(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0148842
(43) 공개일자 2022년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) *H01L 51/52* (2006.01)
H05B 33/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5012 (2013.01)
H01L 51/5004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7032671
(22) 출원일자(국제) 2021년02월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년09월20일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2021/051225
(87) 국제공개번호 WO 2021/171130
국제공개일자 2021년09월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-032542 2020년02월28일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
노무라 시호
일본 759-0207 야마구치켄 우베시 오아자 키와나미 273-8
세오 사토시
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

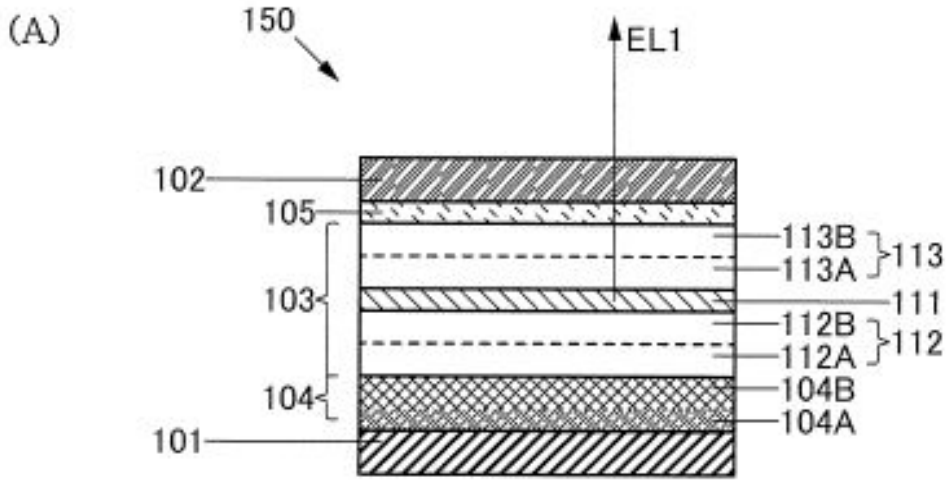
전체 청구항 수 : 총 7 항

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

(57) 요 약

편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공한다. 제 1 전극과, 제 2 전극과, 유닛과, 제 1 층을 포함하는 발광 디바이스이며, 제 2 전극은 제 1 전극과 중첩되는 영역을 포함하고, 유닛은 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 유닛은 제 2 층 및 제 3 층을 포함한다. 제 2 층은 제 1 전극과의 사이에 제 3 층을 끼우는 영역을 포함하고, 제 2 층은 발광성 재료를 포함한다. 제 1 층은 제 3 층과 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함한다. 제 1 층은 억셉터성을 가지는 재료 및 제 1 재료를 포함하고, 제 1 층은 제 1 영역 및 제 2 영역을 포함한다. 제 1 영역은 제 2 영역과 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 제 1 영역은 억셉터성을 가지는 재료를 제 1 농도로 포함하고, 제 2 영역은 억셉터성을 가지는 재료를 제 2 농도로 포함한다. 또한 제 2 농도는 0보다 높고 제 1 농도보다 낮다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01L 51/5203 (2013.01)
H05B 33/12 (2013.01)
H01L 2251/552 (2013.01)
(72) 발명자
스즈키 쓰네노리
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
우에사카 쇼고
일본 243-0017 가나가와켄 아쓰기시 사카에초 2-1-3 스완스마크 403

명 세 서

청구범위

청구항 1

발광 디바이스로서,

제 1 전극과,

제 2 전극과,

유닛과,

제 1 층을 포함하고,

상기 제 2 전극은 상기 제 1 전극과 중첩되는 영역을 포함하고,

상기 유닛은 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고,

상기 유닛은 제 2 층 및 제 3 층을 포함하고,

상기 제 2 층은 상기 제 1 전극과의 사이에 상기 제 3 층을 끼우는 영역을 포함하고,

상기 제 2 층은 발광성 재료를 포함하고,

상기 제 1 층은 상기 제 3 층과 상기 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고,

상기 제 1 층은 억셉터성을 가지는 재료 및 제 1 재료를 포함하고,

상기 제 1 층은 제 1 영역 및 제 2 영역을 포함하고,

상기 제 1 영역은 상기 제 2 영역과 상기 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고,

상기 제 1 영역은 상기 억셉터성을 가지는 재료를 제 1 농도로 포함하고,

상기 제 2 영역은 상기 억셉터성을 가지는 재료를 제 2 농도로 포함하고,

상기 제 2 농도는 0보다 높고 상기 제 1 농도보다 낮은, 발광 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유닛은 제 4 층을 포함하고,

상기 제 4 층은 상기 제 2 전극과 상기 제 2 층 사이에 끼워지는 영역을 포함하고,

상기 제 4 층은 제 3 재료를 포함하고,

상기 제 3 재료는 알칼리 금속의 유기 착체 또는 알칼리 토금속의 유기 착체이고,

상기 제 3 층은 제 3 영역 및 제 4 영역을 포함하고,

상기 제 4 영역은 상기 제 2 층과 상기 제 3 영역 사이에 끼워지는 영역을 포함하고,

상기 제 4 영역은 제 2 재료를 포함하고,

상기 제 1 재료는 제 1 HOMO 준위를 가지고,

상기 제 1 HOMO 준위는 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하이고,

상기 제 2 재료는 제 2 HOMO 준위를 가지고,

상기 제 2 HOMO 준위는 상기 제 1 HOMO 준위에 대하여 -0.2eV 이상 0eV 이하의 범위에 있는, 발광 디바이스.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 층은 제 4 재료를 포함하고,

상기 제 4 재료는 제 1 LUMO 준위를 가지고,

상기 제 4 층은 제 5 영역 및 제 6 영역을 포함하고,

상기 제 5 영역은 상기 제 6 영역과 상기 제 2 층 사이에 끼워지는 영역을 포함하고,

상기 제 5 영역은 제 5 재료를 포함하고,

상기 제 6 영역은 상기 제 3 재료를 포함하고,

상기 제 5 재료는 제 2 LUMO 준위를 가지고,

상기 제 2 LUMO 준위는 상기 제 1 LUMO 준위에 대하여 -0.4eV 이상 -0.1eV 이하의 범위에 있는, 발광 디바이스.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 영역은 상기 억셉터성을 가지는 재료만을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 영역은 상기 제 1 전극과 접하는, 발광 디바이스.

청구항 6

발광 장치로서,

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 따른 발광 디바이스와, 트랜지스터를 포함하는, 발광 장치.

청구항 7

전자 기기로서,

제 6 항에 따른 발광 장치와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 또는 마이크로폰을 포함하는, 전자 기기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 또는 조명 장치에 관한 것이다.

[0002] 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, 발광 장치, 축전 장치, 기억 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 들 수 있다.

배 경 기 술

[0003] 유기 화합물을 사용하고 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 소자)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 디바이스의 기본적인 구성은 한 쌍의 전극 사이에 발광 재료를 포함한 유기 화합물층(EL층)을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가하여, 캐리어를 주입하고, 상기 캐리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0004] 이와 같은 발광 디바이스는 자발광형이므로, 액정 디스플레이에 비하여 시인성이 높고 디스플레이의 화소로서 적합하다. 또한 이와 같은 발광 디바이스를 사용한 디스플레이는 백라이트가 필요 없어, 얇고 가볍게 제작할 수 있다는 것도 큰 이점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 특징 중 하나이다.

[0005] 또한 이들 발광 디바이스는 발광층을 이차원으로 연속적으로 형성할 수 있기 때문에 면 발광을 얻을 수 있다. 이것은 백열전구 또는 LED로 대표되는 점광원, 혹은 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0006] 이와 같이 발광 디바이스를 사용한 디스플레이 또는 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하게 적용되지만, 효율이나 수명이 더 양호한 발광 디바이스를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.

[0007] 발광 디바이스의 특성은 현저하게 향상되어 왔지만, 효율 및 내구성을 비롯하여 다양한 특성에 대한 고도한 요구에 대응하기에는 아직 불충분하다고 할 수 밖에 없다. 특히 EL 특유의 문제로서 여전히 거론되는 잔상(burn-in) 등의 문제를 해결하기 위해서는 열화로 인한 효율의 저하는 작으면 작을수록 바람직하다.

[0008] 특허문헌 1에는, 정공 주입층에 접하는 제 1 정공 수송층과, 발광층 사이에, 제 1 정공 주입층의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위와 호스트 재료의 HOMO 준위 사이의 HOMO 준위를 가지는 정공 수송성 재료를 제공하는 구성이 개시되어 있다.

[0009] 발광 디바이스의 특성은 현저하게 향상되어 왔지만, 효율 또는 내구성을 비롯하여 각종 특성에 대한 고도한 요구에 대응하기에는 아직 불충분하다고 할 수 밖에 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 국제공개공보 WO2011/065136호 팸플릿

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 일 형태는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 장치를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 전자 기기를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 조명 장치를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다.

[0012] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없다. 또한 이들 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 과제를 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0013] (1)본 발명의 일 형태는 제 1 전극과, 제 2 전극과, 유닛과, 제 1 층을 포함하는 발광 디바이스이다.

[0014] 제 2 전극은 제 1 전극과 중첩되는 영역을 포함하고, 유닛은 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함한다.

[0015] 유닛은 제 2 층 및 제 3 층을 포함하고, 제 2 층은 제 1 전극과의 사이에 제 3 층을 끼우는 영역을 포함하고, 제 2 층은 발광성 재료(EM)를 포함한다.

[0016] 제 1 층은 제 3 층과 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 제 1 층은 억셉터성을 가지는 재료(AM) 및 제 1 재료(HT1)를 포함한다.

[0017] 제 1 층은 제 1 영역 및 제 2 영역을 포함한다.

[0018] 제 1 영역은 제 2 영역과 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 제 1 영역은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 제 1 농도(C1)로 포함한다.

[0019] 제 2 영역은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 제 2 농도(C2)로 포함하고, 제 2 농도(C2)는 0보다 높고 제 1 농도(C1)보다 낮다.

[0020] 이에 의하여, 구동 전압을 억제할 수 있다. 또는 동작 특성의 온도 의존성을 억제할 수 있다. 그 결과, 편의

성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0021] (2) 또한 본 발명의 일 형태는 유닛이 제 4 층을 포함하고, 제 4 층이 제 2 전극과 제 2 층 사이에 끼워지는 영역을 포함하는, 상기 발광 디바이스이다. 또한 제 4 층은 제 3 재료(OMC)를 포함하고, 제 3 재료(OMC)는 알칼리 금속의 유기 착체 또는 알칼리 토금속의 유기 착체이다.

[0022] 제 3 층은 제 3 영역 및 제 4 영역을 포함하고, 제 4 영역은 제 2 층과 제 3 영역 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 제 4 영역은 제 2 재료(HT2)를 포함한다.

[0023] 제 1 재료(HT1)는 제 1 HOMO 준위를 가지고, 제 1 HOMO 준위는 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하이다.

[0024] 제 2 재료(HT2)는 제 2 HOMO 준위를 가지고, 제 2 HOMO 준위는 제 1 HOMO 준위에 대하여 -0.2eV 이상 0eV 이하의 범위에 있다.

[0025] (3) 또한 본 발명의 일 형태는 제 2 층이 제 4 재료(HOST)를 포함하고, 제 4 재료(HOST)가 제 1 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위를 가지는, 상기 발광 디바이스이다.

[0026] 제 4 층은 제 5 영역 및 제 6 영역을 포함한다.

[0027] 제 5 영역은 제 6 영역과 제 2 층 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 제 5 영역은 제 5 재료(ET)를 포함한다. 또한 제 6 영역은 제 3 재료(OMC)를 포함한다.

[0028] 제 5 재료(ET)는 제 2 LUMO 준위를 가지고, 제 2 LUMO 준위는 제 1 LUMO 준위에 대하여 -0.4eV 이상 -0.1eV 이하, 바람직하게는 -0.4eV 이상 -0.15eV 이하의 범위에 있다.

[0029] (4) 또한 본 발명의 일 형태는 제 1 영역이 억셉터성을 가지는 재료(AM)만을 포함하는, 상기 발광 디바이스이다.

[0030] (5) 또한 본 발명의 일 형태는 제 1 영역이 제 1 전극과 접하는, 상기 발광 디바이스이다.

[0031] 이에 의하여, 구동 전압의 상승을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0032] (6) 또한 본 발명의 일 형태는 상기 발광 디바이스와 트랜지스터를 포함하는 발광 장치이다.

[0033] 이에 의하여, 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또는 구동 전압의 상승을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 장치를 제공할 수 있다.

[0034] (7) 또한 본 발명의 일 형태는 상기 발광 장치와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 또는 마이크로폰을 포함하는 전자 기기이다.

[0035] 이에 의하여, 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또는 구동 전압의 상승을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 전자 기기를 제공할 수 있다.

[0036] 본 명세서에 첨부한 도면에서는 구성 요소를 기능별로 분류하고 각각 독립된 블록으로서 블록도를 나타내었지만, 실제의 구성 요소를 기능별로 완전히 나누기는 어렵고, 하나의 구성 요소가 복수의 기능에 관련될 수도 있다.

[0037] 본 명세서에서 트랜지스터에 포함되는 소스와 드레인은 트랜지스터의 극성 및 각 단자에 공급되는 전위 레벨에 따라 그 호칭이 서로 바뀐다. 일반적으로, n채널형 트랜지스터에서는 낮은 전위가 공급되는 단자가 소스라고 불리고, 높은 전위가 공급되는 단자가 드레인이라고 불린다. 또한 p채널형 트랜지스터에서는 낮은 전위가 공급되는 단자가 드레인이라고 불리고, 높은 전위가 공급되는 단자가 소스라고 불린다. 본 명세서에서는 편의상 소스와 드레인이 고정되어 있는 것으로 가정하여 트랜지스터의 접속 관계를 설명하는 경우가 있지만, 실제로는 상술한 전위의 관계에 따라 소스와 드레인의 호칭이 서로 바뀐다.

[0038] 본 명세서에서 트랜지스터의 소스란, 활성층으로서 기능하는 반도체막의 일부인 소스 영역, 또는 상기 반도체막에 접속된 소스 전극을 의미한다. 마찬가지로, 트랜지스터의 드레인이란, 상기 반도체막의 일부인 드레인 영역, 또는 상기 반도체막에 접속된 드레인 전극을 의미한다. 또한 게이트는 게이트 전극을 의미한다.

[0039] 본 명세서에서 트랜지스터가 직렬로 접속되어 있는 상태란, 예를 들어 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽만이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽에만 접속되어 있는 상태를 의미한다. 또한 트랜지스터가 병렬로 접속되어 있는 상태란, 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인

중 한쪽에 접속되고, 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽에 접속되어 있는 상태를 의미한다.

[0040] 본 명세서에서 접속이란, 전기적인 접속을 의미하며, 전류, 전압, 또는 전위를 공급할 수 있는 상태 또는 전송(傳送)할 수 있는 상태에 상당한다. 따라서, 접속되어 있는 상태란, 반드시 직접 접속되어 있는 상태를 의미하는 것은 아니며, 전류, 전압, 또는 전위를 공급할 수 있도록 또는 전송할 수 있도록 배선, 저항, 다이오드, 트랜지스터 등의 회로 소자를 통하여 간접적으로 접속되어 있는 상태도 그 범주에 포함한다.

[0041] 본 명세서에서 회로도상 독립되어 있는 구성 요소들이 서로 접속되어 있는 경우이어도 실제로는 예를 들어 배선의 일부가 전극으로서 기능하는 경우 등, 하나의 도전막이 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 있다. 본 명세서에서 접속이란, 이와 같이 하나의 도전막이 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 그 범주에 포함한다.

[0042] 또한 본 명세서에서 트랜지스터의 제 1 전극 및 제 2 전극 중 한쪽이 소스 전극을 가리키고, 다른 쪽이 드레인 전극을 가리킨다.

발명의 효과

[0043] 본 발명의 일 형태에 따르면, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 전자 기기를 제공할 수 있다. 또는 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 조명 장치를 제공할 수 있다.

[0044] 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

[0045] 도 1의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.

도 2의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.

도 3은 실시형태에 따른 발광 패널의 구성을 설명하는 도면이다.

도 4의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.

도 5의 (A) 및 (B)는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.

도 6은 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.

도 7의 (A) 및 (B)는 패시브 매트릭스형 발광 장치의 개념도이다.

도 8의 (A) 및 (B)는 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 9의 (A) 내지 (D)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.

도 10의 (A) 내지 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.

도 11은 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 12는 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 13은 차량 탑재 표시 장치 및 조명 장치를 나타낸 도면이다.

도 14의 (A) 내지 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.

도 15의 (A) 및 (B)는 실시예에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.

도 16은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 17은 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 18은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 19는 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

도 20은 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 21은 실시예에 따른 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

도 22는 실시예에 따른 발광 디바이스의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다.

도 23은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 24는 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 25는 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 26은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

도 27은 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 28은 실시예에 따른 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

도 29는 실시예에 따른 발광 디바이스의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다.

도 30은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 31은 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 32는 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 33은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

도 34는 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 35는 실시예에 따른 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

도 36은 실시예에 따른 발광 디바이스의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다.

도 37은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 38은 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 39는 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 40은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

도 41은 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 42는 실시예에 따른 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

도 43은 실시예에 따른 발광 디바이스의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다.

도 44의 (A) 및 (B)는 실시예에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 단면도이다.

도 45는 실시예에 따른 발광 디바이스의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 46은 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 47은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

도 48은 실시예에 따른 발광 디바이스의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

도 49는 실시예에 따른 발광 디바이스의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다.

도 50은 실시예에 따른 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

도 51은 실시예에 따른 발광 디바이스의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 제 1 전극과, 제 2 전극과, 유닛과, 제 1 층을 포함한다. 제 2 전극은 제 1 전극과 중첩되는 영역을 포함하고, 유닛은 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 유닛

은 제 2 층 및 제 3 층을 포함한다. 제 2 층은 제 1 전극과의 사이에 제 3 층을 끼우는 영역을 포함하고, 제 2 층은 발광성 재료를 포함한다. 제 1 층은 제 3 층과 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함한다. 제 1 층은 억셉터성을 가지는 재료 및 제 1 재료를 포함하고, 제 1 층은 제 1 영역 및 제 2 영역을 포함한다. 제 1 영역은 제 2 영역과 제 1 전극 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 제 1 영역은 억셉터성을 가지는 재료를 제 1 농도로 포함하고, 제 2 영역은 억셉터성을 가지는 재료를 제 2 농도로 포함한다. 또한 제 2 농도는 0보다 높고 제 1 농도보다 낮다.

[0047] 이에 의하여, 구동 전압을 억제할 수 있다. 또는 동작 특성의 온도 의존성을 억제할 수 있다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0048] 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. 또한 이하에서 설명하는 발명의 구성에서, 동일 부분 또는 같은 기능을 가지는 부분에는 동일한 부호를 상이한 도면 사이에서 공통적으로 사용하고, 그 반복적인 설명은 생략한다.

[0049] (실시형태 1)

[0050] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스(150)의 구성에 대하여, 도 1을 참조하여 설명한다.

[0051] <발광 디바이스(150)의 구성예 1>

[0052] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스(150)는 전극(101)과, 전극(102)과, 유닛(103)과, 층(104)을 포함한다(도 1의 (A) 참조). 또한 전극(102)은 전극(101)과 중첩되는 영역을 포함한다.

[0053] <<유닛(103)의 구성예 1>>

[0054] 유닛(103)은 전극(101)과 전극(102) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 유닛(103)은 층(111) 및 층(112)을 포함한다. 또한 예를 들어 전극(101)을 양극으로서 사용하고, 전극(102)을 음극으로서 사용할 수 있다.

[0055] 예를 들어, 정공 수송층, 전자 수송층, 캐리어 차단층, 및 여기자 차단층 등의 기능층 중에서 선택한 층을 유닛(103)에 사용할 수 있다.

[0056] <<층(111)의 구성예 1>>

[0057] 층(111)은 전극(101)과의 사이에 층(112)을 끼우는 영역을 포함하고, 층(111)은 발광성 재료(EM)를 포함한다.

[0058] 또한 층(111)은 호스트 재료를 포함한다. 또한 층(111)을 발광층이라고 할 수 있다. 또한 층(111)은 정공과 전자가 재결합되는 영역에 배치되는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 캐리어의 재결합에 의하여 발생한 에너지를 효율적으로 광으로 변환하여 방출할 수 있다. 또한 층(111)은 전극 등에 사용되는 금속에서 멀어지도록 배치되는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 전극 등에 사용하는 금속으로 인한 소광 현상을 억제할 수 있다.

[0059] 예를 들어, 형광 발광 물질, 인광 발광 물질, 또는 열 활성화 지연 형광(TADF(Thermally Delayed Fluorescence))을 나타내는 물질을, 발광성 재료에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 캐리어의 재결합에 의하여 발생한 에너지를 발광성 재료로부터 광(EL1)으로서 방출할 수 있다(도 1의 (A) 참조).

[0060] [형광 발광 물질]

[0061] 형광 발광 물질을 층(111)에 사용할 수 있다. 예를 들어, 이하에서 예시하는 형광 발광 물질을 층(111)에 사용할 수 있다. 또한 이에 한정되지 않고, 다양한 공지의 형광 발광 물질을 층(111)에 사용할 수 있다.

[0062] 구체적으로는, 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-뷰틸)페릴렌(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'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[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 사용할 수 있다.

[0063] 또한 특히, 1,6FLPAPrn, 1,6mMemFLPAPrn, 1,6BnfAPrn-03과 같은 피렌다이아민 화합물로 대표되는 축합 방향족 다이아민 화합물은 정공 트랩성이 높고, 발광 효율 또는 신뢰성이 우수하기 때문에 바람직하다.

[0064] [인광 발광 물질 1]

[0065] 또한 인광 발광 물질을 층(111)에 사용할 수 있다. 예를 들어, 이하에서 예시하는 인광 발광 물질을 층(111)에 사용할 수 있다. 또한 이에 한정되지 않고, 다양한 공지의 인광 발광 물질을 층(111)에 사용할 수 있다.

[0066] 구체적으로는, 4H-트라이아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 층(111)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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)$_3$]) 등을 사용할 수 있다.

[0067] 또한 예를 들어, 1H-트라이아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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)$_3$]) 등을 사용할 수 있다.

[0068] 또한 예를 들어, 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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)$_3$]) 등을 사용할 수 있다.

[0069] 또한 예를 들어, 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 배위자로서 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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: FIracac) 등을 사용할 수 있다.

[0070] 또한 이들은 청색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 440nm 내지 520nm에 발광 파장의 피크를 가지는 화합물이다.

[0071] [인광 발광 물질 2]

[0072] 또한 예를 들어, 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 층(111)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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)]) 등을 사용할 수 있다.

[0073] 또한 예를 들어, 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, (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)]) 등을 사용할 수 있다.

[0074] 또한 예를 들어, 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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)]), [2-d3-메틸-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]비스[2-(5-d3-메틸-2-피리딜-κN2)페닐-κ]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mppy-d3)2(mbfpypy-d3)]), [2-d3-메틸-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)2(mbfpypy-d3)]) 등을 사용할 수 있다.

[0075] 또한 예를 들어, 희토류 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)$_3$(Phen)]) 등이 있다.

[0076] 또한 이들은 주로 녹색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 500nm 내지 600nm에 발광 파장의 피크를 가진다. 또한 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는 신뢰성 또는 발광 효율도 매우 우수하기 때문에, 특히 바람직하다.

[0077] [인광 발광 물질 3]

[0078] 또한 예를 들어, 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 층(111)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, (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)]) 등을 사용할 수 있다.

[0079] 또한 예를 들어, 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, (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)]) 등을 사용할 수 있다.

[0080] 또한 예를 들어, 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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)]) 등을 사용할 수 있다.

[0081] 또한 예를 들어, 백금 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭: PtOEP) 등을 사용할 수 있다.

[0082] 또한 예를 들어, 희토류 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 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)]) 등을 사용할 수 있다.

[0083] 또한 이들은 적색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 600nm 내지 700nm에 발광 피크를 가진다. 또한 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체로부터는 표시 장치에 적합하게 사용할 수 있는 색도를 가진 적색 발광을 얻을 수 있다.

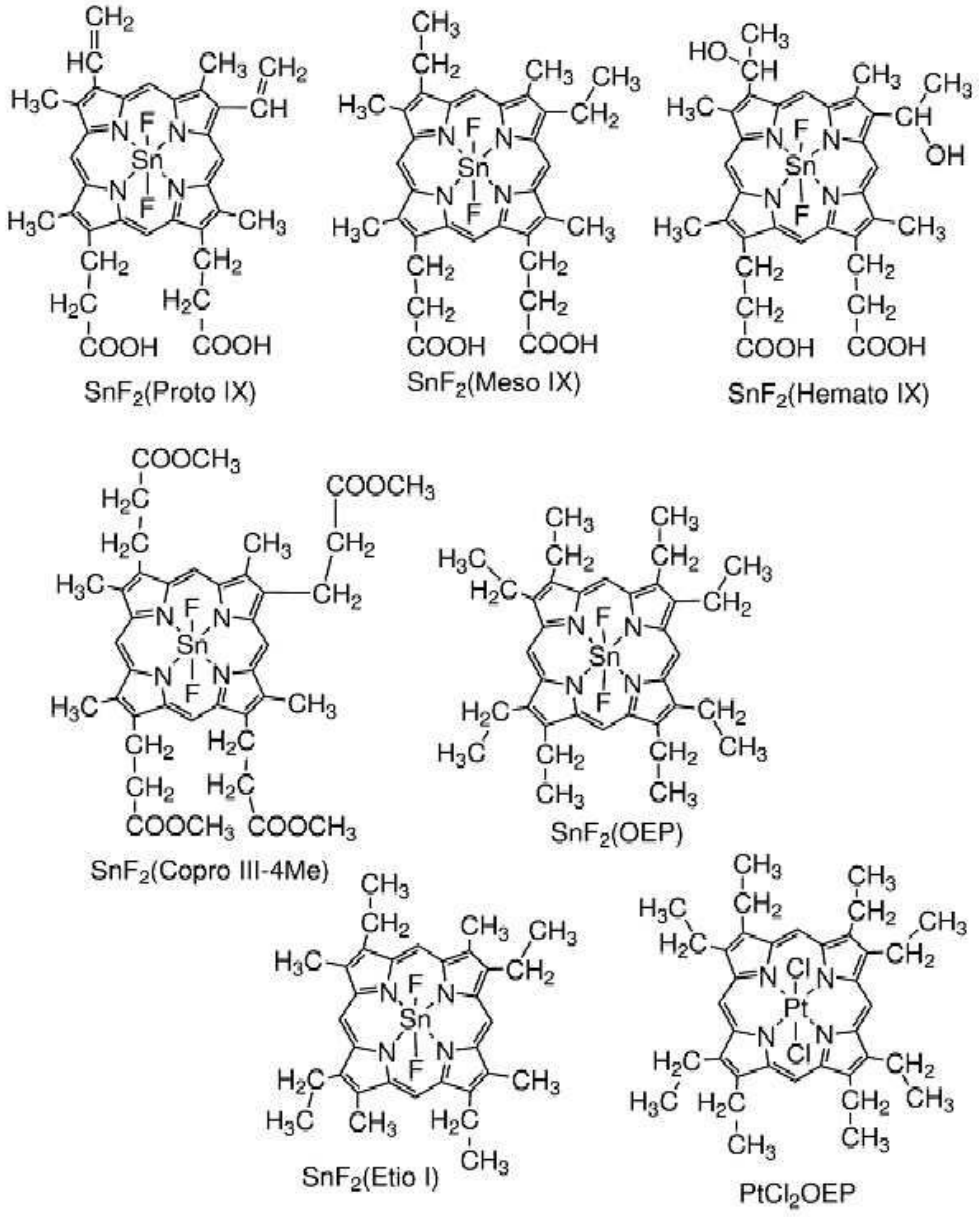
[0084] [열 활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 물질]

[0085] 열 활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 물질(TADF 재료라고 함)을 층(111)에 사용할 수 있다. 예를 들어, 이하에서 예시하는 TADF 재료를 층(111)에 사용할 수 있다. 또한 이에 한정되지 않고, 다양한 공지의 TADF 재료를 층(111)에 사용할 수 있다.

[0086] 예를 들어 풀러렌 및 그 유도체, 아크리딘 및 그 유도체, 에오신 유도체 등을 TADF 재료에 사용할 수 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린을 TADF 재료에 사용할 수 있다.

[0087] 구체적으로는, 구조식을 이하에 나타내는 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) 등을 사용할 수 있다.

[0088] [화학식 1]

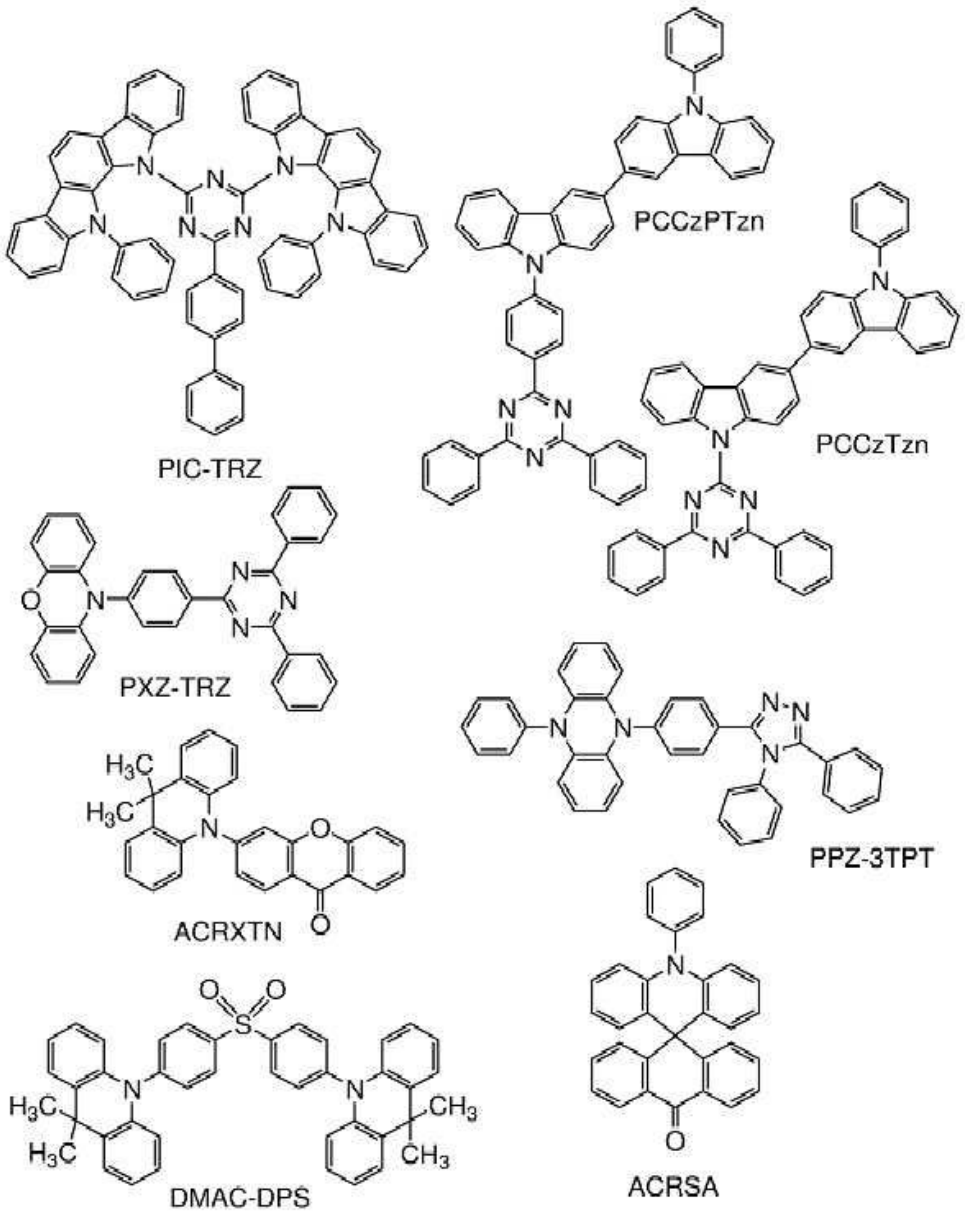


[0089]

[0090] 또한 예를 들어 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 중 한쪽 또는 양쪽을 가지는 헤테로 고리 화합물을 TADF 재료에 사용할 수 있다.

[0091] 구체적으로는, 구조식을 이하에 나타내는 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(약칭: PIC-TRZ), 9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzTzn), 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(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) 등을 사용할 수 있다.

[0092] [화학식 2]



[0093]

[0094] 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 양호하므로 바람직하다. 특히, 벤조퓨로피리미딘 골격, 벤조티에노피리미딘 골격, 벤조퓨로피라진 골격, 벤조티에노피라진 골격은 억셉터성이 높고 신뢰성이 양호하므로 바람직하다.

[0095] 또한 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리를 가지는 골격 중에서도, 아크리딘 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격, 퓨란 골격, 싸이오펜 골격, 및 피롤 골격은 안정적이고 신뢰성이 양호하므로, 상기 골격 중 적어도 하나를 가지는 것이 바람직하다. 또한 퓨란 골격으로서는 다이벤조퓨란 골격이 바람직하고, 싸이오펜 골격으로서는 다이벤조싸이오펜 골격이 바람직하다. 또한 피롤 골격으로서는 인돌 골격, 카바졸 골격, 인돌로카바졸 골격, 바이카바졸 골격, 3-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸 골격이 특히 바람직하다.

[0096] 또한 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은, π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 전자 공여성과 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.

[0097] 또한 π전자 부족형 골격으로서 크산텐 골격, 싸이오크산텐다이옥사이드 골격, 옥사다이아졸 골격, 트라이아졸 골격, 이미다졸 골격, 안트라퀴논 골격, 페닐보레인 또는 보레인트렌 등의 붕소 함유 골격, 벤조나이트릴 또는 사이아노벤젠 등의 나이트릴기 또는 사이아노기를 가지는 방향족 고리 또는 헤테로 방향족 고리, 벤조페논 등의 카보닐 골격, 포스핀옥사이드 골격, 설폰 골격 등을 사용할 수 있다.

[0098] 이와 같이, π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 및 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 중 적어도 한쪽 대신에 π전자 부족형 골격 및 π전자 과잉형 골격을 사용할 수 있다.

[0099] 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.

[0100] 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.

[0101] 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.

[0102] 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.

[0103] <<층(104)의 구성예 1>>

[0104] 층(104)은 층(112)과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다(도 1의 (A) 참조).

[0105] 층(104)은 억셉터성을 가지는 재료(AM) 및 재료(HT1)를 포함한다. 또한 억셉터성을 가지는 재료(AM) 및 재료(HT1)를 포함하는 재료를 복합 재료라고 할 수 있다.

[0106] <<억셉터성을 가지는 재료(AM)>>

[0107] 예를 들어, 전자 흡인기(할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 화합물을, 억셉터성을 가지는 재료에 사용할 수 있다. 또한 억셉터성을 가지는 유기 화합물은 증착이 용이하여 성막하기 쉽다. 이에 의하여, 발광 디바이스의 생산성을 높일 수 있다.

[0108] 구체적으로는, 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 억셉터성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0109] 특히 HAT-CN과 같이 헤테로 원자를 복수로 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물은 열적으로 안정적이므로 바람직하다.

[0110] 또한 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높기 때문에 바람직하다.

[0111] 구체적으로는 α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], α,α',α''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 사용할 수 있다.

[0112] <<재료(HT1)>>

[0113] 예를 들어 정공 수송성을 가지는 재료를 재료(HT1)에 사용할 수 있다.

[0114] [정공 수송성을 가지는 재료]

[0115] 정공 수송성을 가지는 재료는 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 이상의 정공 이동도를 가지는 것이 바람직하다. 예를 들어, 방향족 아민 골격을 가지는 화합물, 카바졸 골격을 가지는 화합물, 싸이오펜 골격을 가지는 화합물, 퓨란 골격을 가지는 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0116] 또한 정공 수송성을 가지는 재료로서는, 아민 화합물 또는 π전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 방향족 아민 골격을 가지는 화합물, 카바졸 골격을 가지는 화합물, 싸이오펜 골격을 가지는 화합물, 퓨란 골격을 가지는 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0117] 방향족 아민 골격을 가지는 화합물로서는 예를 들어, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등을 사용할 수 있다.

[0118] 카바졸 골격을 가지는 화합물로서는, 예를 들어 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) 등을 사용할 수 있다.

[0119] 싸이오펜 골격을 가지는 화합물로서는, 예를 들어 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등을 사용할 수 있다.

[0120] 퓨란 골격을 가지는 화합물로서는, 예를 들어 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBi-II) 등을 사용할 수 있다.

[0121] 상술한 것 중에서도 방향족 아민 골격을 가지는 화합물 또는 카바졸 골격을 가지는 화합물은, 신뢰성이 양호하고 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다.

[0122] <<층(104)의 구성예 2>>

[0123] 층(104)은 영역(104A) 및 영역(104B)을 포함한다. 영역(104A)은 영역(104B)과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(104A)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C1)로 포함한다. 바꿔 말하면, 층(104)은 억셉터성을 가지는 재료의 농도 분포를 가진다.

[0124] 영역(104B)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C2)로 포함하고, 농도(C2)는 0보다 높고 농도(C1)보다 낮다.

[0125] 이에 의하여, 구동 전압을 억제할 수 있다. 또는 동작 특성의 온도 의존성을 억제할 수 있다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0126] <발광 디바이스(150)의 구성예 2>

[0127] 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스(150)에서, 유닛(103)은 층(113)을 포함한다(도 1의 (A) 참조).

[0128] <층(113)의 구성예 1>>

[0129] 층(113)은 전극(102)과 층(111) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 층(113)은 재료(OMC)를 포함한다. 또한 재료(OMC)는 알칼리 금속의 유기 착체 또는 알칼리 토금속의 유기 착체이다.

[0130] 알칼리 금속, 알칼리 금속 화합물, 또는 알칼리 금속 착체와, 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하는 재료를, 전자 수송성을 가지는 재료에 사용할 수 있다. 특히, 정공 주입층의 복합 재료에, -5.7eV 이상 -5.4eV 이하로 HOMO 준위가 비교적 깊은 물질을 사용하는 경우, 발광 디바이스의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한 전자 수송성을 가지는 재료의 HOMO 준위가 -6.0eV 이상인 것이 더 바람직하다.

[0131] 예를 들어 8-하이드록시퀴놀리네이토 구조를 포함하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 8-하이드록시퀴놀리네

이토-리튬(약칭: Liq), 8-하이드록시퀴놀리네이토-소듐(약칭: Naq) 등을 사용할 수 있다.

[0132] 특히 1가의 금속 이온의 착체, 그 중에서도 리튬의 착체가 바람직하고, Liq가 더 바람직하다. 또한 8-하이드록시퀴놀리네이토 구조를 포함하는 경우, 그 메틸 치환체(예를 들어 2-메틸 치환체 또는 5-메틸 치환체) 등을 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송층 내에서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 이들의 화합물, 또는 이들의 착체는, 두께 방향에서 농도차(0인 경우도 포함함)가 존재하는 것이 바람직하다.

[0133] <<층(112)의 구성예 1>>

[0134] 층(112)은 영역(112A) 및 영역(112B)을 포함한다. 또한 영역(112B)은 층(111)과 영역(112A) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(112B)은 재료(HT2)를 포함한다.

[0135] <<재료(HT2)>>

[0136] 정공 수송성을 가지는 재료를 층(112)에 사용할 수 있다. 예를 들어 층(104)에 사용할 수 있는 정공 수송성을 가지는 재료를 재료(HT2)에 사용할 수 있다. 또한 층(112)을 정공 수송층이라고 할 수 있다. 또한 층(111)에 포함되는 발광성 재료보다 밴드 갭이 큰 물질을 영역(112B)에 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 층(111)에서 생성되는 여기자로부터 영역(112B)으로의 에너지 이동을 억제할 수 있다.

[0137] 또한 재료(HT1)는 제 1 HOMO 준위(HOMO1)를 가지고, 제 1 HOMO 준위(HOMO1)는 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하이다(도 1의 (B) 참조). 또한 재료(HT2)는 제 2 HOMO 준위(HOMO2)를 가지고, 제 2 HOMO 준위(HOMO2)는 제 1 HOMO 준위(HOMO1)에 대하여 -0.2eV 이상 0eV 이하의 범위에 있다.

[0138] <발광 디바이스(150)의 구성예 3>

[0139] 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스(150)에서, 층(111)은 호스트 재료(HOST)를 포함하고, 호스트 재료(HOST)는 제 1 LUMO 준위(LUMO1)를 가진다(도 1의 (B) 참조).

[0140] <<호스트 재료(HOST)>>

[0141] 캐리어 수송성을 가지는 재료를 호스트 재료(HOST)에 사용할 수 있다. 예를 들어, 정공 수송성을 가지는 재료, 전자 수송성을 가지는 재료, TADF 재료, 안트라센 골격을 가지는 재료, 및 혼합 재료 등을 호스트 재료에 사용할 수 있다.

[0142] [정공 수송성을 가지는 재료]

[0143] 예를 들어, 층(112)에 사용할 수 있는 정공 수송성을 가지는 재료를 호스트 재료(HOST)에 사용할 수 있다.

[0144] [전자 수송성을 가지는 재료]

[0145] 안트라센 골격을 가지는 유기 화합물을 전자 수송성을 가지는 재료에 사용할 수 있다. 특히 안트라센 골격 및 헤테로 고리 골격의 양쪽을 포함하는 유기 화합물을 적합하게 사용할 수 있다.

[0146] 예를 들어, 안트라센 골격 및 질소 함유 5원 고리 골격의 양쪽을 포함하는 유기 화합물, 또는 안트라센 골격 및 질소 함유 6원 고리 골격의 양쪽을 포함하는 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또는 2개의 헤테로 원자가 고리에 포함되는 질소 함유 5원 고리 골격 및 안트라센 골격의 양쪽을 포함하는 유기 화합물, 또는 2개의 헤테로 원자가 고리에 포함되는 질소 함유 6원 고리 골격을 포함하는 유기 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 피라졸 고리, 이미다졸 고리, 옥사졸 고리, 싸이아졸 고리, 피라진 고리, 피리미딘 고리, 피리다진 고리 등을 상기 헤테로 고리 골격에 적합하게 사용할 수 있다.

[0147] 또한 전자 수송성을 가지는 재료로서는, 금속 착체 또는 π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. π전자 부족형 헤테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물로서는, 예를 들어 폴리아졸 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물, 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물이 바람직하다. 특히, 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물 또는 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 신뢰성이 양호하기 때문에 바람직하다. 또한 다이아진(피리미딘 또는 피라진) 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물은 전자 수송성이 높아 구동 전압을 저감할 수 있다.

[0148] 금속 착체로서는, 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)(약

칭: ZnBTZ) 등을 사용할 수 있다.

[0149] 폴리아졸 골격을 가지는 헤테로 고리 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) 등을 사용할 수 있다.

[0150] 다이아진 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물로서는 예를 들어, 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), 4,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]벤조[h]퀴나졸린(약칭: 4,8mDBtP2Bqn) 등을 사용할 수 있다.

[0151] 피리딘 골격을 가지는 헤테로 고리 화합물로서는 예를 들어, 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등을 사용할 수 있다.

[0152] [TADF 재료]

[0153] 상술한 TADF 재료를 호스트 재료에 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.

[0154] 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.

[0155] 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.

[0156] 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(발광을 일으키는 골격)의 주위에 보호기를 가지는 것이 바람직하다. 상기 보호기로서는, π결합을 가지지 않는 치환기 및 포화 탄화수소가 바람직하고, 구체적으로는 탄소수 3 내지 10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 내지 10의 사이클로알킬기, 탄소수 3 내지 10의 트라이알킬실릴기를 들 수 있고, 복수의 보호기를 가지는 것이 더 바람직하다. π결합을 가지지 않는 치환기는 캐리어를 수송하는 기능이 부족하기 때문에, 캐리어 수송 또는 캐리어 재결합에 영향을 거의 미치지 않고 TADF 재료와 형광 발광 물질의 발광단의 거리를 멀어지게 할 수 있다.

[0157] 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.

[0158] 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.

[0159] [안트라센 골격을 가지는 재료]

[0160] 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 양호

한 발광층을 실현할 수 있다.

[0161] 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, 정공 주입성 및 정공 수송성이 높아지기 때문에 바람직하지만, 카바졸에 벤젠 고리가 더 축합된 벤조카바졸 골격을 포함하는 경우에는, 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 얕아져 정공이 들어가기 쉬워지기 때문에 더 바람직하다.

[0162] 특히, 호스트 재료가 다이벤조카바졸 골격을 포함하는 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 골격 또는 다이벤조카바졸 골격)을 동시에 가지는 물질이다. 또한 상술한 정공 주입성 및 정공 수송성의 관점에서, 카바졸 골격 대신에 벤조플루오렌 골격 또는 다이벤조플루오렌 골격을 사용하여도 좋다.

[0163] 안트라센 골격을 가지는 물질로서는, 예를 들어 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 사용할 수 있다.

[0164] 특히, CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA, PCzPA는 특성이 매우 양호하다.

[0165] [혼합 재료의 구성예 1]

[0166] 또한 복수 종류의 물질을 혼합한 재료를 호스트 재료에 사용할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합한 재료를 호스트 재료에 적합하게 사용할 수 있다. 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합함으로써, 층(111)의 캐리어 수송성을 용이하게 조정할 수 있다. 또한 재결합 영역의 제어도 간편하게 수행할 수 있다. 혼합한 재료에 포함되는 정공 수송성을 가지는 재료와 전자 수송성을 가지는 재료의 중량비는, 정공 수송성을 가지는 재료:전자 수송성을 가지는 재료=1:19 내지 19:1로 하면 좋다.

[0167] [혼합 재료의 구성예 2]

[0168] 또한 인광 발광 물질을 혼합한 재료를 호스트 재료에 사용할 수 있다. 인광 발광 물질은, 발광 물질로서 형광 발광 물질을 사용하는 경우에 형광 발광 물질에 여기 에너지를 공여하는 에너지 도너로서 사용할 수 있다.

[0169] 또한 들뜬 복합체를 형성하는 재료를 포함하는 혼합 재료를 호스트 재료에 사용할 수 있다. 예를 들어, 형성되는 들뜬 복합체의 발광 스펙트럼이 발광 물질의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 중첩되는 재료를 호스트 재료에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 에너지가 원활하게 이동되어, 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 또는 구동 전압을 억제할 수 있다.

[0170] 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.

[0171] 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.

[0172] 또한 들뜬 복합체의 형성은, 예를 들어 정공 수송성을 가지는 재료의 발광 스펙트럼, 전자 수송성을 가지는 재료의 발광 스펙트럼, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 발광 스펙트럼을 비교하여, 혼합막의 발광 스펙트럼이 각 재료의 발광 스펙트럼보다 장파장 측으로 시프트하는(또는 장파장 측에 새로운 피크를 가지는) 현상을 관측함으로써 확인할 수 있다. 또는 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 포토루미네선스(PL), 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 PL, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 과도 PL을 비교하여, 혼합막의 과도 PL 수명이 각 재료의 과도 PL 수명보다 장수명 성분을 가지거나 지연 성분의 비율이 커지는 등의 과도 응답의 차이를 관측함으로써 확인할 수 있다. 또한 상술한 과도 PL을 과도 일렉트로루미네선스(EL)로 바꿔 읽어도 된다. 즉, 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 및 이들의 혼합막의 과도 EL을 비교하여 과도 응답

의 차이를 관측하는 것에 의해서도 들뜬 복합체의 형성을 확인할 수 있다.

[0173] <<유닛(103)의 구성예 2>>

[0174] 또한 유닛(103)은 층(113)을 포함한다(도 1의 (A) 참조).

[0175] <<층(113)의 구성예 2>

[0176] 예를 들어 전자 수송성을 가지는 재료를 층(113)에 사용할 수 있다. 또한 층(113)을 전자 수송층이라고 할 수 있다. 또한 층(111)에 포함되는 발광성 재료보다 밴드 갭이 큰 물질을 층(113)에 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의하여, 층(111)에서 생성되는 여기자로부터 층(113)으로의 에너지 이동을 억제할 수 있다.

[0177] [전자 수송성을 가지는 재료]

[0178] 전자 수송성을 가지는 재료는 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 수송층에서의 전자의 수송성을 억제함으로써, 발광층에 대한 전자의 주입량을 제어할 수 있다. 또는 발광층이 전자 과다 상태가 되는 것을 방지할 수 있다.

[0179] 예를 들어, 층(111)에 사용할 수 있는 전자 수송성을 가지는 재료를 층(113)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 호스트 재료에 사용할 수 있는 전자 수송성을 가지는 재료를 층(113)에 사용할 수 있다.

[0180] <<층(113)의 구성예 3>>

[0181] 층(113)은 영역(113A) 및 영역(113B)을 포함한다. 영역(113A)은 영역(113B)과 층(111) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(113A)은 재료(ET)를 포함한다. 또한 영역(113B)은 재료(OMC)를 포함한다.

[0182] 재료(ET)는 제 2 LUMO 준위(LUMO2)를 가지고, 제 2 LUMO 준위(LUMO2)는 제 1 LUMO 준위(LUMO1)에 대하여 -0.4eV 이상 -0.1eV 이하, 바람직하게는 -0.4eV 이상 -0.15eV 이하의 범위에 있다(도 1의 (B) 참조).

[0183] <<층(104)의 구성예 3>>

[0184] 또한 본 발명의 일 형태에서, 영역(104A)은 전극(101)과 접한다.

[0185] 이에 의하여, 전극(101)으로부터 영역(104A)으로 정공을 쉽게 주입할 수 있다. 또는 구동 전압을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0186] <<전극(101)의 구성예>>

[0187] 예를 들어, 도전성 재료를 전극(101)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 전극(101)에 사용할 수 있다. 예를 들어, 4.0eV 이상의 일함수를 가지는 재료를 적합하게 사용할 수 있다.

[0188] 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) 등을 사용할 수 있다.

[0189] 또한 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) 등을 사용할 수 있다. 또는 그래핀을 사용할 수 있다.

[0190] <<전극(102)의 구성예>>

[0191] 예를 들어, 도전성 재료를 전극(102)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 전극(102)에 사용할 수 있다. 예를 들어, 전극(101)보다 일함수가 작은 재료를 전극(102)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 3.8eV 이하의 일함수를 가지는 재료를 적합하게 사용할 수 있다.

[0192] 예를 들어, 원소 주기율표의 1족에 속하는 원소, 원소 주기율표의 2족에 속하는 원소, 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금을 전극(102)에 사용할 수 있다.

[0193] 구체적으로는, 리튬(Li), 세슘(Cs) 등, 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등, 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi)을 전극(102)에 사용할 수 있다.

[0194] <<층(105)의 구성예>>

[0195] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스(150)는 층(105)을 포함한다. 층(105)은 전극(102)과 유닛(103) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다.

[0196] 예를 들어, 전자 주입성을 가지는 재료를 층(105)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 도너성을 가지는 물질을 층(105)에 사용할 수 있다. 또는 도너성을 가지는 물질을 전자 수송성을 가지는 재료에 함유시킨 복합 재료를 층(105)에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 전극(102)으로부터 전자를 쉽게 주입할 수 있다. 또는 발광 디바이스의 구동 전압을 저감할 수 있다. 또는 일함수의 크기에 상관없이 다양한 도전성 재료를 전극(102)에 사용할 수 있다. 구체적으로는, Al, Ag, ITO, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 등을 전극(102)에 사용할 수 있다.

[0197] [전자 주입성을 가지는 재료 1]

[0198] 예를 들어, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 또는 이들의 화합물을 도너성을 가지는 물질에 사용할 수 있다. 또는 테트라싸이아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 도너성을 가지는 물질에 사용할 수 있다.

[0199] 구체적으로는, 알칼리 금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함) 등을 전자 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0200] 구체적으로는, 산화 리튬, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF_2), 탄산 리튬, 탄산 세슘, 8-하이드록시퀴놀리네이토-리튬(약칭: Liq) 등을 전자 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0201] [전자 주입성을 가지는 재료 2]

[0202] 예를 들어, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물과, 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하는 복합 재료를, 전자 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0203] 예를 들어, 유닛(103)에 사용할 수 있는 전자 수송성을 가지는 재료를, 전자 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0204] 또한 미결정 상태의 알칼리 금속의 플루오린화물과, 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하는 재료 또는 미결정 상태의 알칼리 토금속의 플루오린화물과, 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하는 재료를, 전자 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0205] 특히, 알칼리 금속의 플루오린화물 또는 알칼리 토금속의 플루오린화물을 50wt% 이상 포함하는 재료를 적합하게 사용할 수 있다. 또는 바이피리딘 골격을 가지는 유기 화합물을 적합하게 사용할 수 있다. 이에 의하여, 층(105)의 굴절률을 저하시킬 수 있다. 또는 발광 디바이스의 외부 양자 효율을 향상시킬 수 있다.

[0206] [전자 주입성을 가지는 재료 3]

[0207] 또한 전자화물(electride)을 전자 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다. 예를 들어, 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등을 전자 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0208] 또한 본 실시형태는 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0209] (실시형태 2)

[0210] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스(150)의 구성에 대하여, 도 2의 (A)를 참조하여 설명한다.

[0211] 도 2의 (A)는 도 1에 나타낸 구성과는 상이한 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스의 구성에 대하여 설명하기 위한 단면도이다.

[0212] <발광 디바이스(150)의 구성예>

[0213] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스(150)는 전극(101)과, 전극(102)과, 유닛(103)과, 중간층(106)과, 유닛(103(12))을 포함한다(도 2의 (A) 참조). 또한 층(104(12)) 및 층(105(12))을 사용할 수 있다.

[0214] 또한 실시형태 1에서 설명한 층(104)과 같은 구성을 층(104(12))에 사용할 수 있고, 실시형태 1에서 설명한 층(105)과 같은 구성을 층(105(12))에 사용할 수 있다.

[0215] 유닛(103)은 전극(101)과 전극(102) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 유닛(103(12))은 전극(101)과 유닛(103) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 중간층(106)은 유닛(103(12))과 유닛(103) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다. 또한 층(105(12))은 유닛(103(12))과 중간층(106) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다.

[0216] 발광 디바이스(150)는 적층된 복수의 유닛을 포함한다. 또한 적층된 복수의 유닛의 개수는 2개에 한정되지 않고, 3개 이상의 유닛이 적층될 수 있다. 또한 중간층(106) 및 복수의 유닛을 포함하는 구성을 적층형 발광 디바이스 또는 탠덤형 발광 디바이스라고 하는 경우가 있다. 이에 의하여, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고휘도 발광을 가능하게 할 수 있다. 또는 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또는 동일한 휘도로 비교하였을 때 구동 전압을 저감할 수 있다. 또는 소비 전력을 억제할 수 있다.

[0217] <<유닛(103(12))의 구성예>>

[0218] 유닛(103)에 사용할 수 있는 구성을 유닛(103(12))에 사용할 수 있다. 예를 들어 유닛(103)과 동일한 구성을 유닛(103(12))에 사용할 수 있다.

[0219] 또는 유닛(103)과는 상이한 구성을 유닛(103(12))에 사용할 수 있다. 예를 들어, 유닛(103)과는 발광색이 상이한 구성을 유닛(103(12))에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 적색의 광 및 녹색의 광을 방출하는 유닛(103)과, 청색의 광을 방출하는 유닛(103(12))을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 원하는 색의 광을 방출하는 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 예를 들어, 백색의 광을 방출하는 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0220] <<중간층(106)의 구성예>>

[0221] 중간층(106)은 층(104) 및 층(106A)을 포함한다. 중간층(106)은 유닛(103) 및 유닛(103(12)) 중 한쪽에 전자를 공급하고, 다른 쪽에 정공을 공급하는 기능을 가진다.

[0222] 층(104)은 억셉터성을 가지는 재료(AM) 및 재료(HT1)를 포함하고, 층(104)은 영역(104A) 및 영역(104B)을 포함한다. 또한 영역(104A)은 영역(104B)과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(104A)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C1)로 포함한다.

[0223] 영역(104B)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C2)로 포함하고, 농도(C2)는 0보다 높고 농도(C1)보다 낮다.

[0224] 이에 의하여, 구동 전압을 억제할 수 있다. 또는 동작 특성의 온도 의존성을 억제할 수 있다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다.

[0225] 또한 층(104)을 전하 발생층이라고 할 수 있다. 전하 발생층은, 전압을 가하면 양극 측에 전자를 공급하고, 음극 측에 정공을 공급하는 기능을 가진다. 구체적으로는, 양극 측에 배치되는 유닛(103(12))에 전자를 공급할 수 있다.

[0226] <<층(106A)의 구성예>>

[0227] 층(106A)은 층(104)과 유닛(103(12)) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다. 또한 층(106A)을 예를 들어 전자 릴레이층이라고 할 수 있다.

[0228] 예를 들어, 전자 수송성을 가지는 물질을 전자 릴레이층에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 전자 릴레이층의 양극 측에 접하는 층을 전자 릴레이층의 음극 측에 접하는 층으로부터 멀어지게 할 수 있다. 또는 전자 릴레이층의 양극 측에 접하는 층과 전자 릴레이층의 음극 측에 접하는 층이 상호 작용하는 것을 저감할 수 있다. 또는 전자 릴레이층의 양극 측에 접하는 층에 전자를 원활하게 공급할 수 있다.

[0229] 예를 들어, 전자 수송성을 가지는 물질을 전자 릴레이층에 적합하게 사용할 수 있다. 구체적으로는, 층(104)에 사용되는 억셉터성을 가지는 재료(AM)의 LUMO 준위와, 층(104)에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료(HT1)의 LUMO 준위 사이의 LUMO 준위를 가지는 물질을 전자 릴레이층에 적합하게 사용할 수 있다.

[0230] 예를 들어, -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하의 범위에 LUMO 준위를 가지며, 전자 수송성을 가지는 물질을 전자 릴레이층에 사용할 수 있다.

[0231] 구체적으로는, 프탈로사이아닌계 재료를 전자 릴레이층에 사용할 수 있다. 또는 금속-산소 결합 및 방향족 배위자를 가지는 금속 착체를 전자 릴레이층에 사용할 수 있다.

[0232] 또한 본 실시형태는 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0233] (실시형태 3)

[0234] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스(150)의 구성에 대하여, 도 2의 (B)를 참조하여 설명한다.

[0235] 도 2의 (B)는 도 1에 나타낸 구성과는 상이한 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스의 구성에 대하여 설명하기 위한 단면도이다.

[0236] <발광 디바이스(150)의 구성예>

[0237] 또한 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스(150)는 전극(101)과, 전극(102)과, 유닛(103)과, 층(104)과, 중간층(106)을 포함한다(도 2의 (B) 참조).

[0238] 또한 발광 디바이스(150)는 층(105)과 전극(102) 사이에 중간층(106)을 포함한다는 점에서 도 1에 나타낸 구성과 다르다. 여기서는 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 구성을 사용할 수 있는 부분에 대해서는 상술한 설명을 원용한다.

[0239] <<중간층(106)의 구성예>>

[0240] 중간층(106)은 유닛(103)과 전극(102) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 중간층(106)은 층(106A) 및 층(106B)을 가진다.

[0241] <<층(106A)의 구성예>>

[0242] 층(106A)은 층(106B)과 층(105) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다. 예를 들어, 실시형태 2에서 설명한 전자 릴레이층을 층(106A)에 사용할 수 있다.

[0243] <<층(106B)의 구성예>>

[0244] 층(106B)을 예를 들어 전하 발생층이라고 할 수 있다. 전하 발생층은, 전압을 가하면 양극 측에 전자를 공급하고, 음극 측에 정공을 공급하는 기능을 가진다. 구체적으로는, 양극 측에 배치되는 유닛(103)에 전자를 공급할 수 있다.

[0245] 또한 예를 들어, 정공 주입성을 가지는 재료로서 예시하는 복합 재료를 전하 발생층에 사용할 수 있다. 또한 예를 들어, 상기 복합 재료를 포함하는 막과, 정공 수송성을 가지는 재료를 포함하는 막을 적층한 적층막을 전하 발생층에 사용할 수 있다.

[0246] <발광 디바이스(150)의 제작 방법>

[0247] 예를 들어, 건식법, 습식법, 증착법, 액적 토출법, 도포법, 또는 인쇄법 등을 사용하여, 전극(101), 전극(102), 유닛(103), 및 중간층(106)의 각 층을 형성할 수 있다. 또한 같은 방법을 사용하여 유닛(103(12))의 각 층도 형성할 수 있다. 또한 각 구성을 상이한 방법으로 형성할 수 있다.

[0248] 구체적으로는, 진공 증착 장치, 잉크젯 장치, 스핀 코터 등의 코팅 장치, 그라비어 인쇄 장치, 오프셋 인쇄 장치, 스크린 인쇄 장치 등을 사용하여 발광 디바이스(150)를 제작할 수 있다.

[0249] 예를 들어, 금속 재료의 페이스트를 사용하는 습식법 또는 졸 겔법을 사용하여, 전극을 형성할 수 있다. 구체적으로는, 산화 인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 첨가한 타깃을 사용하여, 스퍼터링법에 의하여 산화 인듐-산화 아연막을 형성할 수 있다. 또한 산화 인듐에 대하여, 산화 텅스텐을 0.5wt% 내지 5wt%, 산화 아연을 0.1wt% 내지 1wt% 함유한 타깃을 사용하여, 스퍼터링법에 의하여 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO)막을 형성할 수 있다.

[0250] 또한 본 실시형태는 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0251] (실시형태 4)

[0252] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 패널(700)의 구성에 대하여, 도 3을 참조하여 설명한다.

[0253] <발광 패널(700)의 구성예>

[0254] 본 실시형태에서 설명하는 발광 패널(700)은, 발광 디바이스(150)와 발광 디바이스(150(2))를 가진다(도 3 참조).

[0255] 예를 들어, 실시형태 1 내지 실시형태 3 중 어느 하나에서 설명한 발광 디바이스를 발광 디바이스(150)에 사용할 수 있다.

[0256] <발광 디바이스(150(2))의 구성예>

[0257] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스(150(2))는 전극(101(2))과, 전극(102)과, 유닛(103(2))을 포함한다(도 3 참조). 예를 들어, 발광 디바이스(150)의 구성의 일부를 발광 디바이스(150(2))의 구성의 일부에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 구성의 일부를 공통화할 수 있다. 또는 제작 공정을 간략화할 수 있다.

[0258] <<유닛(103(2))의 구성예>>

[0259] 유닛(103(2))은 전극(101(2))과 전극(102) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다. 또한 유닛(103(2))은 층(111(2))을 포함한다. 예를 들어 유닛(103)에 포함되는 층(111)과는 다른 색의 광을 방출하는 발광성 재료를 층(111(2))에 사용할 수 있다.

[0260] 유닛(103(2))은 단층 구조 또는 적층 구조를 가진다. 예를 들어, 정공 수송층, 전자 수송층, 캐리어 차단층, 및 여기자 차단층 등의 기능층 중에서 선택한 층을 유닛(103(2))에 사용할 수 있다.

[0261] 유닛(103(2))은 한쪽 전극으로부터 주입된 전자가 다른 쪽 전극으로부터 주입된 정공과 재결합되는 영역을 포함한다. 예를 들어, 전극(101(2))으로부터 주입된 정공이 전극(102)으로부터 주입된 전자와 재결합되는 영역을 포함한다.

[0262] <<층(104(2))의 구성예>>

[0263] 층(104(2))은 전극(101)과 유닛(103) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다. 또한 층(104(2))을 정공 주입층이라고 할 수 있다. 예를 들어, 정공 주입성을 가지는 재료를 층(104(2))에 사용할 수 있다.

[0264] 구체적으로는, 억셉터성을 가지는 재료 및 복합 재료를 층(104(2))에 사용할 수 있다. 또한 유기 화합물 및 무기 화합물을, 억셉터성을 가지는 재료에 사용할 수 있다. 억셉터성을 가지는 재료는 전계를 인가함으로써, 인접한 정공 수송층(또는 정공 수송 재료)으로부터 전자를 추출할 수 있다.

[0265] [정공 주입성을 가지는 재료의 예 1]

[0266] 억셉터성을 가지는 재료를, 정공 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 전극(101)으로부터 정공을 쉽게 주입할 수 있다. 또는 발광 디바이스의 구동 전압을 저감할 수 있다.

[0267] 예를 들어, 실시형태 1에서 설명한 억셉터성을 가지는 재료를 정공 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0268] 또한 몰리브데넘 산화물, 바나듐 산화물, 루테늄 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등을, 억셉터성을 가지는 재료에 사용할 수 있다.

[0269] 또한 프탈로사이아닌(약칭: H_2Pc) 또는 구리 프탈로사이아닌(CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 착체 화합물, 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 골격을 가지는 화합물을 사용할 수 있다.

[0270] 또한 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0271] [정공 주입성을 가지는 재료의 예 2]

[0272] 정공 주입성을 가지는 재료에 복합 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 정공 수송성을 가지는 재료로서, 억셉터성을 가지는 재료를 함유시킨 복합 재료를 사용할 수 있다. 이에 의하여, 전극을 형성하는 재료를 일함수에 상관없이 넓은 범위에서 선택할 수 있다. 즉, 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료를 전극(101)에 사용할 수 있다.

[0273] 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서, 다양한 유기 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 방향족 아민 골격을 가지는 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등을, 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서 사용할 수 있다. 또한 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 이상의 정공 이동도를 가지는 물질을 적합하게 사용할 수 있다.

[0274] 또한 예를 들어, HOMO 준위가 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하로 비교적 깊은 물질을, 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서 적합하게 사용할 수 있다. 이에 의하여, 정공 수송층에 대한 정공의 주입을 용이하게 할

수 있다. 또는 발광 디바이스의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0275] 방향족 아민 골격을 가지는 화합물로서는, 예를 들어 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 사용할 수 있다.

[0276] 카바졸 유도체로서는, 예를 들어 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-(N-카바졸릴)]페닐-10-페닐안트라센(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다.

[0277] 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 등을 사용할 수 있다.

[0278] 바이닐기를 가지는 방향족 탄화수소로서는 예를 들어 4,4'-비스(2,2-다이페닐바이닐)바이페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-다이페닐바이닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 사용할 수 있다.

[0279] 예를 들어 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다.

[0280] 고분자 화합물로서는, 예를 들어 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다.

[0281] 또한 예를 들어, 카바졸 골격, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 안트라센 골격 중 어느 것을 가지는 물질을, 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료에 적합하게 사용할 수 있다. 또한 다이벤조퓨란 고리 또는 다이벤조싸이오펜 고리를 포함하는 치환기를 가지는 방향족 아민, 나프탈렌 고리를 가지는 방향족 모노아민, 또는 9-플루오렌일기가 아릴렌기를 통하여 아민의 질소와 결합되는 방향족 모노아민을 가지는 물질을 사용할 수 있다. 또한 N,N-비스(4-바이페닐)아미노기를 가지는 물질을 사용하면, 발광 디바이스의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0282] 이들 복합 재료에 사용되는 정공 수송성을 가지는 재료로서는, 예를 들어 N-(4-바이페닐)-6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BnfABP), N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf), 4,4'-비스(6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: BnfBB1BP), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: BBABnf(6)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf(8)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란-4-아민(약칭: BBABnf(II)(4)), N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP), N-[4-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-N-페닐-4-바이페닐아민(약칭: ThBA1BP), 4-(2-나프틸)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNB), 4-[4-(2-나프틸)페닐]-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBAβNBi), 4,4'-다이페닐-4''-(6;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNβNB), 4,4'-다이페닐-4''-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNβNB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAPβNB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(6;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B), 4,4'-다이페닐-4''-(7;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA(βN2)B-03), 4,4'-다이페닐-4''-(4;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB), 4,4'-다이페닐-4''-(5;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBAβNαNB-02), 4-(4-바이페닐릴)-4'-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNB), 4-(3-바이페닐릴)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiAβNBi), 4-(4-바이페닐릴)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiAβNBi), 4-페닐-4'-(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: αNBA1BP), 4,4'-비스(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: αNBB1BP), 4,4'-다이페닐-4''-[4'-

(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]트라이페닐아민(약칭: YGTBi1BP), 4'-[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]트리스(1,1'-바이페닐-4-일)아민(약칭: YGTBi1BP-02), 4-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]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-4-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-3-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-2-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-1-아민 등을 사용할 수 있다.

[0283] [정공 주입성을 가지는 재료의 예 3]

[0284] 정공 수송성을 가지는 재료와, 억셉터성을 가지는 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 플루오린화물을 포함하는 복합 재료를, 정공 주입성을 가지는 재료에 사용할 수 있다. 특히, 원자 비율에서 플루오린 원자가 20% 이상인 복합 재료를 적합하게 사용할 수 있다. 이에 의하여, 층(111)의 굴절률을 저하시킬 수 있다. 또는 발광 디바이스 내부에 굴절률이 낮은 층을 형성할 수 있다. 또는 발광 디바이스의 외부 양자 효율을 향상시킬 수 있다.

[0285] 또한 본 실시형태는 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0286] (실시형태 5)

[0287] 본 실시형태에서는, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 사용한 발광 장치에 대하여 설명한다.

[0288] 본 실시형태에서는, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작한 발광 장치에 대하여 도 4를 참조하여 설명한다. 또한 도 4의 (A)는 발광 장치를 나타낸 상면도이고, 도 4의 (B)는 도 4의 (A)를 선 A-B 및 선 C-D를 따라 취한 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.

[0289] 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.

[0290] 다음으로, 단면 구조에 대하여 도 4의 (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.

[0291] 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.

[0292] 화소 또는 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, 보

텀 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.

[0293] 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체 및 결정성을 가지는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 포함하는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 결정성을 가지는 반도체를 사용하면, 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있으므로 바람직하다.

[0294] 여기서, 상기 화소 또는 구동 회로에 제공되는 트랜지스터 외에, 후술하는 터치 센서 등에 사용되는 트랜지스터 등의 반도체 장치에는 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 특히 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 사용함으로써, 트랜지스터의 오프 상태에서의 전류를 저감할 수 있다.

[0295] 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.

[0296] 특히, 반도체층으로서는, 복수의 결정부를 가지고, 상기 결정부는 c축이 반도체층의 피형성면 또는 반도체층의 상면에 대하여 수직으로 배향되고, 또한 인접한 결정부들 사이에 입계를 가지지 않는 산화물 반도체막을 사용하는 것이 바람직하다.

[0297] 반도체층으로서 이와 같은 재료를 사용함으로써, 전기 특성의 변동이 억제되어 신뢰성이 높은 트랜지스터를 실현할 수 있다.

[0298] 또한 상술한 반도체층을 포함하는 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.

[0299] 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.

[0300] 또한 FET(623)는 소스선 구동 회로(601)에 형성되는 트랜지스터 중 하나를 나타낸 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.

[0301] 또한 화소부(602)는 스위칭용 FET(611), 전류 제어용 FET(612), 및 전류 제어용 FET(612)의 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소로 형성되어 있지만, 이에 한정되지 않고 3개 이상의 FET와, 용량 소자를 조합한 화소부로 하여도 좋다.

[0302] 또한 제 1 전극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 절연물(614)을 형성할 수 있다.

[0303] 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㎛ 이상 3㎛ 이하)을 가지는 곡면을 가지도록 하는 것이 바람직하다. 또한 절연물(614)로서는, 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽이든 사용할 수 있다.

[0304] 제 1 전극(613) 위에는 EL층(616) 및 제 2 전극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기서, 양극으로서 기능하는 제 1 전극(613)에 사용되는 재료로서는 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어 ITO막, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물막, 2wt% 이상 20wt% 이하의 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.

[0305] 또한 EL층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등의 다양한 방법으로 형성된다. EL층(616)은 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에서 설명한 바와 같은 구성을 포함한다. 또한 EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함함)을 사용하여도 좋다.

[0306] 또한 EL층(616) 위에 형성되고 음극으로서 기능하는 제 2 전극(617)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 혹은 이들의 합금 또는 화합물(MgAg, MgIn, AlLi 등) 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 EL층(616)에서 생긴 광이 제 2 전극(617)을 투과하는 경우에는, 제 2 전극(617)으로서 막 두께가 얇은 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2wt% 이상 20wt% 이하의 산화 아연을 포함한 산화 인듐, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 바람직하다.

[0307] 또한 제 1 전극(613), EL층(616), 및 제 2 전극(617)으로 발광 디바이스가 형성되어 있다. 이 발광 디바이스는 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스이다. 또한 화소부에는 복수의 발광 디바이스가 형성되어 있고, 본 실시형태의 발광 장치에는, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스와, 이 외의 구성을 가지는 발광 디바이스의 양쪽이 혼재되어 있어도 좋다.

[0308] 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 기체(질소 또는 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 실재로 충전되는 경우도 있다. 밀봉 기판에 오목부를 형성하고 거기에 건조제를 제공함으로써, 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.

[0309] 또한 실재(605)에는 에폭시계 수지 또는 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 이들 재료는 수분 및 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한 밀봉 기판(604)에 사용하는 재료로서는 유리 기판 또는 석영 기판 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 수지 등으로 이루어지는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.

[0310] 도 4의 (A) 및 도 4의 (B)에는 나타내지 않았지만, 제 2 전극 위에 보호막을 제공하여도 좋다. 보호막은 유기 수지막 또는 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.

[0311] 보호막에는 물 등의 불순물을 투과시키기 어려운 재료를 사용할 수 있다. 따라서 물 등의 불순물이 외부로부터 내부로 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.

[0312] 보호막을 구성하는 재료로서는 산화물, 질화물, 플루오린화물, 황화물, 삼원 화합물, 금속, 또는 폴리머 등을 사용할 수 있고, 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 하프늄실리케이트, 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 재료, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 실리콘, 질화 탄탈럼, 질화 타이타늄, 질화 나이오븀, 질화 몰리브데넘, 질화 지르코늄, 또는 질화 갈륨 등을 포함하는 재료, 혹은 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 질화물, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 알루미늄 및 아연을 포함하는 산화물, 망가니즈 및 아연을 포함하는 황화물, 세륨 및 스트론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함하는 재료를 사용할 수 있다.

[0313] 보호막은 단차 피복성(step coverage)이 양호한 성막 방법을 사용하여 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, 크랙 또는 핀홀 등의 결함이 저감되거나 두께가 균일한, 치밀한 보호막을 형성할 수 있다. 또한 보호막의 형성 시에 가공 부재에 가해지는 손상을 저감할 수 있다.

[0314] 예를 들어 ALD법을 사용함으로써, 복잡한 요철 형상을 가지는 표면, 또는 터치 패널의 상면, 측면, 및 뒷면에도 균일하고 결함이 적은 보호막을 형성할 수 있다.

[0315] 상술한 바와 같이 하여, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작된 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0316] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 낮은 발광 장치로 할 수 있다.

[0317] 도 5에는, 백색 발광을 나타내는 발광 디바이스를 형성하고 착색층(컬러 필터) 등을 제공함으로써 풀 컬러 표시를 실현한 발광 장치의 예를 나타내었다. 도 5의 (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 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 디바이스의 제 2 전극(1029), 밀봉 기판(1031), 실재(1032) 등을 도시하였다.

[0318] 또한 도 5의 (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 5의 (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.

[0319] 도 5의 (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.

[0320] 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 6에 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 평탄화하는 역할을 하여도 좋다. 제 3 층간 절연막(1037)은 제 2 층간 절연막과 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있고, 다른 공지의 재료를 사용하여 형성할 수도 있다.

[0321] 여기서는 발광 디바이스의 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B)을 양극으로 하지만, 음극이어도 좋다. 또한 도 6과 같은 톱 이미션형 발광 장치의 경우, 제 1 전극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에서 설명한 유닛(103)과 유사한 구성으로 하고, 또한 백색 발광이 얻어지는 소자 구조로 한다.

[0322] 도 6과 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)) 또는 블랙 매트릭스는 오버코트층(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 4색, 또는 적색, 녹색, 청색의 3색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하여도 좋다.

[0323] 톱 이미션형 발광 장치에서는 마이크로캐비티 구조를 바람직하게 적용할 수 있다. 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 디바이스는, 제 1 전극을 반사 전극으로 하고, 제 2 전극을 반투과 반반사 전극으로 함으로써 얻을 수 있다. 반사 전극과 반투과 반반사 전극 사이에는 적어도 EL층을 포함하고, 적어도 발광 영역이 되는 발광층을 포함한다.

[0324] 또한 반사 전극은 가시광의 반사율이 40% 내지 100%, 바람직하게는 70% 내지 100%이고, 또한 저항률이 1×10^{-2}Ω cm 이하인 막이다. 또한 반투과 반반사 전극은 가시광의 반사율이 20% 내지 80%, 바람직하게는 40% 내지 70%이고, 또한 저항률이 1×10^{-2}Ω cm 이하인 막이다.

[0325] EL층에 포함되는 발광층으로부터 방출되는 발광은 반사 전극과 반투과 반반사 전극에 의하여 반사되어

공진된다.

[0326] 상기 발광 디바이스에서는, 투명 도전막 또는 상술한 복합 재료, 캐리어 수송 재료 등의 두께를 바꿈으로써 반사 전극과 반투과 반반사 전극 사이의 광학 거리를 변경할 수 있다. 이에 의하여, 반사 전극과 반투과 반반사 전극 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강하게 하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있다.

[0327] 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.

[0328] 또한 상기 구성에서, EL층은 복수의 발광층을 가지는 구조이어도 좋고, 하나의 발광층을 가지는 구조이어도 좋고, 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.

[0329] 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.

[0330] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 낮은 발광 장치로 할 수 있다.

[0331] 여기까지는, 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명하였지만, 이하에서는 패시브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명한다. 도 7에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형 발광 장치를 나타내었다. 또한 도 7의 (A)는 발광 장치를 나타낸 사시도이고, 도 7의 (B)는 도 7의 (A)를 선 X-Y를 따라 취한 단면도이다. 도 7에서, 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 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 신뢰성이 양호한 발광 장치 또는 소비 전력이 낮은 발광 장치로 할 수 있다.

[0332] 상술한 발광 장치는 매트릭스로 배치된 다수의 미소한 발광 디바이스를 각각 제어할 수 있기 때문에, 화상을 표현하는 표시 장치로서 적합하게 이용할 수 있다.

[0333] 또한 본 실시형태는 다른 실시형태와 자유로이 조합될 수 있다.

[0334] (실시형태 6)

[0335] 본 실시형태에서는, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 예를 도 8을 참조하여 설명한다. 도 8의 (B)는 조명 장치의 상면도이고, 도 8의 (A)는 도 8의 (B)의 선 e-f를 따르는 단면도이다.

[0336] 본 실시형태의 조명 장치는, 지지체인 투광성을 가지는 기판(400) 위에 제 1 전극(401)이 형성되어 있다. 제 1 전극(401)은 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에서의 전극(101)에 상당한다. 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 제 1 전극(401)을 투광성을 가지는 재료로 형성한다.

[0337] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기판(400) 위에 형성된다.

[0338] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)의 구성은, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에서의 유닛(103)의 구성, 또는 유닛(103(2)), 층(104), 층(105), 및 중간층(106)을 조합시킨 구성 등에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 앞의 기재를 참조할 수 있다.

[0339] EL층(403)을 덮어 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에서의 전극(102)에 상당한다. 발광을 제 1 전극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 제 2 전극(404)은 반사율이 높

은 재료로 형성된다. 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접속됨으로써 전압이 공급된다.

[0340] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)을 가지는 발광 디바이스를 포함한다. 이 발광 디바이스는 발광 효율이 높기 때문에, 본 실시형태의 조명 장치를 소비 전력이 낮은 조명 장치로 할 수 있다.

[0341] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기판(400)을 실재(405, 406)를 사용하여 밀봉 기판(407)에 고착하고 밀봉함으로써, 조명 장치가 완성된다. 실재(405) 및 실재(406) 중 어느 한쪽만을 사용하여도 좋다. 또한 내측의 실재(406)(도 8의 (B)에는 도시하지 않았음)에는 건조제를 섞을 수도 있고, 이로써 수분을 흡착시킬 수 있기 때문에 신뢰성이 향상된다.

[0342] 또한 패드(412)와 제 1 전극(401)의 일부를 실재(405, 406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.

[0343] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치에서는 EL 소자에 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스가 사용되기 때문에, 소비 전력이 낮은 조명 장치로 할 수 있다.

[0344] (실시형태 7)

[0345] 본 실시형태에서는, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 그 일부에 포함하는 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 양호하고 소비 전력이 낮은 발광 디바이스이다. 따라서, 본 실시형태에 기재되는 전자 기기를 소비 전력이 낮은 발광부를 포함하는 전자 기기로 할 수 있다.

[0346] 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 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예를 이하에서 설명한다.

[0347] 도 9의 (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 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스로 배열하여 구성되어 있다.

[0348] 텔레비전 장치는 하우징(7101)이 가지는 조작 스위치 또는 별체의 리모트 컨트롤러(7110)로 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)의 조작 키(7109)에 의하여, 채널을 조작하고 음량을 조절할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 상기 리모트 컨트롤러(7110)에 제공하는 구성으로 하여도 좋다.

[0349] 또한 텔레비전 장치는 수신기 또는 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.

[0350] 도 9의 (B)에 나타낸 컴퓨터는 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한 이 컴퓨터는 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 9의 (B)의 컴퓨터는 도 9의 (C)에 나타낸 구조를 가져도 좋다. 도 9의 (C)의 컴퓨터에는 키보드(7204), 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제 2 표시부(7210)가 제공되어 있다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이므로, 제 2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락 또는 전용 펜으로 조작함으로써 입력을 할 수 있다. 또한 제 2 표시부(7210)는 입력용 표시뿐만 아니라 기타 화상을 표시할 수도 있다. 또한 표시부(7203)도 터치 패널이어도 좋다. 2개의 화면이 힌지로 연결되어 있으면, 수납하거나 운반할 때에 화면을 손상시키거나 파손시키는 등의 문제의 발생도 방지할 수 있다.

[0351] 도 9의 (D)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 포함한다. 또한 휴대 전화기는 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스로 배열하여 제작한 표시부(7402)를 포함한다.

[0352] 도 9의 (D)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.

[0353] 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.

[0354] 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.

[0355] 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.

[0356] 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.

[0357] 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.

[0358] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능할 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)를 손바닥 또는 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.

[0359] 도 10의 (A)는 로봇 청소기의 일례를 나타낸 모식도이다.

[0360] 로봇 청소기(5100)는 상면에 배치된 디스플레이(5101), 측면에 배치된 복수의 카메라(5102), 브러시(5103), 조작 버튼(5104)을 포함한다. 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 포함한다. 또한 로봇 청소기(5100)는 무선 통신 수단을 포함한다.

[0361] 로봇 청소기(5100)는 자력으로 움직이고, 쓰레기(5120)를 검지하고, 하면에 제공된 흡입구로부터 쓰레기를 흡인할 수 있다.

[0362] 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.

[0363] 디스플레이(5101)에는 배터리 잔량, 또는 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.

[0364] 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 외출 시에도 방의 상황을 알 수 있다. 또한 디스플레이(5101)의 표시를 스마트폰 등의 휴대 전자 기기(5140)로 확인할 수도 있다.

[0365] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 디스플레이(5101)에 사용할 수 있다.

[0366] 도 10의 (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 포함한다.

[0367] 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.

[0368] 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.

[0369] 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.

[0370] 도 10의 (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 포함한다.

[0371] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 표시부(5001) 및 표시부(5002)에 사용할 수 있다.

[0372] 도 11은 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치인 전기 스탠드에 사용한 예를 나타낸 것이다. 도 11에 나타낸 전기 스탠드는 하우징(2001)과 광원(2002)을 포함하고, 광원(2002)에는 실시형태 6에 기재된 조명 장치를 사용하여도 좋다.

[0373] 도 12는 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예를 나타낸 것이다. 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 발광 효율이 높은 발광 디바이스이기 때문에, 소비 전력이 낮은 조명 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 대면적화가 가능하므로, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 얇기 때문에, 박형화된 조명 장치로서 사용할 수 있다.

[0374] 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 자동차의 앞유리 또는 대시 보드(dashboard)에도 탑재될 수 있다. 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 자동차의 앞유리 또는 대시 보드에 사용하는 일 형태를 도 13에 나타내었다. 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)은 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 포함한다.

[0375] 표시 영역(5200)과 표시 영역(5201)은 자동차의 앞유리에 제공되고, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스가 탑재된 표시 장치이다. 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스는 제 1 전극과 제 2 전극을 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 트랜지스터, 또는 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 가지는 트랜지스터를 사용하면 좋다.

[0376] 표시 영역(5202)은 필러 부분에 제공되고, 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 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 보완하여 사각을 없애는 것에 의하여 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 표시함으로써, 더 자연스럽고 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.

[0377] 표시 영역(5203)은 내비게이션 정보, 속도 또는 회전, 주행 거리, 연료 잔량, 기어 상태, 에어컨디셔너의 설정 등을 표시함으로써, 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시 항목 또는 레이아웃은 사용자의 취향에 맞추어 적절히 변경할 수 있다. 또한 이들 정보는 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5202)에도 표시할 수 있다. 또한 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)을 조명 장치로서 사용할 수도 있다.

[0378] 또한 도 14의 (A) 내지 (C)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(9310)를 나타내었다. 도 14의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 14의 (B)는 펼친 상태에서 접은 상태로, 또는 접은 상태에서 펼친 상태로 변화되는 도중의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 14의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)는 가반성이 우수하고, 펼친 상태의 휴대

정보 단말기(9310)는 이음매가 없는 넓은 표시 영역을 포함하므로 표시의 일람성(一覽性)이 높다.

[0379] 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.

[0380] 또한 본 실시형태에 기재되는 구성은, 실시형태 1 내지 실시형태 4에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0381] 상술한 바와 같이 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 가지는 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치를 다양한 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다. 실시형태 1 내지 실시형태 4 중 어느 하나에 기재된 발광 디바이스를 사용함으로써, 소비 전력이 낮은 전자 기기를 얻을 수 있다.

[0382] 또한 본 실시형태는 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0383] (실시예 1)

[0384] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스 1 내지 발광 디바이스 5의 구조, 제작 방법, 및 특성에 대하여, 도 15 내지 도 51을 참조하여 설명한다.

[0385] 도 15의 (A) 및 (B)는 제작한 발광 디바이스의 구성을 설명하는 단면도이다.

[0386] 도 16은 발광 디바이스 1의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0387] 도 17은 발광 디바이스 1의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

[0388] 도 18은 발광 디바이스 1의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0389] 도 19는 발광 디바이스 1의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

[0390] 도 20은 발광 디바이스 1의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다. 또한 발광 디바이스의 배광 특성이 램버시안형인 것으로 가정하여, 정면에서 관측한 휘도 및 발광 스펙트럼으로부터 외부 양자 효율을 산출하였다.

[0391] 도 21은 발광 디바이스 1을 1000cd/m^2의 휘도로 발광시킨 경우의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

[0392] 도 22는 발광 디바이스 1을 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다. 또한 비교 발광 디바이스를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성도 나타내었다.

[0393] 도 23은 발광 디바이스 2의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0394] 도 24는 발광 디바이스 2의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

[0395] 도 25는 발광 디바이스 2의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0396] 도 26은 발광 디바이스 2의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

[0397] 도 27은 발광 디바이스 2의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다. 또한 발광 디바이스의 배광 특성이 램버시안형인 것으로 가정하여, 정면에서 관측한 휘도 및 발광 스펙트럼으로부터 외부 양자 효율을 산출하였다.

[0398] 도 28은 발광 디바이스 2를 1000cd/m^2의 휘도로 발광시킨 경우의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

[0399] 도 29는 발광 디바이스 2를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다. 또한 비교 발광 디바이스를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성도 나타내었다.

[0400] 도 30은 발광 디바이스 3의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0401] 도 31은 발광 디바이스 3의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

[0402] 도 32는 발광 디바이스 3의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0403] 도 33은 발광 디바이스 3의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

[0404] 도 34는 발광 디바이스 3의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다. 또한 발광 디바이스의 배광 특성이 램버시안형인 것으로 가정하여, 정면에서 관측한 휘도 및 발광 스펙트럼으로부터 외부 양자 효율을 산출하였다.

[0405] 도 35는 발광 디바이스 3을 1000cd/m^2의 휘도로 발광시킨 경우의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

[0406] 도 36은 발광 디바이스 3을 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다. 또한 비교 발광 디바이스를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성도 나타내었다.

[0407] 도 37은 발광 디바이스 4의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0408] 도 38은 발광 디바이스 4의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

[0409] 도 39는 발광 디바이스 4의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0410] 도 40은 발광 디바이스 4의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

[0411] 도 41은 발광 디바이스 4의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다. 또한 발광 디바이스의 배광 특성이 램버시안형인 것으로 가정하여, 정면에서 관측한 휘도 및 발광 스펙트럼으로부터 외부 양자 효율을 산출하였다.

[0412] 도 42는 발광 디바이스 4를 1000cd/m^2의 휘도로 발광시킨 경우의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

[0413] 도 43은 발광 디바이스 4를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다. 또한 비교 발광 디바이스를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성도 나타내었다.

[0414] 도 44의 (A) 및 (B)는 제작한 발광 디바이스의 구성을 설명하는 단면도이다.

[0415] 도 45는 발광 디바이스 5의 전류 밀도-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0416] 도 46은 발광 디바이스 5의 휘도-전류 효율 특성을 설명하는 도면이다.

[0417] 도 47은 발광 디바이스 5의 전압-휘도 특성을 설명하는 도면이다.

[0418] 도 48은 발광 디바이스 5의 전압-전류 특성을 설명하는 도면이다.

[0419] 도 49는 발광 디바이스 5의 휘도-외부 양자 효율 특성을 설명하는 도면이다. 또한 발광 디바이스의 배광 특성이 램버시안형인 것으로 가정하여, 정면에서 관측한 휘도 및 발광 스펙트럼으로부터 외부 양자 효율을 산출하였다.

[0420] 도 50은 발광 디바이스 5를 1000cd/m^2의 휘도로 발광시킨 경우의 발광 스펙트럼을 설명하는 도면이다.

[0421] 도 51은 발광 디바이스 5를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 설명하는 도면이다. 또한 비교 발광 디바이스를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 발광시킨 경우의 정규화 휘도-시간 변화 특성도 나타내었다.

[0422] <발광 디바이스 1>

[0423] 본 실시예에서 설명하는, 제작된 발광 디바이스 1은 발광 디바이스(150)와 같은 구성을 가진다(도 15의 (A) 참조). 발광 디바이스(150)는 전극(101)과, 전극(102)과, 유닛(103)과, 층(104)을 포함하고, 전극(102)은 전극(101)과 중첩되는 영역을 포함한다.

[0424] 유닛(103)은 전극(101)과 전극(102) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 유닛(103)은 층(111) 및 층(112)을 포함한다.

[0425] 층(111)은 전극(101)과의 사이에 층(112)을 끼우는 영역을 포함하고, 층(111)은 발광성 재료(EM)를 포함한다. 또한 발광 디바이스 1에서, 발광성 재료(EM)에 3,10PCA2Nbf(IV)-02를 사용하였다.

[0426] 층(104)은 층(112)과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 층(104)은 억셉터성을 가지는 재료(AM) 및 재료(HT1)를 포함하고, 층(104)은 영역(104A) 및 영역(104B)을 포함한다. 또한 발광 디바이스 1에서, 억셉터성을 가지는 재료(AM)에 전자 억셉터 재료(약칭: OCHD-001)를 사용하였다. 또한 재료(HT1)에 BBABnf를 사용하였다.

[0427] 영역(104A)은 영역(104B)과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(104A)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C1)로 포함하고, 영역(104B)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C2)로 포함한다. 또한 농도(C2)는 0보다 높고 농도(C1)보다 낮다. 또한 발광 디바이스 1에서 OCHD-001만을 사용하여 영역(104A)을 형성하고, BBABnf 및 OCHD-001을 사용하여 104B를 형성하였다.

[0428] 층(112)은 영역(112A) 및 영역(112B)을 포함하고, 영역(112B)은 층(111)과 영역(112A) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(112B)은 재료(HT2)를 포함한다. 또한 발광 디바이스 1에서, 재료 HT2로서 PCzN2를 사용하였다.

[0429] 또한 재료(HT1)는 제 1 HOMO 준위를 가지고, 제 1 HOMO 준위는 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하이었다. 또한 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 따르면, BBABnf의 HOMO 준위는 -5.56eV이었다.

[0430] 재료(HT2)는 제 2 HOMO 준위를 가지고, 제 2 HOMO 준위는 제 1 HOMO 준위에 대하여 -0.2eV 이상 0eV 이하의 범위에 있다. 또한 CV 측정에 따르면, PCzN2의 HOMO 준위는 -5.71eV이었다.

[0431] 층(113)은 전극(102)과 층(111) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 층(113)은 재료(OMC)를 포함하고, 재료(OMC)는 알칼리 금속의 유기 착체 또는 알칼리 토금속의 유기 착체이다. 또한 발광 디바이스 1에서 재료(OMC)로서 Liq를 사용하였다.

[0432] 층(111)은 호스트 재료(HOST)를 포함하고, 호스트 재료(HOST)는 제 1 LUMO 준위를 가진다. 또한 발광 디바이스 1에서 호스트 재료(HOST)로서 αN-βNPAnth를 사용하였다. 또한 CV 측정에 따르면, αN-βNPAnth의 LUMO 준위는 -2.74eV이었다.

[0433] 유닛(103)은 층(113)을 포함하고, 층(113)은 영역(113A) 및 영역(113B)을 포함하고, 영역(113A)은 영역(113B)과 층(111) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다.

[0434] 영역(113A)은 재료(ET)를 포함하고, 영역(113B)은 재료(OMC)를 포함한다. 재료(ET)는 제 2 LUMO 준위를 가진다. 또한 발광 디바이스 1에서 재료(ET)로서 ZADN을 사용하였다. 또한 CV 측정에 따르면, ZADN의 LUMO 준위는 -2.87eV이었다. 따라서 제 2 LUMO 준위는 제 1 LUMO 준위에 대하여 -0.4eV 이상 -0.11eV 이하의 범위에 있다.

[0435] 또한 영역(104A)은 전극(101)과 접한다.

[0436] <<발광 디바이스 1의 구성>>

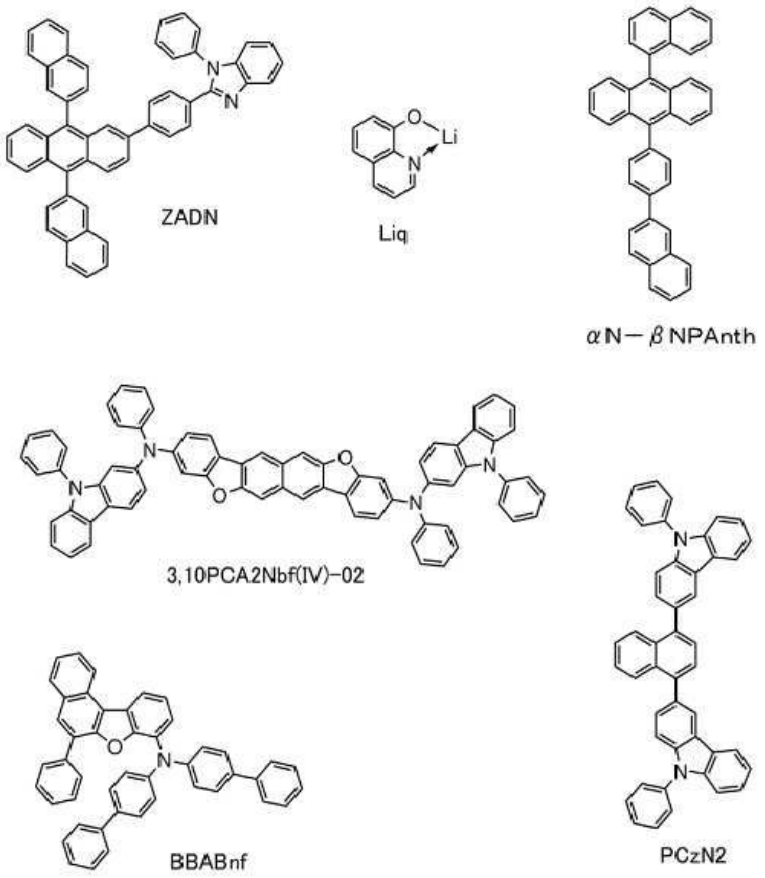
[0437] 발광 디바이스 1의 구성을 표 1에 나타낸다. 또한 본 실시예에서 설명하는 발광 디바이스에 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0438] [표 1]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102	Al		120
영역	113B	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
영역	113A	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
층	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B	PCzN2		10
영역	112A	BBABnf		20
영역	104B	BBABnf:OCHD-001	1:0.10	10
영역	104A	OCHD-001		1
전극	101	ITSO		70

[0439]

[0440] [화학식 3]



[0441]

[0442] <<재료의 HOMO 준위, LUMO 준위의 산출 방법>>

[0443] 재료의 HOMO 준위, LUMO 준위를 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 산출하였다. 산출 방법은 다음과 같다.

[0444] 측정 장치로서는 전기 화학 애널라이저(BAS Inc. 제조, 형식 번호: ALS 모델 600A 또는 600C)를 사용하였다. CV 측정에서의 용액은, 용매로서 탈수 다이메틸폼아마이드(DMF)(Sigma-Aldrich Inc. 제조, 99.8%, 카탈로그 번호; 22705-6)를 사용하여, 지지 전해질인 과염소산 테트라-n-뷰틸암모늄(n-Bu_4NClO_4)(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd. 제조, 카탈로그 번호; T0836)을 100mmol/L의 농도가 되도록 용해시키고, 또한 측정 대상을 2mmol/L의 농도가 되도록 용해시켜 조제하였다.

[0445] 또한 작용 전극으로서는 백금 전극(BAS Inc. 제조, PTE 백금 전극)을, 보조 전극으로서는 백금 전극(BAS Inc. 제조, VC-3용 Pt카운터 전극(5cm))을, 참조 전극으로서는 Ag/Ag^+전극(BAS Inc. 제조, RE7 비수 용매계 참조 전극)을 각각 사용하였다. 또한 측정은 실온(20℃ 이상 25℃ 이하)에서 수행하였다.

[0446] 또한 CV 측정 시의 스캔 속도는 0.1V/sec로 통일하고, 참조 전극에 대한 산화 전위 Ea[V] 및 환원 전위 Ec[V]를 측정하였다. Ea는 산화-환원파의 중간 전위로 하고, Ec는 환원-산화파의 중간 전위로 하였다. 여기서 본 실시예에서 사용하는 참조 전극의 진공 준위에 대한 퍼텐셜 에너지는 -4.94[eV]인 것으로 파악되기 때문에, HOMO 준위[eV]=-4.94-Ea, LUMO 준위[eV]=-4.94-Ec라는 식으로부터 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 각각 산출할 수 있다.

[0447] <<발광 디바이스 1의 제작 방법>>

[0448] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 본 실시예에서 설명하는 발광 디바이스 1을 제작하였다.

[0449] [제 1 단계]

[0450] 제 1 단계에서 전극(101)을 형성하였다. 구체적으로는, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석(약칭: ITSO)을 타깃으로서 사용하여, 스퍼터링법으로 형성하였다.

[0451] 또한 전극(101)은 ITSO를 포함하고, 두께가 70nm이고, 면적이 $4mm^2$(2mm×2mm)이다.

[0452] 다음으로, 전극(101)이 형성된 기재를 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성을 수행하였다. 그 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

[0453] [제 2 단계]

[0454] 제 2 단계에서, 전극(101) 위에 영역(104A)을 형성하였다. 구체적으로는, 진공 증착 장치 내를 10^{-4}Pa까지 감압한 후, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0455] 또한 영역(104A)은 OCHD-001을 포함하고, 두께가 1nm이다.

[0456] [제 3 단계]

[0457] 제 3 단계에서, 영역(104A) 위에 영역(104B)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0458] 또한 영역(104B)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0459] [제 4 단계]

[0460] 제 4 단계에서, 영역(104B) 위에 영역(112A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0461] 또한 영역(112A)은 BBABnf를 포함하고, 두께가 20nm이다.

[0462] [제 5 단계]

[0463] 제 5 단계에서, 영역(112A) 위에 영역(112B)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0464] 또한 영역(112B)은 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCzN2)을 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0465] [제 6 단계]

[0466] 제 6 단계에서, 영역(112B) 위에 층(111)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0467] 또한 층(111)은 αN-βNPAnth 및 3,10PCA2Nbf(IV)-02를 αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015(중량비)로 포함하고, 두께가 25nm이다.

[0468] [제 7 단계]

[0469] 제 7 단계에서, 층(111) 위에 영역(113A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0470] 또한 영역(113A)은 2-{4-[9,10-다이(나프탈렌-2-일)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN) 및 Liq를 ZADN:Liq=0.3:1(중량비)로 포함하고, 두께가 17.5nm이다.

[0471] [제 8 단계]

[0472] 제 8 단계에서, 영역(113A) 위에 영역(113B)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0473] 또한 영역(113B)은 ZADN 및 Liq를 ZADN:Liq=1:0.3(중량비)으로 포함하고, 두께가 17.5nm이다.

[0474] [제 9 단계]

[0475] 제 9 단계에서, 영역(113B) 위에 전극(102)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0476] 또한 전극(102)은 Al을 포함하고, 두께가 120nm이다.

[0477] <<발광 디바이스 1의 동작 특성>>

[0478] 전력이 공급되었을 때, 발광 디바이스 1은 광(EL1)을 방출하였다(도 15의 (A) 참조). 발광 디바이스 1의 동작 특성을 측정하였다(도 16 내지 도 22 참조). 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0479] 발광 디바이스 1을 휘도 1000cd/m^2 정도로 발광시킨 경우의 주된 초기 특성을 표 2에 나타낸다(또한 다른 발광 디바이스의 초기 특성에 대해서도 표 2에 나타내고, 그 구성에 대해서는 후술한다).

[0480] [표 2]

	전압 (V) (V)	전류 (mA) (mA)	전류 밀도 (mA/cm^2)	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 디바이스 1	5.1	0.49	12.2	0.13	0.13	8.5	8.1
발광 디바이스 2	5.1	0.47	11.9	0.13	0.12	8.5	8.3
발광 디바이스 3	5.1	0.49	12.2	0.13	0.12	8.5	8.3
발광 디바이스 4	6.0	0.08	1.9	0.39	0.42	56.6	20.9
발광 디바이스 5	9.2	0.91	22.7	0.15	0.05	4.5	8.9
비교 발광 디바이스 1A	5.5	0.45	11.3	0.13	0.13	8.7	8.3
비교 발광 디바이스 1B	5.4	0.45	11.3	0.13	0.12	8.7	8.6
비교 발광 디바이스 2	6.2	0.08	1.9	0.39	0.42	57.4	21.2
비교 발광 디바이스 3	8.6	0.09	2.2	0.36	0.38	41.1	16.1
비교 발광 디바이스 4	10.8	0.78	19.5	0.15	0.05	4.9	9.6

[0481]

[0482] 발광 디바이스 1은 양호한 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 예를 들어 1000cd/m^2의 휘도로 발광하는 경우에 필요한 전압은 비교 발광 디바이스 1A보다 낮았다. 또한 발광 디바이스 1을 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 계속 발광시킨 경우, 비교 발광 디바이스 1A에 비하여 휘도 저하가 적었다(도 22 참조). 구체적으로는, 휘도의 저하는 약 525시간 이후에서 개선되었다. 예를 들어 약 940시간에서 휘도가 초기 휘도의 92.1%로 저하되는 특성이 초기 휘도의 93.6%로 개선되었다. 이에 의하여, 구동 전압을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있었다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있었다.

[0483] 또한 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스 1A와 달리, 층(104)이 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함하는 영역뿐만 아니라 OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역(104A)을 포함한다.

[0484] <발광 디바이스 2>

[0485] 발광 디바이스 2의 구성을 표 3에 나타낸다. 본 실시예에서 설명하는, 제작된 발광 디바이스 2는 영역(104B)에 포함되는 억셉터성을 가지는 재료(AM)의 농도가 발광 디바이스 1보다 낮다. 구체적으로는, 발광 디바이스 1의 영역(104B)은 BBABnf에 대하여 OCHD-001을 0.10의 농도로 포함하고, 발광 디바이스 2의 영역(104B)은 BBABnf에 대하여 OCHD-001을 0.03의 농도로 포함한다. 여기서는 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 구성을 사용한 부분에 대해서는 위의 설명을 원용한다.

[0486] [표 3]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102	Al		120
영역	113B	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
영역	113A	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
층	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B	PCzN2		10
영역	112A	BBABnf		20
영역	104B	BBABnf:OCHD-001	1:0.03	10
영역	104A	OCHD-001		1
전극	101	ITSO		70

[0487]

[0488] <<발광 디바이스 2의 제작 방법>>

[0489] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 발광 디바이스 2를 제작하였다.

[0490] 또한 발광 디바이스 2의 제작 방법은 영역(104B)을 형성하는 단계가 발광 디바이스 1의 제작 방법과 다르다. 구체적으로는, BBABnf에 대하여 0.03(중량비)이 되도록 OCHD-001을 공증착하는 점에서 발광 디바이스 1의 제작 방법과 다르다. 여기서는, 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 방법을 사용한 부분에 대해서는 위의 설명을 원용한다.

[0491] [제 3 단계]

[0492] 제 3 단계에서, 영역(104A) 위에 영역(104B)을 형성하였다. 구체적으로는 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0493] 또한 영역(104B)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)으로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0494] <<발광 디바이스 2의 동작 특성>>

[0495] 발광 디바이스 2의 동작 특성을 측정하였다(도 23 내지 도 29 참조). 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0496] 발광 디바이스 2를 1000cd/m^2 정도의 휘도로 발광시킨 경우의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0497] 발광 디바이스 2는 양호한 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 예를 들어 1000cd/m^2의 휘도로 발광하는 경우에 필요한 전압은 비교 발광 디바이스 1B보다 낮았다. 또한 발광 디바이스 2를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 계속 발광시킨 경우, 비교 발광 디바이스 1B에 비하여 휘도 저하가 적었다(도 29 참조). 구체적으로는, 휘도의 저하는 약 610시간 이후에서 개선되었다. 예를 들어 약 740시간에서 휘도가 초기 휘도의 94.4%로 저하되는 특성이 초기 휘도의 95.3%로 개선되었다. 이에 의하여, 구동 전압을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있었다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있었다.

[0498] 또한 발광 디바이스 2는 비교 발광 디바이스 1B와 달리, 층(104)이 BBABnf 및 OCHD-001을 포함하는 영역뿐만 아니라 OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역(104A)을 포함한다. 또한 발광 디바이스 2의 영역(104B)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)으로 포함하고, 비교 발광 디바이스 1B의 층(104)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함한다.

[0499] <발광 디바이스 3>

[0500] 발광 디바이스 3의 구성을 표 4에 나타낸다. 본 실시예에서 설명하는, 제작된 발광 디바이스 3은 영역(104B)에 포함되는 억셉터성을 가지는 재료(AM)의 농도가 발광 디바이스 2보다 낮다. 구체적으로는, 발광 디바이스 2의 영역(104B)은 BBABnf에 대하여 OCHD-001을 0.03의 농도로 포함하고, 발광 디바이스 3의 영역(104B)은 BBABnf에 대하여 OCHD-001을 0.01의 농도로 포함한다. 여기서는 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 구성을 사용한 부분에 대해서는 위의 설명을 원용한다.

[0501] [표 4]

[0502]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102	Al		120
영역	113B	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
영역	113A	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
층	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(Ⅳ)-02	1:0.015	25
영역	112B	PCzN2		10
영역	112A	BBABnf		20
영역	104B	BBABnf:OCHD-001	1:0.01	10
영역	104A	OCHD-001		1
전극	101	ITSO		70

[0503] <<발광 디바이스 3의 제작 방법>>

[0504] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 발광 디바이스 3을 제작하였다.

[0505] 또한 발광 디바이스 3의 제작 방법은 영역(104B)을 형성하는 단계가 발광 디바이스 1의 제작 방법과 다르다. 구체적으로는, BBABnf에 대하여 0.01(중량비)이 되도록 OCHD-001을 공증착하는 점에서 발광 디바이스 1의 제작 방법과 다르다. 여기서는, 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 방법을 사용한 부분에 대해서는 위의

설명을 원용한다.

[0506] [제 3 단계]

[0507] 제 3 단계에서, 영역(104A) 위에 영역(104B)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0508] 또한 영역(104B)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.01(중량비)로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0509] <<발광 디바이스 3의 동작 특성>>

[0510] 발광 디바이스 3의 동작 특성을 측정하였다(도 30 내지 도 36 참조). 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0511] 발광 디바이스 3을 1000cd/m^2 정도의 휘도로 발광시킨 경우의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0512] 발광 디바이스 3은 양호한 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 예를 들어 1000cd/m^2의 휘도로 발광하는 경우에 필요한 전압은 비교 발광 디바이스 1B보다 낮았다. 또한 발광 디바이스 3을 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 계속 발광시킨 경우, 비교 발광 디바이스 1B에 비하여 휘도 저하가 적었다(도 36 참조). 구체적으로는, 휘도의 저하는 약 570시간 이후에서 개선되었다. 예를 들어 약 740시간에서 휘도가 초기 휘도의 94.5%로 저하되는 특성이 초기 휘도의 95.5%로 개선되었다. 이에 의하여, 구동 전압을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있었다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있었다.

[0513] 또한 발광 디바이스 3은 비교 발광 디바이스 1B와 달리, 층(104)이 BBABnf 및 OCHD-001을 포함하는 영역뿐만 아니라 OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역(104A)을 포함한다. 또한 발광 디바이스 3의 영역(104B)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.01(중량비)로 포함하고, 비교 발광 디바이스 1B의 층(104)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함한다.

[0514] <발광 디바이스 4>

[0515] 본 실시예에서 설명하는, 제작된 발광 디바이스 4는 발광 디바이스(150)와 같은 구성을 가진다(도 15의 (B) 참조). 발광 디바이스(150)는 전극(101)과, 전극(102)과, 유닛(103)과, 층(104)과, 유닛(103(12))을 포함하고, 전극(102)은 전극(101)과 중첩되는 영역을 포함한다. 또한 발광 디바이스(150)는 층(105) 및 중간층(106)을 포함하고, 중간층(106)은 층(104) 및 층(106A)을 포함한다.

[0516] 유닛(103)은 전극(101)과 전극(102) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 유닛(103)은 층(111) 및 층(112)을 포함한다.

[0517] 층(111)은 전극(101)과의 사이에 층(112)을 끼우는 영역을 포함하고, 층(111)은 발광성 재료(EM)를 포함한다. 또한 발광 디바이스 4에서, 발광성 재료(EM)에 비스[2-(2-피리딘일-κN2)페닐-κC][2-(5-페닐-2-피리딘일-κN2)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)2(4dppy)])을 사용하였다.

[0518] 층(104)은 층(112)과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 층(104)은 억셉터성을 가지는 재료(AM) 및 재료(HT1)를 포함하고, 층(104)은 영역(104A) 및 영역(104B)을 포함한다. 또한 발광 디바이스 4에서, 억셉터성을 가지는 재료(AM)에 OCHD-001을 사용하였다. 또한 재료(HT1)에 PCBBiF를 사용하였다.

[0519] 영역(104A)은 영역(104B)과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(104A)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C1)로 포함하고, 영역(104B)은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C2)로 포함한다. 또한 농도(C2)는 0보다 높고 농도(C1)보다 낮다. 또한 발광 디바이스 4에서 OCHD-001만을 사용하여 영역(104A)을 형성하고, PCBBiF 및 OCHD-001을 사용하여 104B를 형성하였다.

[0520] <<발광 디바이스 4의 구성>>

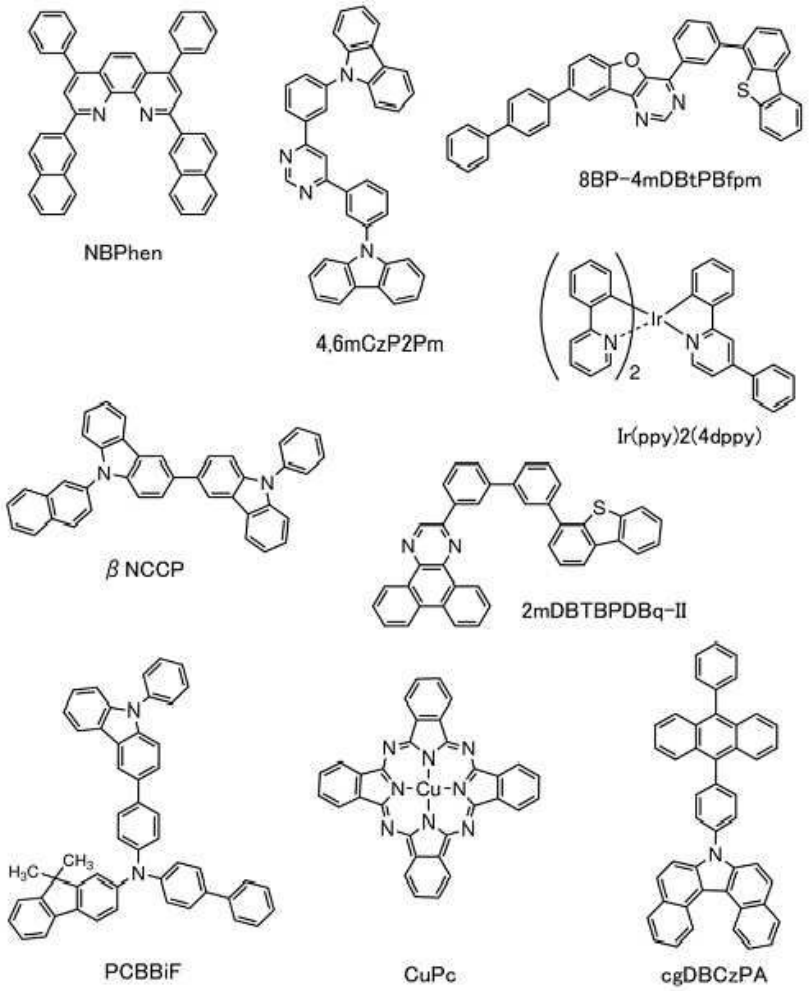
[0521] 발광 디바이스 4의 구성을 표 5에 나타낸다. 또한 본 실시예에서 설명하는 발광 디바이스에 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0522] [표 5]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102	Al		120
층	105	LiF		1
영역	113B	NBPhen		15
영역	113A	4,6mCzP2Pm		20
층	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP: Ir(ppy)2(4dppy)	0.6:0.4:0.1	40
층	112	PCBBiF		15
영역	104B	PCBBiF:OCHD-001	1:0.1	10
영역	104A	OCHD-001		1
영역	106A	CuPc		2
층	105(12)	Li2O		0.1
영역	113B(12)	NBPhen		10
영역	113A(12)	cgDBCzPA		10
층	111(12)	cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B(12)	PCzN2		10
영역	112A(12)	BBABnf		20
층	104(12)	OCHD-001		1
전극	101	ITSO		70

[0523]

[0524] [화학식 4]



[0525]

[0526] <<발광 디바이스 4의 제작 방법>>

[0527] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여 발광 디바이스 4를 제작하였다.

[0528] [제 1 단계]

[0529] 제 1 단계에서 전극(101)을 형성하였다. 구체적으로는, 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석(ITSO)을 타깃으로서 사용하여, 스퍼터링법으로 형성하였다.

[0530] 또한 전극(101)은 ITSO를 포함하고, 두께가 70nm이고, 면적이 $4mm^2$(2mm×2mm)이다.

[0531] 다음으로, 전극(101)이 형성된 기재를 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성을 수행하였다. 그 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

[0532] [제 2 단계]

[0533] 제 2 단계에서, 전극(101) 위에 층(104(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0534] 또한 층(104(12))은 OCHD-001을 포함하고, 두께가 1nm이다.

[0535] [제 3 단계]

[0536] 제 3 단계에서, 층(104(12)) 위에 영역(112A(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0537] 또한 영역(112A(12))은 BBABnf를 포함하고, 두께가 20nm이다.

[0538] [제 4 단계]

[0539] 제 4 단계에서, 영역(112A(12)) 위에 영역(112B(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0540] 또한 영역(112B(12))은 PCzN2를 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0541] [제 5 단계]

[0542] 제 5 단계에서, 영역(112B(12)) 위에 층(111(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0543] 또한 층(111(12))은 cgDBCzPA 및 3,10PCA2Nbf(IV)-02를 cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015(중량비)로 포함하고, 두께가 25nm이다.

[0544] [제 6 단계]

[0545] 제 6 단계에서, 층(111(12)) 위에 영역(113A(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0546] 또한 영역(113A(12))은 cgDBCzPA를 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0547] [제 7 단계]

[0548] 제 7 단계에서, 영역(113A(12)) 위에 영역(113B(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0549] 또한 영역(113B(12))은 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0550] [제 8 단계]

[0551] 제 8 단계에서, 영역(113B(12)) 위에 층(105(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0552] 또한 층(105(12))은 산화 리튬(약칭: Li_2O)을 포함하고, 두께가 0.1nm이다.

[0553] [제 9 단계]

[0554] 제 9 단계에서, 층(105(12)) 위에 층(106A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0555] 또한 층(106A)은 CuPc를 포함하고, 두께가 2nm이다.

[0556] [제 10 단계]

[0557] 제 10 단계에서, 층(106A) 위에 영역(104A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0558] 또한 영역(104A)은 OCHD-001을 포함하고, 두께가 1nm이다.

[0559] [제 11 단계]

[0560] 제 11 단계에서, 영역(104A) 위에 영역(104B)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0561] 또한 영역(104B)은 PCBBiF 및 OCHD-001을 PCBBiF:OCHD-001=1:0.1(중량비)로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0562] [제 12 단계]

[0563] 제 12 단계에서, 영역(104B) 위에 층(112)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0564] 또한 층(112)은 PCBBiF를 포함하고, 두께가 15nm이다.

[0565] [제 13 단계]

[0566] 제 13 단계에서, 층(112) 위에 층(111)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0567] 또한 층(111)은 8-(1,1'-바이페닐-4-일)-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8BP-4mDBtPBfpm), 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: βNCCP), 및 Ir(ppy)2(4dppy)을 8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)=0.6:0.4:0.1(중량비)로 포함하고, 두께가 40nm이다.

[0568] [제 14 단계]

[0569] 제 14 단계에서, 층(111) 위에 영역(113A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0570] 또한 영역(113A)은 9,9'-(피리미딘-4,6-다이일다이-3,1-페닐렌)비스(9H-카바졸)(약칭: 4,6mCzP2Pm)을 포함하고, 두께가 20nm이다.

[0571] [제 15 단계]

[0572] 제 15 단계에서, 영역(113A) 위에 영역(113B)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0573] 또한 영역(113B)은 NBPhen을 포함하고, 두께가 15nm이다.

[0574] [제 16 단계]

[0575] 제 16 단계에서, 영역(113B) 위에 층(105)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0576] 또한 층(105)은 플루오린화 리튬(약칭: LiF)을 포함하고, 두께가 1nm이다.

[0577] [제 17 단계]

[0578] 제 17 단계에서, 층(105) 위에 전극(102)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0579] 또한 전극(102)은 Al을 포함하고, 두께가 120nm이다.

[0580] <<발광 디바이스 4의 동작 특성>>

[0581] 전력이 공급되었을 때, 발광 디바이스 4는 광(EL1) 및 광(EL12)을 방출하였다(도 15의 (B) 참조). 발광 디바이스 4의 동작 특성을 측정하였다(도 37 내지 도 43 참조). 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0582] 발광 디바이스 4의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0583] 발광 디바이스 4는 양호한 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 예를 들어 1000cd/m^2의 휘도로 발광하는 경우에 필요한 전압은 비교 발광 디바이스 2 및 비교 발광 디바이스 3보다 낮았다. 또한 발광 디바이스 4를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 계속 발광시킨 경우, 비교 발광 디바이스 2에 비하여 휘도 저하가 적었다(도 43 참조). 예를 들어 약 185시간에서 휘도가 초기 휘도의 90.2%로 저하되는 특성이 초기 휘도의 92.6%로 개선되었다. 이에 의하여, 구동 전압을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있었다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있었다.

[0584] 또한 발광 디바이스 4는 비교 발광 디바이스 2와 달리, 층(104)이 PCBBiF 및 OCHD-001을 PCBBiF:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함하는 영역뿐만 아니라 OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역(104A)을 포함한다. 이에 의하여, 낮은 전압으로 양극 측에 전자를 공급하고, 음극 측에 정공을 공급할 수 있었다. 또한 발광 디바이스 4는 비교 발광 디바이스 3과 달리, 층(104)이 OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역뿐만 아니라 PCBBiF 및 OCHD-001을 PCBBiF:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함하는 영역(104B)을 포함한다. 이에 의하여, 층(104)의 두께를 두껍게 할 수 있다. 또는 복수의 층이 적층되어 생기는 요철을 층(104)으로 덮을 수 있다. 또는 요철에 기인하여 계면에서 발생하는 불균일함을 층(104)을 사용하여 완화할 수 있다. 또는 계면의 불균일함에 기인한 동작 전압의 상승을 방지할 수 있었다. 또는 낮은 전압으로 양극 측에 전자를 공급하고, 음극 측에 정공을 공급할 수 있었다. 또한 발광 디바이스 4의 영역(104B)의 두께와 층(112)의 두께의 합계는 비교 발광 디바이스 3의 층(112)의 두께와 동등하다.

[0585] <발광 디바이스 5>

[0586] 본 실시예에서 설명하는, 제작된 발광 디바이스 5는 발광 디바이스(150)와 같은 구성을 가진다(도 44의 (A) 참조). 발광 디바이스(150)는 전극(101)과, 전극(102)과, 유닛(103(12))과, 층(104(12))을 포함하고, 전극(102)은 전극(101)과 중첩되는 영역을 포함한다. 또한 발광 디바이스(150)는 유닛(103), 중간층(106), 및 층(105)을 포함한다.

[0587] 유닛(103(12))은 전극(101)과 전극(102) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 유닛(103(12))은 층(111(12)) 및 층(112(12))을 포함한다.

[0588] 층(111(12))은 전극(101)과의 사이에 층(112(12))을 끼우는 영역을 포함하고, 층(111(12))은 발광성 재료(EM)를 포함한다. 또한 발광 디바이스 5에서, 발광성 재료(EM)에 3,10PCA2Nbf(IV)-02를 사용하였다.

[0589] 층(104(12))은 층(112(12))과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 층(104(12))은 억셉터성을 가지는 재료(AM) 및 재료(HT1)를 포함하고, 층(104(12))은 영역(104A(12)) 및 영역(104B(12))을 포함한다. 또한 발광 디바이스 5에서, 억셉터성을 가지는 재료(AM)에 OCHD-001을 사용하였다. 또한 재료(HT1)에 BBABnf를 사용하였다.

[0590] 영역(104A(12))은 영역(104B(12))과 전극(101) 사이에 끼워지는 영역을 포함하고, 영역(104A(12))은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C1)로 포함하고, 영역(104B(12))은 억셉터성을 가지는 재료(AM)를 농도(C2)로 포함한다. 또한 농도(C2)는 0보다 높고 농도(C1)보다 낮다. 또한 발광 디바이스 5에서 OCHD-001만을 사용하여 영역(104A(12))을 형성하고, BBABnf 및 OCHD-001을 사용하여 영역(104B(B))을 형성하였다.

[0591] 유닛(103)은 층(113)을 포함하고, 층(113)은 영역(113A) 및 제 6 영역(113B)을 포함하고, 영역(113A)은 영역(113B)과 층(111) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다.

[0592] 중간층(106)은 유닛(103(12))과 유닛(103) 사이에 끼워지는 영역을 포함한다.

[0593] <<발광 디바이스 5의 구성>>

[0594] 발광 디바이스 5의 구성을 표 6에 나타낸다. 또한 본 실시예에서 설명하는 발광 디바이스에 사용한 재료의 구조식을 실시예 1에 나타낸다.

[0595] [표 6]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102B	ITO		70
전극	102A	Ag:Mg	1:0.1	15
층	105	LiF		1
영역	113B	NBPhen		15
영역	113A	4,6mCzP2Pm		25
층	111	8BP-4mDBtPBfpm: βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.5:0.5:0.1	40
층	112	PCBBiF		25
층	104	OCHD-001		2.5
층	106A	CuPc		2
층	105(12)	Li2O		0.05
영역	113B(12)	NBPhen		10
영역	113A(12)	2mDBTBPDBq-II		15
층	111(12)	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B(12)	PCzN2		10
영역	112A(12)	BBABnf		45
영역	104B(12)	BBABnf:OCHD-001	1:0.03	10
영역	104A(12)	OCHD-001		1
전극	101	ITSO		85
반사막	REF	APC		100

[0596]

[0597] <<발광 디바이스 5의 제작 방법>>

[0598] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 본 실시예에서 설명하는 발광 디바이스 5를 제작하였다.

[0599] [제 1 단계]

[0600] 제 1 단계에서, 반사막(REF)을 형성하였다. 구체적으로는, 타깃에 은(Ag), 팔라듐(Pd), 및 구리(Cu)를 포함하는 합금(약칭: APC)을 사용하여 스퍼터링법으로 형성하였다.

[0601] 또한 반사막(REF)은 APC를 포함하고, 두께가 100nm이다.

[0602] [제 2 단계]

[0603] 제 2 단계에서 반사막(REF) 위에 전극(101)을 형성하였다. 구체적으로는, ITSO를 사용하여 스퍼터링법으로 형성하였다.

[0604] 또한 전극(101)은 ITSO를 포함하고, 두께가 85nm이고, 면적이 $4mm^2$(2mm×2mm)이다.

[0605] 다음으로, 전극(101)이 형성된 기재를 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 약 10^{-4}Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성을 수행하였다. 그 후, 기판을 30분 정도 방랭하였다.

[0606] [제 3 단계]

[0607] 제 3 단계에서, 전극(101) 위에 영역(104A(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0608] 또한 영역(104A(12))은 OCHD-001을 포함하고, 두께가 1nm이다.

[0609] [제 4 단계]

[0610] 제 4 단계에서, 영역(104A(12)) 위에 영역(104B(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0611] 또한 영역(104B(12))은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)으로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0612] [제 5 단계]

[0613] 제 5 단계에서, 영역(104B(12)) 위에 영역(112A(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0614] 또한 영역(112A(12))은 BBABnf를 포함하고, 두께가 45nm이다.

[0615] [제 6 단계]

[0616] 제 6 단계에서, 영역(112A(12)) 위에 영역(112B(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0617] 또한 영역(112B(12))은 PCzN2를 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0618] [제 7 단계]

[0619] 제 7 단계에서, 영역(112B(12)) 위에 층(111(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0620] 또한 층(111(12))은 αN-βNPAnth 및 3,10PCA2Nbf(IV)-02를 αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015(중량비)로 포함하고, 두께가 25nm이다.

[0621] [제 8 단계]

[0622] 제 8 단계에서, 층(111(12)) 위에 영역(113A(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0623] 또한 영역(113A(12))은 2mDBTBPDBq-II를 포함하고, 두께가 15nm이다.

[0624] [제 9 단계]

[0625] 제 9 단계에서, 영역(113A(12)) 위에 영역(113B(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0626] 또한 영역(113B(12))은 NBPhen을 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0627] [제 10 단계]

[0628] 제 10 단계에서, 영역(113B(12)) 위에 층(105(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0629] 또한 층(105(12))은 Li_2O을 포함하고, 두께가 0.05nm이다.

[0630] [제 11 단계]제 11 단계에서, 층(105(12)) 위에 층(106A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0631] 또한 층(106A)은 CuPc를 포함하고, 두께가 2nm이다.

[0632] [제 12 단계]

[0633] 제 12 단계에서, 층(106A) 위에 층(104)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0634] 또한 층(104)은 OCHD-001을 포함하고, 두께가 2.5nm이다.

[0635] [제 13 단계]

[0636] 제 13 단계에서, 층(104) 위에 층(112)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0637] 또한 층(112)은 PCBBiF를 포함하고, 두께가 25nm이다.

[0638] [제 14 단계]

[0639] 제 14 단계에서, 층(112) 위에 층(111)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0640] 또한 층(111)은 8BP-4mDBtPBfpm, βNCCP, 및 $Ir(ppy)_2(4dppy)$를 8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:$Ir(ppy)_2(4dppy)$=0.5:0.5:0.1(중량비)로 포함하고, 두께가 40nm이다.

[0641] [제 15 단계]

[0642] 제 15 단계에서, 층(111) 위에 영역(113A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0643] 또한 영역(113A)은 4,6mCzP2Pm를 포함하고, 두께가 25nm이다.

[0644] [제 16 단계]

[0645] 제 16 단계에서, 영역(113A) 위에 영역(113B)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0646] 또한 영역(113B)은 NBPhen을 포함하고, 두께가 15nm이다.

[0647] [제 17 단계]

[0648] 제 17 단계에서, 영역(113B) 위에 층(105)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0649] 또한 층(105)은 LiF를 포함하고, 두께가 1nm이다.

[0650] [제 18 단계]

[0651] 제 18 단계에서, 층(105) 위에 전극(102A)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0652] 또한 전극(102A)은 Ag 및 Mg를 Ag:Mg=1:0.1(체적비)로 포함하고, 두께가 15nm이다.

[0653] [제 19 단계]

[0654] 제 19 단계에서, 전극(102A) 위에 전극(102B)을 형성하였다. 구체적으로는, 산화 인듐-산화 주석(약칭: ITO)을 타깃으로서 사용하여, 스퍼터링법으로 형성하였다.

[0655] 또한 전극(102B)은 ITO를 포함하고, 두께가 70nm이다.

[0656] <<발광 디바이스 5의 동작 특성>>

[0657] 전력이 공급되었을 때, 발광 디바이스 5는 광(EL1) 및 광(EL12)을 방출하였다(도 44의 (A) 참조). 발광 디바이스 5의 동작 특성을 측정하였다(도 45 내지 도 51 참조). 또한 측정은 실온에서 수행하였다. 또한 청색 착색층을 투과하는 광을 측정하였다. 이에 의하여, 발광 디바이스 5가 방출하는 광에 포함되는 청색의 광을 측정하였다. 구체적으로는 광(EL12)을 주로 측정하였다(도 44의 (A) 참조).

[0658] 발광 디바이스 5의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0659] 발광 디바이스 5는 양호한 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 예를 들어 1000cd/m^2의 휘도로 발광하는 경우에 필요한 전압은 비교 발광 디바이스 4보다 낮았다. 또한 발광 디바이스 5를 50mA/cm^2의 일정한 전류 밀도로 계속 발광시킨 경우, 비교 발광 디바이스 4에 비하여 휘도 저하가 적었다(도 51 참조). 이에 의하여, 구동 전압을 억제하면서 신뢰성을 향상시킬 수 있었다. 그 결과, 편의성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있었다.

[0660] 또한 발광 디바이스 5는 비교 발광 디바이스 4와 달리, 층(104(12))이 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)으로 포함하는 영역뿐만 아니라 OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역(104A(12))을 포함한다. 이에 의하여, 낮은 전압으로 정공을 유닛(103(12))으로 공급할 수 있었다. 또한 발광 디바이스 5는 비교 발광 디바이스 4와 달리, 층(104(12))이 OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역뿐만 아니라 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)으로 포함하는 영역(104B(12))을 포함한다. 이에 의하여, 층(104(12))의 두께를 두껍게 할 수 있다. 또는 전극(101)에 생길 수 있는 요철을 층(104(12))으로 덮을 수 있다. 또는 요철에 기인하여 계면에서 발생하는 불균일함을 층(104(12))을 사용하여 완화할 수 있다.

[0661] (참고예 1)

[0662] 비교 발광 디바이스 1의 구성을 표 7에 나타낸다.

[0663] 본 실시예에서 설명하는, 제작된 비교 발광 디바이스 1에서는, 층(104)이 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함한다.

[0664] [표 7]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102	Al		120
층	105	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
층	113	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
층	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B	PCzN2		10
영역	112A	BBABnf		20
층	104	BBABnf:OCHD-001	1:0.10	10
전극	101	ITSO		70

[0665]

[0666] <<비교 발광 디바이스 1의 제작 방법>>

[0667] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 비교 발광 디바이스 1A 및 비교 발광 디바이스 1B을 제작하였다. 또한 비교 발광 디바이스 1A와 비교 발광 디바이스 1B는 같은 구성을 가지도록 제작하였다.

[0668] 또한 비교 발광 디바이스 1의 제작 방법은, 층(104)을 형성하는 단계에서, OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역을 형성하지 않고, BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.10(중량비)이 되도록 공증착할 뿐인 점에서 발광 디바이스 1 내지 발광 디바이스 3의 제작 방법과 다르다. 따라서 제 1 단계 후 제 2 단계를 거치지 않고 제 3 단계로 넘어간다. 여기서는, 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 방법을 사용한 부분에 대해서는 위의 설명을 원용한다.

[0669] [제 3 단계]

[0670] 제 3 단계에서, 전극(101) 위에 층(104)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0671] 또한 층(104)은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0672] <<비교 발광 디바이스 1의 동작 특성>>

[0673] 비교 발광 디바이스 1A 및 비교 발광 디바이스 1B의 동작 특성을 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0674] 비교 발광 디바이스 1A 및 비교 발광 디바이스 1B의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0675] (참고예 2)

[0676] 비교 발광 디바이스 2의 구성을 표 8에 나타낸다.

[0677] 본 실시예에서 설명하는, 제작된 비교 발광 디바이스 2에서는, 층(104)이 PCBBiF 및 OCHD-001을 PCBBiF:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함한다.

[0678] [표 8]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102	Al		120
층	105	LiF		1
영역	113B	NBPhen		15
영역	113A	4,6mCzP2Pm		20
층	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.6:0.4:0.1	40
층	112	PCBBiF		15
층	104	PCBBiF:OCHD-001	1:0.1	10
층	106A	CuPc		2
층	105(12)	Li2O		0.1
영역	113B(12)	NBPhen		10
영역	113A(12)	cgDBCzPA		10
층	111(12)	cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B(12)	PCzN2		10
영역	112A(12)	BBABnf		20
층	104(12)	OCHD-001		1
전극	101	ITSO		70

[0679]

[0680] <<비교 발광 디바이스 2의 제작 방법>>

[0681] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 비교 발광 디바이스 2를 제작하였다.

[0682] 또한 비교 발광 디바이스 2의 제작 방법은, 층(104)을 형성하는 단계에서, OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역을 형성하지 않고, PCBBiF 및 OCHD-001을 PCBBiF:OCHD-001=1:0.10(중량비)이 되도록 공증착할 뿐인 점에서 발광 디바이스 4의 제작 방법과 다르다. 따라서 제 9 단계 후 제 10 단계를 거치지 않고 제 11 단계로 넘어간다. 여기서는, 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 방법을 사용한 부분에 대해서는 위의 설명을 원용한다.

[0683] [제 11 단계]

[0684] 제 11 단계에서, 층(106A) 위에 층(104)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0685] 또한 층(104)은 PCBBiF 및 OCHD-001을 PCBBiF:OCHD-001=1:0.10(중량비)으로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0686] <<비교 발광 디바이스 2의 동작 특성>>

[0687] 비교 발광 디바이스 2의 동작 특성을 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0688] 비교 발광 디바이스 2의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0689] (참고예 3)

[0690] 비교 발광 디바이스 3의 구성을 표 9에 나타낸다.

[0691] 본 실시예에서 설명하는, 제작된 비교 발광 디바이스 3에서는, 층(104)이 OCHD-001을 높은 농도로 포함한다.

[0692] [표 9]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102	Al		120
층	105	LiF		1
영역	113B	NBPhen		15
영역	113A	4,6mCzP2Pm		20
층	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.6:0.4:0.1	40
층	112	PCBBiF		25
층	104	OCHD-001		1
층	106A	CuPc		2
층	105(12)	Li2O		0.1
영역	113B(12)	NBPhen		10
영역	113A(12)	cgDBCzPA		10
층	111(12)	cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B(12)	PCzN2		10
영역	112A(12)	BBABnf		20
층	104(12)	OCHD-001		1
전극	101	ITSO		70

[0693]

[0694] <<비교 발광 디바이스 3의 제작 방법>>

[0695] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 비교 발광 디바이스 3을 제작하였다.

[0696] 또한 비교 발광 디바이스 3의 제작 방법은, 층(104)을 형성하는 단계에서, OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역을 형성하지 않고, PCBBiF 및 OCHD-001을 PCBBiF:OCHD-001=1:0.10(중량비)이 되도록 공증착할 뿐인 점에서 발광 디바이스 4의 제작 방법과 다르다. 따라서 제 10 단계 후 제 11 단계를 거치지 않고 제 12 단계로 넘어간다. 여기서는, 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 방법을 사용한 부분에 대해서는 위의 설명을 원용한다.

[0697] [제 10 단계]

[0698] 제 10 단계에서, 층(106A) 위에 층(104)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0699] 또한 층(104)은 OCHD-001을 높은 농도로 포함하고, 두께가 1nm이다.

[0700] [제 12 단계]

[0701] 제 12 단계에서, 층(104) 위에 층(112)을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 증착하였다.

[0702] 또한 층(112)은 PCBBiF를 포함하고, 두께가 25nm이다.

[0703] <<비교 발광 디바이스 3의 동작 특성>>

[0704] 비교 발광 디바이스 3의 동작 특성을 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0705] 비교 발광 디바이스 3의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0706] (참고예 4)

[0707] 비교 발광 디바이스 4의 구성을 표 10에 나타낸다.

[0708] 본 실시예에서 설명하는, 제작된 비교 발광 디바이스 4에서는, 층(104(12))이 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)으로 포함한다.

[0709] [표 10]

구성	부호	재료	조성비	두께 /nm
전극	102B	ITO		70
전극	102A	Ag:Mg	1:0.1	15
층	105	LiF		1
영역	113B	NBPhen		15
영역	113A	4,6mCzP2Pm		25
층	111	8BP-4mDBtPBfpm: βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.5:0.5:0.1	40
층	112	PCBBiF		25
층	104	OCHD-001		2.5
층	106A	CuPc		2
층	105(12)	Li2O		0.05
영역	113B(12)	NBPhen		10
영역	113A(12)	2mDBTBPDBq-II		15
층	111(12)	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
영역	112B(12)	PCzN2		10
영역	112A(12)	BBABnf		45
층	104(12)	BBABnf:OCHD-001	1:0.03	10
전극	101	ITSO		85
반사막	REF	APC		

[0710]

[0711] <<비교 발광 디바이스 4의 제작 방법>>

[0712] 하기 단계를 가지는 방법을 사용하여, 비교 발광 디바이스 4를 제작하였다.

[0713] 또한 비교 발광 디바이스 4의 제작 방법은, 층(104(12))을 형성하는 단계에서, OCHD-001을 높은 농도로 포함하는 영역을 형성하지 않고, BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)이 되도록 공증착할 뿐인 점에서 발광 디바이스 5의 제작 방법과 다르다. 따라서 제 2 단계 후 제 3 단계를 거치지 않고 제 4 단계로 넘어간다. 여기서는, 상이한 부분에 대하여 자세히 설명하고, 같은 방법을 사용한 부분에 대해서는 위의 설명을 원용한다.

[0714] [제 4 단계]

[0715] 제 4 단계에서, 전극(101) 위에 층(104(12))을 형성하였다. 구체적으로는, 저항 가열법을 사용하여 재료를 공증착하였다.

[0716] 또한 층(104(12))은 BBABnf 및 OCHD-001을 BBABnf:OCHD-001=1:0.03(중량비)으로 포함하고, 두께가 10nm이다.

[0717] <<비교 발광 디바이스 4의 동작 특성>>

[0718] 비교 발광 디바이스 4의 동작 특성을 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다. 또한 청색 착색층을 투과하는 광을 측정하였다. 이에 의하여, 비교 발광 디바이스 4가 방출하는 광에 포함되는 청색의 광을 측정하였다.

[0719] 비교 발광 디바이스 4의 주된 초기 특성은 표 2에 나타낸 바와 같다.

[0720] 또한 본 실시예는 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0721] 예를 들어 본 명세서 등에서 X와 Y가 접속된다고 명시적으로 기재되는 경우에는, X와 Y가 전기적으로 접속되는 경우와, X와 Y가 기능적으로 접속되는 경우와, X와 Y가 직접 접속되는 경우가 본 명세서 등에 개시되어 있는 것으로 한다. 따라서 소정의 접속 관계, 예를 들어 도면 또는 문장에 나타낸 접속 관계에 한정되지 않고, 도면 또는 문장에 나타낸 접속 관계 외의 것도 도면 또는 문장에 개시되어 있는 것으로 한다.

[0722] 여기서 X, Y는 대상물(예를 들어 장치, 소자, 회로, 배선, 전극, 단자, 도전막, 층 등)인 것으로 한다.

[0723] X와 Y가 직접 접속되는 경우의 일례로서는, X와 Y를 전기적으로 접속할 수 있는 소자(예를 들어 스위치, 트랜지스터, 용량 소자, 인덕터, 저항 소자, 다이오드, 표시 소자, 발광 소자, 부하 등)가 X와 Y 사이에 접속되지 않은 경우가 있고, X와 Y를 전기적으로 접속할 수 있는 소자(예를 들어 스위치, 트랜지스터, 용량 소자, 인덕터,

저항 소자, 다이오드, 표시 소자, 발광 소자, 부하 등)를 통하지 않고 X와 Y가 접속되는 경우가 있다.

[0724] X와 Y가 전기적으로 접속되는 경우에는, 일례로서 X와 Y를 전기적으로 접속할 수 있는 소자(예를 들어 스위치, 트랜지스터, 용량 소자, 인덕터, 저항 소자, 다이오드, 표시 소자, 발광 소자, 부하 등)가 X와 Y 사이에 하나 이상 접속될 수 있다. 또한 스위치는 온/오프가 제어되는 기능을 가진다. 즉 스위치는 도통 상태(온 상태) 또는 비도통 상태(오프 상태)가 되어, 전류를 흘릴지 여부를 제어하는 기능을 가진다. 또는 스위치는 전류를 흘리는 경로를 선택하여 전환하는 기능을 가진다. 또한 X와 Y가 전기적으로 접속되는 경우에는, X와 Y가 직접 접속되는 경우가 포함되는 것으로 한다.

[0725] X와 Y가 기능적으로 접속되는 경우에는, 일례로서 X와 Y를 기능적으로 접속할 수 있는 회로(예를 들어 논리 회로(인버터, NAND 회로, NOR 회로 등), 신호 변환 회로(DA 변환 회로, AD 변환 회로, 감마 보정 회로 등), 전위 레벨 변환 회로(전원 회로(승압 회로, 강압 회로 등), 신호의 전위 레벨을 바꾸는 레벨 시프터 회로 등), 전압원, 전류원, 전환 회로, 증폭 회로(신호 진폭 또는 전류량 등을 크게 할 수 있는 회로, 연산 증폭기, 차동 증폭 회로, 소스 폴로어 회로, 버퍼 회로 등), 신호 생성 회로, 기억 회로, 제어 회로 등)가 X와 Y 사이에 하나 이상 접속될 수 있다. 또한 일례로서, X와 Y 사이에 다른 회로를 끼워도 X로부터 출력된 신호가 Y로 전달되는 경우에는, X와 Y는 기능적으로 접속되는 것으로 한다. 또한 X와 Y가 기능적으로 접속되는 경우에는, X와 Y가 직접 접속되는 경우와, X와 Y가 전기적으로 접속되는 경우가 포함되는 것으로 한다.

[0726] 또한 X와 Y가 전기적으로 접속된다고 명시적으로 기재되는 경우에는, X와 Y가 전기적으로 접속되는 경우(즉 X와 Y가 사이에 다른 소자 또는 다른 회로를 끼워 접속되는 경우)와, X와 Y가 기능적으로 접속되는 경우(즉 X와 Y가 사이에 다른 회로를 끼워 기능적으로 접속되는 경우)와, X와 Y가 직접 접속되는 경우(즉 X와 Y가 사이에 다른 소자 또는 다른 회로를 끼우지 않고 접속되는 경우)가 본 명세서 등에 개시되어 있는 것으로 한다. 즉 전기적으로 접속된다고 명시적으로 기재되는 경우에는, 단순히 접속된다고만 명시적으로 기재되는 경우와 같은 내용이 본 명세서 등에 개시되어 있는 것으로 한다.

[0727] 또한 예를 들어 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)가 Z1을 통하여(또는 통하지 않고) X에 전기적으로 접속되고, 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등)이 Z2를 통하여(또는 통하지 않고) Y에 전기적으로 접속되는 경우, 또는 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)가 Z1의 일부에 직접 접속되고, Z1의 다른 일부가 X에 직접 접속되고, 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등)이 Z2의 일부에 직접 접속되고, Z2의 다른 일부가 Y에 직접 접속되는 경우는 이하와 같이 표현할 수 있다.

[0728] 예를 들어 "X와, Y와, 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)와, 드레인(또는 제 2 단자 등)은 서로 전기적으로 접속되고, X, 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등), 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등), Y의 순서로 전기적으로 접속된다"라고 표현할 수 있다. 또는 "트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)는 X에 전기적으로 접속되고, 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등)은 Y에 전기적으로 접속되고, X, 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등), 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등), Y는 이 순서대로 전기적으로 접속된다"라고 표현할 수 있다. 또는 "X는 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)와 드레인(또는 제 2 단자 등)을 통하여 Y에 전기적으로 접속되고, X, 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등), 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등), Y는 이 접속 순서로 제공된다"라고 표현할 수 있다. 이들 예와 같은 표현 방법을 사용하여 회로 구성에서의 접속 순서에 대하여 규정함으로써, 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)와 드레인(또는 제 2 단자 등)을 구별하여 기술적 범위를 결정할 수 있다.

[0729] 또는 다른 표현 방법으로서, 예를 들어 "트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)는 적어도 제 1 접속 경로를 통하여 X에 전기적으로 접속되고, 상기 제 1 접속 경로는 제 2 접속 경로를 가지지 않고, 상기 제 2 접속 경로는 트랜지스터를 통한, 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)와 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등) 사이의 경로이고, 상기 제 1 접속 경로는 Z1을 통한 경로이고, 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등)은 적어도 제 3 접속 경로를 통하여 Y에 전기적으로 접속되고, 상기 제 3 접속 경로는 상기 제 2 접속 경로를 가지지 않고, 상기 제 3 접속 경로는 Z2를 통한 경로이다"라고 표현할 수 있다. 또는 "트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)는 적어도 제 1 접속 경로에 의하여, Z1을 통하여 X에 전기적으로 접속되고, 상기 제 1 접속 경로는 제 2 접속 경로를 가지지 않고, 상기 제 2 접속 경로는 트랜지스터를 통한 접속 경로를 가지고, 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등)은 적어도 제 3 접속 경로에 의하여, Z2를 통하여 Y에 전기적으로 접속되고, 상기 제 3 접속 경로는 상기 제 2 접속 경로를 가지지 않는다"라고 표현할 수 있다. 또는 "트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)는 적어도 제 1 전기적 경로에 의하여, Z1을 통하여 X에 전기적으로 접속되고, 상기 제 1 전기적 경로는 제 2 전기적 경로를 가지지 않고, 상기 제 2 전기적 경로는 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)로부터 트랜지스터

의 드레인(또는 제 2 단자 등)으로의 전기적 경로이고, 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등)은 적어도 제 3 전기적 경로에 의하여, Z2를 통하여 Y에 전기적으로 접속되고, 상기 제 3 전기적 경로는 제 4 전기적 경로를 가지지 않고, 상기 제 4 전기적 경로는 트랜지스터의 드레인(또는 제 2 단자 등)으로부터 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)로의 전기적 경로이다"라고 표현할 수 있다. 이들 예와 같은 표현 방법을 사용하여 회로 구성에서의 접속 경로에 대하여 규정함으로써, 트랜지스터의 소스(또는 제 1 단자 등)와 드레인(또는 제 2 단자 등)을 구별하여 기술적 범위를 결정할 수 있다.

[0730] 또한 이들 표현 방법은 일례이고, 이들 표현 방법에 한정되지 않는다. 여기서 X, Y, Z1, Z2는 대상물(예를 들어 장치, 소자, 회로, 배선, 전극, 단자, 도전막, 층 등)인 것으로 한다.

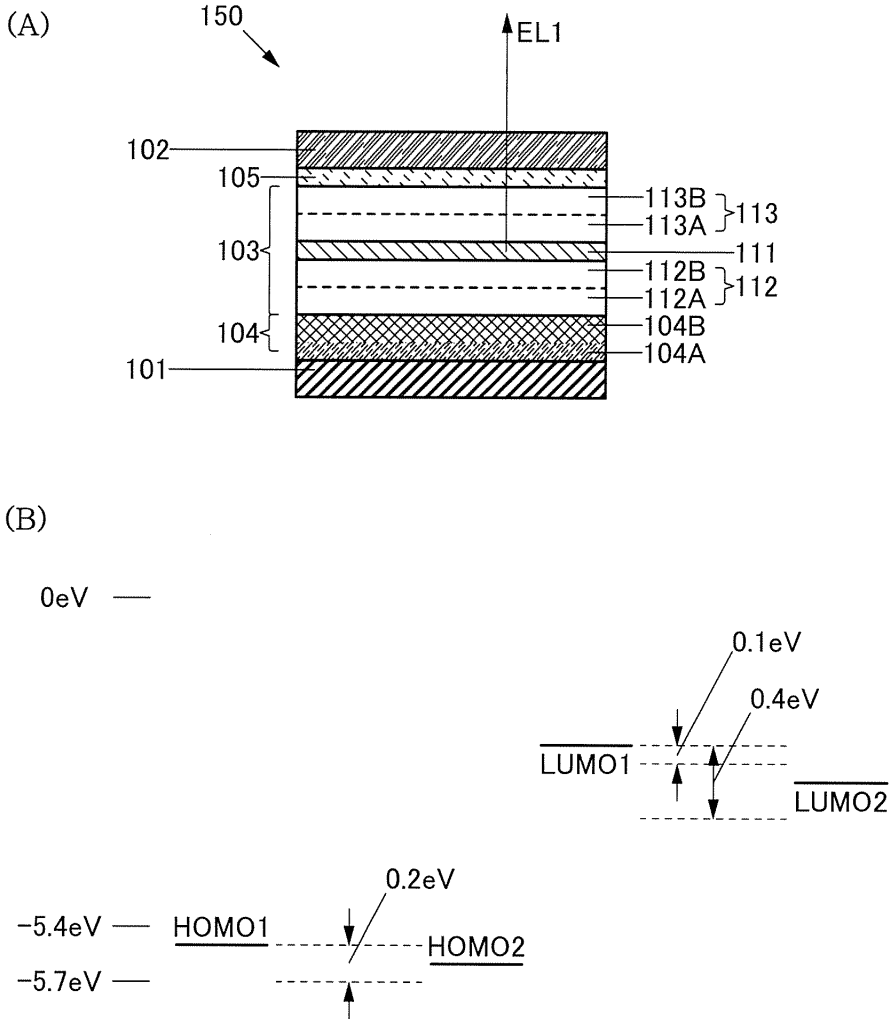
[0731] 또한 회로도상 독립된 구성 요소들이 전기적으로 접속되는 것처럼 도시되어 있는 경우에도, 하나의 구성 요소가 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 있다. 예를 들어, 배선의 일부가 전극으로서도 기능하는 경우에는 하나의 도전막이 배선의 기능 및 전극의 기능의 양쪽의 구성 요소의 기능을 겸비한다. 따라서 본 명세서에서의 전기적인 접속이란, 이와 같이 하나의 도전막이 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 그 범주에 포함한다.

부호의 설명

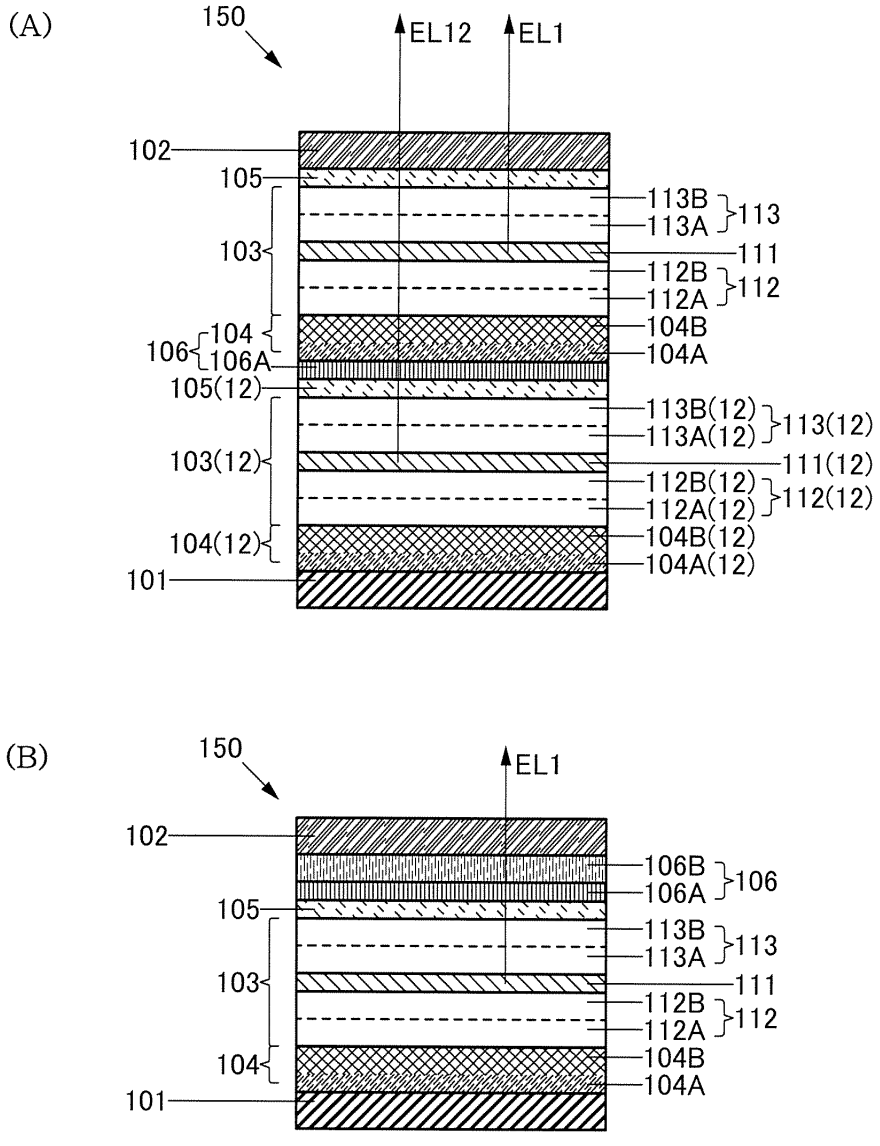
[0732] HOMO1: 제 1 HOMO 준위, HOMO2: 제 2 HOMO 준위, LUMO1: 제 1 LUMO 준위, LUMO2: 제 2 LUMO 준위, 101: 전극, 102: 전극, 102A: 전극, 102B: 전극, 103: 유닛, 104: 층, 104A: 영역, 104B: 영역, 104(12): 층, 105: 층, 106: 중간층, 106A: 층, 106B: 층, 111: 층, 112: 층, 112A: 영역, 112B: 영역, 113: 층, 113A: 영역, 113B: 영역, 150: 발광 디바이스, 400: 기판, 401: 제 1 전극, 403: EL층, 404: 제 2 전극, 405: 실재, 406: 실재, 407: 밀봉 기판, 412: 패드, 420: IC칩, 601: 소스선 구동 회로, 602: 화소부, 603: 게이트선 구동 회로, 604: 밀봉 기판, 605: 실재, 607: 공간, 608: 리드 배선, 610: 소자 기판, 611: 스위칭용 FET, 612: 전류 제어용 FET, 613: 제 1 전극, 614: 절연물, 616: EL층, 617: 제 2 전극, 618: 발광 디바이스, 623: FET, 700: 발광 패널, 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, 1024B: 제 1 전극, 1024G: 제 1 전극, 1024R: 제 1 전극, 1024W: 제 1 전극, 1025: 격벽, 1028: EL층, 1029: 제 2 전극, 1031: 밀봉 기판, 1032: 실재, 1033: 기재, 1034B: 착색층, 1034G: 착색층, 1034R: 착색층, 1035: 블랙 매트릭스, 1036: 오버코트층, 1037: 제 3 층간 절연막, 1040: 화소부, 1041: 구동 회로부, 1042: 주변부, 2001: 하우징, 2002: 광원, 2100: 로봇, 2101: 조도 센서, 2102: 마이크로폰, 2103: 상부 카메라, 2104: 스피커, 2105: 디스플레이, 2106: 하부 카메라, 2107: 장애물 센서, 2108: 이동 기구, 2110: 연산 장치, 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, 5120: 쓰레기, 5140: 휴대 전자 기기, 5200: 표시 영역, 5201: 표시 영역, 5202: 표시 영역, 5203: 표시 영역, 7101: 하우징, 7103: 표시부, 7105: 스탠드, 7107: 표시부, 7109: 조작 키, 7110: 리모트 컨트롤러, 7201: 본체, 7202: 하우징, 7203: 표시부, 7204: 키보드, 7205: 외부 접속 포트, 7206: 포인팅 디바이스, 7210: 제 2 표시부, 7401: 하우징, 7402: 표시부, 7403: 조작 버튼, 7404: 외부 접속 포트, 7405: 스피커, 7406: 마이크로폰, 9310: 휴대 정보 단말기, 9311: 표시 패널, 9313: 힌지, 9315: 하우징

도면

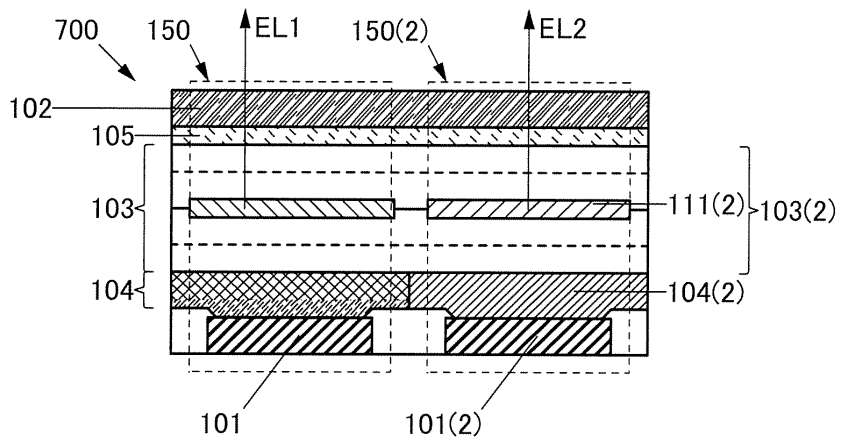
도면1


(A)
150
EL1
102
105
103
104
101
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A
(B)
0eV
0.1eV
0.4eV
LUMO1
LUMO2
0.2eV
-5.4eV
HOMO1
HOMO2
-5.7eV

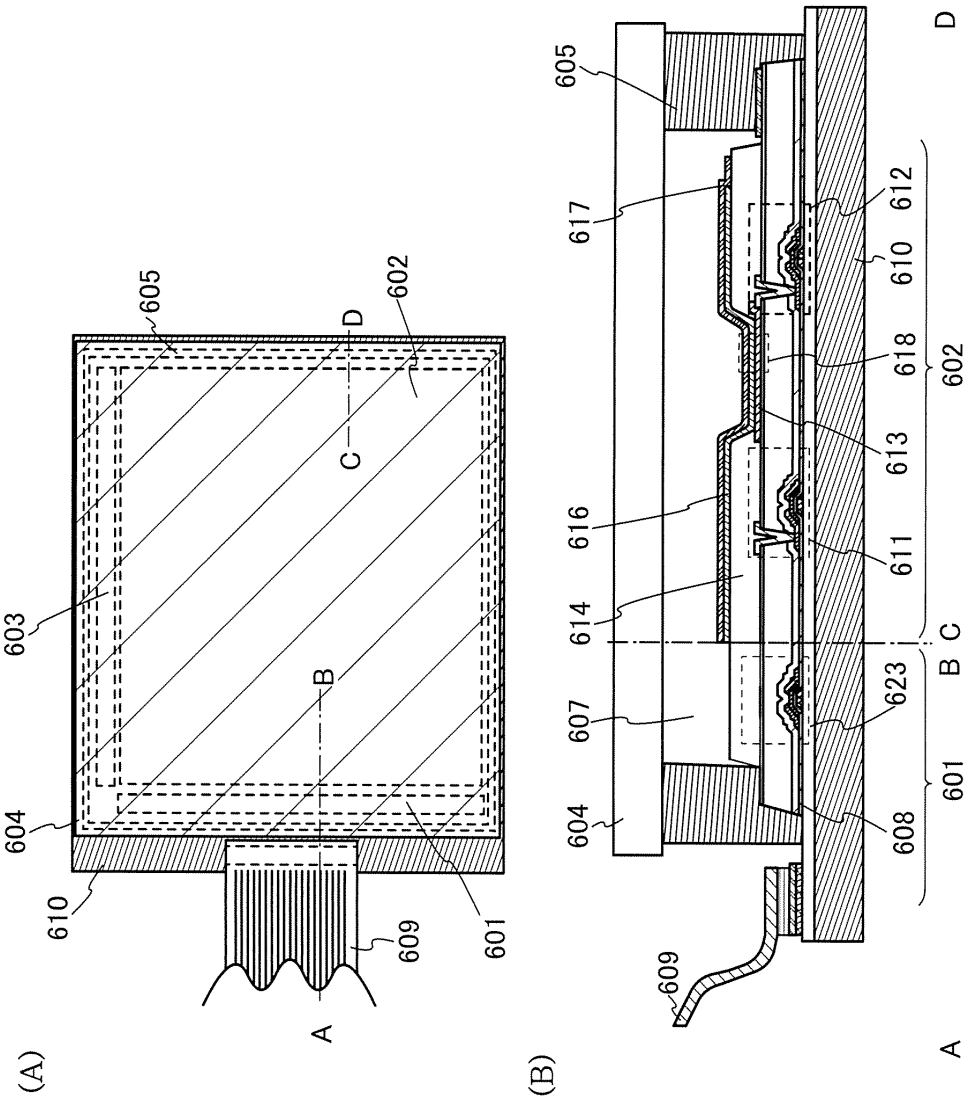
도면2


(A)
150
EL12
EL1
102
105
103
106
104
106A
105(12)
103(12)
104(12)
101
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A
113B(12)
113A(12)
113(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104B(12)
104A(12)
(B)
150
EL1
102
105
103
104
101
106B
106A
106
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A

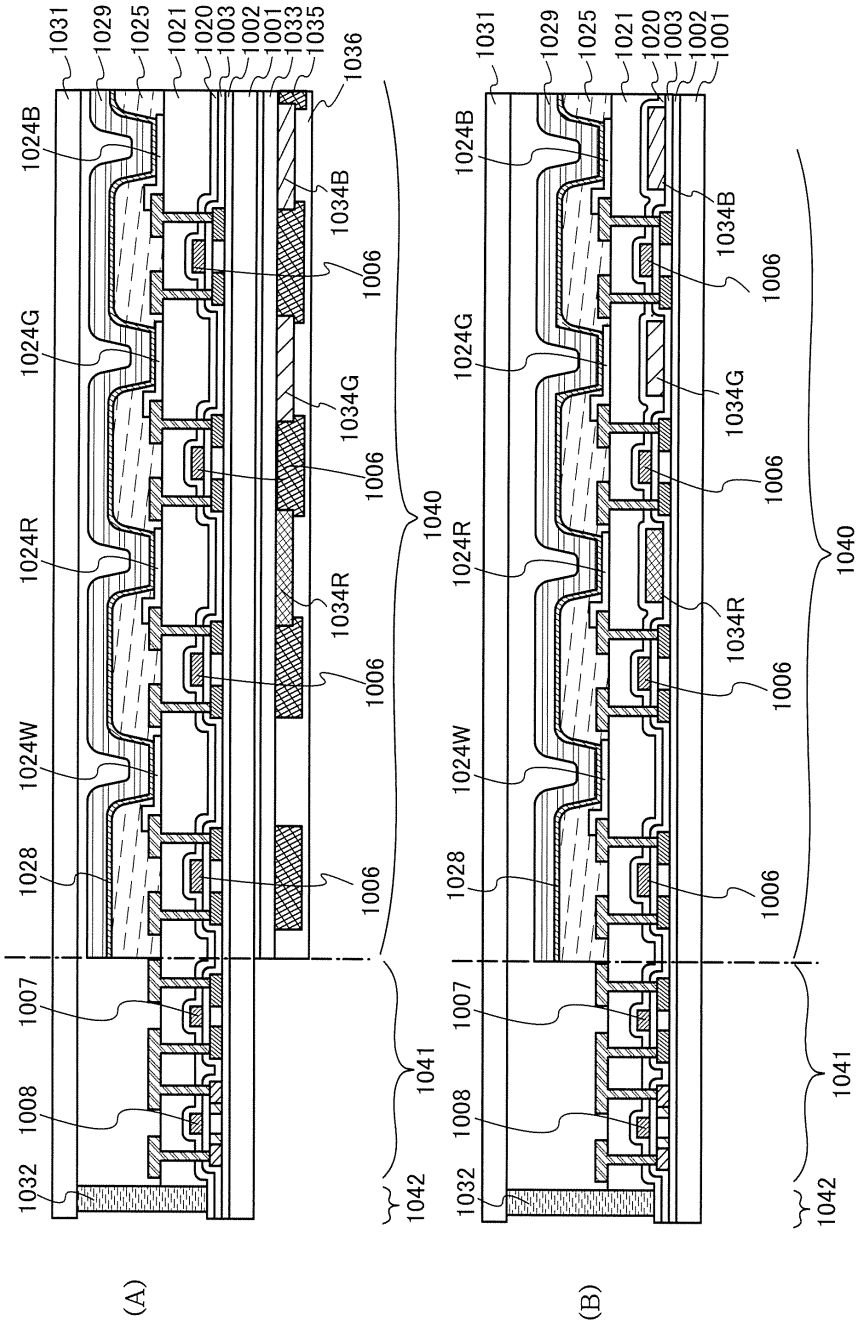
도면3


700
150
EL1
150(2)
EL2
102
105
103
104
101
101(2)
111(2)
103(2)
104(2)

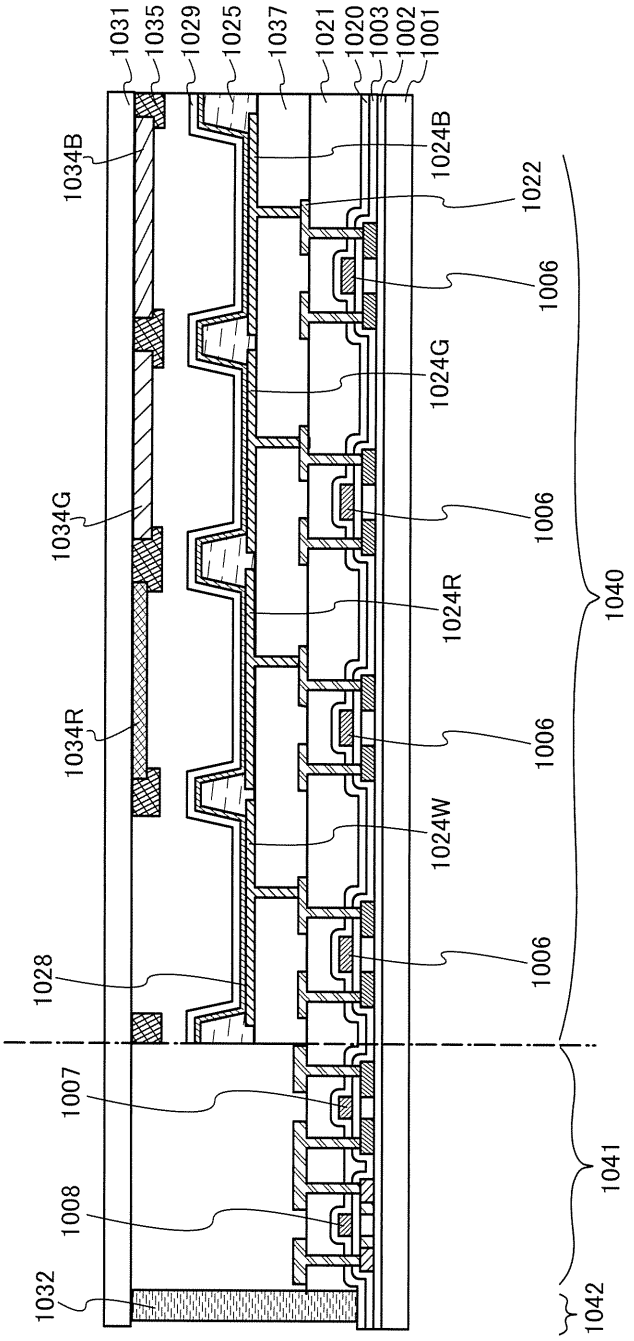
도면4


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

도면5

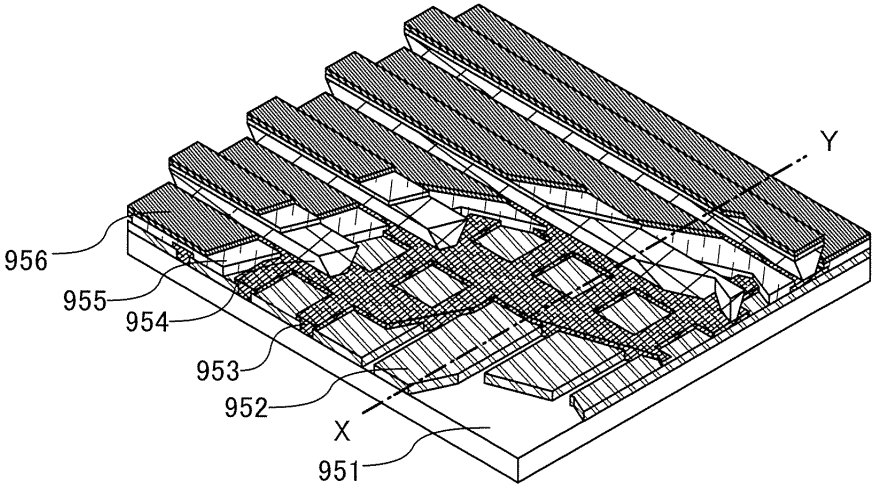

(A)
(B)
1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1033
1035
1036
1024B
1024G
1024R
1024W
1028
1007
1008
1032
1034B
1034G
1034R
1006
1040
1041
1042

도면6

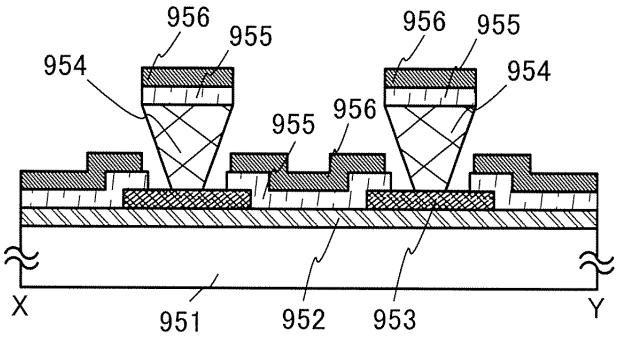

1031
1035
1029
1025
1037
1021
1020
1003
1002
1001
1034B
1024B
1022
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1040
1034R
1006
1024W
1006
1028
1007
1041
1008
1032
1042

도면7

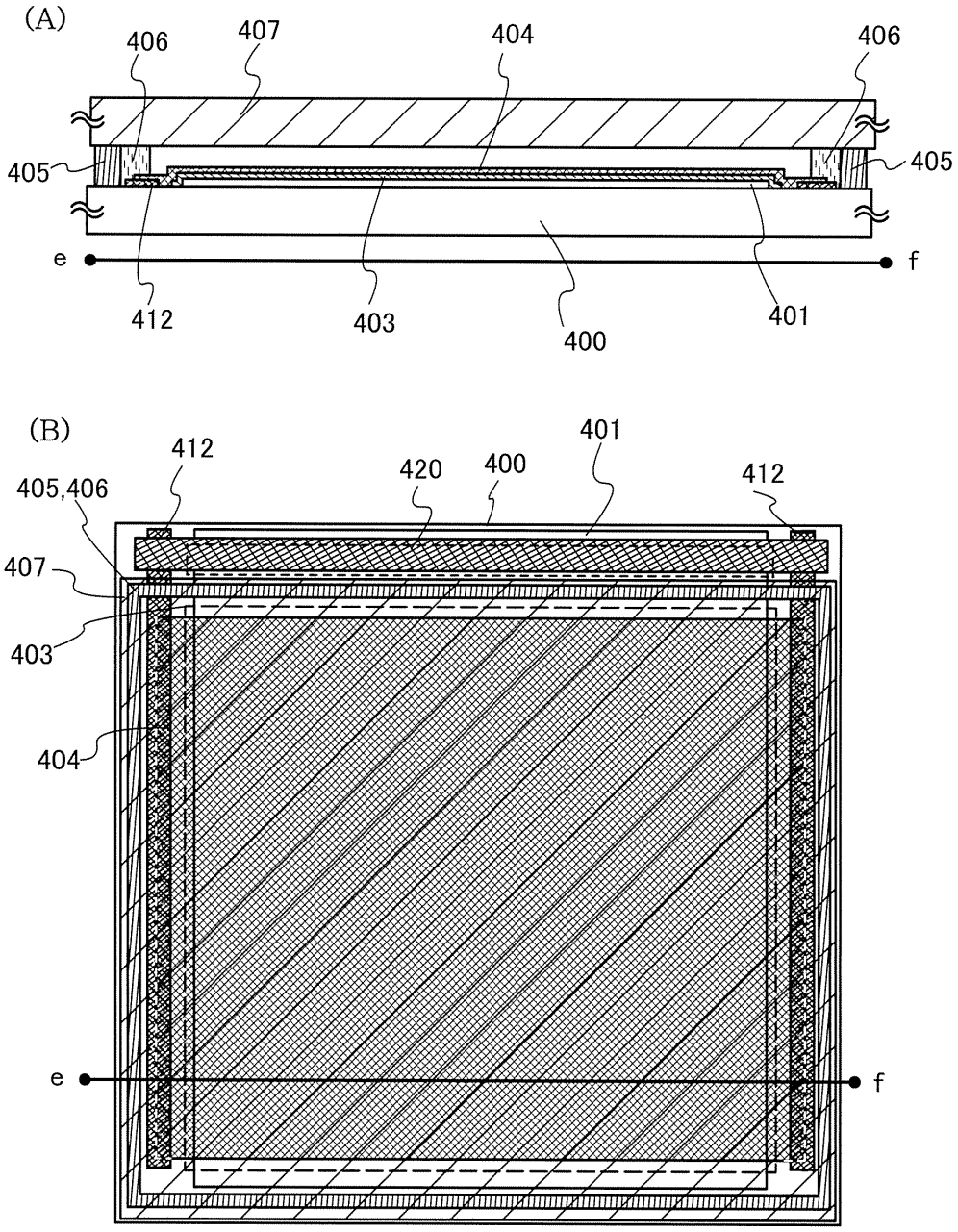
(A)


Y
956
955
954
953
952
X
951

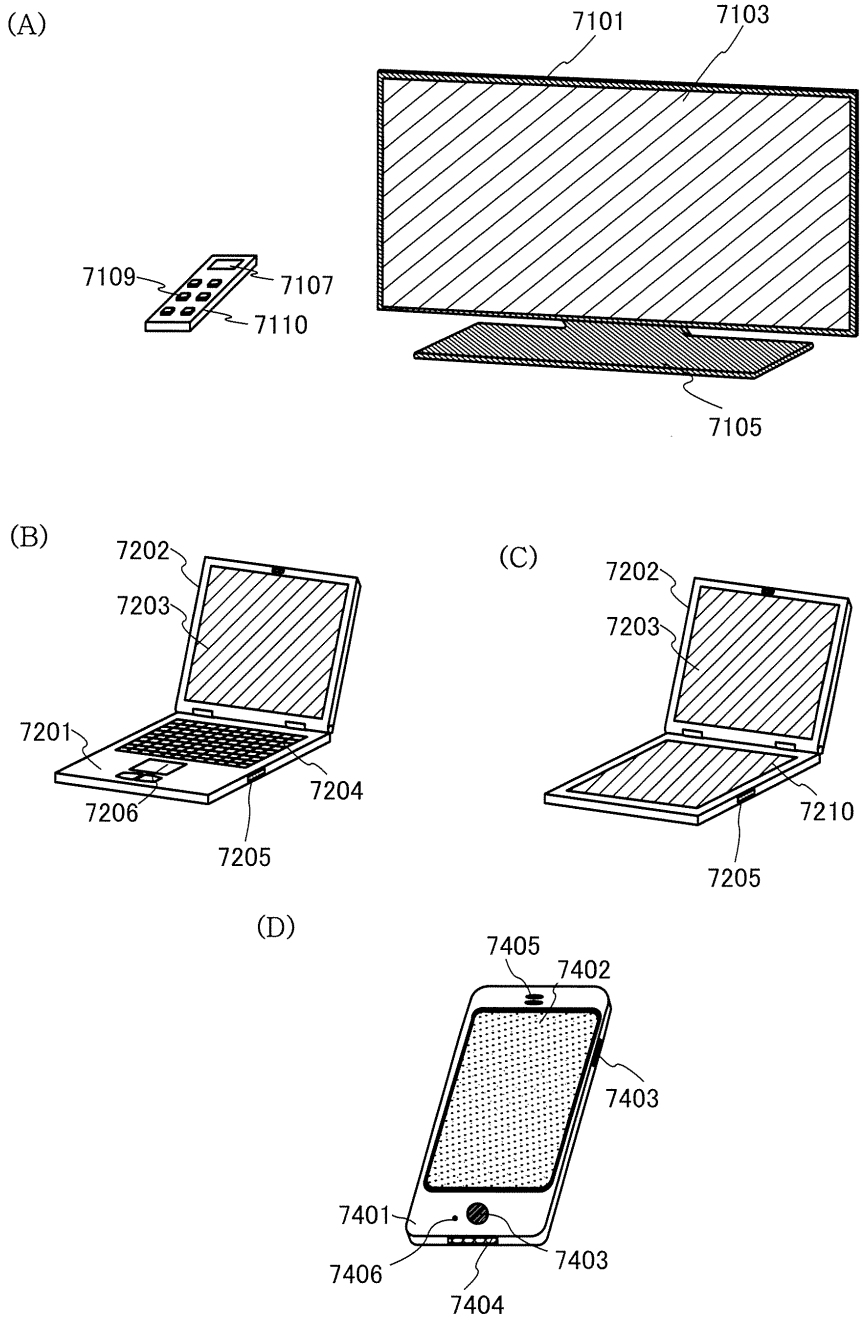
(B)


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

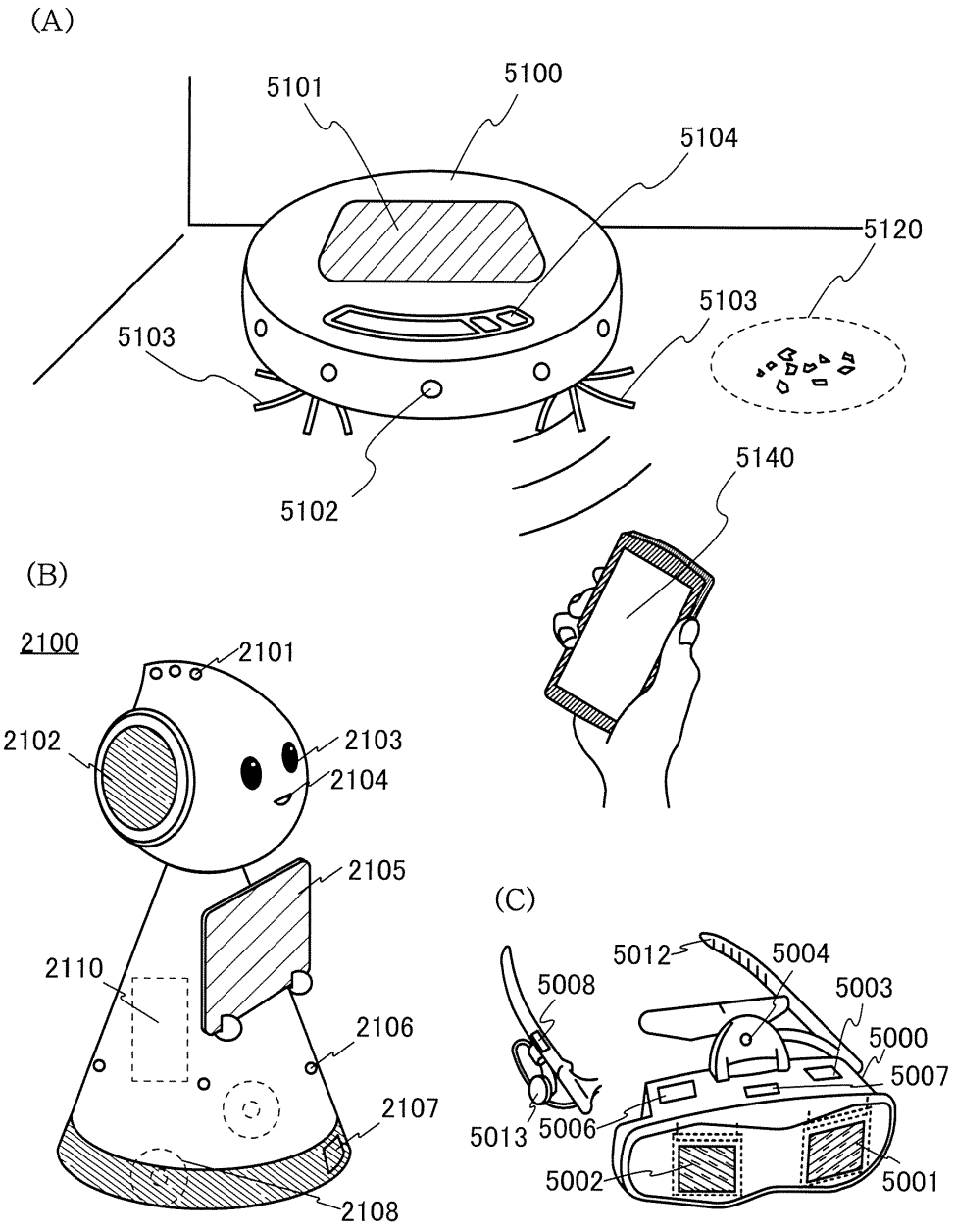
도면8


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

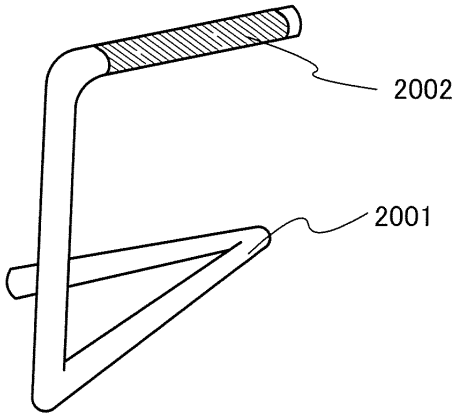
도면9


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

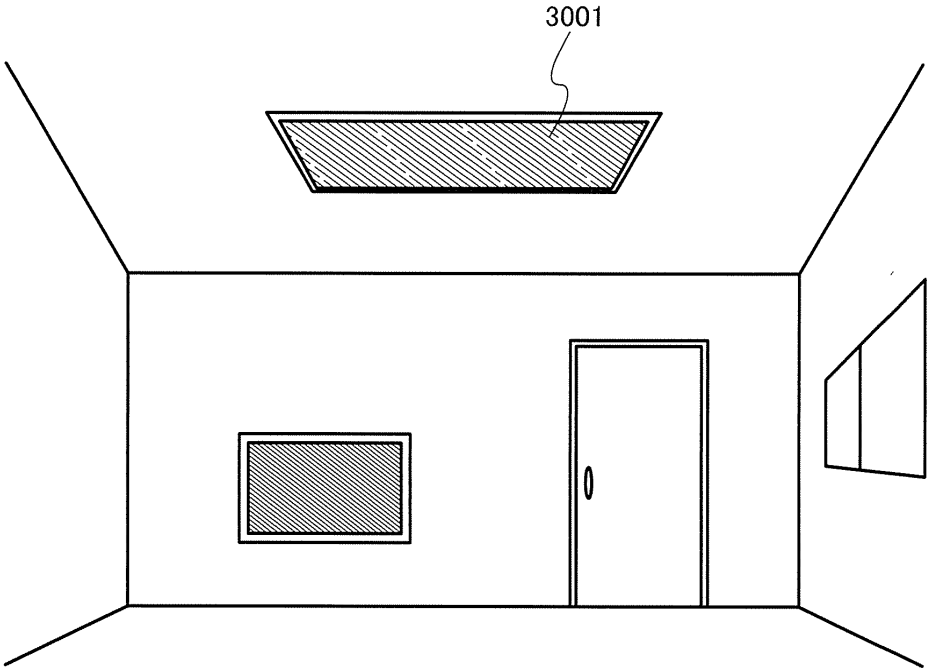
도면10


(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

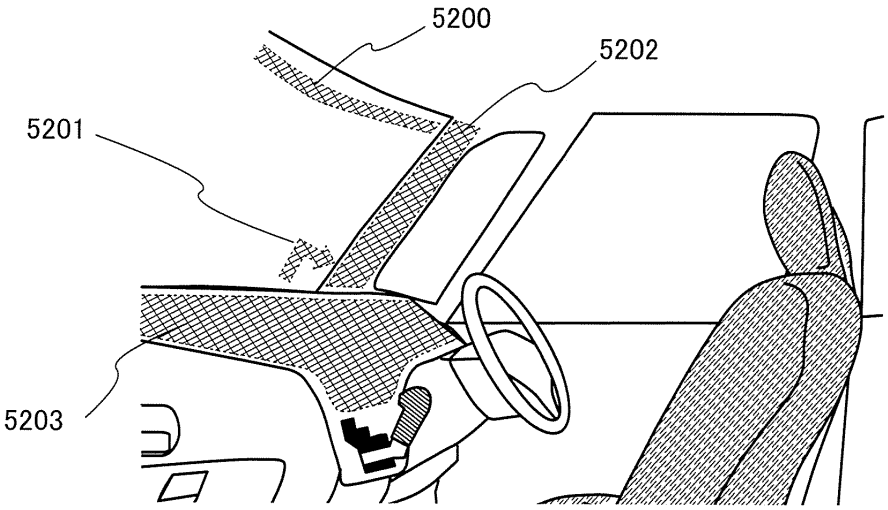
도면11



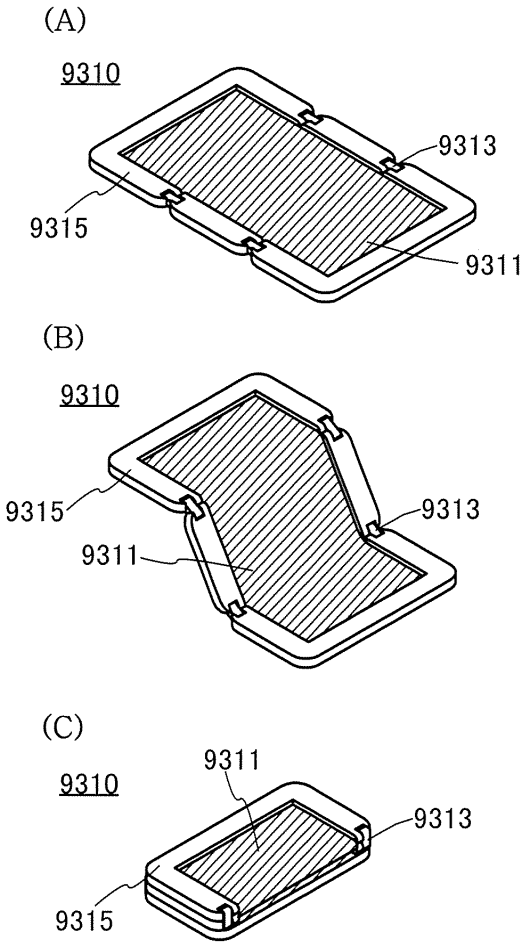
도면12



도면13

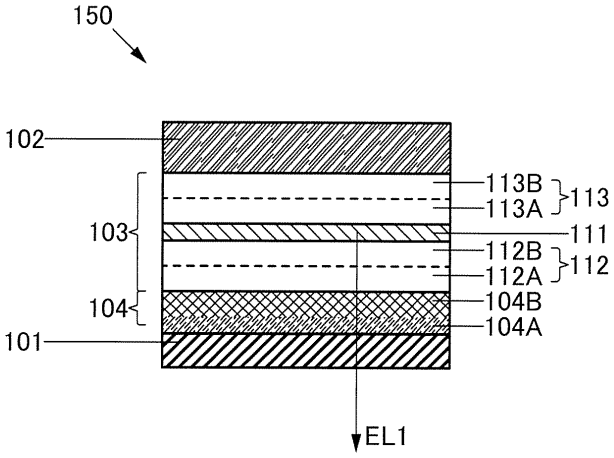

5200
5202
5201
5203

도면14

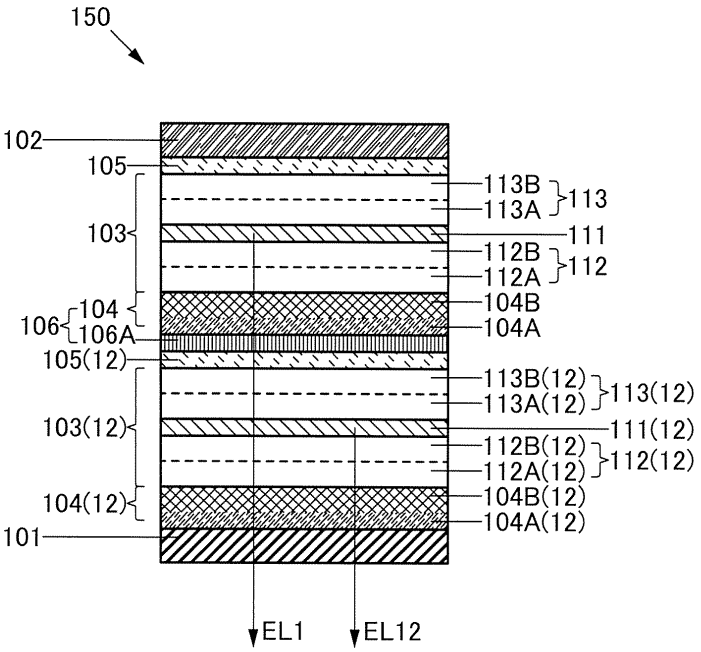

(A)
9310
9313
9315
9311
(B)
9310
9315
9313
9311
(C)
9311
9310
9313
9315

도면15

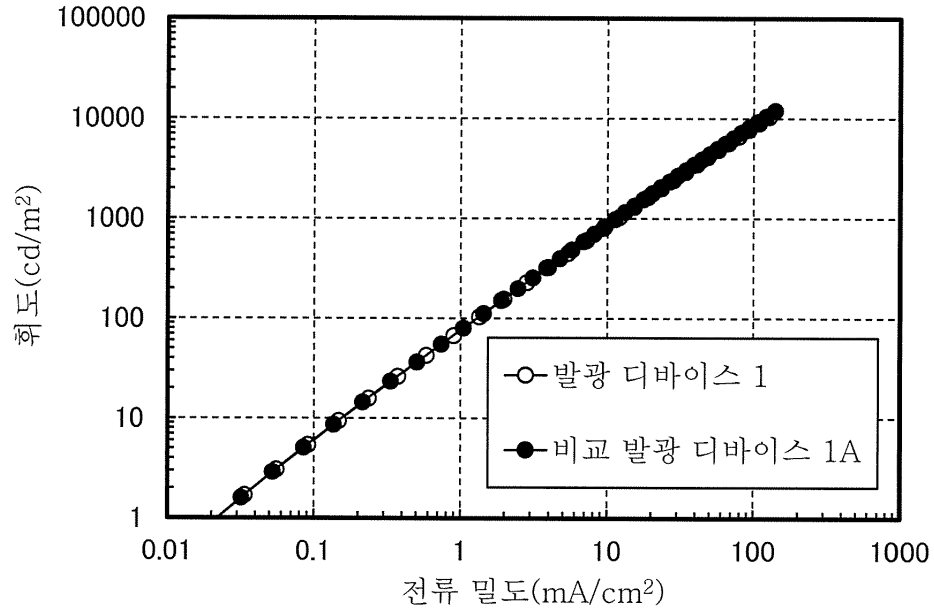
(A)


150
102
103
104
101
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A
EL1

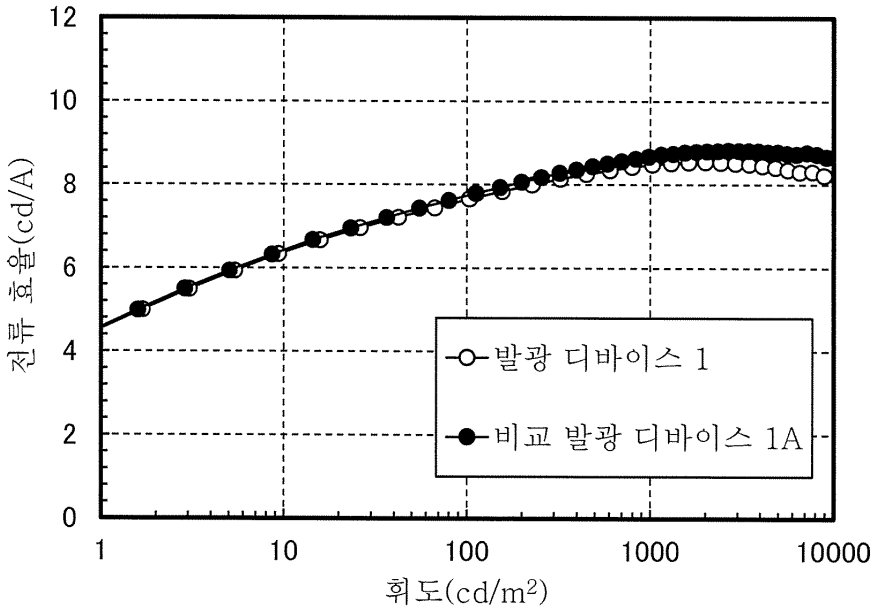
(B)


150
102
105
103
104
106
106A
105(12)
103(12)
104(12)
101
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A
113B(12)
113A(12)
113(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104B(12)
104A(12)
EL1
EL12

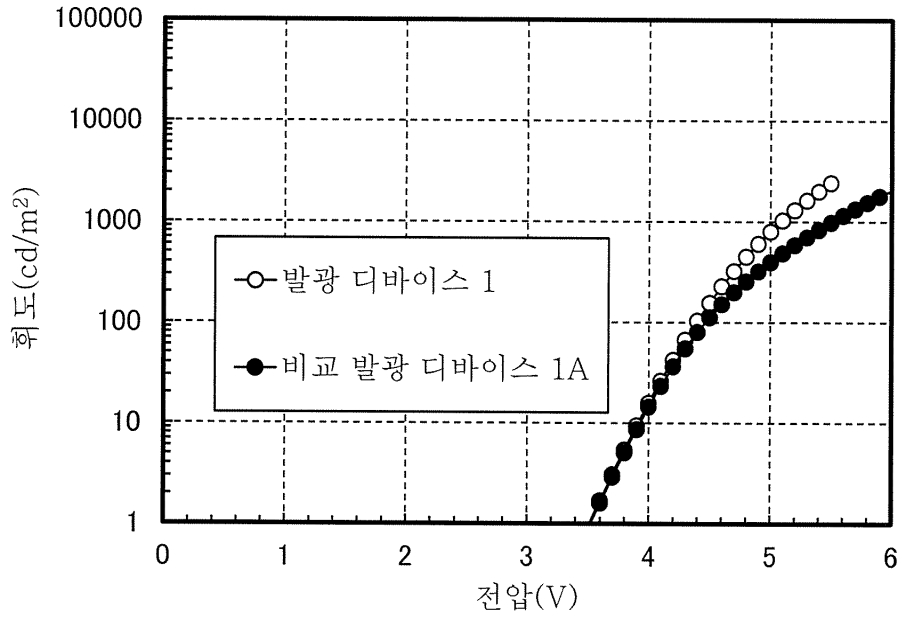
도면16


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
전류 밀도(mA/cm²)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1A

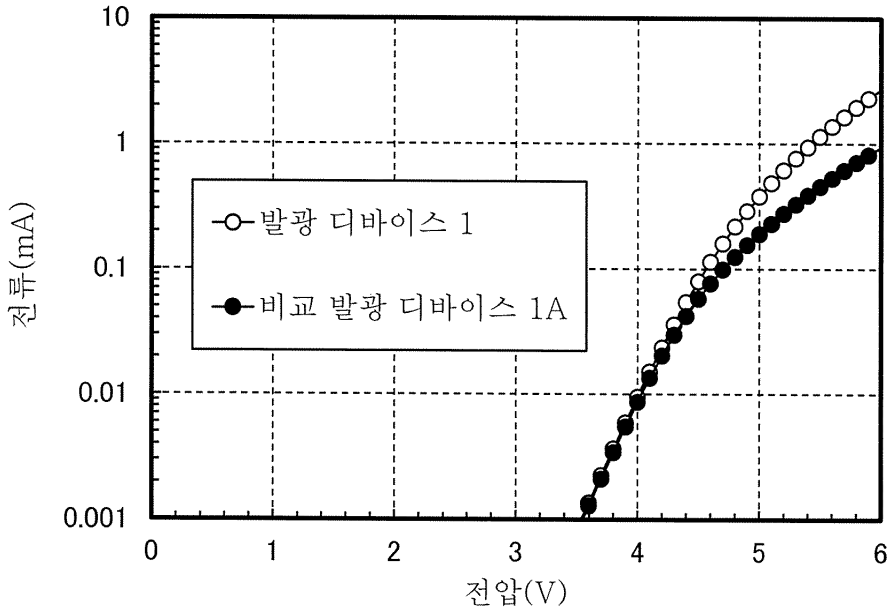
도면17


12
10
8
6
4
2
0
전류 효율(cd/A)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1A

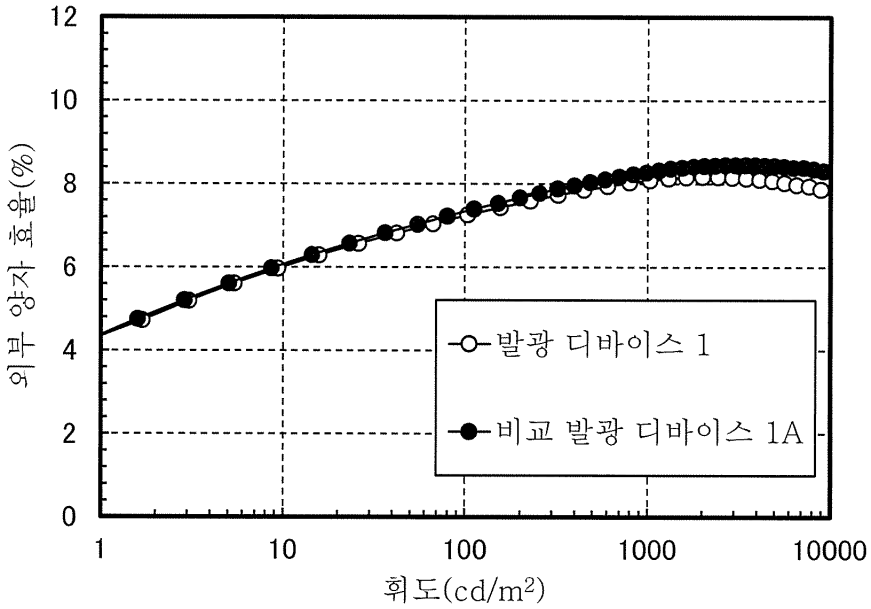
도면18


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1A
0
1
2
3
4
5
6
전압(V)

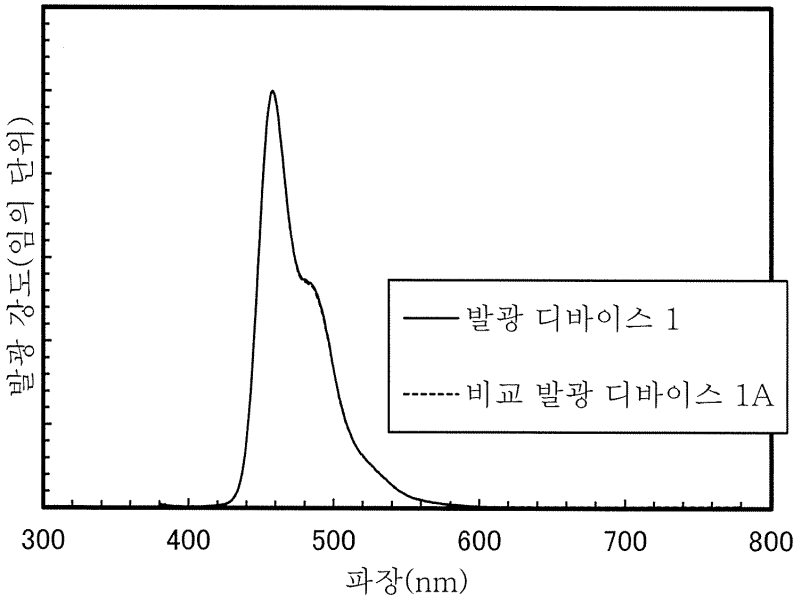
도면19


10
1
0.1
0.01
0.001
전류(mA)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1A
0
1
2
3
4
5
6
전압(V)

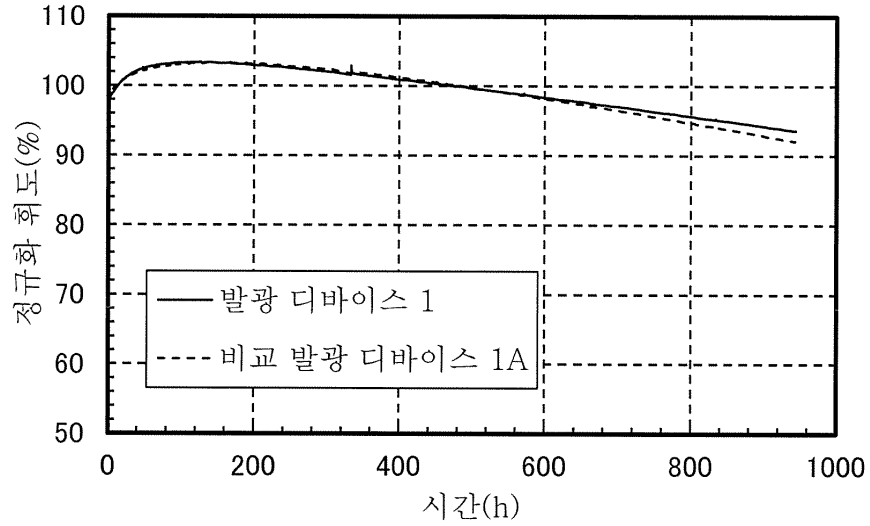
도면20


12
10
8
6
4
2
0
외부 양자 효율(%)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1A

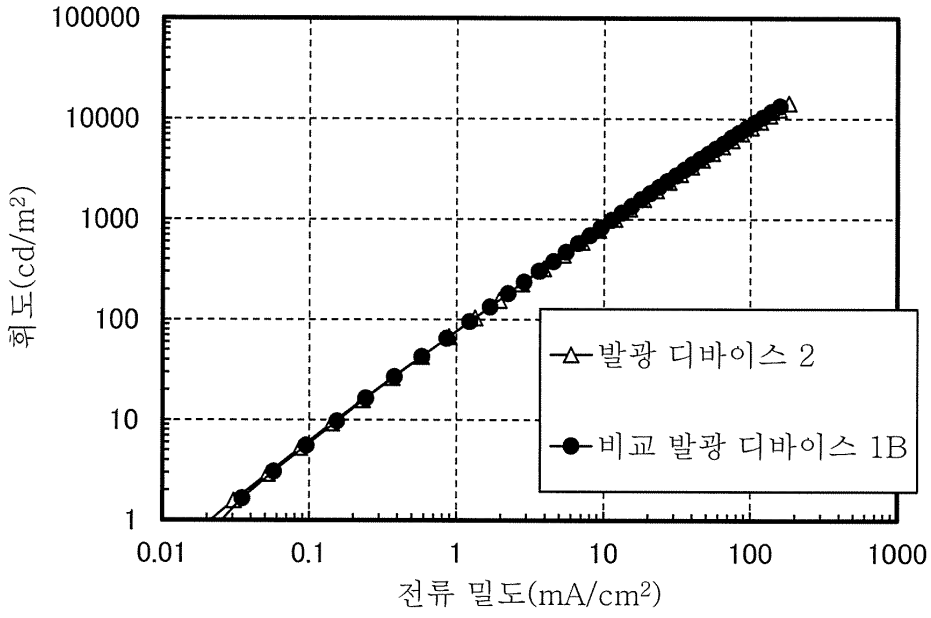
도면21


발광 강도(임의 단위)
300
400
500
600
700
800
파장(nm)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1A

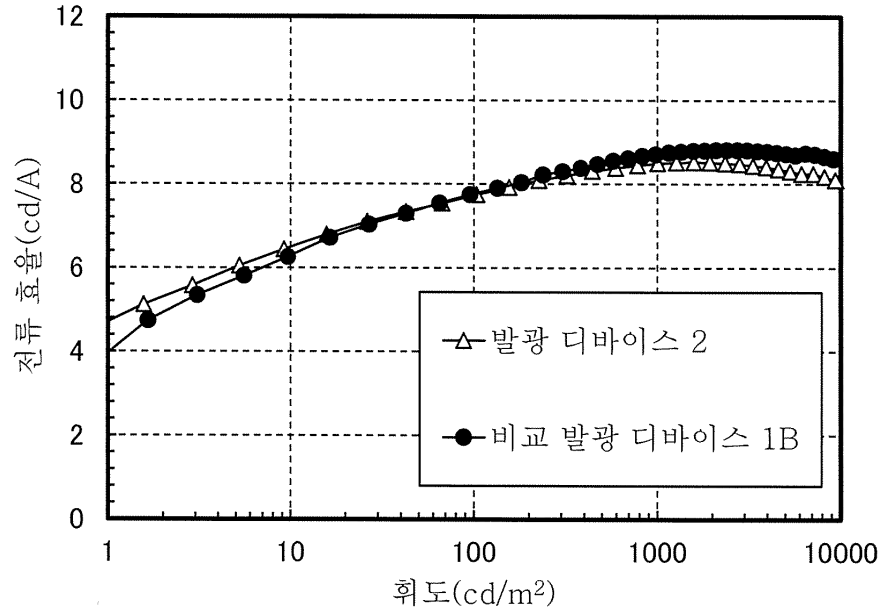
도면22


110
100
90
80
70
60
50
정규화 휘도(%)
0
200
400
600
800
1000
시간(h)
발광 디바이스 1
비교 발광 디바이스 1A

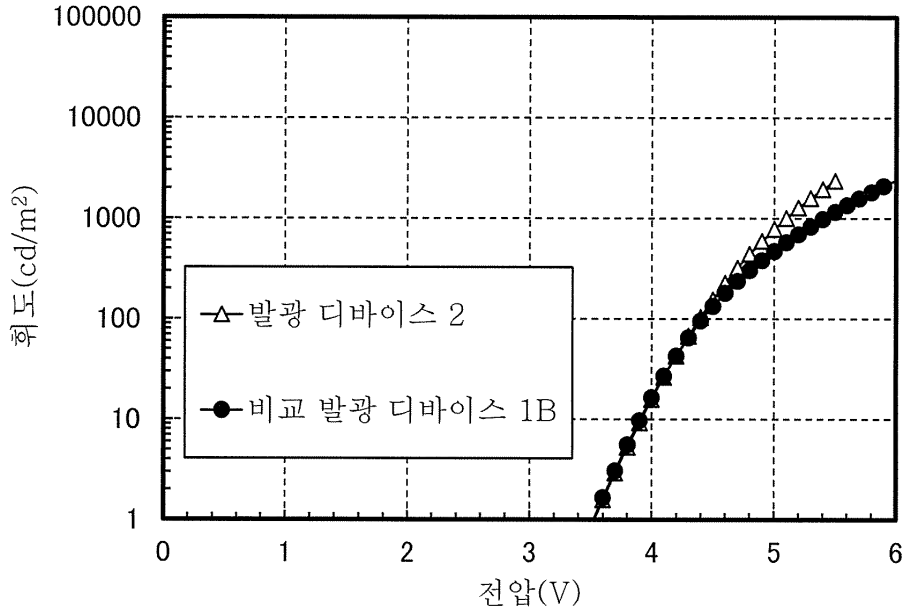
도면23


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
전류 밀도(mA/cm²)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 1B

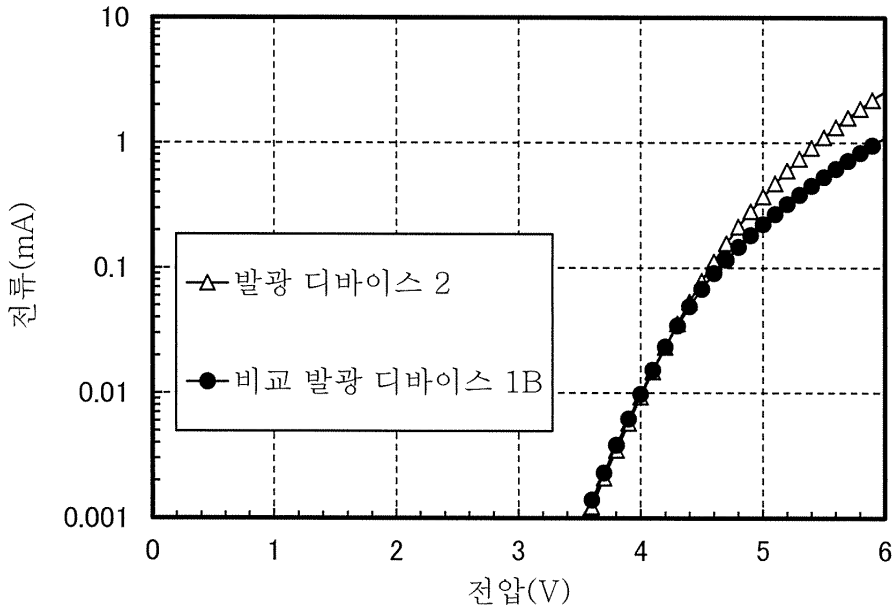
도면24


12
10
8
6
4
2
0
전류 효율(cd/A)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 1B

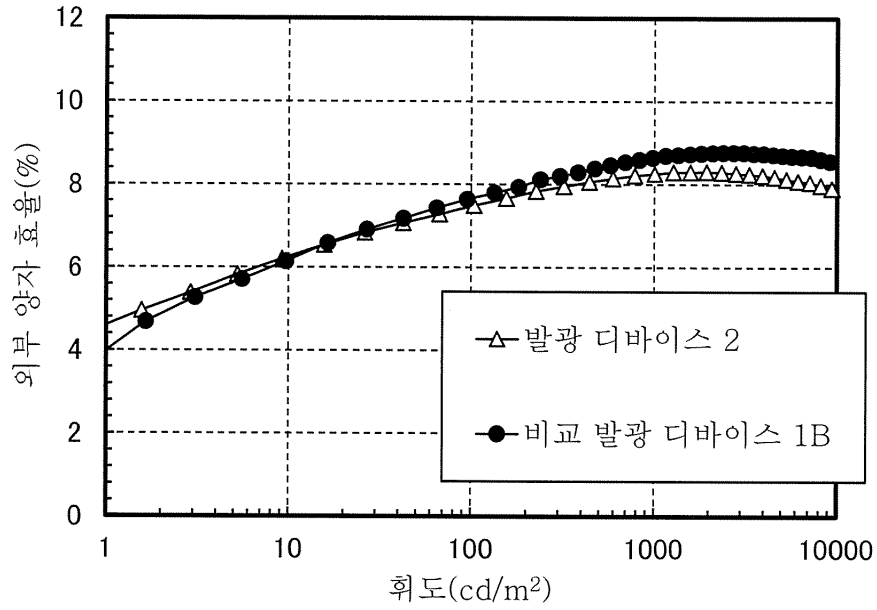
도면25


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0
1
2
3
4
5
6
전압(V)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 1B

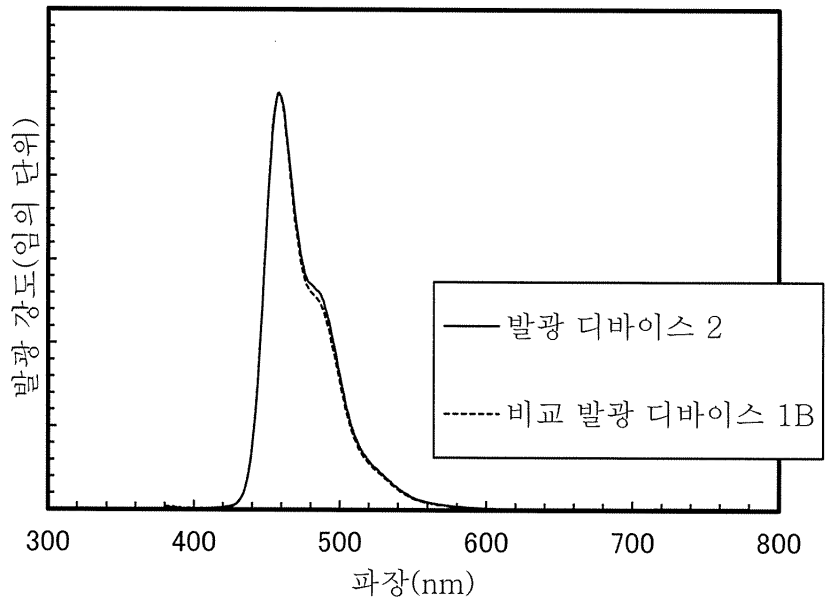
도면26


10
1
0.1
0.01
0.001
전류(mA)
0
1
2
3
4
5
6
전압(V)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 1B

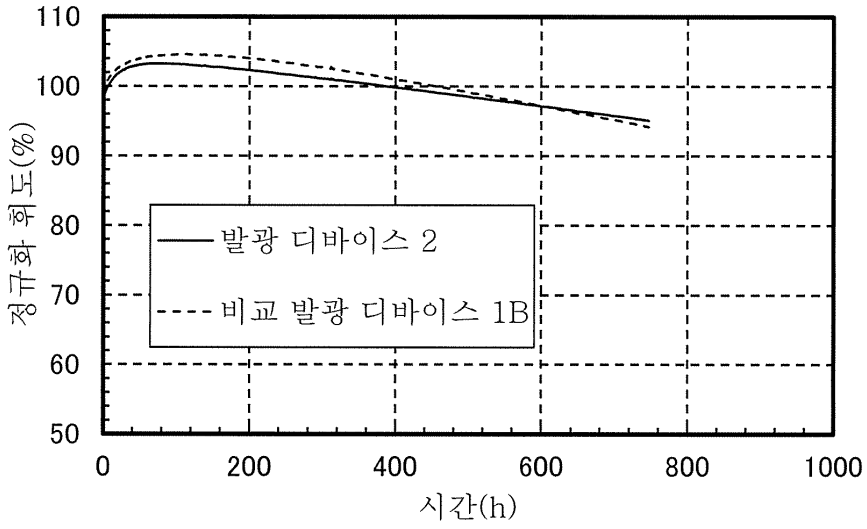
도면27


12
10
8
6
4
2
0
외부 양자 효율(%)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 1B

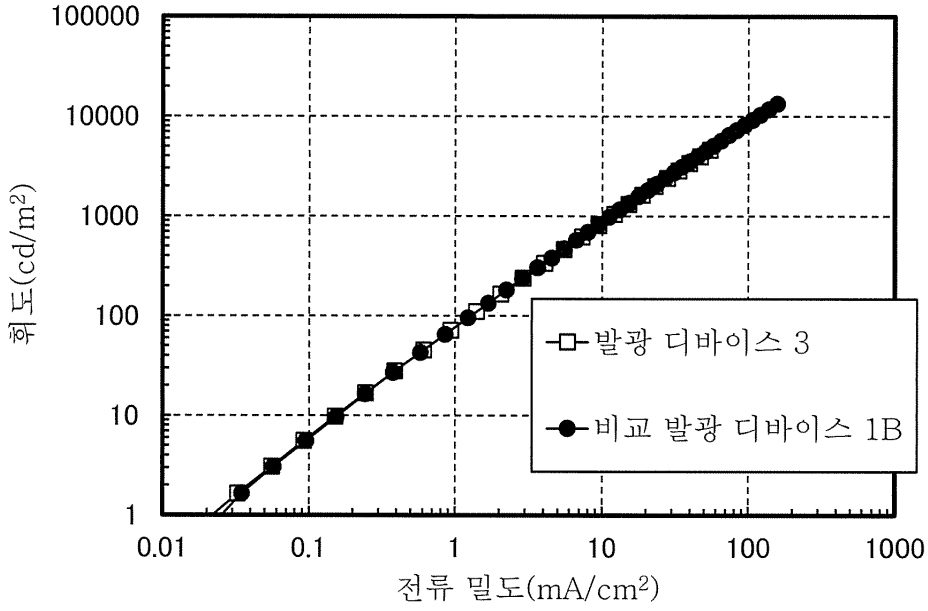
도면28


발광 강도(임의 단위)
300
400
500
600
700
800
파장(nm)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 1B

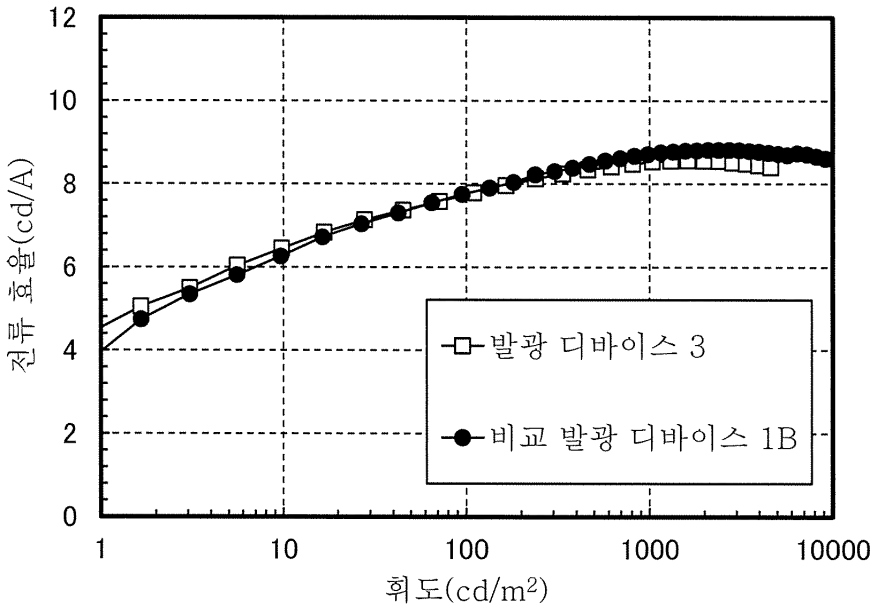
도면29


110
100
90
80
70
60
50
정규화 휘도(%)
0
200
400
600
800
1000
시간(h)
발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 1B

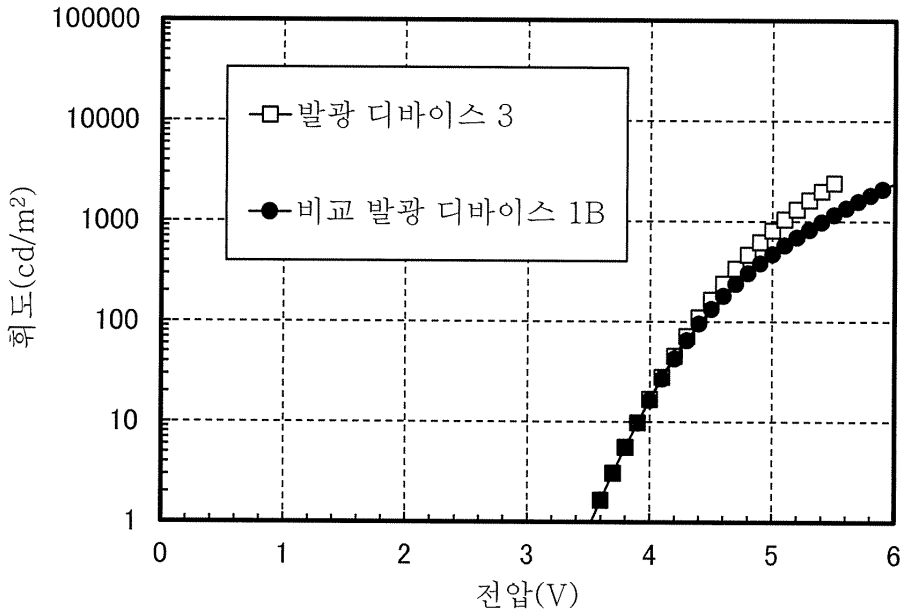
도면30


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
전류 밀도(mA/cm²)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 1B

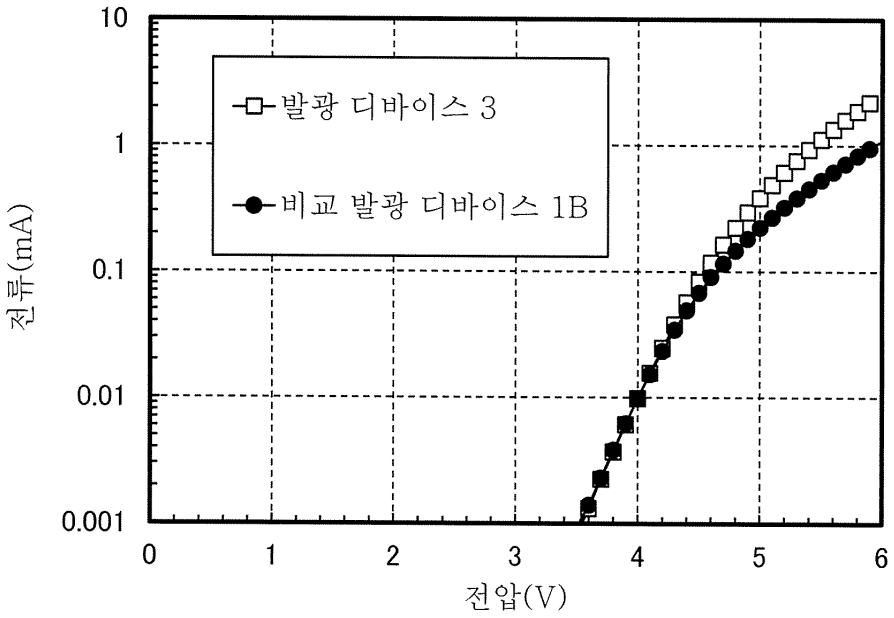
도면31


12
10
8
6
4
2
0
전류 효율(cd/A)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 1B

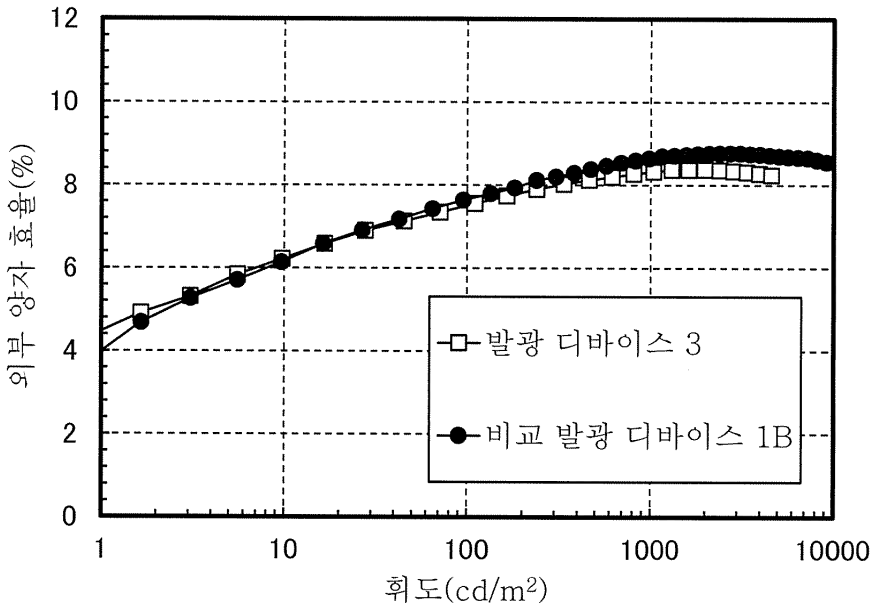
도면32


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0
1
2
3
4
5
6
전압(V)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 1B

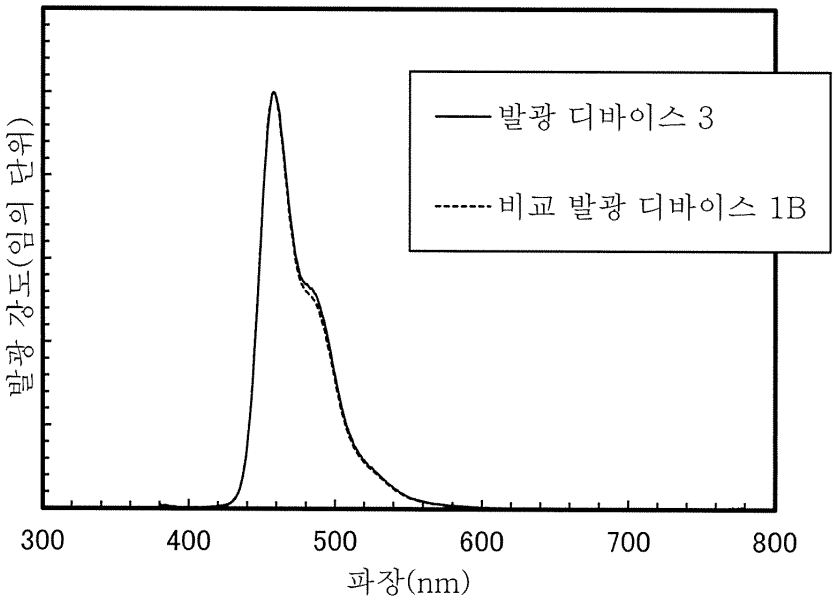
도면33


10
1
0.1
0.01
0.001
전류(mA)
0
1
2
3
4
5
6
전압(V)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 1B

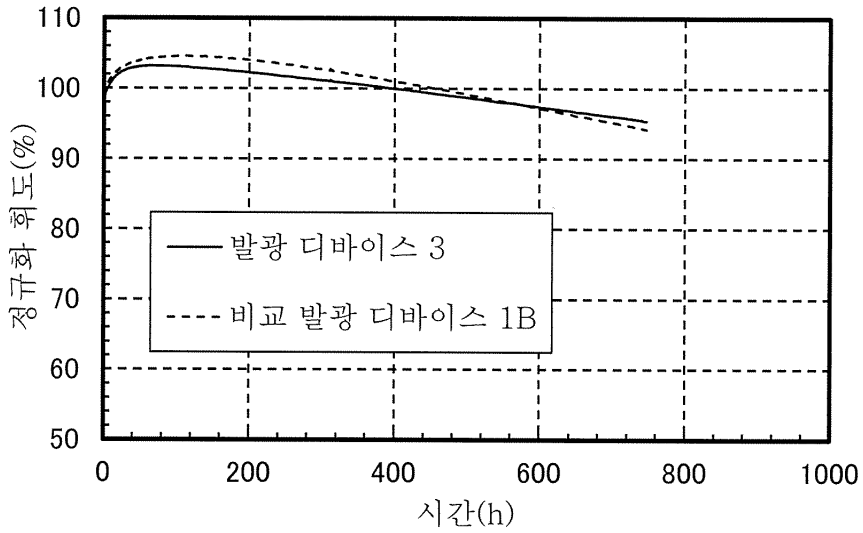
도면34


12
10
8
6
4
2
0
외부 양자 효율(%)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m2)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 1B

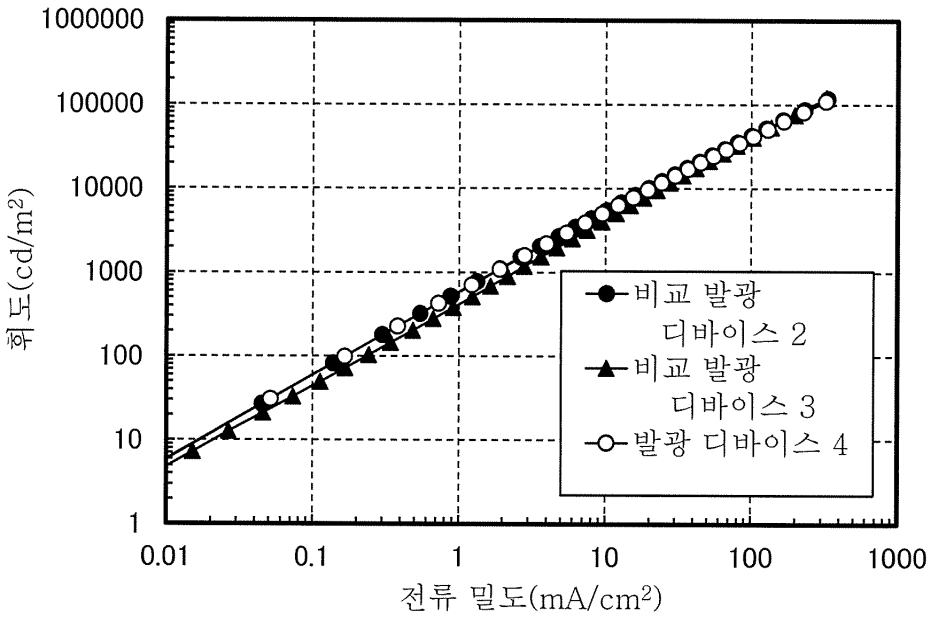
도면35


발광 강도(임의 단위)
300
400
500
600
700
800
파장(nm)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 1B

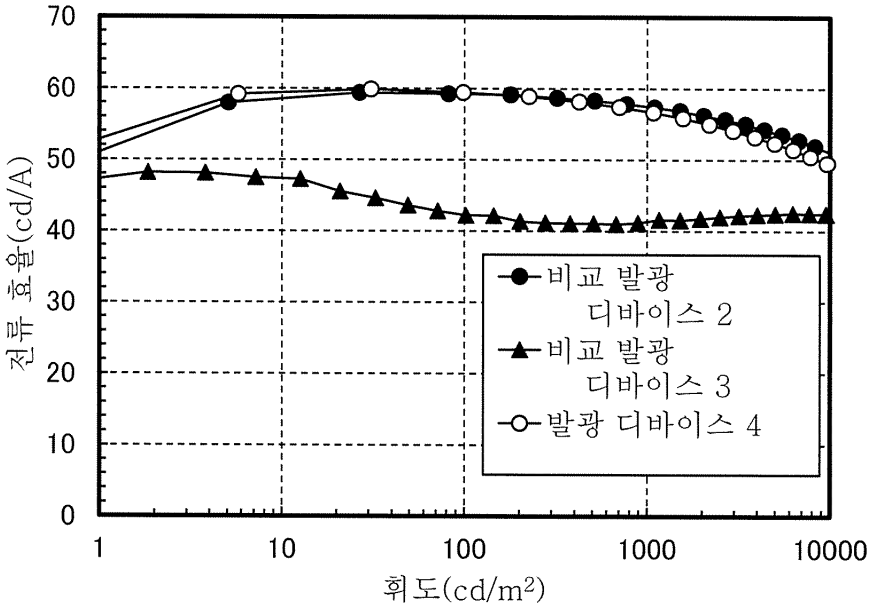
도면36


110
100
90
80
70
60
50
정규화 휘도(%)
0
200
400
600
800
1000
시간(h)
발광 디바이스 3
비교 발광 디바이스 1B

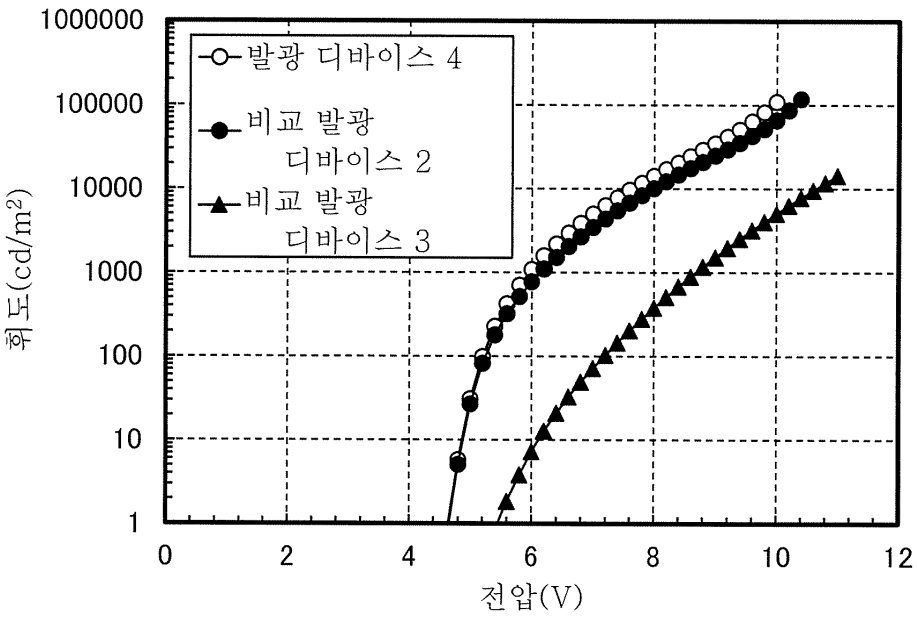
도면37


1000000
100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
전류 밀도(mA/cm²)
비교 발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 3
발광 디바이스 4

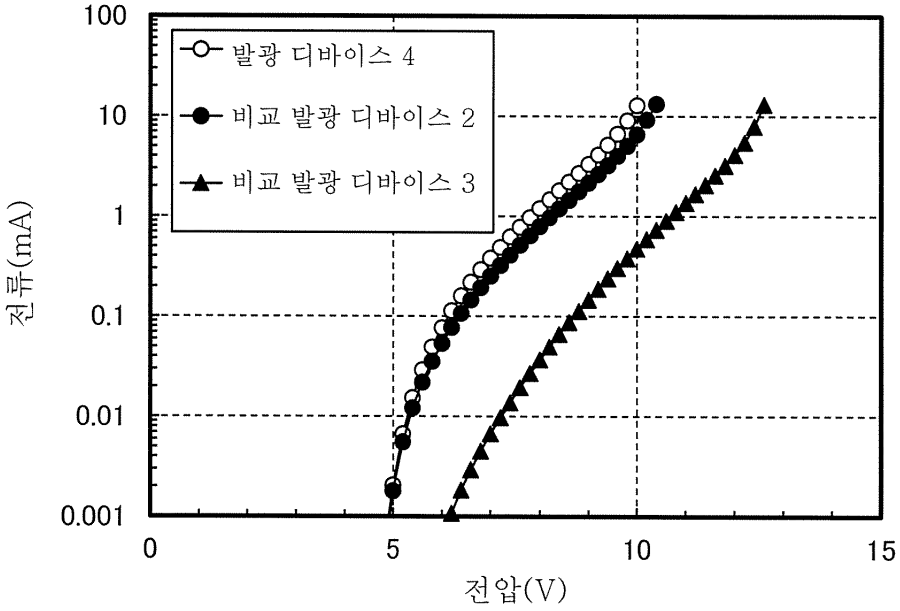
도면38


70
60
50
40
30
20
10
0
전류 효율(cd/A)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)
비교 발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 3
발광 디바이스 4

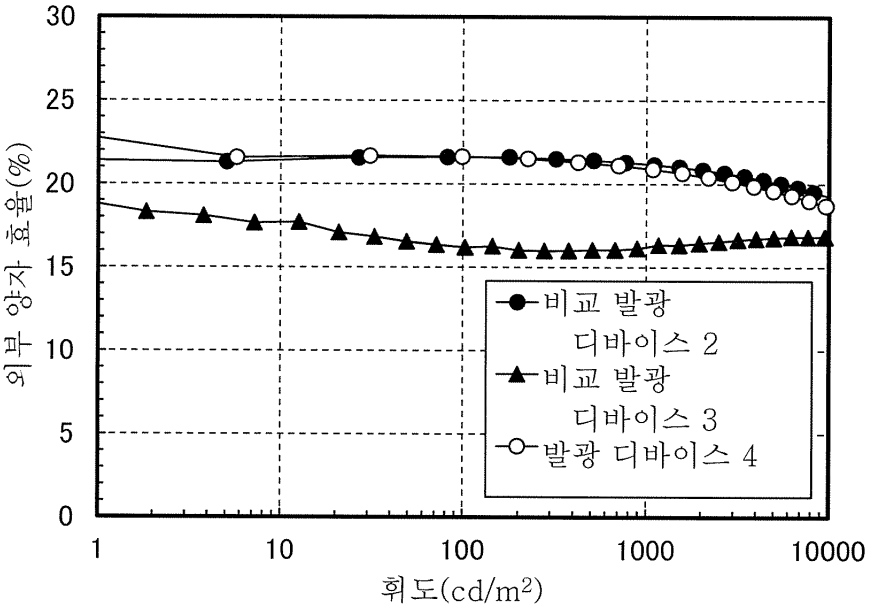
도면39


1000000
100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0
2
4
6
8
10
12
전압(V)
발광 디바이스 4
비교 발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 3

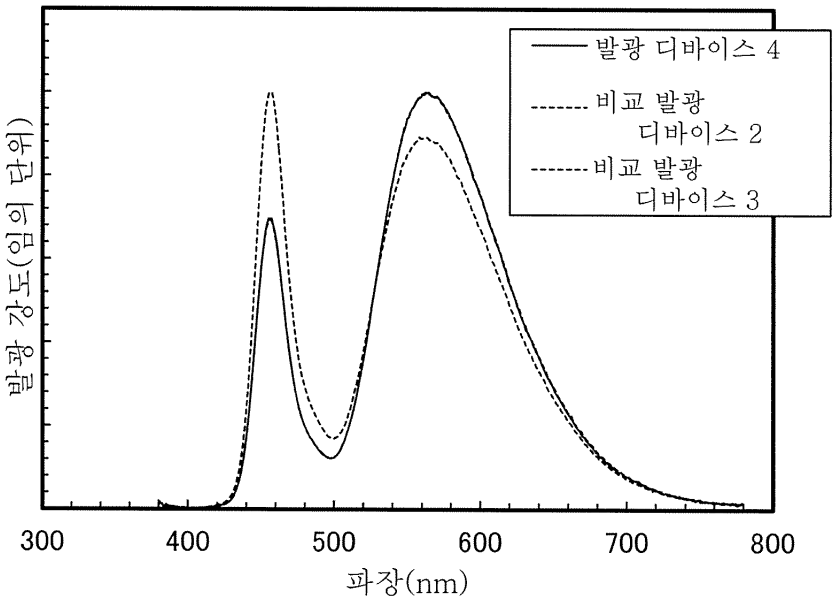
도면40


100
10
1
0.1
0.01
0.001
0
5
10
15
전류(mA)
전압(V)
발광 디바이스 4
비교 발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 3

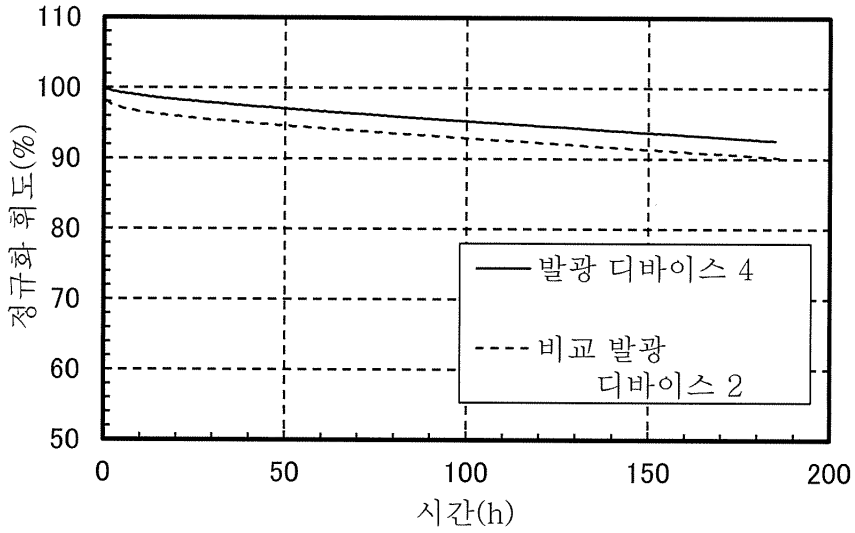
도면41


30
25
20
15
10
5
0
1
10
100
1000
10000
외부 양자 효율(%)
휘도(cd/m²)
비교 발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 3
발광 디바이스 4

도면42

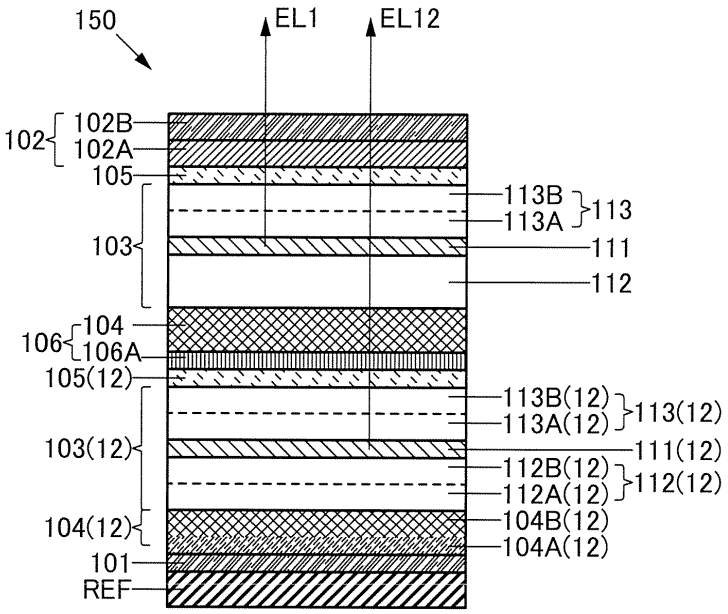

발광 디바이스 4
비교 발광 디바이스 2
비교 발광 디바이스 3
발광 강도(임의 단위)
300
400
500
600
700
800
파장(nm)

도면43

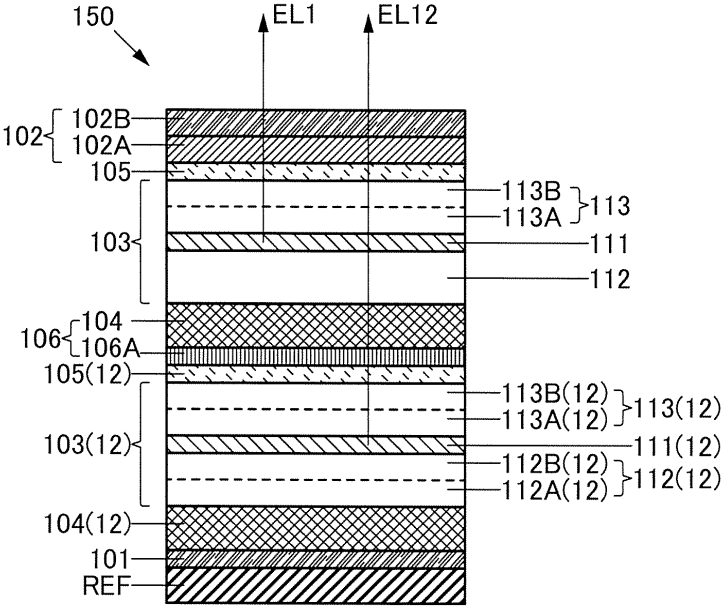

110
100
90
80
70
60
50
정규화 휘도(%)
0
50
100
150
200
시간(h)
발광 디바이스 4
비교 발광 디바이스 2

도면44

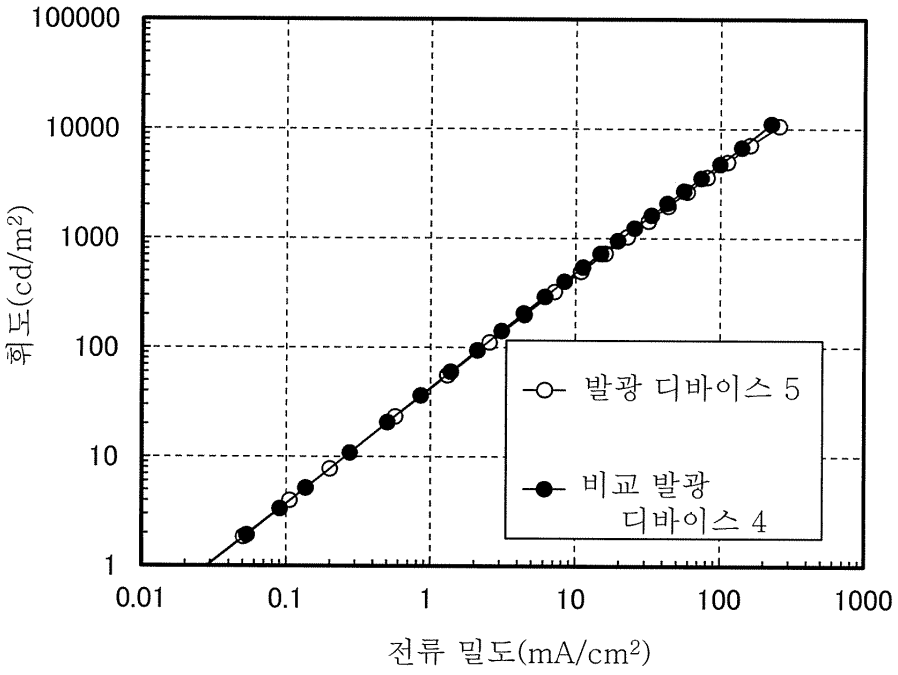
(A)


150
EL1
EL12
102
102B
102A
105
113B
113A
113
103
111
112
106
104
106A
105(12)
113B(12)
113A(12)
113(12)
103(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104(12)
104B(12)
104A(12)
101
REF

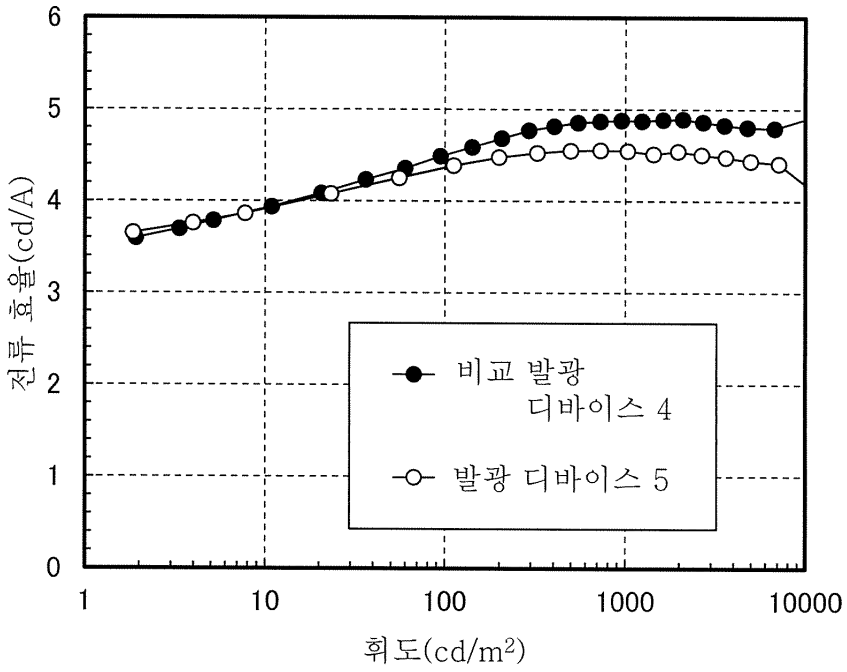
(B)


150
EL1
EL12
102
102B
102A
105
113B
113A
113
103
111
112
106
104
106A
105(12)
113B(12)
113A(12)
113(12)
103(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104(12)
101
REF

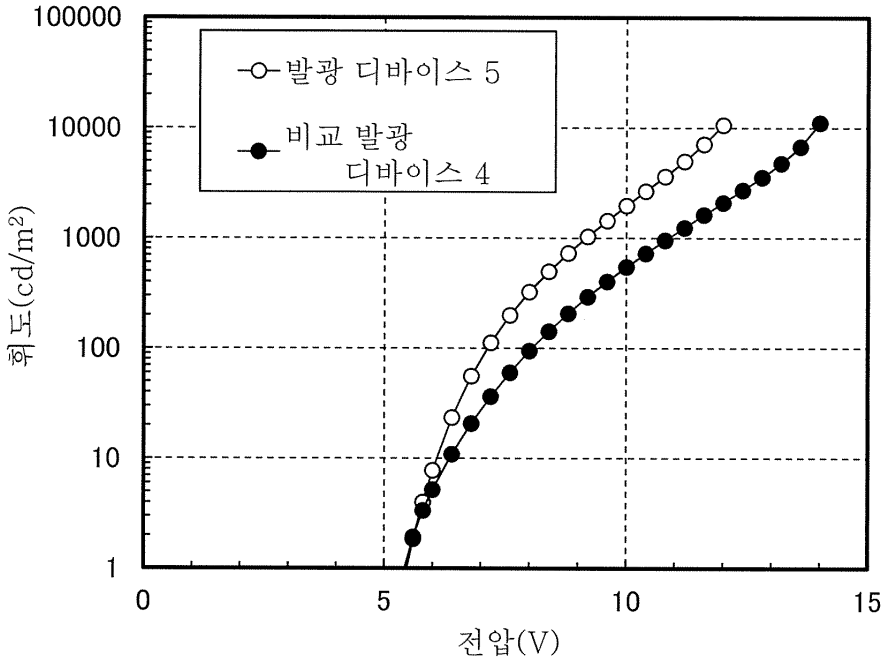
도면45


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
전류 밀도(mA/cm²)
발광 디바이스 5
비교 발광 디바이스 4

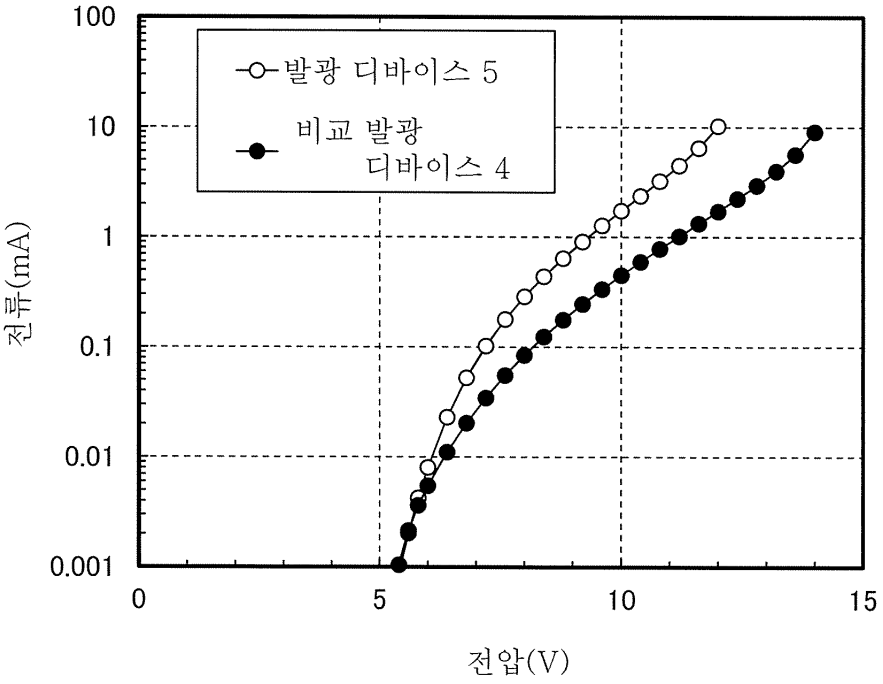
도면46


6
5
4
3
2
1
0
전류 효율(cd/A)
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m²)
비교 발광 디바이스 4
발광 디바이스 5

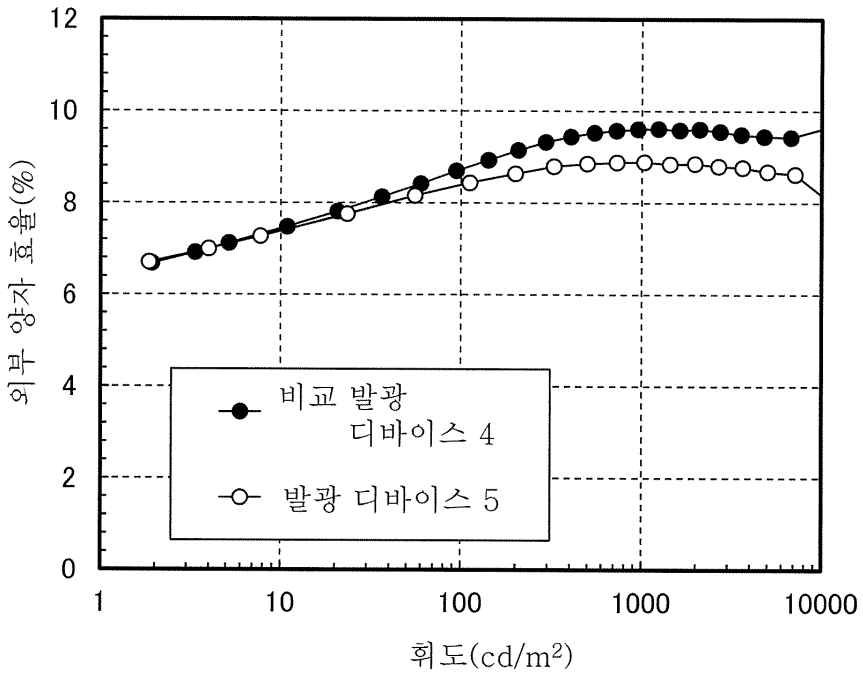
도면47


100000
10000
1000
100
10
1
휘도(cd/m²)
0
5
10
15
전압(V)
발광 디바이스 5
비교 발광 디바이스 4

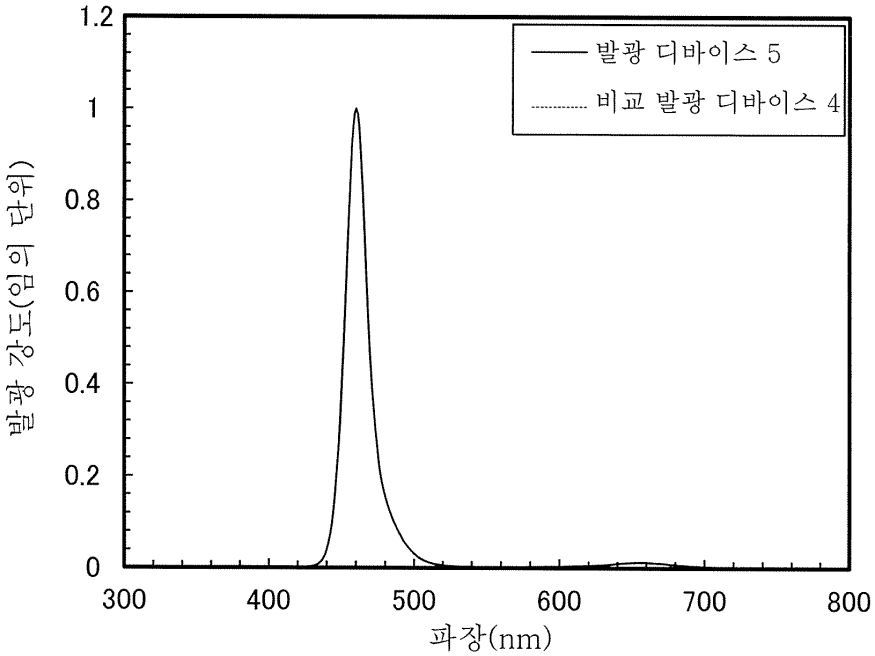
도면48


100
10
1
0.1
0.01
0.001
전류(mA)
0
5
10
15
전압(V)
발광 디바이스 5
비교 발광 디바이스 4

도면49


12
10
8
6
4
2
0
외부 양자 효율(%)
비교 발광 디바이스 4
발광 디바이스 5
1
10
100
1000
10000
휘도(cd/m2)

도면50


1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
발광 강도(임의 단위)
발광 디바이스 5
비교 발광 디바이스 4
300
400
500
600
700
800
파장(nm)

도면51

