



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0002369
(43) 공개일자 2022년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5008 (2013.01)
H01L 51/5004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7036789
(22) 출원일자(국제) 2020년04월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2021년11월10일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2020/053746
(87) 국제공개번호 WO 2020/217162
국제공개일자 2020년10월29일
(30) 우선권주장
JP-P-2019-085571 2019년04월26일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
오쿠야마 다쿠무
일본 166-0002 도쿄도 스기나미쿠 코엔지키타
2-37-14 스타쇼나도큐303
세오 히로미
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시킴가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍, 김진희

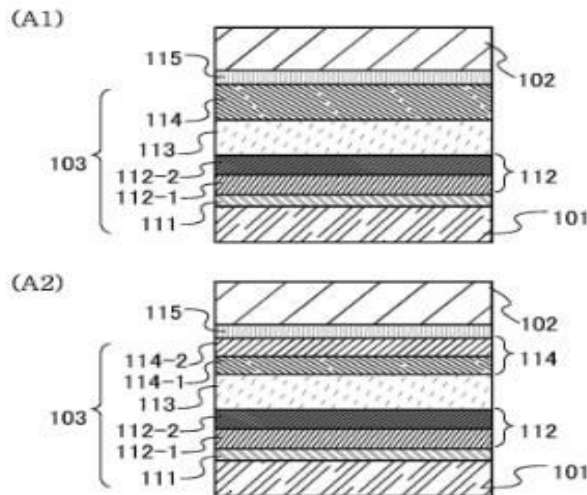
전체 청구항 수 : 총 23 항

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

(57) 요약

신규 발광 디바이스를 제공한다. 또는 발광 효율이 양호한 발광 디바이스를 제공한다. 또는 수명이 양호한 발광 디바이스를 제공한다. 또는 구동 전압이 낮은 발광 디바이스를 제공한다. 또는 표시 품질이 양호한 발광 장치를 제공한다. 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 E층을 가지고, 상기 E층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체를 포함하고, 상기 정공 주입층의 저항률이 일정 범위 내에 있는 발광 디바이스를 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 51/5072 (2013.01)

H01L 51/5088 (2013.01)

H01L 51/5237 (2013.01)

(72) 발명자

하시모토 나오아키

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

다키타 유스케

일본 230-0001 가나가와켄 요코하마시 츠루미쿠 야
코 1-20-75 조이푸루하이츠쿠로카와405

스즈키 츠네토키

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

세오 사토시

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

명세서

청구범위

청구항 1

발광 디바이스로서,

양극과,

음극과,

상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고,

상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고,

상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체를 포함하고,

상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 2

발광 디바이스로서,

양극과,

음극과,

상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고,

상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고,

상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 리간드와 1가의 금속 이온을 가지는 금속 착체를 포함하고,

상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 3

발광 디바이스로서,

양극과,

음극과,

상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고,

상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고,

상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 리간드를 가지는 리튬 착체를 포함하고,

상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 4

발광 디바이스로서,

양극과,

음극과,

상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고,

상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고,
 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료를 가지고,
 상기 전자 수송 재료의 HOMO 준위는 -6.0eV 이상이고,
 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 5

발광 디바이스로서,
 양극과,
 음극과,
 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고,
 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고,
 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료를 가지고,
 상기 전자 수송 재료는 안트라센 골격을 가지는 유기 화합물이고,
 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 6

발광 디바이스로서,
 양극과,
 음극과,
 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고,
 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고,
 상기 전자 수송층은 전계 강도 $[\text{V}/\text{cm}]$ 의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 이상 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 이하이고,
 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 7

발광 디바이스로서,
 양극과,
 음극과,
 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고,
 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고,
 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체를 가지고,
 상기 전자 수송층은 제 1 영역과 제 2 영역을 가지고,
 상기 제 1 영역은 상기 발광층과 상기 제 2 영역 사이에 위치하고,
 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도는 상이하고,
 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 영역의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도가 높은, 발광 디바이스.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 영역의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도가 높은, 발광 디바이스.

청구항 10

제 8 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 영역 또는 상기 제 2 영역에서의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도가 0인, 발광 디바이스.

청구항 11

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정공 주입층은 정공 수송 재료와 전자 수용성 재료를 가지고,

상기 전자 수용성 재료는 상기 정공 수송 재료에 대하여 전자 수용성을 나타내는 재료이고,

상기 정공 수송 재료는 HOMO 준위가 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하의 유기 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정공 수송 재료는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정공 주입층의 저항률이 $5 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 14

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^5 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인, 발광 디바이스.

청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 EL층이 상기 정공 주입층과 상기 발광층 사이에 정공 수송층을 가지는, 발광 디바이스.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 정공 수송층이 상기 정공 주입층 측에 위치하는 제 1 정공 수송층과, 상기 발광층 측에 위치하는 제 2 정공 수송층의 2층 구조인, 발광 디바이스.

청구항 17

제 16 항에 있어서,
 상기 제 2 정공 수송층이 전자 블록층의 기능을 겸비하는, 발광 디바이스.

청구항 18

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 발광층이 호스트 재료와 발광 중심 재료를 가지고,
 상기 전자 수송 재료의 전자 이동도가 상기 호스트 재료의 전자 이동도보다 작은, 발광 디바이스.

청구항 19

제 18 항에 있어서,
 상기 발광 중심 재료가 형광 발광을 나타내는, 발광 디바이스.

청구항 20

제 18 항에 있어서,
 상기 발광 중심 재료가 청색의 형광 발광을 나타내는, 발광 디바이스.

청구항 21

전자 기기로서,
 제 1 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 디바이스와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 및 마이크로폰 중 적어도 하나를 가지는, 전자 기기.

청구항 22

발광 장치로서,
 제 1 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 디바이스와, 트랜지스터 및 기판을 가지는, 발광 장치.

청구항 23

조명 장치로서,
 제 1 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 기재된 발광 디바이스와, 하우징을 가지는, 조명 장치.

발명의 설명

기술 분야

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

배경 기술

[0002] 유기 화합물을 사용한 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 소자)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 디바이스의 기본적인 구성은 발광 재료를 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 한 쌍의 전극 사이에 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가하여 캐리어를 주입하고, 상기 캐

리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.

- [0003] 이와 같은 발광 디바이스는 자발광형이기 때문에, 디스플레이의 화소로서 사용하면 액정과 비교하여 시인(視認)성이 높고 백라이트가 불필요하다는 등의 장점이 있어, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다. 또한 이와 같은 발광 디바이스를 사용한 디스플레이는 얇고 가볍게 제작할 수 있다는 것도 큰 장점이다. 또한 응답 속도가 매우 빠르다는 것도 특징 중 하나이다.
- [0004] 또한 이들 발광 디바이스는 발광층을 이차원으로 연속하여 형성할 수 있기 때문에 면발광을 얻을 수 있다. 이는 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.
- [0005] 이와 같이 발광 디바이스를 사용한 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하지만, 효율 및 수명이 더 양호한 발광 디바이스를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.
- [0006] 특허문헌 1에는 정공 주입층에 접하는 제 1 정공 수송층과 발광층 사이에, 제 1 정공 주입층의 HOMO 준위와 호스트 재료의 HOMO 준위 사이의 HOMO 준위를 가지는 정공 수송성 재료를 제공하는 구성이 개시되어 있다.
- [0007] 발광 디바이스의 특성은 현저하게 향상되어 왔지만, 효율이나 내구성을 비롯하여 각종 특성에 대한 고도한 요구에 대응하기에는 아직 불충분하다고 할 수 밖에 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 국제공개공보 W02011/065136호 팜플릿

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 그래서 본 발명의 일 형태에서는 신규 발광 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 발광 효율이 양호한 발광 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 수명이 양호한 발광 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 구동 전압이 낮은 발광 디바이스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 표시 품질이 양호한 발광 장치를 제공할 수 있다.
- [0010] 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 소비 전력이 작은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 본 발명은 상술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 되는 것으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 형태는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체를 포함하고, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0013] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 리간드와 1가의 금속 이온을 가지는 금속 착체를 포함하고, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0014] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 리간드를 가지는 리튬 착체를 포함하고, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega$

· cm] 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.

- [0015] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료를 가지고, 상기 전자 수송 재료의 HOMO 준위는 -6.0eV 이상이고, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0016] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료를 가지고, 상기 전자 수송 재료는 안트라센 골격을 가지는 유기 화합물이고, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0017] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600 일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 이상 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 이하이고, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0018] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극 사이에 위치하는 EL층을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층과, 발광층과, 전자 수송층을 가지고, 상기 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체를 가지고, 상기 전자 수송층은 제 1 영역과 제 2 영역을 가지고, 상기 제 1 영역은 상기 발광층과 상기 제 2 영역 사이에 위치하고, 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도는 상이하고, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0019] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 제 1 영역의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도가 높은 발광 디바이스이다.
- [0020] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 제 2 영역의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도가 높은 발광 디바이스이다.
- [0021] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 제 1 영역 또는 상기 제 2 영역에서의 상기 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체의 농도가 0인 발광 디바이스이다.
- [0022] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 정공 주입층은 정공 수송 재료와 전자 수용성 재료를 가지고, 상기 전자 수용성 재료는 상기 정공 수송 재료에 대하여 전자 수용성을 나타내는 재료이고, 상기 정공 수송 재료는 HOMO 준위가 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하의 유기 화합물인 발광 디바이스이다.
- [0023] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 정공 수송 재료는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0024] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 정공 주입층의 저항률이 $5 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0025] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^5 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 발광 디바이스이다.
- [0026] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 EL층이 상기 정공 주입층과 상기 발광층 사이에 정공 수송층을 가지는 발광 디바이스이다.
- [0027] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 정공 수송층이 상기 정공 주입층 측에 위치하는 제 1 정공 수송층과, 상기 발광층 측에 위치하는 제 2 정공 수송층의 2층 구조인 발광 디바이스이다.
- [0028] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 제 2 정공 수송층이 전자 블록층의 기능을 겸비하는 발광 디바이스이다.
- [0029] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 발광층이 호스트 재료와 발광 중심 재료를 가지고,

상기 전자 수송 재료의 전자 이동도가 상기 호스트 재료의 전자 이동도보다 작은 발광 디바이스이다.

- [0030] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 발광 중심 재료가 형광 발광을 나타내는 발광 디바이스이다.
- [0031] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 발광 중심 재료가 청색의 형광 발광을 나타내는 발광 디바이스이다.
- [0032] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 위에서 기재한 발광 디바이스와, 센서, 조작 버튼, 스피커, 및 마이크로폰 중 적어도 하나를 가지는 전자 기기이다.
- [0033] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 위에서 기재한 발광 디바이스와, 트랜지스터 및 기관을 가지는 발광 장치이다.
- [0034] 또는 본 발명의 다른 일 형태는 위에서 기재한 발광 디바이스와, 하우징을 가지는 조명 장치이다.
- [0035] 또한 본 명세서에서의 발광 장치란, 발광 디바이스를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한 발광 디바이스에 커넥터, 예를 들어 이방 도전성 필름 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TCP 끝에 인쇄 배선판이 제공된 모듈, 또는 발광 디바이스에 COG(Chip On Glass) 방식으로 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 발광 장치에 포함되는 경우가 있다. 또한 조명 기구 등은 발광 장치를 가지는 경우가 있다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명의 일 형태에서는 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 수명이 양호한 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 발광 효율이 양호한 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는 표시 품질이 양호한 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 구동 전압이 낮은 발광 디바이스를 제공할 수 있다.
- [0037] 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 신뢰성이 높은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공할 수 있다. 또는 본 발명의 다른 일 형태에서는 소비 전력이 작은 발광 장치, 전자 기기, 및 표시 장치를 각각 제공할 수 있다.
- [0038] 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 기재에서 저절로 명백해질 것이고, 명세서, 도면, 청구항 등의 기재에서 이들 외의 효과를 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1의 (A1), (A2), (B), 및 (C)는 발광 디바이스의 개략도이다.
- 도 2의 (A1), (A2), (B1), 및 (B2)는 전자 수송층에서의 제 8 물질의 농도 분포에 대하여 나타낸 도면이다.
- 도 3의 (A) 및 (B)는 발광 디바이스의 재결합 영역에 대하여 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 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 8의 (A), (B1), (B2), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 9의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 12는 차재 표시 장치 및 조명 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 13의 (A) 및 (B)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 14의 (A), (B), 및 (C)는 전자 기기를 나타낸 도면이다.
- 도 15는 발광 디바이스 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 및 비교 발광 디바이스의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 도면이다.

- 도 16은 발광 디바이스 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 및 비교 발광 디바이스의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 17은 발광 디바이스 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 및 비교 발광 디바이스의 휘도-전압 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 18은 발광 디바이스 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 및 비교 발광 디바이스의 전류-전압 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 19는 발광 디바이스 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 및 비교 발광 디바이스의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 20은 발광 디바이스 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 및 비교 발광 디바이스의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- 도 21은 발광 디바이스 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 및 비교 발광 디바이스의 정규화 휘도-시간 변화 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 22의 (A)는 시료 1-1, 1-2, 1-3, 2-1, 2-2, 및 3-1의 저항률, 도 22의 (B)는 전기 전도율을 나타낸 도면이다.
- 도 23은 측정용 소자의 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 24는 측정용 소자의 전류 밀도-전압 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 25는 직류 전원 7.0V에서의 ZADN:Liq(1:1)의 산출된 커패시턴스 C의 주파수 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 26은 직류 전압 7.0V에서의 ZADN:Liq(1:1)의 $-\Delta B$ 의 주파수 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 27은 각 유기 화합물에서의 전자 이동도의 전계 강도 의존 특성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 이하에서, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 자세히 설명한다. 다만 본 발명은 아래의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있는 것은 통상의 기술자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 아래에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정되어 해석되는 것은 아니다.
- [0041] (실시형태 1)
- [0042] 도 1의 (A1), (A2)에 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 나타내었다. 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 양극(101), 음극(102), 및 EL층(103)을 가지고, 상기 EL층은 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 및 전자 수송층(114)을 가진다. 또한 정공 수송층(112)은 제 1 정공 수송층(112-1) 및 제 2 정공 수송층(112-2)을 가지고, 전자 수송층(114)은 도 1의 (A2)와 같이 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2)을 가지는 것이 바람직하다.
- [0043] 또한 도 1의 (A1), (A2)에서의 EL층(103)에는 이들에 더하여 전자 주입층(115)이 도시되어 있지만 발광 디바이스의 구성은 이에 한정되지 않는다. 상술한 구성을 가지지만 하면 다른 기능을 가지는 층이 포함되어도 좋다.
- [0044] 여기서 크로스토크 억제 효과를 고려하면 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서의 정공 주입층(111)의 저항률은 높을수록 좋다. 그러나 저항률이 지나치게 높으면 정공 주입이 방해되어 수명이 양호한 발광 디바이스를 얻을 수 없다는 것이 발견되었다. 따라서 상기 정공 주입층(111)을 구성하는 재료의 저항률은 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 것이 바람직하다. 상기 발광 디바이스는 수명이 양호하고, 또한 상기 발광 디바이스가 사용된 발광 장치는 크로스토크가 억제되며 표시 품질이 양호한 발광 장치로 할 수 있다.
- [0045] 또한 크로스토크 억제 효과의 관점에서는, 상기 저항률은 $5 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 것이 바람직하고, $1 \times 10^5 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 것이 더 바람직하다.
- [0046] 정공 주입층(111)은 EL층(103)에 정공을 주입하기 쉽게 하기 위한 층이고, 정공 주입성이 높은 재료를 사용하여 구성된다. 정공 주입층(111)은 단독의 재료로 구성되어도 좋지만 제 1 물질과 제 2 물질이 포함된 재료로 구성되는 것이 바람직하다. 제 1 물질은 액셉터성 물질이며 제 2 물질에 대하여 전자 수용성을 나타내는 물질이다. 또한 제 2 물질은 정공 수송 재료이고 그 HOMO 준위는 -5.7eV 이상 -5.4eV 이하로 비교적 깊은 것이 바람직하다. 제 2 물질이 비교적 깊은 HOMO 준위를 가지면, 유발된 정공을 정공 수송층(112)에 주입하기 쉽게 되고, 한편으로 정공의 유발 자체는 적절히 억제되기 때문에 크로스토크가 발생하지 않을 정도로 저항률을 높일

수 있다.

[0047]

제 1 물질로서는 무기 화합물과 유기 화합물의 어느 쪽을 사용하여도 좋지만, 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠이나 사이아노기)를 가지는 유기 화합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 제 1 물질로서는 이러한 물질 중에서 상기 제 2 물질에 대하여 전자 수용성을 나타내는 물질을 적절히 선택하면 좋다. 이러한 유기 화합물로서는 예를 들어, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라사이아노-나프토퀴노다이메테인(약칭: F₆-TCNNQ), 2-(7-다이사이아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-피렌-2-일리덴)말로노나이트릴 등을 들 수 있다. 특히 HAT-CN과 같이, 헤테로 원자를 복수로 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물이 열적으로 안정되어 있어 바람직하다. 또한 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠이나 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높기 때문에 바람직하고, 구체적으로는 a, a', a"-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], a, a', a"-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], a, a', a"-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리덴트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 들 수 있다. 제 1 물질이 무기 화합물인 경우, 전이 금속 산화물을 사용할 수도 있다. 특히 원소 주기율표에서의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물이 적합하고, 상기 원소 주기율표에서의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물로서는 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄 등이 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0048]

제 2 물질은 정공 수송 재료이고, 정공 수송성을 가지는 유기 화합물인 것이 바람직하고, 카바졸 골격, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 안트라센 골격 중 어느 것을 가지는 것이 더 바람직하다. 특히 다이벤조퓨란 고리 또는 다이벤조싸이오펜 고리를 포함하는 치환기를 가지는 방향족 아민, 나프탈렌 고리를 가지는 방향족 모노아민이 바람직하고, 또는 9-플루오렌일기가 아릴렌기를 통하여 아민의 질소에 결합하는 방향족 모노아민이어도 좋다. 또한 이들 제 2 물질이 N,N-비스(4-바이페닐)아미노기를 가지는 물질이면 수명이 양호한 발광 디바이스를 제작할 수 있기 때문에 바람직하다. 상기와 같은 제 2 물질로서는 구체적으로는 N-(4-바이페닐)-6,N-다이페닐벤조[b]나프토티[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BnfABP), N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토티[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf), 4,4'-비스(6-페닐벤조[b]나프토티[1,2-d]퓨란-8-일-4"-페닐트라이페닐아민(약칭: BnfBB1BP), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토티[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: BBABnf(6)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토티[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf(8)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토티[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: BBAαNB), 4,4'-다이페닐-4"-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBAαNB-03), 4,4'-다이페닐-4"-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAPβNB-03), 4,4'-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: TPBiβNB), 4-(3-바이페닐릴)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4"-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiβNBi), 4-(4-바이페닐릴)-4'-[4-(2-나프틸)페닐]-4"-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiβNBi), 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: αFBiSF), 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]트

라이페닐아민(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: PCBABB), 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) 등을 들 수 있다.

- [0049] 또한 제 2 물질은 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 정공 이동도가 $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 이하인 것이 바람직하다.
- [0050] 정공 주입층(111)에서의 제 2 물질과 제 1 물질의 조성은 1:0.01 내지 1:0.15(중량비)인 것이 바람직하다. 또한 더 바람직하게는 1:0.01 내지 1:0.1(중량비)이다.
- [0051] 정공 수송층(112)은 제 1 정공 수송층(112-1)과 제 2 정공 수송층(112-2)을 가지는 것이 바람직하다. 제 1 정공 수송층(112-1)은 제 2 정공 수송층(112-2)보다 양극(101) 측에 위치하는 것으로 한다. 또한 제 2 정공 수송층(112-2)은 전자 블록층의 기능을 겸비하는 경우도 있다.
- [0052] 제 1 정공 수송층(112-1)은 제 3 물질을 가지고, 제 2 정공 수송층(112-2)은 제 4 물질을 가진다.
- [0053] 제 3 물질 및 제 4 물질은 정공 수송성을 가지는 유기 화합물인 것이 바람직하다. 제 3 물질 및 제 4 물질은 상기 제 2 물질로서 사용할 수 있는 유기 화합물로서 든 물질을 마찬가지로 사용할 수 있다.
- [0054] 제 2 물질의 HOMO 준위와 제 3 물질의 HOMO 준위에서는 제 3 물질의 HOMO 준위가 더 깊고, 그 차이가 0.2eV 이하가 되도록 각각 재료를 선택하는 것이 바람직하다.
- [0055] 또한 제 3 물질의 HOMO 준위와 제 4 물질의 HOMO 준위에서는 제 4 물질의 HOMO 준위가 더 깊은 것이 바람직하다. 또한 그 차이가 0.2eV 이하가 되도록 각각 재료를 선택하면 좋다. 제 2 물질 내지 제 4 물질의 HOMO 준위가 상술한 바와 같은 관계에 있는 것으로 각 층에 정공이 원활하게 주입되어, 구동 전압의 상승이나 발광층에서의 정공의 과소 상태를 방지할 수 있다.
- [0056] 또한 제 2 물질 내지 제 4 물질은 각각 정공 수송성 골격을 가지는 것이 바람직하다. 상기 정공 수송성 골격으로서 이들 유기 화합물의 HOMO 준위가 지나치게 낮아지지 않는 카바졸 골격, 다이벤조퓨란 골격, 다이벤조싸이오펜 골격, 및 안트라센 골격이 바람직하다. 또한 인접한 층들의 재료(예를 들어 제 2 물질과 제 3 물질 또는 제 3 물질과 제 4 물질)에 상기 정공 수송성 골격이 공통적으로 포함되어 있으면, 정공의 주입이 원활하게 되어 바람직하다. 특히 상기 정공 수송성 골격으로서 다이벤조퓨란 골격이 바람직하다.
- [0057] 또한 인접한 층들에 포함되는 재료(예를 들어 제 2 물질과 제 3 물질 또는 제 3 물질과 제 4 물질)가 같은 재료이면, 정공의 주입이 더 원활하게 되어 바람직하다. 특히 제 2 물질과 제 3 물질이 같은 재료인 구성이 바람직하다.
- [0058] 발광층(113)은 제 5 물질과 제 6 물질을 가진다. 제 5 물질은 발광 중심 물질이고, 제 6 물질은 제 5 물질을 분산시키기 위한 호스트 재료이다. 또한 발광층(113)은 제 5 물질도 제 6 물질도 아닌 기타 재료를 동시에 포함하여도 좋다. 또한 조성이 다른 2층의 적층이어도 좋다.
- [0059] 발광 중심 재료는 형광 발광 물질이어도 좋고, 인광 발광 물질이어도 좋고, 열 활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 물질이어도 좋고, 그 외의 발광 재료이어도 좋다. 또한 단층이어도 좋고, 복수의 층으로 이루어져도 좋다. 또한 본 발명의 일 형태는 발광층(113)이 형광 발광을 나타내는 층, 특히 청색 형광 발광을 나타내는 층인 경우에 더 적합하게 적용할 수 있다.
- [0060] 발광층(113)에서 형광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료의 예로서는 다음과 같은 것을 들 수 있다. 또한 이들 외의 형광 발광 물질도 사용할 수 있다.
- [0061] 5,6-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAP2BPy), 5,6-비스[4'-(10-페닐-9-안트릴)바이페닐-4-일]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAPP2BPy), N,N'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스틸벤-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-

카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 페틸렌, 2,5,8,11-테트라-tert-뷰틸페틸렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), N,N''-(2-tert-뷰틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPP), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPP), N,N,N',N',N'',N'',N''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린30, 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), 쿠마린545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-(2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일)-6-메틸-4H-피란-4-일리텐)프로페인다이나이트릴(약칭: DCM1), 2-(2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-피란-4-일리텐)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-일리텐)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-일리텐)프로페인다이나이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스[2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일]-4H-피란-4-일리텐)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-일리텐}프로페인다이나이트릴(약칭: BisDCJTM), N,N'-다이페닐-N,N'-(1,6-피렌-다이일)비스[(6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03), 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), 3,10-비스[N-(다이벤조퓨란-3-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10FrA2Nbf(IV)-02) 등을 들 수 있다. 특히 1,6FLPAPrn, 1,6MemFLPAPrn, 1,6BnfAPrn-03과 같은 피렌다이아민 화합물로 대표되는 축합 방향족 다이아민 화합물은 정공 트랩성이 높고, 발광 효율이나 신뢰성이 우수하기 때문에 바람직하다.

[0062] 발광층(113)에서 발광 중심 재료로서 인광 발광 물질을 사용하는 경우, 사용할 수 있는 재료의 예로서는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

[0063] 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN2]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(mptz-dmp)₃]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)₃]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)₃])과 같은 4H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)₃]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)₃])과 같은 1H-트리아졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, fac-트리스[(1-2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)₃]), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)₃])과 같은 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]피리디네이토-N,C^{2'}}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)피리디네이토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac)와 같은 전자 흡인기를 가지는 페닐피리딘 유도체를 리간드로 하는 유기 금속 이리듐 착체를 들 수 있다. 이들은 청색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 440nm 내지 520nm에 발광 피크를 가지는 화합물이다.

[0064] 또한 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)₃]), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐피리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₃]), (아세틸아세토네이토)비스(6-메틸-4-페닐피리미디네이토)이리듐(III)

(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{nbppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mpmppm})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(4,6-다이페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이트)비스(3,5-다이메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$), (아세틸아세토네이트)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(2-페닐피리디네이트- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$), 비스(2-페닐피리디네이트- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$), 비스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$), 트리스(2-페닐퀴놀리네이트- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$), 비스(2-페닐퀴놀리네이트- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)와 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 트리스(아세틸아세토네이트)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 주로 녹색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 500nm 내지 600nm에 발광 피크를 가진다. 또한 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는 신뢰성이나 발광 효율도 매우 우수하기 때문에 특히 바람직하다.

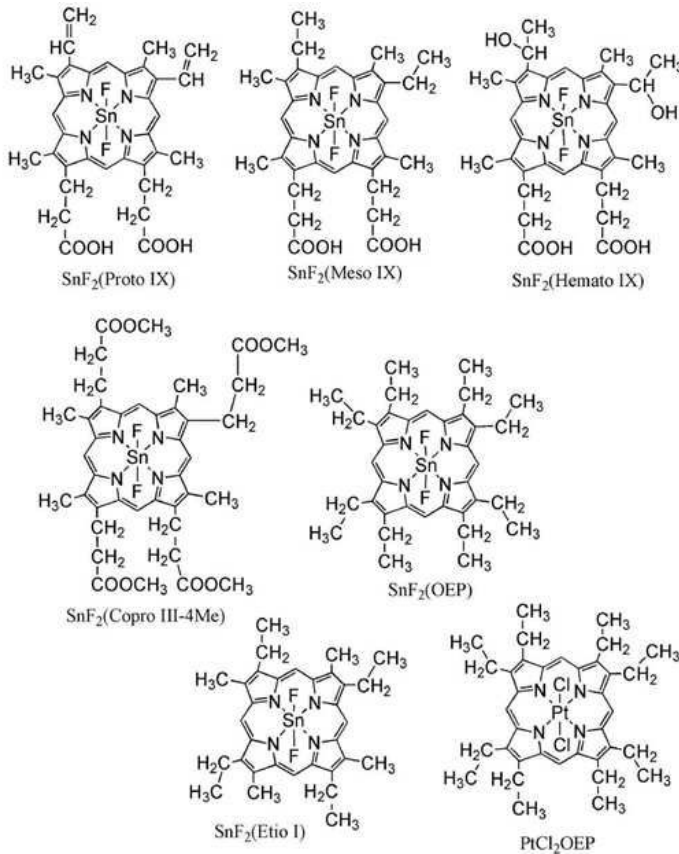
[0065] 또한(다이아이소부틸메타네이트)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이트](다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$),

비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이트](다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{dlnpm})_2(\text{dpm})]$)과 같은 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이트)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)(다이피발로일메타네이트)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$), (아세틸아세토네이트)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리네이트]이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)과 같은 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이트- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이트- $\text{N},\text{C}^{2'}$)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)와 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP)과 같은 백금 착체나, 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이트)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이트](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$)과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 적색 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 600nm 내지 700nm에 발광 피크를 가진다. 또한 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체로부터는 색도가 좋은 적색 발광을 얻을 수 있다.

[0066] 또한 상술한 인광성 화합물 외에, 공지의 인광성 발광 재료를 선택하여 사용하여도 좋다.

[0067] TADF 재료로서는 풀러렌 및 그 유도체, 아크리딘 및 그 유도체, 에오신 유도체 등을 사용할 수 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린을 들 수 있다. 상기 금속 함유 포르피린으로서의 예를 들어 아래의 구조식으로 나타내어지는 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$), 헤마토포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$), 코프로포르피린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{OEP})$), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(PtCl_2OEP) 등도 들 수 있다.

[0068] [화학식 1]



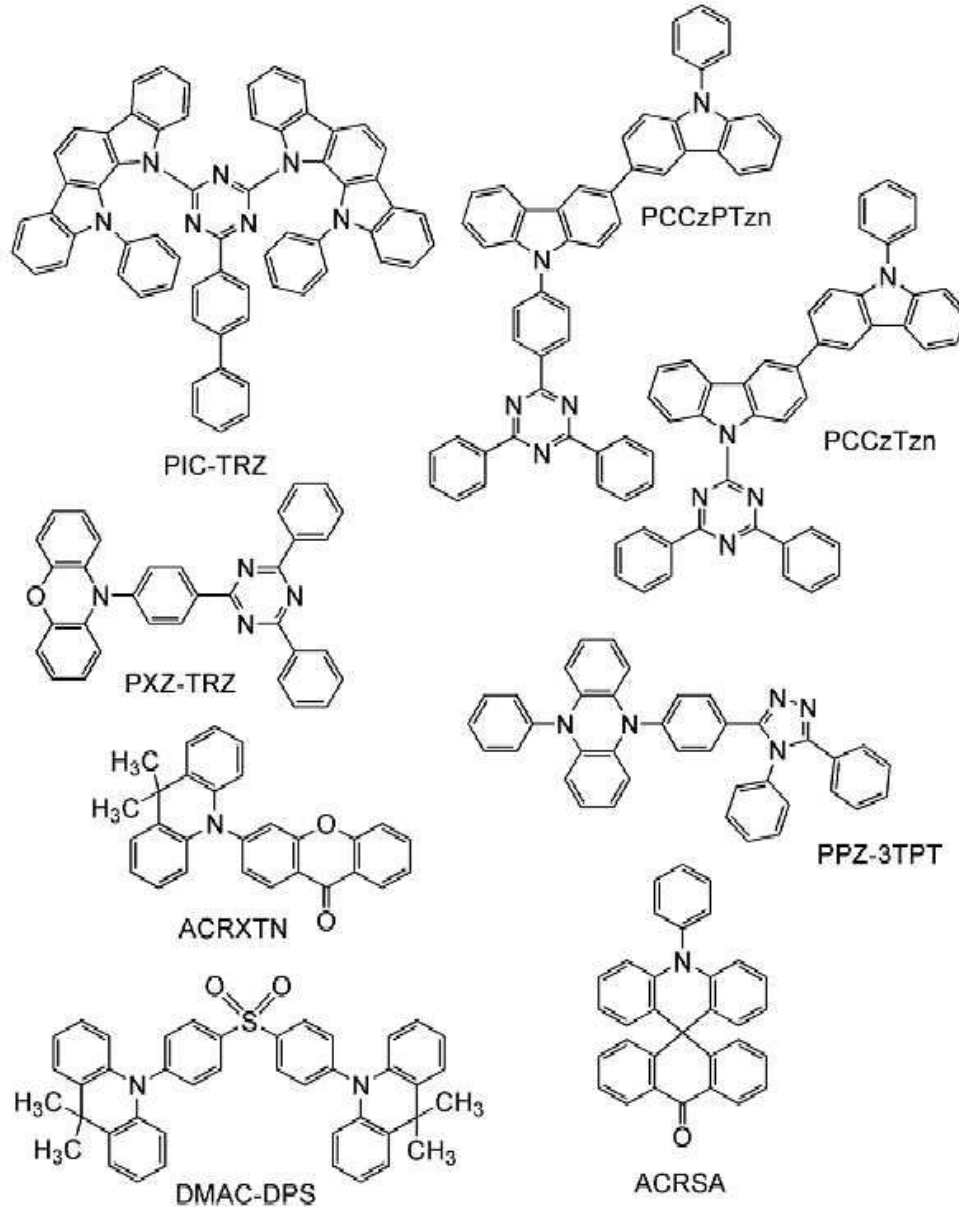
[0069]

[0070]

또한 이하의 구조식으로 나타내어지는 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(약칭: PIC-TRZ)이나, 9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzTzn), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트리아진(약칭: PPZ-3TPT), 3-(9,9-다이메틸-9H-아크리딘-10-일)-9H-크산텐-9-온(약칭: ACRXTN), 비스[4-(9,9-다이메틸-9,10-다이하이드로아크리딘)페닐]셀폰(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA) 등의 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 중 한쪽 또는 양쪽을 가지는 헤테로 고리 화합물도 사용할 수 있다. 상기 헤테로 고리 화합물은 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 포함하기 때문에, 전자 수송성 및 정공 수송성이 모두 높아 바람직하다. 이들 중에서도, π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 포함하는 골격 중, 피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격), 및 트리아진 골격은 안정적이고 신뢰성이 양호하기 때문에 바람직하다. 특히 벤조퓨로피리미딘 골격, 벤조티에노피리미딘 골격, 벤조퓨로피라진 골격, 벤조티에노피라진 골격은 억셉터성이 높고 신뢰성이 양호하므로 바람직하다. 또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리를 포함하는 골격 중에서도, 아크리딘 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격, 퓨란 골격, 싸이오펜 골격, 및 피롤 골격은 안정적이고 신뢰성이 양호하기 때문에, 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. 또한 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은, π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 전자 공여성과 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리의 전자 수용성이 모두 강해지고, S1 준위와 T1 준위의 에너지 차이가 작아지기 때문에, 열 활성화 지연 형광을 효율적으로 얻을 수 있어 특히 바람직하다. 또한 π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 대신에, 사이아노기와 같은 전자 흡인기가 결합된 방향족 고리를 사용하여도 좋다. 또한 π 전자 과잉형 골격으로서 방향족 아민 골격, 페나진 골격 등을 사용할 수 있다. 또한 π 전자 부족형 골격으로서 크산텐 골격, 싸이오크산텐다이옥사이드 골격, 옥사다이아졸 골격, 트리아졸 골격, 이미다졸 골격, 안트라퀴논 골격, 페닐보레인이나 보레인트렌 등의 붕소를 포함하는 골격, 벤조나이트릴 또는

사이아노벤젠 등의 나이트릴기 또는 사이아노기를 가지는 방향족 고리나 헤테로 방향족 고리, 벤조페논 등의 카보닐 골격, 포스핀옥사이드 골격, 설펜 골격 등을 사용할 수 있다. 이와 같이, π 전자 부족형 헤테로 방향족 고리 및 π 전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 중 적어도 하나 대신에 π 전자 부족형 골격 및 π 전자 과잉형 골격을 사용할 수 있다.

[0071] [화학식 2]



[0072]

[0073] 또한 TADF 재료는, S1 준위와 T1 준위의 차이가 작고, 역항간 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(역항간 교차)할 수 있고, 단일항 여기 상태를 효율적으로 생성할 수 있다. 또한 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있다.

[0074] 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.

[0075] 또한 T1 준위의 지표로서는 저온(예를 들어 77K 내지 10K)에서 관측되는 인광 스펙트럼을 사용하면 좋다. TADF 재료는, 그 형광 스펙트럼의 단파장 측의 테일(tail)에서 접선을 긋고, 그 외삽선의 파장의 에너지를 S1 준위로 하고, 인광 스펙트럼의 단파장 측의 테일에서 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.

[0076] 또한 TADF 재료를 발광 중심 재료로서 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.

[0077] 발광층의 호스트 재료로서는 전자 수송성을 가지는 재료나 정공 수송성을 가지는 재료, 상기 TADF 재료 등 다양한 캐리어 수송 재료를 사용할 수 있다.

[0078] 정공 수송성을 가지는 재료로서는 아민 골격이나 π 전자 과잉형 헥테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 바람직하다. 예를 들어 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 4,4'-다이페닐-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBI1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 9,9'-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등의 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나, 1,3-비스(N-카바졸릴)벤젠(약칭: mCP), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 3,6-비스(3,5-다이페닐페닐)-9-페닐카바졸(약칭: CzTP), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP) 등의 카바졸 골격을 가지는 화합물이나, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 싸이오펜 골격을 가지는 화합물이나, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBI-II) 등의 퓨란 골격을 가지는 화합물이 있다. 상술한 것 중에서도 방향족 아민 골격을 가지는 화합물이나 카바졸 골격을 가지는 화합물은 신뢰성이 양호하고, 정공 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한 상기 제 2 물질의 예로서 든 정공 수송 재료도 사용할 수 있다.

[0079] 전자 수송성을 가지는 재료로서는 예를 들어, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)(4-페닐페놀레이트)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이트)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체나, π 전자 부족형 헥테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물이 바람직하다. π 전자 부족형 헥테로 방향족 고리 골격을 가지는 유기 화합물로서는 예를 들어, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다리아졸(약칭: PBD), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다리아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다리아졸-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: mDBTBI-II) 등의 폴리아졸 골격을 가지는 헥테로 고리 화합물이나, 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mCzBPDBq), 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II) 등의 다이아진 골격을 가지는 헥테로 고리 화합물이나, 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 골격을 가지는 헥테로 고리 화합물을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도 다이아진 골격을 가지는 헥테로 고리 화합물이나 피리딘 골격을 가지는 헥테로 고리 화합물은 신뢰성이 양호하기 때문에 바람직하다. 특히 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 가지는 헥테로 고리 화합물은 전자 수송성이 높아 구동 전압 저감에도 기여한다.

[0080] 호스트 재료로서 사용할 수 있는 TADF 재료로서는 위에서 TADF 재료로서 든 것을 마찬가지로 사용할 수 있다. TADF 재료를 호스트 재료로서 사용하면 TADF 재료로 생성된 삼중항 여기 에너지가 역항간 교차에 의하여 단일항 여기 에너지로 변환되고, 그리고 발광 중심 물질로 에너지 이동됨으로써 발광 디바이스의 발광 효율을 높일 수 있다. 이때 TADF 재료가 에너지 도너로서 기능하고, 발광 중심 물질이 에너지 억셉터로서 기능한다.

[0081] 이는 상기 발광 중심 물질이 형광 발광 물질인 경우에 매우 효과적이다. 또한 이때 높은 발광 효율을 얻기 위해서는 TADF 재료의 S1 준위는 형광 발광 물질의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 TADF 재료의 T1 준

위는 형광 발광 물질의 S1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 따라서 TADF 재료의 T1 준위는 형광 발광 물질의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다.

[0082] 또한 형광 발광 물질의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 겹치는 발광을 나타내는 TADF 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이로써 TADF 재료로부터 형광 발광 물질로의 여기 에너지의 이동이 더 원활하게 수행되어, 발광을 효율적으로 얻을 수 있어 바람직하다.

[0083] 또한 역항간 교차에 의하여 삼중항 여기 에너지로부터 단일항 여기 에너지가 효율적으로 생성되기 위해서는 TADF 재료에서 캐리어 재결합이 발생하는 것이 바람직하다. 또한 TADF 재료에서 생성한 삼중항 여기 에너지가 형광 발광 물질의 삼중항 여기 에너지로 이동되지 않는 것이 바람직하다. 그러기 위해서는 형광 발광 물질은 형광 발광 물질이 가지는 발광단(발광의 원인이 되는 골격)의 주위에 보호기를 가지는 것이 바람직하다. 상기 보호기로서는 π 결합을 가지지 않는 치환기가 바람직하고, 포화 탄화수소가 바람직하고, 구체적으로는 탄소수 3 이상 10 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 3 이상 10 이하의 사이클로알킬기, 탄소수 3 이상 10 이하의 트라이알킬실릴기를 들 수 있고, 보호기가 복수 있는 것이 더 바람직하다. π 결합을 가지지 않는 치환기는 캐리어를 수송하는 기능이 부족하기 때문에 캐리어 수송이나 캐리어 재결합에 영향을 거의 미치지 않고, TADF 재료와 형광 발광 물질의 발광단의 거리를 떨어지게 할 수 있다. 여기서 발광단이란 형광 발광 물질에서 발광의 원인이 되는 원자단(골격)을 가리킨다. 발광단은 π 결합을 가지는 골격이 바람직하고, 방향족 고리를 포함하는 것이 바람직하고, 축합 방향족 고리 또는 축합 헤테로 방향족 고리를 가지는 것이 바람직하다. 축합 방향족 고리 또는 축합 헤테로 방향족 고리로서는 페난트렌 골격, 스틸벤 골격, 아크리돈 골격, 페녹사진 골격, 페노싸이아진 골격 등을 들 수 있다. 특히 나프탈렌 골격, 안트라센 골격, 플루오렌 골격, 크리센 골격, 트라이페닐렌 골격, 테트라센 골격, 피렌 골격, 페릴렌 골격, 쿠마린 골격, 퀴나크리돈 골격, 나프토비스벤조퓨란 골격을 가지는 형광 발광 물질은 형광 양자 수율이 높기 때문에 바람직하다.

[0084] 형광 발광 물질을 발광 중심 물질로서 사용하는 경우, 호스트 재료로서는 안트라센 골격을 가지는 재료가 적합하다. 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: α N- β NPAnth) 등의 안트라센 골격을 가지는 물질을 형광 발광 물질의 호스트 재료로서 사용하면, 발광 효율 및 내구성 모두가 양호한 발광층을 실현할 수 있다. 호스트 재료로서 사용하는 안트라센 골격을 가지는 물질로서는 다이페닐안트라센 골격, 특히 9,10-다이페닐안트라센 골격을 가지는 물질이 화학적으로 안정적이기 때문에 바람직하다. 또한 호스트 재료가 카바졸 골격을 가지면 정공의 주입성·수송성이 높아지기 때문에 바람직하고, 상기 카바졸에 벤젠 고리가 더 축합된 벤조카바졸 골격을 가지면 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 낮아져 정공이 들어가기 쉬워지기 때문에 더 바람직하다. 특히 호스트 재료가 다이벤조카바졸 골격을 가지는 경우, 카바졸보다 HOMO가 0.1eV 정도 낮아져 정공이 들어가기 쉬워질 뿐만 아니라, 정공 수송성도 우수하고 내열성도 높아지므로 바람직하다. 따라서 호스트 재료로서 더 바람직한 것은, 9,10-다이페닐안트라센 골격 및 카바졸 골격(또는 벤조카바졸 골격이나 다이벤조카바졸 골격)을 동시에 가지는 물질이다. 또한 상기 정공 주입성·수송성의 관점에서, 카바졸 골격 대신에 벤조플루오렌 골격이나 다이벤조플루오렌 골격을 사용하여도 좋다. 이와 같은 물질의 예로서는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)바이페닐-4'-일}안트라센(약칭: FLPPA) 등을 들 수 있다. 특히 CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA, PCzPA는 특성이 매우 양호하기 때문에 바람직하다.

[0085] 또한 호스트 재료는 복수 종류의 물질이 혼합된 재료이어도 좋고, 혼합된 호스트 재료를 사용하는 경우에는 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합하는 것이 바람직하다. 전자 수송성을 가지는 재료와 정공 수송성을 가지는 재료를 혼합함으로써, 발광층(113)의 수송성을 쉽게 조절할 수 있어 재결합 영역을 쉽게 제어할 수도 있다. 정공 수송성을 가지는 재료와 전자 수송성을 가지는 재료의 함유량의 중량비는 정공 수송성을 가지는 재료:전자 수송성을 가지는 재료=1:19 내지 19:1로 하면 좋다.

[0086] 또한 상기 혼합된 재료의 일부로서 인광 발광 물질을 사용할 수 있다. 인광 발광 물질은, 발광 중심 재료로서 형광 발광 물질을 사용할 때 형광 발광 물질에 여기 에너지를 공여하는 에너지 도너로서 사용할 수 있다.

[0087] 또한 이들 혼합된 재료들이 들뜬 복합체를 형성하여도 좋다. 상기 들뜬 복합체로서는, 발광 재료의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 겹치는 발광을 나타내는 들뜬 복합체를 형성하는 조합을 선택하면, 에너지 이동이 원활하게 수행되어 발광을 효율적으로 얻을 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 상기 구성을 사용하면, 구동 전압도 저하되기 때문에 바람직하다.

- [0088] 또한 들뜬 복합체를 형성하는 재료 중 적어도 한쪽은 인광 발광 물질이어도 좋다. 이로써 역항간 교차에 의하여 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 효율적으로 변환할 수 있다.
- [0089] 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)으로부터 도출할 수 있다.
- [0090] 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, 또는 지연 성분의 비율이 커지는 등의 과도 응답의 차이를 관측함으로써 확인할 수 있다. 또한 상술한 과도 PL을 과도 일렉트로루미네선스(EL)로 바꿔 읽어도 된다. 즉 정공 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 전자 수송성을 가지는 재료의 과도 EL, 및 이들의 혼합막의 과도 EL을 비교하여 과도 응답의 차이를 관측하는 것에 의해서도 들뜬 복합체의 형성을 확인할 수 있다.
- [0091] 전자 수송층(114)은 도 1의 (A1)과 같이 발광층(113)에 접하여 제공되고, 제 7 물질과 제 8 물질을 가지는 것이 바람직하다. 제 7 물질은 정공 수송성보다 전자 수송성이 우세한 유기 화합물이다. 또한 전자 수송층(114)은 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이하인 것이 바람직하다. 전자 수송층(114)에서의 전자 수송성을 저하시킴으로써 발광층으로의 전자의 주입량을 제어할 수 있어, 발광층이 전자 과다의 상태가 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0092] 또한 제 7 물질은 안트라센 골격을 가지는 유기 화합물인 것이 바람직하고, 안트라센 골격과 헤테로 고리 골격의 양쪽을 포함하는 유기 화합물인 것이 더 바람직하다. 상기 헤테로 고리 골격으로서의 질소 함유 5원자 고리 골격 또는 질소 함유 6원자 고리 골격이 바람직하고, 이러한 헤테로 고리 골격으로서의 피라졸 고리, 이미다졸 고리, 옥사졸 고리, 싸이아졸 고리, 피라진 고리, 피리미딘 고리, 피리다진 고리 등과 같이 2개의 헤테로 원자를 고리에 포함하는 질소 함유 5원자 고리 골격 또는 질소 함유 6원자 고리 골격이 특히 바람직하다.
- [0093] 제 8 물질은 알칼리 금속 또는 알칼리 금속의 단체, 화합물, 또는 착체이고, 8-하이드록시퀴놀리네이토 구조를 포함하는 것이 바람직하다. 구체적인 예로서 8-하이드록시퀴놀리네이토-리튬(약칭: Liq), 8-하이드록시퀴놀리네이토-소듐(약칭: Naq) 등을 들 수 있다. 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 치환체나 5-메틸 치환체) 등을 사용할 수도 있다.
- [0094] 또한 전자 수송층(114)의 두께 방향에 있어서 상기 제 8 물질의 농도차(제 8 물질의 농도가 0인 경우도 포함)가 존재하는 것이 바람직하다. 이에 의하여 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스를 양호한 수명이나 신뢰성을 가지는 발광 디바이스로 할 수 있다.
- [0095] 전자 수송층(114)의 두께 방향에 있어서 상기 제 8 물질의 농도차가 존재한다는 구성에는 다수의 형태가 포함될 수 있는데, 예로서는 제 8 물질의 농도가 전자 수송층(114)에서의 발광층 측으로부터 음극 측으로 갈수록 낮게(0인 경우도 포함) 되는 농도 구배를 가지는 형태나, 도 1의 (A2)와 같이 전자 수송층(114)이 발광층(113) 측으로부터 제 1 전자 수송층(114-1) 및 제 2 전자 수송층(114-2) 등의 복수의 층을 가지고, 상기 복수의 층 중에서 발광층 측에 가까운 층일수록 음극 측에 위치하는 층보다 제 8 물질의 농도가 더 높은 형태나, 전자 수송층(114)이 발광층 측에 위치하는 제 1 전자 수송층과 음극 측에 위치하는 제 2 전자 수송층을 가지고, 제 1 전자 수송층에서의 제 8 물질의 농도가 제 2 전자 수송층에서의 제 8 물질의 농도보다 높은 형태 등을 들 수 있다. 또한 다른 형태로서, 전자 수송층(114)이 복수의 층을 가지고, 상기 복수의 층 중에서 가장 음극 측에 위치하는 층의 제 8 물질의 농도보다 높은 제 8 물질의 농도를 가지는 층이 상기 복수의 층 중에서 나머지 어느 층에 존재하는 형태이어도 좋다. 또한 전자 수송층(114)이 발광층 측에 위치하는 제 1 영역과 음극 측에 위치하는 제 2 영역을 가지고, 제 1 영역과 제 2 영역에서 상기 제 8 물질의 농도차가 존재한다고도 할 수 있다. 또한 제 8 물질의 농도는 제 1 영역이 높은 경우와 제 2 영역이 높은 경우의 두 형태가 있는데, 제 1 영역이 높은 형태이면 수명이 양호한 발광 디바이스를 얻기 쉽기 때문에 더 바람직하다. 또한 전자 수송층(114)은 제 1 영역 및

제 2 영역 이외의 영역을 가져도 좋다.

- [0096] 또한 제 8 물질의 농도는, 도 1의 (A1)과 같이 명확한 층으로서의 경계가 없는 경우에는 도 2의 (A1), (A2)와 같이 연속적으로 변화되어 있어도 좋고, 도 1의 (A2)와 같이 층으로서 분리된 것을 알 수 있는 경우에는 도 2의 (B1), (B2)와 같이 계단상으로 변화되어 있어도 좋다.
- [0097] 또한 제 7 물질은 전자 수송성을 가지고, 또한 그 HOMO 준위가 -6.0eV 이상인 것이 바람직하다.
- [0098] 그 외에 제 7 물질로서 사용할 수 있는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물로서는, 상기 호스트 재료에 사용할 수 있는 전자 수송성을 가지는 유기 화합물 또는 상기 형광 발광 물질의 호스트 재료로서 사용할 수 있는 유기 화합물로서 든 것을 사용할 수 있다.
- [0099] 또한 제 8 물질의 농도가 낮은 영역으로서는 제 8 물질의 농도가 0인 영역도 포함하는 것으로 한다.
- [0100] 또한 제 8 물질의 농도가 높은 영역과 제 8 물질의 농도가 낮은 영역은 제 7 물질과 제 8 물질의 혼합비를 변경함으로써 형성될 수 있는데, 제 7 물질 및 제 8 물질로서는 제 8 물질의 농도가 높은 영역과 제 8 물질의 농도가 낮은 영역에서 다른 물질을 사용하여도 좋다.
- [0101] 또한 제 7 물질은 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가 제 6 물질 또는 발광층(113)의 그것보다 작은 것이 바람직하다.
- [0102] 발광층이 전자 과다 상태가 되면, 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이 발광 영역(113-1)이 일부에 제한되어 그 부분의 부담이 커지므로 열화가 촉진된다. 또한 재결합되지 않은 전자가 발광층을 통과하는 것에 의해서도 수명이 나 발광 효율이 저하된다. 본 발명의 일 형태에서는, 전자 수송층(114)에서의 전자 수송성을 낮춤으로써 도 3의 (B)와 같이 발광 영역(113-1)을 확장하여 발광층(113)을 구성하는 재료에 대한 부담을 분산시킴으로써, 수명이 길고 발광 효율이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다.
- [0103] 또한 이와 같은 구성을 가지는 발광 디바이스에서는, 전류 밀도가 일정한 조건에서의 구동 시험에 의하여 얻어지는 휘도의 열화 곡선에서 극댓값을 가지는 형상을 나타내는 경우가 있다. 즉 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스의 열화 곡선은 시간의 경과에 따라 휘도가 상승되는 부분을 가지는 형상이 되는 경우가 있다. 이와 같은 열화 거동을 나타내는 발광 디바이스는 소위 초기 열화라고 불리는 구동 초기의 급격한 열화를 상기 휘도 상승에 의하여 상쇄할 수 있어, 초기 열화가 작으며 구동 수명이 매우 양호한 발광 디바이스로 할 수 있다. 이와 같은 발광 디바이스를 Recombination-Site Tailoring Injection 소자(ReSTI 소자)라고 부르기로 한다.
- [0104] 또한 이러한 극댓값을 가지는 열화 곡선의 미분을 취하면, 그 값이 0인 부분이 존재한다. 그러므로 열화 곡선의 미분에 0인 부분이 존재하는 본 발명의 일 형태에 따른 발광 디바이스는 초기 열화가 작고 수명이 매우 양호한 발광 디바이스라고 할 수 있다.
- [0105] 상술한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스는 수명이 매우 양호한 발광 디바이스로 할 수 있다. 특히 LT95 정도까지의 열화가 매우 작은 영역에서의 수명을 대폭으로 늘릴 수 있다.
- [0106] 또한 초기 열화를 억제할 수 있으면, 유기 EL 디바이스의 큰 약점 중 하나로서 여전히 의논되는 잔상(burn-in) 문제와, 그 저감을 위하여 출하 전에 수행되는 에이징 공정의 품을 크게 줄일 수 있다.
- [0107] 위에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 발광 디바이스의 일 형태에서의 정공 주입층은 예를 들어 HOMO 준위가 깊은 정공 수송 재료를 가지기 때문에 정공 캐리어의 생성율이 낮고 저항률이 비교적 높다(구체적으로는 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상). 따라서 크로스토크를 억제할 수 있다. 다만 발광 디바이스에 정공을 주입하는 데에 충분한 정공 캐리어는 필요하기 때문에, 저항률에는 상한이 있으므로(구체적으로는 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하), 상기 정공 주입층의 저항률의 범위를 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하로 한 것이다.
- [0108] 또한 본 발명의 일 형태에 따른 발광 디바이스의 정공 주입층은 상술한 크로스토크 억제 효과를 얻기 위하여, 예를 들어 HOMO 준위가 깊은 정공 수송 재료를 가진다. 따라서 유발된 정공은 정공 수송층 및 발광층에 용이하게 주입된다. 그래서 구동의 초기 단계에서는 매우 소량이지만 정공이 발광층을 통과하고, 전자 수송층에 도달하는 상태를 만들기 쉽다. 여기서 본 발명의 일 형태에 따른 발광 디바이스의 전자 수송층은 전자 수송 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체를 포함하기(또는 전자 수송 재료와, 8-하이드록시퀴놀리네이트 구조를 포함하는 리간드와 1가의 금속 이온을 가지는 금속 착체를 포함함) 때문에, 상기 발광 디바이스를 연속 점등시키면 상기 전자 수송층의 전자 주입성·수송성이 향상되는 현상이 관측된다.

한편, 위에서 설명한 바와 같이, 정공 주입층에서는 크로스토크를 억제할 정도로 정공의 유발이 억제되기 때문에 많은 정공을 전자 수송층까지 공급할 수 없다. 결과적으로 전자 수송층에 도달할 수 있는 정공은 시간 경과에 따라 감소되므로, 발광층 내에서 정공과 전자의 재결합이 일어날 확률이 높아진다. 즉 연속 점등 중에 발광층 내에서 재결합이 더 일어나기 쉬워지도록 캐리어 밸런스가 시프트한다. 이 시프트에 의하여 초기 열화가 억제된 발광 디바이스를 얻을 수 있다.

[0109] (실시형태 2)

[0110] 이어서 상술한 발광 디바이스의 자세한 구조나 재료의 예에 대하여 설명한다. 본 실시형태에서는 일례로서, 양극(101)과 음극(102)의 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층으로 이루어지는 EL층(103)을 가지고, 상기 EL층(103)은 양극(101) 측으로부터 정공 주입층(111), 제 1 정공 수송층(112-1), 제 2 정공 수송층(112-2), 발광층(113) 및 전자 수송층(114)을 적어도 포함하는 구성을 설명하지만, EL층(103)에 포함되는 층에 대해서는 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 캐리어 블록층, 여기자 블록층, 전하 발생층 등 다양한 층 구조를 적용할 수 있다.

[0111] 양극(101)은 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 구체적으로는 예를 들어 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등이 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은 일반적으로 스퍼터링법에 의하여 형성되지만, 졸겔법 등을 응용하여 제작하여도 좋다. 제작 방법의 예로서는 산화 인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화 아연이 첨가된 타깃을 사용한 스퍼터링법에 의하여 산화 인듐-산화 아연을 형성하는 방법 등이 있다. 또한 산화 인듐에 대하여 산화 텅스텐이 0.5wt% 내지 5wt%, 산화 아연이 0.1wt% 내지 1wt% 함유된 타깃을 사용한 스퍼터링법에 의하여, 산화 텅스텐 및 산화 아연이 함유된 산화 인듐(IWZO)을 형성할 수도 있다. 이 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브데넘(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어 질화 타이타늄) 등을 들 수 있다. 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한 여기서는 일함수가 크고, 양극을 형성하는 재료로서 대표적인 물질을 열거하였지만, 본 발명의 일 형태에서는 정공 주입층(111)에, 정공 수송성을 가지는 유기 화합물과, 상기 유기 화합물에 대하여 전자 수용성을 나타내는 물질을 포함하는 복합 재료를 사용하기 때문에 일함수에 상관없이 전극 재료를 선택할 수 있다.

[0112] 본 실시형태에서는 EL층(103)의 적층 구조에 대하여, 도 1의 (A1), (A2)에 나타낸 바와 같이 정공 주입층(111), 정공 수송층(112)(제 1 정공 수송층(112-1), 제 2 정공 수송층(112-2)), 발광층(113), 전자 수송층(114)(제 1 전자 수송층(114-1), 제 2 전자 수송층(114-2))에 더하여 전자 주입층(115)을 가지는 구성, 및 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이 전자 주입층(115) 대신에 전하 발생층(116)을 가지는 구성의 2종류의 구성에 대하여 설명한다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에서 구체적으로 나타낸다.

[0113] 정공 주입층(111), 정공 수송층(112)(정공 수송층(112-1), 정공 수송층(112-2)), 발광층(113), 및 전자 수송층(114)(전자 수송층(114-1), 전자 수송층(114-2))에 관해서는 실시형태 1에서 자세히 설명하였기 때문에 반복적인 기재 생략한다. 실시형태 1의 기재를 참조하기 바란다.

[0114] 전자 수송층(114)과 음극(102) 사이에는 전자 주입층(115)으로서 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF₂) 등의 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속, 혹은 이들의 화합물을 포함한 층을 제공하여도 좋다. 전자 주입층(115)으로서의 전자 수송성을 가지는 물질로 이루어지는 층 내에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속, 혹은 이들의 화합물을 포함시킨 것이나, 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는 예를 들어 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다.

[0115] 또한 전자 주입층(115) 대신에 전자 수송층(114)과 음극(102) 사이에 전하 발생층(116)을 제공하여도 좋다(도 1의 (B)). 전하 발생층(116)은 전위를 인가함으로써 상기 층의 음극 측과 접하는 층에 정공을, 양극 측과 접하는 층에 전자를 주입할 수 있는 층을 말한다. 전하 발생층(116)에는 적어도 P형층(117)이 포함된다. P형층(117)은 상술한 정공 주입층(111)을 구성할 수 있는 재료로서 열거한 복합 재료를 사용하여 형성되는 것이 바람직하다. 또한 P형층(117)은 복합 재료를 구성하는 재료로서 상술한 전자 수용성 재료를 포함하는 막과 정공 수송 재료를 포함하는 막을 적층하여 구성되어도 좋다. P형층(117)에 전위를 인가함으로써, 전자 수송층(114)에 전자가 주입되고, 음극(102)에 정공이 주입되어, 발광 디바이스가 동작한다.

[0116] 또한 전하 발생층(116)에는 P형층(117) 외에, 전자 릴레이층(118) 및 전자 주입 버퍼층(119) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두가 제공되는 것이 바람직하다.

[0117] 전자 릴레이층(118)은 적어도 전자 수송성을 가지는 물질을 포함하고, 전자 주입 버퍼층(119)과 P형층(117)의

상호 작용을 방지하여 전자를 원활하게 수송하는 기능을 가진다. 전자 릴레이층(118)에 포함되는 전자 수송성을 가지는 물질의 LUMO 준위는 P형층(117)에서의 전자 수용성을 가지는 물질의 LUMO 준위와, 전자 수송층(114)에서의 전하 발생층(116)과 접하는 층에 포함되는 물질의 LUMO 준위 사이인 것이 바람직하다. 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질에서의 LUMO 준위의 구체적인 에너지 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하인 것이 좋다. 또한 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 가지는 물질로서는 프탈로사이아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 리간드를 가지는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0118] 전자 주입 버퍼층(119)에는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함)) 등 전자 주입성이 높은 물질을 사용할 수 있다.

[0119] 또한 전자 주입 버퍼층(119)이 전자 수송성을 가지는 물질과 전자 공여성 물질을 포함하여 형성되는 경우에는 전자 공여성 물질로서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함))을 사용할 수 있고, 이 외에도 테트라사이아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한 전자 수송성을 가지는 물질은 상술한 전자 수송층(114)을 구성하는 재료와 같은 재료를 사용하여 형성될 수 있다.

[0120] 음극(102)을 형성하는 물질로서는 일함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이와 같은 음극 재료의 구체적인 예로서는 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 다만 음극(102)과 전자 수송층 사이에 전자 주입층을 제공함으로써, 일함수의 크기에 상관없이 Al, Ag, ITO, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유하는 산화 인듐-산화 주석 등 다양한 도전성 재료를 음극(102)에 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는 진공 증착법이나 스퍼터링법 등의 건식법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등을 사용하여 성막할 수 있다. 또한 졸겔법을 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다.

[0121] 또한 EL층(103)의 형성 방법으로서 건식법, 습식법을 불문하고 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어 진공 증착법, 그라비아 인쇄법, 오프셋 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법 등을 사용하여도 좋다.

[0122] 또한 상술한 각 전극 또는 각 층을 상이한 성막 방법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0123] 또한 양극(101)과 음극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은 상술한 것에 한정되지 않는다. 다만 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접하여 일어나는 소광이 억제되도록, 양극(101) 및 음극(102)에서 떨어진 곳에 정공과 전자가 재결합되는 발광 영역을 제공하는 구성이 바람직하다.

[0124] 또한 발광층(113)과 접하는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에서의 재결합 영역에 가까운 캐리어 수송층은, 발광층에서 생성된 여기자로부터의 에너지 이동을 억제하기 위하여, 발광층을 구성하는 발광 재료 또는 발광층에 포함되는 발광 재료가 가지는 밴드 갭보다 큰 밴드 갭을 가지는 물질로 구성되는 것이 바람직하다.

[0125] 다음으로 복수의 발광 유닛이 적층된 구성을 가지는 발광 디바이스(적층형 소자, 탠덤형 소자라고도 함)의 형태에 대하여 도 1의 (C)를 참조하여 설명한다. 이 발광 디바이스는 양극과 음극 사이에 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이다. 하나의 발광 유닛은 도 1의 (A1) 또는 (A2)에 나타난 EL층(103)과 거의 같은 구성을 가진다. 즉 도 1의 (C)에 나타난 발광 디바이스는 복수의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스이고, 도 1의 (A1), (A2), (B)에 나타난 발광 디바이스는 하나의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스라고 할 수 있다.

[0126] 도 1의 (C)에서, 양극(501)과 음극(502) 사이에는 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에는 전하 발생층(513)이 제공되어 있다. 양극(501)과 음극(502)은 각각 도 1의 (A1)에서의 양극(101)과 음극(102)에 상당하고, 도 1의 (A1)의 설명에서 제시한 것과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)의 구성은 같아도 좋고 달라도 좋

다.

- [0127] 전하 발생층(513)은, 양극(501)과 음극(502)에 전압이 인가되었을 때 한쪽 발광 유닛에 전자를 주입하고 다른 쪽 발광 유닛에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 즉 도 1의 (C)에서, 양극의 전위가 음극의 전위보다 높아지도록 전압이 인가된 경우, 전하 발생층(513)은 제 1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고 제 2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 좋다.
- [0128] 전하 발생층(513)은 도 1의 (B)에서 설명한 전하 발생층(116)과 같은 구성을 가지도록 형성하는 것이 바람직하다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 우수하기 때문에, 저전압 구동, 저전류 구동을 실현할 수 있다. 또한 발광 유닛의 양극 측의 면이 전하 발생층(513)과 접하는 경우에는 전하 발생층(513)이 발광 유닛의 정공 주입층으로서의 역할도 할 수 있기 때문에, 이 발광 유닛에는 정공 주입층을 제공하지 않아도 된다.
- [0129] 또한 전하 발생층(513)에 전자 주입 버퍼층(119)을 제공하는 경우에는 이 전자 주입 버퍼층(119)이 양극 측의 발광 유닛에서의 전자 주입층으로서의 역할을 하기 때문에, 양극 측의 발광 유닛에는 전자 주입층을 반드시 형성할 필요는 없다.
- [0130] 도 1의 (C)에서는 2개의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스에 대하여 설명하였지만, 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 디바이스에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광 디바이스와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층(513)으로 칸막이하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고휘도 발광을 가능하게 하고 수명이 더 긴 소자를 실현할 수 있다. 또한 저전압 구동이 가능하고 소비 전력이 작은 발광 장치를 실현할 수 있다.
- [0131] 또한 각 발광 유닛의 발광색을 다르게 함으로써, 발광 디바이스 전체로 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어 2개의 발광 유닛을 가지는 발광 디바이스에서, 제 1 발광 유닛으로 적색과 녹색의 발광색을, 제 2 발광 유닛으로 청색의 발광색을 얻음으로써, 발광 디바이스 전체로 백색 발광하는 발광 디바이스를 얻을 수도 있다. 또한 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 디바이스의 구성으로서의 예를 들어 제 1 발광 유닛이 제 1 청색 발광층을 가지고, 제 2 발광 유닛이 황색 또는 황록색의 발광층과 적색의 발광층을 가지고, 제 3 발광 유닛이 제 2 청색 발광층을 가지는 탠덤형 디바이스로 할 수 있다. 상기 탠덤형 디바이스는 상술한 발광 디바이스와 마찬가지로 백색의 발광을 얻을 수 있다.
- [0132] 또한 상술한 EL층(103), 제 1 발광 유닛(511), 제 2 발광 유닛(512), 및 전하 발생층 등의 각 층이나 전극은 예를 들어 증착법(진공 증착법을 포함함), 액적 토출법(잉크젯법이라고도 함), 도포법, 그라비아 인쇄법 등의 방법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한 이들은 저분자 재료, 중분자 재료(올리고머, 덴드리머를 포함함), 또는 고분자 재료를 포함하여도 좋다.
- [0133] (실시형태 3)
- [0134] 본 실시형태에서는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용한 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0135] 본 실시형태에서는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작한 발광 장치에 대하여 도 4를 사용하여 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 절단한 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 기관을, 605는 실재를 나타내고, 실재(605)로 둘러싸인 내측은 공간(607)이 되어 있다.
- [0136] 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 배선판(PWB)이 장착되어도 좋다. 본 명세서에서는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 이에 FPC 또는 PWB가 장착된 것도 발광 장치의 범주에 포함하는 것으로 한다.
- [0137] 다음으로 단면 구조에 대하여 도 4의 (B)를 사용하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601)와, 화소부(602) 내의 하나의 화소를 나타내었다.
- [0138] 소자 기관(610)은 유리, 석영, 유기 수지, 금속, 합금, 반도체 등으로 이루어지는 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기

판을 사용하여 제작하면 좋다.

- [0139] 화소나 구동 회로에 사용되는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어 역 스테거형 트랜지스터로 하여도 좋고, 스테거형 트랜지스터로 하여도 좋다. 또한 톱 게이트형 트랜지스터로 하여도 좋고, 보텀 게이트형 트랜지스터로 하여도 좋다. 트랜지스터에 사용되는 반도체 재료는 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 실리콘, 저마늄, 탄소화 실리콘, 질화 갈륨 등을 사용할 수 있다. 또는 In-Ga-Zn계 금속 산화물 등 인듐, 갈륨, 및 아연 중 적어도 하나를 포함한 산화물 반도체를 사용하여도 좋다.
- [0140] 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체, 결정성을 가지는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 가지는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 결정성을 가지는 반도체를 사용하면, 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있으므로 바람직하다.
- [0141] 여기서 상기 화소나 구동 회로에 제공되는 트랜지스터 외에, 후술하는 터치 센서 등에 사용되는 트랜지스터 등의 반도체 장치에는 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 특히 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 적용하는 것이 바람직하다. 실리콘보다 밴드 갭이 넓은 산화물 반도체를 사용함으로써, 트랜지스터의 오프 상태에서의 전류를 저감할 수 있다.
- [0142] 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.
- [0143] 여기서 본 발명의 일 형태에 사용할 수 있는 산화물 반도체에 대하여 아래에서 설명한다.
- [0144] 산화물 반도체는 단결정 산화물 반도체와 이 외의 비단결정 산화물 반도체로 나누어진다. 비단결정 산화물 반도체로서는 예를 들어 CAAC-OS(c-axis aligned crystalline oxide semiconductor), 다결정 산화물 반도체, nc-OS(nano crystalline oxide semiconductor), a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor), 및 비정질 산화물 반도체 등이 있다.
- [0145] CAAC-OS는 c축 배향성을 가지고, a-b면 방향에서 복수의 나노 결정이 연결되고, 변형을 가지는 결정 구조를 가진다. 또한 변형이란 복수의 나노 결정이 연결되는 영역에서, 격자 배열이 정렬된 영역과 격자 배열이 정렬된 다른 영역 사이에서 격자 배열의 방향이 변화되는 부분을 가리킨다.
- [0146] 나노 결정은 육각형을 기본으로 하지만 정육각형에 한정되지 않고, 비정육각형인 경우가 있다. 또한 오각형 및 칠각형 등의 격자 배열이 변형에 포함되는 경우가 있다. 또한 CAAC-OS에서 변형 근방에서도 명확한 결정립계(그레인 바운더리라고도 함)를 확인하는 것은 어렵다. 즉 격자 배열의 변형에 의하여 결정립계의 형성이 억제되어 있다는 것을 알 수 있다. 이는, CAAC-OS가 a-b면 방향에서 산소 원자의 배열이 조밀하지 않거나, 금속 원소가 치환됨으로써 원자 사이의 결합 거리가 변화되는 것 등에 의하여 변형을 허용할 수 있기 때문이다.
- [0147] 또한 CAAC-OS는 인듐 및 산소를 포함하는 층(이하 In층)과, 원소 M, 아연, 및 산소를 포함하는 층(이하 (M, Zn)층)이 적층된 층상의 결정 구조(층상 구조라고도 함)를 가지는 경향이 있다. 또한 인듐과 원소 M은 서로 치환할 수 있고, (M, Zn)층의 원소 M이 인듐과 치환된 경우, (In, M, Zn)층이라고 나타낼 수도 있다. 또한 In층의 인듐이 원소 M과 치환된 경우, (In, M)층이라고 나타낼 수도 있다.
- [0148] CAAC-OS는 결정성이 높은 산화물 반도체이다. 한편, CAAC-OS에서는 명확한 결정립계를 확인하기 어렵기 때문에, 결정립계에 기인하는 전자 이동도의 저하가 일어나기 어렵다고 할 수 있다. 또한 산화물 반도체의 결정성은 불순물의 혼입이나 결함의 생성 등에 의하여 저하되는 경우가 있기 때문에, CAAC-OS는 불순물이나 결함(산소 결손(V_O : oxygen vacancy라고도 함) 등)이 적은 산화물 반도체라고도 할 수 있다. 따라서 CAAC-OS를 가지는 산화물 반도체는 물리적 성질이 안정된다. 그러므로 CAAC-OS를 가지는 산화물 반도체는 열에 강하고 신뢰성이 높다.
- [0149] nc-OS는 미소한 영역(예를 들어 1nm 이상 10nm 이하의 영역, 특히 1nm 이상 3nm 이하의 영역)에서 원자 배열에 주기성을 가진다. 또한 nc-OS에서는 상이한 나노 결정 간에서 결정 방위에 규칙성이 보이지 않는다. 그러므로 막 전체에서 배향성이 보이지 않는다. 따라서 nc-OS는 분석 방법에 따라서는 a-like OS나 비정질 산화물 반도체와 구별할 수 없는 경우가 있다.
- [0150] 또한 인듐, 갈륨, 및 아연을 포함하는 산화물 반도체의 일종인 인듐-갈륨-아연 산화물(이하 IGZO)은 상술한 나

노 결정으로 형성됨으로써 안정적인 구조를 가지는 경우가 있다. 특히 IGZO는 대기 중에서 결정 성장하기 어려운 경향이 있기 때문에, 큰 결정(여기서는 수mm의 결정 또는 수cm의 결정)으로 형성되는 경우보다 작은 결정(예를 들어 상술한 나노 결정)으로 형성되는 경우에 구조적으로 더 안정되는 경우가 있다.

- [0151] a-like OS는 nc-OS와 비정질 산화물 반도체의 중간의 구조를 가지는 산화물 반도체이다. a-like OS는 공동(void) 또는 저밀도 영역을 가진다. 즉 a-like OS는 nc-OS 및 CAAC-OS와 비교하여 결정성이 낮다.
- [0152] 산화물 반도체는 다양한 구조를 가지고, 각각이 상이한 특성을 가진다. 본 발명의 일 형태에 따른 산화물 반도체는 비정질 산화물 반도체, 다결정 산화물 반도체, a-like OS, nc-OS, CAAC-OS 중 2종류 이상을 가져도 좋다.
- [0153] 또한 상술한 산화물 반도체 이외에는 CAC(Cloud-Aligned Composite)-OS를 사용하여도 좋다.
- [0154] CAC-OS는 재료의 일부에서는 도전성 기능을 가지고 재료의 다른 일부에서는 절연성 기능을 가지며, 재료의 전체로서는 반도체로서의 기능을 가진다. 또한 CAC-OS를 트랜지스터의 활성층에 사용하는 경우, 도전성 기능은 캐리어가 되는 전자(또는 정공)를 흘리는 기능이고, 절연성 기능은 캐리어가 되는 전자를 흘리지 않는 기능이다. 도전성 기능과 절연성 기능의 상보적인 작용에 의하여 CAC-OS는 스위칭 기능(온/오프시키는 기능)을 가질 수 있다. CAC-OS에서 각 기능을 분리시킴으로써 양쪽의 기능을 최대한으로 높일 수 있다.
- [0155] 또한 CAC-OS는 도전성 영역 및 절연성 영역을 가진다. 도전성 영역은 상술한 도전성 기능을 가지고, 절연성 영역은 상술한 절연성 기능을 가진다. 또한 재료 내에서 도전성 영역과 절연성 영역은 나노 입자 레벨로 분리되어 있는 경우가 있다. 또한 도전성 영역과 절연성 영역은 각각 재료 내에 편재(偏在)하는 경우가 있다. 또한 도전성 영역은 경계가 흐릿해져 클라우드상(cloud-like)으로 연결되어 관찰되는 경우가 있다.
- [0156] 또한 CAC-OS에서 도전성 영역과 절연성 영역은 각각 0.5nm 이상 10nm 이하, 바람직하게는 0.5nm 이상 3nm 이하의 크기로 재료 내에 분산되어 있는 경우가 있다.
- [0157] 또한 CAC-OS는 상이한 밴드 갭을 가지는 성분으로 구성된다. 예를 들어 CAC-OS는 절연성 영역에 기인하는 넓은 갭을 가지는 성분과 도전성 영역에 기인하는 좁은 갭을 가지는 성분으로 구성된다. 이 구성의 경우, 캐리어를 흘릴 때에 좁은 갭을 가지는 성분에서 주로 캐리어가 흐른다. 또한 좁은 갭을 가지는 성분이 넓은 갭을 가지는 성분에 상보적으로 작용되고, 좁은 갭을 가지는 성분과 연동하여 넓은 갭을 가지는 성분에도 캐리어가 흐른다. 따라서 상기 CAC-OS를 트랜지스터의 채널 형성 영역에 사용하는 경우, 트랜지스터의 온 상태에서 높은 전류 구동력, 즉 큰 온 전류 및 높은 전계 효과 이동도를 얻을 수 있다.
- [0158] 즉 CAC-OS는 매트릭스 복합재(matrix composite) 또는 금속 매트릭스 복합재(metal matrix composite)라고 부를 수도 있다.
- [0159] 반도체층에 상술한 산화물 반도체 재료를 사용함으로써, 전기 특성의 변동이 억제되고 신뢰성이 높은 트랜지스터를 실현할 수 있다.
- [0160] 또한 상술한 반도체층을 가지는 트랜지스터는 오프 전류가 낮기 때문에, 트랜지스터를 통하여 용량 소자에 축적된 전하가 장기간에 걸쳐 유지될 수 있다. 이와 같은 트랜지스터를 화소에 적용함으로써, 각 표시 영역에 표시된 화상의 계조를 유지하면서 구동 회로를 정지할 수도 있다. 이 결과, 소비 전력이 매우 저감된 전자 기기를 실현할 수 있다.
- [0161] 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 불필요하면 제공하지 않아도 된다.
- [0162] 또한 FET(623)는 구동 회로부(601)에 형성되는 트랜지스터 중 하나를 나타낸 것이다. 또한 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로, 또는 NMOS 회로로 형성되면 좋다. 또한 본 실시형태에서는 기판 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형에 대하여 설명하지만, 반드시 그럴 필요는 없고 구동 회로를 기판 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.
- [0163] 또한 화소부(602)는 스위칭용 FET(611)와, 전류 제어용 FET(612)와, 전류 제어용 FET(612)의 드레인에 전기적으로 접속된 양극(613)을 포함하는 복수의 화소로 형성되어 있지만, 이에 한정되지 않고 3개 이상의 FET와, 용량 소자를 조합한 화소부로 하여도 좋다.

- [0164] 또한 양극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴을 사용함으로써 형성할 수 있다.
- [0165] 또한 나중에 형성하는 EL층 등의 피복성을 양호하게 하기 위하여, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 가지는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴을 사용한 경우에는 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μ m 내지 3 μ m)을 가지는 곡면을 가지도록 하는 것이 바람직하다. 또한 절연물(614)로서는 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽이든 사용할 수 있다.
- [0166] 양극(613) 위에는 EL층(616) 및 음극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기서 양극(613)에 사용하는 재료에는 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어 ITO막, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물막, 2wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐막, 질화 타이타늄막, 크로뮴막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로 포함하는 막의 적층, 질화 타이타늄막과 알루미늄을 주성분으로 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.
- [0167] 또한 EL층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등의 다양한 방법으로 형성된다. EL층(616)은 실시형태 1 및 실시형태 2에서 설명한 것과 같은 구성을 포함한다. 또한 EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서는 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함함)을 사용하여도 좋다.
- [0168] 또한 EL층(616) 위에 형성되고 음극(617)에 사용하는 재료로서는 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 또는 이들의 합금이나 화합물(MgAg, MgIn, AlLi 등) 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 EL층(616)에서 생긴 광이 음극(617)을 투과하는 경우에는 음극(617)으로서 막 두께가 얇은 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 포함한 산화 인듐, 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0169] 또한 양극(613), EL층(616), 음극(617)으로 발광 디바이스가 형성되어 있다. 이 발광 디바이스는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스이다. 또한 화소부에는 복수의 발광 디바이스가 형성되어 있지만, 본 실시형태의 발광 장치에는, 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스와, 이와 다른 구성을 가지는 발광 디바이스의 양쪽이 포함되어도 좋다.
- [0170] 또한 실재(605)로 밀봉 기관(604)과 소자 기관(610)을 접합함으로써, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604), 및 실재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 디바이스(618)가 제공된 구조가 된다. 또한 공간(607)에는 충전체가 충전되어 있고, 불활성 가스(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 실제로 충전되는 경우가 있다. 밀봉 기관에 오목부를 형성하고 거기에 건조제를 제공함으로써, 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있어 바람직하다.
- [0171] 또한 실재(605)에는 에폭시계 수지나 유리 프릿(glass frit)을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 이들 재료는 수분이나 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서는 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(폴리바이닐플루오라이드), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0172] 도 4에는 나타내지 않았지만, 음극 위에 보호막을 제공하여도 좋다. 보호막은 유기 수지막이나 무기 절연막으로 형성하면 좋다. 또한 실재(605)의 노출된 부분을 덮도록 보호막이 형성되어도 좋다. 또한 보호막은 한 쌍의 기관의 표면 및 측면, 밀봉층, 절연층 등의 노출된 측면을 덮어 제공할 수 있다.
- [0173] 보호막에는 물 등의 불순물을 투과시키기 어려운 재료를 사용할 수 있다. 따라서 물 등의 불순물이 외부로부터 내부로 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0174] 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, 타이타늄 산 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 포함한 재료나, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 실리콘, 질화 탄탈럼, 질화 타이타늄, 질화 나이오븀, 질화 몰리브데넘, 질화 지르코늄, 또는 질화 갈륨 등을 포함한 재료, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 질화물, 타이타늄 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 알루미늄 및 아연을 포함하는 산화물, 망가니즈 및 아연을 포함하는 황화물, 세륨 및 스트론튬을 포함하는 황화물, 어븀 및 알루미늄을 포함하는 산화물, 이트륨 및 지르코늄을 포함하는 산화물 등을 포함한 재료를 사용할 수 있다.

- [0175] 보호막은 단차 피복성(step coverage)이 양호한 성막 방법을 이용하여 형성되는 것이 바람직하다. 이와 같은 방법 중 하나에 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법이 있다. ALD법을 사용하여 형성할 수 있는 재료를 보호막에 사용하는 것이 바람직하다. ALD법을 사용함으로써, 크랙이나 핀홀 등의 결함이 저감되거나 두께가 균일한, 치밀한 보호막을 형성할 수 있다. 또한 보호막의 형성 시에 가공 부재에 가해지는 손상을 저감할 수 있다.
- [0176] 예를 들어 ALD법을 사용함으로써, 복잡한 요철 형상을 가지는 표면이나, 터치 패널의 상면, 측면, 및 뒷면에도 균일하고 결함이 적은 보호막을 형성할 수 있다.
- [0177] 상술한 바와 같이 하여, 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제작된 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0178] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 수명이 긴 발광 디바이스이기 때문에, 신뢰성이 높은 발광 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용한 발광 장치는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0179] 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 기관(1001), 하지 절연막(1002), 게이트 절연막(1003), 게이트 전극(1006, 1007, 1008), 제 1 층간 절연막(1020), 제 2 층간 절연막(1021), 주변부(1042), 화소부(1040), 구동 회로부(1041), 발광 디바이스의 양극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 디바이스의 음극(1029), 밀봉 기관(1031), 실재(1032) 등을 도시하였다.
- [0180] 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 기관(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 각색 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.
- [0181] 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 기관(1001)과 밀봉 기관(1031) 사이에 제공되어도 좋다.
- [0182] 또한 상술한 발광 장치는, FET가 형성된 기관(1001) 측으로 광이 추출되는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치이지만, 밀봉 기관(1031) 측으로 광이 추출되는 구조(탑 이미션형)의 발광 장치이어도 좋다. 탑 이미션형 발광 장치의 단면도를 도 6에 나타내었다. 이 경우 기관(1001)으로서는 광을 투과시키지 않는 기관을 사용할 수 있다. FET와 발광 디바이스의 양극을 접속하는 접속 전극을 제작하는 단계까지는 보텀 이미션형 발광 장치와 같은 식으로 형성한다. 그 후, 전극(1022)을 덮어 제 3 층간 절연막(1037)을 형성한다. 이 절연막은 평탄화의 역할을 가져도 좋다. 제 3 층간 절연막(1037)은 제 2 층간 절연막과 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있고, 다른 공지의 재료를 사용하여 형성할 수도 있다.
- [0183] 여기서 발광 디바이스의 양극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B)은 양극이지만, 음극으로서 형성하여도 좋다. 또한 도 6과 같은 탑 이미션형 발광 장치의 경우, 양극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 실시형태 1 및 실시형태 2에서 설명한 EL층(103)과 유사한 구성으로 하고, 또한 백색 발광을 얻을 수 있는 소자 구조로 한다.
- [0184] 도 6과 같은 탑 이미션 구조에서는, 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 제공한 밀봉 기관(1031)으로 밀봉할 수 있다. 밀봉 기관(1031)에는 화소들 사이에 위치하도록 블랙 매트릭스(1035)를 제공하여도 좋다. 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이나 블랙 매트릭스는 오버코트층(1036)으로 덮여 있어도 좋다. 또한 밀봉 기관(1031)에는 투광성을 가지는 기관을 사용한다. 또한 여기서는 적색, 녹색, 청색, 백색의 4색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하는 예를 제시하였지만, 이에 특별히 한정되지 않고, 적색, 황색, 녹색, 청색의 4색이나, 적색, 녹색, 청색의 3색을 사용하여 풀 컬러 표시를 수행하여도 좋다.

- [0185] 튜브 이미션형 발광 장치에서는 마이크로캐비티 구조를 바람직하게 적용할 수 있다. 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 디바이스는, 양극을 반사 전극으로 하고, 음극을 반투과·반반사 전극으로 함으로써 얻을 수 있다. 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에는 적어도 EL층을 가지고, 적어도 발광 영역이 되는 발광층을 가진다.
- [0186] 또한 반사 전극은 가시광의 반사율이 40% 내지 100%, 바람직하게는 70% 내지 100%고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다. 또한 반투과·반반사 전극은 가시광의 반사율이 20% 내지 80%, 바람직하게는 40% 내지 70%고, 또한 저항률이 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 이하인 막이다.
- [0187] EL층에 포함되는 발광층으로부터 사출되는 발광은 반사 전극과 반투과·반반사 전극에 의하여 반사되어 공진된다.
- [0188] 상기 발광 디바이스에서는, 투명 도전막이나 상술한 복합 재료, 캐리어 수송 재료 등의 두께를 바꿈으로써 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이의 광학적 거리를 변경할 수 있다. 이로써 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강하게 하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감소시킬 수 있다.
- [0189] 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 광학적 거리를 $(2n-1)\lambda/4$ (다만 n은 1 이상의 자연수이고, λ 은 증폭하고자 하는 발광의 파장임)로 조절하는 것이 바람직하다. 상기 광학적 거리를 조절함으로써, 제 1 반사광과 제 1 입사광의 위상을 맞추어 발광층으로부터의 발광을 더 증폭시킬 수 있다.
- [0190] 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.
- [0191] 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 각색의 파장에 맞춘 마이크로캐비티 구조를 적용할 수 있기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다.
- [0192] 본 실시형태에서의 발광 장치에는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하기 때문에, 특성이 양호한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 수명이 긴 발광 디바이스이기 때문에, 신뢰성이 높은 발광 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용한 발광 장치는 발광 효율이 양호하기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0193] (실시형태 4)
- [0194] 본 실시형태에서는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 예에 대하여도 7을 참조하면서 설명한다. 도 7의 (B)는 조명 장치의 상면도이고, 도 7의 (A)는 도 7의 (B)에서의 e-f 단면도이다.
- [0195] 본 실시형태의 조명 장치에서는, 지지체인 투광성을 가지는 기관(400) 위에 양극(401)이 형성되어 있다. 양극(401)은 실시형태 2의 양극(101)에 상당한다. 양극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 양극(401)을 투광성을 가지는 재료로 형성한다.
- [0196] 음극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기관(400) 위에 형성된다.
- [0197] 양극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)은 실시형태 1 및 실시형태 2에서의 EL층(103)의 구성, 또는 발광 유닛(511, 512) 및 전하 발생층(513)을 합친 구성 등에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 위의 기재를 참조하기 바란다.
- [0198] EL층(403)을 덮어 음극(404)을 형성한다. 음극(404)은 실시형태 2의 음극(102)에 상당한다. 발광을 양극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 음극(404)은 반사율이 높은 재료로 형성된다. 음극(404)은 패드(412)와 접촉됨으로써 전압이 공급된다.
- [0199] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서 설명하는 조명 장치는 양극(401), EL층(403), 및 음극(404)을 가지는 발광 디바이스를 가진다. 상기 발광 디바이스는 발광 효율이 높은 발광 디바이스이므로, 본 실시형태의 조명 장치를

소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다.

- [0200] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기관(400)과, 밀봉 기관(407)을, 실재(405, 406)를 사용하여 고착하여 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 실재(405, 406)는 어느 한쪽이라도 된다. 또한 안쪽의 실재(406) (도 7의 (B)에는 도시하지 않았음)에는 건조제를 섞을 수도 있고, 이로써 수분을 흡착할 수 있어 신뢰성 향상으로 이어진다.
- [0201] 또한 패드(412)와 양극(401)의 일부를 실재(405, 406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.
- [0202] 여기까지의 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 EL 소자에 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스가 사용되고, 신뢰성이 양호한 발광 장치로 할 수 있다. 또한 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다.
- [0203] (실시형태 5)
- [0204] 본 실시형태에서는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 그 일부에 포함하는 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 수명이 길고 신뢰성이 양호한 발광 디바이스이다. 이 결과, 본 실시형태에 기재되는 전자 기기는 신뢰성이 양호한 발광부를 가지는 전자 기기로 할 수 있다.
- [0205] 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 아래에 기재한다.
- [0206] 도 8의 (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 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스상으로 배열하여 구성되어 있다.
- [0207] 텔레비전 장치는 하우징(7101)이 가지는 조작 스위치나 별개의 리모트 컨트롤러(7110)로 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)의 조작 키(7109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한 상기 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 리모트 컨트롤러(7110)에 제공하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0208] 또한 텔레비전 장치는 수신기나 모뎀 등을 가지는 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 모뎀을 통하여 유선 또는 무선 통신 네트워크에 접속함으로써, 단방향(송신자로부터 수신자로) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 간, 또는 수신자들끼리 등)의 정보 통신을 할 수도 있다.
- [0209] 도 8의 (B1)은 컴퓨터를 나타낸 것이고, 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한 이 컴퓨터는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스상으로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 8의 (B1)의 컴퓨터는 도 8의 (B2)에 나타낸 형태이어도 좋다. 도 8의 (B2)의 컴퓨터에는 키보드(7204) 및 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제 2 표시부(7210)가 제공되어 있다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이므로, 제 2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용 펜으로 조작함으로써 입력을 할 수 있다. 또한 제 2 표시부(7210)는 입력용 표시뿐만 아니라 기타 화상을 표시할 수도 있다. 또한 표시부(7203)도 터치 패널이어도 좋다. 2개의 화면이 한지로 연결되어 있으면, 수납하거나 운반할 때에 화면을 손상시키거나 파손시키는 등의 문제 발생도 방지할 수 있다.
- [0210] 도 8의 (C)는 휴대 단말기의 일례를 나타낸 것이다. 휴대 전화기는 하우징(7401)에 제공된 표시부(7402) 외에 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 가진다. 또한 휴대 전화기는 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 매트릭스상으로 배열하여 제작한 표시부(7402)를 가진다.
- [0211] 도 8의 (C)에 나타낸 휴대 단말기는, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 등의 조작을 할 수 있다.
- [0212] 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.

- [0213] 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./
- [0214] 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.
- [0215] 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.
- [0216] 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.
- [0217] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능할 수도 있다. 예를 들어 표시부(7402)를 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문, 지문 등을 촬상함으로써, 본인 인증을 할 수 있다. 또한 표시부에 근적외광을 발하는 백라이트 또는 근적외광을 발하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0218] 또한 본 실시형태에 기재되는 구성은, 실시형태 1 내지 실시형태 4에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0219] 상술한 바와 같이, 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 가지는 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치는 다양한 분야의 전자 기기에 적용될 수 있다. 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용함으로써 신뢰성이 높은 전자 기기를 얻을 수 있다.
- [0220] 도 9의 (A)는 청소 로봇의 일례를 나타낸 모식도이다.
- [0221] 청소 로봇(5100)은 상면에 배치된 디스플레이(5101), 측면에 배치된 복수의 카메라(5102), 브러시(5103), 조작 버튼(5104)을 가진다. 또한 도시되지 않았지만, 청소 로봇(5100)의 하면에는 바퀴, 흡입구 등이 제공되어 있다. 청소 로봇(5100)은 그 외에 적외선 센서, 초음파 센서, 가속도 센서, 피에조 센서, 광 센서, 자이로 센서 등의 각종 센서를 가진다. 또한 청소 로봇(5100)은 무선 통신 수단을 가진다.
- [0222] 청소 로봇(5100)은 자력으로 움직이고, 먼지(5120)를 검지하고, 하면에 제공된 흡입구로부터 먼지를 흡인할 수 있다.
- [0223] 또한 청소 로봇(5100)은 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.
- [0224] 디스플레이(5101)에는 배터리 잔량이나 흡인한 먼지의 양 등을 표시할 수 있다. 청소 로봇(5100)이 주행한 경로를 디스플레이(5101)에 표시하여도 좋다. 또한 디스플레이(5101)를 터치 패널로 하고, 조작 버튼(5104)을 디스플레이(5101)에 제공하여도 좋다.
- [0225] 청소 로봇(5100)은 스마트폰 등의 휴대 전자 기기(5140)와 통신할 수 있다. 카메라(5102)가 촬영한 화상을 휴대 전자 기기(5140)에 표시할 수 있다. 그러므로 청소 로봇(5100)의 소유자는 밖에 있어도 방의 상황을 알 수 있다. 또한 디스플레이(5101)의 표시를 스마트폰 등의 휴대 전자 기기로 확인할 수도 있다.
- [0226] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 디스플레이(5101)에 사용할 수 있다.
- [0227] 도 9의 (B)에 나타낸 로봇(2100)은 연산 장치(2110), 조도 센서(2101), 마이크로폰(2102), 상부 카메라(2103), 스피커(2104), 디스플레이(2105), 하부 카메라(2106), 장애물 센서(2107), 및 이동 기구(2108)를 가진다.
- [0228] 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.
- [0229] 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 터치 가능한 정보 단말기이어도 좋고, 로봇(2100)의 정위치에 설치함으로써 충전 및 데이터의 수수가 가능해진다.

[0230] 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.

[0231] 도 9의 (C)는 고글형 디스플레이의 일례를 나타낸 도면이다. 고글형 디스플레이는 예를 들어 하우스링(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 가지는 것), 마이크로폰(5008), 표시부(5002), 지지부(5012), 이어폰(5013) 등을 가진다.

[0232] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 표시부(5001) 및 표시부(5002)에 사용할 수 있다.

[0233] 도 10은 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치인 전기 스탠드에 사용한 예를 나타낸 것이다. 도 10에 나타낸 전기 스탠드는 하우스링(2001)과 광원(2002)을 가지고, 광원(2002)에는 실시형태 3에 기재된 조명 장치를 사용하여도 좋다.

[0234] 도 11은 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예를 나타낸 것이다. 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 신뢰성이 높은 발광 디바이스이기 때문에 신뢰성이 양호한 조명 장치로 할 수 있다. 또한 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 대면적화가 가능하므로, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 얇기 때문에, 박형화된 조명 장치로서 사용할 수 있다.

[0235] 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 자동차의 앞유리나 대시 보드(dashboard)에도 탑재될 수 있다. 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 자동차의 앞유리나 대시 보드에 사용하는 일 형태를 도 12에 나타내었다. 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)은 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 사용하여 제공된 표시 영역이다.

[0236] 표시 영역(5200)과 표시 영역(5201)은 자동차의 앞유리에 제공되고, 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스가 탑재된 표시 장치이다. 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스는 양극과 음극을 투광성을 가지는 전극으로 제작함으로써, 반대편이 비쳐 보이는 소위 시스루 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시이면, 자동차의 앞유리에 설치하여도 시야를 가리지 않고 설치할 수 있다. 또한 구동을 위한 트랜지스터 등을 제공하는 경우에는 유기 반도체 재료를 사용한 유기 트랜지스터나, 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등 투광성을 가지는 트랜지스터를 사용하면 좋다.

[0237] 표시 영역(5202)은 필러 부분에 제공되고, 실시형태 1 및 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스가 탑재된 표시 장치이다. 표시 영역(5202)은, 차체에 제공된 촬상 수단으로부터의 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 수단으로부터의 영상을 표시함으로써, 사각을 보완하여 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 표시함으로써, 더 자연스럽게 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.

[0238] 또한 표시 영역(5203)은 내비게이션 정보, 속도계나 회전계, 에어컨의 설정 상황 등, 기타 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시 항목이나 레이아웃은 사용자의 취향에 맞추어 적절히 변경할 수 있다. 또한 이들 정보는 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5202)에도 표시할 수 있다. 또한 표시 영역(5200) 내지 표시 영역(5203)을 조명 장치로서 사용할 수도 있다.

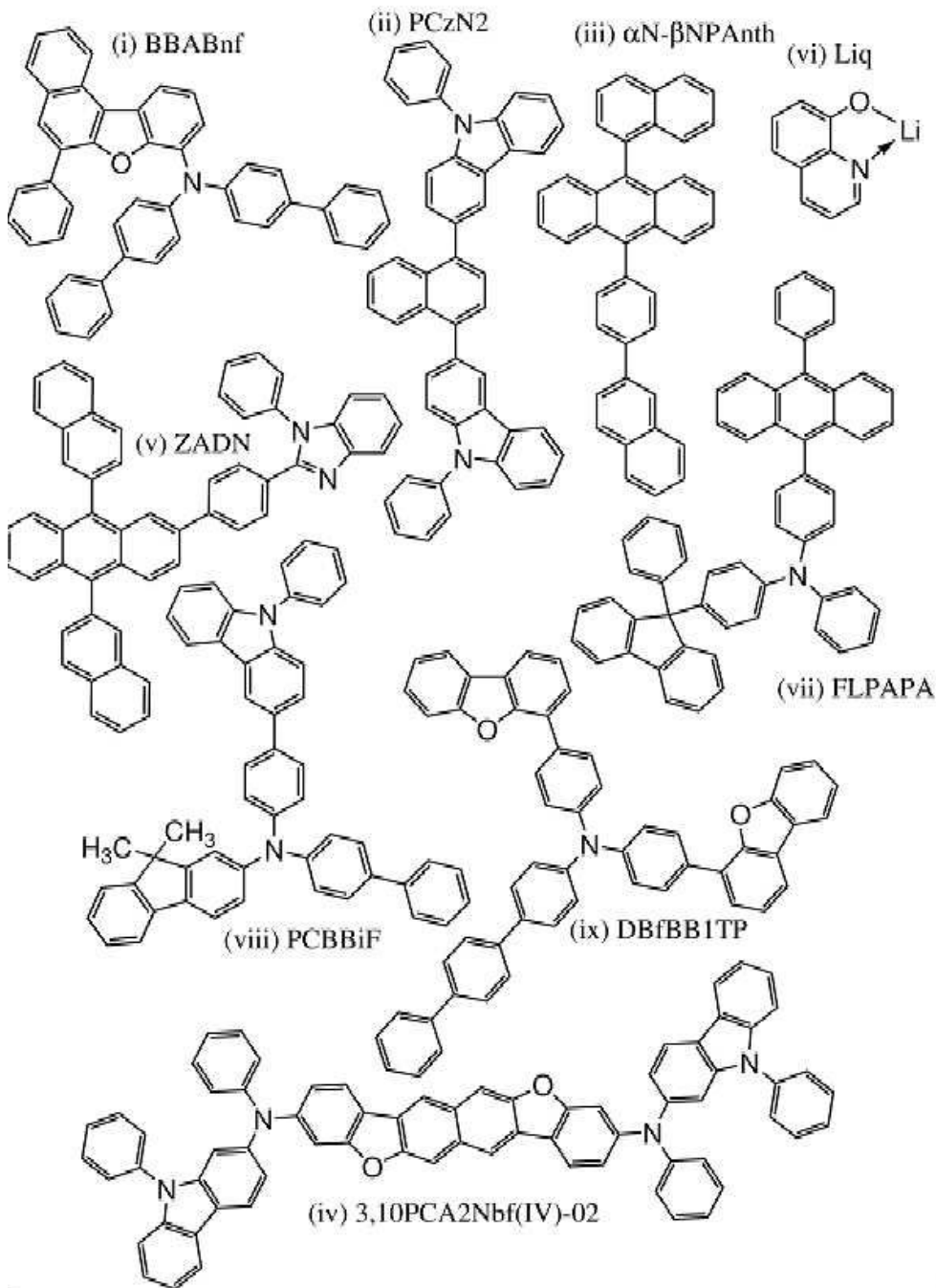
[0239] 또한 도 13의 (A), (B)는 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(5150)를 나타낸 것이다. 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(5150)는 하우스링(5151), 표시 영역(5152), 및 굴곡부(5153)를 가진다. 도 13의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(5150)를 나타낸 것이다. 도 13의 (B)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기를 나타낸 것이다. 휴대 정보 단말기(5150)는 큰 표시 영역(5152)을 가짐에도 불구하고, 접으면 작고 가반성(可搬性)이 우수하다.

[0240] 표시 영역(5152)은 굴곡부(5153)에 의하여 반으로 접을 수 있다. 굴곡부(5153)는 신축 가능한 부재와 복수의 지지 부재로 구성되어 있고, 접을 때는 신축 가능한 부재가 신장하고, 굴곡부(5153)는 2mm 이상, 바람직하게는

3mm 이상의 곡률 반경을 가지도록 접힌다.

- [0241] 또한 표시 영역(5152)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 영역(5152)에 사용할 수 있다.
- [0242] 또한 도 14의 (A) 내지 (C)는 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 14의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 14의 (B)는 펼친 상태에서 접은 상태로, 또는 접은 상태에서 펼친 상태로 변화하는 도중의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 도 14의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)를 나타낸 것이다. 접은 상태의 휴대 정보 단말기(9310)는 가반성이 우수하고, 펼친 상태의 휴대 정보 단말기(9310)는 이음매가 없는 넓은 표시 영역을 가지므로 표시의 일람성이 높다.
- [0243] 표시 패널(9311)은 힌지(9313)로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한 표시 패널(9311)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 또한 표시 패널(9311)은, 힌지(9313)를 이용하여 2개의 하우징(9315) 사이를 굴곡시킴으로써, 휴대 정보 단말기(9310)를 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 패널(9311)에 사용할 수 있다.
- [0244] (실시예 1)
- [0245] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0246] [화학식 3]



[0247]

[0248] (발광 디바이스 1-1의 제작 방법)

[0249] 우선, 유리 기판 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 양극(101)을 형성하였다. 또한 그 막 두께는 70nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0250] 다음으로 기판 위에 발광 디바이스를 형성하기 위한 전(前) 처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 수행하였다.

[0251] 그 후, 약 10⁻⁴Pa까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성을 수행한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0252] 다음으로 양극(101)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 양극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 기판 홀더에 고정하고, 양극(101) 위에 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf)과, ALD-MP001Q(Analysis Atelier

Corporation 제조, 재료 일련번호: 1S20180314)를 중량비 1:0.05(=BBABnf:ALD-MP001Q)가 되도록 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

- [0253] 다음으로 정공 주입층(111) 위에 제 1 정공 수송층(112-1)으로서 BBABnf를 20nm가 되도록 증착한 후, 제 2 정공 수송층(112-2)으로서 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 3,3'-(나프탈렌-1,4-다이일)비스(9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCzN2))을 10nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다. 또한 제 2 정공 수송층(112-2)은 전자 블록층으로서도 기능한다.
- [0254] 이어서, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭: α N- β NPAnt h)과 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02)을 중량비 1:0.015(= α N- β NPAnt h:3,10PCA2Nbf(IV)-02)가 되도록 25nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다.
- [0255] 그 후, 발광층(113) 위에 상기 구조식(v)으로 나타내어지는 2-{4-[9,10-다이(나프탈렌-2-일)-2-안트릴]페닐}-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN)과 상기 구조식(vi)으로 나타내어지는 8-하이드록시퀴놀리네이트-리튬(약칭: Liq)을 중량비 1:1(=ZADN:Liq)이 되도록 25nm 공증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.
- [0256] 전자 수송층(114)을 형성한 후, Liq를 막 두께 1nm가 되도록 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 이어서 알루미늄을 막 두께 200nm가 되도록 증착하여 음극(102)을 형성함으로써 본 실시예의 발광 디바이스 1을 제작하였다.
- [0257] (발광 디바이스 1-2의 제작 방법)
- [0258] 발광 디바이스 1-2는 정공 주입층(111)을 BBABnf:ALD-MP001Q=1:0.1(중량비)이 되도록 10nm 공증착하여 제작한 것 외에는 발광 디바이스 1-1과 같은 식으로 제작하였다.
- [0259] (발광 디바이스 2-1의 제작 방법)
- [0260] 발광 디바이스 2-1은 발광 디바이스 1-1에서의 BBABnf를 상기 구조식(vii)으로 나타내어지는 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: FLPAPA)으로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 1-1과 같은 식으로 제작하였다.
- [0261] (발광 디바이스 2-2의 제작 방법)
- [0262] 발광 디바이스 2-2는 발광 디바이스 1-2에서의 BBABnf를 FLPAPA로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 1-2와 같은 식으로 제작하였다.
- [0263] (비교 발광 디바이스의 제작 방법)
- [0264] 비교 발광 디바이스는 발광 디바이스 1-2에서의 BBABnf를 상기 구조식(viii)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)으로 바꾸고, PCzN2를 상기 구조식(ix)으로 나타내어지는 N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP)로 바꾼 것 외에는 발광 디바이스 1-2와 같은 식으로 제작하였다.
- [0265] 발광 디바이스 1-1, 발광 디바이스 1-2, 발광 디바이스 2-1, 발광 디바이스 2-2, 및 비교 발광 디바이스의 소자 구조를 아래의 표에 정리한다.

[0266] [표 1]

| | 정공 주입층 | 정공 수송층 | | 발광층 | 전자 수송층 | 전자 주입층 |
|-------------|-----------------------------------|--------|----------|---|-------------------|--------|
| | | 1 | 2 | | | |
| | 10nm | 20nm | 10nm | 25nm | 25nm | 1nm |
| 발광 디바이스 1-1 | BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.05) | BBABnf | PCzN2 | αN-βNPAnth: 3,10PCANbf(IV)-02 (1:0.015) | ZADN:Liq (1:1) | Liq |
| 발광 디바이스 1-2 | BBABnf: ALD-MP001Q (1:0.1) | | | | | |
| 발광 디바이스 2-1 | FLPAPA: ALD-MP001Q (1:0.05) | FLPAPA | | | | |
| 발광 디바이스 2-2 | FLPAPA: ALD-MP001Q (1:0.1) | | | | | |
| 비교 발광 디바이스 | PCBBiF: ALD-MP001Q (1:0.1) | PCBBiF | DBfBB1TP | | | |

[0267]

[0268] 여기서 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 HOMO 준위, LUMO 준위, 및 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도를 정리한 표를 아래에 나타낸다.

[0269] [표 2]

| | HOMO 준위 (eV) | LUMO 준위 (eV) | 전자 이동도 (cm ² /Vs) |
|----------------|--------------|--------------|------------------------------|
| BBABnf | -5.56 | - | - |
| PCzN2 | -5.71 | - | - |
| αN-βNPAnth | -5.85 | -2.74 | - |
| ZADN | - | -2.87 | - |
| ZADN:Liq (1:1) | - | - | 3.5×10 ⁻⁶ |
| FLPAPA | -5.54 | -2.87 | - |
| PCBBiF | -5.36 | - | - |
| DBfBB1TP | -5.50 | - | - |

[0270]

[0271] 이들 발광 디바이스를 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 대기에 노출되지 않도록 유리 기관으로 밀봉하는 작업 (실재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간 동안의 열처리)을 수행한 후, 발광 디바이스 1-1, 발광 디바이스 1-2, 발광 디바이스 2-1, 발광 디바이스 2-2, 및 비교 발광 디바이스의 초기 특성 및 신뢰성을 측정하였다. 또한 측정은 실온에서 수행하였다.

[0272] 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 도 15에, 전류 효율-휘도 특성을 도 16에, 휘도-전압 특성을 도 17에, 전류-전압 특성을 도 18에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 19에, 발광 스펙트럼을 도 20에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 1의 1000cd/m² 부근에서의 주요 특성을 표 3에 나타낸다.

[0273] [표 3]

| | 전압 (V) | 전류 (mA) | 전류 밀도 (mA/cm ²) | 색도 x | 색도 y | 전류 효율 (cd/A) | 외부 양자 효율 (%) |
|-------------|--------|---------|-----------------------------|------|------|--------------|--------------|
| 발광 디바이스 1-1 | 3.9 | 0.34 | 8.4 | 0.14 | 0.12 | 11.6 | 11.7 |
| 발광 디바이스 1-2 | 4.0 | 0.37 | 9.4 | 0.14 | 0.11 | 10.8 | 11.5 |
| 발광 디바이스 2-1 | 3.9 | 0.32 | 8.1 | 0.14 | 0.12 | 11.8 | 11.8 |
| 발광 디바이스 2-2 | 3.9 | 0.37 | 9.3 | 0.14 | 0.11 | 10.8 | 11.6 |
| 비교 발광 디바이스 | 3.9 | 0.33 | 8.2 | 0.14 | 0.12 | 10.2 | 10.7 |

[0274]

[0275] 도 15 내지 도 20 및 표 3에서 알 수 있듯이, 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스 1은 양호한 초기 특성을 가지는 청색 발광 디바이스이다.

[0276] 또한 전류 밀도 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 에서의 구동 시간에 대한 휘도의 변화를 나타내는 그래프를 도 21에 나타내었다. 도 21에 나타낸 바와 같이, 발광 디바이스 1-1, 1-2, 발광 디바이스 2-1, 2-2에서는 보통 관측되는 구동 초기의 급격한 휘도 열화가 일어나지 않고 완만하게 하강되고 있다. 이 이유는 발광 디바이스 1-1, 1-2, 발광 디바이스 2-1, 2-2에서는 구동 초기에 휘도의 상승이 일어나, 초기 열화를 상쇄하였기 때문이다. 특히 발광 디바이스 1-1에서는 구동 후에 휘도가 상승되고 초기 휘도보다 높은 휘도를 나타낸 후에 휘도의 저하가 일어났다. 이에 의하여 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스인 발광 디바이스 1-1, 1-2, 발광 디바이스 2-1, 2-2에 있어서, 특히 열화 정도 2% 내지 5%의 적은 열화 상태를 기준으로 한 구동 수명을 대폭적으로 향상시킬 수 있었다.

[0277] 이어서, 각 발광 디바이스에서의 정공 주입층을 구성하는 막에 대하여 그 저항률을 측정하고 전기 전도율을 산출하였다.

[0278] 이하에서 측정에 사용한 시료에 대하여 설명한다. 모든 시료는 유리 기판 위에 $4\text{mm}\times 4\text{mm}$ 의 크기로 성막하였다. 제 1 물질인 역선택성 재료(본 실시예에서는 ALD-MP001Q)와 제 2 물질인 정공 수송 재료(시료 1-1, 1-2, 1-3에서는 BBABnf, 시료 2-1에서는 FLPAPA, 비교 시료 3-1에서는 PCBBiF)를 공증착함으로써 형성하였다.

[0279] 시료는 증착되는 면이 아래쪽이 되도록, 유리 기판을 진공 증착 장치 내에 제공된 홀더에 고정하고, 진공 장치 내를 10^{-4}Pa 로 감압한 후, 제 1 물질과 제 2 물질을 공증착함으로써 제작하였다. 모든 시료는 막 두께 1000nm 가 되도록 조정하였다.

[0280] 또한 각 시료에서의 제 1 물질과 제 2 물질의 몰비는 증착 레이트에 의하여 조절하였다. 각 시료에서의 제 1 물질 및 제 2 물질의 중량비 및 몰비를 아래의 표 4에 나타낸다. 또한 본 실시예에서는 상기 발광 디바이스에 사용한 혼합비와 다른 혼합비의 시료도 제작하고 측정을 수행하였다.

[표 4]

| 정공 수송 재료 | 시료명 | 중량비 (제 2 물질:제 1 물질) | 몰비 (제 2 물질:제 1 물질) |
|----------|-----|------------------------|-----------------------|
| BBABnf | 1-1 | 1:0.05 | 1:0.046 |
| | 1-2 | 1:0.10 | 1:0.091 |
| | 1-3 | 1:0.20 | 1:0.183 |
| FLPAPA | 2-1 | 1:0.05 | 1:0.055 |
| PCBBiF | 3-1 | 1:0.01 | 1:0.010 |

[0282] 저항률 측정(Van der Pauw법)은 반도체 파라미터 · 애널라이저 4155B(Keysight: 구명 Hewlett Packard)를 사용하여 수행하였다. Van der Pauw법은 박막 등의 얇은 시트상 물질의 전기 저항률, 전기 전도율을 산출하기 위하여 이용되는 측정 방법이고, 두께 방향으로 일정하다는 등의 조건을 만족시키기만 하면 시료의 이차원적인 형상에 상관없이 적용할 수 있다. 측정은 실온, DRY(노점 약 -70°C) 환경에서 수행하였다. 막 위에 전극(프로버) 4개를 대략 정방형의 꼭짓점에 위치하도록 접촉시켜, 어느 2점 간에 전류를 흘렸을 때 대항하는 2점 간의 전위차를 측정하고, 하기 식(1)에서 저항과 같은 차원을 가지는 양을 추산하였다. 형상을 보정하는 f값도 고려하여, 식(1)에서 추산한 저항과 하기 식(2)을 사용하여 저항률을 산출하였다. 전류의 위치나 방향을 바꾸고, 총 8점의 평균을 취함으로써 막의 저항률을 산출하였다.

[수학식 1]

$$R_{12} = \frac{V_4 - V_3}{I_{12}}, \quad R_{23} = \frac{V_1 - V_4}{I_{23}} \quad \dots (1)$$

$$R_{12} = \frac{V_4 - V_3}{I_{12}}, \quad R_{23} = \frac{V_1 - V_4}{I_{23}} \quad \dots (2)$$

[0285] 도 22의 (A)는 각 시료에서의 제 2 물질에 대한 제 1 물질의 몰비와 저항률의 관계를 나타낸 그래프이고, 도 22의 (B)는 제 2 물질에 대한 제 1 물질의 몰비와 상기 저항률에서 산출한 전기 전도율의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 22에서 알 수 있듯이, 발광 디바이스 1-1, 1-2, 발광 디바이스 2-1의 정공 주입층을 구성하는 재료와 몰비가 같은 시료 1-1, 1-2, 시료 2-1의 저항률은 모두 $1\times 10^4[\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1\times 10^7[\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하의 범위에 있다.

- [0287] 한편, 시료 3-1은 비교 발광 디바이스 3-1의 정공 주입층을 구성하는 재료보다 제 2 물질의 몰비가 10배 정도 작음에도 불구하고, 저항률이 작고 전기 전도율이 큰 것을 알 수 있었다. 이로써 비교 발광 디바이스에 사용된 정공 주입층을 구성하는 재료는 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 보다 작은 저항률을 가지는 것으로 예상된다.
- [0288] 본 발명의 일 형태의 발광 장치는, 상기 발광 장치가 가지는 발광 디바이스가 전자 수송층에 전자 수송 재료와, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 단체, 화합물, 또는 착체를 포함하고, 정공 주입층의 저항률이 $1 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 것에 의하여, 수명이 긴 양호한 특성을 나타내면서, 고정세(高精細)화되어도 인접한 화소 간에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있으므로, 표시 품질을 양호하게 할 수 있다.
- [0289] 또한 상기 저항률은 지나치게 낮으면 구동 전압의 상승이나 캐리어 밸런스의 붕괴로 이어지기 때문에, $5 \times 10^4 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 것이 바람직하고, $1 \times 10^5 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이상 $1 \times 10^7 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 이하인 것이 더 바람직하다.
- [0290] <참고예 1>
- [0291] 본 참고예에서는, 각 실시예에서 사용한 유기 화합물의 HOMO 준위, LUMO 준위, 및 전자 이동도의 산출 방법에 대하여 설명한다.
- [0292] HOMO 준위 및 LUMO 준위는 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정을 기초로 산출할 수 있다.
- [0293] 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-부틸암모늄(n-Bu₄NC104)(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., 제조, 카탈로그 번호; T0836)을 100mmol/L의 농도가 되도록 용해시키고, 또한 측정 대상을 2mmol/L의 농도가 되도록 용해시켜 조제하였다. 또한 작용 전극으로서 백금 전극(BAS Inc. 제조, PTE 백금 전극)을, 보조 전극으로서 백금 전극(BAS Inc. 제조, VC-3용 Pt카운터 전극(5cm))을, 참조 전극으로서 Ag/Ag⁺전극(BAS Inc. 제조, RE7 비수용매계 참조 전극)을 각각 사용하였다. 또한 측정은 실온(20℃ 내지 25℃)에서 수행하였다. 또한 CV 측정 시의 스캔 속도는 0.1V/sec로 통일하고, 참조 전극에 대한 산화 전위 E_a[V] 및 환원 전위 E_c[V]를 측정하였다. E_a는 산화-환원과의 중간 전위로 하고, E_c는 환원-산화과의 중간 전위로 하였다. 여기서 본 실시예에서 사용하는 참조 전극의 진공 준위에 대한 퍼텐셜 에너지는 -4.94[eV]인 것이 알려져 있기 때문에, HOMO 준위[eV]=-4.94-E_a, LUMO 준위[eV]=-4.94-E_c라는 식으로부터 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 각각 산출할 수 있다.
- [0294] 전자 이동도는 임피던스 분광법(Impedance Spectroscopy: IS법)에 의하여 측정할 수 있다.
- [0295] EL 재료의 캐리어 이동도를 측정하는 방법으로서 TOF(Time-of-flight)법이나 SCLC(Space-charge-limited current)의 I-V 특성에서 산출하는 방법(SCLC법) 등이 예전부터 알려져 있다. TOF법에서는 실제의 유기 EL 소자와 비교하여 막 두께가 매우 두꺼운 시료가 필요하다. SCLC법에서는 캐리어 이동도의 전계 강도 의존성을 얻을 수 없다는 등의 결점이 있다. IS법으로는 측정에 필요한 유기막의 막 두께가 수백nm 정도로 얇기 때문에 EL 재료의 양이 비교적 적어도 성막할 수 있어, 실제의 EL 소자와 비슷한 막 두께로 이동도를 측정할 수 있는 것이 특징이고, 캐리어 이동도의 전계 강도 의존성도 얻을 수 있다.
- [0296] IS법에서는, EL 소자에 미소 정현파 전압 신호($V=V_0[\exp(j\omega t)]$)를 인가하고, 그 응답 전류 신호($I=I_0\exp[j(\omega t+\phi)]$)의 전류 진폭과 입력 신호의 위상차로부터 EL 소자의 임피던스($Z=V/I$)를 구한다. 전압의 주파수를 고주파 전압에서 저주파 전압까지 변화시켜 소자에 인가하면, 임피던스에 기여하는 다양한 완화 시간을 가지는 성분을 분리하고 측정할 수 있다.
- [0297] 여기서 임피던스의 역수인 어드미턴스 $Y(=1/Z)$ 는 아래의 식(3)과 같이 컨덕턴스 G와 서셉턴스 B로 나타낼 수 있다.
- [0298] [수학식 2]

$$Y = \frac{1}{Z} = G + jB \quad \dots(3)$$

[0299]

[0300] 또한 단일 전자 주입(single injection) 모델에 의하여, 아래의 식(4) 및 식(5)을 각각 산출할 수 있다. 여기서 g (식(6))는 미분 컨덕턴스이다. 또한 식 내의 C 는 정전 용량(커패시턴스)을 나타내고, θ 는 ωt 이고 주행각을 나타내고, ω 는 각주파수를 나타낸다. t 는 주행 시간을 나타낸다. 해석에서는 전류의 식, 푸아송의 식, 전류 연속의 식을 사용하고, 확산 전류 및 트랩 준위의 존재는 무시한다.

[0301] [수학식 3]

$$G = \frac{g\theta^3}{6} \frac{\theta - \sin \theta}{(\theta - \sin \theta)^2 + \left(\frac{\theta^2}{2} + \cos \theta - 1\right)^2} \dots (4)$$

$$B = \omega C = \frac{g\theta^3}{6} \frac{\frac{\theta^2}{2} + \cos \theta - 1}{(\theta - \sin \theta)^2 + \left(\frac{\theta^2}{2} + \cos \theta - 1\right)^2} \dots (5)$$

$$g = \frac{9}{4} \epsilon \mu \frac{V_0}{d^3} \dots (6)$$

[0302]

[0303] 정전 용량의 주파수 특성에서 이동도를 산출하는 방법이 $-\Delta B$ 법이다. 또한 컨덕턴스의 주파수 특성에서 이동도를 산출하는 방법이 $\omega \Delta G$ 법이다.

[0304] 실제로는, 우선 전자 이동도를 산출하고자 하는 재료를 사용하여 전자 온리 소자를 제작한다. 전자 온리 소자란 캐리어로서 전자만이 흐르도록 설계된 소자이다. 본 명세서에서는 정전 용량의 주파수 특성에서 이동도를 산출하는 방법($-\Delta B$ 법)에 대하여 설명한다. 사용한 전자 온리 소자의 모식도를 도 23에 나타내었다.

[0305] 측정을 위하여 제작한 전자 온리 소자의 구조는, 도 23에 나타낸 바와 같이 양극(201)과 음극(202) 사이에 제 1층(210)과 제 2층(211)과 제 3층(212)을 가진다. 전자 이동도를 산출하고자 하는 재료는 제 2층(211)의 재료로서 사용하면 좋다. 여기서는 ZADN과 Liq를 1:1의 중량비로 공증착하여 형성한 막의 전자 이동도를 측정할 예를 설명한다. 구체적인 구성예는 아래의 표에 정리하였다.

[0306] [표 5]

| 양극 | | | 제 1층 | 제 2층 | 제 3층 | 음극 |
|-------|------|-------|------|-----------------------|------|-------|
| 100nm | 50nm | 100nm | 1nm | 200nm | 1nm | 100nm |
| APC | NITO | Al | Liq | ZADN:Liq (0.5:0.5) | Liq | Al |

[0307]

[0308] ZADN과 Liq를 공증착하여 형성한 막을 제 2층(211)으로서 사용하여 제작한 전자 온리 소자의 전류 밀도-전압 특성을 도 24에 나타내었다.

[0309] 임피던스는 5.0V 내지 9.0V의 범위에서 직류 전압을 인가하면서 교류 전압이 70mV이고, 주파수가 1Hz 내지 3MHz인 조건하에서 측정하였다. 여기서 얻어진 임피던스의 역수인 어드미턴스(상술한 식(3))로부터 커패시턴스를 산출한다. 인가 전압 7.0V에서의 산출된 커패시턴스 C 의 주파수 특성을 도 25에 나타내었다.

[0310] 커패시턴스 C 의 주파수 특성은, 미소 전압 신호에 의하여 주입된 캐리어가 생성하는 공간 전하가 미소 교류 전압을 완전히 따라가지는 못하여, 전류에 위상차가 생김으로써 얻어진다. 여기서 막 내의 캐리어의 주행 시간은 주입된 캐리어가 대향 전극에 도달하는 시간 T 로 정의되고, 아래의 식(7)으로 나타내어진다.

[0311] [수학식 4]

$$T = \frac{4}{3} \frac{L^2}{\mu V_0} \dots(7)$$

[0312]

[0313] 음의 서셉턴스 변화(-ΔB)는 정전 용량 변화 -ΔC에 각주파수 ω를 곱한 값(-ω ΔC)에 대응한다. 그 가장 낮은 주파 측의 피크 주파수 f'_{max}(=ω_{max}/2π)와 주행 시간 T 사이에는, 아래의 식(8)의 관계가 있다는 것이 식(5)으로부터 도출된다.

[0314] [수학식 5]

$$T = \frac{4.5}{2\pi f'_{\max}} \dots(8)$$

[0315]

[0316] 상기 측정에서 산출한(즉 직류 전압이 7.0V에서의) -ΔB의 주파수 특성을 도 26에 나타내었다. 도 26에서 얻어지는 가장 낮은 주파 측의 피크 주파수 f'_{max}는 도면에서 화살표로 나타내었다.

[0317] 상술한 측정 및 해석으로부터 얻어지는 f'_{max}로부터 주행 시간 T가 산출되기 때문에(상기 식(8) 참조), 본 참고예에서는 상기 식(7)으로부터 전압이 7.0V에서의 전자 이동도를 산출할 수 있다. 같은 측정을 직류 전압 5.0V 내지 9.0V의 범위에서 수행함으로써, 각 전압(전계 강도)에서의 전자 이동도를 산출할 수 있기 때문에, 이동도의 전계 강도 의존성도 측정할 수 있다.

[0318] 상술한 산출법에 의하여 최종적으로 얻어진 각 유기 화합물의 전자 이동도의 전계 강도 의존성을 도 27에 나타내고, 도면에서 판독한 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600[V/cm]^{1/2}일 때의 전자 이동도의 값을 표 9에 각각 나타내었다.

[0319] [표 6]

| | 전자 이동도 (cm ² /Vs) |
|-------------------|---------------------------------|
| cgDBCzPA | 7.7×10 ⁻⁵ |
| 2mDBTBPDq-II | 2.2×10 ⁻⁵ |
| ZADN:Liq (1:1) | 3.5×10 ⁻⁵ |

[0320]

[0321] 상술한 바와 같이, 전자 이동도를 산출할 수 있다. 또한 자세한 측정 방법에 관해서는 Takayuki Okachi 의 "Japanese Journal of Applied Physics" Vol.47, No.12, 2008, pp.8965-8972를 참조하기 바란다.

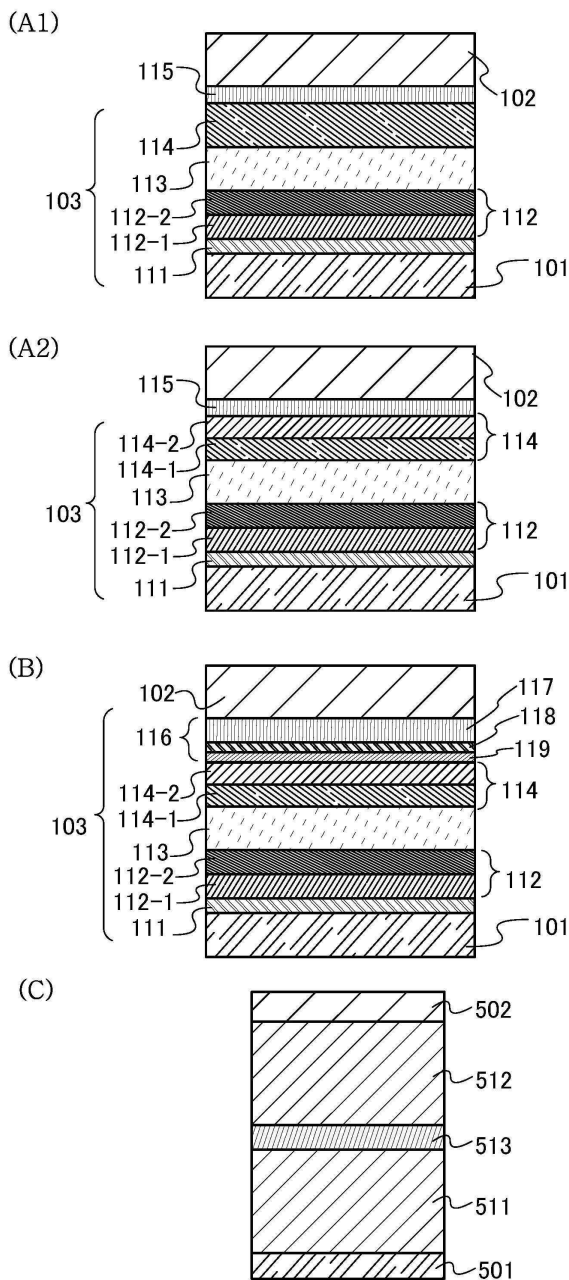
부호의 설명

[0322] 101: 양극, 102: 음극, 103: EL층, 111: 정공 주입층, 112: 정공 수송층, 112-1: 제 1 정공 수송층, 112-2: 제 2 정공 수송층, 113: 발광층, 113-1: 발광 영역, 114: 전자 수송층, 114-1: 제 1 전자 수송층, 114-2: 제 2 전자 수송층, 115: 전자 주입층, 116: 전하 발생층, 117: P형층, 118: 전자 릴레이층, 119: 전자 주입 버퍼층, 201: 양극, 202: 음극, 210: 제 1 층, 211: 제 2 층, 212: 제 3 층, 400: 기관, 401: 양극, 403: EL층, 404: 음극, 405: 실재, 406: 실재, 407: 밀봉 기관, 412: 패드, 420: IC칩, 501: 양극, 502: 음극, 511: 제 1 발광 유닛, 512: 제 2 발광 유닛, 513: 전하 발생층, 601: 구동 회로부(소스선 구동 회로), 602: 화소부, 603: 구동 회로부(게이트선 구동 회로), 604: 밀봉 기관, 605: 실재, 607: 공간, 608: 배선, 609: FPC(flexible printed circuit), 610: 소자 기관, 611: 스위칭용 FET, 612: 전류 제어용 FET, 613: 양극, 614: 절연물, 616: EL층, 617: 음극, 618: 발광 디바이스, 1001: 기관, 1002: 하지 절연막, 1003: 게이트 절연막, 1006: 게이트 전극, 1007: 게이트 전극, 1008: 게이트 전극, 1020: 제 1 층간 절연막, 1021: 제 2 층간 절연막, 1022: 전극, 1024W: 양극, 1024R: 양극, 1024G: 양극, 1024B: 양극, 1025: 격벽, 1028: EL층, 1029: 음극, 1031: 밀봉 기관, 1032: 실재, 1033: 투명한 기재, 1034R: 적색 착색층, 1034G: 녹색 착색층, 1034B: 청색 착색층, 1035: 블랙 매트릭스, 1036: 오버코트층, 1037: 제 3 층간 절연막, 1040: 화소부, 1041: 구동 회로부, 1042: 주변부, 2001: 하우징, 2002: 광원, 2100: 로봇, 2110: 연산 장치, 2101: 조도 센서, 2102: 마이크로폰, 2103: 상부 카

메라, 2104: 스피커, 2105: 디스플레이, 2106: 하부 카메라, 2107: 장애물 센서, 2108: 이동 기구, 3001: 조명 장치, 5000: 하우징, 5001: 표시부, 5002: 표시부, 5003: 스피커, 5004: LED 램프, 5005: 조작 키, 5006: 접속 단자, 5007: 센서, 5008: 마이크로폰, 5012: 지지부, 5013: 이어폰, 5100: 청소 로봇, 5101: 디스플레이, 5102: 카메라, 5103: 브러시, 5104: 조작 버튼, 5150: 휴대 정보 단말기, 5151: 하우징, 5152: 표시 영역, 5153: 굴곡부, 5120: 먼지, 5200: 표시 영역, 5201: 표시 영역, 5202: 표시 영역, 5203: 표시 영역, 7101: 하우징, 7103: 표시부, 7105: 스탠드, 7107: 표시부, 7109: 조작 키, 7110: 리모트 컨트롤러, 7201: 본체, 7202: 하우징, 7203: 표시부, 7204: 키보드, 7205: 외부 접속 포트, 7206: 포인팅 디바이스, 7210: 제 2 표시부, 7401: 하우징, 7402: 표시부, 7403: 조작 버튼, 7404: 외부 접속 포트, 7405: 스피커, 7406: 마이크로폰, 9310: 휴대 정보 단말기, 9311: 표시 패널, 9313: 힌지, 9315: 하우징

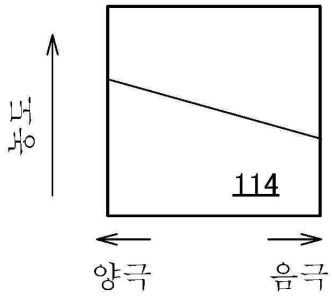
도면

도면1

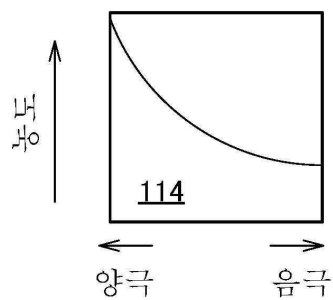


도면2

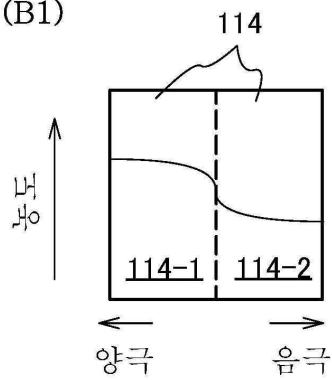
(A1)



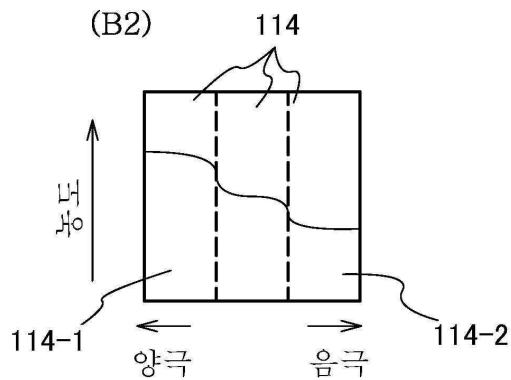
(A2)



(B1)

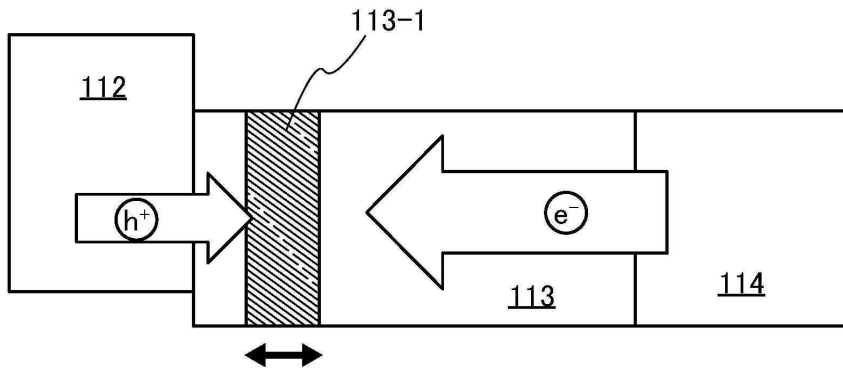


(B2)

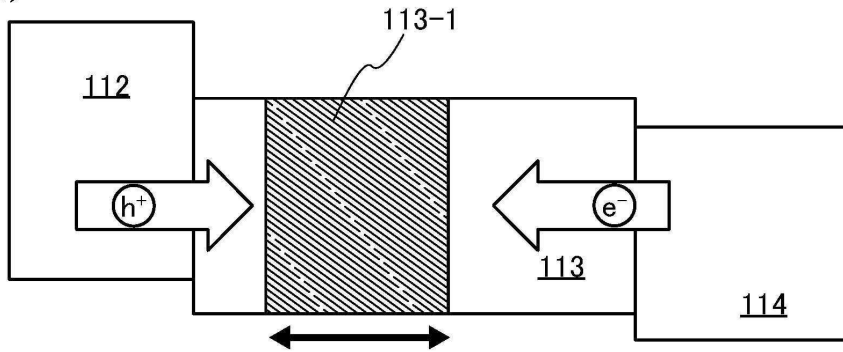


도면3

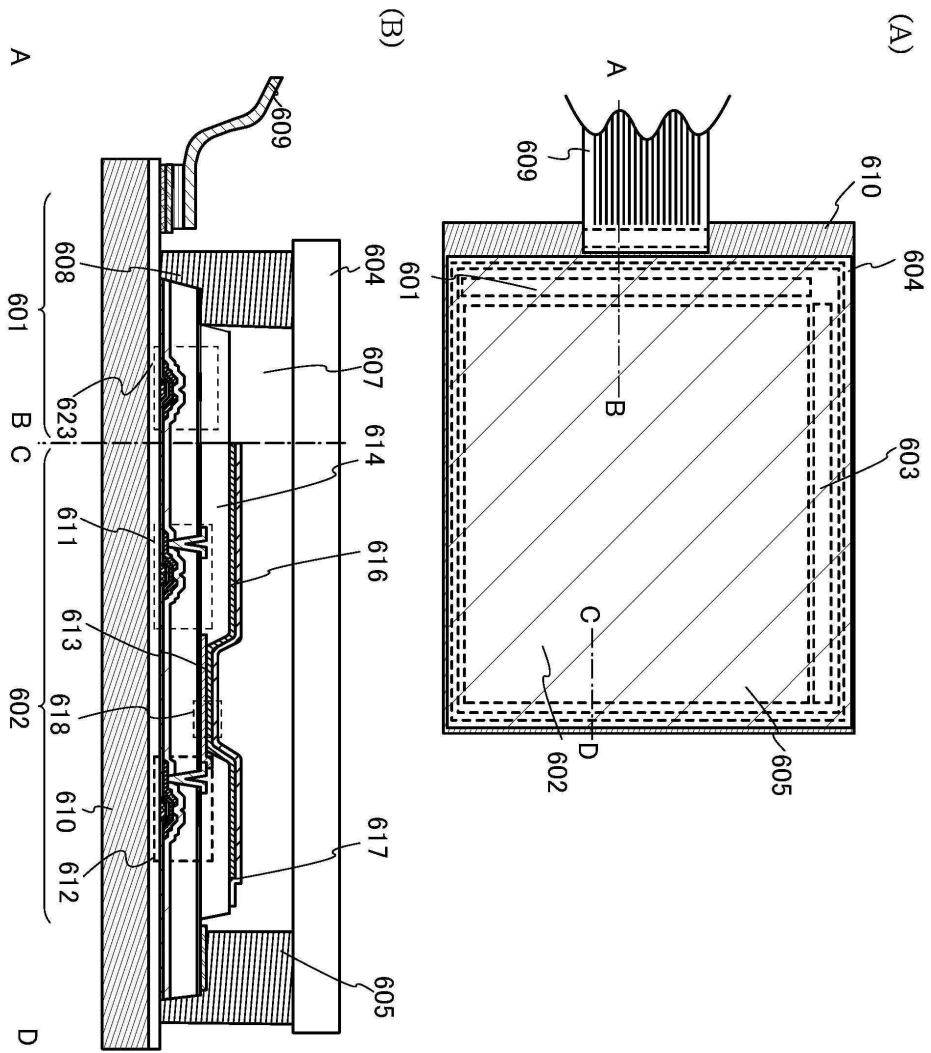
(A)



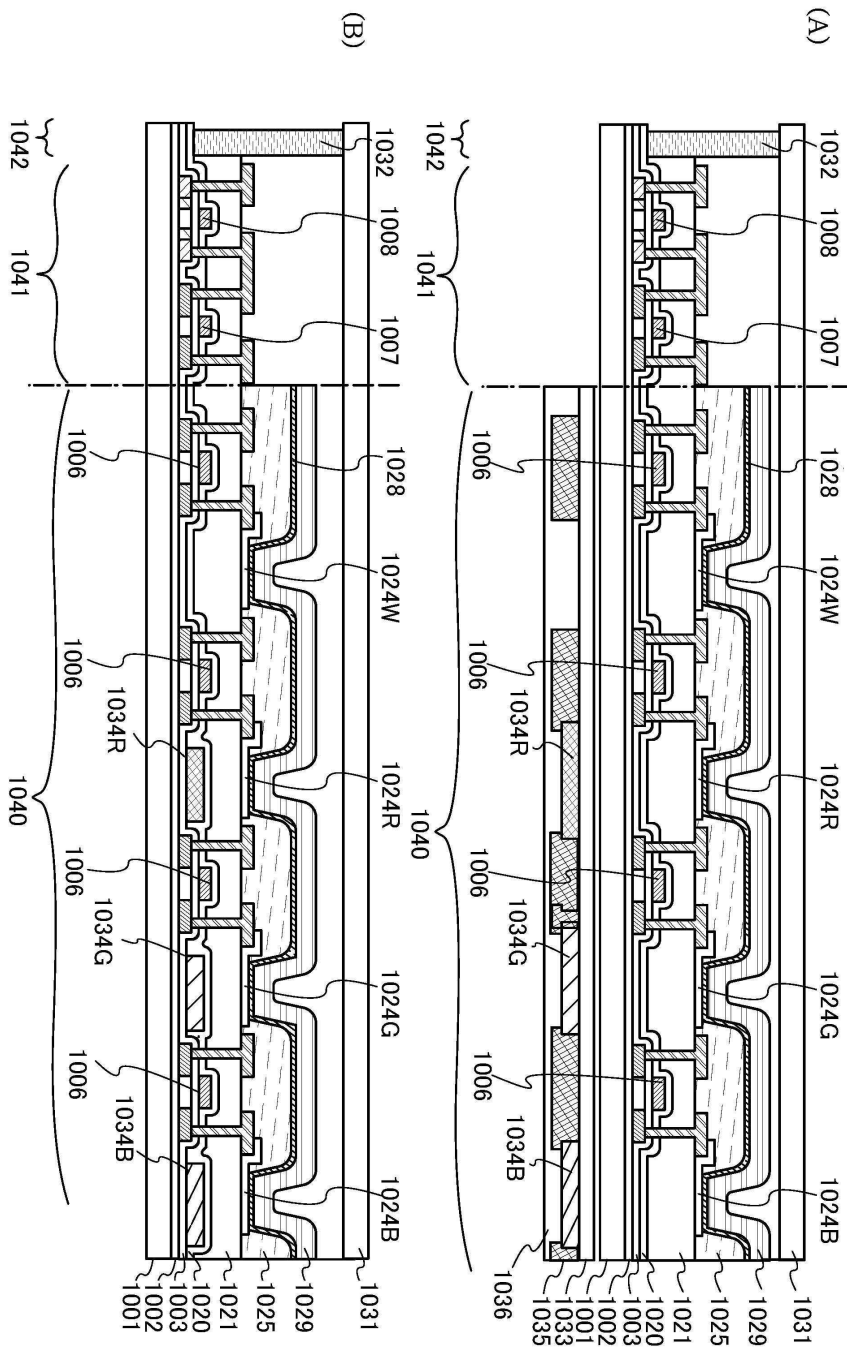
(B)



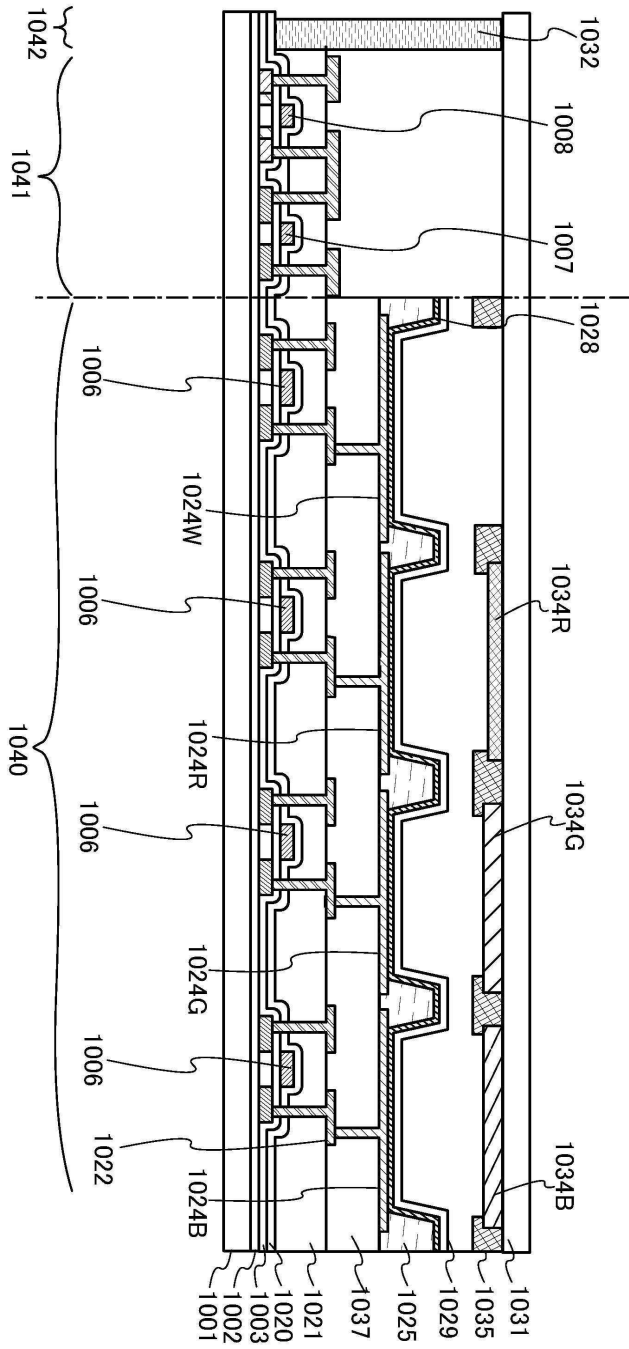
도면4



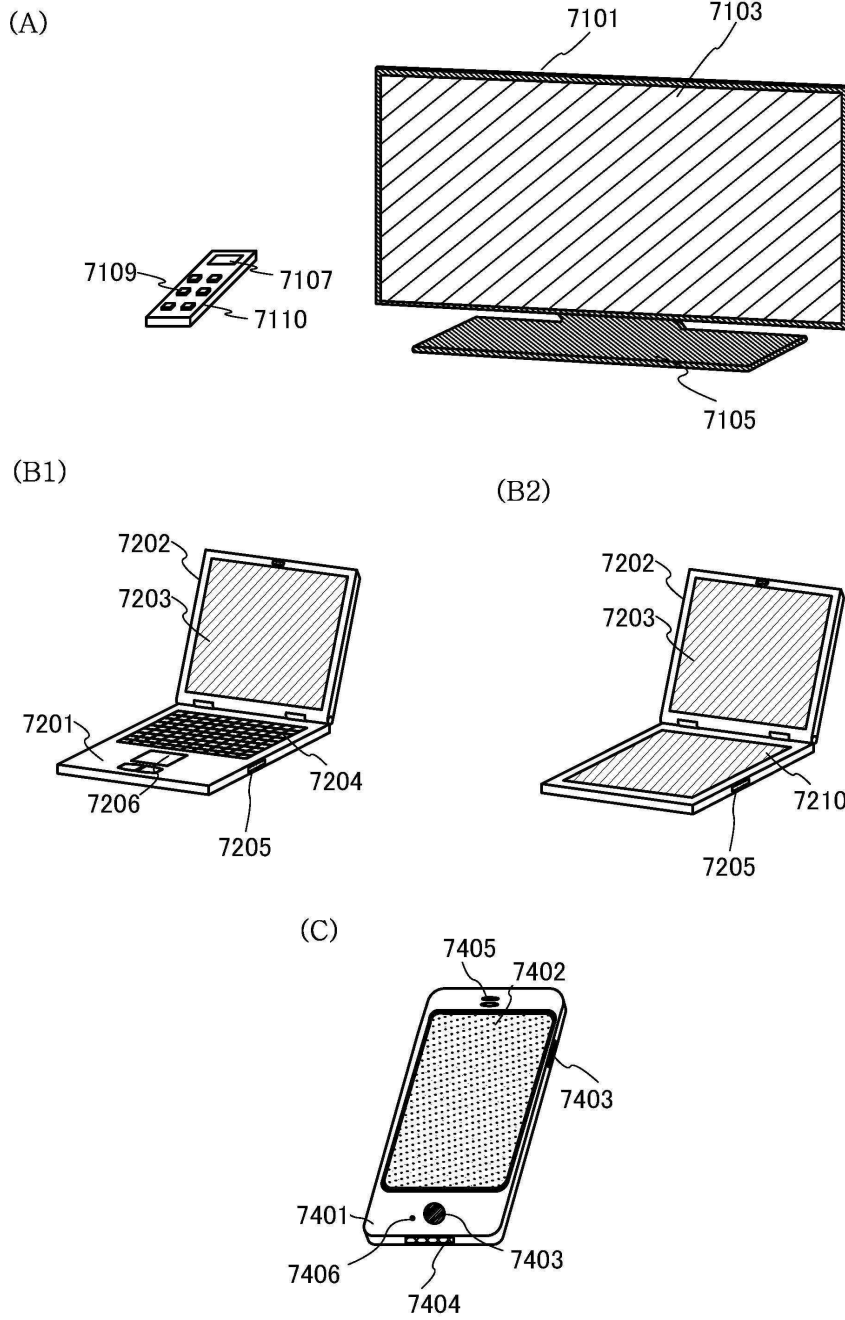
도면5



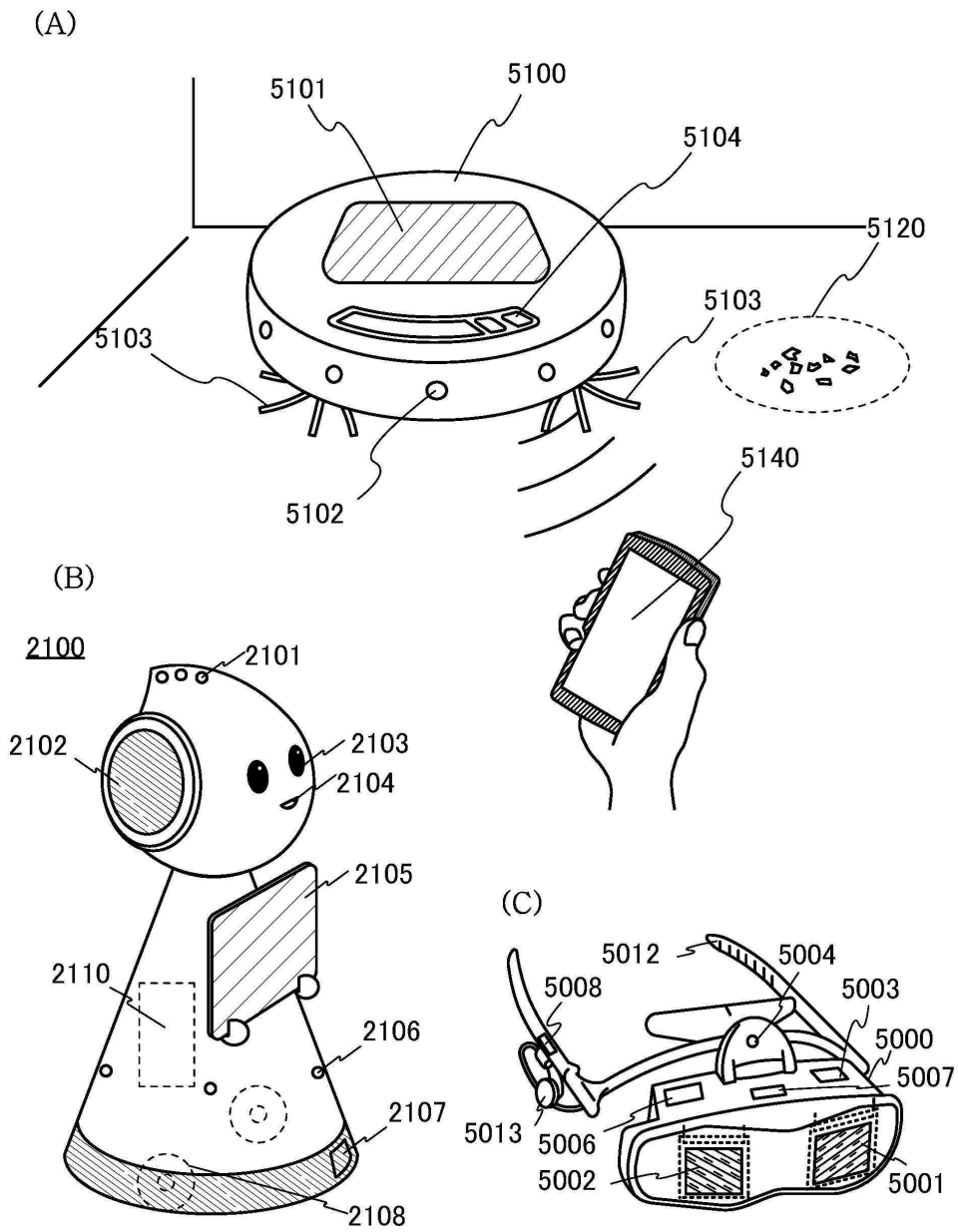
도면6



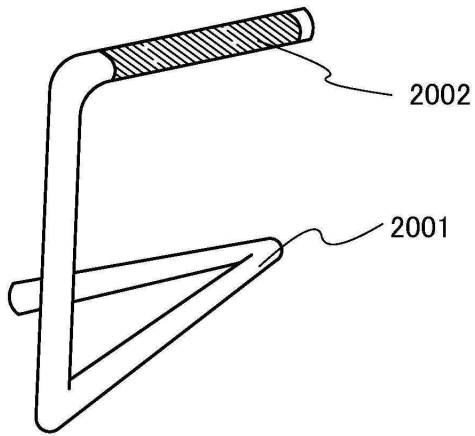
도면8



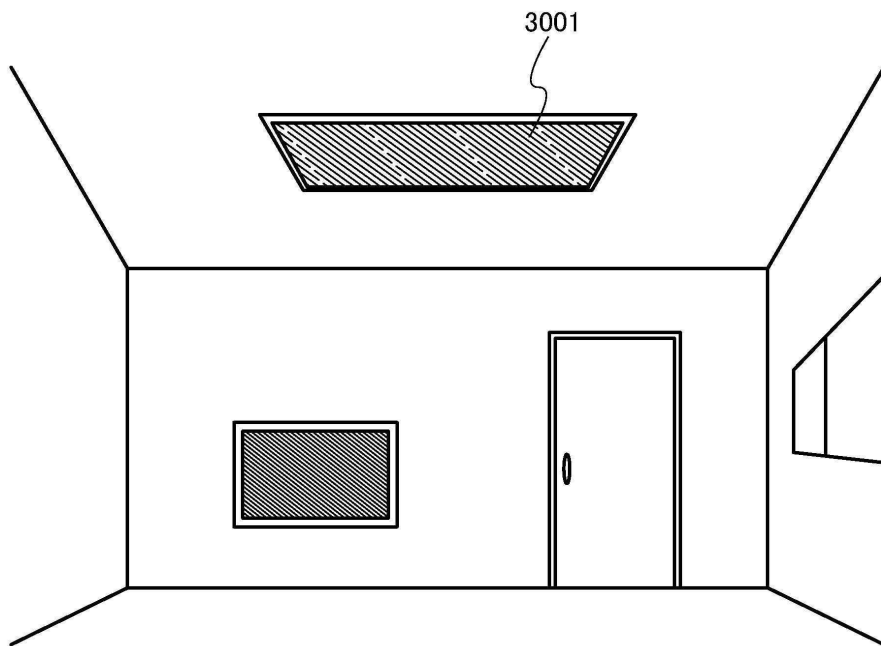
도면9



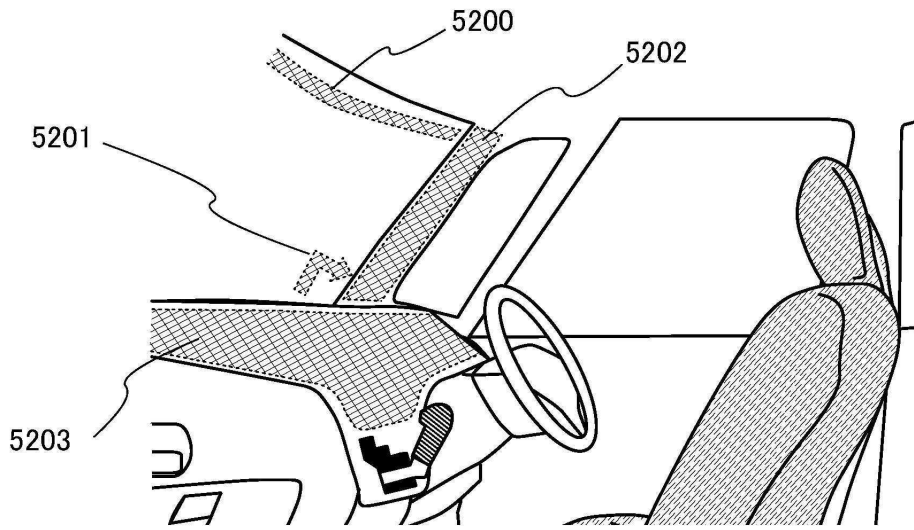
도면10



도면11

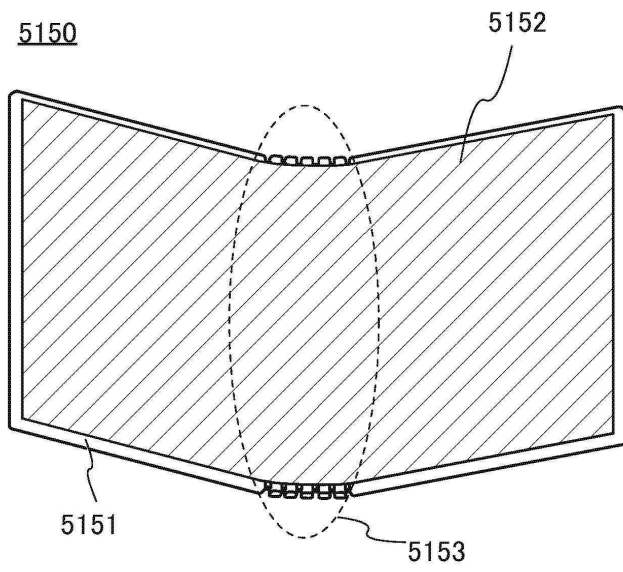


도면12

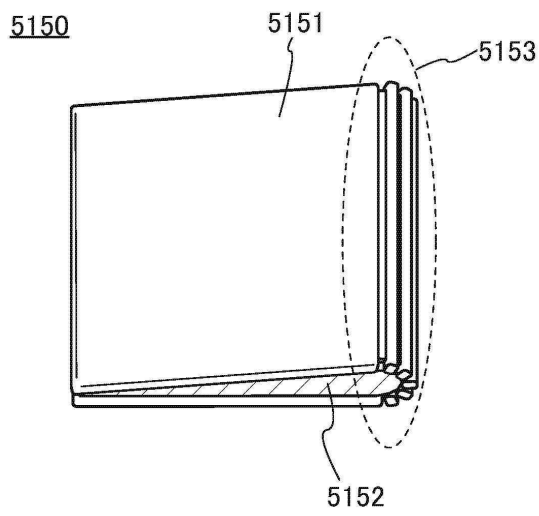


도면13

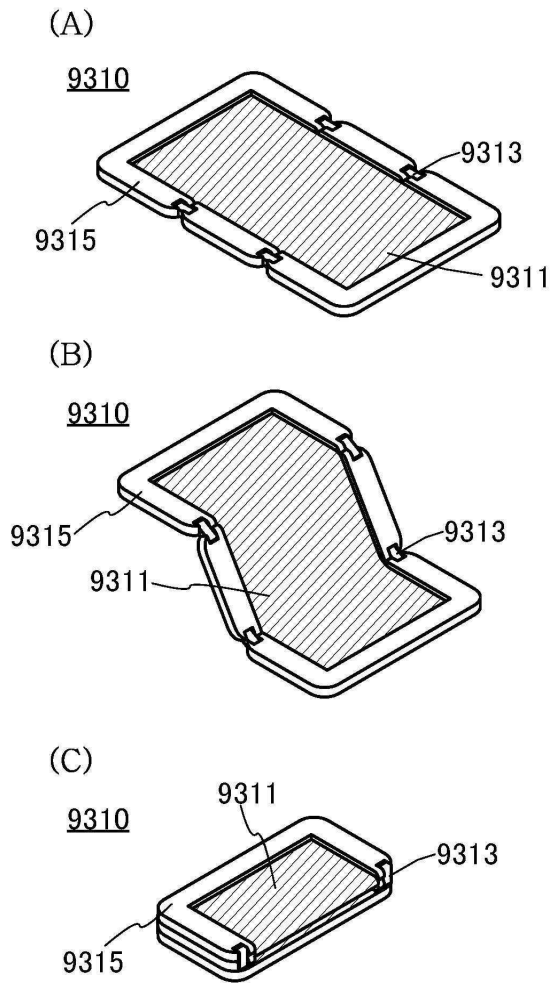
(A)



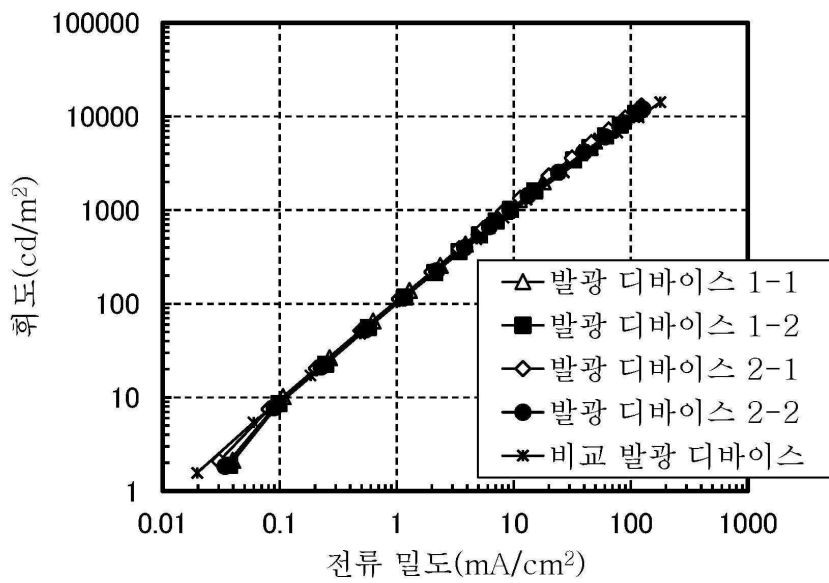
(B)



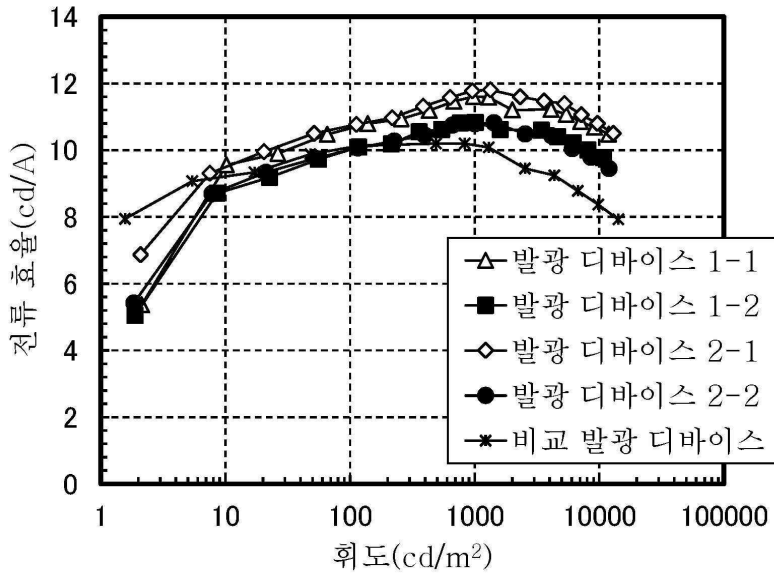
도면14



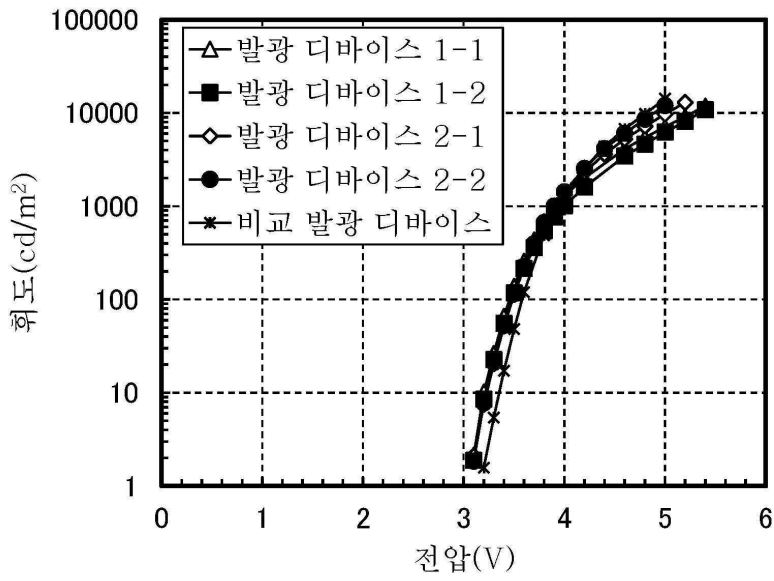
도면15



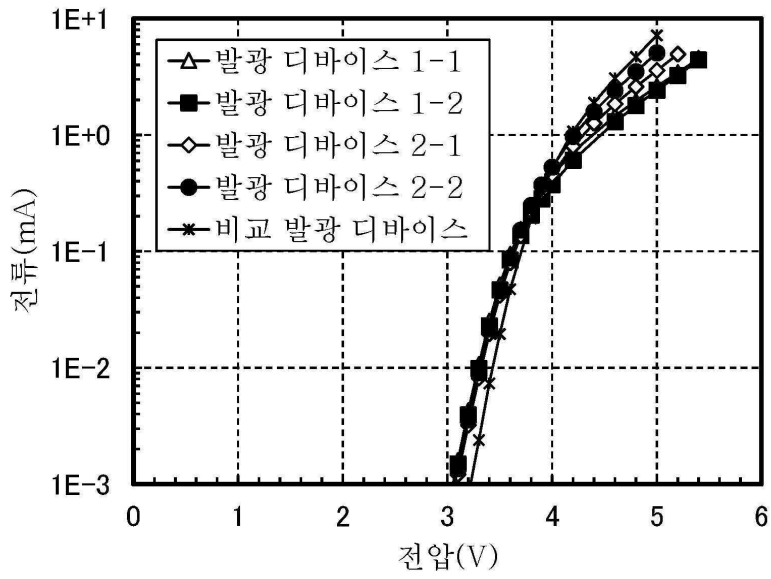
도면16



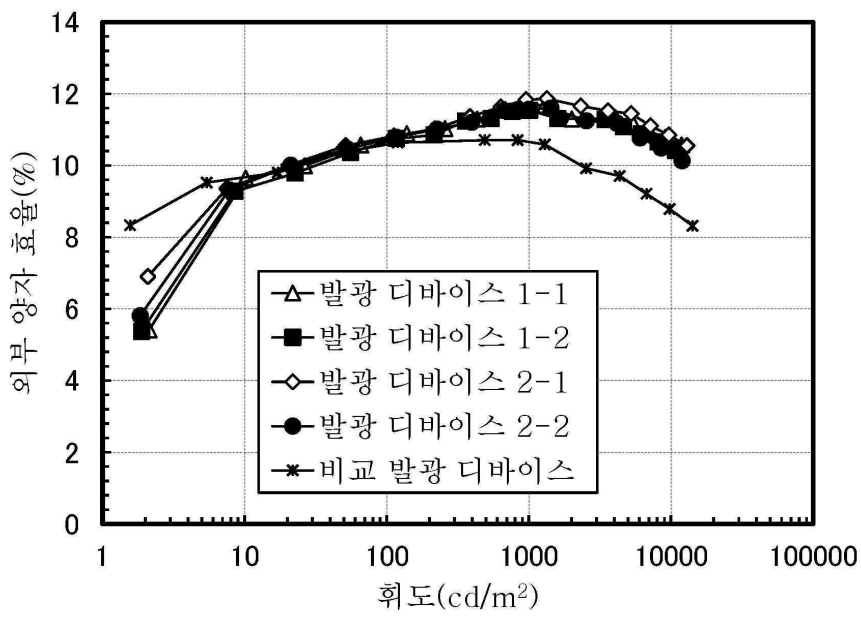
도면17



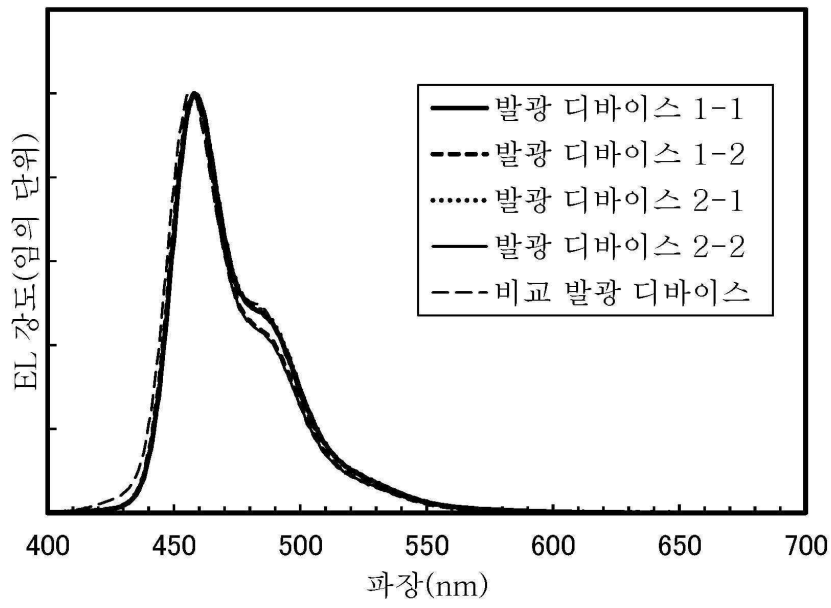
도면18



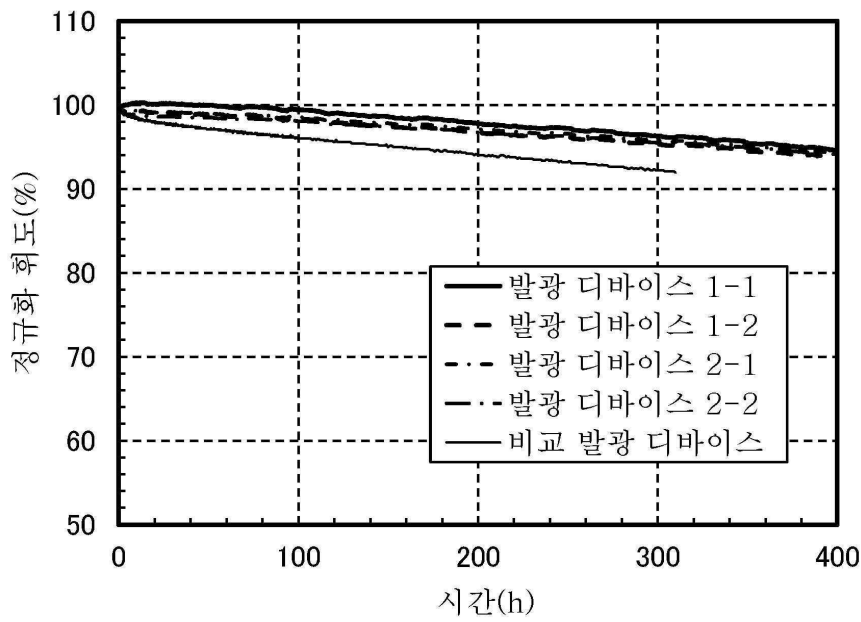
도면19



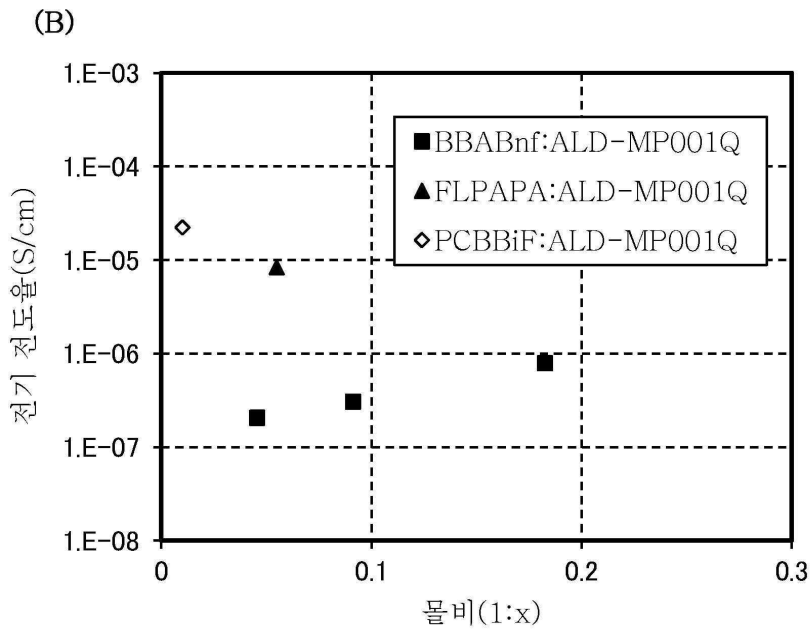
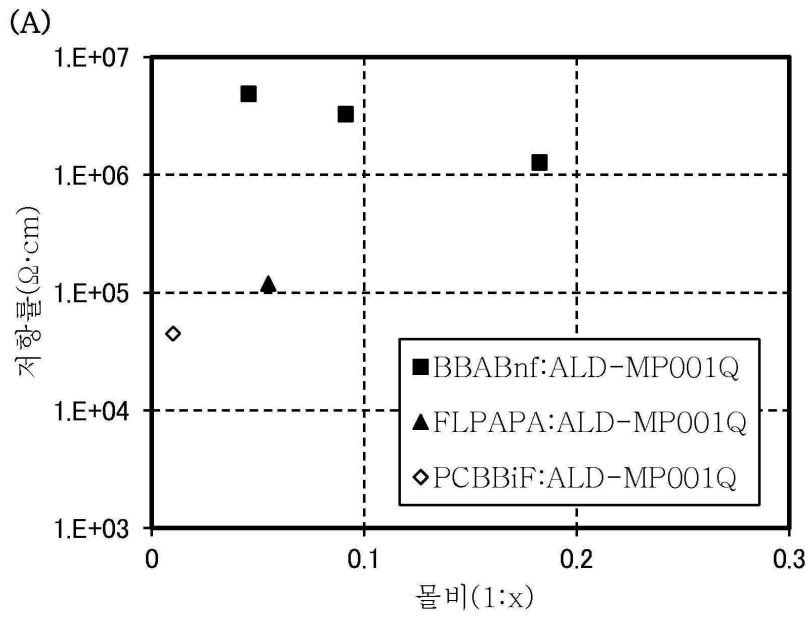
도면20



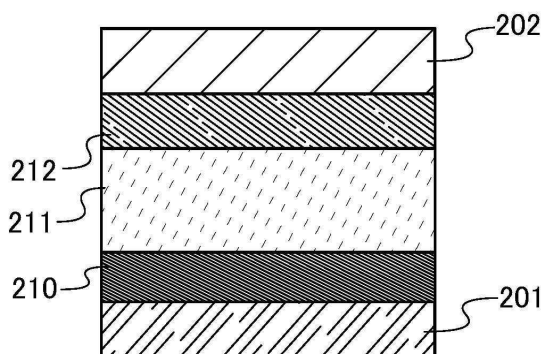
도면21



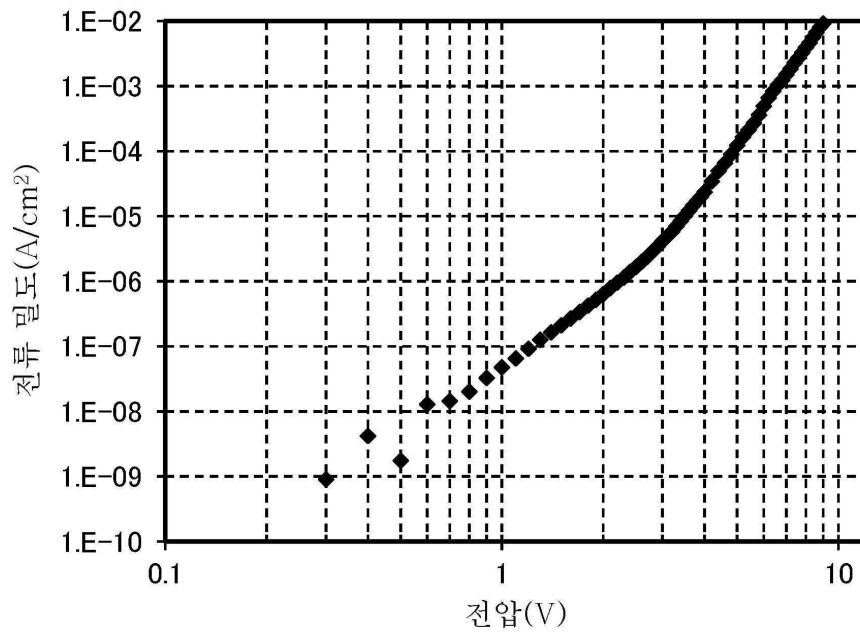
도면22



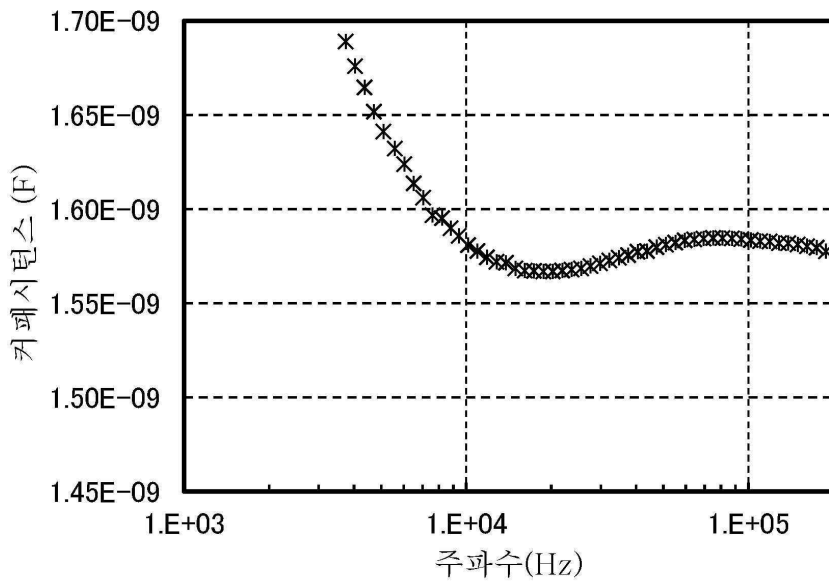
도면23



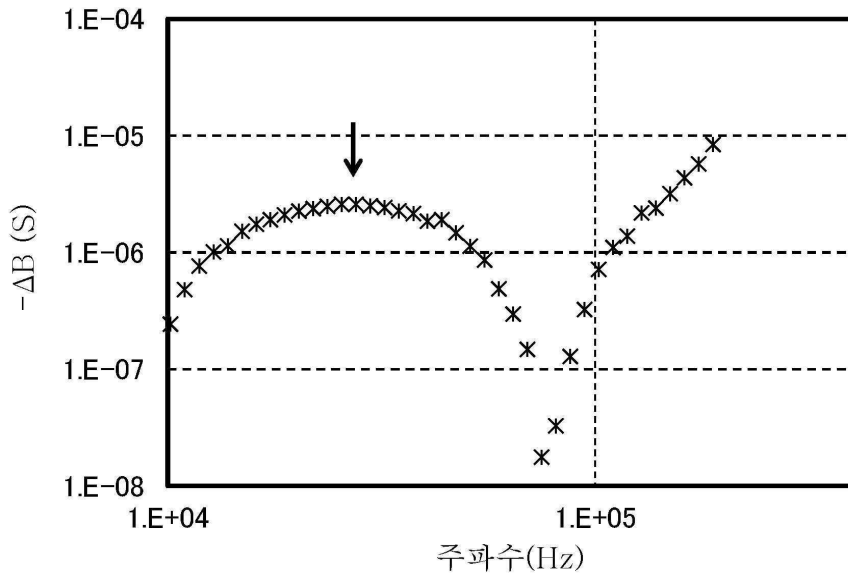
도면24



도면25



도면26



도면27

