. 로봇 청소기(5100)는 그 외에 적외선 센서, 초음파 센서, 가속도 센서, 피에조 센서, 광 센서, 자이로

센서 등의 각종 센서를 가진다. 또한 로봇 청소기(5100)는 무선 통신 수단을 가진다.

- [0323] 로봇 청소기(5100)는 자력으로 움직이고, 쓰레기(5120)를 검지하고, 하면에 제공된 흡입구로부터 쓰레기를 흡인할 수 있다.
- [0324] 또한 로봇 청소기(5100)는 카메라(5102)가 촬영한 화상을 해석하여 벽, 가구, 또는 단차 등의 장애물의 유무를 판단할 수 있다. 또한 화상을 해석함으로써 배선 등 브러시(5103)에 얽히기 쉬운 물체를 검지한 경우에는, 브러시(5103)의 회전을 멈출 수 있다.
- [0325] 디스플레이(5101)에는 배터리 잔량이나 흡인한 쓰레기의 양 등을 표시할 수 있다. 로봇 청소기(5100)가 주행한 경로를 디스플레이(5101)에 표시하여도 좋다. 또한 디스플레이(5101)를 터치 패널로 하고, 조작 버튼(5104)을 디스플레이(5101)에 제공하여도 좋다.
- [0326] 로봇 청소기(5100)는 스마트폰 등의 휴대 전자 기기(5140)와 통신할 수 있다. 카메라(5102)가 촬영한 화상을 휴대 전자 기기(5140)에 표시할 수 있다. 그러므로 로봇 청소기(5100)의 소유자는 밖에 있어도 방의 상황을 알 수 있다. 또한 디스플레이(5101)의 표시를 스마트폰 등의 휴대 전자 기기로 확인할 수도 있다.
- [0327] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 디스플레이(5101)에 사용할 수 있다.
- [0328] 도 11의 (B)에 나타낸 로봇(2100)은 연산 장치(2110), 조도 센서(2101), 마이크로폰(2102), 상부 카메라(2103), 스피커(2104), 디스플레이(2105), 하부 카메라(2106), 장애물 센서(2107), 및 이동 기구(2108)를 가진다.
- [0329] 마이크로폰(2102)은 사용자의 목소리 및 환경음 등을 검지하는 기능을 가진다. 또한 스피커(2104)는 음성을 출력하는 기능을 가진다. 로봇(2100)은 마이크로폰(2102) 및 스피커(2104)를 사용하여 사용자와 의사소통을 할 수 있다.
- [0330] 디스플레이(2105)는 각종 정보를 표시하는 기능을 가진다. 로봇(2100)은 사용자가 원하는 정보를 디스플레이(2105)에 표시할 수 있다. 디스플레이(2105)에는 터치 패널을 탑재하여도 좋다. 또한 디스플레이(2105)는 탈착 가능한 정보 단말기이어도 좋고, 로봇(2100)의 정위치에 설치되면 충전 및 데이터의 수수를 할 수 있다.
- [0331] 상부 카메라(2103) 및 하부 카메라(2106)는 로봇(2100)의 주위를 촬상하는 기능을 가진다. 또한 장애물 센서(2107)는, 이동 기구(2108)를 사용하여 로봇(2100)이 앞으로 가는 진행 방향에서의 장애물의 유무를 감지할 수 있다. 로봇(2100)은 상부 카메라(2103), 하부 카메라(2106), 및 장애물 센서(2107)를 사용하여 주위의 환경을 인식함으로써 안전하게 이동할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 디스플레이(2105)에 사용할 수 있다.
- [0332] 도 11의 (C)는 고글형 디스플레이의 일례를 나타낸 도면이다. 고글형 디스플레이는 예를 들어 하우스(5000), 표시부(5001), 스피커(5003), LED 램프(5004), 접속 단자(5006), 센서(5007)(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), 마이크로폰(5008), 표시부(5002), 지지부(5012), 이어폰(5013) 등을 가진다.
- [0333] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 표시부(5001) 및 표시부(5002)에 사용할 수 있다.
- [0334] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 자동차의 앞유리나 대시보드(dashboard)에도 탑재될 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 자동차의 앞유리나 대시보드에 사용하는 일 형태를 도 12에 나타내었다. 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)은 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 포함한다.
- [0335] 표시 영역(5200)과 표시 영역(5201)은 자동차의 앞유리에 제공되고, 본 발명의 일 형태의 발광 장치가 탑재된 표시 장치이다. 발광 디바이스는 양극과 음극을 투광성을 가지는 전극으로 제작함으로써, 반대편이 비쳐 보이는 소위 시스루 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시 장치이면, 자동차의 앞유리에 설치하여도 시야를 가리지 않고 설치할 수 있다. 또한 구동을 위한 트랜지스터 등을 제공하는 경우에는, 유기 반도체 재료를 사용한 유기 트랜지스터나, 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 가지는 트랜지스터를 사용하면 좋다.
- [0336] 표시 영역(5202)은 필러 부분에 제공되고, 본 발명의 일 형태의 발광 장치가 탑재된 표시 장치이다. 표시 영역(5202)은, 차체에 제공된 촬상 수단으로 촬영된 영상을 표시함으로써, 필러로 가려진 시야를 보완할 수 있다. 또한 마찬가지로, 대시보드 부분에 제공된 표시 영역(5203)은 차체로 가려진 시야를, 자동차의 외측에 제공된

촬영 수단 촬영된 영상을 표시함으로써, 사각을 보완하여 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 표시함으로써, 더 자연스럽게 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.

[0337] 표시 영역(5203)은 내비게이션 정보, 속도나 회전수 등, 기타 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시 항목이나 레이아웃은 사용자의 취향에 맞추어 적절히 변경할 수 있다. 또한 이들 정보는 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5202)에도 표시할 수 있다. 또한 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)을 조명 장치로서 사용할 수도 있다.

[0338] 또한 도 13의 (A), (B)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(5150)를 나타내었다. 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(5150)는 하우징(5151), 표시 영역(5152), 및 굴곡부(5153)를 가진다. 도 13의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(5150)를 나타낸 것이다. 도 13의 (B)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기를 나타낸 것이다. 휴대 정보 단말기(5150)는 큰 표시 영역(5152)을 가짐에도 불구하고, 접으면 작고 가반성(可搬性)이 우수하다.

[0339] 표시 영역(5152)은 굴곡부(5153)에 의하여 반으로 접을 수 있다. 굴곡부(5153)는 신축 가능한 부재와 복수의 지지 부재로 구성되어 있고, 접을 때는 신축 가능한 부재가 신장하고, 굴곡부(5153)는 2mm 이상, 바람직하게는 3mm 이상의 곡률 반경을 가지도록 접힌다.

[0340] 또한 표시 영역(5152)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 영역(5152)에 사용할 수 있다.

[0341] 또한 도 14의 (A) 내지 (C)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(9310)를 나타내었다. 도 14의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 14의 (B)는 펼친 상태에서 접은 상태로, 또는 접은 상태에서 펼친 상태로 변화하는 도중의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 14의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)는 가반성이 우수하고, 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)는 이음매가 없는 넓은 표시 영역을 가지므로 표시의 일람성(一覽性)이 높다.

[0342] 표시 패널(9311)은 힌지(9313)로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한 표시 패널(9311)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 또한 표시 패널(9311)은, 힌지(9313)를 이용하여 2개의 하우징(9315) 사이를 굴곡시킴으로써, 휴대 정보 단말기(9310)를 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 패널(9311)에 사용할 수 있다.

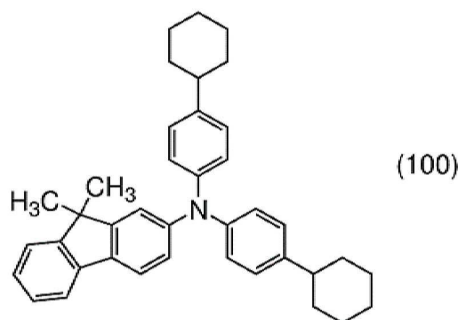
[0343] (실시에 1)

[0344] <<합성에>>

[0345] 본 실시예에서는 실시형태 2에서 설명한 굴절률이 낮은 정공 수송 재료의 합성 방법에 대하여 설명한다.

[0346] 우선, N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAF)의 자세한 합성 방법에 대하여 설명한다. dchPAF의 구조를 이하에 나타낸다.

[0347] [화학식 10]



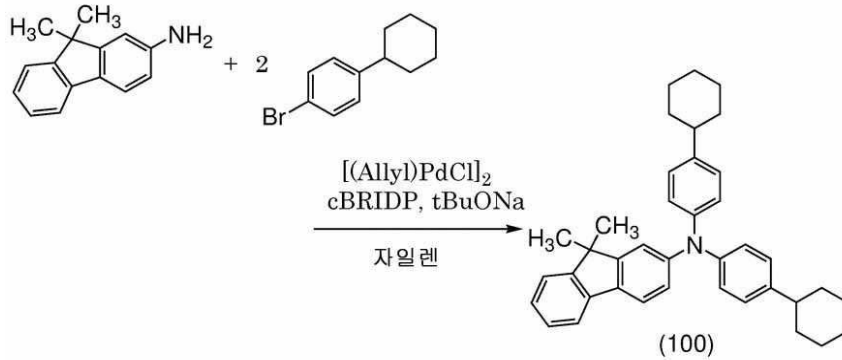
[0348]

[0349] <단계 1: N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAF)의 합성>

[0350] 3구 플라스크에 10.6g(51mmol)의 9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민, 18.2g(76mmol)의 4-사이클로헥실-1-브로모벤젠, 21.9g(228mmol)의 소듐-tert-부톡사이드, 255mL의 자일렌을 넣고, 감압하에서 탈기 처리를 한 후, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 약 50°C까지 가열 교반하였다. 여기서 370mg(1.0mmol)의 아릴 염화 팔라듐 이량체(II)(약칭: [(Allyl)PdCl]₂), 1660mg(4.0mmol)의 다이-tert-부틸(1-메틸-2,2-다이페닐사이클로프로

필)포스핀(약칭: cBRIDP(등록 상표))을 첨가하고, 이 혼합물을 120℃에서 약 5시간 동안 가열하였다. 그 후, 플라스크의 온도를 약 60℃까지 낮추고, 약 4mL의 물을 첨가하여, 고체를 석출하였다. 석출된 고체를 여과하여 분리하였다. 여과액을 농축하여 얻어진 용액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 얻어진 용액을 농축하여 짙은 톨루엔 용액을 얻었다. 이 톨루엔 용액을 에탄올에 적하하여 다시 침전시켰다. 약 10℃에서 석출물을 여과하고, 얻어진 고체를 감압하에 있어서 약 80℃에서 건조시킴으로써, 목적물인 백색 고체를 10.1g, 수율 40%로 얻었다. 단계 1의 dchPAF의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0351] [화학식 11]



[0352]

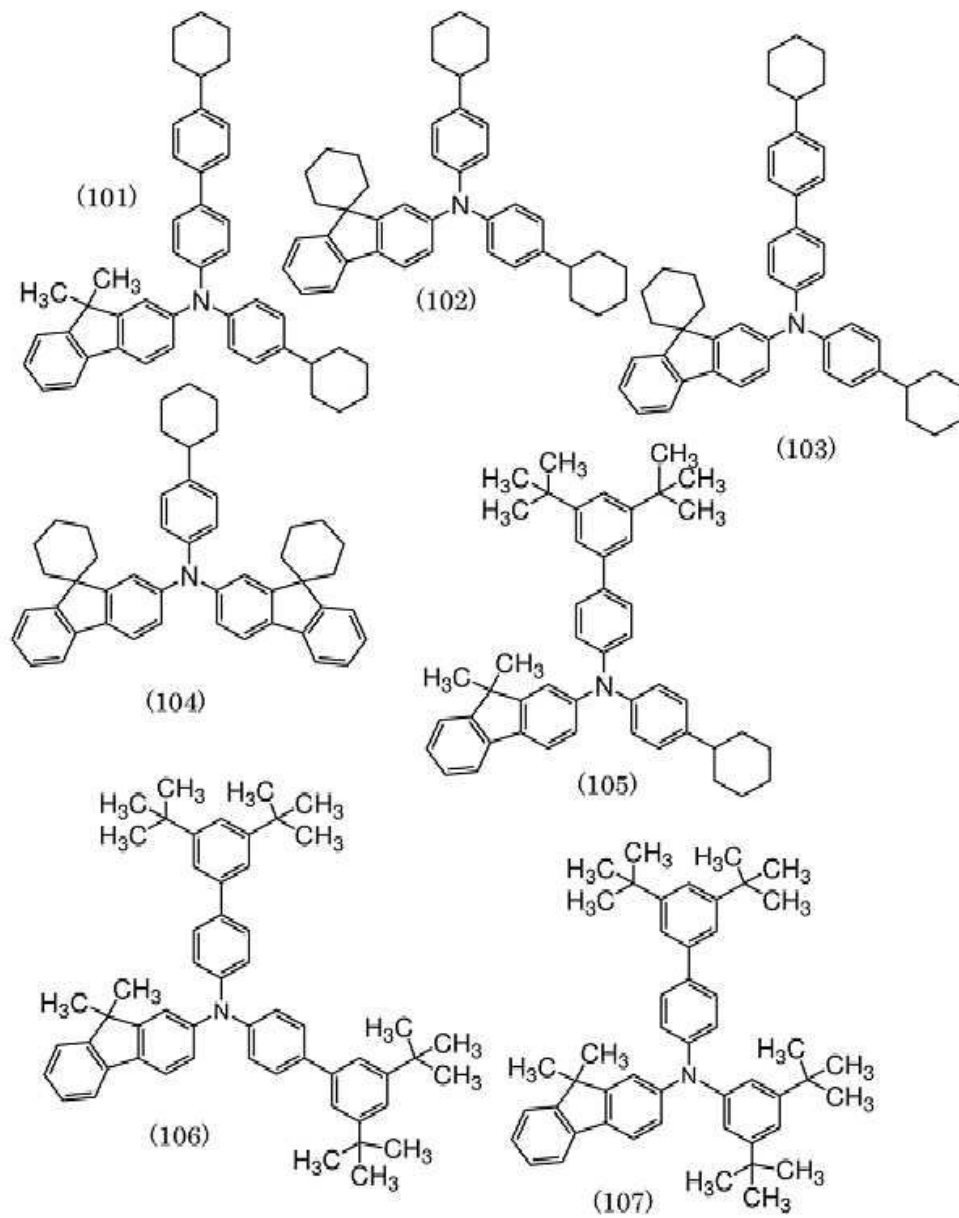
[0353] 또한 상기 단계 1에서 얻은 백색 고체의 핵자기 공명 분광법(¹H-NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과로부터, 본 합성예에서 dchPAF가 합성된 것을 알 수 있었다.

[0354] ¹H-NMR. δ (CDCl₃): 7.60(d, 1H, J=7.5Hz), 7.53(d, 1H, J=8.0Hz), 7.37(d, 2H, J=7.5Hz), 7.29(td, 1H, J=7.5Hz, 1.0Hz), 7.23(td, 1H, J=7.5Hz, 1.0Hz), 7.19(d, 1H, J=1.5Hz), 7.06(m, 8H), 6.97(dd, 1H, J=8.0Hz, 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).

[0355] 마찬가지로, 하기 구조식(101) 내지 구조식(111)으로 나타내어지는 유기 화합물을 합성하였다.

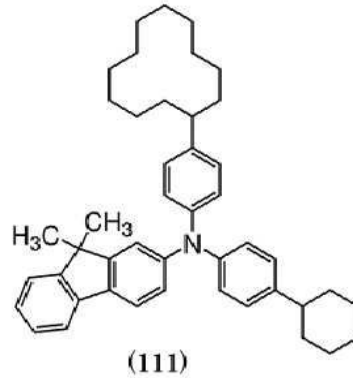
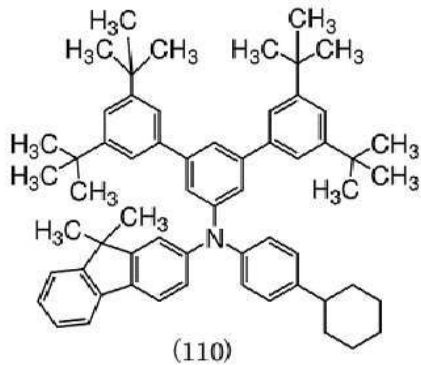
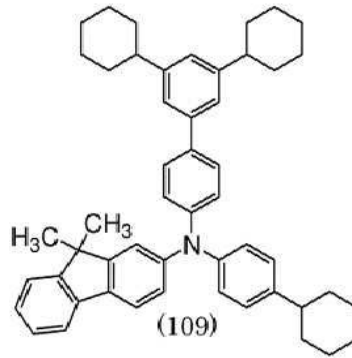
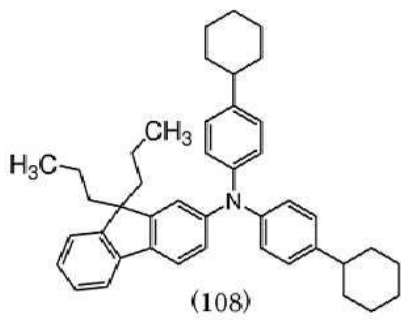
[0356]

[화학식 12]



[0357]

[0358] [화학식 13]



[0359]

[0360] 상기 유기 화합물의 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다.

[0361] 구조식(101): N-[(4'-사이클로헥실)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: chBichPAF)

[0362] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.63(d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.57(d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.51(d, 2H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.46(d, 2H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.38(d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.30(td, 1H, $J=7.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 7.20-7.28(m, 6H), 7.01-7.18(m, 7H), 2.43-2.57(brm, 2H), 1.81-1.96(m, 8H), 1.71-1.79(brm, 2H), 1.34-1.50(brm, 14H), 1.20-1.32(brm, 2H).

[0363] 구조식(102): N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-N-(스파이로[사이클로헥세인-1,9'[9H]플루오렌]-2'-일)아민(약칭: dchPASchF)

[0364] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.60-7.65(m, 2H), 7.54(d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.28-7.35(m, 2H), 7.19-7.24(t, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.02-7.12(m, 8H), 6.97-7.22(d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 2.40-2.52(brm, 2H), 1.79-1.95(m, 10H), 1.63-1.78(m, 9H), 1.55-1.63(m, 1H), 1.32-1.46(m, 8H), 1.18-1.30(brm, 2H).

[0365] 구조식(103): N-[(4'-사이클로헥실)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-N-(스파이로[사이클로헥세인-1,9'-[9H]플루오렌]-2'-일)아민(약칭: chBichPASchF)

[0366] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.65(d, 2H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.58(d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.51(d, 2H, $J=8.5\text{Hz}$), 7.46(m, 2H), 7.39(d, 1H, 1.5Hz), 7.32(t, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.21-7.38(m, 3H), 7.14-7.18(m, 2H), 7.08-7.14(m, 4H), 7.06(dd, 1H, $J=8.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 2.43-2.57(brm, 2H), 1.80-1.97(m, 10H), 1.64-1.80(m, 9H), 1.56-1.64(m, 1H), 1.34-1.53(m, 8H), 1.20-1.32(brm, 2H).

[0367] 구조식(104): N-(4-사이클로헥실페닐)-N,N-비스(스파이로[사이클로헥세인-1,9'-[9H]플루오렌]-2'-일)아민(약칭: SchFB1chP)

[0368] $^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.64(t, 4H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.59(d, 2H, $J=8.5\text{Hz}$), 7.39(brs, 2H), 7.33(t, 2H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.20-7.25(m, 2H), 7.12(brs, 4H), 7.08(d, 2H, $J=8.0\text{Hz}$), 2.44-2.52(brm, 1H), 1.63-1.97(m, 23H), 1.50-1.61(m,

2H), 1.34-1.48(m, 4H), 1.20-1.32(brm, 1H).

- [0369] 구조식(105): N-[(3',5'-다이삼차뷰틸)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBichPAF)
- [0370] ¹H-NMR. δ (CDC₁₃): 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).
- [0371] 구조식(106): N,N-비스(3',5'-다이삼차뷰틸-1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dmmtBuBiAF)
- [0372] ¹H-NMR. δ (CDC₁₃): 7.66(d, 1H, J=7.5Hz), 7.62(d, 1H, J=8.0Hz), 7.51(d, 4H, J=8.5Hz), 7.38-7.44(m, 7H), 7.26-7.35(m, 3H), 7.20-7.25(m, 4H), 7.13(dd, 1H, J=8.0Hz, 1.5Hz), 1.45(s, 6H), 1.39(s, 36H).
- [0373] 구조식(107): N-(3,5-다이삼차뷰틸페닐)-N-(3',5',-다이삼차뷰틸-1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmtBuBimmtBuPAF)
- [0374] ¹H-NMR. δ (CDC₁₃): 7.64(d, 1H, J=7.5Hz), 7.57(d, 1H, J=8.0Hz), 7.48(d, 2H, J=8.0Hz), 7.43(m, 2H), 7.39(m, 2H), 7.31(td, 1H, J=6.0Hz, 1.5Hz), 7.15-7.25(m, 4H), 6.97-7.02(m, 4H), 1.42(s, 6H), 1.38(s, 18H), 1.25(s, 18H).
- [0375] 구조식(108): N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이프로필-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAPrF)
- [0376] ¹H-NMR. δ (CDC₁₃): 7.58(m, 1H), 7.51(d, 1H, J=8.0Hz), 7.28(t, 2H, J=7.5Hz), 7.19-7.24(m, 1H), 7.11(d, 1H, J=1.5Hz), 7.00-7.19(m, 8H), 6.97(dd, 1H, J=8.0Hz, 1.5Hz), 2.40-2.50(brm, 2H), 1.70-1.94(m, 14H), 1.33-1.46(m, 8H), 1.18-1.30(brm, 2H), 0.60-0.78(m, 10H).
- [0377] 구조식(109): N-[(3',5'-다이사이클로헥실)-1,1'-바이페닐-4-일]-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: mmchBichPAF)
- [0378] ¹H-NMR. δ (CDC₁₃): 7.63(d, 1H, J=7.5Hz), 7.57(d, 1H, J=8.5Hz), 7.46(d, 2H, J=8.5Hz), 7.39(d, 1H, J=7.5Hz), 7.31(td, 1H, J=7.5Hz, 1.5Hz), 7.21-7.28(m, 4H), 7.07-7.18(m, 6H), 7.02-7.06(m, 1H), 7.01(s, 1H), 2.44-2.57(brm, 3H), 1.89-1.96(m, 6H), 1.81-1.88(m, 6H), 1.71-1.78(m, 3H), 1.34-1.53(m, 18H), 1.20-1.32(m, 3H).
- [0379] 구조식(110): 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)
- [0380] ¹H-NMR(300MHz, CDC₁₃): δ = 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).
- [0381] 구조식(111): N-(4-사이클로도데실페닐)-N-(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: CdoPchPAF)
- [0382] ¹H-NMR(300MHz, CDC₁₃): δ = 7.61(d, J=6.6Hz, 1H), 7.53(d, J=8.1Hz, 1H), 7.37(d, J=7.5Hz, 1H), 7.33-7.17(m, 3H), 7.12-6.95(m, 9H), 2.77-2.66(m, 1H), 2.52-2.39(m, 1H), 1.96-1.26(m, 37H).
- [0383] 또한 도 15 내지 도 26에는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 상기 12개의 재료의 굴절률을 측정된 결과를 나타내었다. 또한 도 15는 dchPAF의 굴절률을 측정된 데이터를 나타낸 것이고, 도 16은 chBichPAF의 굴절률을 측정된 데이터를 나타낸 것이고, 도 17은 dchPASchF의 굴절률을 측정된 데이터를 나타낸 것이고, 도 18은 chBichPASchF의 굴절률을 측정된 데이터를 나타낸 것이고, 도 19는 SchFB1chP의 굴절률을 측정된 데이터를 나타낸 것이고, 도 20은 mmtBuBichPAF의 굴절률을 측정된 데이터를 나타낸 것이고, 도 21은 dmmtBuBiAF의 굴절률을 측정된 데이터를 나타낸 것이고, 도 22는 mmtBuBimmtBuPAF의 굴절률을 측정된

데이터를 나타낸 것이고, 도 23은 dchPAPrF의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이고, 도 24는 mmchBichPAF의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이고, 도 25는 mmtBumTPchPAF의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이고, 도 26은 CdoPchPAF의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다. 측정에는 진공 증착법에 의하여 석영 기관 위에 각 층의 재료를 약 50nm로 형성한 막을 사용하였다. 또한 도면에는 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0384] 이와 같이, 이들 유기 화합물은 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0385] (실시예 2)

[0386] 본 실시예에서는, 정공 수송층의 굴절률이 낮은 본 발명의 일 형태의 발광 장치 1과, 통상의 굴절률의 비교 발광 장치 1에 관하여, 색 변환층에 도달하는 광의 양을 시뮬레이션으로부터 산출한 결과를 나타낸다.

[0387] 계산은 유기 디바이스 시뮬레이터(semiconducting emissive thin film optics simulator: setfos; Cybernet Systems Co., Ltd.)를 사용하여 수행하였다. 발광 영역은 발광층의 중앙에 고정하고, 유기층의 굴절률은 굴절률이 낮은 재료에서는 1.6, 통상의 굴절률의 재료에서는 1.9로 가정하고, 파장 분산은 없는 것으로 하였다. 각 층의 막 두께는 색 변환층의 굴절률이 1인 경우에 블루 인덱스(BI)가 최대가 되도록 최적화하였다. 또한 발광은 도 27에 나타낸 바와 같은 스펙트럼을 가지는 발광인 것으로 하였다. 또한 발광 디바이스는 음극 측으로부터 광을 추출하는 톱 이미션형 발광 디바이스로 하고, 양극 측의 반사 전극과 음극 사이의 광로 길이의 합계를 $\lambda/2$ 의 정수배가 되도록 정공 수송층의 막 두께로 조정하였다. 또한 색 변환층에는 QD를 사용하는 것을 상정하고, 퍼셀(purcell) 효과에 의한 퀸치를 고려하여 계산하였다. 계산에 사용한 발광 장치의 적층 구조를 이하의 표에 나타낸다.

[0388] [표 1]

소자 구조	발광 장치 1		비교 발광 장치 1	
	굴절률	막 두께(nm)	굴절률	막 두께(nm)
색 변환층	sweep	1000	sweep	1000
캡층	1.9	66.2	1.9	67.2
음극(Ag:Mg)	*	15	*	15
전자 수송층	1.9	35.9	1.9	37
발광층	1.9	25	1.9	25
정공 수송층	1.6	150.4	1.9	124.5
투명 전극(ITSO)	*	10	*	10
양극(Ag)	*	100	*	100

[0389] 또한 Ag, ITSO, 및 Ag:Mg의 굴절률 및 소광 계수로서는 재료의 물성치를 채용하였다.

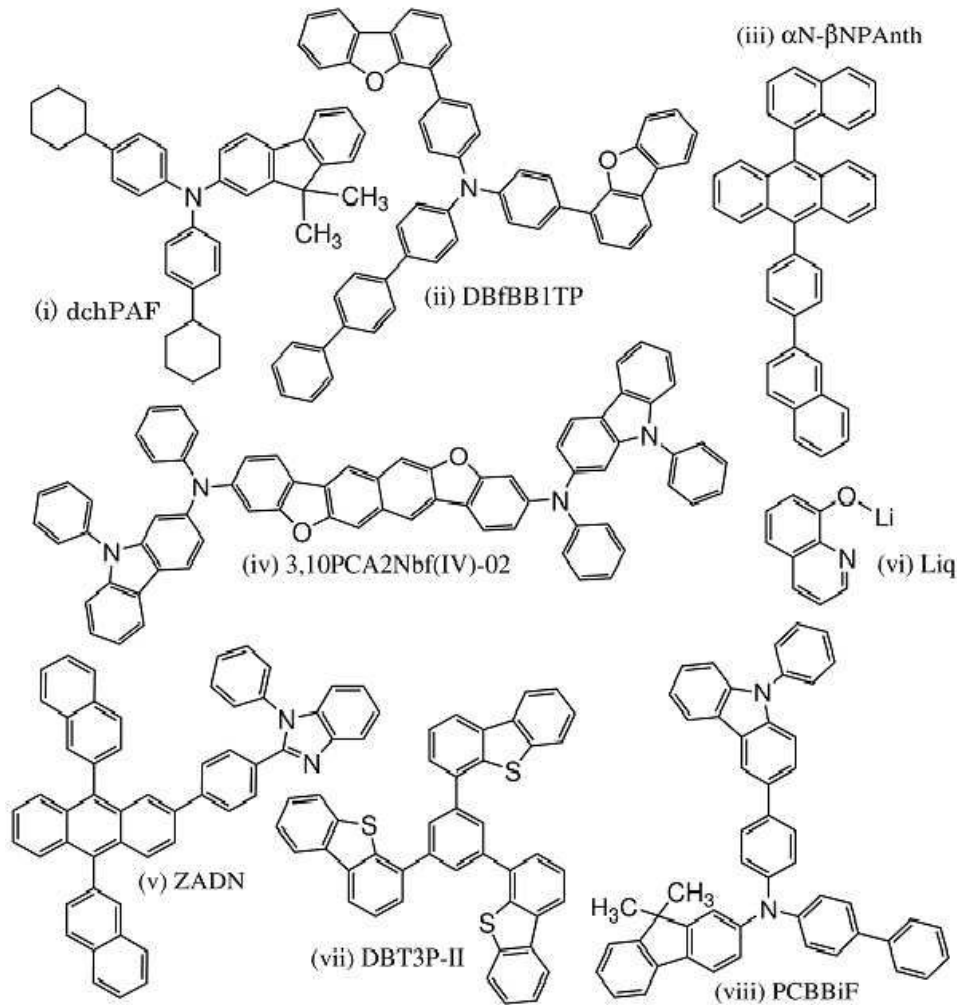
[0390] 상기 조건에서, 색 변환층의 굴절률을 변화시켰을 때의, 색 변환층에 도달하는 광의 양의 변화를 계산하였다. 색 변환층에 도달하는 광의 양은, 색 변환층에서 흡수되지 않는 디바이스 구조에서, 광 추출 효율과 색 변환층에서의 가이드 모드의 합계로부터 산출하였다. 결과를 도 28에 나타내었다.

[0391] 도 28로부터, 정공 수송층의 굴절률을 저하시킴으로써, 색 변환층의 굴절률이 실용 범위 내에 있을 때, 색 변환층에 도달하는 광의 양이 증가하는 것을 알 수 있었다. 색 변환층에 도달하는 광의 양이 증가하는 것은 색 변환층에 도달하는 여기 광이 증가하는 것을 의미하고, QD를 더 많이 여기시킬 수 있다.

[0392] (참고예)

[0393] 본 참고예에서는, 실시형태에서 설명한 굴절률이 낮은 재료를 사용한 발광 디바이스와 굴절률이 낮은 재료를 사용하지 않는 발광 디바이스의 비교에 대하여 설명한다. 본 참고예에서 사용하는 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0395] [화학식 14]



[0396]

[0397]

(발광 디바이스 1의 제작 방법)

[0398]

우선, 유리 기판 위에, 반사 전극으로서 은(Ag)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 100nm가 되도록 성막한 후, 이어서 투명 전극으로서 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 10nm가 되도록 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 4mm²(2mm X 2mm)로 하였다.

[0399]

다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0400]

그 후, 내부 압력이 약 10⁻⁴Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0401]

다음으로, 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-사이클로헥실페닐)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: dchPAF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비가 1:0.05(=dchPAF:OCHD-001)가 되도록 10nm로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0402]

정공 주입층(111) 위에 dchPAF를 125nm로 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0403]

이어서, 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0404]

그 후, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: αN-βNPAnth)과, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 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 중량비가 1:0.015(=αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록

25nm로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0405] 다음으로, 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-{4-[9,10-다이(2-나프틸)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN)과, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)을 중량비가 1:1(=ZADN:Liq)이 되도록 30nm로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0406] 전자 수송층(114)을 형성한 후, Liq를 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 은(Ag)과 마그네슘(Mg)의 체적비를 10:1로 하고, 막 두께가 15nm가 되도록 공증착함으로써 제 2 전극(102)을 형성하여 발광 디바이스 1을 제작하였다. 또한 제 2 전극(102)은 광을 반사하는 기능과 광을 투과시키는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이고, 본 발광 디바이스는 제 2 전극(102)으로부터 광을 추출하는 톱 이미지선형 디바이스이다. 또한 제 2 전극(102) 위에는 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 1,3,5-트라이(다이벤조사이오펜-4-일)-벤젠(약칭: DBT3P-II)을 70nm로 증착하여, 광 추출 효율을 향상시켰다.

[0407] (발광 디바이스 2의 제작 방법)

[0408] 발광 디바이스 2는 발광 디바이스 1의 정공 주입층 및 정공 수송층에 사용한 dchPAF를 상기 구조식(viii)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)으로 바꾸고, 정공 수송층의 막 두께를 110nm로 한 것을 제외하고는 발광 디바이스 1과 마찬가지로 제작하였다.

[0409] 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0410] [표 2]

		발광 디바이스 1	발광 디바이스 2
전자 주입층	1nm	Liq	
전자 수송층	30nm	ZADN:Liq (1:1)	
발광층	25nm	aN-βNPAntH:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	
전자 차단층	10nm	DBiBBI1P	
정공 수송층	*1	dchPAF	PCBBiF
정공 주입층	10nm	dchPAF:ALD-MP001Q (1:0.05)	PCBBiF:ALD-MP001Q (1:0.05)

[0411] *1 발광 디바이스 1: 125nm, 발광 디바이스 2: 110nm

[0412] 또한 dchPAF는 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75 이하인 재료이고, 그 외의 유기 화합물은 467nm의 파장의 광에 대한 굴절률이 1.75보다 큰 물질이다. dchPAF와 PCBBiF의 굴절률을 측정된 결과를 도 35에 나타내었다.

[0413] 재료가 이방성을 가지는 경우, 정상 광에 대한 굴절률(정상 굴절률; Ordinary)과 이상 광에 대한 굴절률(이상 굴절률; Extra-Ordinary)이 다른 경우가 있다. 측정하는 박막이 이러한 상태에 있는 경우, 이방성 해석을 실시함으로써, 정상 굴절률과 이상 굴절률로 분리하여 각 굴절률을 산출할 수 있다. 또한 본 명세서에서는, 측정된 재료에 정상 굴절률과 이상 굴절률의 양쪽이 존재한 경우, 정상 굴절률을 지표로서 사용한다.

[0414] 상기 발광 디바이스를 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 대기에 노출되지 않도록 유리 기판으로 밀봉하는 작업(UV 경화성의 실재를 소자의 주위에 도포하고, 발광 디바이스에는 조사되지 않도록 실재에만 UV를 조사하는 처리를 수행하고, 대기압하에 있어서 80℃에서 1시간의 열처리를 수행함)을 수행한 후, 이들 발광 디바이스의 초기 특성을 측정하였다.

[0415] 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 휘도-전류 밀도 특성을 도 29에, 전류 효율-휘도 특성을 도 30에, 휘도-전압 특성을 도 31에, 전류-전압 특성을 도 32에, 블루 인덱스-휘도 특성을 도 33에, 발광 스펙트럼을 도 34에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 1 및 발광 디바이스 2의 1000cd/m² 부근에서의 주요한 특성을 표 3에 나타내었다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0416] [표 3]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm ²)	색도 (x,y)	전류 효율 (cd/A)	BI (cd/A/y)
발광 디바이스 1	4.6	0.48	12.0	(0.138,0.058)	7.3	126
발광 디바이스 2	4.4	0.71	17.8	(0.140,0.053)	6.4	120

[0417]

[0418]

도 29 내지 도 34 및 표 3으로부터, 청색 발광 영역에서, 굴절률이 1.75 이하인 재료를 사용한 발광 디바이스 1은 발광 디바이스 2와 비교하여 양호한 전류 효율 및 블루 인덱스를 나타내는 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다. 이와 같은 발광 디바이스를 색 변환층과 조합함으로써, 효율이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다.

부호의 설명

[0419]

- 100: 기판
- 101: 제 1 전극
- 102: 제 2 전극
- 103: EL층
- 111: 정공 주입층
- 112: 정공 수송층
- 113: 발광층
- 113-1: 발광층
- 113-2: 발광층
- 114: 전자 수송층
- 115: 전자 주입층
- 116: 전하 발생층
- 117: P형층
- 118: 전자 릴레이층
- 119: 전자 주입 버퍼층
- 200: 절연체
- 201: 제 1 전극
- 201B: 제 1 전극
- 201G: 제 1 전극
- 201R: 제 1 전극
- 201W: 제 1 전극
- 202: EL층
- 203: 제 2 전극
- 204: 보호층
- 205B: 광을 산란시키는 기능을 가진 구조
- 205G: 색 변환층

205R: 색 변환층
205W: 색 변환층
205: 색 변환층
206: 블랙 매트릭스
207: 발광 디바이스
207B: 제 1 발광 디바이스
207G: 제 2 발광 디바이스
207R: 제 3 발광 디바이스
207W: 제 4 발광 디바이스
208: 화소
208B: 제 1 화소
208G: 제 2 화소
208R: 제 3 화소
208W: 제 4 화소
209: 광학 거리
210G: 지향성을 부여하는 수단
210R: 지향성을 부여하는 수단
215B: 컬러 필터
225R: 컬러 필터
225G: 컬러 필터
225B: 컬러 필터
501: 양극
502: 음극
511: 제 1 발광 유닛
512: 제 2 발광 유닛
513: 전하 발생층
601: 구동 회로부(소스선 구동 회로)
602: 화소부
603: 구동 회로부(게이트선 구동 회로)
604: 밀봉 기관
605: 실재
607: 공간
608: 배선
609: FPC(flexible printed circuit)
610: 소자 기관
611: 스위칭용 FET

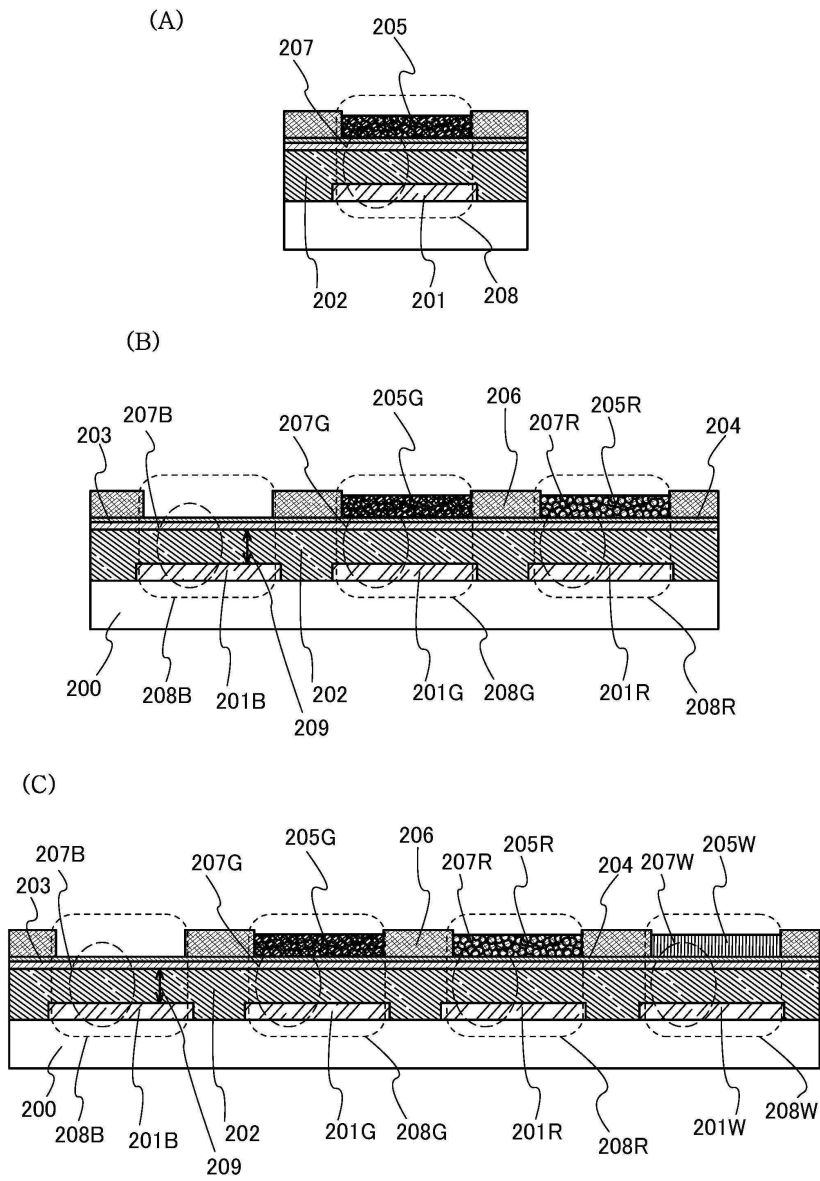
612: 전류 제어용 FET
613: 양극
614: 절연물
616: EL층
617: 음극
618: 발광 디바이스
623: FET
1001: 기관
1002: 하지 절연막
1003: 게이트 절연막
1006: 게이트 전극
1007: 게이트 전극
1008: 게이트 전극
1020: 제 1 층간 절연막
1021: 제 2 층간 절연막
1022: 전극
1024R: 제 1 전극
1024G: 제 1 전극
1024B: 제 1 전극
1025: 격벽
1028: EL층
1029: 음극
1030: 공간
1031: 밀봉 기관
1032: 실재
1033: 투명한 기재
1034R: 적색의 색 변환층
1034G: 녹색의 색 변환층
1035: 블랙 매트릭스
1036: 오버 코트층
1037: 제 3 층간 절연막
1040: 화소부
1041: 구동 회로부
1042: 주변부
2100: 로봇
2110: 연산 장치

2101: 조도 센서
2102: 마이크론
2103: 상부 카메라
2104: 스피커
2105: 디스플레이
2106: 하부 카메라
2107: 장애물 센서
2108: 이동 기구
5000: 하우징
5001: 표시부
5002: 표시부
5003: 스피커
5004: LED 램프
5006: 접속 단자
5007: 센서
5008: 마이크론
5012: 지지부
5013: 이어폰
5100: 로봇 청소기
5101: 디스플레이
5102: 카메라
5103: 브러시
5104: 조작 버튼
5150: 휴대 정보 단말기
5151: 하우징
5152: 표시 영역
5153: 굴곡부
5120: 쓰레기
5200: 표시 영역
5201: 표시 영역
5202: 표시 영역
5203: 표시 영역
7101: 하우징
7103: 표시부
7105: 스탠드
7107: 표시부

- 7109: 조작 키
- 7110: 리모트 컨트롤러
- 7201: 본체
- 7202: 하우징
- 7203: 표시부
- 7204: 키보드
- 7205: 외부 접속 포트
- 7206: 포인팅 디바이스
- 7210: 제 2 표시부
- 7401: 하우징
- 7402: 표시부
- 7403: 조작 버튼
- 7404: 외부 접속 포트
- 7405: 스피커
- 7406: 마이크로폰
- 9310: 휴대 정보 단말기
- 9311: 표시 패널
- 9313: 힌지
- 9315: 하우징

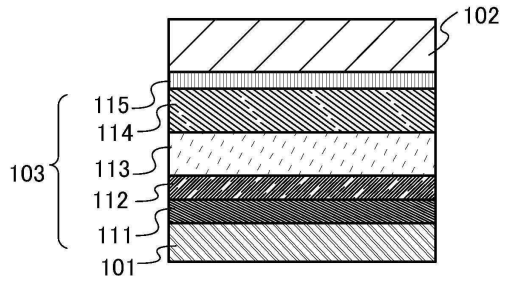
도면

도면1

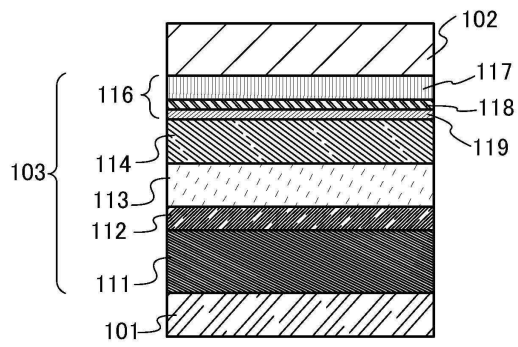


도면2

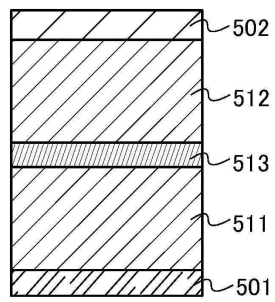
(A)



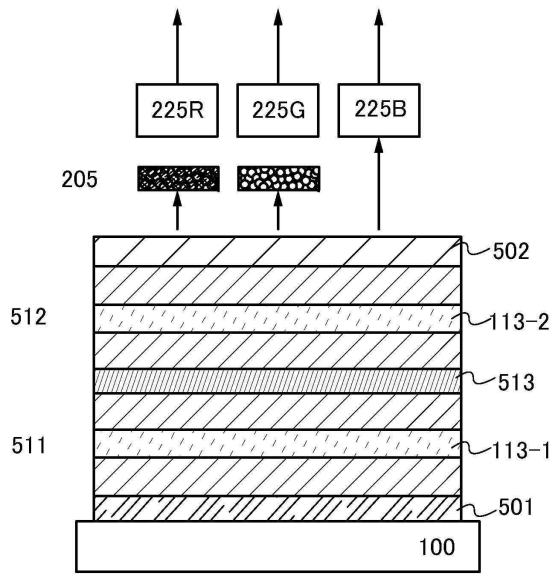
(B)



(C)

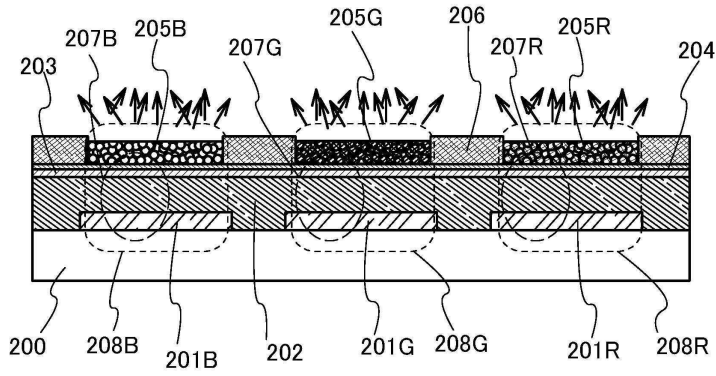


도면3

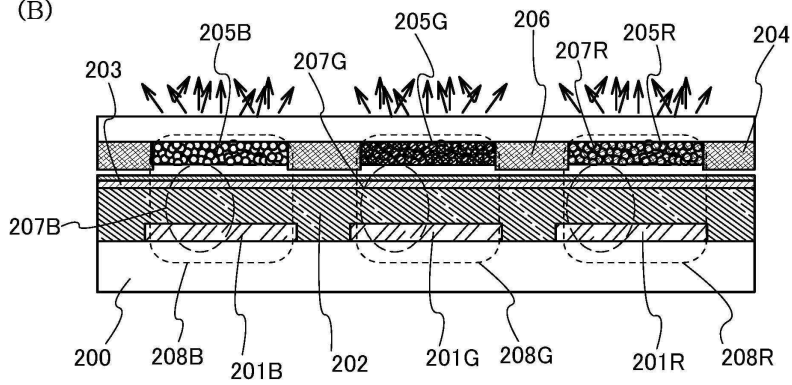


도면4

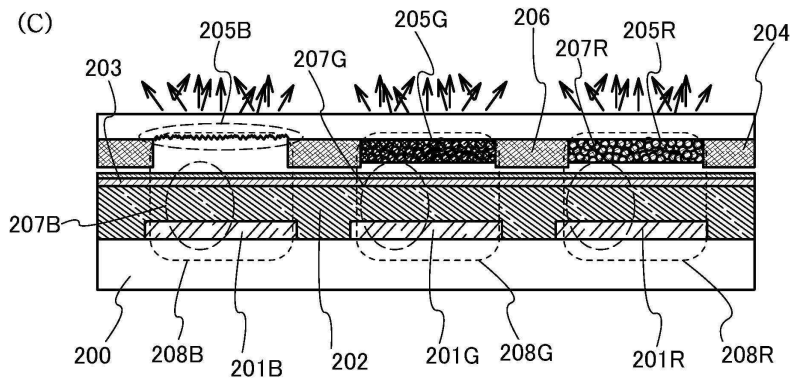
(A)



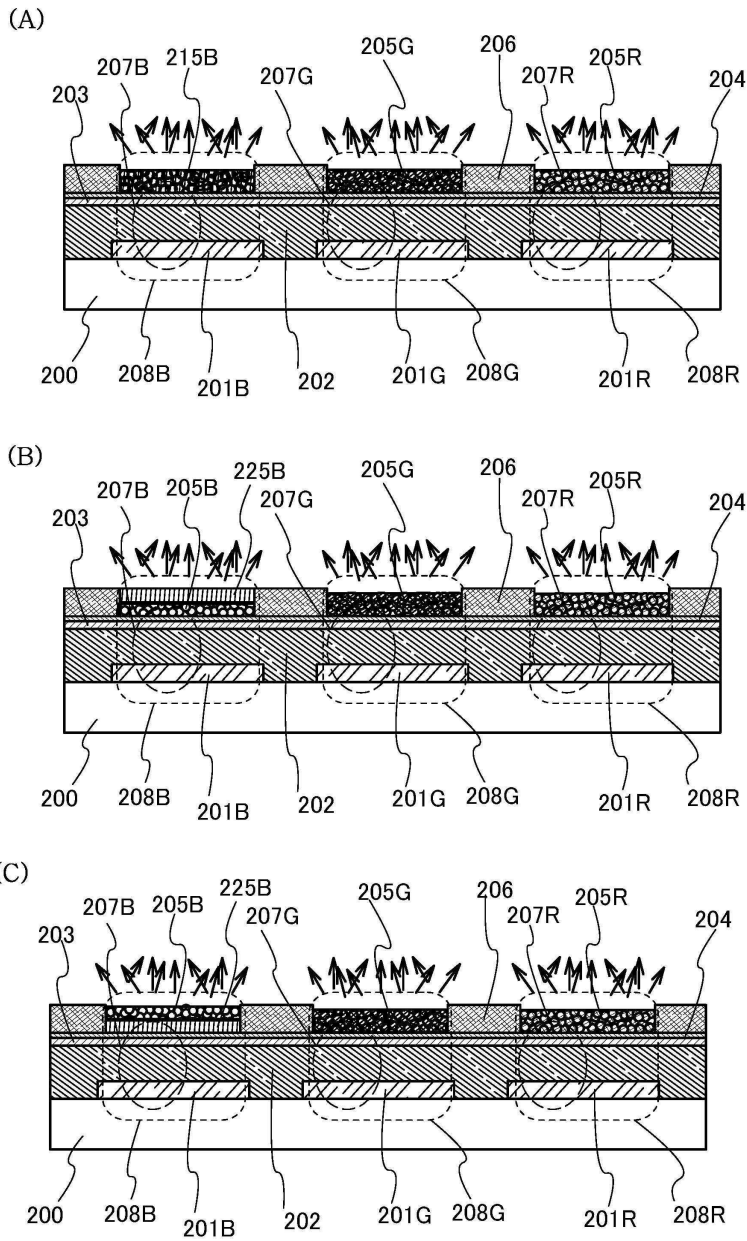
(B)



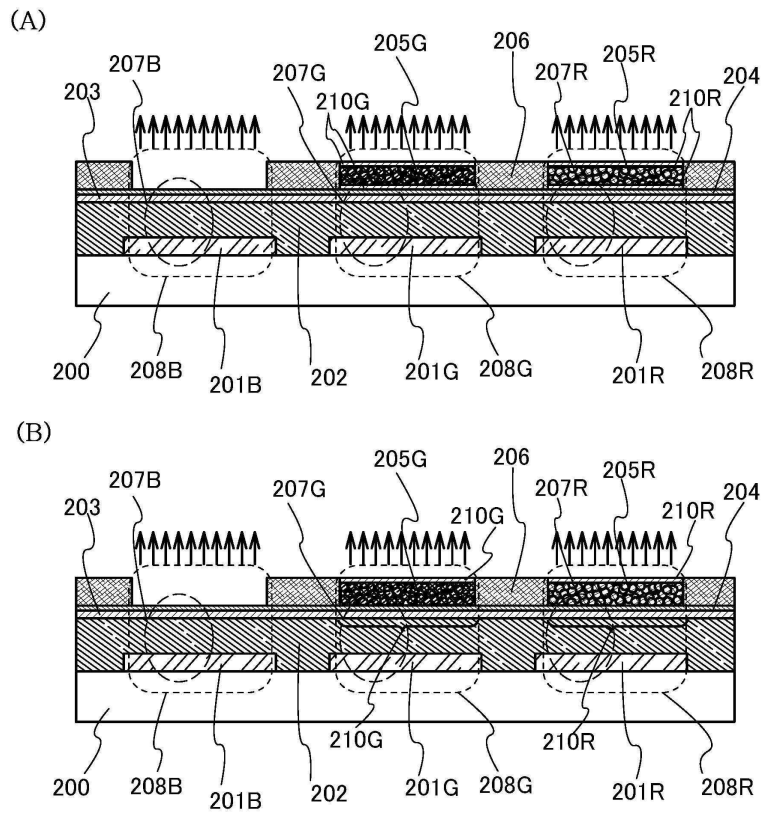
(C)



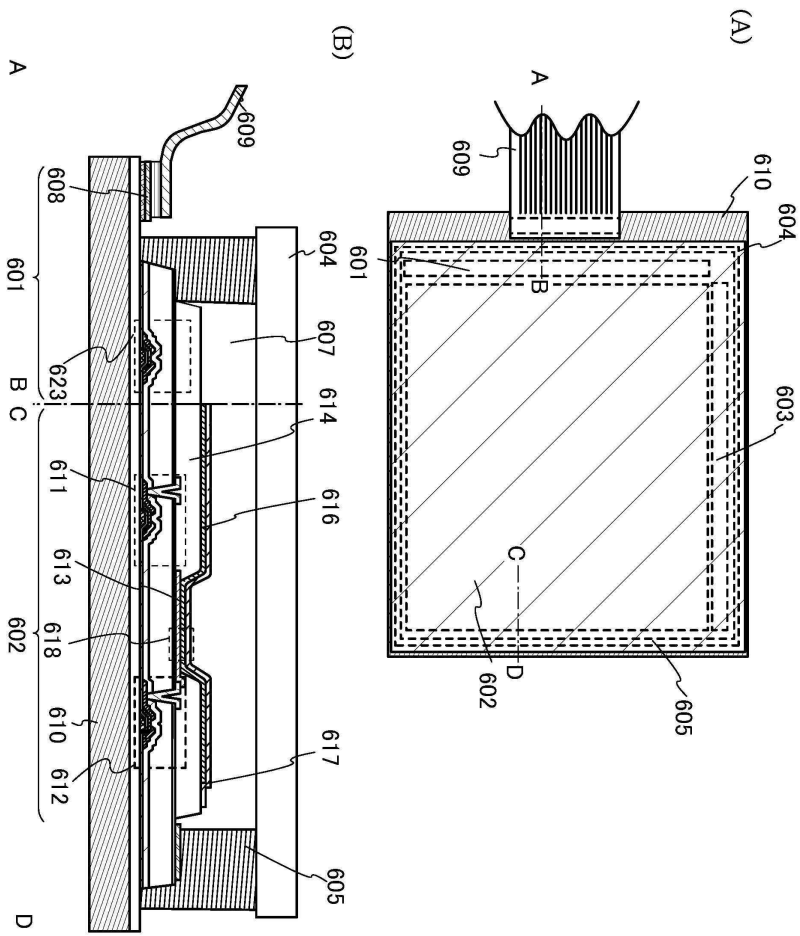
도면5



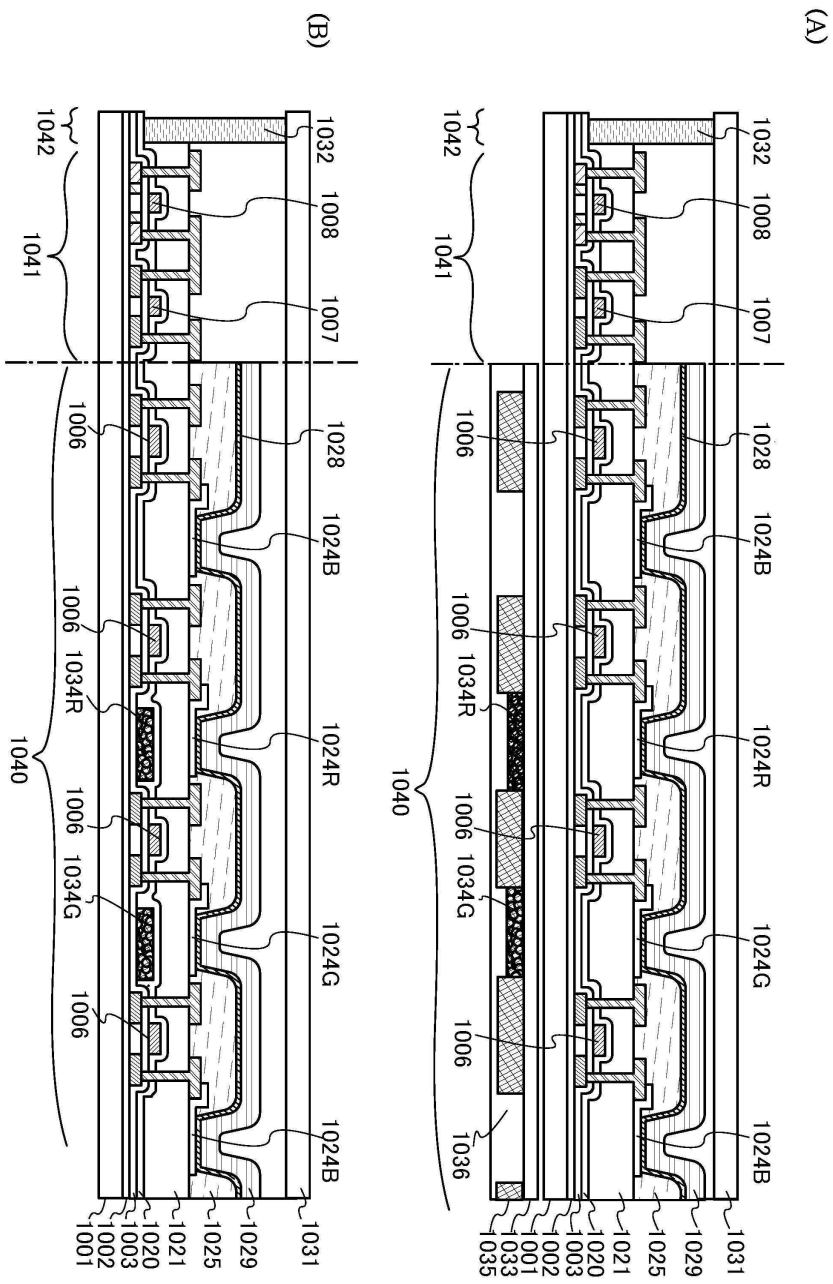
도면6



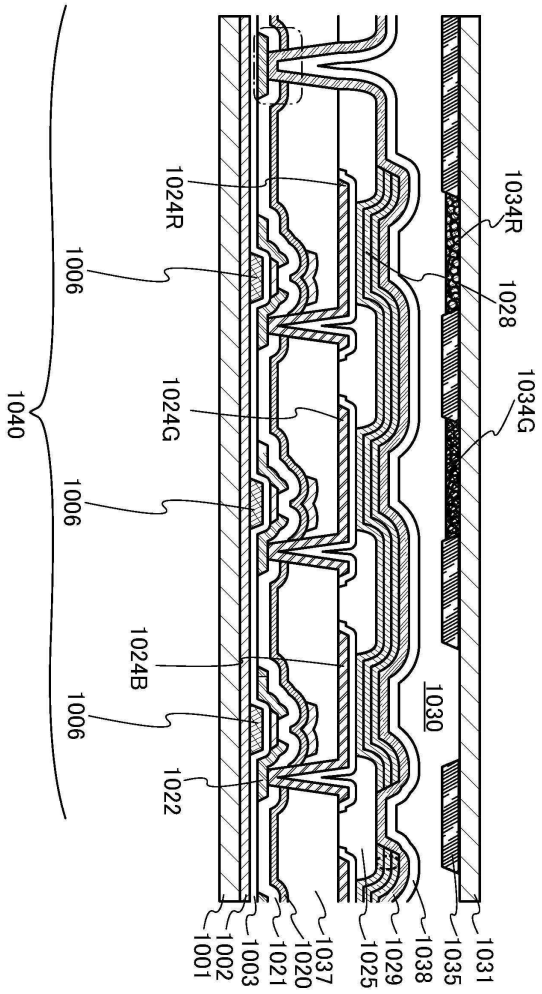
도면7



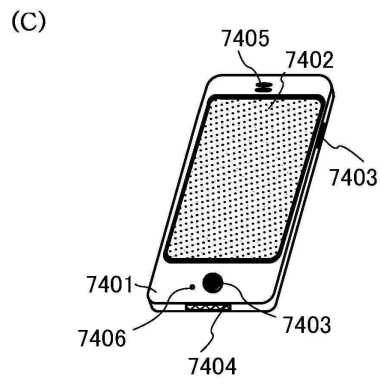
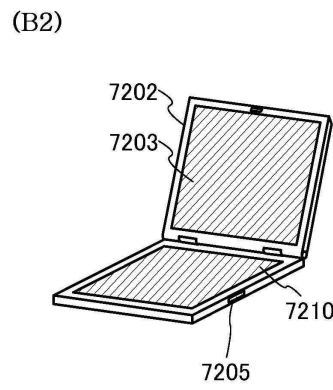
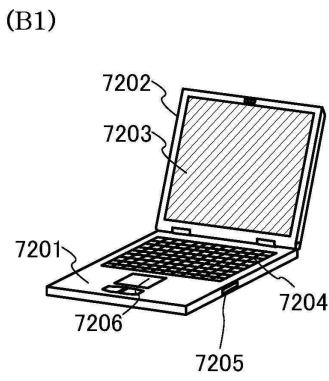
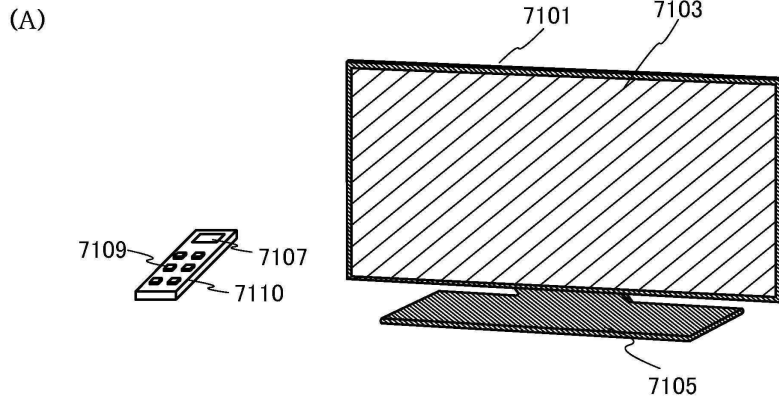
도면8



도면9

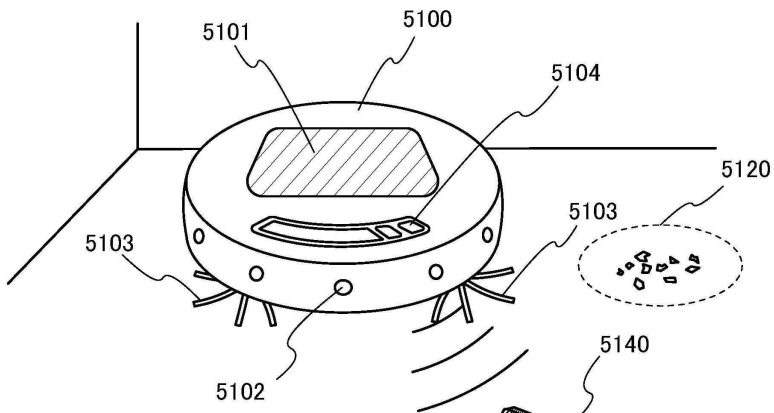


도면10

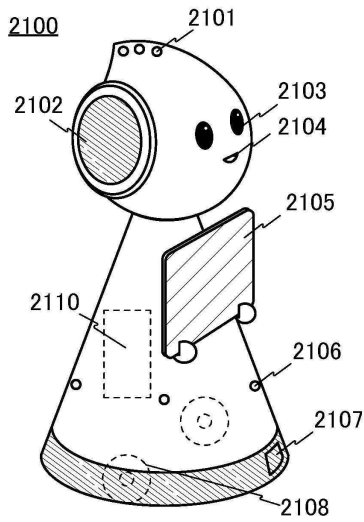


도면11

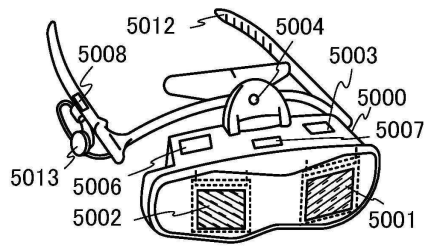
(A)



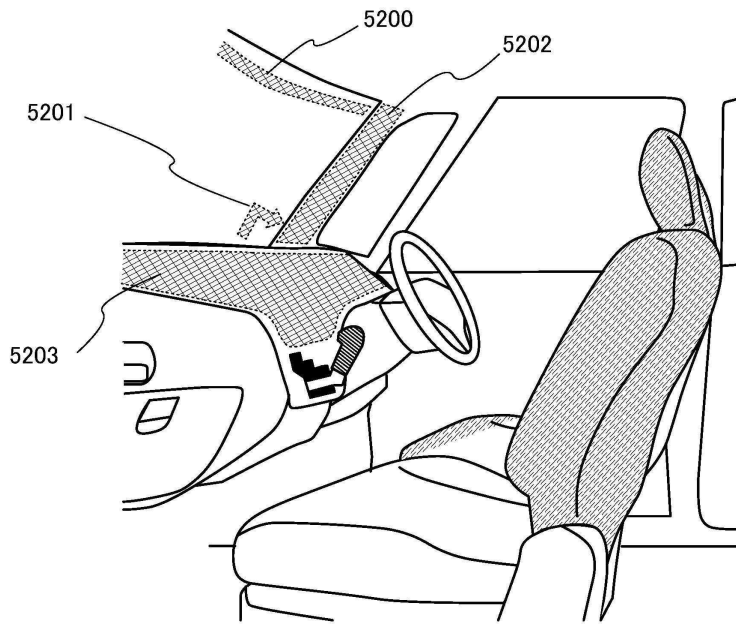
(B)



(C)

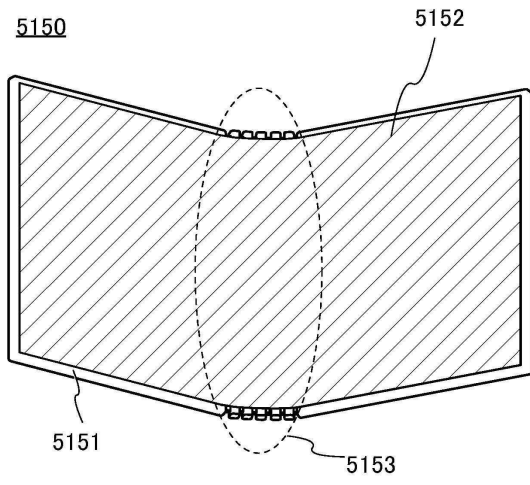


도면12

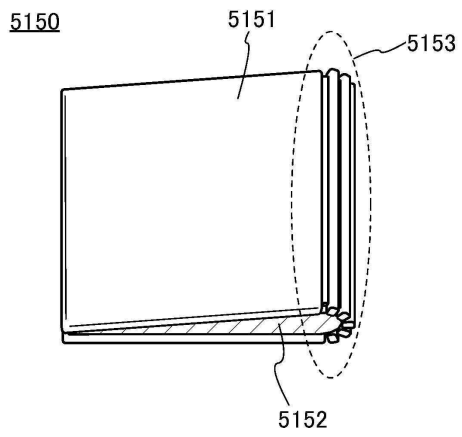


도면13

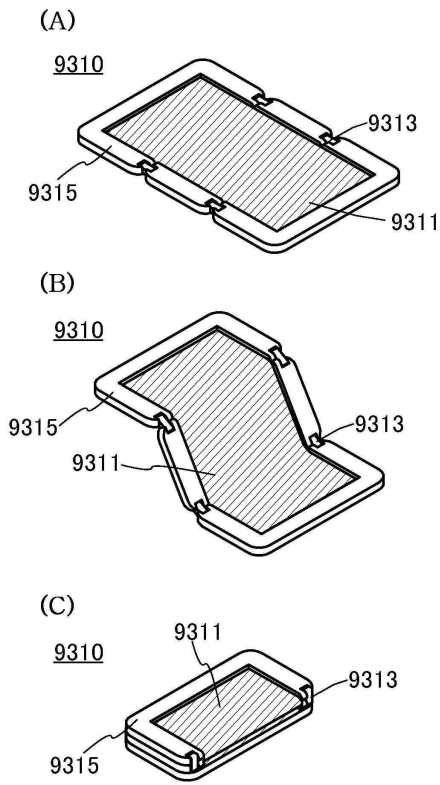
(A)



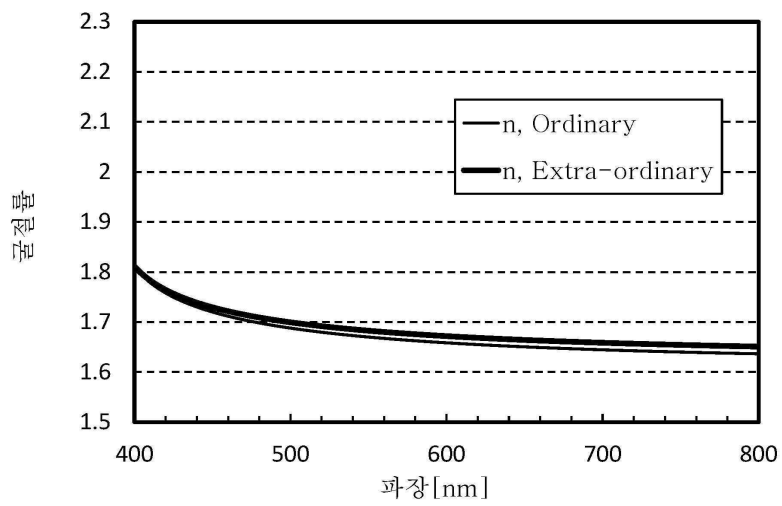
(B)



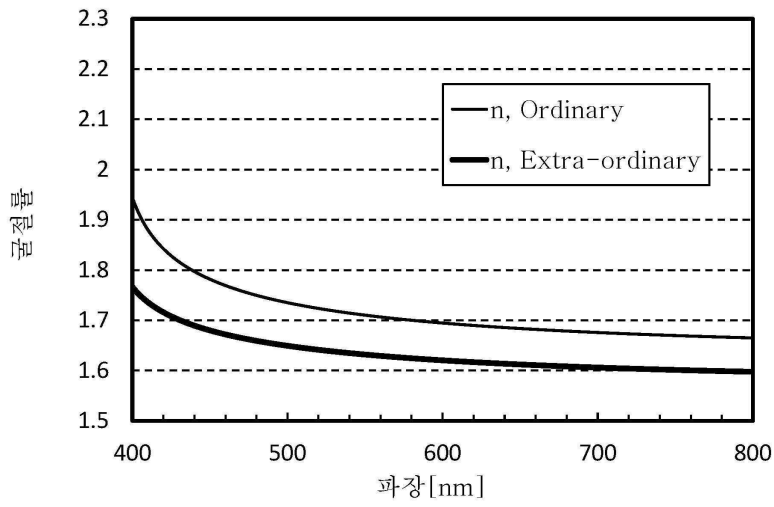
도면14



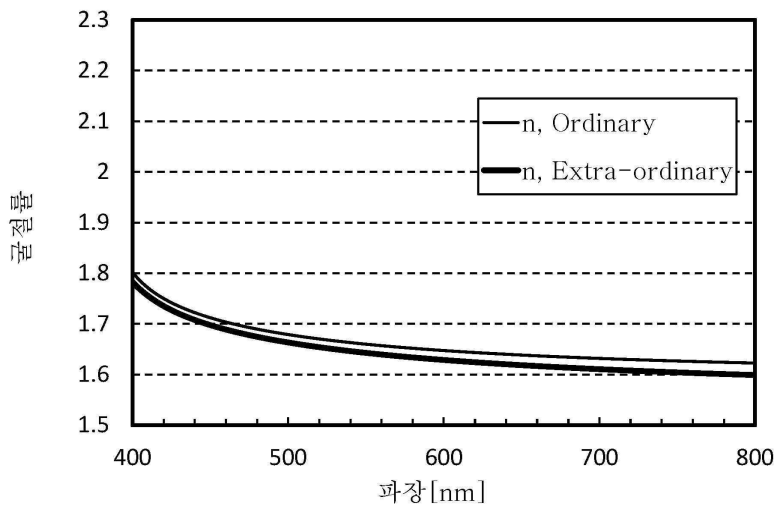
도면15



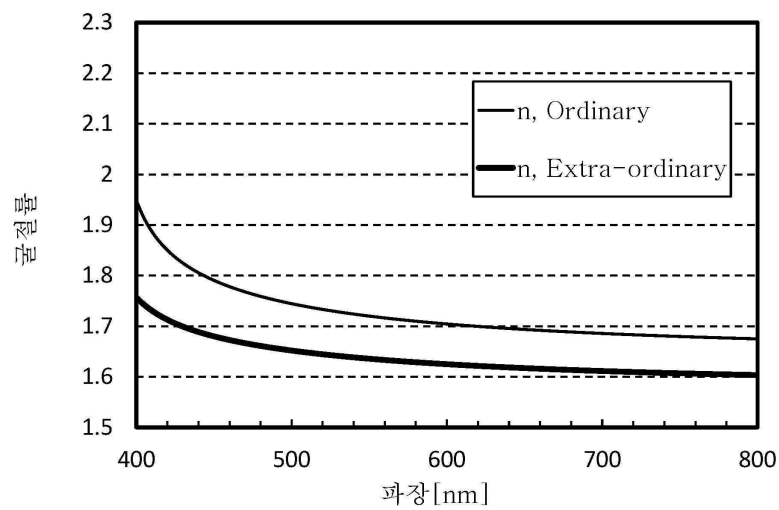
도면16



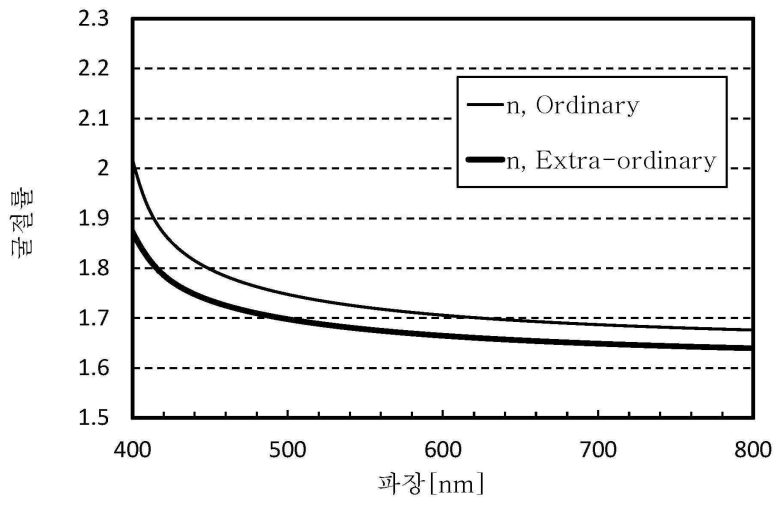
도면17



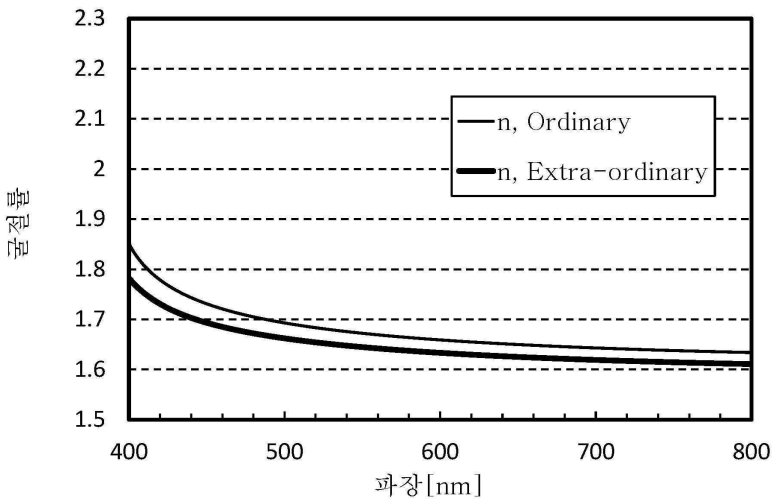
도면18



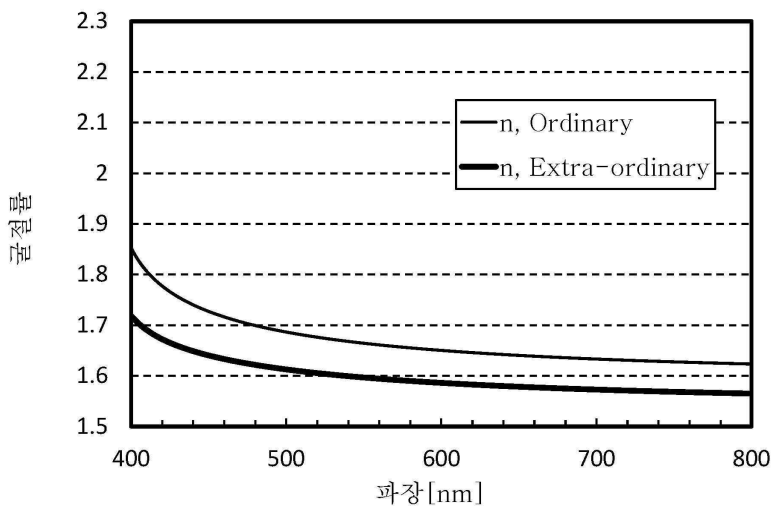
도면19



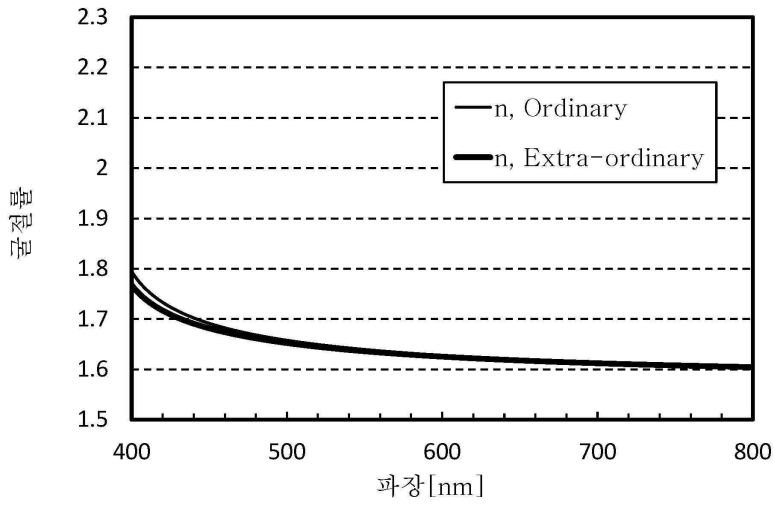
도면20



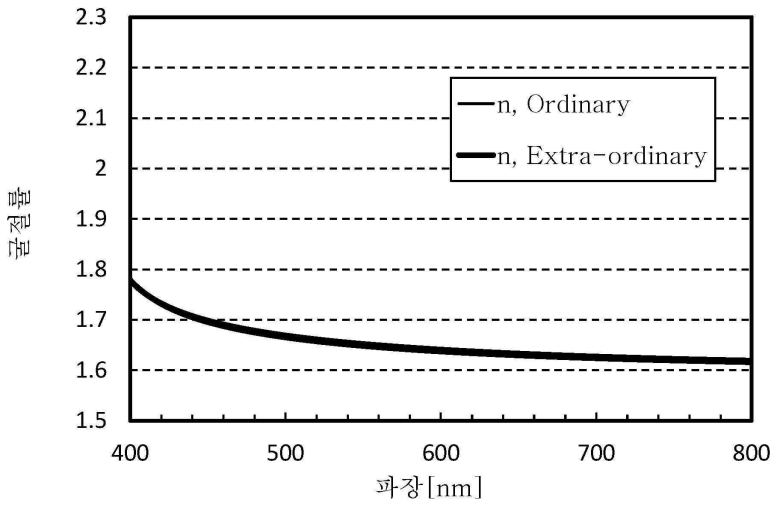
도면21



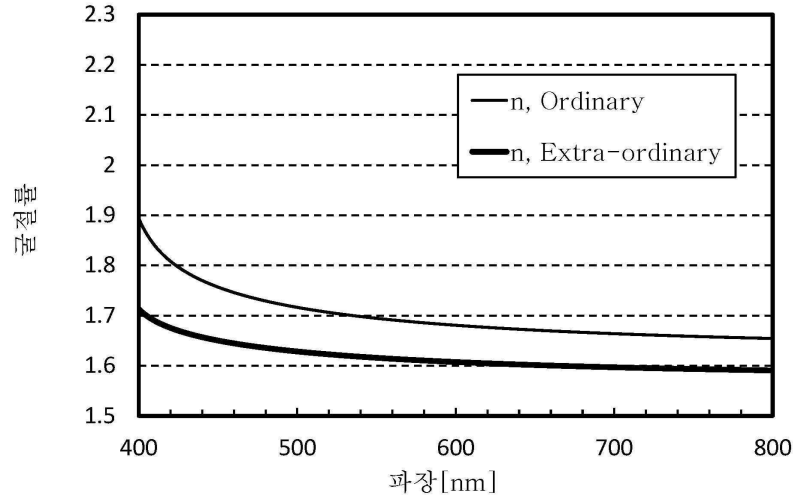
도면22



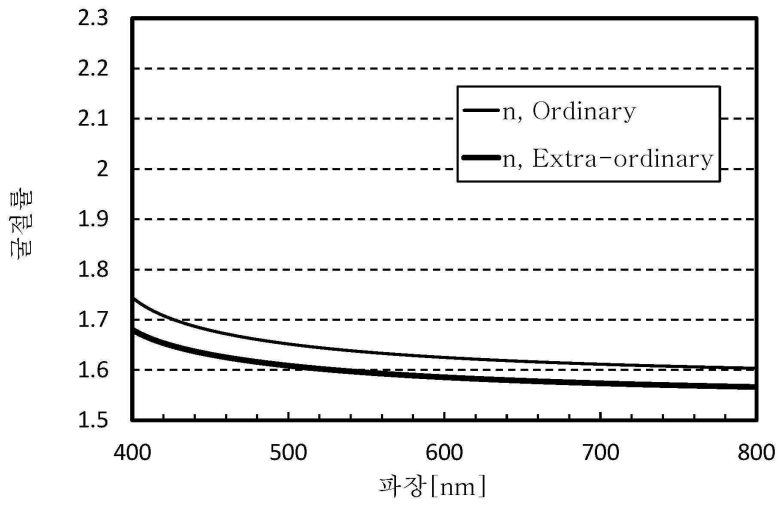
도면23



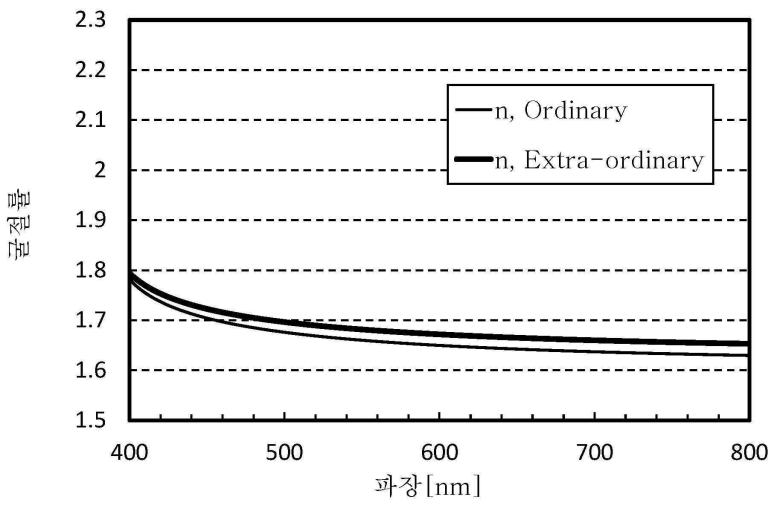
도면24



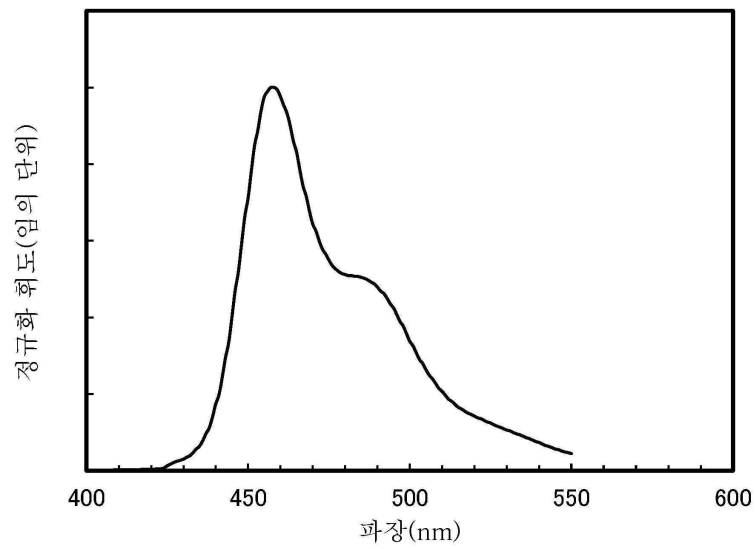
도면25



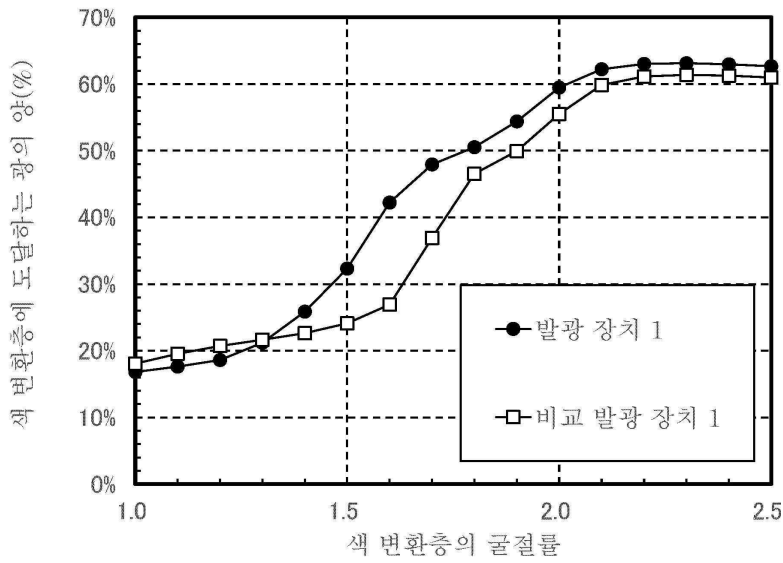
도면26



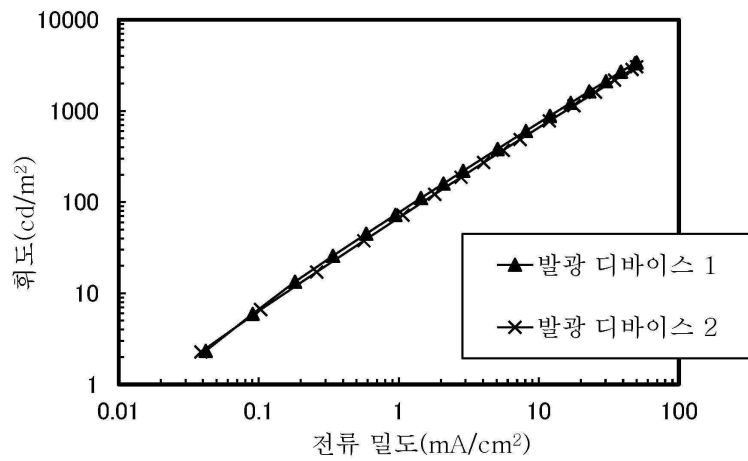
도면27



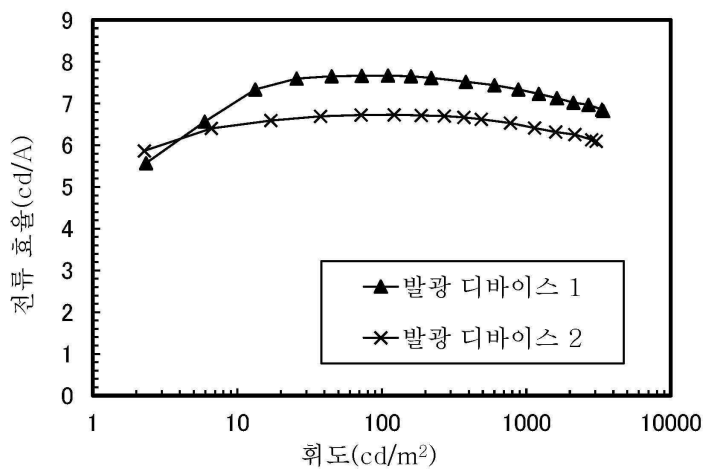
도면28



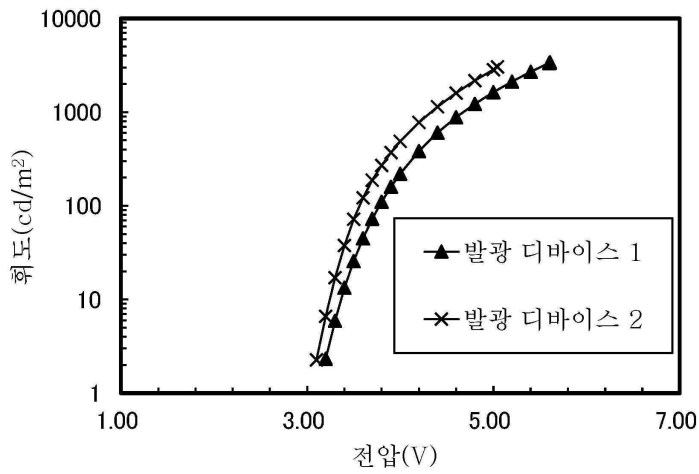
도면29



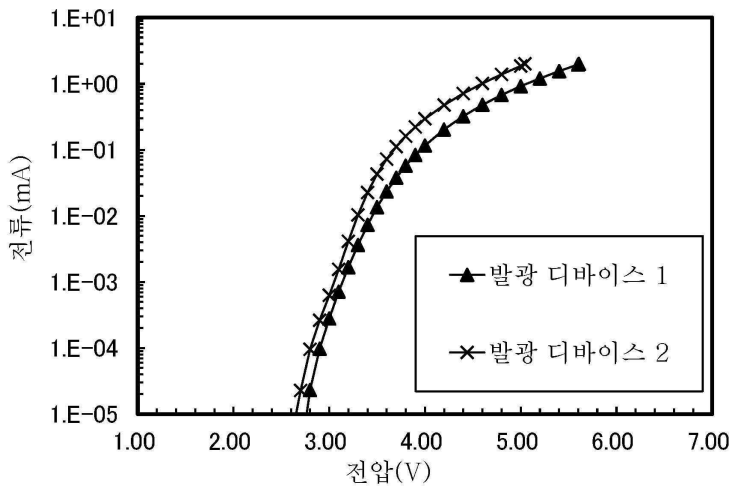
도면30



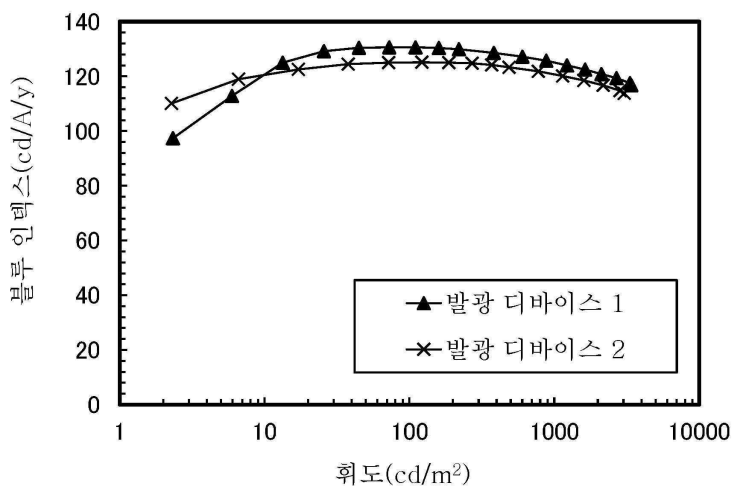
도면31



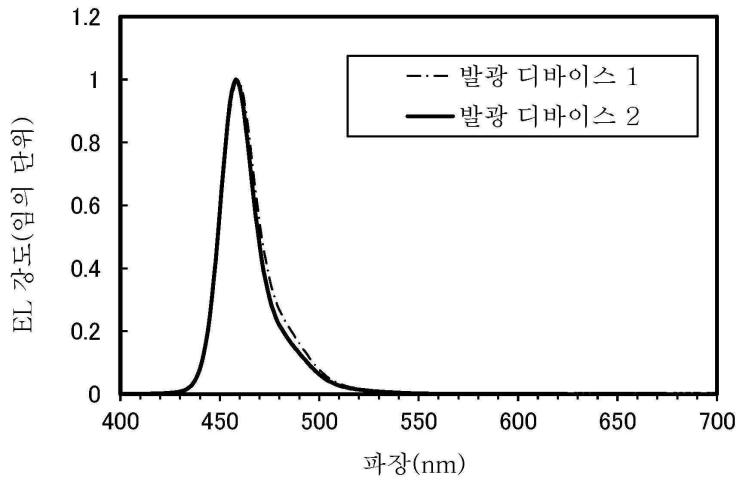
도면32



도면33



도면34



도면35

