(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0133878
(43) 공개일자 2021년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) *H01B 1/12* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5072 (2013.01)
C07F 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0054224
(22) 출원일자 2021년04월27일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2020-078826 2020년04월28일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
가와노 유타
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
우에다 아이리
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 32 항

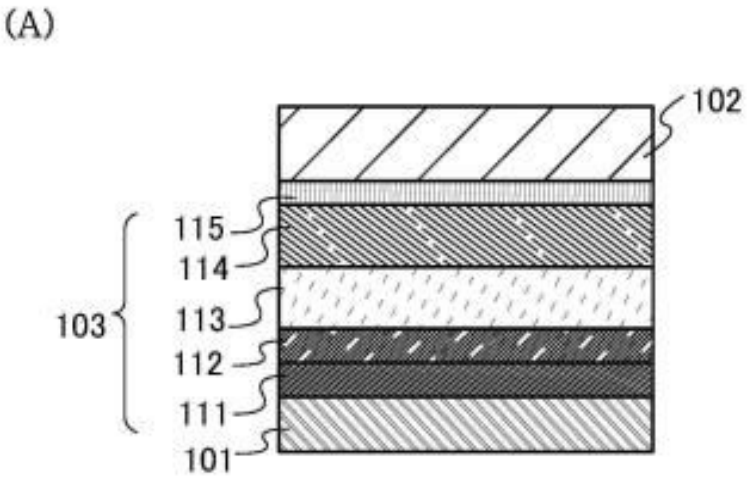
(54) 발명의 명칭 **발광 디바이스, 금속 착체, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치**

(57) 요 약

본 발명은 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공한다.

양극과, 음극과, 상기 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 상기 발광층은 발광 재료를 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 상기 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 상기 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하이고, 상기 알칼리 금속의 금속 착체의, 상기 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인 발광 디바이스를 제공한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01B 1/121 (2013.01)
H01L 27/3225 (2013.01)
H01L 51/0032 (2013.01)
H01L 51/0052 (2013.01)
H01L 51/0059 (2013.01)
H01L 51/0067 (2013.01)
H01L 51/0072 (2013.01)
H01L 51/0073 (2013.01)
H01L 2251/5361 (2013.01)

(72) 발명자
와타베 다케요시
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
오사와 노부하루
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
도수 게이토
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
오사카 하루에
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
서오 사토시
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
나루카와 료
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
노무라 시호
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

(30) 우선권주장
JP-P-2020-098260 2020년06월05일 일본(JP)
JP-P-2020-202413 2020년12월07일 일본(JP)

명 세 서

청구범위

청구항 1

발광 디바이스로서,

양극;

음극; 및

상기 양극과 상기 음극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL층은 발광층 및 전자 수송층을 포함하고,

상기 발광층은 발광 재료를 포함하고,

상기 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물 및 알칼리 금속의 금속 착체를 포함하고,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의, 상기 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하이고,

상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의, 상기 발광 재료가 발하는 상기 광의 상기 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인, 발광 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의, 상기 발광 재료가 발하는 상기 광의 상기 피크 파장에서의 상기 정상광 굴절률과, 상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의, 상기 발광 재료가 발하는 상기 광의 상기 피크 파장에서의 상기 정상광 굴절률의 합을 2로 나눔으로써 얻어지는 수치는 1.50 이상 1.75 미만인, 발광 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전자 수송층의, 상기 발광 재료가 발하는 상기 광의 상기 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만인, 발광 디바이스.

청구항 4

발광 디바이스로서,

양극;

음극; 및

상기 양극과 상기 음극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL층은 발광층 및 전자 수송층을 포함하고,

상기 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물 및 알칼리 금속의 금속 착체를 포함하고,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의, 455nm 내지 465nm의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하이고,

상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의, 455nm 내지 465nm의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인, 발광 디바이스.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의, 455nm 내지 465nm의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 상기 정상광 굴절률과, 상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의, 455nm 내지 465nm의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 상기 정상광 굴절률의 합을 2로 나눔으로써 얻어지는 수치는 1.50 이상 1.75 미만인, 발광 디바이스.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 전자 수송층의, 455nm 내지 465nm의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만인, 발광 디바이스.

청구항 7

발광 디바이스로서,

양극;

음극; 및

상기 양극과 상기 음극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL층은 발광층 및 전자 수송층을 포함하고,

상기 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물 및 알칼리 금속의 금속 착체를 포함하고,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의, 633nm의 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고,

상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의, 633nm의 상기 파장의 상기 광에 대한 정상광 굴절률은 1.40 이상 1.65 이하인, 발광 디바이스.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의, 633nm의 상기 파장의 상기 광에 대한 상기 정상광 굴절률과, 상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의, 633nm의 상기 파장의 상기 광에 대한 상기 정상광 굴절률의 합을 2로 나눔으로써 얻은 수치는 1.45 이상 1.70 미만인, 발광 디바이스.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 전자 수송층의 633nm의 상기 파장의 상기 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 미만인, 발광 디바이스.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물 및 상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체가 각각 알키기 또는 사이클로알킬기를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의 상기 알킬기는 분기를 가지는 알킬기 및 탄소수 3 또는 4의 알킬기 중 어느 하나이고,

상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의 상기 알킬기는 탄소수 1 내지 3의 알킬기인, 발광 디바이스.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물의 상기 알킬기는 t-뷰틸기이고,

상기 알칼리 금속의 상기 금속 착체의 상기 알킬기는 메틸기인, 발광 디바이스.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물에서 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소의 비율이 총탄소수에 대하여 10% 이상 60% 이하인, 발광 디바이스.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물에 대하여 실시된 ^{1}H-NMR 측정의 결과에서, 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값을 웃도는, 발광 디바이스.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 16

제 4 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 17

제 7 항에 있어서,

상기 전자 수송성을 가지는 상기 유기 화합물은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격은 트라이아진 골격 또는 다이아진 골격을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 금속 착체는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 가지는 배위자를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 금속 착체는 하나 또는 2개의 알킬기를 포함하고,

상기 하나 또는 2개의 알킬기는 각각 탄소수가 1 내지 3인, 발광 디바이스.

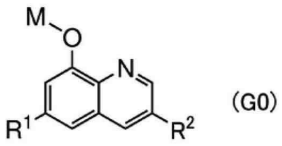
청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 금속 착체는 리튬의 금속 착체인, 발광 디바이스.

청구항 22

일반식(G0)으로 나타내어지는 금속 착체로서,



(G0)

M은 알칼리 금속을 나타내고, R^1은 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타내고, R^2는 수소 또는 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타내는, 금속 착체.

청구항 23

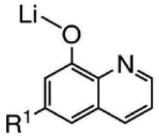
제 22 항에 있어서,

R^2는 메틸기인, 금속 착체.

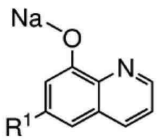
청구항 24

제 22 항에 있어서,

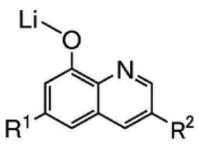
상기 금속 착체는 일반식(G1) 내지 일반식(G3) 중 어느 하나로 나타내어지고,



(G1)



(G2)



(G3)

R^1 및 R^2는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타내는, 금속 착체.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

R^1은 메틸기인, 금속 착체.

청구항 26

제 24 항에 있어서,

R^1은 에틸기인, 금속 착체.

청구항 27

발광 디바이스로서,

제 22 항에 따른 금속 착체를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 28

발광 디바이스로서,

제 22 항에 따른 금속 착체를 발광층과 음극 사이에 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 29

발광 디바이스로서,

제 22 항에 따른 금속 착체를 전자 수송층에 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 30

전자 기기로서,

제 27 항에 따른 발광 디바이스; 및

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

청구항 31

발광 장치로서,

제 27 항에 따른 발광 디바이스; 및

트랜지스터 및 기판 중 적어도 하나를 포함하는, 발광 장치.

청구항 32

조명 장치로서,

제 27 항에 따른 발광 디바이스; 및

하우징을 포함하는, 조명 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[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.

배 경 기 술

[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] 이러한 발광 디바이스는 자발광형이기 때문에, 디스플레이의 화소로서 사용하면 액정에 비하여 시인성이 높고 백라이트가 불필요하다는 등의 장점이 있어, 플랫 패널 디스플레이에는 특히 적합하다. 또한 이러한 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 적합하지만, 특성이 더 양호

한 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, 발광 디바이스의 효율을 저하시키는 큰 요인이 된다. 이 영향을 줄이기 위하여, 굴절률이 낮은 재료로 이루어지는 층을 EL층 내부에 형성하는 구성이 제안되고 있다(예를 들어 비특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) (비특허문헌 1) 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

[0008] 본 발명의 일 형태에서는 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 소비 전력이 낮은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스 중 어느 것을 제공하는 것을 과제로 한다.

[0009] 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 신규 유기 금속 착체(금속 착체)를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 구동 전압이 낮은 발광 디바이스에 적용할 수 있는 금속 착체를 제공하는 것을 과제로 한다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 굴절률이 낮은 전자 수송층을 가지며, 구동 전압이 낮은 발광 디바이스에 적용할 수 있는 금속 착체를 제공하는 것을 과제로 한다.

[0010] 본 발명은 상술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 좋은 것으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 발광층은 발광 재료를 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하이고, 알칼리 금속의 금속 착체의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인 발광 디바이스이다.

[0012] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 발광층은 발광 재료를 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률과, 알칼리 금속의 금속 착체의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치는 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0013] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 발광층은 발광 재료를 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송층의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0014] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하이고, 알칼리 금속의 금속 착체의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인 발광 디바이스이다.

[0015] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자

수송층을 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률과, 알칼리 금속의 금속 착체의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치는 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0016] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송층의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0017] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고, 알칼리 금속의 금속 착체의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.40 이상 1.65 이하인 발광 디바이스이다.

[0018] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률과, 알칼리 금속의 금속 착체의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치는 1.45 이상 1.70 미만인 발광 디바이스이다.

[0019] 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송층의 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 미만인 발광 디바이스이다.

[0020] 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체가 모두 알키기 또는 사이클로알킬기를 가지는 발광 디바이스이다.

[0021] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물이 가지는 알킬기가 분기를 가지는 알킬기 및 탄소수 3 또는 4의 알킬기 중 어느 하나이고, 알칼리 금속의 금속 착체가 가지는 알킬기가 탄소수 1 내지 3의 알킬기인 발광 디바이스이다.

[0022] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물이 가지는 알킬기가 t-뷰틸기이고, 알칼리 금속의 금속 착체가 가지는 알킬기가 메틸기인 발광 디바이스이다.

[0023] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물에서 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소의 비율이 상기 유기 화합물의 총탄소수에 대하여 10% 이상 60% 이하인 발광 디바이스이다.

[0024] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물을 ^{1}H-NMR로 측정한 결과에서, 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값을 웃도는 발광 디바이스이다.

[0025] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물이 트라이아진 골격 또는 다이아진 골격을 가지는 발광 디바이스이다.

[0026] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물이 벤젠 고리를 가지는 발광 디바이스이다.

[0027] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 발광층은 발광 재료를 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률과, 알칼리 금속의 금속 착체의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치는 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0028] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 발광층은 발광 재료를 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송층의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0029] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과

전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 이하이고, 알칼리 금속의 금속 착체의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하인 발광 디바이스이다.

[0030] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률과, 알칼리 금속의 금속 착체의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치는 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0031] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송층의, 455nm 이상 465nm 이하의 범위에서의 어느 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만인 발광 디바이스이다.

[0032] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고, 알칼리 금속의 금속 착체의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.40 이상 1.65 이하인 발광 디바이스이다.

[0033] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률과, 알칼리 금속의 금속 착체의, 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치는 1.45 이상 1.70 미만인 발광 디바이스이다.

[0034] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 양극과 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, EL층은 발광층과 전자 수송층을 가지고, 전자 수송층은 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가지고, 전자 수송층의 633nm의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 미만인 발광 디바이스이다.

[0035] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체가 모두 알키기 또는 사이클로알킬기를 가지는 발광 디바이스이다.

[0036] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 가지는 알킬기가 분기를 가지는 알킬기 및 탄소수 3 또는 4의 알킬기 중 어느 하나이고, 알칼리 금속의 금속 착체가 가지는 알킬기가 탄소수 1 내지 3의 알킬기인 발광 디바이스이다.

[0037] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 가지는 알킬기가 t-뷰틸기이고, 알칼리 금속의 금속 착체가 가지는 알킬기가 메틸기인 발광 디바이스이다.

[0038] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물에서 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소의 비율이 상기 유기 화합물의 총탄소수에 대하여 10% 이상 60% 이하인 발광 디바이스이다.

[0039] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물을 ^{1}H-NMR로 측정한 결과에서, 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값을 웃도는 발광 디바이스이다.

[0040] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 트라이아진 골격 또는 다이아진 골격을 가지는 발광 디바이스이다.

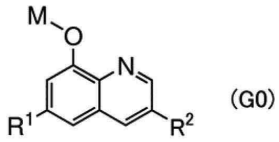
[0041] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 알칼리 금속의 금속 착체가 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가지는 금속 착체인 발광 디바이스이다.

[0042] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 알칼리 금속의 금속 착체가 하나의 알킬기를 가지고, 상기 하나의 알킬기가 탄소수 1 내지 3의 알킬기인 발광 디바이스이다.

[0043] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 알칼리 금속의 금속 착체가 리튬의 금속 착체인 발광 디바이스이다.

[0044] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 금속 착체가 하기 일반식(G0)으로 나타내어지는 금속 착체인 발광 디바이스이다.

[0045] [화학식 1]

[0046] 

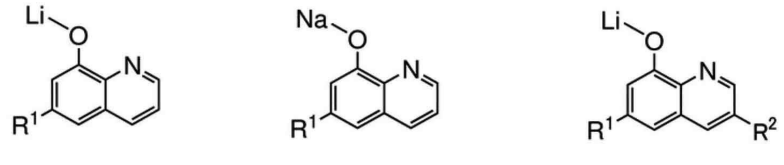
(G0)

[0047] 다만, 상기 일반식(G0)에서 M은 알칼리 금속을 나타내고, R^1은 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타내고, R^2는 수소 또는 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타낸다.

[0048] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, R^2가 메틸기인 발광 디바이스이다.

[0049] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 금속 착체가 하기 일반식(G1) 내지 일반식(G3) 중 어느 것으로 나타내어지는 금속 착체인 발광 디바이스이다.

[0050] [화학식 2]

[0051] 

[0052] 다만, 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G3)에서 R^1은 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타내고, 일반식(G3)에서 R^2는 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타낸다.

[0053] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, R^1이 메틸기인 발광 디바이스이다.

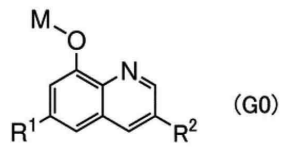
[0054] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, R^1이 에틸기인 발광 디바이스이다.

[0055] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 M이 리튬인 발광 디바이스이다.

[0056] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 M이 소듐인 발광 디바이스이다.

[0057] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G0)으로 나타내어지는 금속 착체이다.

[0058] [화학식 3]

[0059] 

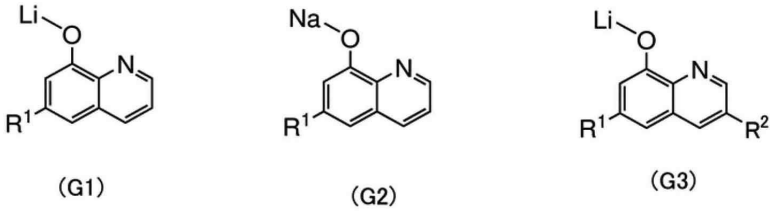
(G0)

[0060] 다만, 상기 일반식(G0)에서 M은 알칼리 금속을 나타내고, R^1은 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타내고, R^2는 수소 또는 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타낸다.

[0061] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, R^2가 메틸기인 금속 착체이다.

[0062] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 하기 일반식(G1) 내지 일반식(G3) 중 어느 것으로 나타내어지는 금속 착체이다.

[0063] [화학식 4]



[0064]

[0065] 다만, 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G3)에서 R^1 및 R^2는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타낸다.

[0066] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, R^1이 메틸기인 금속 착체이다.

[0067] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, R^1이 에틸기인 금속 착체이다.

[0068] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 M이 리튬인 금속 착체이다.

[0069] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 M이 소듐인 금속 착체이다.

[0070] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 금속 착체를 가지는 발광 디바이스이다.

[0071] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 일반식(G1)으로 나타내어지는 금속 착체의, 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장에서의 정상광 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하인 발광 디바이스이다.

[0072] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 금속 착체를 발광층과 음극 사이에 가지는 발광 디바이스이다.

[0073] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 금속 착체를 전자 수송층에 가지는 발광 디바이스이다.

[0074] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 것 중 어느 것에 기재된 발광 디바이스와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 및 마이크로폰 중 적어도 하나를 가지는 전자 기기이다.

[0075] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 것 중 어느 것에 기재된 발광 디바이스와, 트랜지스터 및 기판 중 적어도 하나를 가지는 발광 장치이다.

[0076] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 것 중 어느 것에 기재된 발광 디바이스와, 하우징을 가지는 조명 장치이다.

[0077] 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 기판이 제공된 모듈, 또는 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 발광 디바이스에 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 발광 장치에 포함되는 경우가 있다. 또한 조명 기구 등은 발광 장치를 가지는 경우가 있다.

발명의 효과

[0078] 본 발명의 일 형태에서는 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 일 형태에서는 소비 전력이 낮은 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스 중 어느 것을 제공할 수 있다.

[0079] 본 발명의 다른 일 형태에서는 신규 유기 금속 착체(금속 착체)를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 구동 전압이 낮은 발광 디바이스에 적용할 수 있는 금속 착체를 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 굴절률이 낮은 전자 수송층을 가지며, 구동 전압이 낮은 발광 디바이스에 적용할 수 있는 금속 착체를 제공할 수 있다.

[0080] 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

[0081] 도 1의 (A), (B), 및 (C)는 발광 디바이스의 개략도이다.

도 2의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 나타낸 도면이다.

도 3의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 나타낸 도면이다.

도 4는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 나타낸 도면이다.

도 5의 (A) 및 (B)는 패시브 매트릭스형 발광 장치를 나타낸 도면이다.

도 6의 (A) 및 (B)는 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 7의 (A), (B1), (B2), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.

도 8의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.

도 9는 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 10은 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 11은 차량 탑재 표시 장치 및 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 12의 (A) 및 (B)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.

도 13의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.

도 14는 mmtBumBP-dmmtBuPTzn, mPn-mDMePyPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 15는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 16은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 17은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 18은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 19는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 블루 인덱스-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 20은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 21은 mmtBumBP-dmmtBuPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 22는 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 23은 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 24는 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 25는 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 26은 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 블루 인덱스-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 27은 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 28은 mPn-mDMePyPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 29는 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 30은 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 31은 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 32는 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 33은 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 34는 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 블루 인덱스-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 35는 Li-6mq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 36은 mmtBumBP-dmmtBuPTzn의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 37은 mmtBumBPTzn, mPn-mDMePyPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 38은 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 39는 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 40은 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 41은 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 전류 밀도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 42는 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 43은 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 블루 인덱스-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 44는 mmtBumBPTzn의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 45는 Li-6eq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 46은 Li-6eq의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

도 47은 Na-6mq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 48은 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 49는 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 50은 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 51은 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 전류 밀도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 52는 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 53은 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 파워 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 54는 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 55는 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 56은 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 57은 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 58은 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 전류 밀도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 59는 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 60은 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 파워 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 61은 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 62는 발광 디바이스 9, 발광 디바이스 10, 발광 디바이스 11, 및 발광 디바이스 12의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 63은 발광 디바이스 9, 발광 디바이스 10, 발광 디바이스 11, 및 발광 디바이스 12의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 64는 발광 디바이스 9, 발광 디바이스 10, 발광 디바이스 11, 및 발광 디바이스 12의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 65는 발광 디바이스 9, 발광 디바이스 10, 발광 디바이스 11, 및 발광 디바이스 12의 전류 밀도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 66은 발광 디바이스 9, 발광 디바이스 10, 발광 디바이스 11, 및 발광 디바이스 12의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 67은 발광 디바이스 9, 발광 디바이스 10, 발광 디바이스 11, 및 발광 디바이스 12의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 68은 Li-3,6dmq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 69는 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 70은 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 71은 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 72는 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 전류 밀도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 73은 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 74는 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 75는 mmtBumBPTzn, Li-mq, Li-5mq, Li-6mq, 및 Li-7mq의 굴절률을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0082] 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.

[0083] (실시형태 1)

[0084] 도 1의 (A)는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 나타낸 도면이다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 양극(101), 음극(102), EL층(103)을 가지고, 이 EL층(103)은 발광층(113) 및 전자 수송층(114)을 가진다.

[0085] 발광층(113)은 적어도 발광 재료를 가지고, 전자 수송층(114)은 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체를 가진다.

[0086] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서 전자 수송층(114)에 포함되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과, 알칼리 금속의 금속 착체는, 발광층(113)이 가지는 발광 재료가 발하는 광의 피크 파장(λp)에서의 각 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치가 1.50 이상 1.75 미만, 바람직하게는 1.50 이상 1.70 미만이 되는 조합인 것이 바람직하다.

[0087] 또한 상기 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과, 알칼리 금속의 금속 착체의 굴절률은 상기 재료의 박막을 측정함으로써 결정되지만, 이와 같은 박막에서 재료가 이방성을 가지는 경우, 정상광에 대한 굴절률과 이상광에 대한 굴절률이 상이한 경우가 있다. 측정하는 박막이 이러한 상태에 있는 경우, 이방성 해석을 실시함으로써, 정상광 굴절률과 이상광 굴절률로 분리하여 각 굴절률을 산출할 수 있다. 또한 본 명세서에서는, 측정한 재료에 정상광 굴절률과 이상광 굴절률의 양쪽이 존재한 경우, 정상광 굴절률을 지표로서 사용한다.

[0088] 이와 같은 재료를 사용한 전자 수송층(114)은 굴절률이 낮은 층으로 할 수 있고, EL층 내부에 굴절률이 낮은 층을 제공함으로써 광 추출 효율이 향상되어 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 일반적으로, 발광 디바이스를 구성하는 유기 화합물의 굴절률은 1.8 내지 1.9 정도이고, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 굴절률이 낮은 전자 수송층을 가짐으로써 발광 효율이 높은 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0089] 특히 전자 수송층(114)은 발광층(113)과 음극(102) 사이에 제공되므로, 톱 이미션형 발광 디바이스에 적합하다.

[0090] 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서의 전자 수송층(114)의, λp의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만인 것이 바람직하고, 1.50 이상 1.70 미만인 것이 더 바람직하다.

[0091] 특히 상기 전자 수송층(114)에 포함되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 λp의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.75 이하의 물질인 것이 바람직하고, 알칼리 금속의 금속 착체는 λp의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하의 물질인 것이 바람직하다.

[0092] 또한 청색 발광 디바이스에서, 상기 발광 재료는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하)의 범위에서의 어느 파장(λ_B)의 광을 발하기 때문에, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과, 알칼리 금속의 금속 착체는, λ_B의 광에 대한 각 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 수치가 1.50 이상 1.75 미만이 되는 조합인 것이 바람직하고, 1.50 이상 1.70 미만이 되는 조합인 것이 더 바람직하다.

[0093] 또한 마찬가지로, 청색 발광 디바이스에서의 전자 수송층(114)의, λ_B의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.50 이상 1.75 미만, 바람직하게는 1.50 이상 1.70 미만인 것이 바람직하다. 특히 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 λ_B의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.75 이하의 물질인 것이 바람직하고, 1.50 이상 1.70 이하의 물질인 것이 더 바람직하고, 알칼리 금속의 금속 착체는 λ_B의 광에 대한 정상광 굴절률이 1.45 이상 1.70 이하의 물질인 것이 바람직하다.

[0094] 또한 원리적으로 굴절률은 단파장 측이 높고, 장파장 측이 낮아지기 때문에, 본 발명의 일 형태의 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체는, 633nm의 파장의 광에 대한 각 정상광 굴절률을 합하여 2로 나눈 값이 1.45 이상 1.70 미만이 되는 조합인 것이 바람직하다. 또한 마찬가지로, 본 발명의 일 형태의 전자 수송층(114)의, 633nm의 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 미만인 것이 바람직하다. 또한 특히 본 발명의 일 형태의 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물의, 633nm의 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.45 이상 1.70 이하이고, 본 발명의 일 형태의 전자 수송층(114)에 사용되는 알칼리 금속의 금속 착체의, 633nm의 파장의 광에 대한 정상광 굴절률은 1.40 이상 1.65 이하인 것이 바람직하다.

[0095] 또한 본 발명의 일 형태의 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체는 모두 알킬기 또는 사이클로알킬기를 가지는 것이 바람직하다. 이들이 알킬기 또는 사이클로알킬기를 가짐으로써 굴절률을 저하시킬 수 있어, 굴절률이 낮은 전자 수송층(114)을 실현할 수 있다.

[0096] 여기서 일반적으로, 알킬기나 사이클로알킬기가 존재하면, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 알칼리 금속의 금속 착체의 상호 작용(도킹(docking)이라고도 함)이 저해되어 구동 전압의 상승이 초래된다고 생각되어 있었지만, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 구동 전압도 크게 상승되지 않고, 굴절률이 낮은 전자 수송층을 가진, 발광 효율이 높은 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0097] 또한 상기 전자 수송성을 가지는 유기 화합물이 가지는 알킬기는 분기를 가지는 알킬기인 것이 바람직하고, 탄소수 3 또는 4의 알킬기인 것이 특히 바람직하고, tert-뷰틸기인 것이 더 바람직하다. 또한 알칼리 금속의 금속 착체가 가지는 알킬기의 탄소수는 1 내지 3 중 어느 하나를 가지는 것이 바람직하고, 메틸기인 것이 특히 바람직하다.

[0098] 상기 전자 수송층(114)을 구성하고 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은, 하나 이상 3개 이하의 질소를 포함하는 6원 고리의 헤테로 방향족 고리를 적어도 하나 가지고, 고리를 형성하는 탄소수 6 내지 14의 방향족 탄화수소 고리를 복수로 가지고, 복수의 상기 방향족 탄화수소 고리 중 적어도 2개는 벤젠 고리이고, sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄화수소기를 복수로 가지는 유기 화합물을 포함하는 것이 바람직하다.

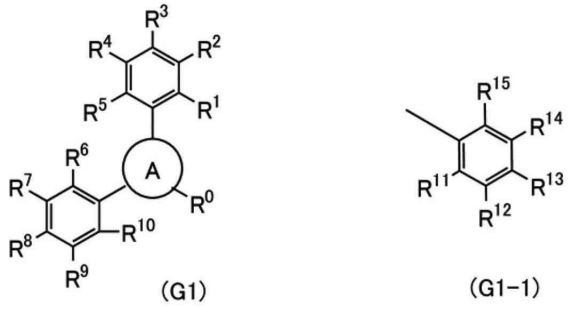
[0099] 또한 이와 같은 유기 화합물은 상기 유기 화합물의 분자 내의 총탄소수에 대한, sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소수의 비율이 10% 이상 60% 이하인 것이 바람직하고, 10% 이상 50% 이하인 것이 더 바람직하다. 또는 이와 같은 유기 화합물은 ^{1}H-NMR로 상기 유기 화합물의 측정을 수행한 결과에서, 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값의 1/2배 이상인 것이 바람직하다.

[0100] 또한 상기 유기 화합물에서 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 모든 탄화수소기는 상기 고리를 형성하는 탄소수 6 내지 14의 방향족 탄화수소 고리에 결합되고, 그 방향족 탄화수소 고리에는 상기 유기 화합물의 LUMO가 분포되어 있지 않은 것이 바람직하다.

[0101] 또한 상기 유기 화합물은, 전자 수송층(114)에 포함되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물에 상당한다.

[0102] 상기 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 하기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물인 것이 바람직하다.

[0103] [화학식 5]



(G1) (G1-1)

[0104]

[0105] 식에서, A는 1개 내지 3개의 질소를 포함하는 6원 고리의 헤테로 방향족 고리를 나타내고, 피리딘 고리, 피리미딘 고리, 피라진 고리, 피리다진 고리, 트라이아진 고리 중 어느 것인 것이 바람직하다.

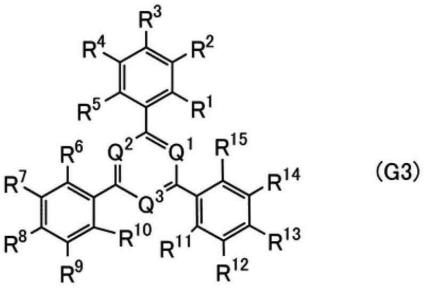
[0106] 또한 R^0은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 10의 지환식기, 및 식(G1-1)으로 나타내어지는 치환기 중 어느 것을 나타낸다.

[0107] R^1 내지 R^{15} 중 적어도 하나는 치환기를 가지는 페닐기이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 10의 지환식기, 치환 또는 비치환된, 고리를 형성하는 탄소수 6 내지 14의 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 피리딜기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R^1, R^3, R^5, R^6, R^8, R^{10}, R^{11}, R^{13}, 및 R^{15}는 수소인 것이 바람직하다. 상기 치환기를 가지는 페닐기는 하나 또는 2개의 치환기를 가지고, 상기 치환기는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 10의 지환식기, 치환 또는 비치환된, 고리를 형성하는 탄소수 6 내지 14의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다.

[0108] 또한 상기 일반식(G1)으로 나타내어지는 유기 화합물은 탄소수 1 내지 6의 알킬기 및 탄소수 3 내지 10의 지환식기 중에서 선택되는 탄화수소기를 복수로 가지고, 분자 내의 총탄소수에 대한 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소수의 비율은 10% 이상 60% 이하이다.

[0109] 또한 상기 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 하기 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물인 것이 바람직하다.

[0110] [화학식 6]



(G3)

[0111]

[0112] 식에서, Q^1 내지 Q^3 중 2개 또는 3개는 N을 나타내고, 상기 Q^1 내지 Q^3 중 2개가 N인 경우, 나머지 하나는 CH를 나타낸다.

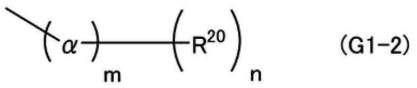
[0113] 또한 R^1 내지 R^{15} 중 적어도 하나는 치환기를 가지는 페닐기이고, 나머지는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 10의 지환식기, 치환 또는 비치환된, 고리를 형성하는 탄소수 6 내지 14의 방향족 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 피리딜기 중 어느 것을 나타낸다. 또한 R^1, R^3, R^5, R^6, R^8, R^{10}, R^{11}, R^{13}, 및 R^{15}는 수소인 것이 바람직하다. 상기 치환기를 가지는 페닐기는 하나 또는 2개의 치환기를 가지고, 상기 치

환기는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 10의 지환식기, 치환 또는 비치환된, 고리를 형성하는 탄소수 6 내지 14의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다.

[0114] 또한 상기 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물은 탄소수 1 내지 6의 알킬기 및 탄소수 3 내지 10의 지환식기 중에서 선택되는 탄화수소기를 복수로 가지고, 분자 내의 총탄소수에 대한 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소수의 비율은 10% 이상 60% 이하인 것이 바람직하다.

[0115] 또한 상기 일반식(G1) 또는 일반식(G3)으로 나타내어지는 유기 화합물에서, 치환기를 가지는 페닐기는 이하의 식(G1-2)으로 나타내어지는 기인 것이 바람직하다.

[0116] [화학식 7]

[0117] 

(G1-2)

[0118] 식에서, α는 치환 또는 비치환된 페닐렌기를 나타내고, 메타 위치에서 치환된 페닐렌기인 것이 바람직하다. 또한 메타 위치에서 치환된 페닐렌기가 하나의 치환기를 가지는 경우, 상기 치환기도 메타 위치에서 치환되는 것이 바람직하다. 또한 상기 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기 또는 탄소수 3 내지 10의 지환식기인 것이 바람직하고, 탄소수 1 내지 6의 알킬기인 것이 더 바람직하고, t-뷰틸기인 것이 더욱 바람직하다.

[0119] R^{20}은 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 3 내지 10의 지환식기, 및 치환 또는 비치환된, 고리를 형성하는 탄소수 6 내지 14의 방향족 탄화수소기를 나타낸다.

[0120] 또한 m 및 n은 1 또는 2를 나타낸다. 또한 m이 2인 경우, 복수의 α는 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 n이 2인 경우, 복수의 R^{20}은 각각 같아도 좋고 상이하여도 좋다. 또한 R^{20}은 페닐기인 것이 바람직하고, 2개의 메타 위치 중 한쪽 또는 양쪽에 탄소수 1 내지 6의 알킬기 또는 탄소수 3 내지 10의 지환식기를 가지는 페닐기인 것이 더 바람직하다. 또한 상기 페닐기가 2개의 메타 위치 중 한쪽 또는 양쪽에 가지는 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기인 것이 바람직하고, t-뷰틸기인 것이 더 바람직하다.

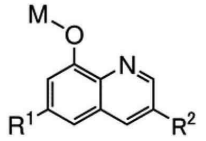
[0121] 또한 알칼리 금속의 금속 착체는 리튬의 금속 착체 또는 소듐의 금속 착체인 것이 바람직하다. 또한 상기 금속 착체의 배위자는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자인 것이 바람직하다.

[0122] 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 리튬 착체 또는 소듐 착체가 알킬기를 가지는 경우, 상기 착체가 가지는 알킬기는 하나 또는 2개인 것이 바람직하다. 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬은 굴절률이 낮은 금속 착체로 할 수 있다. 구체적으로는, 박막 상태에서 455nm 이상 465nm 이하의 범위의 파장의 광에 대한 정상광 굴절률을 1.45 이상 1.70 이하로 하고, 633nm의 파장의 광에 대한 정상광 굴절률을 1.40 이상 1.65 이하로 할 수 있다.

[0123] 또한 특히 6위치에 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 배위자를 가지는 알칼리 금속 착체를 사용하면 발광 디바이스의 구동 전압을 저하시킬 수 있다. 그 중에서도 6-알킬-8-퀴놀리놀레이토 배위자를 가지는 알칼리 금속 착체, 또는 3,6-다이알킬-8-퀴놀리놀레이토 배위자를 가지는 알칼리 금속 착체를 사용한 발광 디바이스의 특성이 양호하기 때문에 바람직하다. 또한 상기 알킬기는 메틸기 또는 에틸기인 것이 더 바람직하다.

[0124] 여기서, 상기 6위치에 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 배위자를 가지는 알칼리 금속 착체는 이하의 일반식(G0)과 같이 나타낼 수 있다.

[0125] [화학식 8]

[0126] 

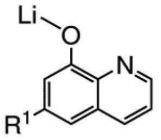
(G0)

[0127] 다만, 상기 일반식(G0)에서 M은 알칼리 금속을 나타내고, R^1은 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타내고, R^2는 수소 또는 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타낸다.

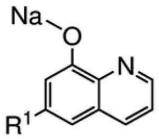
[0128] 또한 상기 일반식(G0)으로 나타내어지는 금속 착체는 특히 이하의 일반식(G1) 내지 일반식(G3) 중 어느 것으로

나타내어지는 금속 착체인 것이 바람직하다.

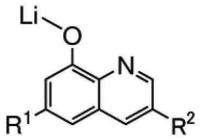
[0129] [화학식 9]



(G1)



(G2)



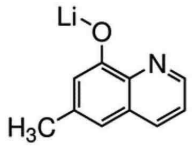
(G3)

[0130]

[0131] 다만, 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G3)에서 R^1 및 R^2는 각각 독립적으로 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 나타낸다. 이와 같은 구성을 가지는 금속 착체를 사용함으로써, 발광 효율이 높고 구동 전압이 낮은 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 일반식(G3)으로 나타내어지는 금속 착체는 진공 증착 시의 증착 레이트가 안정적이기 때문에 바람직하다. 또한 R^1 및 R^2가 각각 독립적으로 탄소수 1이면 탄소수 2 이상인 경우보다 구동 전압이 낮아지기 때문에 더 바람직하다.

[0132] 또한 상기 일반식(G1) 내지 일반식(G3)으로 나타내어지는 금속 착체에서, 더 바람직한 형태로서는 이하의 구조식(100), 구조식(101), 구조식(102), 구조식(200)으로 나타내어지는 금속 착체가 있다.

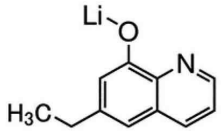
[0133] [화학식 10]



(100)

[0134]

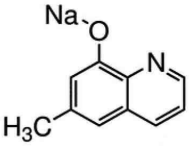
[0135] [화학식 11]



(101)

[0136]

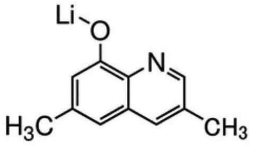
[0137] [화학식 12]



(102)

[0138]

[0139] [화학식 13]



(200)

[0140]

[0141] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서의 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 상술한 바와 같이 탄소수 3 또는 4의 알킬기를 가지는 것이 바람직하지만, 특히 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 상기 알킬기를 복수로 가지는 것이 바람직하다. 그러나, 분자 내의 알킬기의 수가 지나치게 많으면 캐리어 수송성이 저하되기 때문에, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물에서 sp^3 혼성 궤도로 결합을 형성하는 탄소의 비율은 상기 유기 화합물의 총탄소수에 대하여 10% 이상 60% 이하가 바람직하고, 10% 이상 50% 이하인 것이 더 바람직하다. 이와 같은 구성을 가지는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 전자 수송성이 크게 저하되지 않고, 낮은 굴절률을 실현할 수 있다.

[0142] 또한 이와 같은 유기 화합물을 ^{1}H-NMR(양성자 핵자기 공명)로 측정하면, 4ppm 미만의 시그널의 적분값이 4ppm 이상의 시그널의 적분값을 웃도는 결과가 된다.

[0143] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서의 전자 수송층(114)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물은 트라이아진 골격 또는 다이아진 골격을 가지면 캐리어 수송성이 양호하기 때문에 바람직하다.

[0144] 상기 전자 수송층은 상술한 바와 같이 굴절률이 낮고 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과, 굴절률이 낮은 알칼리 금속의 금속 착체를 가짐으로써, 구동 전압 등이 크게 악화되지 않고, 굴절률이 낮은 층이 될 수 있다. 그 결과, 발광층(113)으로부터의 광의 추출 효율이 향상되어, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 발광 효율이 높은 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0145] 이어서, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스의 다른 구조나 재료의 예에 대하여 설명한다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 상술한 바와 같이 양극(101)과 음극(102)의 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층으로 이루어지는 EL층(103)을 가지고, 상기 EL층(103)은 발광 재료를 가지는 발광층(113)과, 상술한 바와 같은 구성을 가지는 전자 수송층(114)을 가진다.

[0146] 양극(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 양극(101)에 사용되는 재료로서는 예를 들어 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브데넘(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어 질화 타이타늄) 등이 있다. 또는 양극(101)의 재료로서, 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한 후술하는 복합 재료를 EL층(103)에서 양극(101)과 접하는 층에 사용함으로써, 일함수에 상관없이 전극 재료를 선택할 수 있다.

[0147] EL층(103)은 적층 구조를 가지는 것이 바람직하지만, 상기 적층 구조는 특별히 한정되지 않고 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어 차단층(정공 차단층, 전자 차단층), 여기자 차단층, 전하 발생층 등 다양한 층 구조를 적용할 수 있다. 또한 이들 층 중 어느 것이 제공되지 않아도 된다. 본 실시형태에서는 도 1의 (A)에 나타낸 바와 같이, 전자 수송층(114), 전자 주입층(115), 및 발광층(113)에 더하여 정공 주입층(111), 정공 수송층(112)을 가지는 구성, 그리고 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이, 전자 수송층(114), 발광층(113), 정공 주입층(111), 정공 수송층(112)에 더하여 전하 발생층(116)을 가지는 구성의 2종류의 구성에 대하여 설명한다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에서 구체적으로 설명한다.

[0148] 정공 주입층(111)은 억셉터성을 가지는 물질을 포함하는 층이다. 억셉터성을 가지는 물질로서는, 유기 화합물 및 무기 화합물 중 어느 쪽이든 사용할 수 있다.

[0149] 억셉터성을 가지는 물질로서는 전자 흡인기(할로젠기나 사이아노기)를 가지는 화합물을 사용할 수 있고, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F_4-TCNQ), 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라사이아노-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 α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 들 수 있다. 억셉터성을 가지는 물질로서는 상술한 유기 화합물 외에도 몰리브데넘 산화물이나 바나듐 산화물, 루테늄 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등을 사용할 수 있다. 이 외에는 프탈로사이아닌(약칭: H_2Pc)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]페

닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 화합물 등에 의해서도 정공 주입층(111)을 형성할 수 있다. 억셉터성을 가지는 물질은, 전계를 인가함으로써, 인접한 정공 수송층(또는 정공 수송 재료)으로부터 전자를 추출할 수 있다.

[0150] 또한 정공 주입층(111)으로서, 정공 수송성을 가지는 재료에 상기 억셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수도 있다. 또한 정공 수송성을 가지는 재료에 억셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용함으로써, 일함수에 상관없이 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉, 양극(101)으로서 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료도 사용할 수 있게 된다.

[0151] 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 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 이상의 정공 이동도를 가지는 물질인 것이 바람직하다. 이하에서는, 복합 재료에서 정공 수송성을 가지는 재료로서 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0152] 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-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다. 방향족 탄화수소로서는 예를 들어, 2-tert-뷰틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-tert-뷰틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-tert-뷰틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-tert-뷰틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-tert-뷰틸-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, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(tert-뷰틸)페릴렌 등이 있다. 또한 이 외에 펜타센, 코로넨 등을 사용할 수도 있다. 또한 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) 등이 있다. 또한 본 발명의 일 형태의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0153] 또한 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK)이나 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0154] 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 질소와 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), 4,4'-다이페닐-4''-(6;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약

칭: BBAαNβNB), 4,4'-다이페닐-4''-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNβNB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAPβNB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(6;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B), 4,4'-다이페닐-4''-(7;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B-03), 4,4'-다이페닐-4''-(4;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB), 4,4'-다이페닐-4''-(5;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB-02), 4-(4-바이페닐릴)-4'-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNB), 4-(3-바이페닐릴)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiAβNBi), 4-(4-바이페닐릴)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNBi), 4-페닐-4'-(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: αNBA1BP), 4,4'-비스(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: αNBB1BP), 4,4'-다이페닐-4''-[4'-(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]트라이페닐아민(약칭: YGTBi1BP), 4'-[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]트리스(1,1'-바이페닐-4-일)아민(약칭: YGTBi1BP-02), 4-다이페닐-4'-(2-나프틸)-4''-{9-(4-바이페닐릴)카바졸}트라이페닐아민(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(4-바이페닐릴)-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-(다이벤조퓨란-4-일)-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: FrBiF), N-[4-(1-나프틸)페닐]-N-[3-(6-페닐다이벤조퓨란-4-일)페닐]-1-나프틸아민(약칭: mPDBfBNBN), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 4-페닐-4'-[4-(9-페닐플루오렌-9-일)페닐]트라이페닐아민(약칭: BPAFLBi), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-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.

[0155] 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. 또한 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료가 HOMO 준위가 비교적 깊은 물질이면, 정공의 유발이 적절히 억제되어 수명이 더 긴 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0156] 또한 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 플루오린화물을 상기 복합 재료에 더 혼합(상기 층 내의 플루오린 원자의 원자 비율은 20% 이상인 것이 바람직함)시킴으로써, 상기 층의 굴절률을 저감할 수 있다. 이에 의해서도, 굴절률이 낮은 층을 EL층(103) 내부에 형성할 수 있어, 발광 디바이스의 외부 양자 효율을 향상시킬 수 있다.

[0157] 정공 주입층(111)을 형성함으로써, 정공 주입성이 양호해져 구동 전압이 작은 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

[0158] 또한 억셉터성을 가지는 물질 중에서도, 억셉터성을 가지는 유기 화합물은 증착이 용이하여 성막하기 쉬우므로 사용하기 쉬운 재료이다.

[0159] 정공 수송층(112)은 정공 수송성을 가지는 재료를 포함하여 형성된다. 정공 수송성을 가지는 재료는 1×10^{-6} cm^2/Vs 이상의 정공 이동도를 가지는 것이 바람직하다.

[0160] 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: 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)페

닐]-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-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 화합물을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도, 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나 카바졸 골격을 가지는 화합물은 신뢰성과 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한 정공 주입층(111)의 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료의 예로서 든 물질도 정공 수송층(112)을 구성하는 재료로서 적합하게 사용할 수 있다.

[0161] 발광층(113)은 발광 물질과 호스트 재료를 포함한다. 또한 발광층(113)은 기타 재료를 동시에 포함하여도 좋다. 또한 조성이 다른 2층의 적층이어도 좋다.

[0162] 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.

[0163] 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.

[0164] 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), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라-tert-뷰틸페릴렌(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'''-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-일리덴)프로페인다이나이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리덴}프로페인다이나이트릴(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-일리덴}프로페인다이나이트릴(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-일리덴}프로페인다이나이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-4H-피란-4-일리덴)프로페인다이나이트릴(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-일리덴}프로페인다이나이트릴(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.

[0165] 발광층(113)에서 발광 물질로서 인광 발광 물질을 사용하는 경우, 사용할 수 있는 재료의 예로서는, 다음과 같은 것을 들 수 있다.

[0166] 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트라이아졸-3-일-κN2]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)$_3$]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)$_3$]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)$_3$])과 같은 4H-트라이아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)$_3$]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)$_3$])과 같은 1H-트라이아졸 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]페난트리디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)$_3$])과 같은 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,C$^{2'}$]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,C$^{2'}$]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디네이토-N,C$^{2'}$}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF$_3$ppy)$_2$(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,C$^{2'}$]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac))와 같은 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 이리듐 착체를 들 수 있다. 이들은 청색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 440nm 내지 520nm의 파장 영역에서 발광의 피크를 가지는 화합물이다.

[0167] 또한 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)$_3$]), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)$_3$]), (아세틸아세토네이토)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(6-tert-뷰틸-4-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmppm)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(4,6-다이페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)$_2$(acac)])과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이토)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)$_2$(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)$_2$(acac)])과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(2-페닐피리디네이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)$_3$]), 비스(2-페닐피리디네이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(ppy)$_2$(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)$_2$(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)$_3$]), 트리스(2-페닐퀴놀리네이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [Ir(pq)$_3$]), 비스(2-페닐퀴놀리네이토-N,C$^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)$_2$(acac)])와 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 트리스(아세틸아세토네이토)(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 600nm의 파장 영역에서 발광 피크를 가진다. 또한 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는, 신뢰성이나 발광 효율도 매우 높기 때문에, 특히 바람직하다.

[0168] 또한 (다이아이소뷰티릴메타네이토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)$_2$(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭:

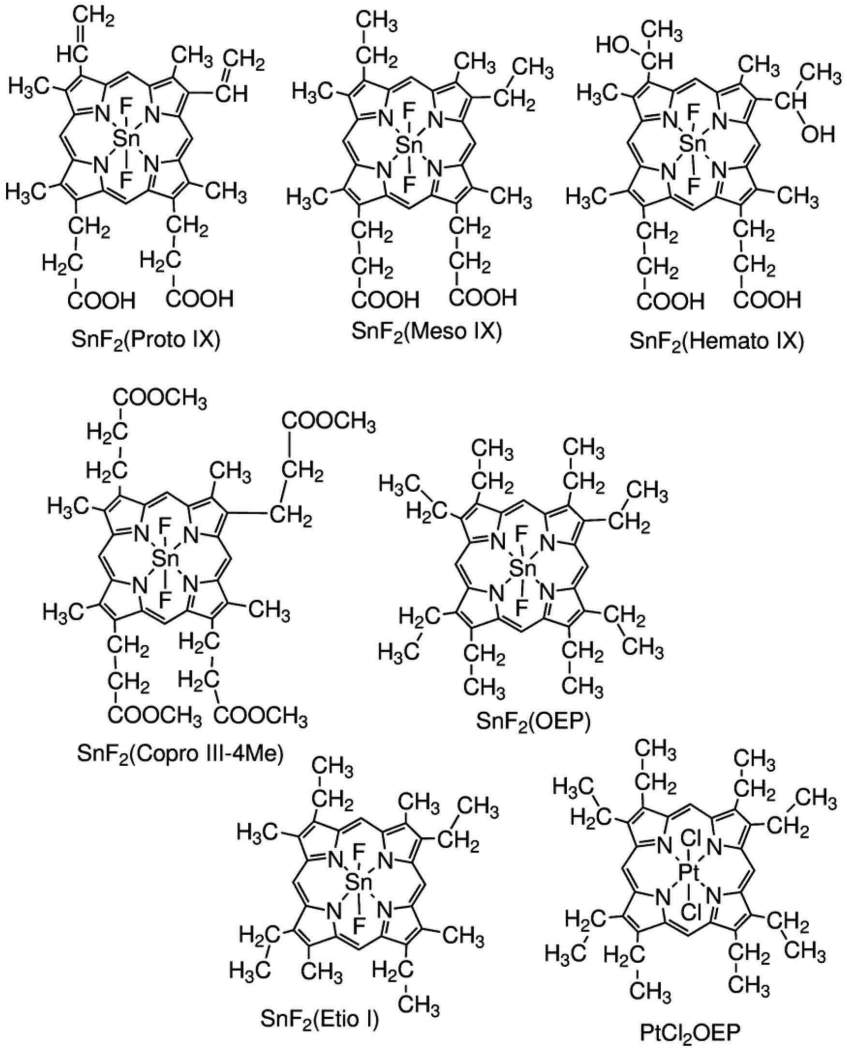
[$Ir(5mdppm)_2(dpm)$]),

비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [$Ir(d1npm)_2(dpm)$])과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [$Ir(tppr)_2(acac)$]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)(다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [$Ir(tppr)_2(dpm)$]), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이토]이리듐(III)(약칭: [$Ir(Fdpq)_2(acac)$])과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,$C^{2'}$)이리듐(III)(약칭: [$Ir(piq)_3$]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,$C^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [$Ir(piq)_2(acac)$])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-프로페인다이오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [$Eu(DBM)_3(Phen)$]), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [$Eu(TTA)_3(Phen)$])과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 적색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 600nm 내지 700nm의 파장 영역에서 발광 피크를 가진다. 또한 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는 색도가 좋은 적색 발광이 얻어진다.

[0169] 또한 상술한 인광성 화합물 외에, 공지의 인광성 화합물을 선택하여 사용하여도 좋다.

[0170] TADF 재료로서는 풀러렌 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 포르피린으로서는, 예를 들어 이하의 구조식으로 나타내어지는 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF_2(Proto IX)), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF_2(Meso IX)), 헤마토포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF_2(Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체(SnF_2(Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF_2(OEP)), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체(SnF_2(Etio I)), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체($PtCl_2$OEP) 등도 있다.

[0171] [화학식 14]

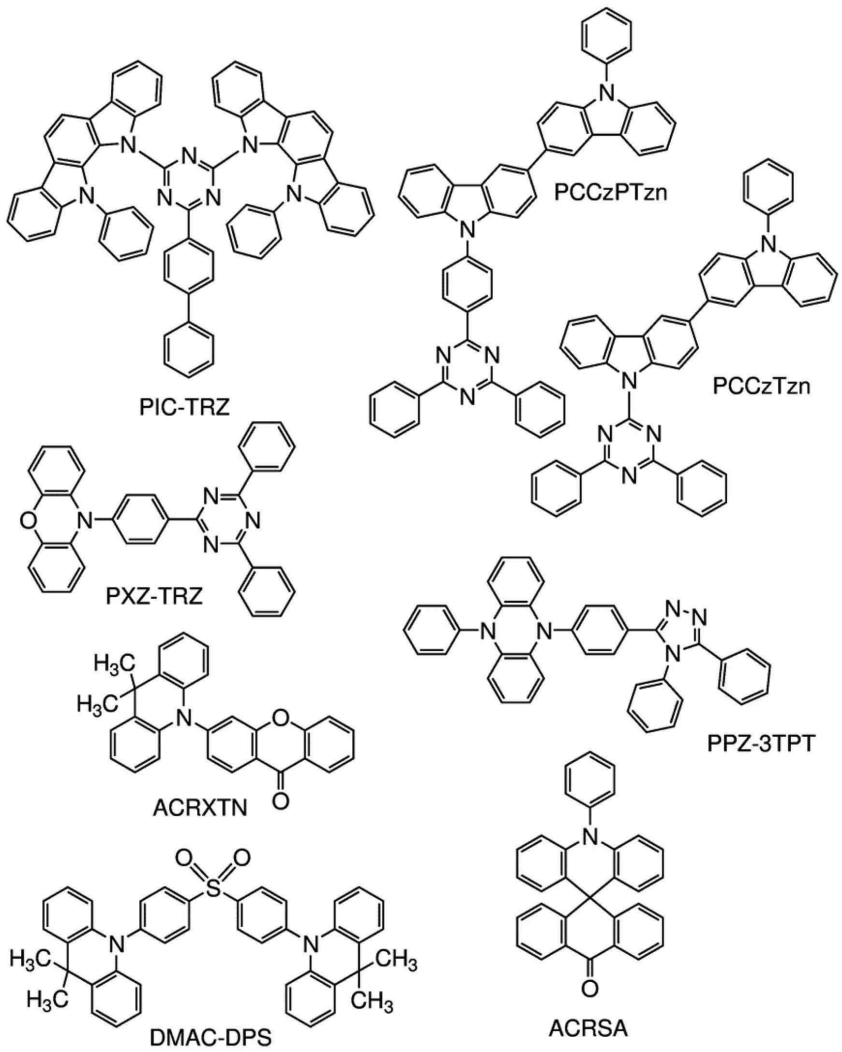


[0172]

[0173] 또한 이하의 구조식으로 나타내어지는 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(약칭: PIC-TRZ)이나, 9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzTzn), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-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-트라이아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트라이아졸(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]설폰(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA) 등의 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리의 한쪽 또는 양쪽을 가지는 헤테로 고리 화합물도 사용할 수 있다. 상기 헤테로 고리 화합물은 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지기 때문에, 전자 수송성 및 정공 수송성이 모두 높아 바람직하다. 이들 중에서도, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 가지는 골격 중, 피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격), 및 트라이아진 골격은 안정적이고 신뢰성이 높으므로 바람직하다. 특히, 벤조퓨로피리미딘 골격, 벤조티에노피리미딘 골격, 벤조퓨로피라진 골격, 벤조티에노피라진 골격은 억셉터성이 높고 신뢰성이 높으므로 바람직하다. 또한 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리를 가지는 골격 중에서도, 아크리딘 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격, 퓨란 골격, 싸이오펜 골격, 및 피롤 골격은 안정적이고 신뢰성이 높으므로, 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 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은, π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 전자 공

여성과 π전자 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 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 대신에, 사이아노기와 같은 전자 흡인기가 결합된 방향족 고리를 사용하여도 좋다. 또한 π전자 과잉형 골격으로서 방향족 아민 골격, 페나진 골격 등을 사용할 수 있다. 또한 π전자 부족형 골격으로서 크산텐 골격, 싸이오크산텐다이옥사이드 골격, 옥사다이아졸 골격, 트라이아졸 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, 설폰 골격 등을 사용할 수 있다. 이와 같이, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 및 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 적어도 한쪽 대신에 π전자 부족형 골격 및 π전자 과잉형 골격을 사용할 수 있다.

[0174] [화학식 15]



[0175]

[0176] 또한 TADF 재료는, S1 준위와 T1 준위의 차이가 작고, 역 항간 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 항간 교차)할 수 있고, 단일항 여기 상태를 효율적으로 생성할 수 있다. 또한 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있다.

[0177] 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.

[0178] 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.

[0179] 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.

[0180] 발광층의 호스트 재료로서는, 전자 수송성을 가지는 재료나 정공 수송성을 가지는 재료, 상기 TADF 재료 등 다양한 캐리어 수송 재료를 사용할 수 있다.

[0181] 정공 수송성을 가지는 재료로서는, 아민 골격이나 π전자 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]-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-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 신뢰성과 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한 정공 수송층(112)에서의 정공 수송성을 가지는 재료의 예로서 든 유기 화합물도 사용할 수 있다.

[0182] 전자 수송성을 가지는 재료로서는 예를 들어 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이토)베릴륨(II)(약칭: $BeBq_2$), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BAlq), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체나 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 바람직하다. π전자 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-트라이아졸(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]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 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]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn), 2-[(1,1'-바이페닐)-4-일]-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트라이아진(약칭: BP-SFTzn), 2-{3-[3-(벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mBnfBPTzn), 2-{3-[3-(벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-일)페닐]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mBnfBPTzn-02) 등의 트라이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이 있다. 상술한 것 중에서도 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이나 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 트라이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 신뢰성이 높으므로 바람직하다. 특히, 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 트라이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 전자 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여한다.

[0183] 호스트 재료로서 사용할 수 있는 TADF 재료로서는, 상술한 TADF 재료를 마찬가지로 사용할 수 있다. TADF 재료를 호스트 재료로서 사용하면, TADF 재료에서 생성된 삼중항 여기 에너지가 역 항간 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.

[0184] 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.

[0185] 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.

[0186] 또한 역 항간 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, π결합을 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. π결합을 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 π결합을 가지는 골격인 것이 바람직하고, 방향족 고리를 포함하는 것이 바람직하고, 축합 방향족 고리 또는 축합 헤테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다. 축합 방향족 고리 또는 축합 헤테로 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.

[0187] 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 가지는 경우에는, 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 얕아져 정공이 들어가기 쉬워지기 때문에 더 바람직하다. 특히, 호스트 재료가 다이벤조카바졸 골격을 가지는 경우, 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 얕아져 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: αN-βNPAnth) 등을 들 수 있다. 특히 CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA, PCzPA는 매우 양호한 특성을 나타내기 때문에 바람직하다.

[0188] 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 조정할 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.

[0189] 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.

[0190] 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.

[0191] 또한 들뜬 복합체를 형성하는 재료 중 적어도 한쪽은 인광 발광 물질이어도 좋다. 이 경우, 역 항간 교차에 의하여 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 효율적으로 변환할 수 있다.

[0192] 들뜬 복합체를 효율적으로 형성하는 재료의 조합으로서는, 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.

[0193] 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 좋다. 즉, 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 및 이들 혼합막의 과도 EL을 비교하여 과도 응답의 차이를 관측하는 것에 의해서도 들뜬 복합체의 형성을 확인할 수 있다.

[0194] 전자 수송층(114)은 본 발명의 구성을 가짐으로써 굴절률이 낮은 층으로 할 수 있어, 구동 전압을 크게 저하시키지 않고 EL층(103) 내부에 굴절률이 낮은 층을 형성할 수 있으므로, 발광 디바이스의 외부 양자 효율을 향상시킬 수 있다.

[0195] 또한 본 구성을 가지는 전자 수송층(114)은 전자 주입층(115)을 겸하는 경우가 있다.

[0196] 또한 전자 수송층(114)은 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1\times10^{-7}cm^2/Vs$ 이상 $5\times10^{-5}cm^2/Vs$ 이하인 것이 바람직하다. 전자 수송층(114)에서의 전자 수송성을 저하시킴으로써, 발광층으로의 전자의 주입량을 제어할 수 있기 때문에, 발광층이 전자 과다 상태가 되는 것을 방지할 수 있다. 이 구성은, 정공 주입층을 복합 재료로서 형성하고, 상기 복합 재료에서의 정공 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위가 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하로 비교적 깊은 경우에 수명이 길어지기 때문에 특히 바람직하다. 또한 이때, 전자 수송성을 가지는 재료는 HOMO 준위가 -6.0eV 이상인 것이 바람직하다.

[0197] 또한 전자 수송층(114) 내에서 알칼리 금속 또는 알칼리 금속의 금속 착체는 두께 방향에서 농도차(0인 경우도 포함함)가 존재하는 것이 바람직하다.

[0198] 전자 수송층(114)과 음극(102) 사이에는 전자 주입층(115)으로서 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF_2), 8-하이드록시퀴놀리네이토-리튬(약칭: Liq) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 이들의 화합물, 또는 이들의 착체를 포함한 층을 제공하여도 좋다. 전자 주입층(115)으로서는 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.

[0199] 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.

[0200] 또한 도 1의 (A)의 전자 주입층(115) 대신에 전하 발생층(116)을 제공하여도 좋다(도 1의 (B) 참조). 전하 발생층(116)은 전위를 인가함으로써 상기 층의 음극 측과 접하는 층에 정공을, 양극 측과 접하는 층에 전자를 주

입할 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 수송성 재료를 포함하는 막을 적층하여 구성되어도 좋다. P형층(117)에 전위를 인가함으로써, 전자 수송층(114)에 전자가, 음극(102)에 정공이 주입되어, 발광 디바이스가 동작한다.

[0201] 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.

[0202] 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 프탈로사이아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 가지는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0203] 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.

[0204] 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 테트라싸이아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0205] 또한 전자 수송성을 가지는 물질로서는, 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 재료와 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 상기 재료는 굴절률이 낮은 유기 화합물이기 때문에, 전자 주입 버퍼층(119)에 사용함으로써 외부 양자 효율이 양호한 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

[0206] 음극(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 음극(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 음극(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.

[0207] 또한 EL층(103)의 형성 방법으로서는 건식법, 습식법을 불문하고 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어 진공 증착법, 그라비어 인쇄법, 오프셋 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법 등을 사용하여도 좋다.

[0208] 또한 상술한 각 전극 또는 각 층을 상이한 성막 방법에 의하여 형성하여도 좋다.

[0209] 또한 양극(101)과 음극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은 상술한 것에 한정되지 않는다. 다만 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접하여 일어나는 소광이 억제되도록, 양극(101) 및 음극(102)에서 떨어진 곳에 정공과 전자가 재결합되는 발광 영역을 제공하는 구성이 바람직하다.

[0210] 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 밴드갭보다 큰 밴드갭을 가지는 물질로 구성되는 것이 바람직하다.

[0211] 다음으로, 복수의 발광 유닛이 적층된 구성을 가지는 발광 디바이스(적층형 소자, 탠덤형 소자라고도 함)의 형태에 대하여 도 1의 (C)를 참조하여 설명한다. 이 발광 디바이스는 양극과 음극 사이에 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이다. 하나의 발광 유닛은 도 1의 (A)에 나타낸 EL층(103)과 거의 같은 구성을 가진다. 즉, 도 1의 (C)에 나타낸 발광 디바이스는 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이고, 도 1의 (A) 또는 (B)에 나타낸 발광 디바이스는 하나의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스라고 할 수 있다.

[0212] 도 1의 (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 1의 (A)에서의 양극(101)과 음극(102)에 상당하고, 도 1의 (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.

[0213] 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 1의 (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.

[0214] 전하 발생층(513)은 도 1의 (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.

[0215] 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.

[0216] 도 1의 (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 소자를 실현할 수 있다. 또한 저전압 구동이 가능하고 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.

[0217] 또한 각 발광 유닛의 발광색을 상이하게 함으로써, 발광 디바이스 전체로 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스에서, 제 1 발광 유닛으로 적색과 녹색의 발광색을, 제 2 발광 유닛으로 청색의 발광색을 얻음으로써, 발광 디바이스 전체로 백색 발광하는 발광 디바이스를 얻을 수도 있다.

[0218] 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, 그라비어 인쇄법 등의 방법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한 이들은 저분자 재료, 중분자 재료(올리고머, 덴드리머를 포함함), 또는 고분자 재료를 포함하여도 좋다.

[0219] 또한 본 실시형태는 다른 실시형태와 자유로이 조합될 수 있다.

[0220] (실시형태 2)

[0221] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 사용한 발광 장치에 대하여 설명한다.

[0222] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작한 발광 장치에 대하여 도 2의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한다. 또한 도 2의 (A)는 발광 장치를 나타낸 상면도이고, 도 2의 (B)는 도 2의 (A)에 나타낸 일점쇄선 A-B 및 일점쇄선 C-D를 따라 자른 단면도이다. 이 발광 장치는 발광 디바이스의 발광을 제어하는 것으로서, 점선으로 나타낸 구동 회로부(소스선 구동 회로)(601), 화소부(602), 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(603)를 포함한다. 또한 604는 밀봉 기판을, 605는 실재를 나타내고, 실재(605)로 둘러싸인 내측은 공간(607)이다.

[0223] 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 기판(PWB)이 장착되어도 좋다. 본 명세서에서는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 이에 FPC 또는 PWB가 장착된 것도 발광 장치의 범주에 포함하는 것으로 한다.

[0224] 다음으로, 단면 구조에 대하여 도 2의 (B)를 참조하여 설명한다. 소자 기판(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601)와, 화소부(602) 내의 하나의 화소를 나타내었다.

[0225] 소자 기판(610)은 유리, 석영, 유기 수지, 금속, 합금, 반도체 등으로 이루어지는 기판 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 수지 등으로 이루어지는 플라스틱 기판을 사용하여 제작하면 좋다.

[0226] 화소나 구동 회로에 사용되는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 역 스태거형 트랜지스터로 하여도 좋고, 스태거형 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.

[0227] 트랜지스터에 사용되는 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.

[0228] 여기서, 상기 화소나 구동 회로에 제공되는 트랜지스터 외에, 후술하는 터치 센서 등에 사용되는 트랜지스터 등의 반도체 장치에는 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 특히 실리콘보다 밴드갭이 넓은 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 실리콘보다 밴드갭이 넓은 산화물 반도체를 사용함으로써, 트랜지스터의 오프 상태에서의 전류를 저감할 수 있다.

[0229] 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.

[0230] 특히, 반도체층으로서는, 복수의 결정부를 가지고, 상기 결정부는 c축이 반도체층의 피형성면 또는 반도체층의 상면에 대하여 수직으로 배향되고, 인접한 결정부들 사이에 입계를 가지지 않는 산화물 반도체막을 사용하는 것이 바람직하다.

[0231] 반도체층으로서 이와 같은 재료를 사용함으로써, 전기 특성의 변동이 억제되어 신뢰성이 높은 트랜지스터를 실현할 수 있다.

[0232] 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, 소비 전력이 매우 저감된 전자 기기를 실현할 수 있다.

[0233] 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.

[0234] 또한 FET(623)는 구동 회로부(601)에 형성되는 트랜지스터 중 하나를 도시한 것이다. 또한 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로, 또는 NMOS 회로로 형성되면 좋다. 또한 본 실시형태에서는, 기판 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형에 대하여 설명하지만, 반드시 그럴 필요는 없고 구동 회로를 기판 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.

[0235] 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.

[0236] 또한 양극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 절연물(614)을 형성할 수 있다.

[0237] 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 아크릴 수지를 사용한 경우에는, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2㎛ 내지 3㎛)을 가지는 곡면을 가지도록 하는 것이 바람직하다. 또한 절연물(614)로서는, 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽이든 사용할 수 있다.

[0238] 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.

[0239] 또한 EL층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등의 다양한 방법으로 형성된다. EL층(616)은 실시형태 1에서 설명한 구성을 가진다. 또한 EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함함)을 사용하여도 좋다.

[0240] 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.

[0241] 또한 양극(613), EL층(616), 음극(617)으로 발광 디바이스가 형성되어 있다. 이 발광 디바이스는 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스이다. 또한 화소부에는 복수의 발광 디바이스가 형성되어 있지만, 본 실시형태의 발광 장치에는, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스와, 이 외의 구성을 가지는 발광 디바이스의 양쪽이 혼재되어 있어도 좋다.

[0242] 또한 실재(605)로 밀봉 기판(604)과 소자 기판(610)을 접합함으로써, 소자 기판(610), 밀봉 기판(604), 및 실재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 디바이스(618)가 제공된 구조가 된다. 또한 공간(607)에는 충전재가 충전되어 있고, 불활성 가스(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 실재로 충전되는 경우가 있다. 밀봉 기판에 오목부를 형성하고 거기에 건조제를 제공함으로써, 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.

[0243] 또한 실재(605)에는 에폭시계 수지나 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 이들 재료는 수분이나 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 것이 바람직하다. 또한 밀봉 기판(604)에 사용하는 재료로서는 유리 기판이나 석영 기판 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 수지 등으로 이루어지는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.

[0244] 도 2의 (A) 및 (B)에는 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 기판의 표면 및 측면, 밀봉층, 절연층 등의 노출된 측면을 덮어 제공할 수 있다.

[0245] 보호막에는 물 등의 불순물을 투과시키기 어려운 재료를 사용할 수 있다. 따라서 물 등의 불순물이 외부로부터 내부로 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.

[0246] 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 스트

론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함하는 재료를 사용할 수 있다.

[0247] 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.

[0248] 예를 들어 ALD법을 사용함으로써, 복잡한 요철 형상을 가지는 표면이나, 터치 패널의 상면, 측면, 및 뒷면에도 균일하고 결함이 적은 보호막을 형성할 수 있다.

[0249] 상술한 바와 같이 하여, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작된 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0250] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 높기 때문에, 소비 전력이 낮은 발광 장치로 할 수 있다.

[0251] 도 3의 (A) 및 (B)에는, 백색 발광을 나타내는 발광 디바이스를 형성하고 착색층(컬러 필터) 등을 제공함으로써 풀 컬러 표시를 실현한 발광 장치의 예를 나타내었다. 도 3의 (A)에는 기판(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 양극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 디바이스의 음극(1029), 밀봉 기판(1031), 실재(1032) 등을 도시하였다.

[0252] 또한 도 3의 (A)에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이 투명한 기재(1033)에 제공되어 있다. 또한 블랙 매트릭스(1035)를 더 제공하여도 좋다. 착색층 및 블랙 매트릭스가 제공된 투명한 기재(1033)는, 위치를 맞추어 기판(1001)에 고정된다. 또한 착색층 및 블랙 매트릭스(1035)는 오버코트층(1036)으로 덮여 있다. 또한 도 3의 (A)에서는 광이 착색층을 투과하지 않고 외부로 방출되는 발광층과, 광이 각 색의 착색층을 투과하여 외부로 방출되는 발광층이 있고, 착색층을 투과하지 않는 광은 백색이 되고, 착색층을 투과하는 광은 적색, 녹색, 청색이 되기 때문에, 4색의 화소로 영상을 표현할 수 있다.

[0253] 도 3의 (B)에는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 게이트 절연막(1003)과 제 1 층간 절연막(1020) 사이에 형성하는 예를 나타내었다. 이와 같이, 착색층은 기판(1001)과 밀봉 기판(1031) 사이에 제공되어도 좋다.

[0254] 또한 상술한 발광 장치는, FET가 형성된 기판(1001) 측으로 광이 추출되는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치이지만, 밀봉 기판(1031) 측으로 광이 추출되는 구조(톱 이미션형)의 발광 장치이어도 좋다. 톱 이미션형 발광 장치의 단면도를 도 4에 나타내었다. 이 경우, 기판(1001)으로서는 광을 투과시키지 않는 기판을 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 절연막(1021)과 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있고, 다른 공지의 재료를 사용하여 형성할 수도 있다.

[0255] 여기서 발광 디바이스의 양극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B)은 음극이어도 좋다. 또한 도 4와 같은 톱 이미션형 발광 장치의 경우, 양극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 실시형태 1에서 설명한 EL층(103)과 유사한 구성으로 하고, 또한 백색 발광이 얻어지는 소자 구조로 한다.

[0256] 도 4와 같은 톱 이미션 구조의 경우, 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 제공한 밀봉 기판(1031)으로 밀봉을 할 수 있다. 밀봉 기판(1031)에는 화소들 사이에 위치하도록 블랙 매트릭스(1035)를 제공하여도 좋다. 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이나 블랙 매트릭스(1035)는 오버 코트층(1036)으로 덮여 있어도 좋다. 또한 밀봉 기판(1031)에는 투광성을 가지는 기판을 사용한다. 또한 여기서는 적색, 녹색, 청색, 백색의 4색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하는 예를 제시하였지만, 이에 특별히 한정되지 않고, 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색이나, 적색, 녹색, 청색의 3색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하여도 좋다.

[0257] 톱 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. 반

사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에는 적어도 EL층을 가지고, 적어도 발광 영역이 되는 발광층을 가진다.

[0258] 또한 반사 전극은 가시광의 반사율이 40% 내지 100%, 바람직하게는 70% 내지 100%이고, 또한 저항률이 $1\times10^{-2}\Omega$cm 이하인 막이다. 또한 반투과·반반사 전극은 가시광의 반사율이 20% 내지 80%, 바람직하게는 40% 내지 70%이고, 또한 저항률이 $1\times10^{-2}\Omega$cm 이하인 막이다.

[0259] EL층에 포함되는 발광층으로부터 사출되는 발광은 반사 전극과 반투과·반반사 전극에 의하여 반사되어 공진된다.

[0260] 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. 이로써, 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강하게 하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있다.

[0261] 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, λ는 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.

[0262] 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.

[0263] 마이크로캐비티 구조를 가짐으로써 정면 방향에서의 특정 파장의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에, 저소비 전력화를 도모할 수 있다. 또한 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색의 부화소로 영상을 표시하는 발광 장치의 경우, 황색 발광에 의하여 휘도를 높이고, 모든 부화소에서 각 색의 파장에 맞춘 마이크로캐비티 구조를 적용할 수 있기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다.

[0264] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 높기 때문에, 소비 전력이 낮은 발광 장치로 할 수 있다.

[0265] 여기까지는, 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명하였지만, 이하에서는 패시브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명한다. 도 5의 (A) 및 (B)에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형 발광 장치를 나타내었다. 또한 도 5의 (A)는 발광 장치를 나타낸 사시도이고, 도 5의 (B)는 도 5의 (A)를 일점쇄선 X-Y를 따라 자른 단면도이다. 도 5에서, 기판(951) 위에는, 전극(952)과 전극(956) 사이에 EL층(955)이 제공된다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기판면에 가까워짐에 따라, 한쪽 측벽과 다른 쪽 측벽 사이의 간격이 좁아지는 경사를 가진다. 즉, 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하는 변)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(954)을 제공함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 디바이스의 불량을 방지할 수 있다. 또한 패시브 매트릭스형 발광 장치에서도 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 신뢰성이 높은 발광 장치 또는 소비 전력이 낮은 발광 장치로 할 수 있다.

[0266] 상술한 발광 장치는 매트릭스로 배치된 다수의 미소한 발광 디바이스를 각각 제어할 수 있기 때문에, 화상을 표현하는 표시 장치로서 적합하게 이용할 수 있다.

[0267] 또한 본 실시형태는 다른 실시형태와 자유로이 조합될 수 있다.

[0268] (실시형태 3)

[0269] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 예를 도 6을 참조하여 설명한다. 도 6의 (B)는 조명 장치의 상면도이고, 도 6의 (A)는 도 6의 (B)에 나타낸 선분 e-f를 따라 자른 단면도이다.

[0270] 본 실시형태의 조명 장치는, 지지체인 투광성을 가지는 기판(400) 위에 양극(401)이 형성되어 있다. 양극(401)은 실시형태 1의 양극(101)에 상당한다. 양극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 양극(401)을 투광성을 가지는 재료로 형성한다.

[0271] 음극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기판(400) 위에 형성된다.

[0272] 양극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)의 구성은, 실시형태 1에서의 EL층(103)의 구성, 또는 발광 유닛(511 및 512)과 전하 발생층(513)을 조합시킨 구성 등에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 앞의 기재를 참조할 수 있다.

[0273] EL층(403)을 덮어 음극(404)을 형성한다. 음극(404)은 실시형태 1에서의 음극(102)에 상당한다. 발광을 양극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 음극(404)은 반사율이 높은 재료로 형성된다. 음극(404)은 패드(412)와 접속됨으로써 전압이 공급된다.

[0274] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 양극(401), EL층(403), 및 음극(404)을 가지는 발광 디바이스를 가진다. 이 발광 디바이스는 발광 효율이 높기 때문에, 본 실시형태의 조명 장치를 소비 전력이 낮은 조명 장치로 할 수 있다.

[0275] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기판(400)을 실재(405 및 406)를 사용하여 밀봉 기판(407)에 고착하고 밀봉함으로써, 조명 장치가 완성된다. 실재(405) 및 실재(406) 중 어느 쪽만을 사용하여도 좋다. 또한 내측의 실재(406)(도 6의 (B)에는 도시하지 않았음)에는 건조제를 섞을 수도 있고, 이로써 수분을 흡착시킬 수 있기 때문에 신뢰성이 향상된다.

[0276] 또한 패드(412)와 양극(401)의 일부를 실재(405, 406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.

[0277] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치에서는 EL 소자에 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스가 사용되기 때문에, 소비 전력이 낮은 조명 장치로 할 수 있다.

[0278] 또한 본 실시형태는 다른 실시형태와 자유로이 조합될 수 있다.

[0279] (실시형태 4)

[0280] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 그 일부에 포함하는 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 높고 소비 전력이 낮은 발광 디바이스이다. 따라서 본 실시형태에 기재되는 전자 기기를 소비 전력이 낮은 발광부를 가지는 전자 기기로 할 수 있다.

[0281] 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 기재한다.

[0282] 도 7의 (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 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스로 배열하여 구성되어 있다.

[0283] 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 영상을 조작할 수 있다. 또한 상기 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 리모트 컨트롤러(7110)에 제공하는 구성으로 하여도 좋다. 또한 표시부(7107)에도 매트릭스로 배열된 실시형태 1의 발광 디바이스를 적용할 수 있다.

[0284] 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.

[0285] 도 7의 (B1)에 나타낸 컴퓨터는 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한 이 컴퓨터는 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 7의 (B1)의 컴퓨터는 도 7의 (B2)에 나타낸 구조를 가져도 좋다. 도 7의 (B2)의 컴퓨터에는 키보드(7204) 및 포인팅 디바이스(7206) 대신에 표시부(7210)가 제공되어 있다. 표시부(7210)는 터치 패널식이므로, 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용 펜으로 조작함으로써 입력을 할 수 있다. 또한 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 문제 발생도 방지할 수 있다.

[0286] 도 7의 (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 디바이스를 매트릭스로 배열하여 제작한 표시부(7402)를 가진다.

[0287] 도 7의 (C)에 나타낸 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.

[0288] 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.

[0289] 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.

[0290] 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.

[0291] 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.

[0292] 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.

[0293] 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.

[0294] 또한 본 실시형태에 기재되는 구성은, 실시형태 1 내지 실시형태 3에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0295] 상술한 바와 같이 실시형태 1 또는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 가지는 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치는 다양한 분야의 전자 기기에 적용될 수 있다. 실시형태 1 또는 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용함으로써, 소비 전력이 낮은 전자 기기를 얻을 수 있다.

[0296] 도 8의 (A)는 로봇 청소기의 일례를 나타낸 모식도이다.

[0297] 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.

[0298] 로봇 청소기(5100)는 자력으로 움직이고, 쓰레기(5120)를 검지하고, 하면에 제공된 흡입구로부터 쓰레기를 흡인할 수 있다.

[0299] 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.

[0300] 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.

[0301] 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.

[0302] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 디스플레이(5101)에 사용할 수 있다.

[0303] 도 8의 (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.

[0304] 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.

[0305] 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.

[0306] 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.

[0307] 도 8의 (C)는 고글형 디스플레이의 일례를 나타낸 도면이다. 고글형 디스플레이는 예를 들어 하우징(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.

[0308] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 표시부(5001) 및 표시부(5002)에 사용할 수 있다.

[0309] 도 9는 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치인 전기 스탠드에 사용한 예를 나타낸 것이다. 도 9에 나타낸 전기 스탠드는 하우징(2001)과 광원(2002)을 가지고, 광원(2002)에는 실시형태 3에 기재된 조명 장치를 사용하여도 좋다.

[0310] 도 10은 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예를 나타낸 것이다. 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 높은 발광 디바이스이기 때문에, 소비 전력이 낮은 조명 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스는 대면적화가 가능하므로, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스는 얇기 때문에, 박형화된 조명 장치로서 사용할 수 있다.

[0311] 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스는 자동차의 앞유리나 대시 보드(dashboard)에도 탑재될 수 있다. 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 자동차의 앞유리나 대시 보드에 사용하는 일 형태를 도 11에 나타내었다. 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)은 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스를 포함한다.

[0312] 표시 영역(5200)과 표시 영역(5201)은 자동차의 앞유리에 제공되고, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스가 탑재된 표시 장치이다. 실시형태 1에 기재된 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.

[0313] 표시 영역(5202)은 필러 부분에 제공되고, 실시형태 1에 기재된 발광 디바이스가 탑재된 표시 장치이다. 표시 영역(5202)은, 차체에 제공된 촬상 수단으로 촬영된 영상을 표시함으로써, 필러로 가려진 시야를 보완할 수 있다. 또한 마찬가지로, 대시 보드 부분에 제공된 표시 영역(5203)은 차체로 가려진 시야를, 자동차의 외측에 제공된 촬상 수단으로 촬영된 영상을 표시함으로써, 사각을 보완하여 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 표시함으로써, 더 자연스럽고 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.

[0314] 표시 영역(5203)은 내비게이션 정보, 속도계나 회전계, 에어컨디셔너의 설정 등 외에 다양한 정보를 제공할 수

있다. 표시 항목이나 레이아웃은 사용자의 취향에 맞추어 적절히 변경할 수 있다. 또한 이들 정보는 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)에도 표시할 수 있다. 또한 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)을 조명 장치로서 사용할 수도 있다.

[0315] 또한 도 12의 (A) 및 (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 12의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(5150)를 나타낸 것이다. 도 12의 (B)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(5150)를 나타낸 것이다. 휴대 정보 단말기(5150)는 큰 표시 영역(5152)을 가짐에도 불구하고, 접으면 작고 가반성(可搬性)이 우수하다.

[0316] 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 2㎜ 이상, 바람직하게는 3㎜ 이상의 곡률 반경을 가지도록 접힌다.

[0317] 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.

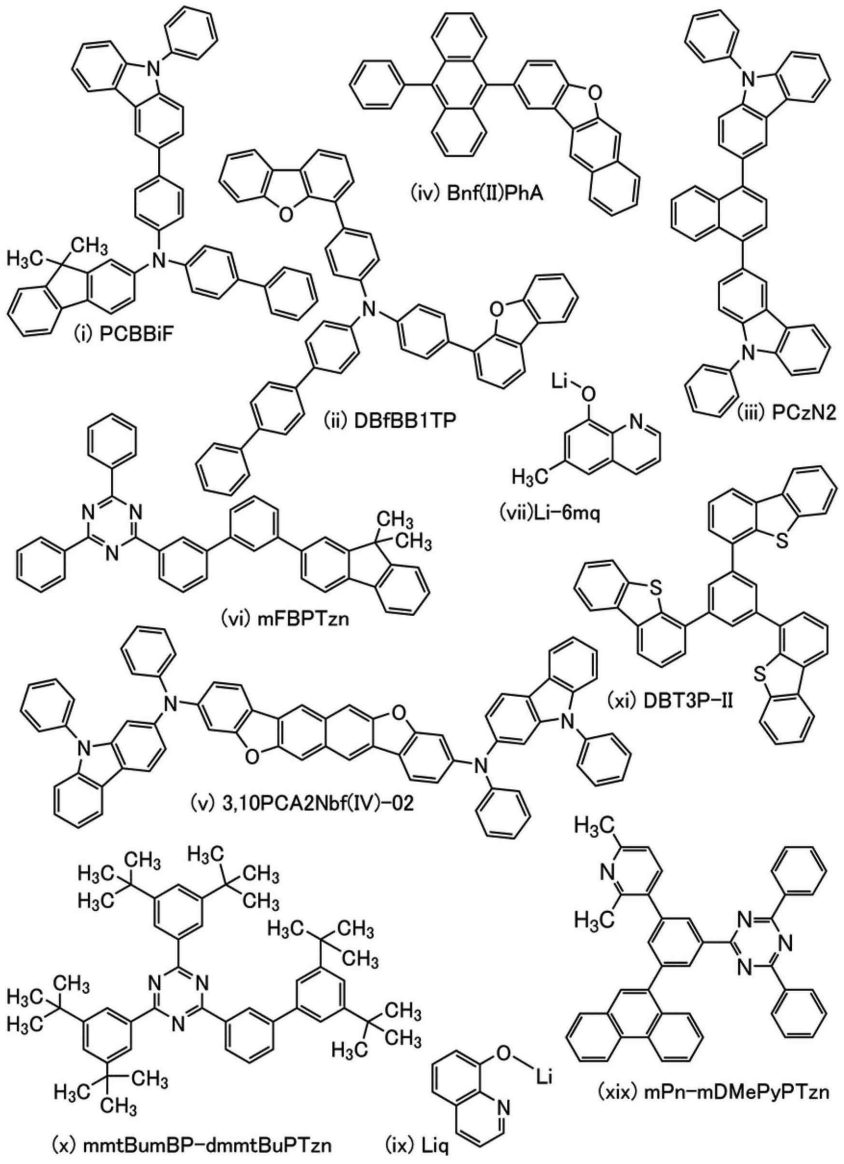
[0318] 또한 도 13의 (A) 내지 (C)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(9310)를 나타내었다. 도 13의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 13의 (B)는 펼친 상태에서 접은 상태로, 또는 접은 상태에서 펼친 상태로 변화하는 도중의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 13의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)는 가반성이 우수하고, 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)는 이음매가 없는 넓은 표시 영역을 가지므로 표시의 일람성(一覽性)이 높다.

[0319] 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 상태로부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 패널(9311)에 사용할 수 있다.

[0320] (실시예 1)

[0321] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0322] [화학식 16]



[0323]

[0324] (발광 디바이스 1의 제작 방법)

[0325] 우선, 유리 기판 위에, 반사 전극으로서 은(Ag)과 팔라듐(Pd)과 구리(Cu)의 합금막(Ag-Pd-Cu(APC)막)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 100nm가 되도록 형성한 후, 투명 전극으로서 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 85nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 $4mm^2$(2mm×2mm)로 하였다.

[0326] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전(前)처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0327] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭(放冷)하였다.

[0328] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.05(=PCBBiF:OCHD-001)가 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0329] 정공 주입층(111) 위에 PCBBiF를 막 두께가 20nm가 되도록 증착한 후, 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 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0330] 다음으로 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0331] 그 후, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0332] 다음으로, 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-비스(3,5-다이-tert-뷰틸페닐)-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBP-dmmtBuPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, mmtBumBP-dmmtBuPTzn과 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)을 중량비 1:1(=mmtBumBP-dmmtBuPTzn:Li-6mq)이 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0333] 전자 수송층(114)을 형성한 후, Li-6mq를 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 은(Ag)과 마그네슘(Mg)의 체적비를 1:0.1로 하고, 막 두께가 15nm가 되도록 공증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 1을 제작하였다. 또한 음극(102)은 광을 반사하는 기능과 광을 투과시키는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이고, 본 실시예의 발광 디바이스는 음극(102)으로부터 광을 추출하는 톱 이미션형 디바이스이다. 또한 음극(102) 위에는 상기 구조식(xi)으로 나타내어지는 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)-벤젠(약칭: DBT3P-II)을 막 두께가 70nm가 되도록 증착하여 광 추출 효율을 향상시켰다.

[0334] (비교 발광 디바이스 1의 제작 방법)

[0335] 비교 발광 디바이스 1은 발광 디바이스 1의 정공 수송층(112)에서의 PCBBiF의 막 두께를 15nm로 바꾸고, 정공 차단층에 사용한 mmtBumBP-dmmtBuPTzn을 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn)으로 바꾸고, 전자 수송층(114)에 사용한 mmtBumBP-dmmtBuPTzn을 상기 구조식(xix)으로 나타내어지는 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딘일)-5-(9-페난트렌일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn)으로 바꾸고, 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115)에 사용한 Li-6mq를 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 1과 마찬가지로 제작하였다. 또한 정공 수송층의 막 두께를, 소자 간에서 색도가 동일하게 되도록 조정하였다.

[0336] 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0337] [표 1]

	막 두께	발광 디바이스 1	비교 발광 디바이스 1
전자 주입층	1nm	Li-6mq	Liq
전자 수송층	20nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn :Li-6mq (1:1)	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1:1)
정공 차단층	10nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn	mFBPTzn
발광층	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	
전자 차단층	10nm	PCzN2	
정공 수송층	10nm	DBfBB1TP	
	*1	PCBBiF	
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0.05)	

*1 발광 디바이스 1: 20nm, 비교 발광 디바이스 1: 15nm

[0338]

[0339] 또한 mmtBumBP-dmmtBuPTzn, mPn-mDMePyPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 도 14에 나타내었고, 456nm에서의 굴절률을 이하의 표 2에 나타낸다. 측정은 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하

여 수행하였다. 측정용 시료로서는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 14에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0340] 도 14에서, mmtBumBP-dmmtBuPTzn은 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.60 이상 1.61 이하이고, 1.50 이상 1.75 이하의 범위에 있다. 또한 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.57이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있어, mmtBumBP-dmmtBuPTzn은 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한 Li-6mq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.67 이하이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있다. 또한 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.61이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, Li-6mq는 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0341] 이상으로부터, 발광 디바이스 1은 전자 수송층(114)의 정상광 굴절률이 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 1.50 이상 1.75 미만의 범위에 있고, 633nm에서 1.45 이상 1.70 미만의 범위에 있는 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0342] [표 2]

	정상광 굴절률 (n, Ordinary) @456nm
mmtBumBP-dmmtBuPTzn	1.61
mPn-mDMePyPTzn	1.81
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

[0343]

[0344] 상기 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1을 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0345] 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 도 15에, 전류 효율-휘도 특성을 도 16에, 휘도-전압 특성을 도 17에, 전류-전압 특성을 도 18에, 블루 인덱스-휘도 특성을 도 19에, 발광 스펙트럼을 도 20에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 3에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0346] 또한 블루 인덱스(BI)란, 전류 효율(cd/A)을 색도 y로 더 나눈 값(cd/A/y)이고, 청색 발광의 발광 특성을 나타내는 지표 중 하나이다. 청색 발광은 색도 y가 작을수록 색 순도가 높은 발광이 되는 경향이 있다. 색 순도가 높은 청색 발광은 휘도 성분이 작아도 넓은 범위의 청색을 표현할 수 있기 때문에, 색 순도가 높은 청색 발광을 사용함으로써, 청색을 표현하기 위하여 필요한 휘도가 저하하므로 소비 전력의 저감 효과가 얻어진다. 그러므로 청색 순도의 지표 중 하나인 색도 y를 고려한 BI가 청색 발광의 효율을 나타내는 수단으로서 적합하게 사용되고, 발광 디바이스의 BI가 높을수록 디스플레이에 사용되는 청색 발광 디바이스로서의 효율이 양호하다고 할 수 있다.

[0347] [표 3]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	BI (cd/A/y)
발광 디바이스 1	4.4	0.46	11.4	0.14	0.05	8.0	153
비교 발광 디바이스 1	3.6	0.61	15.3	0.14	0.05	7.3	148

[0348]

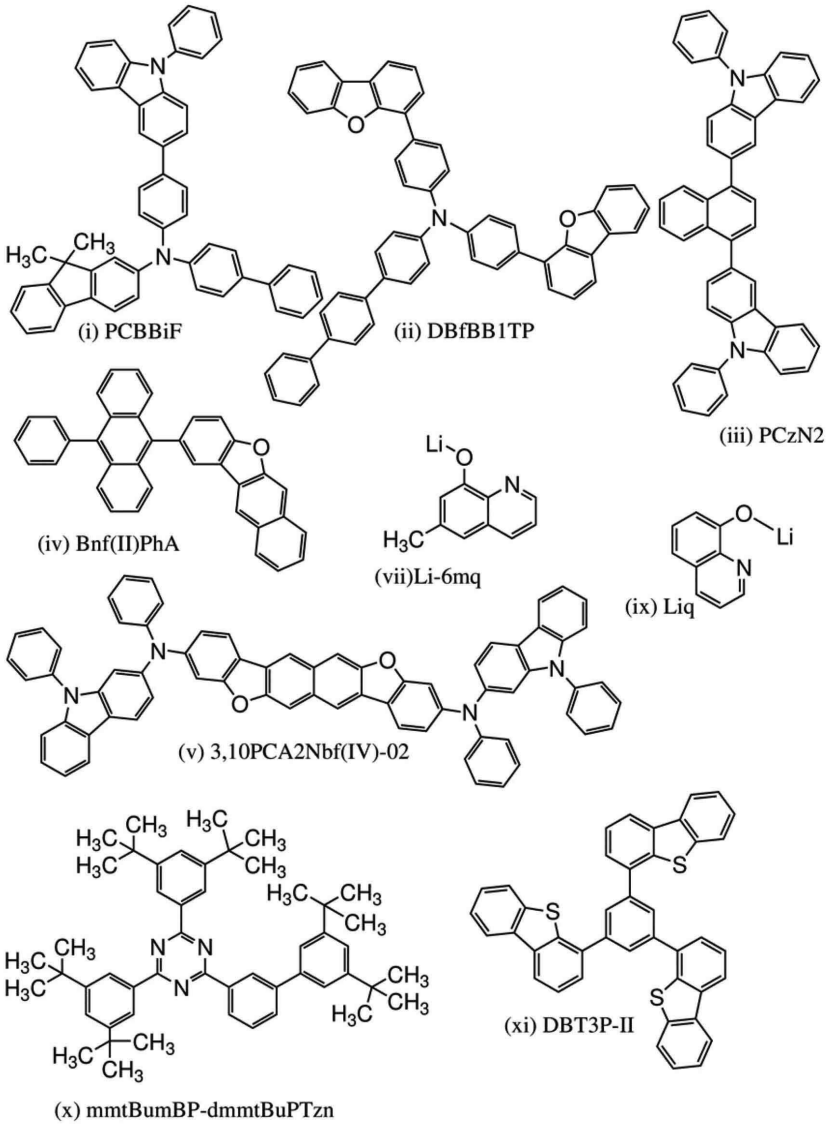
[0349] 도 15 내지 도 20 및 표 3으로부터, 본 발명의 일 형태의 굴절률이 낮은 재료를 사용한 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스 1과 거의 같은 발광 스펙트럼을 나타내면서, 비교 발광 디바이스 1보다 전류 효율이 양호한 EL 디바이스인 것을 알 수 있었다.

[0350] 또한 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 1000cd/m^2 부근에서의 블루 인덱스(BI)는 각각 153(cd/A/y), 148(cd/A/y)이고, BI의 최댓값은 각각 161(cd/A/y), 149(cd/A/y)이었다. 이와 같이 발광 디바이스 1은 특히 BI가 양호한 발광 디바이스라고 할 수 있다. 그러므로, 본 발명의 일 형태는 디스플레이에 사용되는 발광 디바이스에 적합하다.

[0351] (실시예 2)

[0352] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0353] [화학식 17]



[0354]

[0355] (발광 디바이스 2의 제작 방법)

[0356] 우선, 유리 기판 위에, 반사 전극으로서 은(Ag)과 팔라듐(Pd)과 구리(Cu)의 합금막(Ag-Pd-Cu(APC)막)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 100nm가 되도록 형성한 후, 투명 전극으로서 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 10nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 4mm^2(2mm×2mm)로 하였다.

[0357] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0358] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃

에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0359] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.05(=PCBBiF:OCHD-001)가 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0360] 정공 주입층(111) 위에 PCBBiF를 막 두께가 105nm가 되도록 증착한 후, 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 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0361] 다음으로 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0362] 그 후, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0363] 다음으로, 상기 구조식(x)으로 나타내어지는 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-비스(3,5-다이-tert-뷰틸페닐)-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBP-dmmtBuPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, mmtBumBP-dmmtBuPTzn과 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)을 중량비 1:1(=mmtBumBP-dmmtBuPTzn:Li-6mq)이 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0364] 전자 수송층(114)을 형성한 후, Li-6mq를 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 은(Ag)과 마그네슘(Mg)의 체적비를 1:0.1로 하고, 막 두께가 15nm가 되도록 공증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 2를 제작하였다. 또한 음극(102)은 광을 반사하는 기능과 광을 투과시키는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이고, 본 실시예의 발광 디바이스는 음극(102)으로부터 광을 추출하는 톱 이미션형 디바이스이다. 또한 음극(102) 위에는 상기 구조식(xi)으로 나타내어지는 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)-벤젠(약칭: DBT3P-II)을 막 두께가 70nm가 되도록 증착하여 광 추출 효율을 향상시켰다.

[0365] (비교 발광 디바이스 2의 제작 방법)

[0366] 비교 발광 디바이스 2는 발광 디바이스 2에서의 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115)에 사용된 Li-6mq를 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)으로 바꾸고, 정공 수송층(112)에서의 PCBBiF의 막 두께를 100nm로 한 것 외에는 발광 디바이스 2와 마찬가지로 제작하였다. 또한 정공 수송층의 막 두께를, 디바이스 간에서 색도가 동일하게 되도록 조정하였다.

[0367] 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0368] [표 4]

	막 두께	발광 디바이스 2	비교 발광 디바이스 2
전자 주입층	1nm	Li-6mq	Liq
전자 수송층	20nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn:Li-6mq (1:1)	mmtBumBP-dmmtBuPTzn:Liq (1:1)
정공 차단층	10nm	mmtBumBP-dmmtBuPTzn	
발광층	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	
전자 차단층	10nm	PCzN2	
정공 수송층	10nm	DBfBB1TP	
	*2	PCBBiF	
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0.05)	

[0369] *2 발광 디바이스 2: 105nm, 비교 발광 디바이스 2: 100nm

[0370] 또한 mmtBumBP-dmmtBuPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 도 21에 나타내었고, 456nm에서의 굴절률을 이하의 표 5에 나타낸다. 측정은 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 수행하였다. 측정용 시료로서는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 21에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0371] 도 21로부터, mmtBumBP-dmmtBuPTzn은 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.60 이상 1.61 이하이고, 1.50 이상 1.75 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.57이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한 Li-6mq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.67 이하이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.61이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0372] 이상으로부터, 발광 디바이스 2는 전자 수송층(114)의 정상광 굴절률이 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 1.50 이상 1.75 미만의 범위에 있고, 633nm에서 1.45 이상 1.70 미만의 범위에 있는 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0373] [표 5]

	정상광 굴절률 (n, Ordinary) @456nm
mmtBumBP-dmmtBuPTzn	1.61
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

[0374]

[0375] 상기 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2를 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0376] 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 휘도-전류 밀도 특성을 도 22에, 전류 효율-휘도 특성을 도 23에, 휘도-전압 특성을 도 24에, 전류-전압 특성을 도 25에, 블루 인덱스-휘도 특성을 도 26에, 발광 스펙트럼을 도 27에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 6에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0377] 또한 블루 인덱스(BI)란, 전류 효율(cd/A)을 색도 y로 더 나눈 값(cd/A/y)이고, 청색 발광의 발광 특성을 나타

내는 지표 중 하나이다. 청색 발광은 색도 y가 작을수록 색 순도가 높은 발광이 되는 경향이 있다. 색 순도가 높은 청색 발광은 휘도 성분이 작아도 넓은 범위의 청색을 표현할 수 있기 때문에, 색 순도가 높은 청색 발광을 사용함으로써, 청색을 표현하기 위하여 필요한 휘도가 저하하므로 소비 전력의 저감 효과가 얻어진다. 그러므로 청색 순도의 지표 중 하나인 색도 y를 고려한 BI가 청색 발광의 효율을 나타내는 수단으로서 적합하게 사용되고, 발광 디바이스의 BI가 높을수록 디스플레이에 사용되는 청색 발광 디바이스로서의 효율이 양호하다고 할 수 있다.

[0378] [표 6]

[0379]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	BI (cd/A/y)	파워 효율 (lm/W)
발광 디바이스 2	5.1	0.51	12.9	0.14	0.05	7.3	145	4.5
비교 발광 디바이스 2	6.9	0.75	18.7	0.14	0.05	5.5	119	2.5

[0380] 도 22 내지 도 27 및 표 6으로부터, 본 발명의 일 형태의 굴절률이 낮은 재료를 사용한 발광 디바이스 2는 비교 발광 디바이스 2와 거의 같은 발광 스펙트럼을 나타내면서, 비교 발광 디바이스 2보다 구동 전압이 낮고 전류 효율이 높은 EL 디바이스인 것을 알 수 있었다.

[0381] 이와 같이, 6위치에 알킬기를 가지는 알칼리 금속의 유기 착체인 Li-6mq를 알킬기를 많이 가지는 전자 수송 재료와 함께 전자 수송층(114)에 사용함으로써, 구동 전압이 매우 크게 저감되는 효과가 얻어진 것을 알 수 있다. 일반적으로 알킬기가 존재하면, 분자들의 스태킹(stacking)이 저해되고, 상호 작용이 억제되고, 구동 전압이 높아진다고 생각되지만, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서는 양쪽에 알킬기가 존재하는 경우에 구동 전압의 저감 효과가 특히 현저하게 나타났다. 또한 이는 6위치에 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 알칼리 금속의 유기 금속 착체 특유의 큰 효과이다. 오히려 6위치가 비치환(수소)인 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 금속 착체보다 구동 전압이 저감되는 것을 알 수 있었다. 또한 상기 유기 금속 착체로서는, 6-알킬-8-퀴놀리놀레이토-리튬, 특히 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)이 바람직하다.

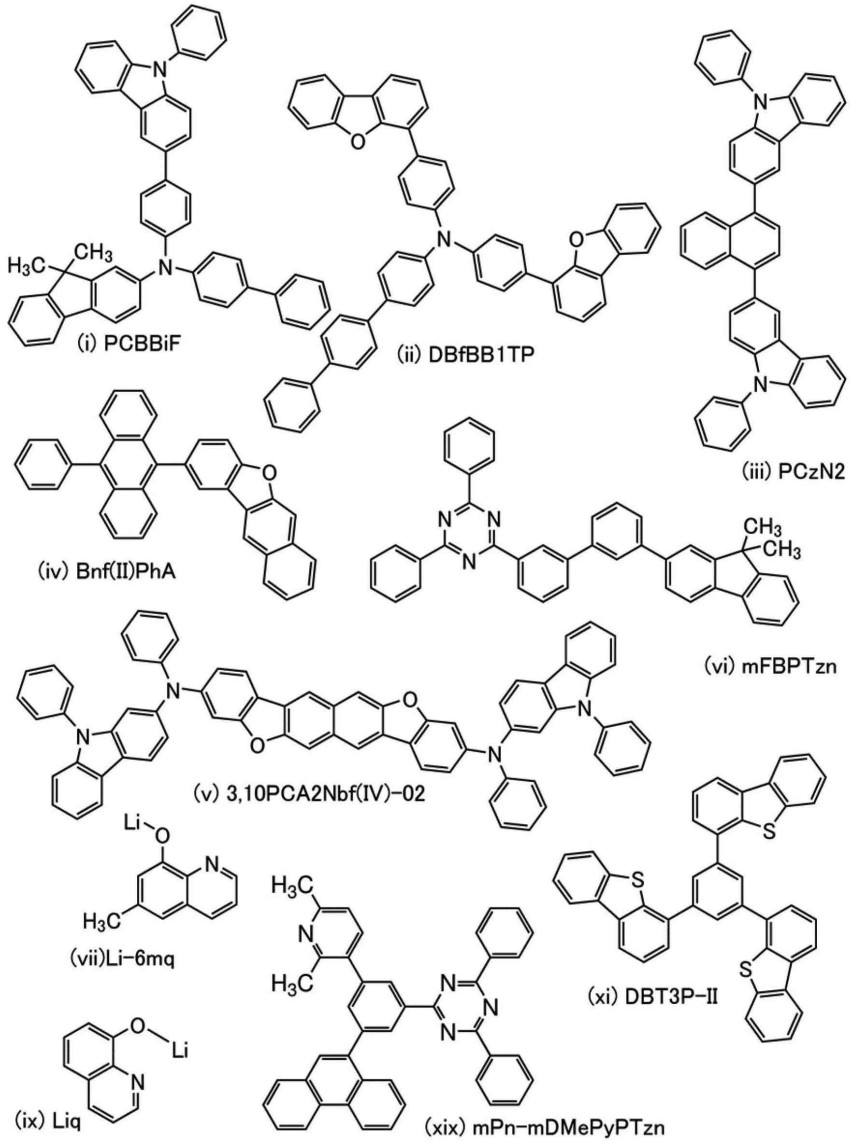
[0382] 또한 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 $1000cd/m^2$ 부근에서의 블루 인덱스(BI)는 각각 145(cd/A/y), 119(cd/A/y)이었다. 이와 같이 발광 디바이스 2는 특히 BI가 양호한 발광 디바이스라고 할 수 있다. 그러므로, 본 발명의 일 형태는 디스플레이에 사용되는 발광 디바이스에 적합하다.

[0383] 또한 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 2의 $1000cd/m^2$ 부근에서의 파워 효율은 각각 4.5(lm/W), 2.5(lm/W)이었다. 이와 같이 발광 디바이스 2는 특히 소비 전력이 낮은 발광 디바이스라고 할 수 있다.

[0384] (실시예 3)

[0385] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0386] [화학식 18]



[0387]

[0388] (발광 디바이스 3의 제작 방법)

[0389] 우선, 유리 기판 위에, 반사 전극으로서 은(Ag)과 팔라듐(Pd)과 구리(Cu)의 합금막(Ag-Pd-Cu(APC)막)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 100nm가 되도록 형성한 후, 투명 전극으로서 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 10nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 4mm^2(2mm×2mm)로 하였다.

[0390] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0391] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0392] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.05(=PCBBiF:OCHD-001)가 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0393] 정공 주입층(111) 위에 PCBBiF를 막 두께가 100nm가 되도록 증착한 후, 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 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0394] 다음으로 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0395] 그 후, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0396] 다음으로, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, 상기 구조식(xix)으로 나타내어지는 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딘일)-5-(9-페난트렌일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn)과 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)을 중량비 1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Li-6mq)이 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0397] 전자 수송층(114)을 형성한 후, Li-6mq를 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 은(Ag)과 마그네슘(Mg)의 체적비를 1:0.1로 하고, 막 두께가 15nm가 되도록 공증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 3을 제작하였다. 또한 음극(102)은 광을 반사하는 기능과 광을 투과시키는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이고, 본 실시예의 발광 디바이스는 음극(102)으로부터 광을 추출하는 톱 이미션형 디바이스이다. 또한 음극(102) 위에는 상기 구조식(xi)으로 나타내어지는 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)-벤젠(약칭: DBT3P-II)을 막 두께가 70nm가 되도록 증착하 광 추출 효율을 향상시켰다.

[0398] (비교 발광 디바이스 3의 제작 방법)

[0399] 비교 발광 디바이스 3은 발광 디바이스 3에서의 전자 수송층에 사용한 Li-6mq를 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 3과 마찬가지로 제작하였다.

[0400] 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0401] [표 7]

	막 두께	발광 디바이스 3	비교 발광 디바이스 3
전자 주입층	1nm	Li-6mq	Liq
전자 수송층	20nm	mPn-mDMePyPTzn:Li-6mq (1:1)	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1:1)
정공 차단층	10nm	mFBPTzn	
발광층	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	
전자 차단층	10nm	PCzN2	
정공 수송층	10nm	DBfBB1TP	
	100nm	PCBBiF	
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0.05)	

[0402]

[0403] 또한 mPn-mDMePyPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 도 28에 나타내었고, 456nm에서의 굴절률을 이하의 표 8에 나타낸다. 측정은 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 수행하였다. 측정용 시료로서는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 28에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0404] [표 8]

	정상광 굴절률 (n, Ordinary) @456nm
mPn-mDMePyPTzn	1.81
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

[0405]

[0406] 상기 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3을 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0407] 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 휘도-전류 밀도 특성을 도 29에, 전류 효율-휘도 특성을 도 30에, 휘도-전압 특성을 도 31에, 전류-전압 특성을 도 32에, 발광 스펙트럼을 도 33에, 블루 인덱스(BI)-휘도 특성을 도 34에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 9에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0408] 또한 블루 인덱스(BI)란, 전류 효율(cd/A)을 색도 y로 더 나눈 값(cd/A/y)이고, 청색 발광의 발광 특성을 나타내는 지표 중 하나이다. 청색 발광은 색도 y가 작을수록 색 순도가 높은 발광이 되는 경향이 있다. 색 순도가 높은 청색 발광은 휘도 성분이 작아도 넓은 범위의 청색을 표현할 수 있기 때문에, 색 순도가 높은 청색 발광을 사용함으로써, 청색을 표현하기 위하여 필요한 휘도가 저하하므로 소비 전력의 저감 효과가 얻어진다. 그러므로 청색 순도의 지표 중 하나인 색도 y를 고려한 BI가 청색 발광의 효율을 나타내는 수단으로서 적합하게 사용되고, 발광 디바이스의 BI가 높을수록 디스플레이에 사용되는 청색 발광 디바이스로서의 효율이 양호하다고 할 수 있다.

[0409] [표 9]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	BI (cd/A/y)
발광 디바이스 3	3.7	0.49	12.4	0.14	0.04	6.7	152.3
비교 발광 디바이스 3	3.9	0.53	13.2	0.14	0.05	7.0	149.4

[0410]

[0411] 도 29 내지 도 34 및 표 9로부터, 본 발명의 일 형태의 굴절률이 낮은 재료를 사용한 발광 디바이스 3은 비교 발광 디바이스 3과 거의 같은 발광 스펙트럼을 나타내면서, 비교 발광 디바이스 3보다 구동 전압이 낮고 블루 인덱스가 양호한 EL 디바이스인 것을 알 수 있었다.

[0412] 이와 같이, 6위치에 알킬기를 가지는 알칼리 금속의 유기 착체인 Li-6mq를 전자 수송 재료와 함께 전자 수송층(114)에 사용함으로써, 구동 전압이 저감되는 효과가 얻어진 것을 알 수 있다. 또한 이는 6위치에 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 알칼리 금속의 유기 금속 착체 특유의 효과이다. 또한 상기 유기 금속 착체로서는, 6-알킬-8-퀴놀리놀레이토-리튬, 특히 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)이 바람직하다.

[0413] 또한 발광 디바이스 3 및 비교 발광 디바이스 3의 1000cd/m^2 부근에서의 블루 인덱스(BI)는 각각 152.3(cd/A/y), 149.4(cd/A/y)이고, BI의 최댓값은 각각 153.3(cd/A/y), 150.4(cd/A/y)이었다. 이와 같이 발광 디바이스 3은 특히 BI가 양호한 발광 디바이스라고 할 수 있다.

[0414] 또한 본 실시예에서는, 유기 금속 착체에만 굴절률이 낮은 재료를 사용하여 6-알킬-8-퀴놀리놀레이토-리튬(바람직하게는 Li-6mq)의 구동 전압이 저감되는 효과를 확인하였지만, 실시예 1과 같이 전자 수송층에서 전자 수송성을 가지는 유기 화합물과 금속 착체의 양쪽을 굴절률이 낮은 재료로 함으로써, 광 추출 효율이 크게 향상되는 효과가 얻어져 전류 효율이나 BI가 향상된다.

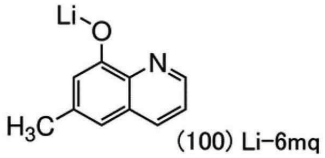
[0415] 또한 실시예 2와 같이, 알킬기를 가지는 전자 수송성을 가진 유기 화합물과 6-알킬-8-퀴놀리놀레이토-리튬(바람직하게는 Li-6mq)을 함께 사용함으로써, 구동 전압이 크게 저감되는 효과를 얻을 수 있다. 또한 알킬기를 가지며 굴절률이 낮은 전자 수송성을 가진 유기 화합물과 6-알킬-8-퀴놀리놀레이토-리튬(바람직하게는 Li-6mq)을 사용함으로써, 구동 전압이 크게 저감되는 효과와 발광 효율이 크게 향상되는 효과가 얻어지는 것을 알 수 있었다.

[0416] (실시예 4)

[0417] <<합성예 1>>

[0418] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 금속 착체인 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)의 합성 방법에 대하여 설명한다. Li-6mq의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0419] [화학식 19]

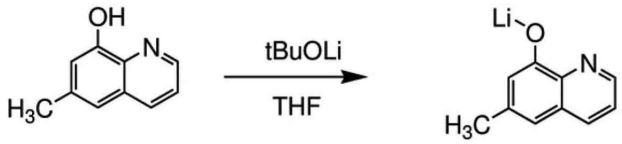
[0420] 

(100) Li-6mq

[0421] <단계 1: Li-6mq의 합성>

[0422] 3구 플라스크에 8-하이드록시-6-메틸퀴놀린 2.0g(12.6mmol), 탈수 테트라하이드로퓨란(약칭: THF) 130mL를 넣고 교반하였다. 이 용액에 리튬 tert-뷰톡사이드(약칭: tBuOLi)의 1M THF 용액 10.1mL(10.1mmol)를 첨가하고 실온에서 47시간 동안 교반하였다. 반응 용액을 농축하여 황색 고체를 얻었다. 이 고체에 아세토나이트릴을 첨가하고 초음파를 조사한 후에 여과함으로써 담황색 고체를 얻었다. 이 세정 조작을 두 번 수행하였다. 여과물로서 Li-6mq의 담황색 고체 1.6g(수율: 95%)을 얻었다. 본 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0423] [화학식 20]

[0424] 

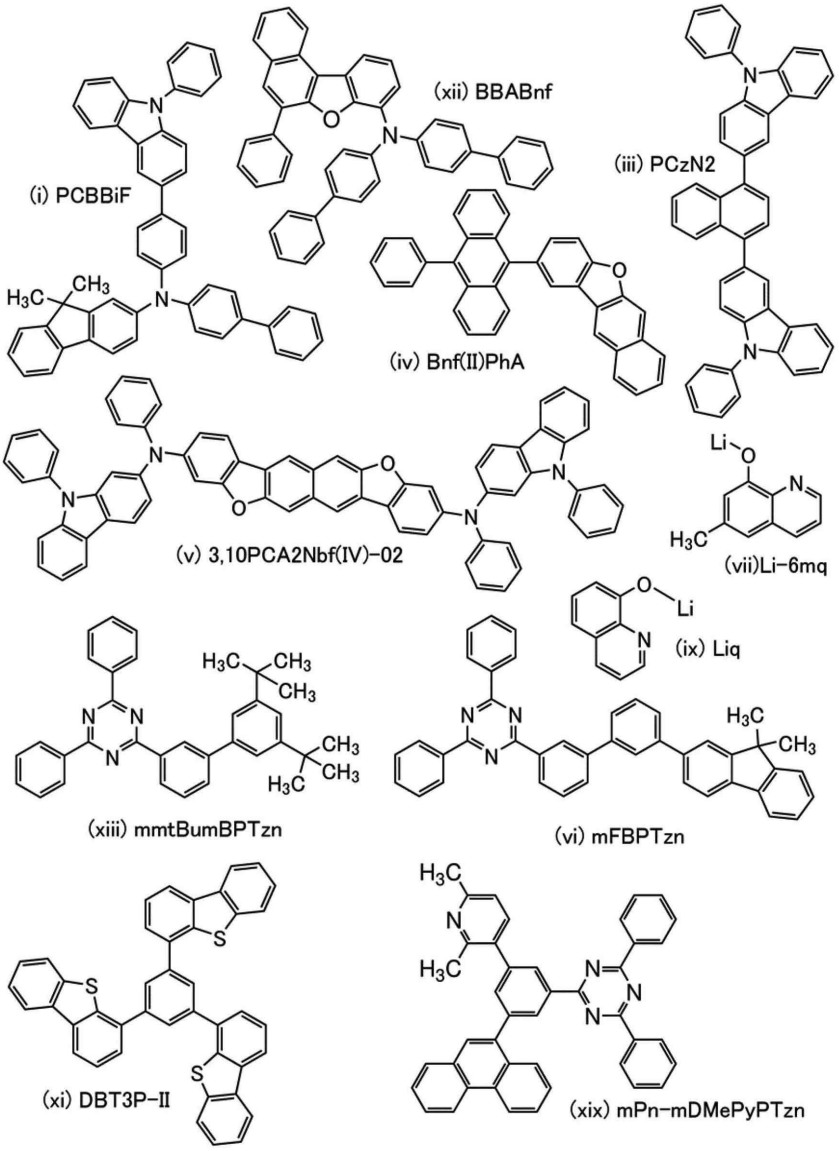
[0425] 다음으로, Li-6mq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 측정한 결과를 도 35에 나타내었다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하여 측정되고, 탈수 아세톤만을 석영 셀에 넣고 측정한 스펙트럼을 뺀 것이다. 또한 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(JASCO Corporation 제조, FP-8600)를 사용하였다.

[0426] 도 35에서, Li-6mq의 탈수 아세톤 용액은 390nm에 흡수 피크가 확인되고, 발광 파장의 피크는 540nm(여기 파장 385nm)이었다.

[0427] (실시예 5)

[0428] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0429] [화학식 21]



[0430]

[0431] (발광 디바이스 4의 제작 방법)

[0432] 우선, 유리 기판 위에, 반사 전극으로서 은(Ag)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 100nm가 되도록 성막한 후, 투명 전극으로서 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 95nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 $4mm^2$(2mm×2mm)로 하였다.

[0433] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0434] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0435] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.05(=PCBBiF:OCHD-001)가 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0436] 정공 주입층(111) 위에 PCBBiF를 막 두께가 10nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(xii)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여

정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0437] 다음으로 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0438] 그 후, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0439] 다음으로, 상기 구조식(xiii)으로 나타내어지는 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, mmtBumBPTzn과 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)을 중량비 1:1(=mmtBumBPTzn:Li-6mq)이 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0440] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 플루오린화 리튬을 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 은(Ag)과 마그네슘(Mg)의 체적비를 1:0.1로 하고, 막 두께가 15nm가 되도록 공증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 4를 제작하였다. 또한 음극(102)은 광을 반사하는 기능과 광을 투과시키는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이고, 본 실시예의 발광 디바이스는 음극(102)으로부터 광을 추출하는 톱이미션형 디바이스이다. 또한 음극(102) 위에는 상기 구조식(xi)으로 나타내어지는 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)-벤젠(약칭: DBT3P-II)을 막 두께가 70nm가 되도록 증착하여 광 추출 효율을 향상시켰다.

[0441] (비교 발광 디바이스 4의 제작 방법)

[0442] 비교 발광 디바이스 4는 발광 디바이스 4에서의 전자 수송층(114)에 사용한 Li-6mq를 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 4와 마찬가지로 제작하였다.

[0443] (비교 발광 디바이스 5의 제작 방법)

[0444] 비교 발광 디바이스 5는 비교 발광 디바이스 4에서의 정공 차단층에 사용한 mmtBumBPTzn을 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn)으로 바꾸고, 전자 수송층(114)에 사용한 mmtBumBPTzn을 상기 구조식(xix)으로 나타내어지는 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딘일)-5-(9-페난트렌일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn)으로 바꾼 것 외에는 비교 발광 디바이스 4와 마찬가지로 제작하였다. 또한 정공 수송층의 막 두께를, 소자 간에서 색도가 동일하게 되도록 조정하였다.

[0445] 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0446] [표 10]

	막 두께	발광 디바이스 4	비교 발광 디바이스 4	비교 발광 디바이스 5
전자 주입층	1nm	Li-6mq	Liq	Liq
전자 수송층	20nm	mmtBumBPTzn :Li-6mq (1:1)	mmtBumBPTzn:Liq (1:1)	mPn-mDMePyPTzn :Liq (1:1)
정공 차단층	*3	mmtBumBPTzn		mFBPTzn
발광층	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)		
전자 차단층	10nm	PCzN2		
정공 수송층	10nm	BBABnf		
	10nm	PCBBiF		
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0.05)		

*3 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4: 10nm, 비교 발광 디바이스 5: 5nm

[0447]

[0448] 또한 mmtBumBPTzn, mPn-mDMePyPTzn, Li-6mq, 및 Liq의 굴절률을 도 37에 나타내었고, 456nm에서의 굴절률을 이

하의 표 11에 나타낸다. 측정은 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 수행하였다. 측정용 시료로서는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 37에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0449] 도 37에서, mmtBumBPTzn은 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.68이고, 1.50 이상 1.75 이하의 범위에 있다. 또한 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.64이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있어, mmtBumBPTzn은 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한 Li-6mq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.67이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.61이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0450] 이상으로부터, 발광 디바이스 4는 전자 수송층(114)의 정상광 굴절률이 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 1.50 이상 1.75 미만의 범위에 있고, 633nm에서 1.45 이상 1.70 미만의 범위에 있는 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0451] [표 11]

	정상광 굴절률 (n, Ordinary) @456nm
mmtBumBPTzn	1.68
mPn-mDMePyPTzn	1.81
Li-6mq	1.67
Liq	1.72

[0452]

[0453] 상기 발광 디바이스 4, 그리고 비교 발광 디바이스 4 및 비교 발광 디바이스 5를 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0454] 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 휘도-전류 밀도 특성을 도 38에, 전류 효율-휘도 특성을 도 39에, 휘도-전압 특성을 도 40에, 전류 밀도-전압 특성을 도 41에, 발광 스펙트럼을 도 42에, 블루 인덱스-휘도 특성을 도 43에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 12에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0455] 또한 블루 인덱스(BI)란, 전류 효율(cd/A)을 색도 y로 더 나눈 값(cd/A/y)이고, 청색 발광의 발광 특성을 나타내는 지표 중 하나이다. 청색 발광은 색도 y가 작을수록 색 순도가 높은 발광이 되는 경향이 있다. 색 순도가 높은 청색 발광은 휘도 성분이 작아도 넓은 범위의 청색을 표현할 수 있기 때문에, 색 순도가 높은 청색 발광을 사용함으로써, 청색을 표현하기 위하여 필요한 휘도가 저하하므로 소비 전력의 저감 효과가 얻어진다. 그러므로 청색 순도의 지표 중 하나인 색도 y를 고려한 BI가 청색 발광의 효율을 나타내는 수단으로서 적합하게 사용되고, 발광 디바이스의 BI가 높을수록 디스플레이에 사용되는 청색 발광 디바이스로서의 효율이 양호하다고 할 수 있다.

[0456] [표 12]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	BI (cd/A/y)	파워 효율 (lm/W)
발광 디바이스 4	3.6	0.44	11.1	0.14	0.04	7.8	178	6.8
비교 발광 디바이스 4	4.0	0.50	12.5	0.14	0.05	7.5	164	5.9
비교 발광 디바이스 5	3.6	0.66	16.4	0.14	0.04	6.7	160	5.9

[0457]

[0458] 도 38 내지 도 43 및 표 12로부터, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 4는 비교 발광 디바이스 5와 거의 같은 발광 스펙트럼을 나타내면서, 비교 발광 디바이스 5보다 전류 효율이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다. 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 4는 비교 발광 디바이스 4보다 구동 전압이 낮은 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다.

[0459] 또한 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 1000cd/m^2 부근에서의 블루 인덱스(BI)는 각각 178(cd/A/y), 164(cd/A/y), 160(cd/A/y)이었다. 이와 같이 발광 디바이스 4는 특히 BI가 양호한 발광 디바이스라고 할 수 있다. 그러므로, 본 발명의 일 형태는 디스플레이에 사용되는 발광 디바이스에 적합하다.

[0460] 또한 발광 디바이스 4, 비교 발광 디바이스 4, 및 비교 발광 디바이스 5의 1000cd/m^2 부근에서의 파워 효율은 각각 6.8(lm/W), 5.9(lm/W), 5.9(lm/W)이었다. 이와 같이 발광 디바이스 4는 특히 소비 전력이 낮은 발광 디바이스라고 할 수 있다.

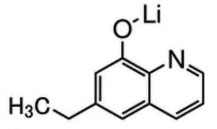
[0461] 또한 발광 디바이스 4와 거의 같은 구성을 가지고, 20nm의 PCBBiF 및 10nm의 N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP)을 적층하여 정공 수송층을 형성하고, 전자 주입층으로서 플루오린화 리튬을 두께가 1nm가 되도록 형성하여 제작한 보텀 이미션형 발광 디바이스 15와, 발광 디바이스 15의 Li-6mq를 2-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-mq)으로 바꿔 제작한 발광 디바이스 16을 제작하고 초기 특성을 측정하였다. 4V 시점에서의 전류값이 발광 디바이스 15에서는 0.36mA, 발광 디바이스 16에서 0.27mA로, 발광 디바이스 15가 발광 디바이스 16보다 30% 이상 높았다. 이와 같이, 6위치에 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 금속 착체를 사용한 발광 디바이스는, 2위치에 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 금속 착체를 사용하는 경우보다 구동 전압이 특히 낮은 발광 디바이스로 할 수 있다.

[0462] (실시예 6)

[0463] <<합성예 2>>

[0464] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 금속 착체인 6-에틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6eq)의 합성 방법에 대하여 설명한다. Li-6eq의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0465] [화학식 22]

[0466] 

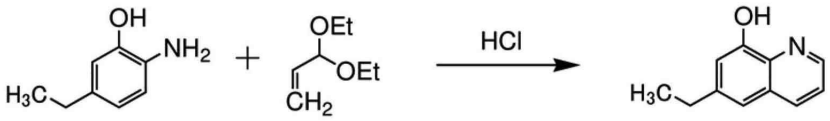
(101) Li-6eq

[0467] <단계 1: 6-에틸-8-하이드록시퀴놀린의 합성>

[0468] 3구 플라스크에 2-아미노-5-에틸페놀 5.21g(38.0mmol), 1N 염산 135mL를 넣고, 100℃에서 30분 동안 교반하였다. 이 반응 용액에, 아크롤레인다이에틸아세탈 7.42g(57.0mmol, 8.73mL)과 에탄올 10mL를 혼합시킨 용액을 1시간 동안 적하하고, 100℃에서 5시간 동안 가열하였다. 반응이 끝난 후, 반응 용액을 100℃에서 120분 동안 가열하였다. 반응 용액에 다이클로로메테인을 첨가한 후, 10% 수산화 소듐 수용액, 1N 염산을 사용하여 수성층을 pH7로 조정하였다. 용액을 여과한 후에 유기층을 꺼내고, 수성층에 대하여 다이클로로메테인으로 추출을 수행하였다. 그리고, 추출 용액을 유기층과 합쳐 물로 세정하고, 유기층을 황산 마그네슘으로 탈수한 후, 농축하여 목적물을 포함한 흑색 고체를 얻었다.

[0469] 얻어진 고체를, 극성을 헥세인:아세트산 에틸=10:0으로부터 헥세인:아세트산 에틸=10:1로 변화시킨 전개 용매를 사용한 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 이 정제를 총 두 번 수행하여, 목적물인 백황색 고체 3.4g(수율: 51%)을 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하의 식으로 나타낸다.

[0470] [화학식 23]

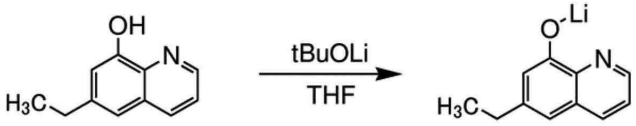
[0471] 

[0472] <단계 2: Li-6eq의 합성>

[0473] 3구 플라스크에 단계 1에서 얻은 6-에틸-8-하이드록시퀴놀린 3.0g(17.4mmol), 탈수 테트라하이드로퓨란(약칭: THF) 200mL를 넣고 교반하였다. 이 용액에 리튬-tert-뷰톡사이드(약칭: tBuOLi)의 1M THF 용액 13.9mL(13.9mmol)를 첨가하고 실온에서 68시간 동안 교반하였다. 반응 용액을 농축하여 황색 고체를 얻었다. 이 고체에 아세토나이트릴을 첨가하고 초음파를 조사한 후에 여과함으로써 황색 고체를 얻었다. 이 세정 조작을 두 번 수행하였다. 여과물로서 황색 고체 2.6g(수율: 104%)을 얻었다.

[0474] 얻어진 황색 고체 2.58g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 압력 2.8Pa, 335℃의 조건으로 15.5시간 동안 가열하여 승화 정제하였다. 승화 정제 후, 황색 고체를 수량 1.94g, 회수율 75%로 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0475] [화학식 24]

[0476] 

[0477] 얻어진 황색 고체의 핵자기 공명 분광법(^{1}H-NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과로부터, 본 실시예에서 상술한 구조식(101)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물인 Li-6eq가 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0478] ^{1}H NMR(DMSO-d6, 300MHz): δ=1.21(t, 3H), 2.54(t, 2H), 6.29(s, 1H), 6.37(s, 1H), 7.22(q, 1H), 7.96(d, 1H), 8.30(d, 1H).

[0479] 다음으로, Li-6eq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 측정한 결과를 도 45에 나타내었다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하여 측정되고, 탈수 아세톤만을 석영 셀에 넣고 측정한 스펙트럼을 뺀 것이다. 또한 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(JASCO Corporation 제조, FP-8600)를 사용하였다.

[0480] Li-6eq의 탈수 아세톤 용액은 369nm에 흡수 피크가 확인되고, 발광 파장의 피크는 532nm(여기 파장 375nm)이었다.

[0481] 또한 도 46에는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 Li-6eq의 굴절률을 측정한 결과를 나타내었다. 측정에는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 46에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

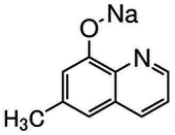
[0482] 도 46으로부터, Li-6eq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.68이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.63이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0483] (실시예 7)

[0484] <<합성예 3>>

[0485] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 금속 착체인 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-소듐(약칭: Na-6mq)의 합성 방법에 대하여 설명한다. Na-6mq의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0486] [화학식 25]

[0487] 

(102) Na-6mq

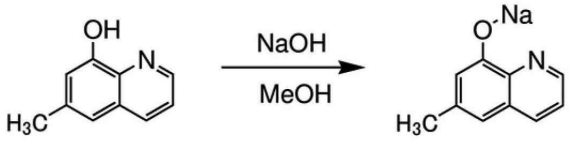
[0488] <단계 1: Na-6mq의 합성>

[0489] 3구 플라스크에 8-하이드록시-6-메틸퀴놀린 3.8g(23.7mmol), 수산화 소듐 0.76g(18.9mmol), 메탄올 240mL를 넣고, 80℃에서 8시간 동안 교반하였다. 반응 용액을 가열하여 상압 증류를 수행하였다. 용매가 줄어들면 톨루엔 140mL를 첨가하였다. 이를 총 세 번 수행하였다. 반응 용액을 얼음물로 냉각시키고, 여과를 수행하였다. 여과물로서 목적물인 황록색 고체 3.4g(수율: 98%)을 얻었다.

[0490] 얻어진 황록색 고체 1.3g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 압력 3.2×10^{-2}Pa, 358℃의 조건으로 16.5시간 동안 승화 정제하였다. 승화 정제 후, 황색 고체를 수량 1.0g, 회수율 77%로 얻었다.

[0491] 또한 얻어진 황색 고체 1.0g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 압력 2.0×10^{-2}Pa, 356℃의 조건으로 16시간 동안 승화 정제하였다. 승화 정제 후, 황색 고체를 수량 0.84g, 회수율 84%로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0492] [화학식 26]

[0493] 

[0494] 얻어진 황색 고체의 핵자기 공명 분광법(^{1}H-NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과로부터, 본 실시예에서 상술한 구조식(102)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물인 Na-6mq가 얻어진 것을 알 수 있었다.

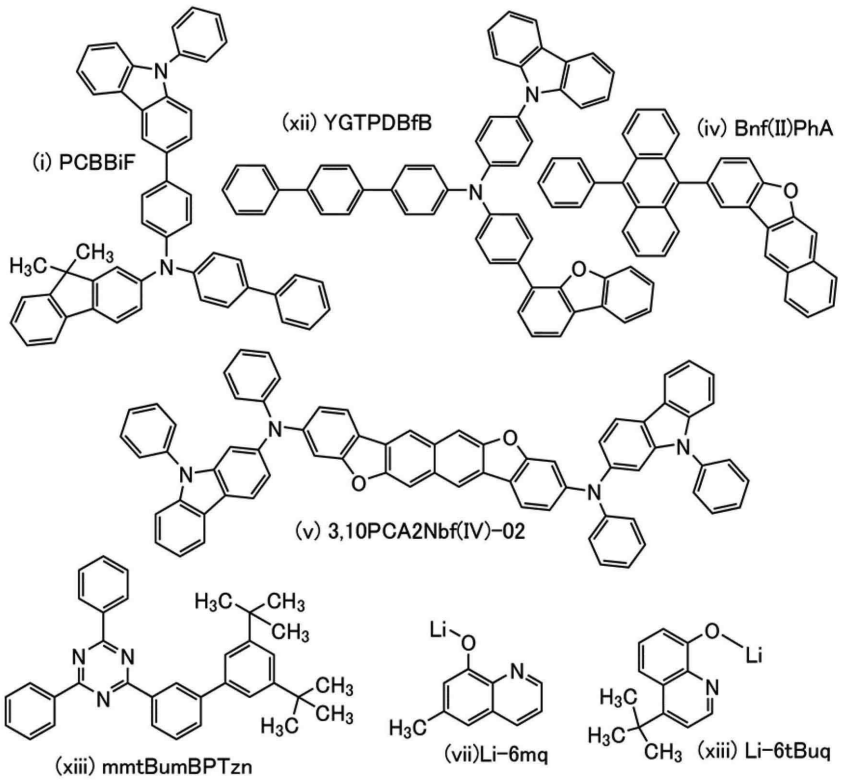
[0495] H^1 NMR(DMSO-d6, 300MHz): δ=2.24(s, 3H), 6.32(d, 2H), 7.18(q, 1H), 7.86(d, 1H), 8.37(d, 1H).

[0496] Na-6mq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 측정한 결과를 도 47에 나타내었다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하여 측정되고, 탈수 아세톤만을 석영 셀에 넣고 측정한 스펙트럼을 뺀 것이다. 또한 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(JASCO Corporation 제조, FP-8600)를 사용하였다. Na-6mq의 탈수 아세톤 용액은 405nm에 흡수 피크가 확인되고, 발광 파장의 피크는 551nm(여기 파장 405nm)이었다.

[0497] (실시예 8)

[0498] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0499] [화학식 27]



[0500]

[0501] (발광 디바이스 5의 제작 방법)

[0502] 우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 70nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 4mm^2(2mm×2mm)로 하였다.

[0503] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0504] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0505] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.05(=PCBBiF:OCHD-001)가 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0506] 정공 주입층(111) 위에 PCBBiF를 막 두께가 20nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0507] 이어서, 정공 수송층(112) 위에, 상기 구조식(xii)으로 나타내어지는 N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-[4-(4-다이벤조퓨란일)페닐]-[1,1':4',1''-터페닐]-4-아민(약칭: YGTPDBfB)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0508] 그 후, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0509] 다음으로, 상기 구조식(xiii)으로 나타내어지는 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, mmtBumBPTzn과 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)을 중량비

1:1(=mmtBumBPTzn:Li-6mq)이 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0510] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 플루오린화 리튬을 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 알루미늄을 막 두께가 200nm가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 5를 제작하였다. 또한 본 실시예의 발광 디바이스는 양극(101) 측으로부터 광을 추출하는 보텀 이미션형 소자이다.

[0511] (발광 디바이스 6의 제작 방법)

[0512] 발광 디바이스 6은 발광 디바이스 5에서의 Li-6mq를 상기 구조식(xiii)으로 나타내어지는 6-tert-뷰틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6tBuq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 5와 마찬가지로 제작하였다.

[0513] 또한 Li-6tBuq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.63 이상 1.64 이하이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.59이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0514] 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0515] [표 13]

[0516]

	막 두께	발광 디바이스 5	발광 디바이스 6
전자 주입층	1nm	LiF	
전자 수송층	20nm	mmtBumBPTzn:Li-6mq (1:1)	mmtBumBPTzn:Li-6tBuq (1:1)
정공 차단층	10nm	mmtBumBPTzn	
발광층	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	
전자 차단층	10nm	YGTPDBfB	
정공 수송층	20nm	PCBBiF	
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0.05)	

[0517] 상기 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6을 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0518] 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 휘도-전류 밀도 특성을 도 48에, 전류 효율-휘도 특성을 도 49에, 휘도-전압 특성을 도 50에, 전류 밀도-전압 특성을 도 51에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 52에, 파워 효율-휘도 특성을 도 53에, 발광 스펙트럼을 도 54에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 14에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0519] [표 14]

[0520]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 5	3.8	0.36	9.1	0.14	0.11	11.1	9.1	11.5
발광 디바이스 6	5.2	0.43	10.7	0.14	0.11	9.9	6.0	10.2

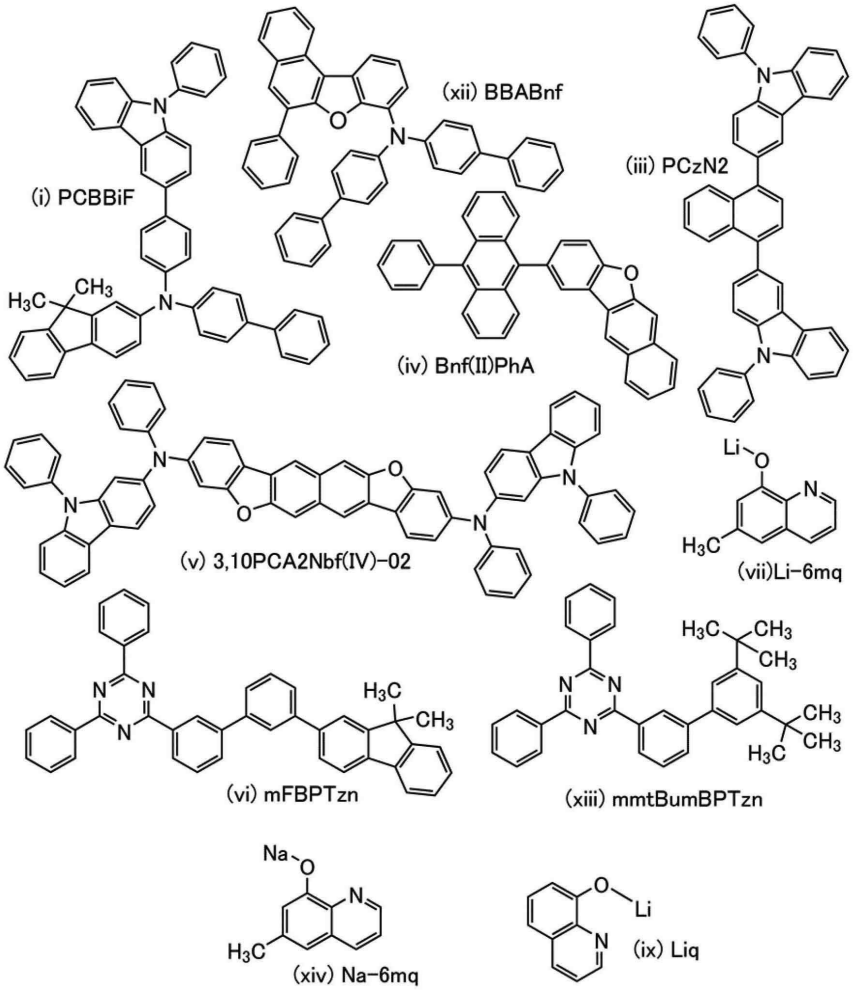
[0521] 도 48 내지 도 54 및 표 14로부터, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 5 및 발광 디바이스 6은 둘 다 양호한 특성을 가지는 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다. 또한 특히 Li-6mq를 사용한 발광 디바이스 5는 발광 디바이스 6보다 외부 양자 효율도 양호하지만, 특히 구동 전압이 낮고, 전류 효율, 파워 효율이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다. 이와 같이, 6위치에 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀

레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 금속 착체를 사용한 발광 디바이스는, 6위치에 탄소수 4 이상의 알킬기(t-뷰틸기 등)를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 금속 착체를 사용하는 경우보다 구동 전압이 특히 낮은 발광 디바이스로 할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0522] (실시예 9)

[0523] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0524] [화학식 28]



[0525]

[0526] (발광 디바이스 7의 제작 방법)

[0527] 우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 70nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 4㎜^{2}(2㎜×2㎜)로 하였다.

[0528] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0529] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0530] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.05(=PCBBiF:OCHD-001)가 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0531] 정공 주입층(111) 위에 PCBBiF를 막 두께가 10nm가 되도록 증착한 후, 상기 구조식(xii)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0532] 다음으로 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0533] 그 후, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0534] 다음으로, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, 상기 구조식(xiii)으로 나타내어지는 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBPTzn)과 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)을 중량비 1:1(=mmtBumBPTzn:Li-6mq)이 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0535] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 플루오린화 리튬을 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 알루미늄을 막 두께가 200nm가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 7을 제작하였다. 또한 본 실시예의 발광 디바이스는 양극(101) 측으로부터 광을 추출하는 보텀 이미션형 소자이다.

[0536] (발광 디바이스 8의 제작 방법)

[0537] 발광 디바이스 8은 발광 디바이스 7에서의 Li-6mq를 상기 구조식(xiv)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-소듐(약칭: Na-6mq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 7과 마찬가지로 제작하였다.

[0538] (비교 발광 디바이스 6의 제작 방법)

[0539] 비교 발광 디바이스 6은 발광 디바이스 7에서의 Li-6mq를 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 7과 마찬가지로 제작하였다.

[0540] 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0541] [표 15]

[0542]

	막 두께	발광 디바이스 7	발광 디바이스 8	비교 발광 디바이스 6
전자 주입층	1nm	LiF		
전자 수송층	20nm	mmtBumBPTzn :Li-6mq (1:1)	mmtBumBPTzn :Na-6mq (1:1)	mmtBumBPTzn :Liq (1:1)
정공 차단층	10nm	mFBPTzn		
발광층	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)		
전자 차단층	10nm	PCzN2		
정공 수송층	10nm	BBABnf		
	10nm	PCBBiF		
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0.05)		

[0543] 상기 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6을 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0544] 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 휘도-전류 밀도 특성을 도 55에, 전류 효율-휘도 특성을 도 56에, 휘도-전압 특성을 도 57에, 전류 밀도-전압 특성을 도 58에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 59에, 파워 효율-휘도 특성을 도 60에, 발광 스펙트럼을 도 61에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 7, 발광 디바이스 8, 및 비교 발광 디바이스 6의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 16에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0545] [표 16]

[0546]

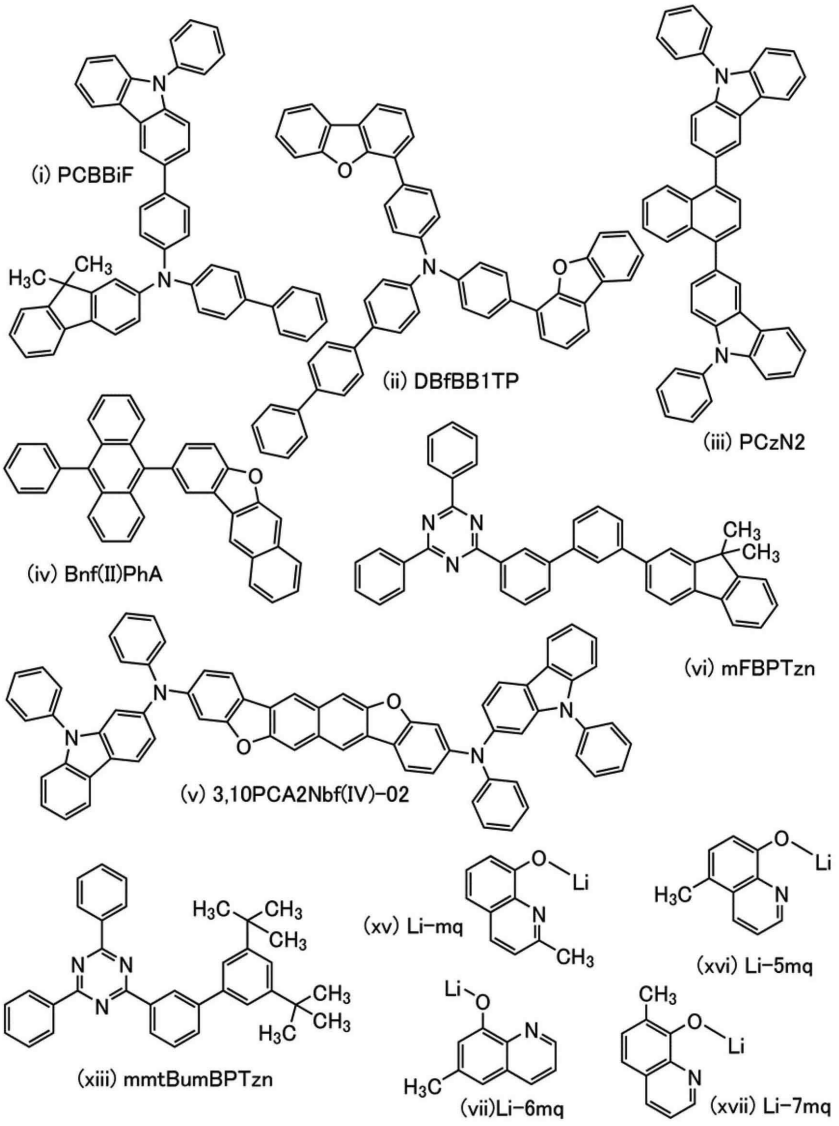
	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 7	3.8	0.44	11.1	0.14	0.10	10.3	8.5	11.4
발광 디바이스 8	3.5	0.39	9.8	0.14	0.10	10.1	9.0	11.2
비교 발광 디바이스 6	4.0	0.36	9.1	0.14	0.10	10.0	7.8	11.2

[0547] 도 55 내지 도 61 및 표 16으로부터, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8, 그리고 비교 발광 디바이스 6은 둘 다 양호한 특성을 가지는 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다. 특히 6위치에 알킬기를 가지는 금속의 퀴놀린올 착체를 사용한 발광 디바이스 7 및 발광 디바이스 8은 구동 전압이 낮아, 전류 효율, 파워 효율이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다. 또한 특히 소듐 금속을 사용한 퀴놀린올 착체를 사용한 발광 디바이스 8은 구동 전압이 낮고, 전류 효율, 파워 효율이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다.

[0548] (실시예 10)

[0549] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 9 내지 발광 디바이스 12에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0550] [화학식 29]



[0551]

[0552] (발광 디바이스 9의 제작 방법)

[0553] 우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 55nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 4mm^2(2mm×2mm)로 하였다.

[0554] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0555] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0556] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.05(=PCBBiF:OCHD-001)가 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0557] 정공 주입층(111) 위에 PCBBiF를 막 두께가 20nm가 되도록 증착한 후, 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 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0558] 다음으로 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0559] 그 후, 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0560] 다음으로, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, 상기 구조식(xiii)으로 나타내어지는 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBPTzn)과 상기 구조식(xv)으로 나타내어지는 2-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-mq)을 중량비 0.5:0.5(=mmtBumBPTzn:Li-mq)가 되도록 막 두께 20nm로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0561] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 플루오린화 리튬을 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 알루미늄을 막 두께가 200nm가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 9를 제작하였다.

[0562] (발광 디바이스 10의 제작 방법)

[0563] 발광 디바이스 10은 발광 디바이스 9에서의 전자 수송층(114)에 사용한 Li-mq를 상기 구조식(xvi)으로 나타내어지는 5-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-5mq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 9와 마찬가지로 제작하였다.

[0564] (발광 디바이스 11의 제작 방법)

[0565] 발광 디바이스 11은 발광 디바이스 9에서의 전자 수송층(114)에 사용한 Li-mq를 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)으로 바꾸고, 그 중량비를 0.4:0.6(=mmtBumBPTzn:Li-6mq)으로 한 것 외에는 발광 디바이스 9와 마찬가지로 제작하였다.

[0566] (발광 디바이스 12의 제작 방법)

[0567] 발광 디바이스 12는 발광 디바이스 9에서의 전자 수송층(114)에 사용한 Li-mq를 상기 구조식(xvii)으로 나타내어지는 7-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-7mq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 9와 마찬가지로 제작하였다.

[0568] 발광 디바이스 9 내지 발광 디바이스 12의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0569] [표 17]

	막 두께	발광 디바이스 9	발광 디바이스 10	발광 디바이스 11	발광 디바이스 12
전자 주입층	1nm	LiF			
전자 수송층	20nm	mmtBumBPTzn:리튬 착체			
		(0.5:0.5)		(0.4:0.6)	(0.5:0.5)
정공 차단층	10nm	mFBPTzn			
발광층	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)			
전자 차단층	10nm	PCzN2			
정공 수송층	10nm	DBfBB1TP			
	20nm	PCBBiF			
정공 주입층	10nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0.1)			

리튬 착체 발광 디바이스 9: Li-mq

발광 디바이스 10: Li-5mq

발광 디바이스 11: Li-6mq

발광 디바이스 12: Li-7mq

[0570]

[0571] 또한 mmtBumBPTzn, Li-mq, Li-5mq, Li-6mq, 및 Li-7mq의 굴절률을 도 75에 나타내었고, 456nm에서의 굴절률을 이하의 표 18에 나타낸다. 측정은 분광 엘립소미터(J.A. Woollam Japan Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 수행하였다. 측정용 시료로서는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 75에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0572] [표 18]

	정상광 굴절률 (n, Ordinary) @456nm
mmtBumBPTzn	1.68
Li-mq	1.68
Li-5mq	1.72
Li-6mq	1.67
Li-7mq	1.69

[0573]

[0574] 도 75 및 표 18에서, mmtBumBPTzn은 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.68이고, 1.50 이상 1.75 이하의 범위에 있다. 또한 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.64이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있어, mmtBumBPTzn은 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한 Li-mq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.67 이상 1.68 이하이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.62이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한 Li-6mq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.67이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.61이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한 Li-7mq는 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.68 이상 1.69 이하이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.63이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0575] 여기서, Li-5mq의 633nm에서의 정상광 굴절률은 1.65이고, 1.40 이상 1.65 이하의 범위에 있지만, 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서의 정상광 굴절률은 1.71 이상 1.72 이하이고, 1.70 이상이므로, Li-5mq는

본 실시예에서의 다른 Li 착체와 비교하여 굴절률이 높은 재료인 것을 알 수 있다. 그러나, 전자 수송성을 가지는 유기 화합물인 mmtBumBPTzn의 청색 발광 영역에서의 굴절률은 1.68로 늦으므로 각 굴절률을 합하여 2로 나눈 값이 1.75 이하가 되기 때문에, Li-5mq를 사용한 발광 디바이스 10은 충분히 양호한 특성을 가지는 발광 디바이스이다.

[0576] 이상으로부터, 발광 디바이스 9 내지 발광 디바이스 12는 전자 수송층(114)의 정상광 굴절률이 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 1.50 이상 1.75 미만의 범위에 있고, 633nm에서 1.45 이상 1.70 미만의 범위에 있는 발광 디바이스인 것을 알 수 있다.

[0577] 상기 발광 디바이스 9 내지 발광 디바이스 12를 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0578] 발광 디바이스 9 내지 발광 디바이스 12의 휘도-전류 밀도 특성을 도 62에, 전류 효율-휘도 특성을 도 63에, 휘도-전압 특성을 도 64에, 전류 밀도-전압 특성을 도 65에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 66에, 발광 스펙트럼을 도 67에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 9 내지 발광 디바이스 12의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 19에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0579] [표 19]

[0580]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 디바이스 9	4.2	0.38	9.5	0.14	0.11	12.4	9.3	13.2
발광 디바이스 10	3.8	0.32	8.0	0.14	0.11	10.8	9.0	11.7
발광 디바이스 11	4.0	0.36	9.1	0.14	0.11	11.3	8.9	12.2
발광 디바이스 12	5.0	0.42	10.6	0.14	0.10	9.8	6.2	11.0

[0581] 도 62 내지 도 67 및 표 19로부터, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 9 내지 발광 디바이스 12는 양호한 특성을 가지는 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다.

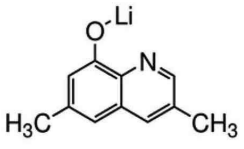
[0582] 또한 도 65로부터, 특히 Li-5mq를 사용한 발광 디바이스 10 및 Li-6mq를 사용한 발광 디바이스 11은 구동 전압이 낮고 특성이 양호한 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다. 이와 같이 리튬의 8-퀴놀리놀레이토 착체에 결합되는 메틸기가 리튬 원자 또는 퀴놀린 골격에서의 질소 원자와 떨어져 있는 위치에 존재함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 디바이스를 얻을 수 있다. 또한 Li-5mq는 굴절률이 비교적 높은 경향이 있기 때문에, Li-6mq가 외부 양자 효율이 높고 특성이 양호한 발광 디바이스를 더 얻기 쉬워 유용한 재료이다. 본 실시예는 보텀 이미션형 구조를 가지는 발광 디바이스이지만, 톱 이미션형 구조의 발광 디바이스는 굴절률이 낮기 때문에 외부 양자 효율이 향상되는 효과가 크므로, Li-6mq는 톱 이미션형 구조의 발광 디바이스에 특히 적합하다. 이와 같이, 6위치에 탄소수 1 내지 3의 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 금속 착체를 사용한 발광 디바이스는, 6위치 외의 치환 위치에 알킬기를 가지는 8-퀴놀리놀레이토 구조를 포함하는 배위자를 가진 금속 착체를 사용하는 경우보다 특성이 양호한 발광 디바이스로 할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0583] (실시예 11)

[0584] <<합성예 4>>

[0585] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 금속 착체인 3,6-다이메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-3,6dmq)의 합성 방법에 대하여 설명한다. Li-3,6dmq의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0586] [화학식 30]

[0587] 

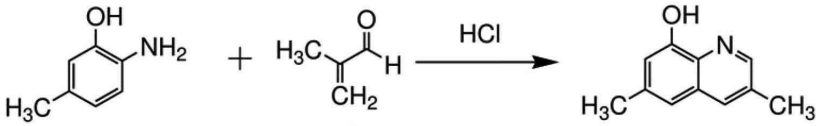
(200) Li-3,6dmq

[0588] <단계 1: 8-하이드록시-3,6-다이메틸퀴놀린의 합성>

[0589] 3구 플라스크에 6-아미노-m-크레졸 6.28g(51.0mmol), 1N 염산 175mL를 넣고, 100℃에서 30분 동안 교반하였다. 이 반응 용액에, 메타크롤레인 5.36g(76.5mmol, 6.38mL)과 에탄올 15mL를 혼합시킨 용액을 1시간 동안 적하하고, 100℃에서 2시간 동안 가열하였다. 반응이 끝난 후, 반응 용액을 100℃에서 2시간 동안 가열하였다. 반응 용액에 다이클로로메테인을 첨가한 후, 10% 수산화 소듐 수용액, 1N 염산을 사용하여 수성층을 pH7로 조정하였다. 용액을 여과한 후에 유기층을 꺼내고, 수성층에 대하여 다이클로로메테인으로 추출을 수행하였다. 그리고, 추출 용액을 유기층과 합쳐 물로 세정하고, 유기층을 황산 마그네슘으로 탈수한 후, 농축하여 목적물을 포함한 흑색 고체를 얻었다.

[0590] 얻어진 고체를, 극성을 헥세인:아세트산 에틸=10:0으로부터 헥세인:아세트산 에틸=10:1로 변화시킨 전개 용매를 사용한 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 이 정제를 총 두 번 수행하여, 목적물인 백황색 고체 4.3g(수율: 49%)을 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0591] [화학식 31]

[0592] 

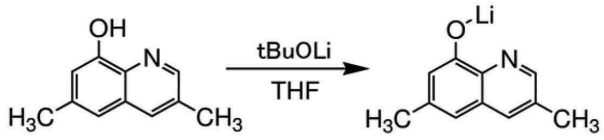
[0593] <단계 2: Li-3,6dmq의 합성>

[0594] 3구 플라스크에 단계 1에서 얻은 8-하이드록시-3,6-다이메틸퀴놀린 2.00g(11.6mmol), 탈수 테트라하이드로퓨란(약칭: THF) 130mL를 넣고 교반하였다. 이 용액에 리튬 tert-뷰톡사이드(약칭: tBuOLi)의 1M THF 용액 9.24mL(9.24mmol)를 첨가하고 실온에서 96시간 동안 교반하였다. 이 반응 용액을 농축하여 황색 고체를 얻었다. 이 고체에 아세토나이트릴을 첨가하고 초음파를 조사한 후에 여과함으로써 황색 고체를 얻었다. 이 세정 조작을 두 번 수행하였다. 여과물로서 Li-3,6dmq의 황색 고체 1.7g(수율: 100%)을 얻었다.

[0595] 얻어진 황색 고체 1.65g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 압력 2.7Pa, 330℃의 조건으로 17시간 동안 승화 정제하였다. 승화 정제 후, 목적물인 황색 고체를 수량 1.40g, 회수율 84%로 얻었다.

[0596] 또한 본 합성에서 사용한 원료인 메타크롤레인은 아크롤레인다이에틸아세탈보다 저렴한 재료이다. 그러므로, 8-하이드록시퀴놀린 골격의 3위치에 메틸기가 있는 경우, 메틸기가 없는 경우보다 저렴하게 합성할 수 있다고 할 수 있다. 즉, 메타크롤레인을 사용하여 합성한 8-하이드록시-3,6-다이메틸퀴놀린을 사용하여 합성되는, 본 발명의 일 형태인 Li-3,6dmq 등의 퀴놀린올 착체는 저렴하고 양호한 재료라고 할 수 있다.

[0597] [화학식 32]

[0598] 

[0599] 얻어진 황색 고체의 핵자기 공명 분광법(^{1}H-NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과로부터, 본 실시예에서 상술한 구조식(200)으로 나타내어지는 본 발명의 일 형태의 유기 화합물인 Li-3,6dmq가 얻어진 것을 알 수 있었다.

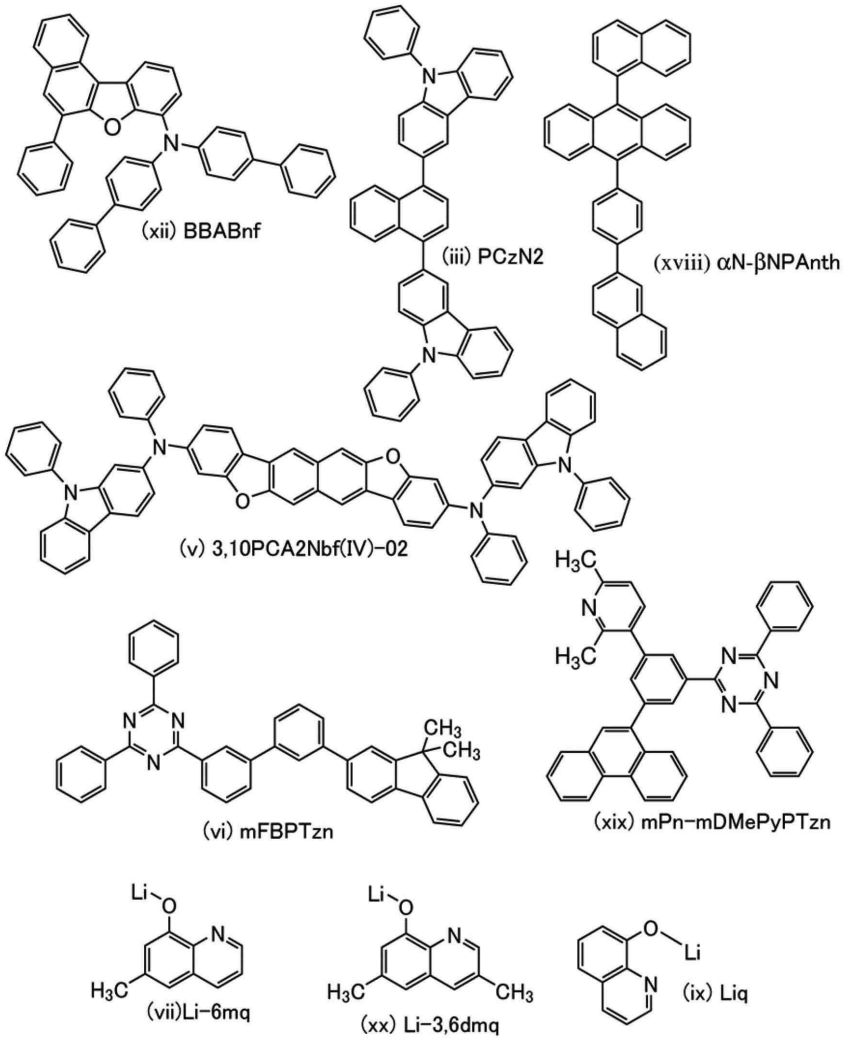
[0600] ^{1}H NMR(DMSO-d6, 300MHz): δ=2.23(s, 3H), 2.36(s, 3H), 6.17(s, 1H), 6.23(s, 1H), 7.69(s, 1H), 8.14(s, 1H).

[0601] Li-3,6dmq의 탈수 아세톤 용액에서의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 측정한 결과를 도 68에 나타내었다. 흡수 스펙트럼은 자외 가시 분광 광도계(JASCO Corporation 제조, V550형)를 사용하여 측정되고, 탈수 아세톤만을 석영 셀에 넣고 측정한 스펙트럼을 뺀 것이다. 또한 발광 스펙트럼의 측정에는 형광 광도계(JASCO Corporation 제조, FP-8600)를 사용하였다. Li-3,6dmq의 탈수 아세톤 용액은 376nm에 흡수 피크가 확인되고, 발광 파장의 피크는 533nm(여기 파장 378nm)이었다.

[0602] (실시예 12)

[0603] 본 실시예에서는, 실시형태에서 설명한 본 발명의 일 형태의 유기 금속 착체를 사용한 발광 디바이스인 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 기지의 유기 금속 착체를 사용한 발광 디바이스인 비교 발광 디바이스 7에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0604] [화학식 33]



[0605]

[0606] (발광 디바이스 13의 제작 방법)

[0607] 우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 막 두께가 70nm가 되도록 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 전극 면적은 4㎟(2㎜×2㎜)로 하였다.

[0608] 다음으로, 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0609] 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0610] 다음으로, 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에, 증착법에 의하여 상기 구조식(xii)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf)과 전자 억셉터 재료(OCHD-001)를 중량비 1:0.1(=BBABnf:OCHD-001)이 되도록 10nm의 막 두께로 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0611] 정공 주입층(111) 위에 BBABnf를 막 두께가 20nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0612] 다음으로 정공 수송층(112) 위에 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 차단층을 형성하였다.

[0613] 그 후, 상기 구조식(xviii)으로 나타내어지는 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: αN-βNPAnth)과, 상기 구조식(v)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 중량비 1:0.015(=αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.

[0614] 다음으로, 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 정공 차단층을 형성한 후, 상기 구조식(xix)으로 나타내어지는 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딘일)-5-(9-페난트렌일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn)과 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 6-메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-6mq)을 중량비 1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Li-6mq)이 되도록 20nm의 막 두께로 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0615] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)을 막 두께가 1nm가 되도록 성막하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 마지막으로 알루미늄을 막 두께가 200nm가 되도록 증착함으로써 음극(102)을 형성하여 발광 디바이스 13을 제작하였다. 또한 본 실시예의 발광 디바이스는 양극(101) 측으로부터 광을 추출하는 보텀 이미션형 소자이다.

[0616] (발광 디바이스 14의 제작 방법)

[0617] 발광 디바이스 14는 발광 디바이스 13에서의 Li-6mq를 상기 구조식(xx)으로 나타내어지는 3,6-다이메틸-8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Li-3,6dmq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 13과 마찬가지로 제작하였다.

[0618] (비교 발광 디바이스 7의 제작 방법)

[0619] 비교 발광 디바이스 7은 발광 디바이스 13에서의 Li-6mq를 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 8-퀴놀리놀레이토-리튬(약칭: Liq)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 13과 마찬가지로 제작하였다.

[0620] 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 소자 구조를 이하의 표에 정리하였다.

[0621] [표 20]

[0622]

	막 두께	발광 디바이스 13	발광 디바이스 14	비교 발광 디바이스 7
전자 주입층	1nm	Liq		
전자 수송층	20nm	mPn-mDMePyPTzn :Li-6mq (1:1)	mPn-mDMePyPTzn :Li-3,6dmq (1:1)	mPn-mDMePyPTzn :Liq (1:1)
정공 차단층	10nm	mFBPTzn		
발광층	20nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)		
전자 차단층	10nm	PCzN2		
정공 수송층	20nm	BBABnf		
정공 주입층	10nm	BBABnf:OCHD-001 (1:0.1)		

[0623] 상기 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7을 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. 또한 밀봉한 유리 기판에, 광 추출 효율 향상을 위한 특별한 조치는 수행하지 않았다.

[0624] 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 휘도-전류 밀도 특성을 도 69에, 전류 효율-휘도 특성을 도 70에, 휘도-전압 특성을 도 71에, 전류 밀도-전압 특성을 도 72에, 외부 양자 효율-휘도 특성을

도 73에, 발광 스펙트럼을 도 74에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 13, 발광 디바이스 14, 및 비교 발광 디바이스 7의 1000cd/m^2 부근에서의 주요한 특성을 표 21에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(Topcon Technohouse Corporation 제조, SR-UL1R)를 사용하고 상온에서 측정하였다.

[0625] [표 21]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	파워 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 디바이스 13	3.8	0.35	8.8	0.13	0.12	12.3	10.1	12.4
발광 디바이스 14	3.8	0.35	8.7	0.14	0.11	12.2	10.1	12.8
비교 발광 디바이스 7	4.0	0.36	9.0	0.13	0.12	12.2	9.5	12.1

[0626]

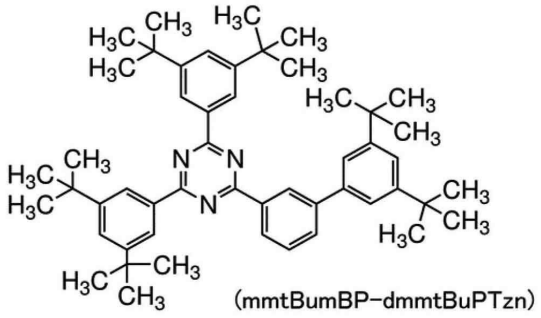
[0627] 도 69 내지 도 74 및 표 21로부터, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 금속 착체를 사용한 발광 디바이스 13 및 발광 디바이스 14는 둘 다 구동 전압이 낮고, 발광 효율이 높은 발광 디바이스인 것을 알 수 있었다.

[0628] 또한 특히 Li-3,6dmq는 소자 제작 시의 진공 증착에서 증착 레이트가 안정적이고 양호한 재료라고 할 수 있다.

[0629] <<참고 합성예 1>>

[0630] 실시예 1 및 실시예 2에서 사용한 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-비스(3,5-다이-tert-뷰틸페닐)-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBP-dmmtBuPTzn)의 합성 방법에 대하여 설명한다. mmtBumBP-dmmtBuPTzn의 구조를 이하에 나타낸다.

[0631] [화학식 34]

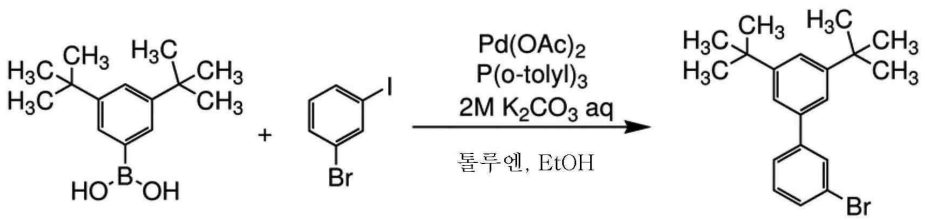


[0632]

[0633] <단계 1: 3-브로모-3',5'-다이-tert-뷰틸바이페닐의 합성>

[0634] 3구 플라스크에 3,5-다이-t-뷰틸페닐보론산 1.0g(4.3mmol), 1-브로모-3-아이오도벤젠 1.5g(5.2mmol), 2mol/L 탄산 포타슘 수용액 4.5mL, 톨루엔 20mL, 에탄올 3mL를 넣고, 감압하에서 교반함으로써 탈기하였다. 또한 이에 트리스(2-메틸페닐)포스핀 52mg(0.17mmol), 아세트산 팔라듐(II) 10mg(0.043mmol)을 첨가하고, 질소 분위기하에 있어서 80℃에서 14시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후, 톨루엔으로 추출을 수행하고, 얻어진 유기층을 황산 마그네슘을 사용하여 건조시켰다. 이 혼합물을 자연 여과하고, 얻어진 여과액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 헥세인)로 정제함으로써 목적물인 백색 고체 1.0g(수율: 68%)을 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0635] [화학식 35]



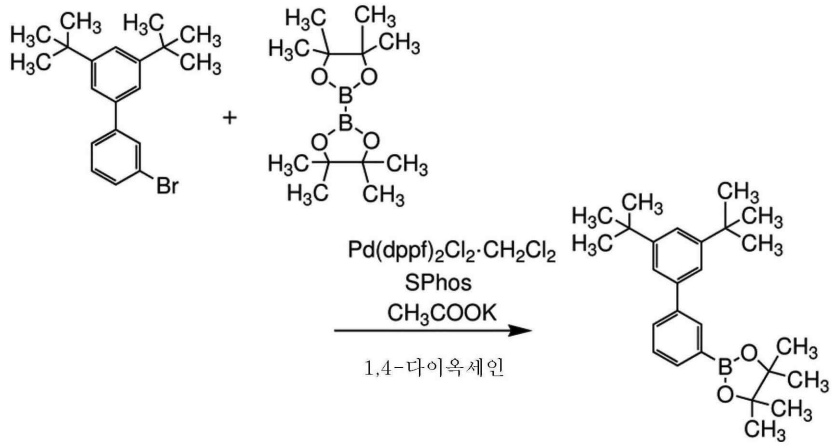
[0636]

[0637] <단계 2: 2-(3',5'-다이-tert-뷰틸바이페닐-3-일)-4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-다이옥사보롤레인의 합성>

[0638] 3구 플라스크에 3-브로모-3',5'-다이-tert-뷰틸바이페닐 1.0g(2.9mmol), 비스(피나콜레이토)다이보론

0.96g(3.8mmol), 아세트산 포타슘 0.94g(9.6mmol), 1,4-다이옥세인 30mL를 넣고, 감압하에서 교반함으로써 탈기하였다. 또한 이에 2-다이사이클로헥실포스피노-2',6'-다이메톡시바이페닐 0.12g(0.30mmol), [1,1'-비스(다이페닐포스피노)페로센]팔라듐(II)다이클로라이드 다이클로로메테인 부가물 0.12g(0.15mmol)을 첨가하고, 질소 분위기하에 있어서 110℃에서 24시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후, 톨루엔으로 추출을 수행하고, 얻어진 유기층을 황산 마그네슘을 사용하여 건조시켰다. 이 혼합물을 자연 여과하였다. 얻어진 여과액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 톨루엔)로 정제함으로써 목적물인 황색 오일 0.89g(수율: 78%)을 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0639] [화학식 36]

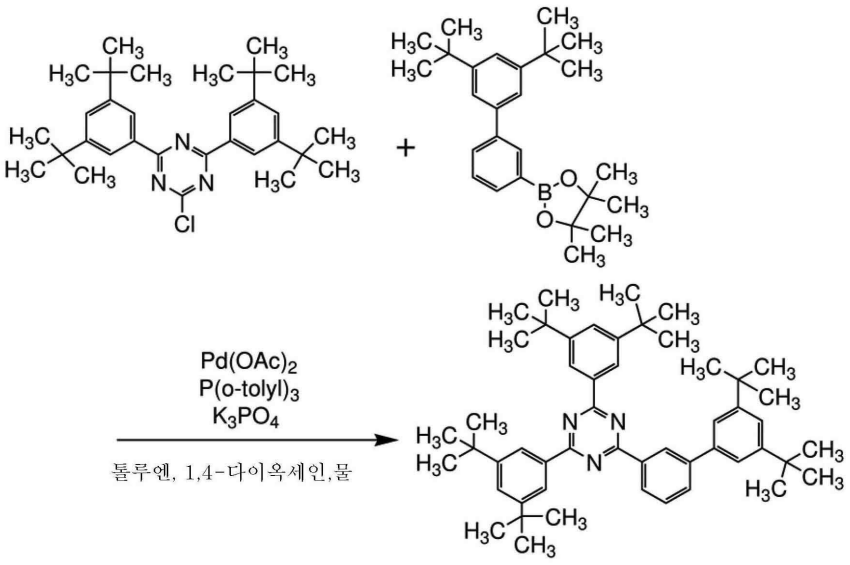


[0640]

[0641] <단계 3: 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-비스(3,5-다이-tert-뷰틸페닐)-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBP-dmmtBuPTzn)의 합성>

[0642] 3구 플라스크에 4,6-비스(3,5-다이-tert-뷰틸-페닐)-2-클로로-1,3,5-트라이아진 0.8g(1.6mmol), 2-(3',5'-다이-tert-뷰틸바이페닐-3-일)-4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-다이옥사보롤레인 0.89g(2.3mmol), 인산 삼포타슘 0.68g(3.2mmol), 물 3mL, 톨루엔 8mL, 1,4-다이옥세인 3mL를 넣고, 감압하에서 교반함으로써 탈기하였다. 또한 이에 아세트산 팔라듐(II) 3.5mg(0.016mmol), 트리스(2-메틸페닐)포스핀 10mg(0.032mmol)을 첨가하고, 질소 분위기하에 있어서 12시간 동안 가열 환류시켰다. 반응이 끝난 후, 아세트산 에틸로 추출을 수행하고, 얻어진 유기층을 황산 마그네슘을 사용하여 건조시켰다. 이 혼합물을 자연 여과하였다. 얻어진 여과액을 농축하고, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 아세트산 에틸:헥세인=1:20)로 정제하여 고체를 얻었다. 이 고체를 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 클로로폼:헥세인=5:1로부터 클로로폼:헥세인=1:0으로 변화시켰음)로 정제하였다. 얻어진 고체를 헥세인을 사용하여 재결정함으로써 목적물인 백색 고체 0.88g을 수율 76%로 얻었다. 단계 3의 합성 스킴을 이하에 나타낸다.

[0643] [화학식 37]



[0644]

[0645] 얻어진 백색 고체 0.87g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 조건으로서는 압력을 5.8Pa로 하고, 아르곤 가스를 흘리면서, 230℃에서 고체를 가열하였다. 승화 정제 후, 목적물인 백색 고체 0.82g을 회수율 95%로 얻었다.

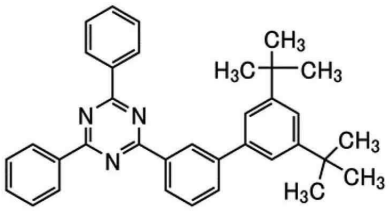
[0646] 또한 도 36에는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여, 상술한 합성 방법으로 얻은 mmtBumBP-dmmtBuPTzn의 굴절률을 측정한 결과를 나타내었다. 측정에는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 36에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0647] 도 36으로부터, mmtBumBP-dmmtBuPTzn은 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.50 이상 1.75 이하의 범위에 있고, 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있어, 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

[0648] <<참고 합성예 2>>

[0649] 실시예 5에서 사용한 2-{(3',5'-다이-tert-뷰틸)-1,1'-바이페닐-3-일}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mmtBumBPTzn)의 합성 방법에 대하여 설명한다. mmtBumBPTzn의 구조를 이하에 나타낸다.

[0650] [화학식 38]



[0651]

[0652] <단계 1: 3-브로모-3',5'-다이-tert-뷰틸바이페닐의 합성>

[0653] 참고 합성예 1의 단계 1과 마찬가지로 합성하였다.

[0654] <단계 2: 2-(3',5'-다이-tert-뷰틸바이페닐-3-일)-4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-다이옥사보롤레인의 합성>

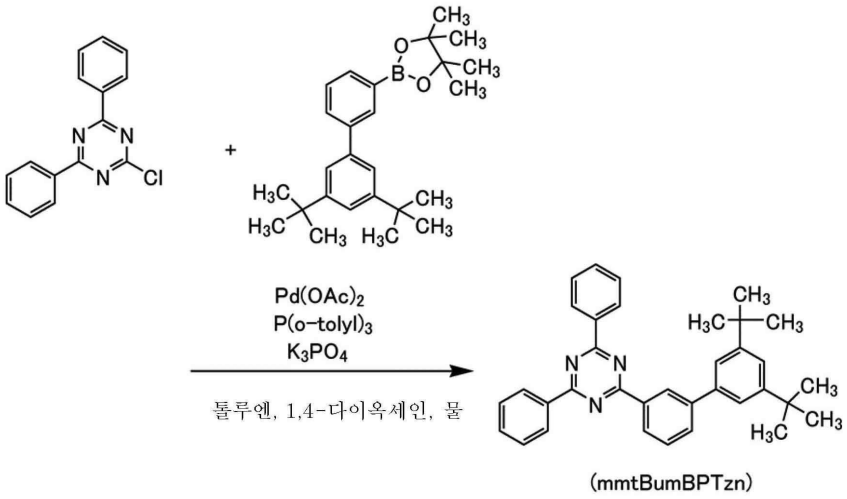
[0655] 참고 합성예 1의 단계 2와 마찬가지로 합성하였다.

[0656] <단계 3: mmtBumBPTzn의 합성>

[0657] 3구 플라스크에 4,6-다이페닐-2-클로로-1,3,5-트라이아진 1.5g(5.6mmol), 2-(3',5'-다이-tert-뷰틸바이페닐-3-일)-4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-다이옥사보롤레인 2.4g(6.2mmol), 인산 삼포타슘 2.4g(11mmol), 물 10mL, 톨루

엔 28mL, 1,4-다이옥세인 10mL를 넣고, 감압하에서 교반함으로써 탈기하였다. 또한 이에 아세트산 팔라듐(II) 13mg(0.056mmol), 트리스(2-메틸페닐)포스핀 34mg(0.11mmol)을 첨가하고, 질소 분위기하에서 14시간 동안 가열 환류시켜 반응시켰다. 반응이 끝난 후, 아세트산 에틸로 추출을 수행하고, 얻어진 유기층의 물을 황산 마그네슘을 사용하여 제거하였다. 이 혼합물을 자연 여과하여 얻은 여과액을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매: 클로로폼:헥세인=1:5로부터 클로로폼:헥세인=1:3으로 변화시켰음)로 정제한 후, 헥세인을 사용하여 재결정함으로써 목적물인 백색 고체 2.0g(수율: 51%)을 얻었다. 단계 3의 합성 스킴을 이하의 식(b-1)에 나타낸다.

[0658] [화학식 39]



[0659]

[0660] 얻어진 백색 고체 2.0g을 트레인 서블리메이션법에 의하여 아르곤 가스 기류하에서 압력 3.4Pa, 220℃의 조건으로 승화 정제하였다. 고체를 가열하였다. 승화 정제 후, 목적물인 백색 고체 1.8g을 회수율 80%로 얻었다.

[0661] 또한 상기 단계 3에서 얻은 백색 고체의 핵자기 공명 분광법(^{1}H-NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과로부터 본 합성예에서 mmtBumBPTzn이 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0662] ^{1}H NMR(CDCl3, 300MHz): δ=1.44(s, 18H), 7.51-7.68(m, 10H), 7.83(d, 1H), 8.73-8.81(m, 5H), 9.01(s, 1H).

[0663] 또한 도 44에는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN Corp. 제조, M-2000U)를 사용하여 mmtBumBPTzn의 굴절률을 측정한 결과를 나타내었다. 측정에는, 석영 기판 위에 각 층의 재료를 진공 증착법에 의하여 막 두께가 약 50nm가 되도록 형성한 막을 사용하였다. 또한 도 44에는, 정상 광선의 굴절률인 n, Ordinary와 이상 광선의 굴절률인 n, Extra-ordinary를 기재하였다.

[0664] 도 44에서, mmtBumBPTzn은 청색 발광 영역(455nm 이상 465nm 이하) 전체에서 정상광 굴절률이 1.68이고, 1.50 이상 1.75 이하의 범위에 있다. 또한 633nm에서의 정상광 굴절률도 1.64이고, 1.45 이상 1.70 이하의 범위에 있어, mmtBumBPTzn은 굴절률이 낮은 재료인 것을 알 수 있었다.

부호의 설명

[0665] 101: 양극

102: 음극

103: EL층

111: 정공 주입층

112: 정공 수송층

113: 발광층

114: 전자 수송층

115: 전자 주입층

116: 전하 발생층

117: P형층

118: 전자 릴레이층

119: 전자 주입 버퍼층

400: 기판

401: 양극

403: EL층

404: 음극

405: 실재

406: 실재

407: 밀봉 기판

412: 패드

420: IC칩

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 기판

605: 실재

607: 공간

608: 배선

609: FPC(flexible printed circuit)

610: 소자 기판

611: 스위칭용 FET

612: 전류 제어용 FET

613: 양극

614: 절연물

616: EL층

617: 음극

618: 발광 디바이스

951: 기판

952: 전극

953: 절연층

954: 격벽층

955: EL층

956: 전극

1001: 기판

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

1024W: 양극

1024R: 양극

1024G: 양극

1024B: 양극

1025: 격벽

1028: EL층

1029: 음극

1031: 밀봉 기판

1032: 실재

1033: 투명한 기재

1034R: 적색 착색층

1034G: 녹색 착색층

1034B: 청색 착색층

1035: 블랙 매트릭스

1036: 오버 코트층

1037: 제 3 층간 절연막

1040: 화소부

1041: 구동 회로부

1042: 주변부

2001: 하우징

2002: 광원

2100: 로봇

2110: 연산 장치

2101: 조도 센서

2102: 마이크로폰

2103: 상부 카메라

2104: 스피커

2105: 디스플레이

2106: 하부 카메라

2107: 장애물 센서

2108: 이동 기구

3001: 조명 장치

5000: 하우징

5001: 표시부

5002: 표시부

5003: 스피커

5004: LED 램프

5006: 접속 단자

5007: 센서

5008: 마이크로폰

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: 표시부

7401: 하우징

7402: 표시부

7403: 조작 버튼

7404: 외부 접속 포트

7405: 스피커

7406: 마이크로폰

9310: 휴대 정보 단말기

9311: 표시 패널

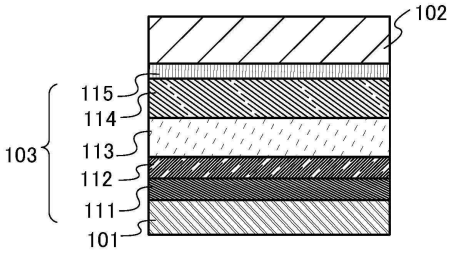
9313: 힌지

9315: 하우징

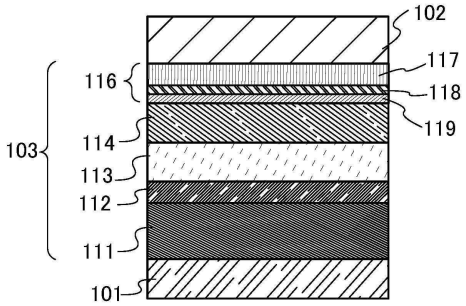
도면

도면1

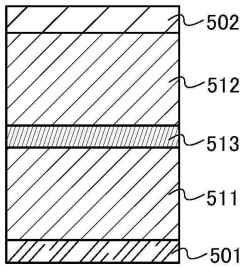
(A)


102
115
114
113
112
111
101
103

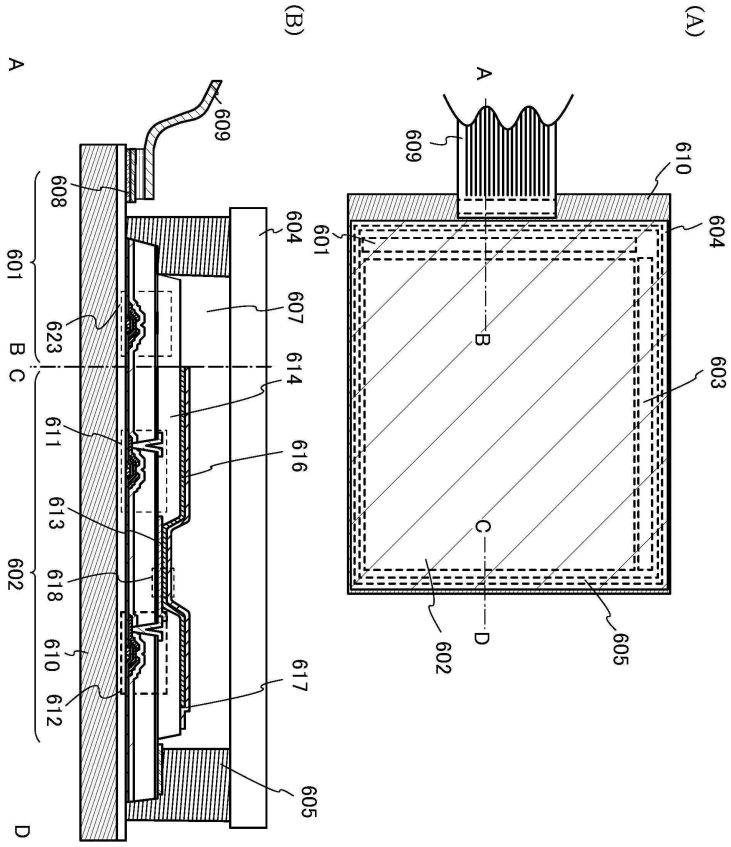
(B)


102
117
116
118
119
114
113
112
111
101
103

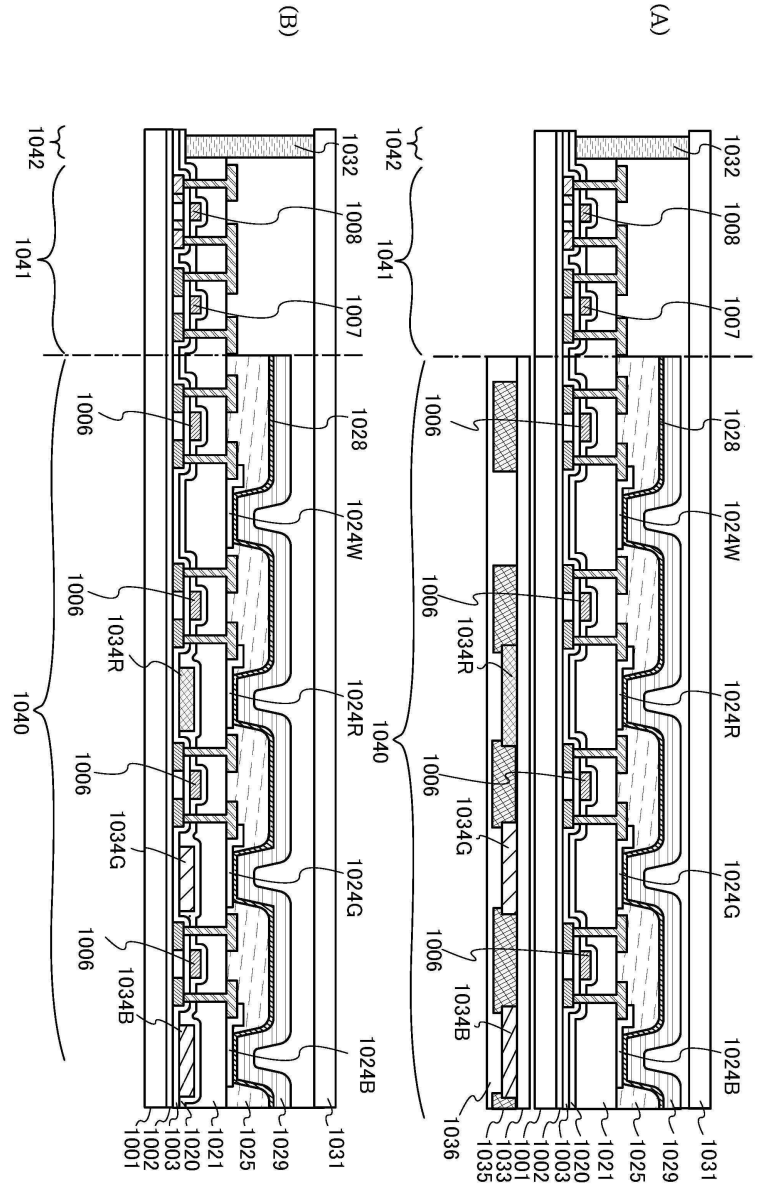
(C)


502
512
513
511
501

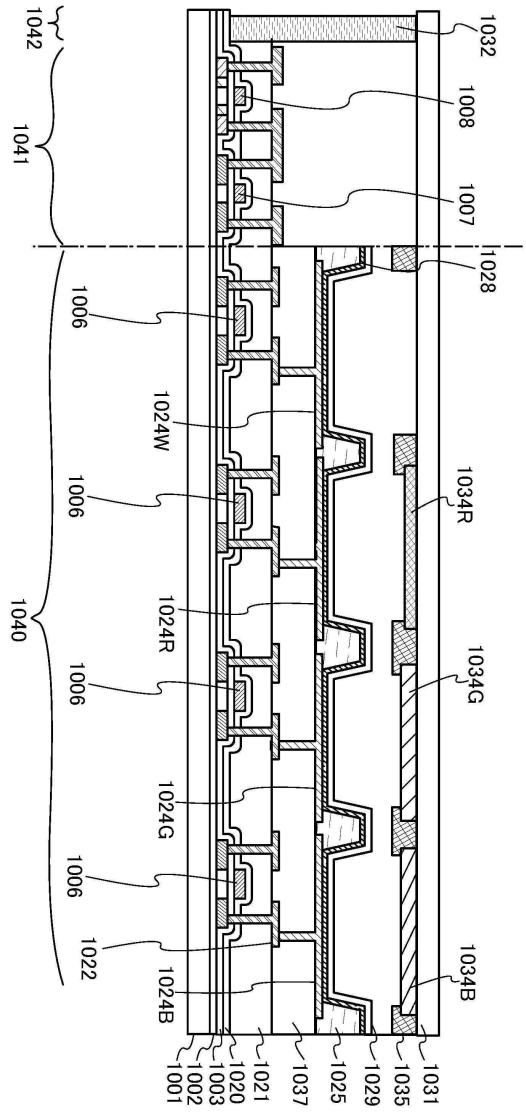
도면2


(A)
A
609
610
604
601
B
603
C
D
602
605
(B)
A
609
608
601
623
B C
611
613
618
610
612
602
604
607
614
616
617
605
D

도면3

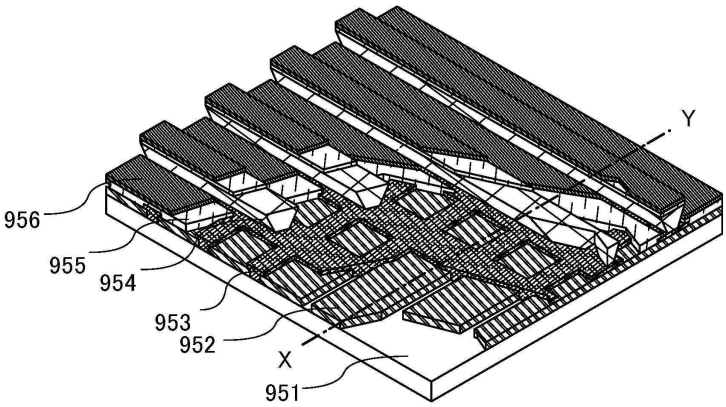

(A)
(B)
1042
1041
1040
1032
1008
1007
1006
1028
1024W
1034R
1024R
1034G
1024G
1034B
1024B
1036
1035
1033
1001
1002
1003
1020
1021
1025
1029
1031

도면4

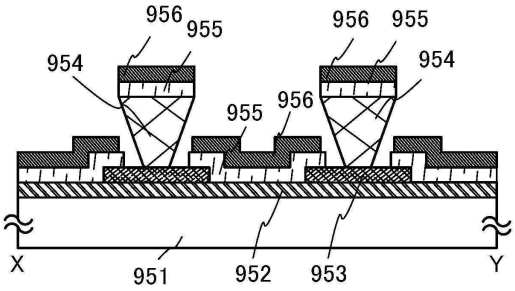

1042
1041
1040
1032
1008
1007
1028
1006
1024W
1006
1024R
1006
1024G
1006
1022
1024B
1034R
1034G
1034B
1001
1002
1003
1020
1021
1037
1025
1029
1035
1031

도면5

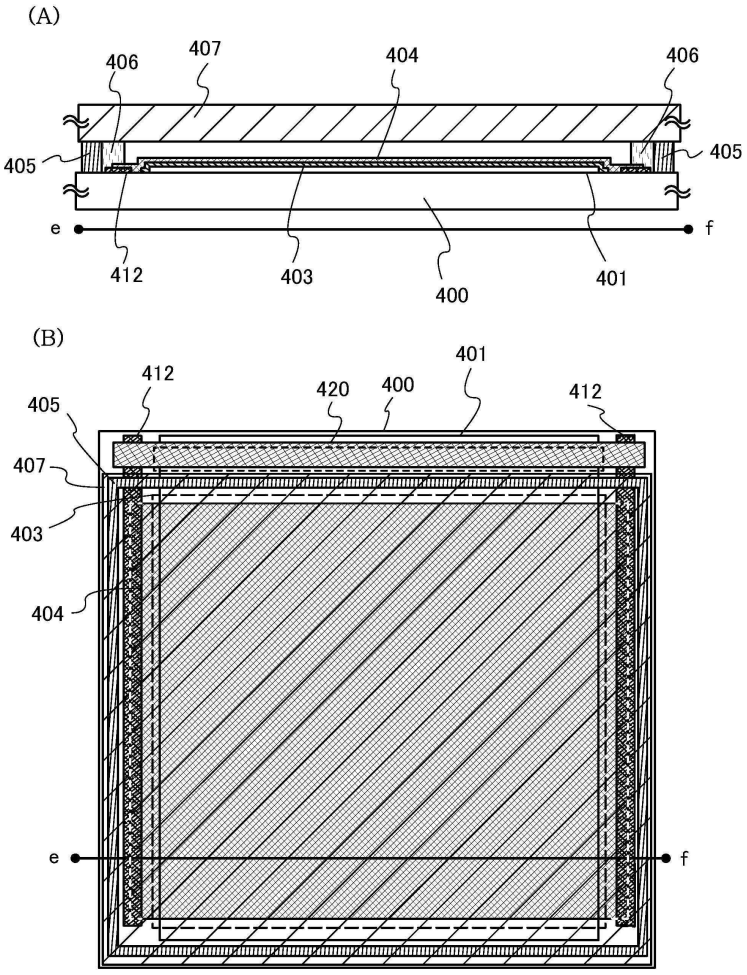
(A)


Y
956
955
954
953
952
X
951

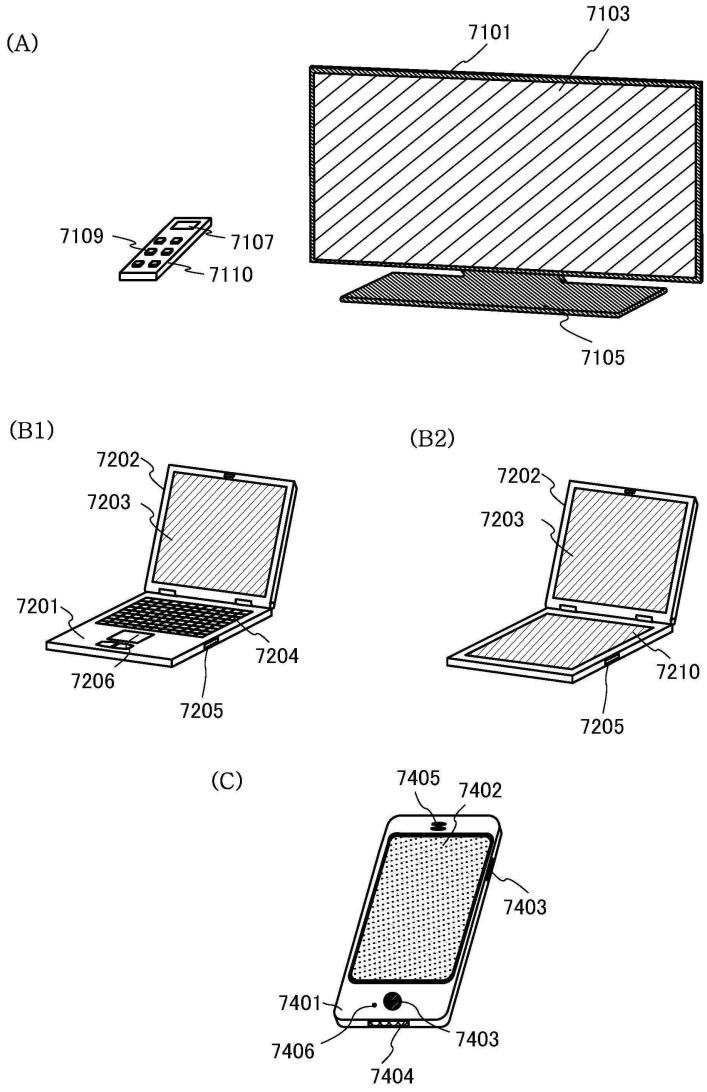
(B)


956
955
954
955
956
956
955
954
X
951
952
953
Y

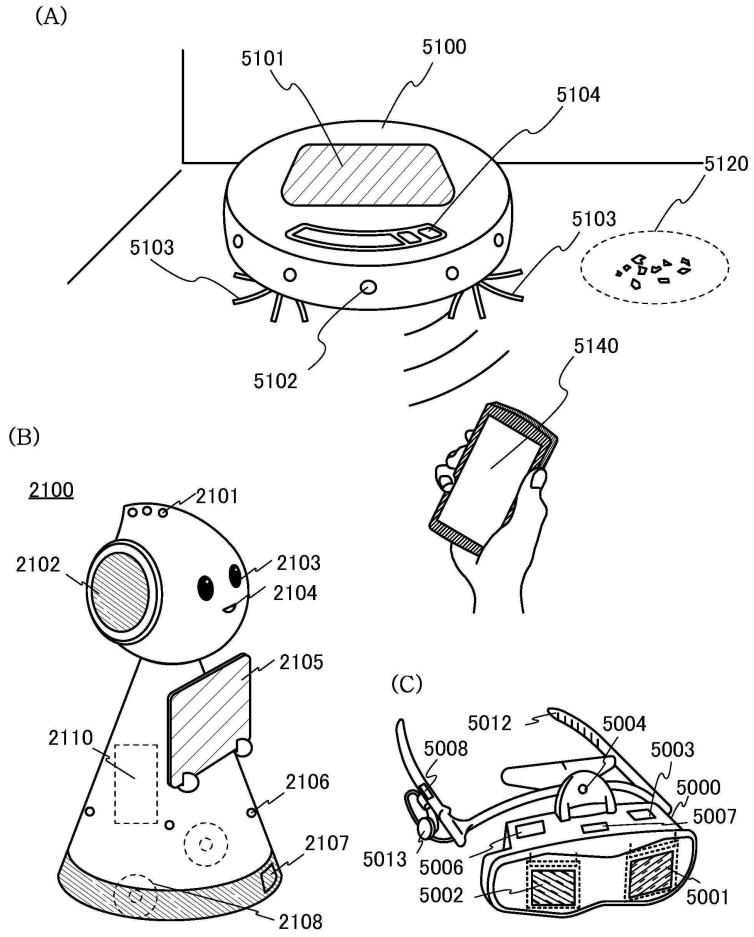
도면6


(A)
406
407
404
406
405
405
e
f
412
403
400
401
(B)
412
401
405
420
400
412
407
403
404
e
f

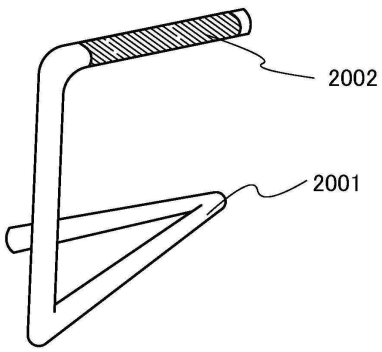
도면7


(A)
7101
7103
7109
7107
7110
7105
(B1)
7202
7203
7201
7204
7206
7205
(B2)
7202
7203
7210
7205
(C)
7405
7402
7403
7401
7406
7403
7404

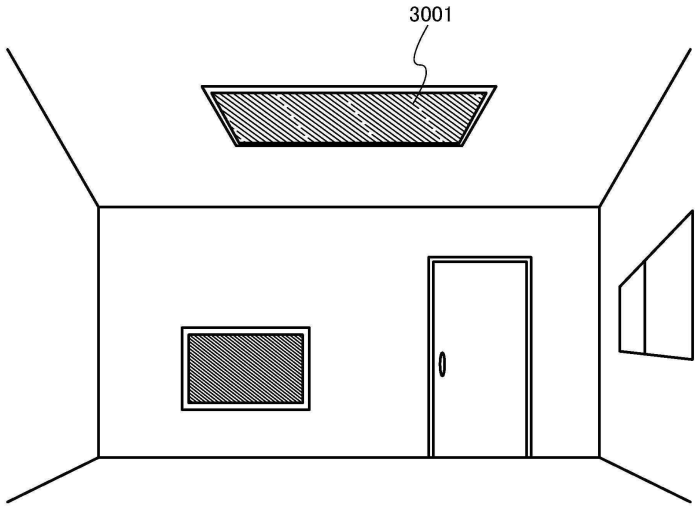
도면8


(A)
5101
5100
5104
5120
5103
5103
5102
5140
(B)
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2110
2106
2107
2108
(C)
5012
5004
5008
5003
5000
5007
5013
5006
5002
5001

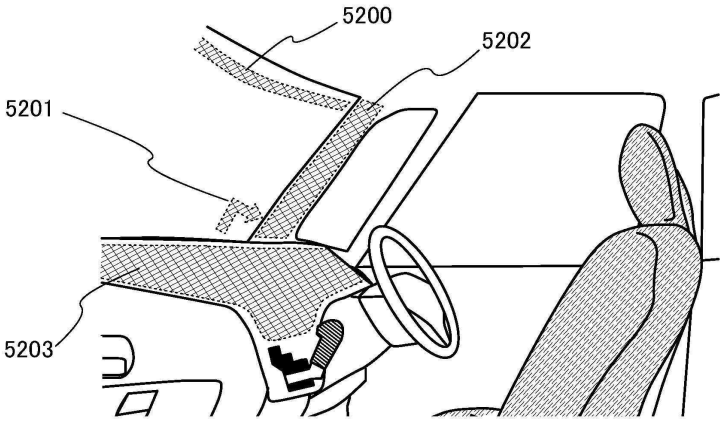
도면9


2002
2001

도면10

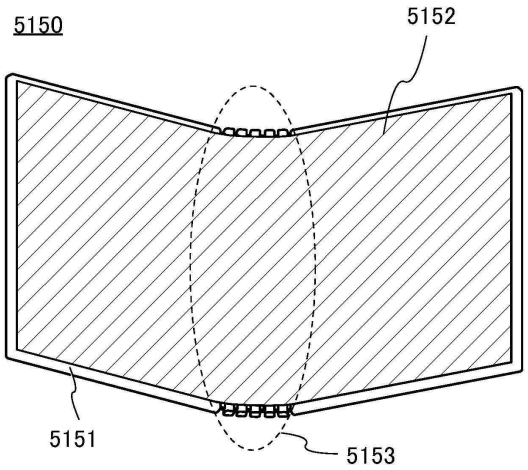


도면11

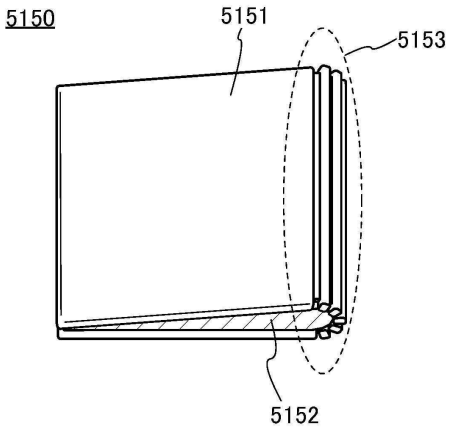


도면12

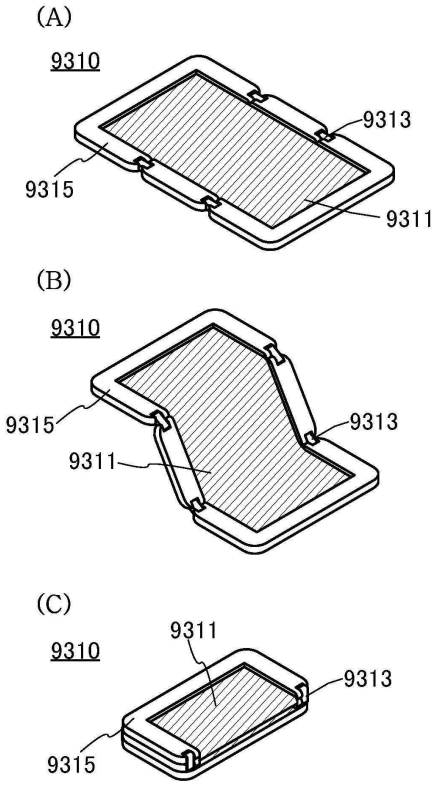
(A)



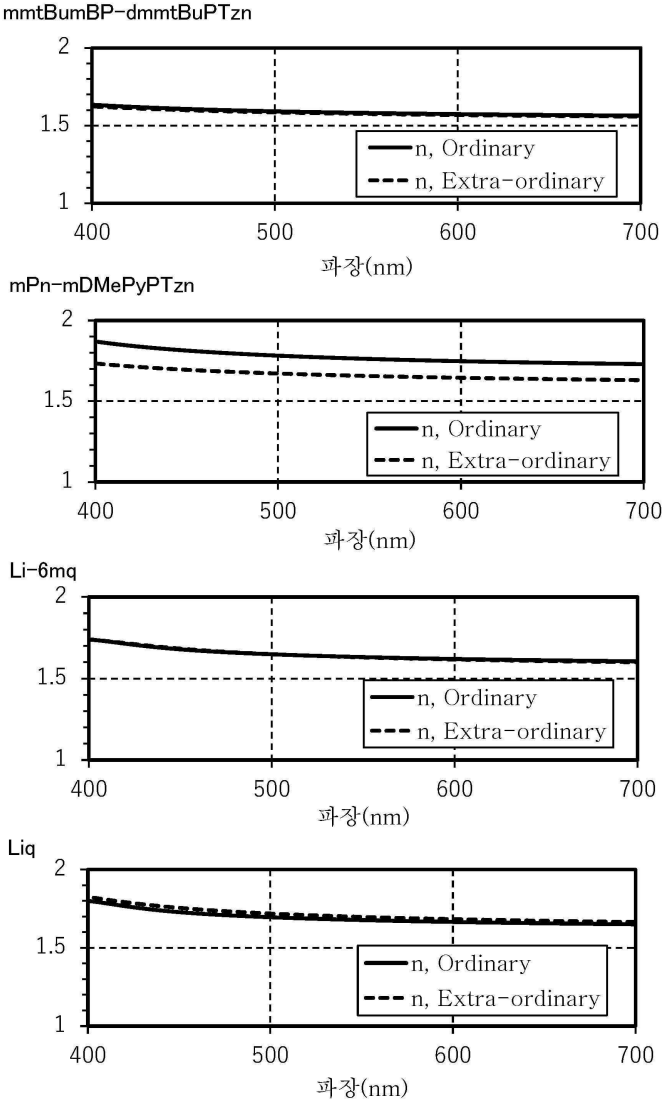
(B)



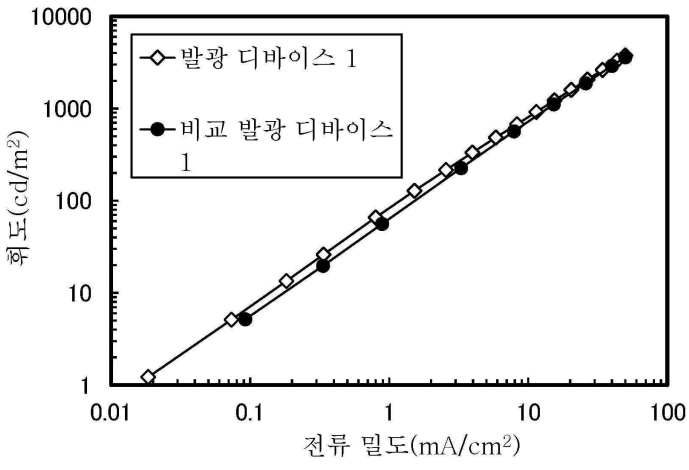
도면13


(A)
9310
9313
9315
9311
(B)
9310
9315
9313
9311
(C)
9311
9310
9313
9315

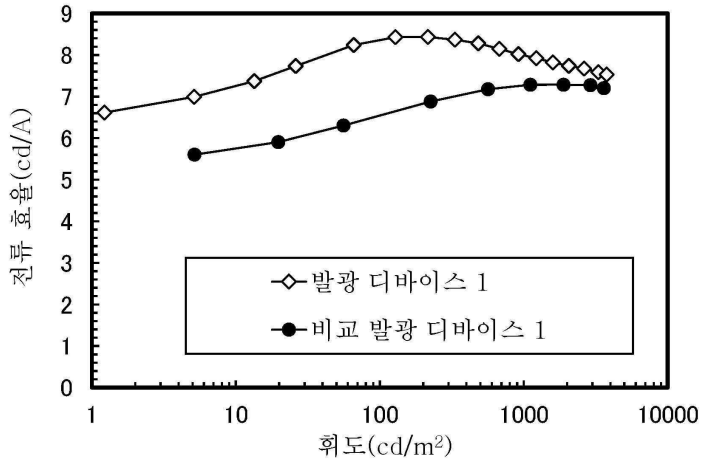
도면14


mmtBumBP-dmmtBuPTzn
2
1.5
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
mPn-mDMePyPTzn
2
1.5
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
Li-6mq
2
1.5
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
Liq
2
1.5
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary

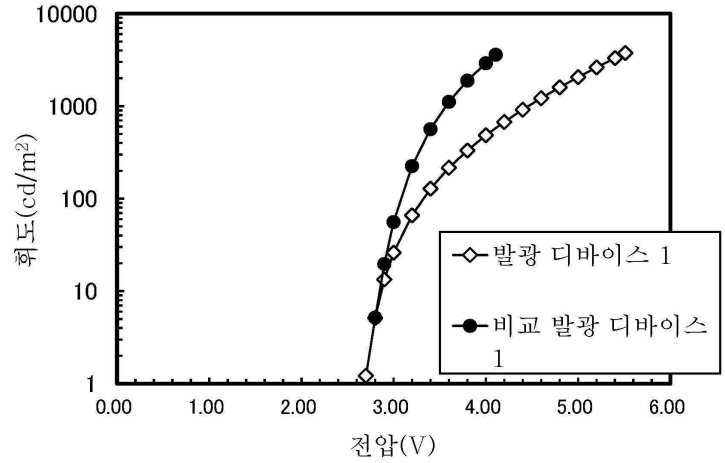
도면15


10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
전류 밀도(mA/cm²)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1

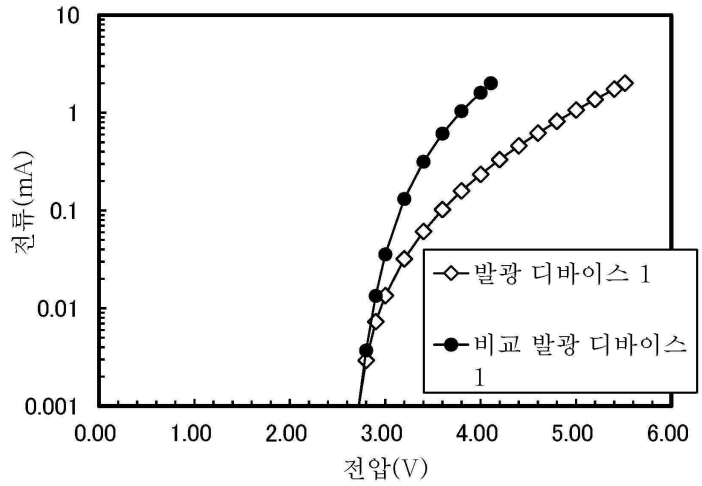
도면16



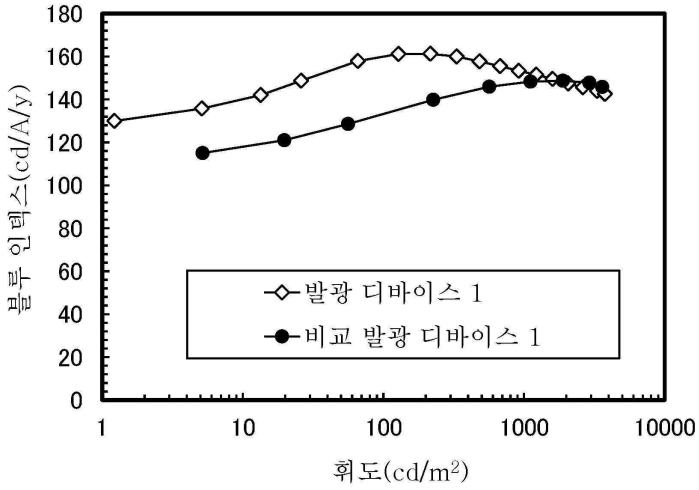
도면17



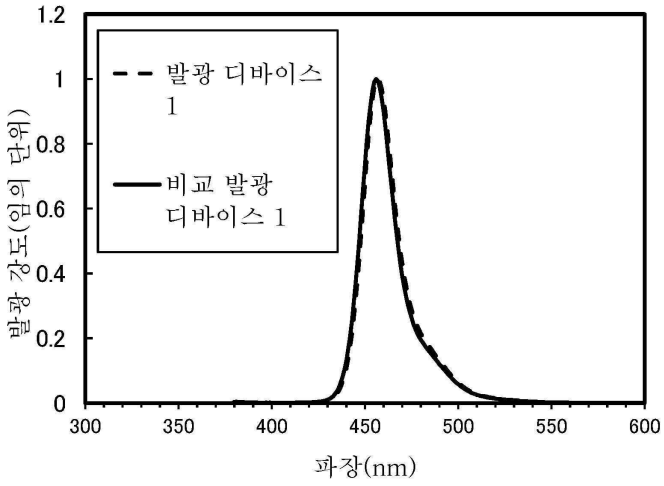
도면18



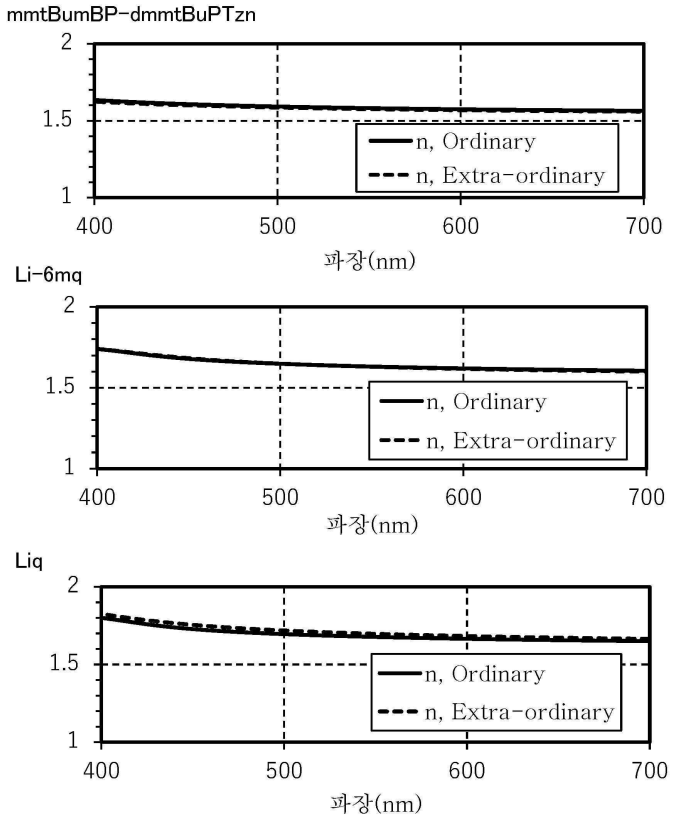
도면19


180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
블루 인덱스(cd/A/y)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m2)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1

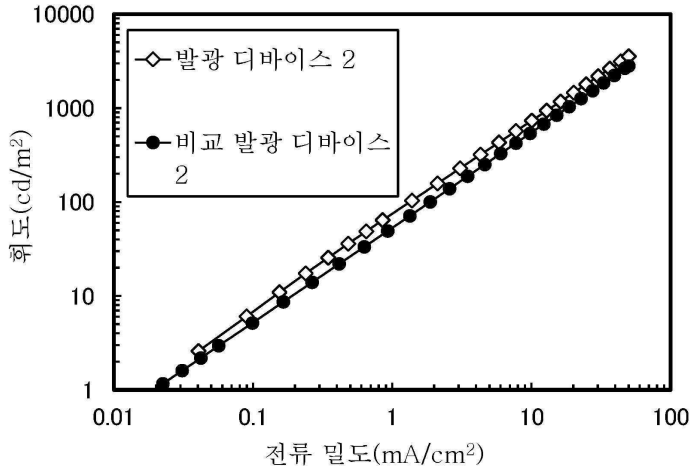
도면20


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
발광 강도(임의 단위)
300
350
400
450
500
550
600
파장(nm)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1

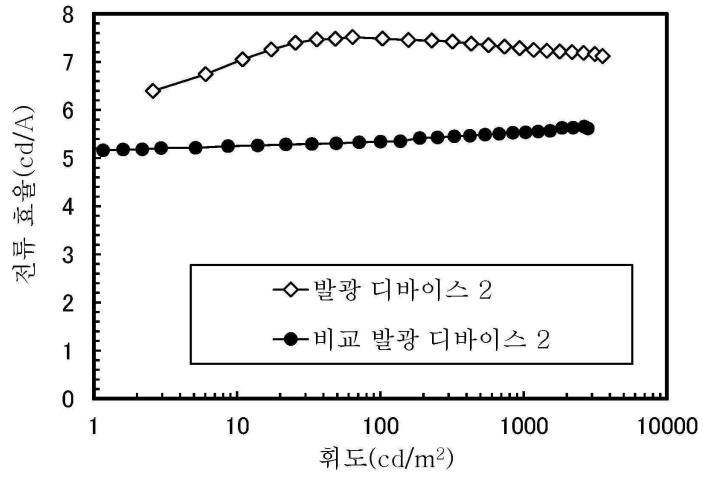
도면21


mmtBumBP-dmmtBuPTzn
2
1.5
1
400
500
600
700
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
파장(nm)
Li-6mq
2
1.5
1
400
500
600
700
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
파장(nm)
Liq
2
1.5
1
400
500
600
700
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
파장(nm)

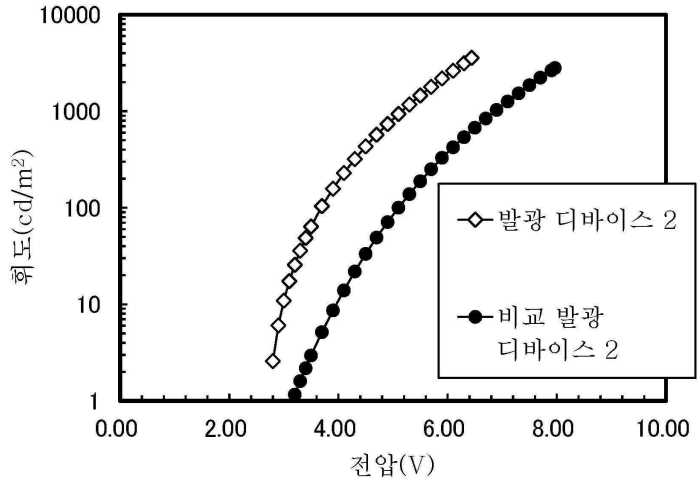
도면22


10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
전류 밀도(mA/cm²)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 2

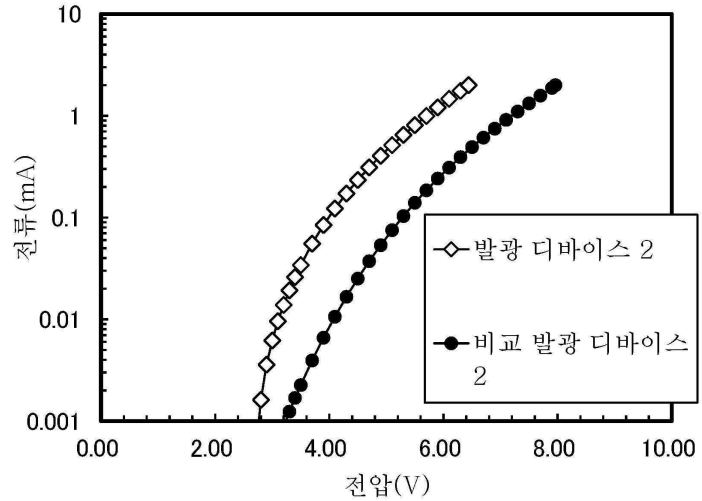
도면23



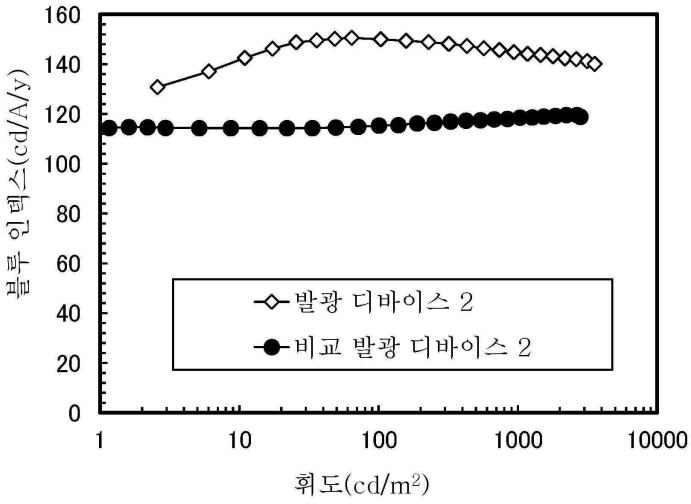
도면24



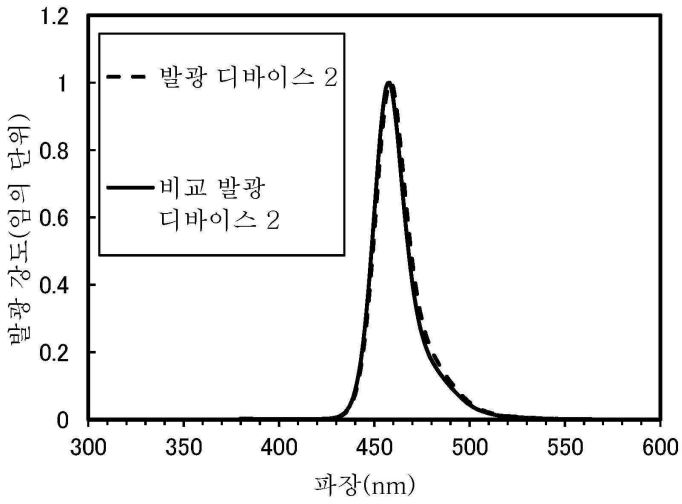
도면25



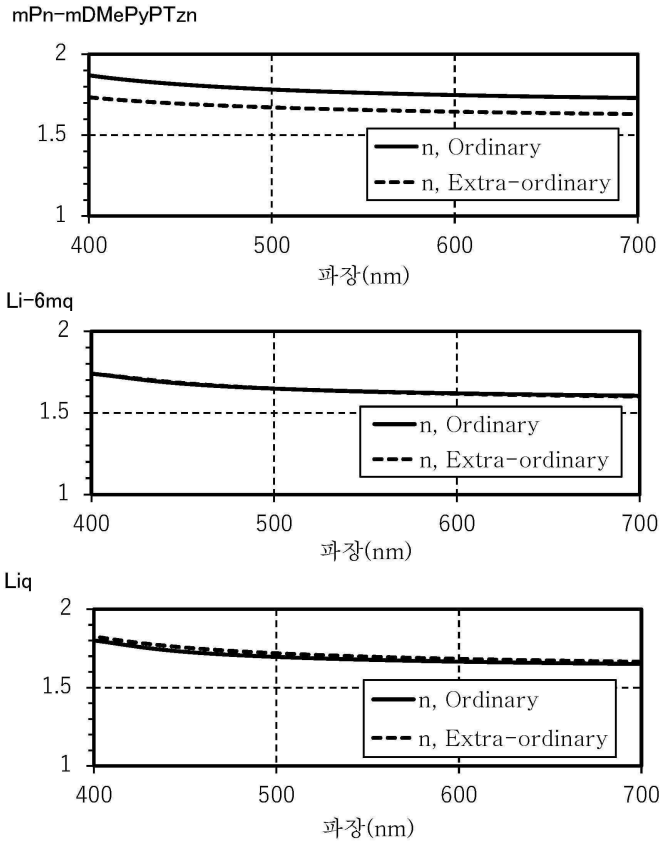
도면26


160
140
120
100
80
60
40
20
0
블루 인덱스(cd/A/y)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 2
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)

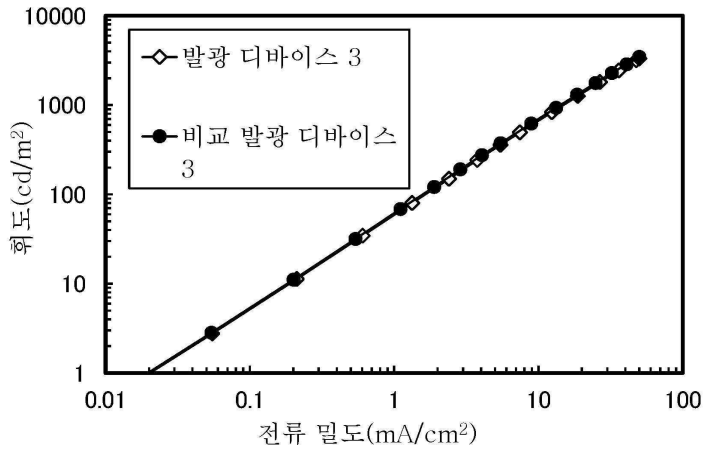
도면27


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
발광 강도(임의 단위)
발광 디바이스 2
비교 발광
디바이스 2
300
350
400
450
500
550
600
파장(nm)

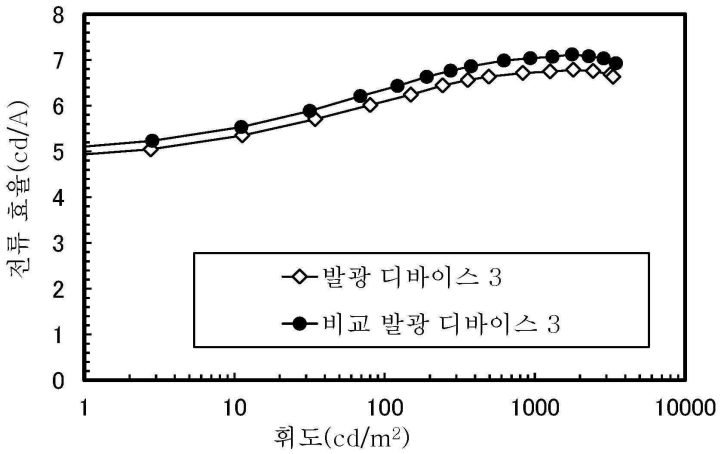
도면28


mPn-mDMePyPTzn
2
1.5
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
Li-6mq
2
1.5
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
Liq
2
1.5
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary

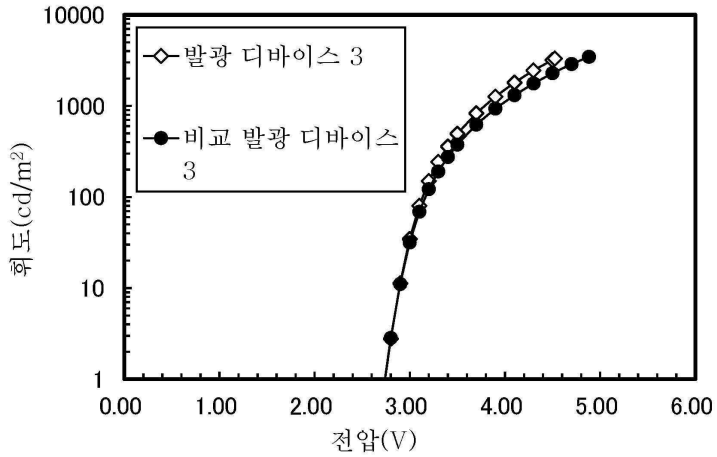
도면29


10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
전류 밀도(mA/cm²)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 3

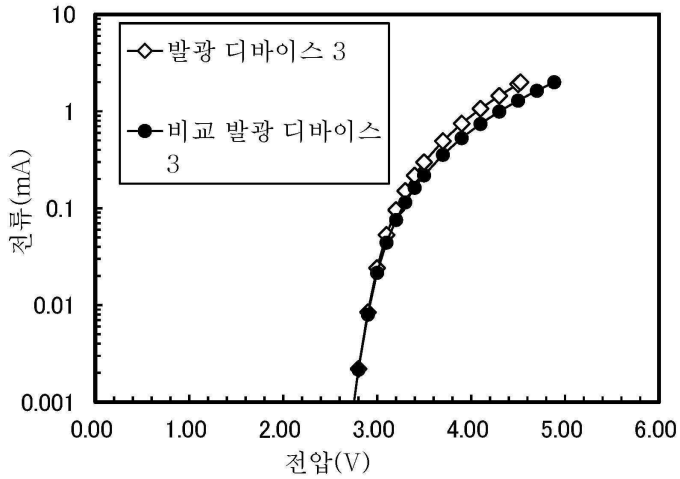
도면30



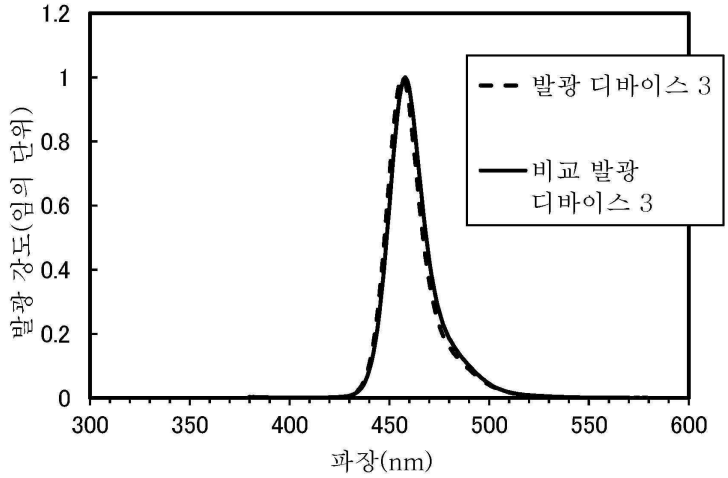
도면31



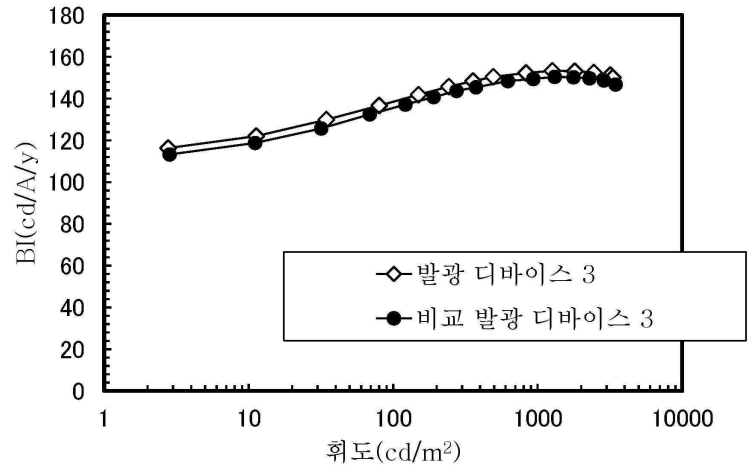
도면32



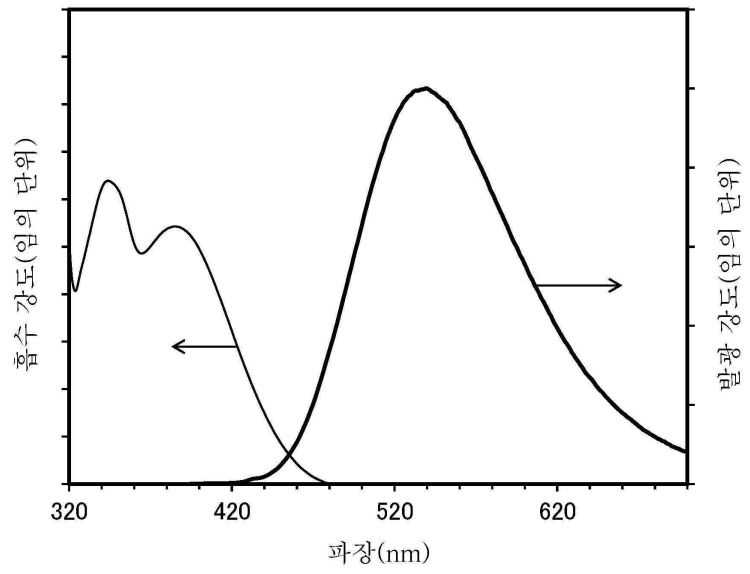
도면33



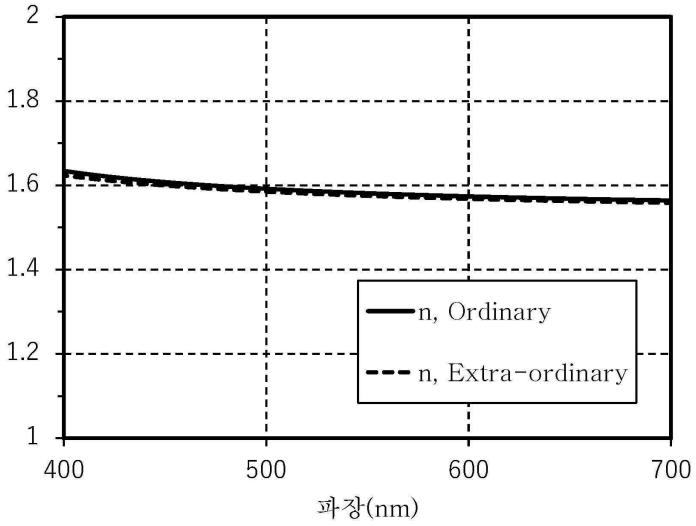
도면34



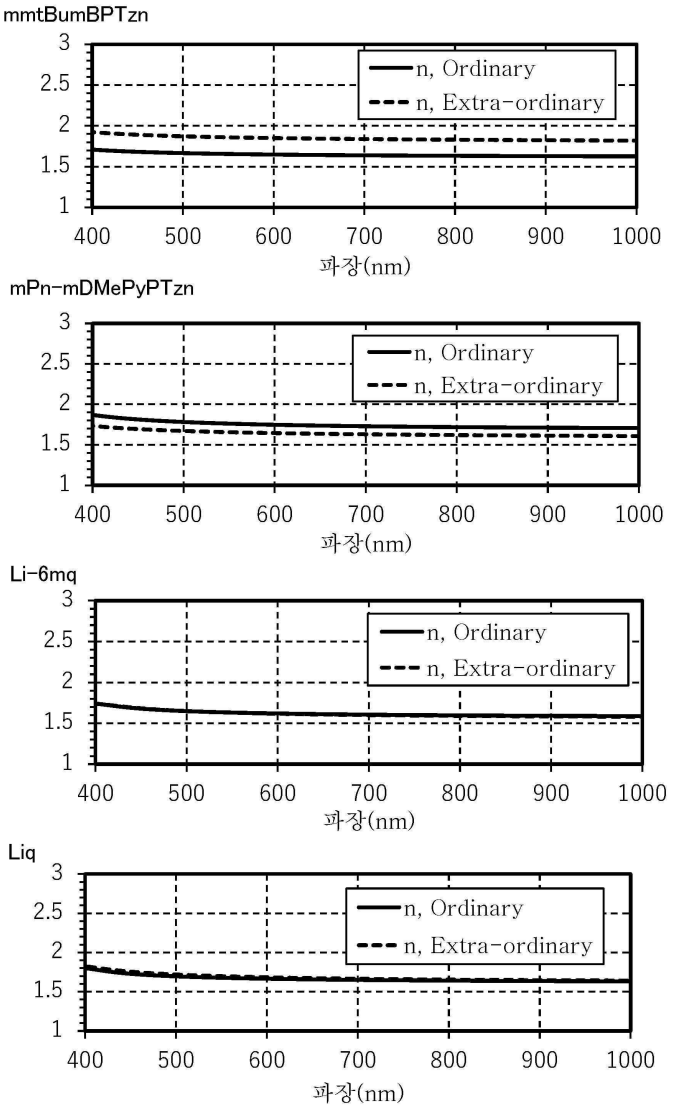
도면35



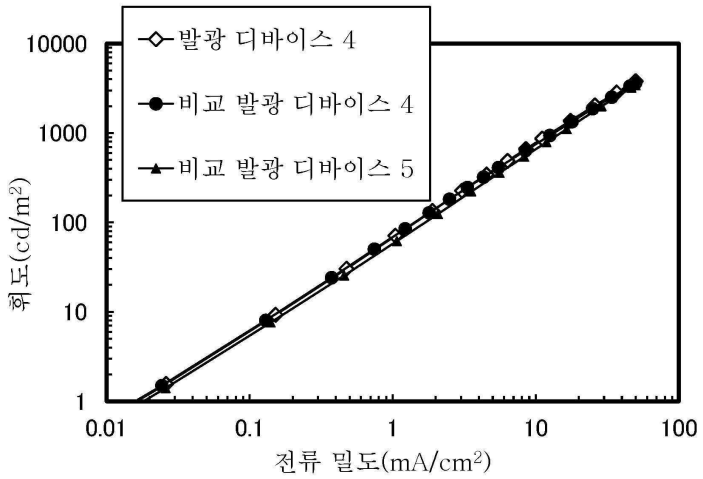
도면36


2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
400
500
600
700
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary

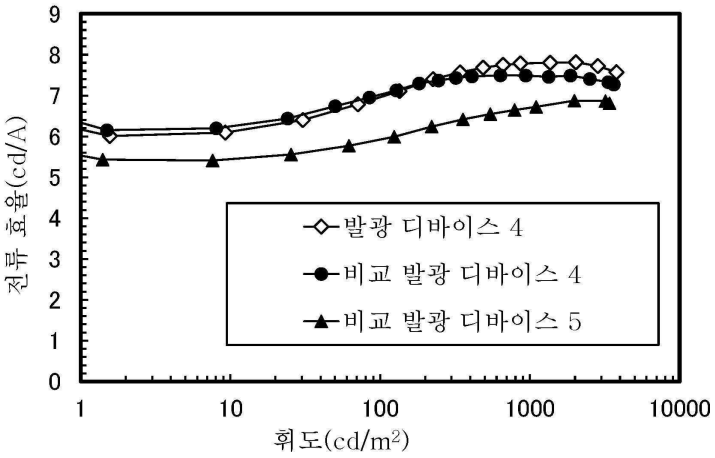
도면37


mmtBumBPTzn
mPn-mDMePyPTzn
Li-6mq
Liq
3
2.5
2
1.5
1
400
500
600
700
800
900
1000
파장(nm)
n, Ordinary
n, Extra-ordinary

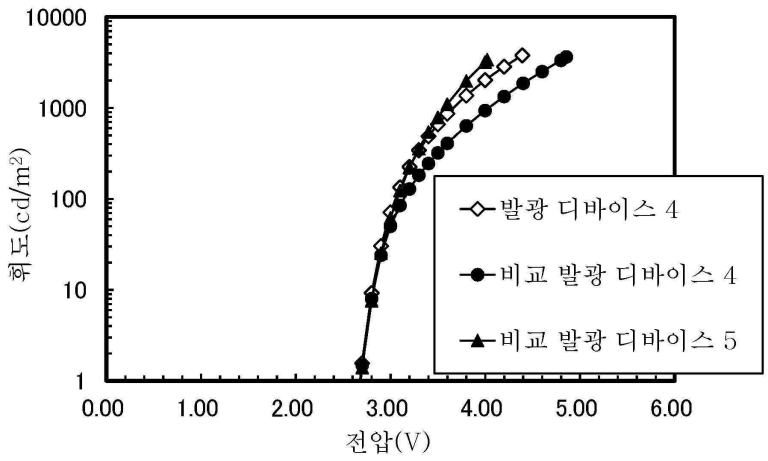
도면38



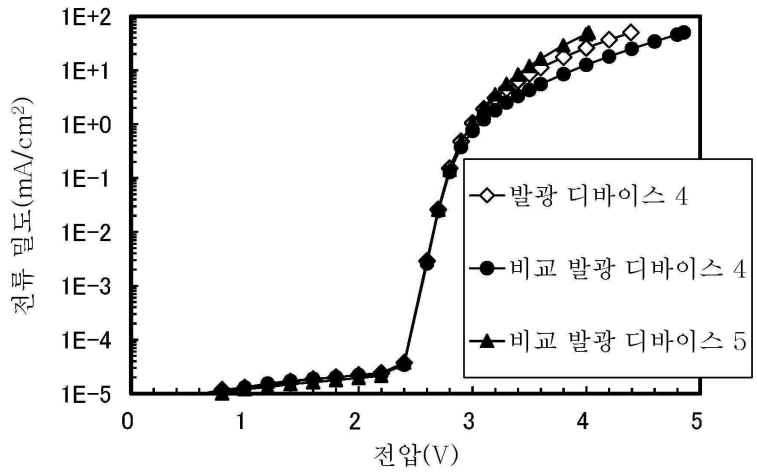
도면39



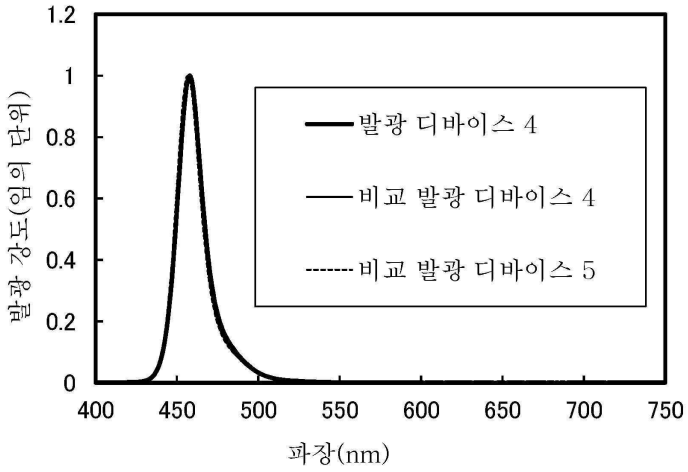
도면40



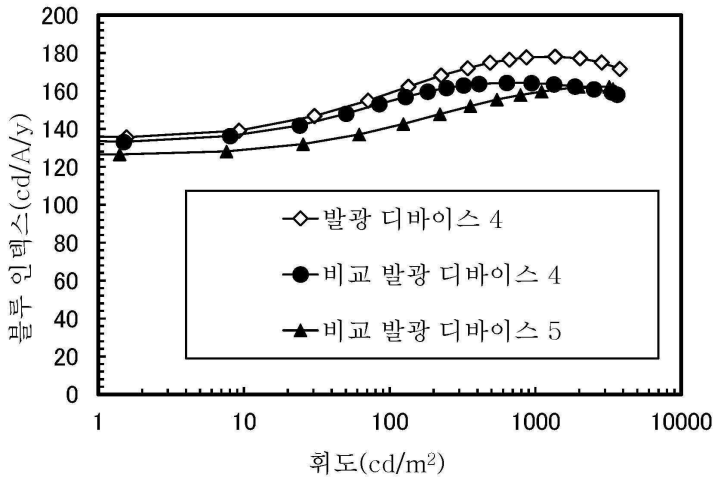
도면41



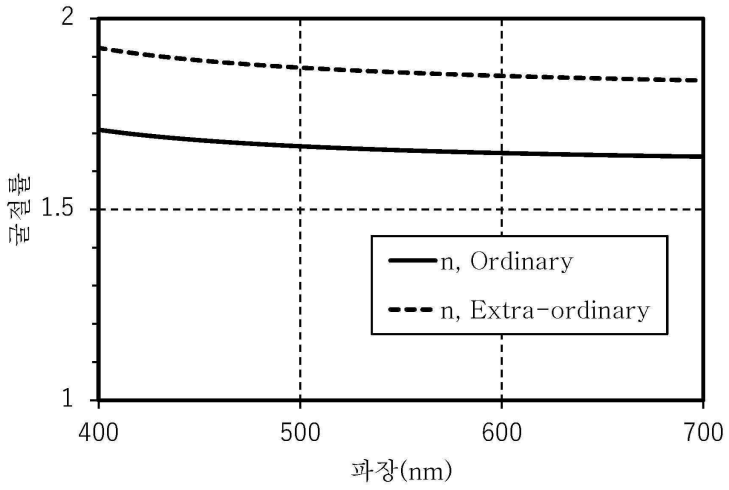
도면42



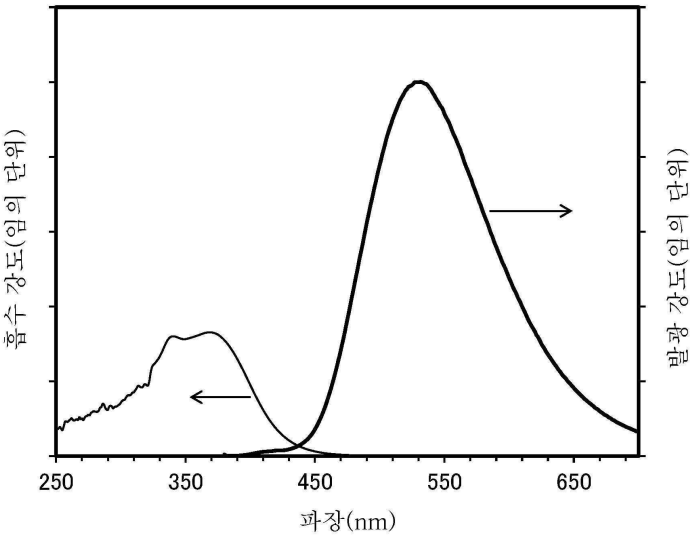
도면43



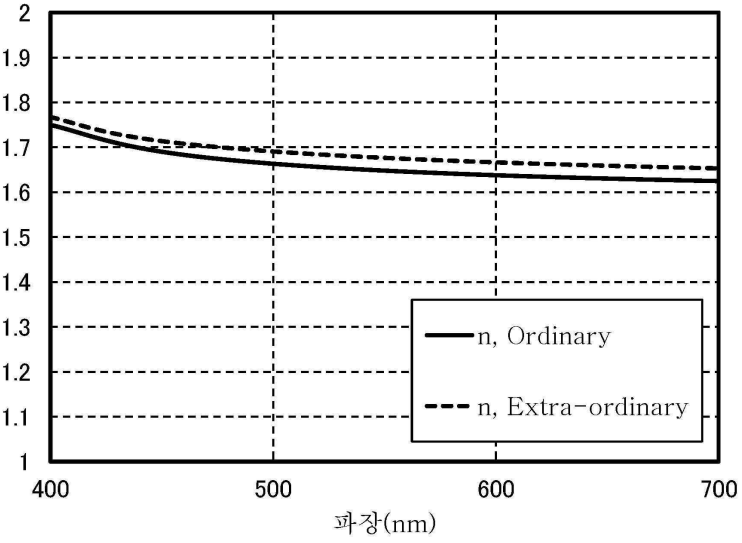
도면44



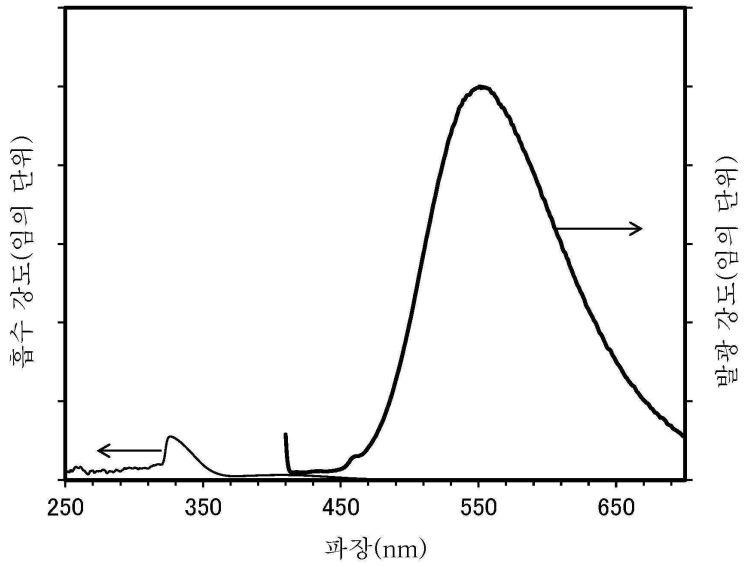
도면45



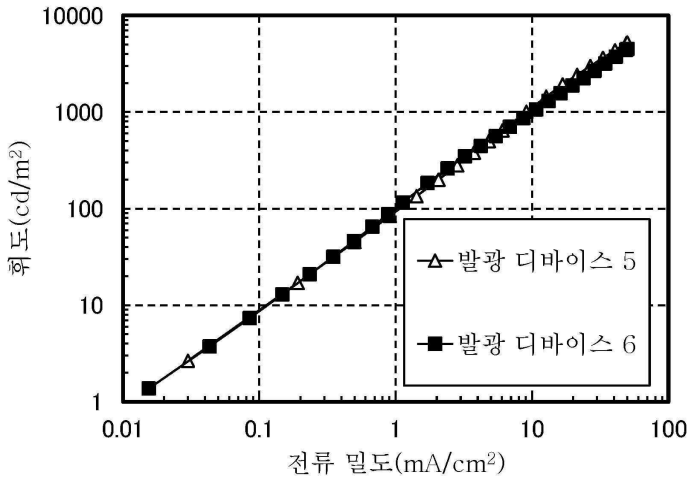
도면46



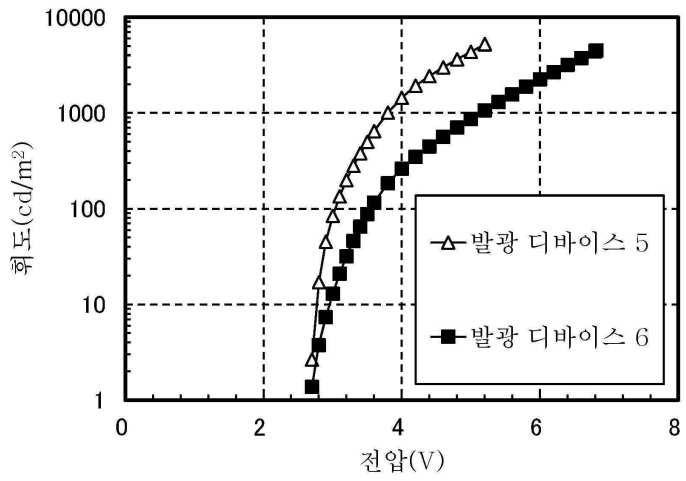
도면47



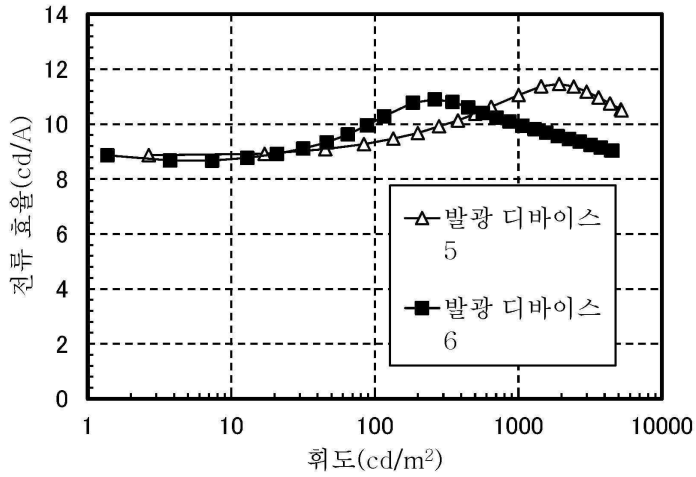
도면48



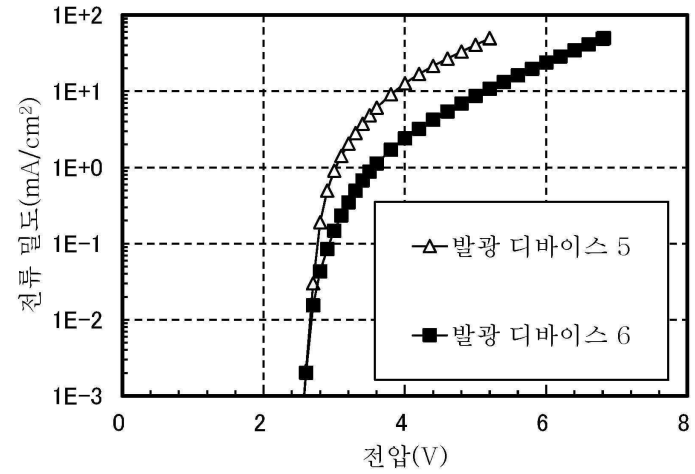
도면49



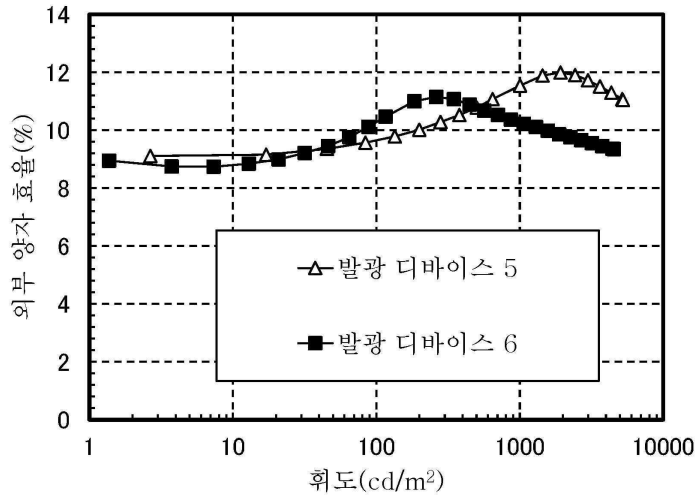
도면50



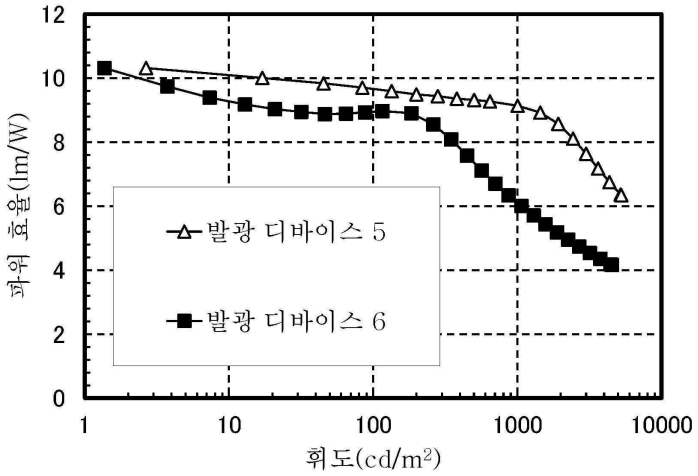
도면51



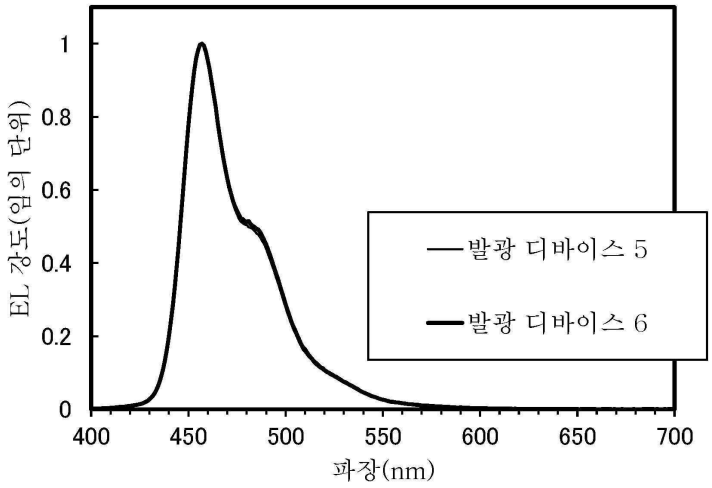
도면52



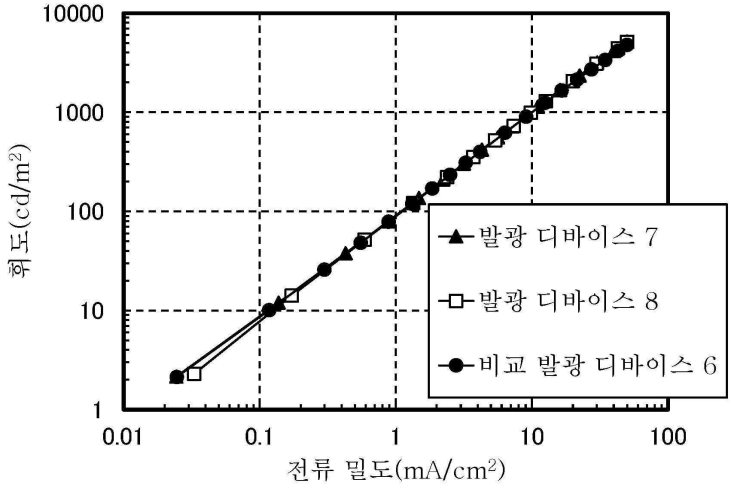
도면53



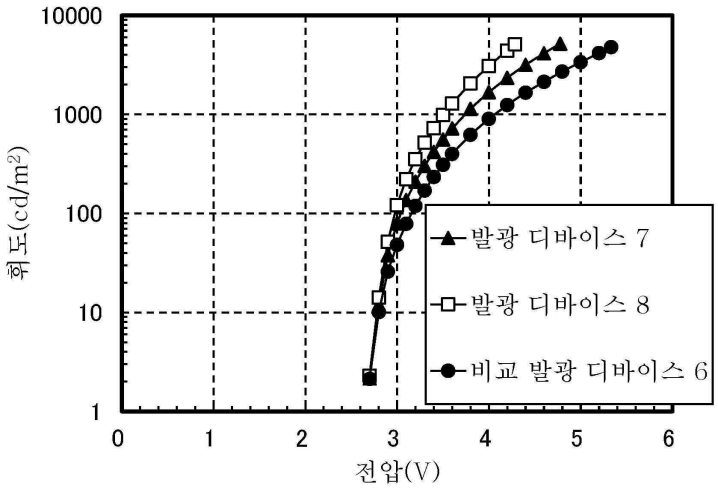
도면54



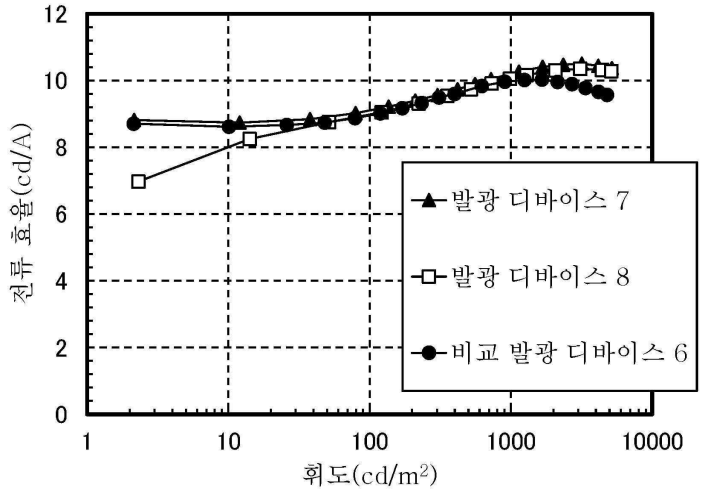
도면55



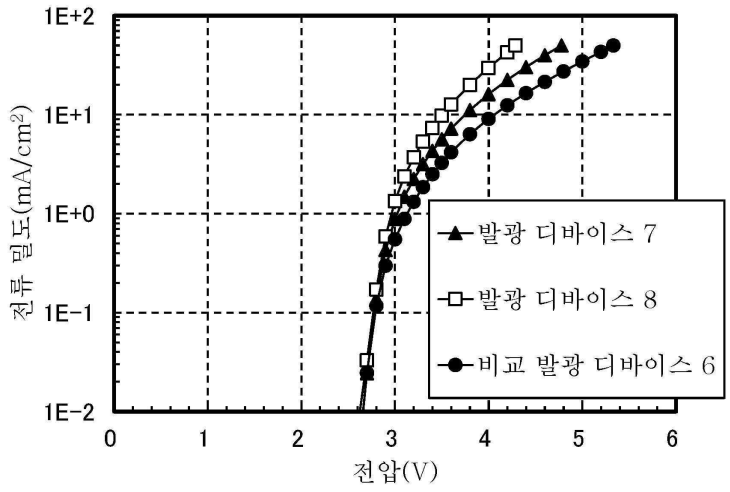
도면56



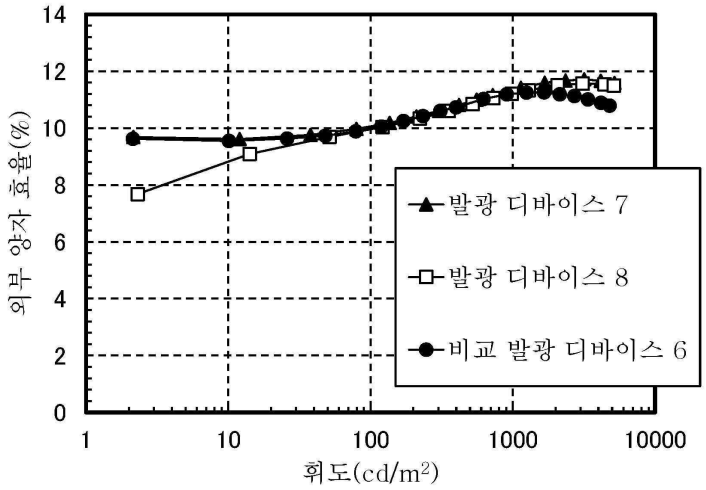
도면57



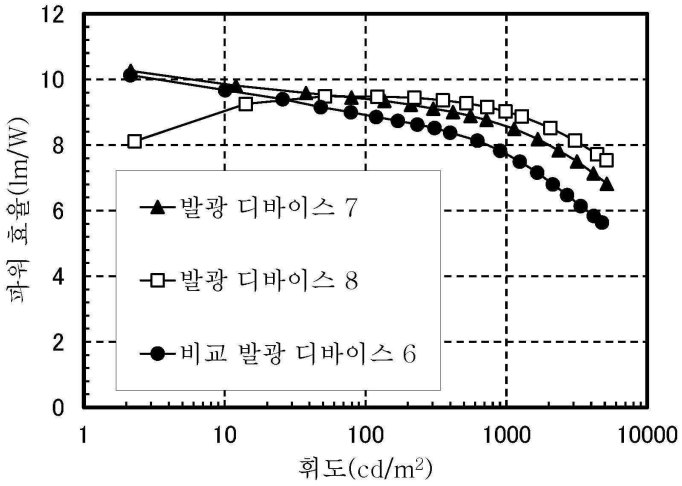
도면58



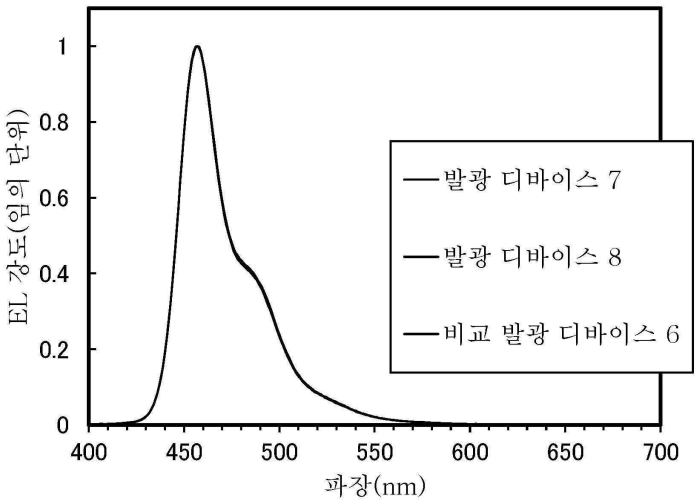
도면59



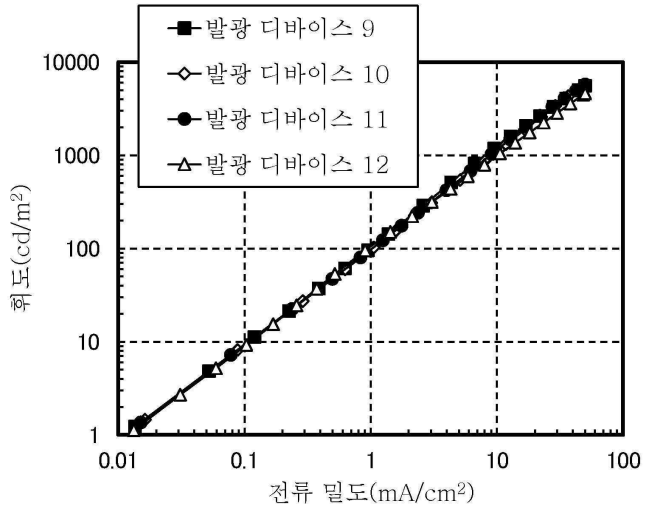
도면60



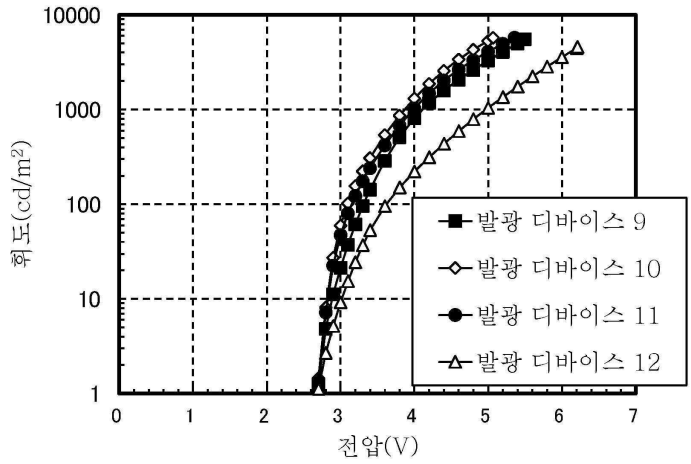
도면61



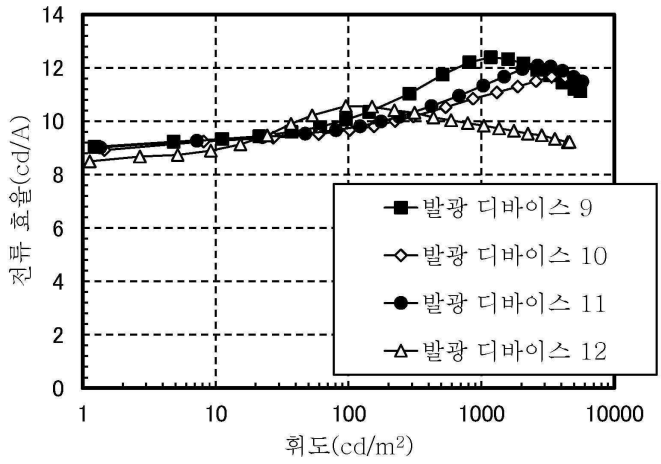
도면62



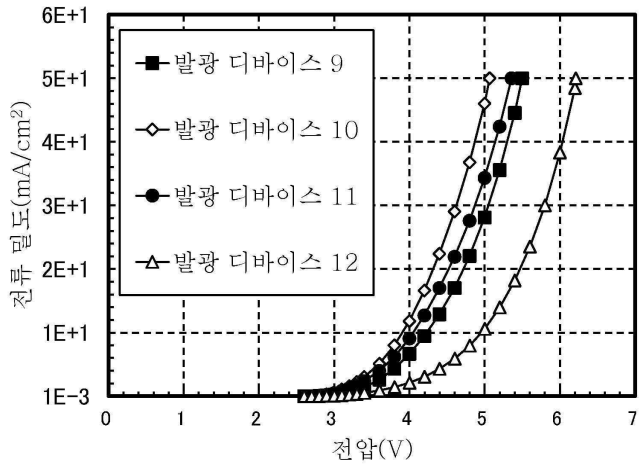
도면63



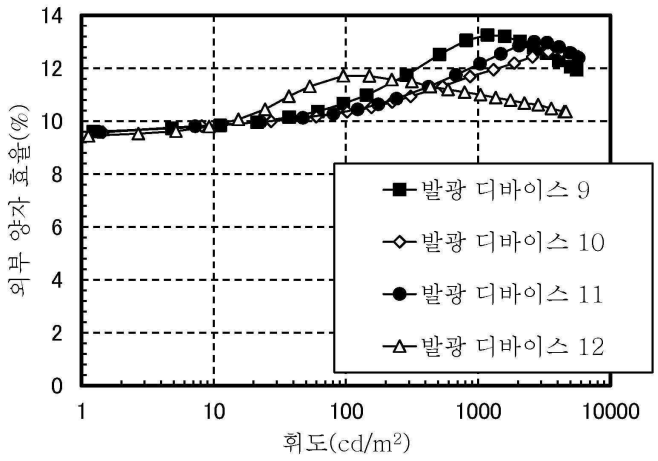
도면64



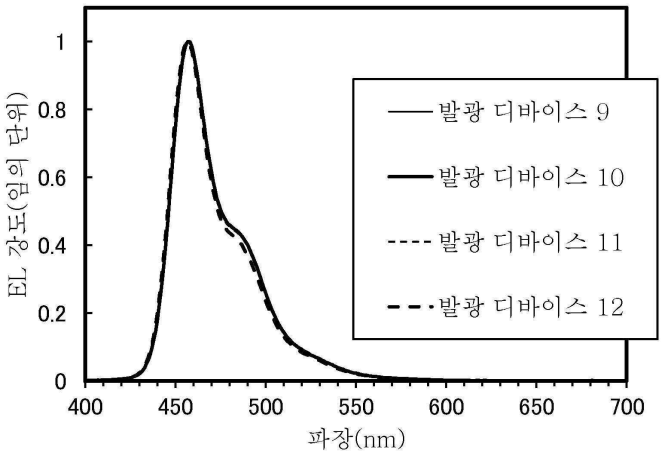
도면65



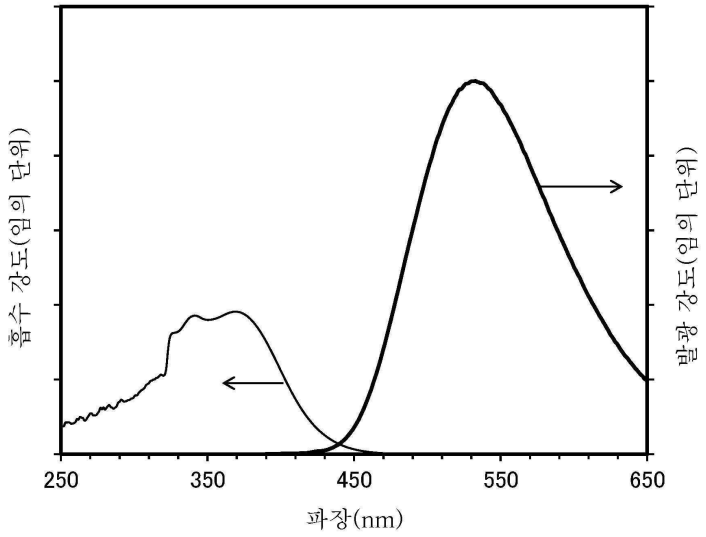
도면66



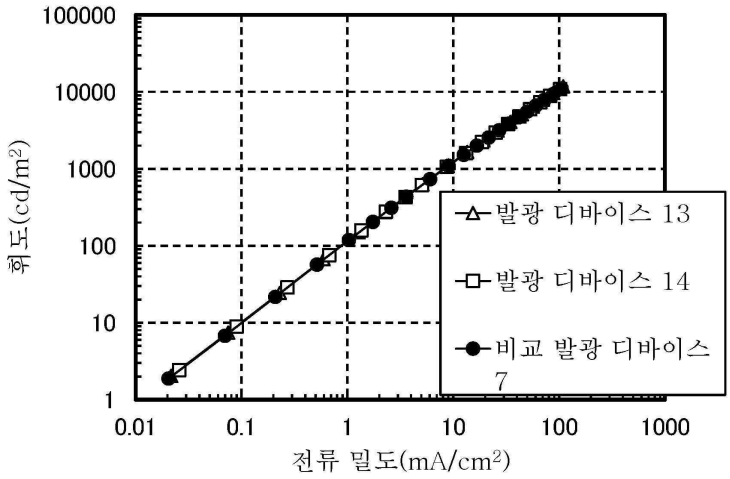
도면67



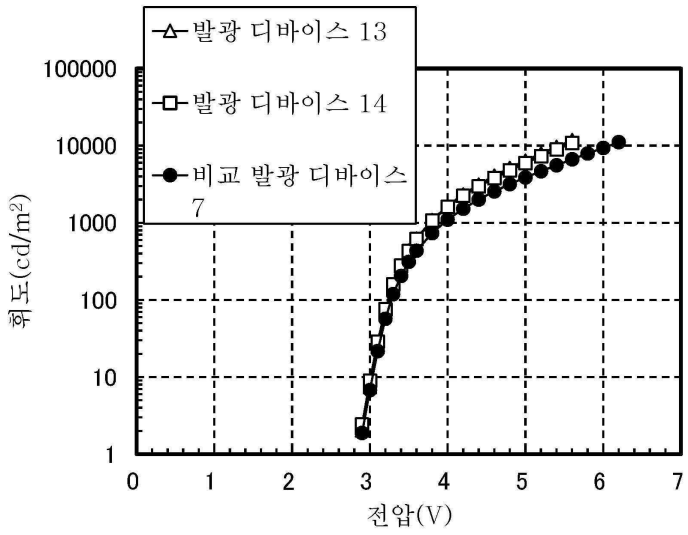
도면68



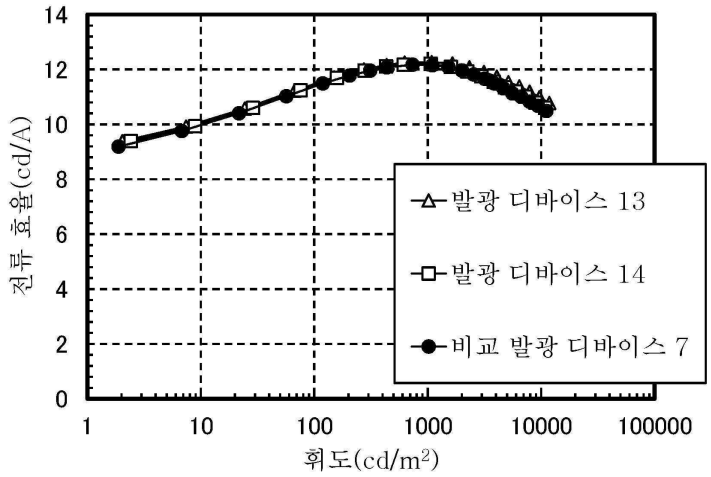
도면69



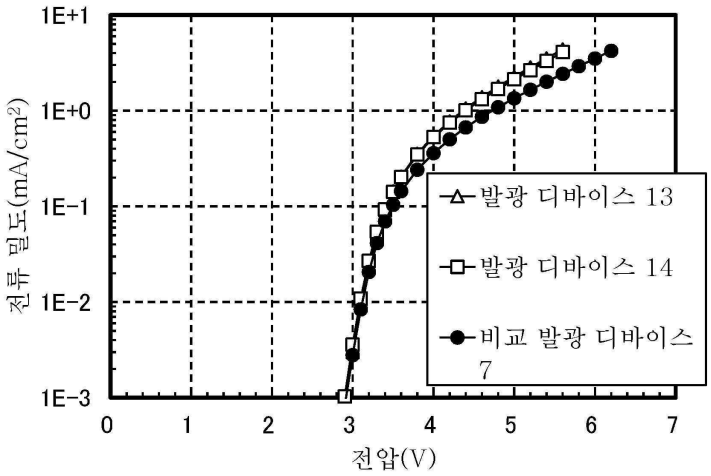
도면70



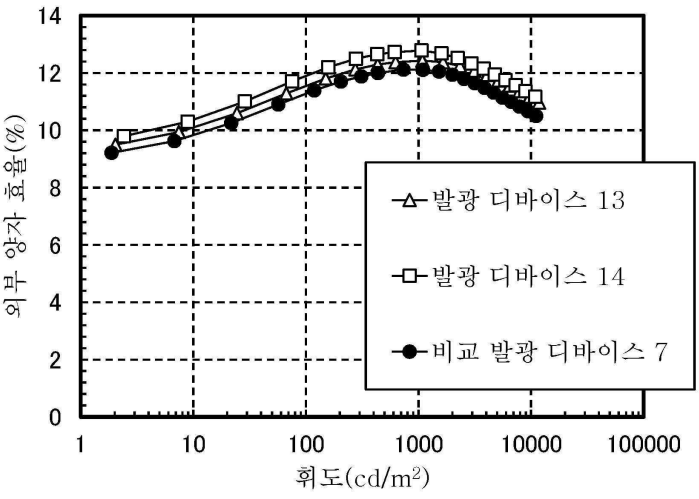
도면71



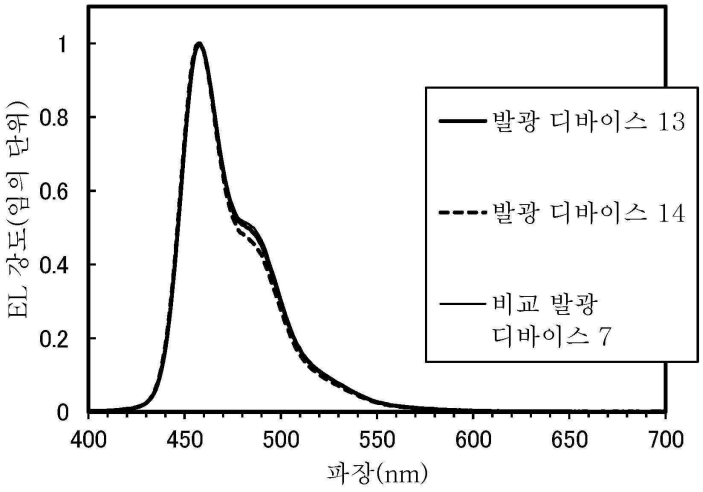
도면72



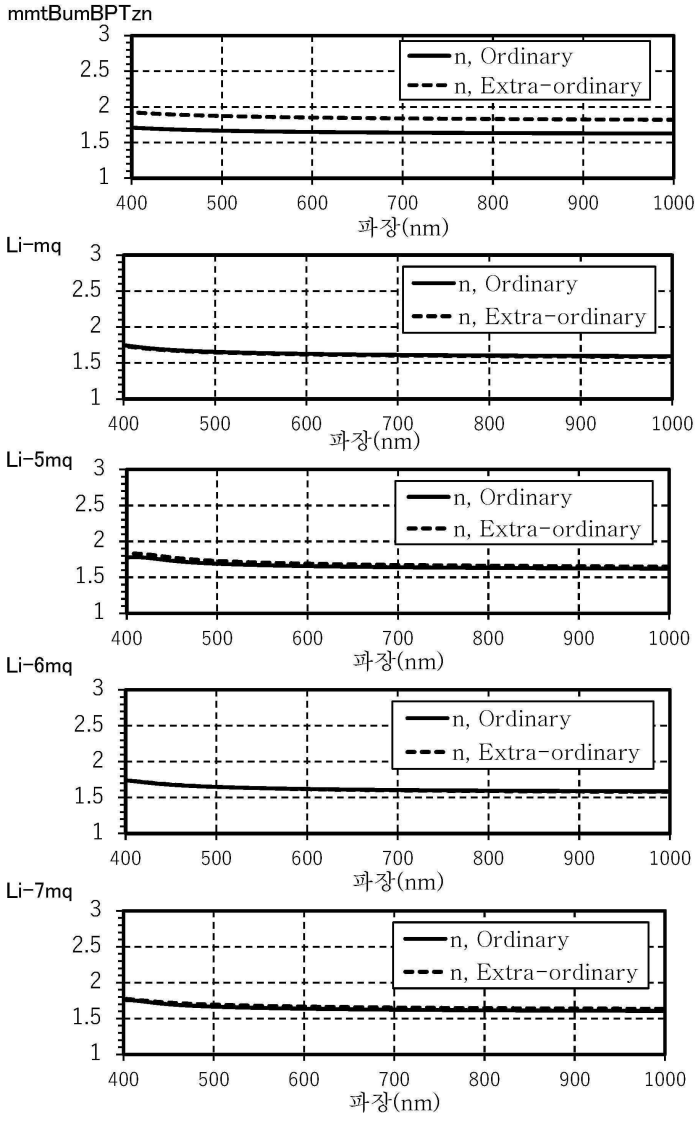
도면73



도면74


EL 강도(임의 단위)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
450
500
550
600
650
700
파장(nm)
발광 디바이스 13
발광 디바이스 14
비교 발광 디바이스 7

도면75


mmtBumBPTzn
Li-mq
Li-5mq
Li-6mq
Li-7mq
n, Ordinary
n, Extra-ordinary
파장(nm)