



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0100784
(43) 공개일자 2012년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0021545

(22) 출원일자 2012년03월02일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2011-047272 2011년03월04일 일본(JP)

(71) 출원인

세이코 엡슨 가부시키키가이샤

일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 4-1

(72) 발명자

야마모토 히데토시

392-8502 일본국 나가노켄 스와시 오와 3초메 3반
5고 세이코 엡슨 가부시키키가이샤 나이

후지타 테츠지

392-8502 일본국 나가노켄 스와시 오와 3초메 3반
5고 세이코 엡슨 가부시키키가이샤 나이

(74) 대리인

이철

전체 청구항 수 : 총 14 항

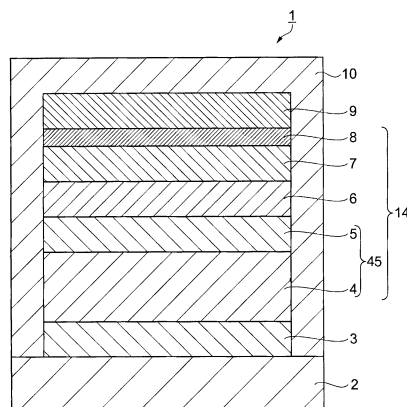
(54) 발명의 명칭 발광 소자, 발광 장치, 표시 장치 및 전자 기기

(57) 요약

(과제) 발광 효율을 우수한 것으로 함과 함께, 고전류 밀도의 전류로 구동하는 경우에 있어서도, 장(長)수명화를 도모할 수 있는 발광 소자, 이러한 발광 소자를 구비한 발광 장치, 표시 장치 및 전자 기기를 제공하는 것이다.

(해결 수단) 발광 소자(1)는, 양극(3)과, 음극(9)과, 양극(3)과 음극(9)과의 사이에 형성되고, 양극(3)과 음극(9)과의 사이에 통전함으로써 발광하는 발광층(6)과, 양극(3)과 발광층(6)과의 사이에, 이들에 접하여 형성되고, 정공을 수송하는 기능을 갖는 기능층(정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5))을 갖고, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)은, 각각 전자 수송성을 갖는 전자 수송성 재료를 포함하여 구성되어 있다. 또한, 정공 주입층(4)과 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송 재료의 함유량이 상이하다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

양극과,

음극과,

상기 양극과 상기 음극과의 사이에 형성된 발광층과,

상기 양극과 상기 발광층과의 사이에 형성된 정공을 수송하는 기능을 갖는 유기층을 갖고,

상기 유기층은, 상기 양극에 접하여 형성되며, 정공 주입성 재료를 포함하는 정공 주입층과, 상기 정공 주입층과 상기 발광층에 접하여 형성되고, 정공 수송성 재료를 포함하는 정공 수송층을 갖고,

상기 정공 주입층 및 상기 정공 수송층은, 각각 전자 수송성을 갖는 전자 수송성 재료를 포함하여 구성되고,

상기 전자 수송성 재료의 함유량이 상기 정공 주입층과 상기 정공 수송층에서 상이한 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유기층은, 전자를 블록하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전자 수송성 재료의 함유량이 상기 정공 주입층보다도 상기 정공 수송층 쪽이 높은 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 정공 수송층의 평균 두께가 상기 정공 주입층의 평균 두께보다도 얇은 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전자 수송성 재료는, 아센계 재료인 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 유기층은, 아민계 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 유기층은, 아센계 재료 및 아민계 재료를 혼합한 혼합 재료로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 8

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 아센계 재료는, 안트라센계 재료 및 나프타센계 재료 중 적어도 한쪽으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하

는 발광 소자.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정공 주입층과 상기 정공 수송층에 함유되는 전자 수송성 재료가 동일한 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 정공 주입층에 있어서의 상기 전자 수송성 재료의 함유량, 상기 정공 수송층에 있어서의 상기 전자 수송성 재료의 함유량은, 각각 30wt% 이상 70wt% 이하인 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유기층의 평균 두께는, 20nm 이상 100nm 이하인 것을 특징으로 하는 발광 소자.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 기재된 발광 소자를 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 장치.

청구항 13

제12항에 기재된 발광 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 14

제13항에 기재된 표시 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 전자 기기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 발광 소자, 이 발광 소자를 이용한 발광 장치, 표시 장치 및, 전자 기기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 유기 일렉트로 루미네선스(organic electroluminescence; 소위 유기 EL소자)는, 양극과 음극과의 사이에 발광층으로서 적어도 1층의 발광성 유기층을 개재 및 삽입한 구조를 갖는 발광 소자이다. 이러한 발광 소자에서는, 음극과 양극과의 사이에 전계를 인가함으로써, 발광층에 음극측으로부터 전자가 주입됨과 함께 양극측으로부터 정공이 주입되고, 발광층 중에서 전자와 정공이 재결합함으로써 여기자(exciton)가 생성되며, 이 여기자가 기저상태(ground state)로 되돌아갈 때에, 여기자가 갖는 에너지분이 빛으로서 방출된다.

[0003] 이러한 발광 소자에서는, 일반적으로, 정공의 주입성이나 수송성을 향상시키기 위해, 양극과 발광층과의 사이에, 정공 주입층 및 정공 수송층이 형성되어 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조).

[0004] 또한, 이러한 발광 소자에서는, 정공 수송층의 HOMO(highest occupied molecular orbital; 최고 점유 분자 궤도) 및 LUMO(lowest unoccupied molecular orbital; 최저 비점유 분자 궤도)의 크기를 조정함으로써, 정공 수송층에서 음극측(발광층측)으로부터의 전자를 블록하고, 발광층 내에 전자 및 정공을 가두어, 발광 효율의 향상을 도모하는 것이 행해지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본특허공보 제3654909호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 그러나, 종래의 발광 소자에 있어서는, 정공 수송층이 음극측으로부터의 전자를 충분히 블록하지 못하고, 장기 간의 사용에 수반하여 정공 수송층에 침입하고, 통과한 전자에 의해 정공 수송층이나 정공 주입층이 열화된다는 문제가 있었다. 이러한 문제는, 구동 전압이 높아질(전류 밀도가 커질)수록, 정공 수송층의 전자를 블록하는 기능이 밴드 밴딩 효과(band bending effect)에 의해 저하되기 때문에 현저해진다. 그 때문에, 고밀도 전류를 필요로 하는 고휘도의 발광 소자에 있어서, 장(長)수명화를 도모하는 것이 곤란했다.
- [0007] 또한, 전자 블록 효과를 높이기 위해서는, HOMO와 LUMO와의 에너지 갭이 큰 재료를 정공 수송층에 이용하는 것을 생각할 수 있지만, 정공 수송층으로서 사용할 수 있는 재료의 종류가 한정되어 있기 때문에, 그러한 것은 현실적으로는 어렵다는 과제가 있었다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은, 전술한 과제 중 적어도 일부를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 이하의 형태 또는 적용예로서 실현되는 것이 가능하다.
- [0009] [적용예 1] 본 적용예의 발광 소자는, 양극과, 음극과, 상기 양극과 상기 음극과의 사이에 형성된 발광층과, 상기 양극과 상기 발광층과의 사이에 형성된 정공을 수송하는 기능을 갖는 유기층을 갖고, 상기 유기층은, 상기 양극에 접하여 형성되며, 정공 주입성 재료를 포함하는 정공 주입층과, 상기 정공 주입층과 상기 발광층에 접하여 형성되고, 정공 수송성 재료를 포함하는 정공 수송층을 갖고, 상기 정공 주입층 및 상기 정공 수송층은, 각각 전자 수송성을 갖는 전자 수송성 재료를 포함하여 구성되고, 상기 전자 수송성 재료의 함유량이 상기 정공 주입층과 상기 정공 수송층에서 상이한 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 적용예의 발광 소자에 의하면, 정공을 수송하는 기능을 갖는 유기층이 양극으로부터 발광층으로 효율적으로 정공을 수송할 수 있다. 그 때문에, 발광 소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0011] 특히, 본 적용예의 발광 소자에서는, 유기층이 전자 수송성 재료를 포함함과 함께 양극 및 발광층에 각각 접하고 있기 때문에, 발광층으로부터 유기층 내로 전자가 침입해도(주입되어도), 그 전자를 유기층이 양극측으로 신속하게 수송하여 통과시킬 수 있다. 이에 따라, 유기층 중에 전자가 머무는 것을 방지하고, 그 결과, 유기층이 전자에 의해 열화되는 것을 방지할 수 있다. 그 때문에, 고전류 밀도에서의 전류로 구동하는 경우에 있어서도, 발광 소자의 장수명화를 도모할 수 있다. 또한, 전자 수송성 재료의 혼합비가 정공 주입층과 정공 수송층에서 상이하게 함으로써, 발광 특성, 수명 특성에 대하여 적합한 밸런스를 취할 수 있다.
- [0012] [적용예 2] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 유기층은, 전자를 블록하는 기능을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 이에 따라, 유기층이 양극으로부터 발광층으로 정공을 수송하면서 발광층으로부터의 전자를 블록할 수 있다. 그 때문에, 발광층에 효율적으로 전자 및 정공을 가두어, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0014] 이와 같이 유기층이 전자를 블록하는 기능을 갖고 있어도, 고전류 밀도에서의 구동에 있어서는, 유기층이 전자를 전부 블록하지 못하고, 그 결과, 유기층에 전자가 침입하는(주입되는) 경우가 있다. 이러한 경우에 있어서는, 본 적용예의 발광 소자에서는, 유기층이 전자 수송성 재료를 포함하고 있기 때문에, 유기층에서 전부 블록하지 못하고 유기층 내로 침입한 전자를 유기층이 양극측으로 신속하게 수송하여 통과시킬 수 있다.
- [0015] [적용예 3] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 전자 수송성 재료의 함유량이 상기 정공 주입층보다도 상기 정공 수송층 쪽이 높은 것을 특징으로 한다.
- [0016] 이에 따라, 발광층으로부터 정공 수송층으로의 전자의 수송이 용이해지기 때문에, 효과적으로 장수명화를 도모할 수 있다.
- [0017] [적용예 4] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 정공 수송층의 막두께가 상기 정공 주입층의 막두께보다도 얇은 것을 특징으로 한다.
- [0018] 정공 수송층은 정공 주입층과 비교하여 전자 수송성 재료의 함유량이 높기 때문에, 정공 이동도가 낮아져 구동 전압의 상승이 발생하기 쉽다. 그 때문에, 정공 수송층의 막두께를 정공 주입층의 막두께보다도 얇게

함으로써, 정공 수송층이 정공 주입층과 동등 이상의 막두께를 가질 때와 비교해서의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

- [0019] [적용예 5] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 전자 수송성 재료는, 아센계 재료인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 아센계 재료는, 전자 수송성이 우수하다. 그 때문에, 아센계 재료를 포함하는 유기층은, 발광층으로부터의 전자를 양극으로 신속하게 수송할 수 있다. 또한, 아센계 재료는, 전자에 대한 내성이 우수하다. 그 때문에, 전자에 의한 유기층의 열화를 방지 또는 억제할 수 있다.
- [0021] [적용예 6] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 유기층은, 아민계 재료를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 아민계 재료는, 정공 수송성이 우수하다. 그 때문에, 아민계 재료를 포함하는 유기층은, 양극으로부터의 정공을 발광층으로 신속하게 수송할 수 있다.
- [0023] [적용예 7] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 유기층은, 아센계 재료 및 아민계 재료를 혼합한 혼합 재료로 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 이에 따라, 유기층의 정공 수송성 및 전자 수송성의 밸런스를 적합한 범위로 비교적 간단하게 조정할 수 있다.
- [0025] [적용예 8] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 아센계 재료는, 안트라센계 재료 및 나프타센계 재료 중 적어도 한쪽으로 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 이러한 아센계 재료는, 우수한 전자 수송성과 전자 내구성을 가짐과 함께, 비교적 간단하게 고품위인 막질로 성막할 수 있다.
- [0027] [적용예 9] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 정공 주입층과 상기 정공 수송층에 함유되는 전자 수송성 재료가 동일한 것을 특징으로 한다.
- [0028] 이에 따라, 양극으로부터의 정공 주입성 및 정공 수송성을 양호한 것으로 하면서, 전자에 의한 정공 주입층 및 정공 수송층의 열화를 방지할 수 있다.
- [0029] [적용예 10] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 정공 주입층에 있어서의 상기 전자 수송성 재료의 함유량, 상기 정공 수송층에 있어서의 상기 전자 수송성 재료의 함유량은, 각각 30wt% 이상 70wt% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0030] 이에 따라, 유기층의 전자 수송성과 정공 수송성과의 밸런스를 적합한 것으로 할 수 있다. 또한, 유기층이 전자 블록성을 갖는 경우, 유기층의 전자 블록성과 전자 수송성과의 밸런스를 적합한 것으로 할 수 있다.
- [0031] [적용예 11] 상기 적용예의 발광 소자에 있어서, 상기 유기층의 평균 두께는, 20nm 이상 100nm 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0032] 이에 따라, 양극으로부터의 정공 주입성 및 정공 수송성을 양호한 것으로 하면서, 전자에 의한 정공 주입층 및 정공 수송층의 열화를 방지할 수 있다.
- [0033] [적용예 12] 상기 적용예의 발광 소자를 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 장치.
- [0034] 이러한 발광 장치는, 장수명인 발광 소자를 구비하기 때문에, 신뢰성이 우수하다.
- [0035] [적용예 13] 상기 적용예의 발광 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.
- [0036] 이러한 표시 장치는, 장치에 걸쳐 고품위인 화상을 표시할 수 있음과 함께, 신뢰성이 우수하다.
- [0037] [적용예 14] 상기 적용예의 표시 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 전자 기기.
- [0038] 이러한 전자 기기는, 신뢰성이 우수하다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 발광 소자를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 발명의 표시 장치를 적용한 디스플레이 장치의 실시 형태를 나타내는 종단면도이다.

도 3은 본 발명의 전자 기기를 적용한 모바일형(또는 노트형)의 퍼스널 컴퓨터의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 4는 본 발명의 전자 기기를 적용한 휴대 전화기(PHS도 포함함)의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 5는 본 발명의 전자 기기를 적용한 디지털 스틸 카메라의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 6은 실시예와 비교예의 발광 소자에 있어서의 정공 주입층 및 정공 수송층의 구성과, 발광 특성의 평가 결과를 나타내는 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] (발명을 실시하기 위한 형태)
- [0041] 이하, 본 발명의 발광 소자, 발광 장치, 표시 장치 및 전자 기기를 첨부 도면에 나타내는 적합한 실시 형태에 대해서 설명한다. 이하의 각 도면에 있어서는, 각 층이나 각 부재를 인식 가능한 정도의 크기로 하기 위해, 각 층이나 각 부재의 척도를 실제와는 상이하게 하고 있다.
- [0042] (실시 형태 1)
- [0043] 도 1은, 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 발광 소자를 개략적으로 나타내는 단면도이다. 또한, 이하에서는, 설명의 편의상, 도 1 중의 상층을 「상」, 하층을 「하」로서 설명을 행한다.
- [0044] 도 1에 나타내는 발광 소자(일렉트로 루미네선스 소자)(1)는, 양극(3)과 정공 주입층(4)과 정공 수송층(5)과 발광층(6)과 전자 수송층(7)과 전자 주입층(8)과 음극(9)이 이 순으로 적층되어 이루어지는 것이다. 즉, 발광 소자(1)에서는, 양극(3)과 음극(9)과의 사이에, 양극(3)측으로부터 음극(9)측으로 정공 주입층(4)과 정공 수송층(5)과 발광층(6)과 전자 수송층(7)과 전자 주입층(8)이 이 순으로 적층된 적층체(14)가 개재 및 삽입되어 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(45), 양극(3)으로부터 발광층(6)으로 정공을 수송하는 기능을 갖는 유기층을 구성한다.
- [0045] 그리고, 발광 소자(1)는, 그 전체가 기판(2) 상에 형성됨과 함께, 봉지 부재(10)로 봉지되어 있다.
- [0046] 이러한 발광 소자(1)에 있어서는, 양극(3) 및 음극(9)에 구동 전압(drive voltage)이 인가됨으로써, 발광층(6)에 대하여, 각각 음극(9)측으로부터 전자가 공급(주입)됨과 함께, 양극(3)측으로부터 정공이 공급(주입)된다. 그리고, 발광층(6)에서는, 정공과 전자가 재결합하고, 이 재결합시에 있어서 방출된 에너지에 의해 엑시톤(여기자)이 생성되고, 엑시톤이 기저 상태로 되돌아갈 때에 에너지(형광(fluorescence)이나 인광(phosphorescence))를 방출(발광)한다. 이에 따라, 발광 소자(1)는, 발광한다.
- [0047] 그 때, 발광 소자(1)에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(유기층)이 양극(3)으로부터 발광층(6)으로 효율적으로 정공을 수송할 수 있다. 그 때문에, 발광 소자(1)의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0048] 특히, 발광 소자(1)에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층이 후에 상술하는 바와 같이 전자 수송성 재료를 포함함과 함께 양극(3) 및 발광층(6)에 각각 접하고 있기 때문에, 발광층(6)으로부터 정공 수송층(5) 내로 전자가 침입해도(주입되어도), 그 전자를 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 양극(3)측으로 신속하게 수송하여 통과시킬 수 있다. 이에 따라, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 전자가 머무는 것을 방지하고, 그 결과, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 전자에 의해 열화되는 것을 방지할 수 있다. 그 때문에, 고전류 밀도에서의 전류로 구동하는 경우에 있어서도, 발광 소자(1)의 장수명화를 도모할 수 있다. 또한, 전자 수송성 재료의 혼합비를 정공 주입층(4)과 정공 수송층(5)에서 상이하게 함으로써, 발광 특성, 수명 특성에 대하여 적합한 밸런스를 취할 수 있다.
- [0049] 기판(2)은, 양극(3)을 지지하는 것이다. 본 실시 형태의 발광 소자(1)는, 기판(2)측으로부터 빛을 취출하는 구성(보텀 에미션형; bottom emission type)이기 때문에, 기판(2) 및 양극(3)은, 각각 실질적으로 투명(무색 투명, 착색 투명 또는 반투명)으로 되어 있다.
- [0050] 기판(2)의 구성 재료로서는, 예를 들면, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리프로필렌, 사이클로올레핀폴리머, 폴리아미드, 폴리에테르설폰, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트와 같은 수지 재료나, 석영 유리, 소다 유리나 같은 유리 재료 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을

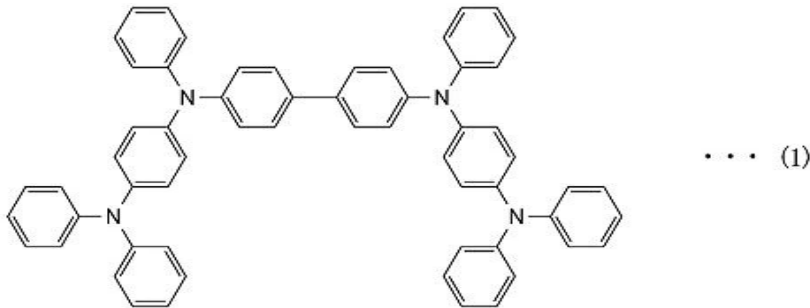
조합하여 이용할 수 있다.

- [0051] 이러한 기관(2)의 평균 두께는, 특별히 한정되지 않지만, 0.1mm?30mm 정도인 것이 바람직하고, 0.1mm?10mm 정도인 것이 보다 바람직하다.
- [0052] 또한, 발광 소자(1)가 기관(2)과 반대측으로부터 빛을 취출하는 구성(톱 에미션형; top emission type)인 경우, 기관(2)에는, 투명 기관 및 불투명 기관 모두 이용할 수 있다.
- [0053] 불투명 기관으로서, 예를 들면, 알루미늄과 같은 세라믹스 재료로 구성된 기관, 스테인리스 강과 같은 금속 기관의 표면에 산화막(절연막)을 형성한 것, 수지 재료로 구성된 기관 등을 들 수 있다.
- [0054] 또한, 이러한 발광 소자(1)에서는, 양극(3)과 음극(9)과의 사이의 거리(즉 적층체(14)의 평균 두께)는, 100nm?300nm인 것이 바람직하고, 100nm?250nm인 것이 보다 바람직하고, 100nm?200nm인 것이 더욱 바람직하다. 이에 따라, 간단하고 또한 확실하게, 발광 소자(1)의 저(低)구동 전압화를 도모할 수 있다.
- [0055] 이하, 발광 소자(1)를 구성하는 각 부를 순차 설명한다.
- [0056] [양극]
- [0057] 양극(3)은, 후술하는 정공 주입층(4)을 개재하여 발광층(6)에 정공을 주입하는 전극이다. 이 양극(3)의 구성 재료로서는, 워크 함수가 크고, 도전성이 우수한 재료를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0058] 양극(3)의 구성 재료로서는, 예를 들면, ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), In_2O_3 , SnO_2 , Sb 함유 SnO_2 , Al 함유 ZnO 등의 산화물, Au, Pt, Ag, Cu 또는 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.
- [0059] 특히, 양극(3)은, ITO로 구성되어 있는 것이 바람직하다. ITO는, 투명성을 가짐과 함께, 워크 함수가 크고, 도전성이 우수한 재료이다. 이에 따라, 양극(3)으로부터 정공 주입층(4)으로 효율적으로 정공을 주입할 수 있다.
- [0060] 또한, 양극(3)의 정공 주입층(4)측의 면(도 1에서 상면)은, 플라즈마 처리가 행해져 있는 것이 바람직하다. 이에 따라, 양극(3)과 정공 주입층(4)과의 접합면의 화학적 및 기계적인 안정성을 높일 수 있다. 그 결과, 양극(3)으로부터 정공 주입층(4)으로의 정공 주입성을 향상시킬 수 있다. 또한, 이러한 플라즈마 처리에 대해서는, 후술하는 발광 소자(1)의 제조 방법의 설명에 있어서 상술한다.
- [0061] 이러한 양극(3)의 평균 두께는 특별히 한정되지 않지만, 10nm?200nm 정도인 것이 바람직하고, 50nm?150nm 정도인 것이 보다 바람직하다.
- [0062] [음극]
- [0063] 한편, 음극(9)은, 후술하는 전자 주입층(8)을 개재하여 전자 수송층(7)에 전자를 주입하는 전극이다. 이 음극(9)의 구성 재료로서는, 워크 함수가 작은 재료를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0064] 음극(9)의 구성 재료로서는, 예를 들면, Li, Mg, Ca, Sr, La, Ce, Er, Eu, Sc, Y, Yb, Ag, Cu, Al, Cs, Rb 또는 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을 조합하여(예를 들면, 복수층의 적층체, 복수층의 혼합층 등으로서) 이용할 수 있다.
- [0065] 특히, 음극(9)의 구성 재료로서 합금을 이용하는 경우에는, Ag, Al, Cu 등의 안정적인 금속 원소를 포함하는 합금, 구체적으로는, MgAg, AlLi, CuLi 등의 합금을 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 합금을 음극(9)의 구성 재료로서 이용함으로써, 음극(9)의 전자 주입 효율 및 안정성의 향상을 도모할 수 있다.
- [0066] 이러한 음극(9)의 평균 두께는 특별히 한정되지 않지만, 50nm?1000nm 정도인 것이 바람직하고, 100nm?500nm 정도인 것이 보다 바람직하다.
- [0067] 또한, 본 실시 형태의 발광 소자(1)는 보텀 에미션형이기 때문에, 음극(9)에 광투과성은 특별히 요구되지 않는다.
- [0068] [정공 주입층]
- [0069] 정공 주입층(4)은, 양극(3)으로부터의 정공 주입 효율을 향상시키는 기능을 갖는(즉 정공 주입성을 가짐) 것이다. 또한, 후에 상술하는 바와 같이, 정공 주입층(4)은, 전자를 수송하는 기능도 갖는다.
- [0070] 이 정공 주입층(4)은, 정공 주입성을 갖는 재료(즉 정공 주입성 재료)와, 전자 수송성을 갖는 재료(즉 전자 수

송성 재료)를 포함하고 있다. 또한, 정공 주입층(4)에 포함되는 전자 수송성 재료에 대해서는, 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료의 설명과 함께, 후에 상술한다.

[0071] 이 정공 주입층(4)에 포함되는 정공 주입 재료로서는, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면, 구리 프탈로시아닌이나, 4,4',4"-트리스(N,N-페닐-3-메틸페닐아미노)트리페닐아민(m-MTDATA), 하기식 (1)로 나타나는 N,N'-비스-(4-디페닐아미노-페닐)-N,N'-디페닐-비페닐-4-4'-디아민 등을 들 수 있다.

[0072] [화학식 1]



[0073]

[0074] 그 중에서도, 정공 주입층(4)에 포함되는 정공 주입성 재료로서는, 정공 주입성 및 정공 수송성이 우수하다는 관점에서, 아민계 재료를 이용하는 것이 바람직하고, 디아미노벤젠 유도체, 벤지딘 유도체(벤지딘 골격을 갖는 재료), 분자 내에 「디아미노벤젠」 유닛과 「벤지딘」 유닛과의 양방을 갖는 트리아민계 화합물, 테트라아민계 화합물을 이용하는 것이 보다 바람직하다.

[0075] 이러한 정공 주입층(4)의 평균 두께는 특별히 한정되지 않지만, 5nm~90nm 정도인 것이 바람직하고, 10nm~70nm 정도인 것이 보다 바람직하다.

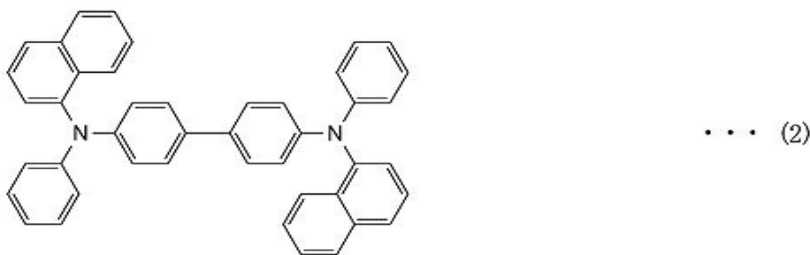
[0076] [정공 수송층]

[0077] 정공 수송층(5)은, 양극(3)으로부터 정공 주입층(4)을 개재하여 주입된 정공을 발광층(6)까지 수송하는 기능을 갖는(즉 정공 수송성을 가짐) 것이다. 또한, 후에 상술하는 바와 같이, 정공 수송층(5)은, 전자를 수송하는 기능도 갖는다.

[0078] 이 정공 수송층(5)은, 정공 수송성을 갖는 재료(즉 정공 수송성 재료)와, 전자 수송성을 갖는 재료(즉 전자 수송성 재료)를 포함하여 구성되어 있다. 또한, 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료에 대해서는, 정공 주입층(4)에 포함되는 전자 수송층성 재료의 설명과 함께, 후에 상술한다.

[0079] 이 정공 수송층(5)에 포함되는 정공 수송성 재료에는, 각종 p형의 고분자 재료나, 각종 p형의 저분자 재료를 단독 또는 조합하여 이용할 수 있고, 예를 들면, 하기식 (2)로 나타나는 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐-1,1'-디페닐-4,4'-디아민(NPD), N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-디페닐-4,4'-디아민(TPD) 등의 테트라아릴벤지딘 유도체, 테트라아릴디아미노플루오렌 화합물 또는 그의 유도체(아민계 화합물) 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.

[0080] [화학식 2]



[0081]

[0082] 그 중에서도, 정공 수송층(5)에 포함되는 정공 수송성 재료로서는, 정공 주입성 및 정공 수송성이 우수하다는 관점에서, 아민계 재료인 것이 바람직하고, 벤지딘 유도체(벤지딘 골격을 갖는 재료)인 것이 보다 바람직하다.

[0083] 또한, 정공 수송층(5)에 포함되는 정공 수송성 재료로서는, 발광층(6)으로부터의 전자를 블록할 수 있는 밴드 갭(HOMO 준위와 LUMO 준위와의 에너지 차이)을 갖는 것을 이용하는 것이 바람직하다. 즉, 정공 주입층(4) 및

정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(45)은, 전자를 블록하는 기능을 갖는 것이 바람직하다.

- [0084] 이에 따라, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 양극(3)으로부터 발광층(6)으로 정공을 수송하면서 발광층(6)으로부터의 전자를 블록할 수 있다. 그 때문에, 발광층(6)에 효율적으로 전자 및 정공을 가두어, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0085] 이와 같이 정공 수송층(5)이 전자를 블록하는 기능을 갖고 있어도, 고전류 밀도에서의 구동에 있어서는, 정공 수송층(5)이 전자를 전부 블록하지 못하고, 그 결과, 정공 수송층(5)에 전자가 침입하는(주입되는) 경우가 있다. 이러한 경우에 있어서는, 발광 소자(1)에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 각각 전자 수송성 재료를 포함하고 있기 때문에, 정공 수송층(5)에서 전부 블록하지 못하고 정공 수송층(5) 내로 침입한 전자를 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 양극(3)측으로 신속하게 수송하여 통과시킬 수 있다.
- [0086] 이러한 정공 수송층(5)의 평균 두께는 특별히 한정되지 않지만, 10nm~90nm 정도인 것이 바람직하고, 30nm~70nm 정도인 것이 보다 바람직하다.
- [0087] (정공 주입층 및 정공 수송층의 전자 수송성)
- [0088] 여기에서, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료에 대해서 상술한다.
- [0089] 본 실시 형태의 발광 소자(1)에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(45)이, 양극(3)과 발광층(6)과의 사이에, 이들에 접하여 형성되고, 정공을 수송하는 기능을 갖는 유기층이다.
- [0090] 그리고, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이, 각각 전자 수송성 재료를 포함하고 있다. 즉, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(45)으로 구성된 유기층은, 전자 수송성을 갖는 전자 수송성 재료를 포함하여 구성되어 있다.
- [0091] 이에 따라, 양극(3)으로부터의 정공 주입성 및 정공 수송성을 양호한 것으로 하면서, 전자에 의한 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)의 열화를 방지할 수 있다.
- [0092] 보다 구체적으로 설명하면, 이러한 발광 소자(1)에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(유기층)(45)이 양극(3)으로부터 발광층(6)으로 효율적으로 정공을 수송할 수 있다. 그 때문에, 발광 소자(1)의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0093] 특히, 발광 소자(1)에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(45)이 전자 수송성 재료를 포함함과 함께 양극(3) 및 발광층(6)에 각각 접하고 있기 때문에, 발광층(6)으로부터 정공 수송층(5) 내로 전자가 침입해도(주입되어도), 그 전자를 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 양극(3)측으로 신속하게 수송하여 통과시킬 수 있다. 이에 따라, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 전자가 머무는 것을 방지하고, 그 결과, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 전자에 의해 열화되는 것을 방지할 수 있다. 그 때문에, 고전류 밀도에서의 전류로 구동하는 경우에 있어서는, 발광 소자(1)의 장수명화를 도모할 수 있다.
- [0094] 진술한 바와 같이, 정공 주입층(4) 중이나 정공 수송층(5) 중을 전자가 통과할 때, 전자 수송성 재료는 전자에 대한 내성이 높기 때문에, 정공 주입층(4) 중 및 정공 수송층(5) 중의 전자 수송성 재료가 전자에 의해 열화되는 일은 거의 없다. 또한, 정공 주입층(4) 중 및 정공 수송층(5) 중의 전자는 정공 수송성 재료나 정공 주입성 재료보다도 주로 전자 수송성 재료를 타고 수송되기 때문에, 정공 주입층(4) 중의 정공 주입성 재료나 정공 수송층(5) 중의 정공 수송성 재료가 전자에 의해 열화되는 것을 방지할 수 있다.
- [0095] 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료로서는, 각각 전자 수송성을 갖는 재료이면 좋고, 특별히 한정되지 않고, 공지의 전자 수송성 재료를 이용할 수 있지만, 예를 들면, 아센계 재료, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(AlQ_3) 등의 8-퀴놀리놀 내지 그의 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체 등의 퀴놀린 유도체, 아자인돌리진 유도체, 옥사디아졸 유도체, 페틸렌 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 퀴녹살린 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 니트로 치환 플루오렌 유도체 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.
- [0096] 그 중에서도, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료는, 각각 아센계 재료인 것이 바람직하다.
- [0097] 아센계 재료는, 전자 수송성이 우수하고, 또한 정공 수송성도 갖고 있다. 그 때문에, 아센계 재료를 포함하는 정공 주입층(4)이나 정공 수송층(5)은, 발광층(6)으로부터의 전자를 양극(3)으로 신속하게 수송할 수 있다. 또한, 아센계 재료는, 전자 및 정공에 대한 내성이 우수하다. 그 때문에, 전자 및 정공에 의한 정공 주입층(4)이

나 정공 수송층(5)의 열화를 방지 또는 억제할 수 있다.

- [0098] 이러한 아센계 재료는, 아센 골격을 갖고, 또한 전술한 바와 같은 효과를 발휘하는 것이면 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 나프탈렌 유도체, 안트라센 유도체, 나프타센 유도체(테트라센 유도체), 펜타센 유도체, 헥사센 유도체, 헵타센 유도체 등을 들 수 있고, 이들 중 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있지만, 안트라센 유도체, 나프타센 유도체를 이용하는 것이 바람직하고, 안트라센 유도체(특히, 모노-안트라센 또는 비스-안트라센을 주골격으로서 갖는 것)를 이용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0099] 안트라센 유도체는, 우수한 전자 수송성을 가지면서도, 기상 성막법(vapor deposition method)에 의해 간단하게 성막할 수 있다. 따라서, 아센계 재료로서 안트라센 유도체를 이용함으로써, 정공 주입층(4)이나 정공 수송층(5)의 전자 수송성을 우수한 것으로 하면서, 균질인 정공 주입층(4)이나 정공 수송층(5)의 형성을 용이한 것으로 할 수 있다.
- [0100] 또한, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)은, 각각 아민계 재료를 포함하는 것이 바람직하다. 아민계 재료는, 정공 수송성이 우수하다. 그 때문에, 아민계 재료를 포함하는 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(유기층)(45)은, 양극(3)으로부터의 정공을 발광층(6)으로 신속하게 수송할 수 있다.
- [0101] 이 경우, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)은, 각각 아센계 재료 및 아민계 재료를 혼합한 혼합 재료로 구성되어 있는 것이 바람직하다. 이에 따라, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(유기층)(45)의 정공 수송성 및 전자 수송성의 밸런스를 적합한 범위로 비교적 간단하게 조정할 수 있다.
- [0102] 또한, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료로서는, 탄소 원소 및 수소 원소만으로 구성되어 있는 탄화수소 화합물(유전체)을 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 화합물은, 유전율(dielectric constant) 및 유전 정접(dielectric dissipation factor)이 각각 비교적 낮고, 유전 특성이 우수하다. 또한, 이러한 화합물은, 수산기, 카복실기 등의 극성기를 갖지 않기 때문에, 일반적으로, 반응성이 부족하고, 화학적으로 비교적 안정되며, 또한, 정공 주입성 재료나 정공 수송성 재료와의 상호 작용도 적다. 이러한 점에서, 발광 소자(1)의 특성을 장기에 걸쳐 우수한 것으로 할 수 있다.
- [0103] 또한, 정공 주입층(4)에 포함되는 전자 수송성 재료와 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료는 동일해도 상이해도 좋다.
- [0104] 또한, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 포함되는 전자 수송성 재료의 유리 전이 온도(Tg)는, 가능한 한 높은 것이 바람직하고, 구체적으로는, 120℃ 이상인 것이 바람직하고, 150℃ 이상인 것이 보다 바람직하다. 이에 따라, 고전류 밀도에서의 전류로 구동한 경우에 있어서, 발광 소자(1)가 고온이 되어도, 발광 소자(1)의 열에 의한 성능 저하를 방지할 수 있다.
- [0105] 또한, 정공 주입층(4) 중 및 정공 수송층(5) 중에 있어서의 전자 수송성 재료의 함유량은, 각각 30wt% 이상 70wt% 이하인 것이 바람직하고, 40wt% 이상 60wt% 이하인 것이 보다 바람직하다. 이에 따라, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(유기층)(45)의 전자 수송성과 정공 수송성과의 밸런스를 적합한 것으로 할 수 있다. 또한, 이러한 유기층이 전자 블록성을 갖는 경우, 이러한 유기층의 전자 블록성과 전자 수송성과의 밸런스를 적합한 것으로 할 수 있다.
- [0106] 이에 대하여, 이러한 함유량이 상기 하한값 미만이면, 정공 주입층(4) 중 및 정공 수송층(5) 중의 전자 수송성 재료가 여기되기 쉬워지고, 전자 수송성 재료 자체가 발광해 버려, 발광 소자(1) 전체의 발광 스펙트럼에 악영향을 미치는 경우가 있다. 한편, 이러한 함유량이 상기 상한값을 초과하면, 발광 소자(1)를 구성하는 층의 전체의 두께가 지나치게 두꺼워져, 발광 소자(1)의 구동 전압이 상승하는 경향을 나타낸다.
- [0107] 또한, 정공 주입층(4) 중에 있어서의 전자 수송성 재료의 함유량과, 정공 수송층(5) 중에 있어서의 전자 수송성 재료의 함유량은, 상이한 것이 바람직하다.
- [0108] 또한, 정공 수송층(5) 중에 있어서의 전자 수송성 재료의 함유량은, 정공 주입층(4) 중의 전자 수송성 재료의 함유량보다도 높은(많은) 것이 바람직하다. 이에 따라, 정공 수송층(5)과 발광층(6)과의 계면에서의 전자의 수송·주입성을 효율적으로 행하면서, 정공 수송성의 저하에 의한 발광 소자(1)의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.
- [0109] 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(유기층)(45)의 평균 두께(정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)의 합계 두께)는, 20nm 이상 100nm 이하인 것이 바람직하고, 30nm 이상 80nm 이하인 것이 보다 바람직하고, 30nm 이상 70nm 이하인 것이 더욱 바람직하다. 이에 따라, 구동 전압을 억제하면서, 전자에 의한 정공 주

입층(4) 및 정공 수송층(5)의 열화를 방지할 수 있다. 또한, 발광 소자(1) 내에 빛의 취출을 양호하게 행할 수 있는 광학적인 갭(optical gap)을 용이하게 형성할 수 있다.

[0110] 이에 대하여, 이러한 평균 두께가 상기 하한값 미만이면, 정공 주입층(4)이나 정공 수송층(5)의 두께나 구성 재료 등에 따라서는, 정공 주입층(4)의 정공 주입성이나 정공 수송층(5)의 정공 수송성이 저하되는 경향을 나타낸다. 한편, 이러한 평균 두께가 상기 상한값을 초과하면, 상기 광학적인 갭의 형성이 어려워지고, 또한, 발광 소자(1)의 구동 전압이 상승하는 경향을 나타낸다.

[0111] 또한, 정공 수송층(5)의 평균 두께는, 정공 주입층(4) 중의 평균 두께보다도 얇은 것이 바람직하다. 정공 수송층(5)은 정공 주입층(4)과 비교하여 전자 수송성 재료의 함유량이 높기 때문에, 정공 이동도가 낮아지고 구동 전압의 상승이 발생하기 쉽다. 그 때문에, 정공 수송층(5)의 막두께를 정공 주입층(4)의 막두께보다도 얇게 함으로써, 정공 수송층(5)이 정공 주입층(4)과 동등 이상의 막두께를 가질때와 비교해서의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다. 즉, 정공 주입층(4)과 정공 수송층(5)의 정공 수송성의 저하를 억제할 수 있고, 발광 소자(1)의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0112] (발광층)

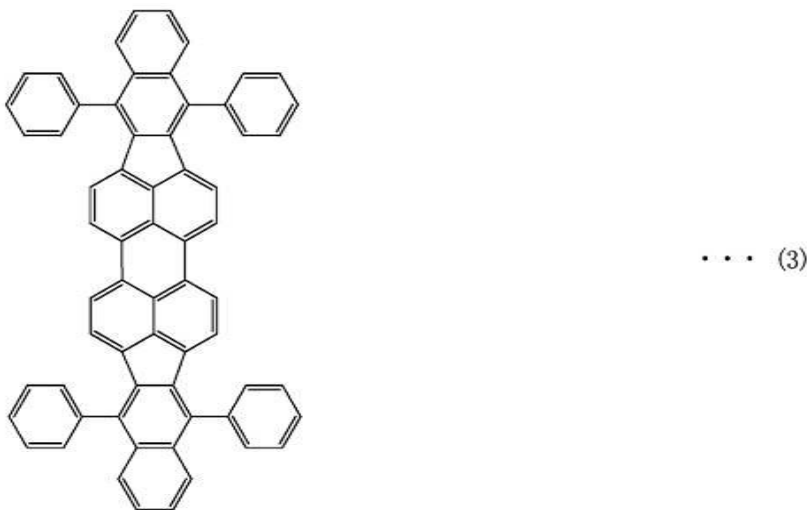
[0113] 이 발광층(6)은, 전술한 양극(3)과 음극(9)과의 사이에 통전(energizing)함으로써, 발광하는 것이다.

[0114] 이러한 발광층(6)은, 발광 재료를 포함하여 구성되어 있다.

[0115] 이러한 발광 재료로서는, 특별히 한정되지 않고, 각종 형광 재료, 각종 인광 재료를 1종 또는 2종 이상 조합하여 이용할 수 있다.

[0116] 적색의 형광을 발하는 형광 재료로서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 하기식 (3)으로 나타나는 테트라아릴 디인덴노페릴렌 유도체 등의 페릴렌 유도체, 유로퓸 착체, 벤조피란 유도체, 로다민 유도체, 벤조티옥산텐 유도체, 포르피린 유도체, 나일레드, 2-(1,1-디메틸에틸)-6-(2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1,1,7,7-테트라메틸-1H,5H-벤조(ij)퀴놀리딘-9-일)에테닐)-4H-피란-4H-일리덴)프로판디니트릴(DCJTБ), 4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-디메틸아미노스티릴)-4H-피란(DCM) 등을 들 수 있다.

[0117] [화합식 3]



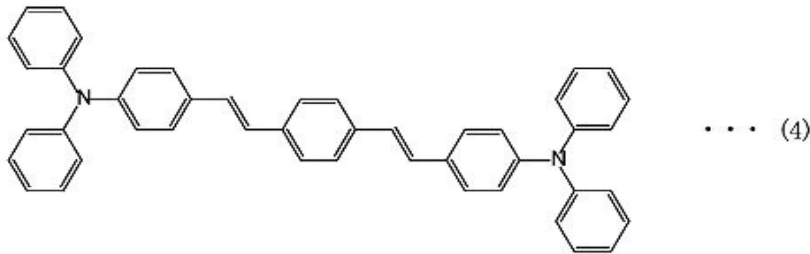
[0118]

[0119] 적색의 인광을 발하는 인광 재료로서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 이리듐, 루테튬, 백금, 오스뮴, 레늄, 팔라듐 등의 금속 착체를 들 수 있고, 이들 금속 착체의 배위자 내의 적어도 1개가 페닐피리딘 골격, 비피리딘 골격, 포르피린 골격 등을 갖는 것도 들 수 있다. 보다 구체적으로는, 트리스(1-페닐이소퀴놀린)이리듐, 비스[2-(2'-벤조[4,5-α]티에닐)피리디네이트-N,C^{3'}]이리듐(아세틸아세토네이트)(btp2Ir(acac)), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-12H, 23H-포르피린-백금(II), 비스[2-(2'-벤조[4,5-α]티에닐)피리디네이트-N,C^{3'}]이리듐, 비스(2-페닐피리딘)이리듐(아세틸아세토네이트)를 들 수 있다.

[0120] 청색의 형광을 발하는 형광 재료로서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 하기식 (4)로 나타나는 디스티릴디아민계 화합물 등의 디스티릴아민 유도체, 플루오란텐 유도체, 피렌 유도체, 페릴렌 및 페릴렌 유도체, 안트라센

유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 벤조이미다졸 유도체, 크리스렌 유도체, 페난트린 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 테트라페닐부타디엔, 4,4'-비스(9-에틸-3-카르바조비닐렌)-1,1'-비페닐(BCzVBi), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-코-(2,5-디메톡시벤젠-1,4-디일)], 폴리[(9,9-디헥실옥시플루오렌-2,7-디일)-오르토-코-(2-메톡시-5-{2-에톡시헥실옥시}페닐렌-1,4-디일)], 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-코-(에틸닐벤젠)] 등을 들 수 있고, 이들 중 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수도 있다.

[0121] [화학적식 4]



[0122]

[0123] 청색의 인광을 발하는 인광 재료로서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 이리듐, 루테튬, 백금, 오스뮴, 레늄, 팔라듐 등의 금속 착체를 들 수 있다. 보다 구체적으로는, 비스[4,6-디플루오로페닐피리디네이트-N,C^{2'}]-피콜리네이트-이리듐, 트리스[2-(2,4-디플루오로페닐)피리디네이트-N,C^{2'}]이리듐, 비스[2-(3,5-트리플루오로메틸)피리디네이트-N,C^{2'}]-피콜리네이트-이리듐, 비스(4,6-디플루오로페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(아세틸아세토네이트)를 들 수 있다.

[0124] 녹색의 형광을 발하는 형광 재료로서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 쿠마린 유도체, 하기식 (5)로 나타나는 쿠나크리돈 유도체 등의 쿠나크리돈 및 그의 유도체, 9,10-비스[(9-에틸-3-카르바조)-비닐레닐]-안트라센, 폴리(9,9-디헥실-2,7-비닐렌플루오레닐렌), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-코-(1,4-디페닐렌-비닐렌-2-메톡시-5-{2-에틸헥실옥시}벤젠)], 폴리[(9,9-디옥틸-2,7-디비닐렌플루오레닐렌)-오르토-코-(2-메톡시-5-(2-에톡시헥실옥시)-1,4-페닐렌)] 등을 들 수 있고, 이들 중 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수도 있다.

[0125] [화학적식 5]



[0126]

[0127] 녹색의 인광을 발하는 인광 재료로서는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 이리듐, 루테튬, 백금, 오스뮴, 레늄, 팔라듐 등의 금속 착체를 들 수 있다. 그 중에서도, 이들 금속 착체의 배위자 내의 적어도 1개가, 페닐피리딘 골격, 비피리딘 골격, 포르피린 골격 등을 갖는 것이 바람직하다. 보다 구체적으로는, 팩-트리스(2-페닐피리딘)이리듐(Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디네이트-N,C^{2'})이리듐(아세틸아세토네이트), 팩-트리스[5-플루오로-2-(5-트리플루오로메틸-2-피리딘)페닐-C,N]이리듐을 들 수 있다.

[0128] 황색의 형광을 발하는 형광 재료로서는, 예를 들면, 루브렌계 재료 등의 나프타센 골격을 갖는 화합물로서, 나프타센에 아릴기(바람직하게는 페닐기)가 임의의 위치에서 임의의 수(바람직하게는 2?6) 치환된 화합물, 모노인덴노페릴렌 유도체 등을 이용할 수 있다.

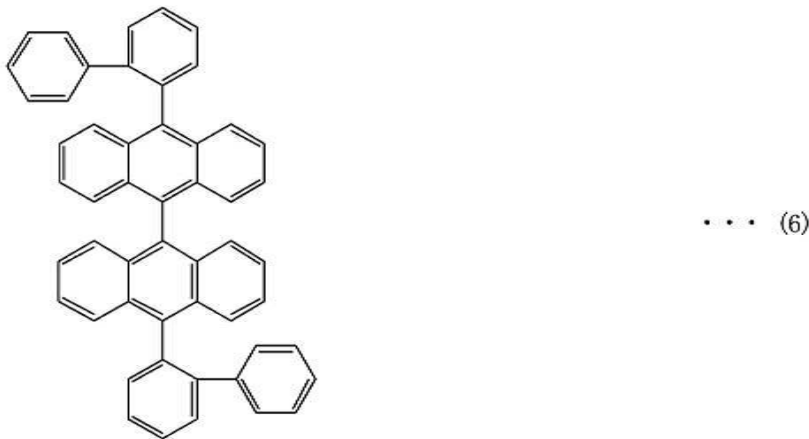
[0129] 이러한 발광 재료(형광 재료나 인광 재료)는, 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다. 2종 이상의 발광 재료를 조합하여 이용하는 경우, 발광층(6)은, 포함되는 발광 재료가 서로 상이한 복수의 층(발광층)을 적층한 적층체의 형태로 해도 좋고, 복수종의 발광 재료를 혼합한 혼합 재료로 구성된 층의 형태로 해도 좋다. 또한, 발광층(6)이 복수의 발광층으로 구성되어 있는 경우, 발광층끼리의 사이에 발광에 기여하지 않는

층(중간층)이 개재하고 있어도 좋다.

[0130] 또한, 발광층(6)의 구성 재료로서는, 전술한 바와 같은 발광 재료에 더하여, 이 발광 재료가 게스트 재료(도펀트)로서 첨가(담지(supporting))되는 호스트 재료를 이용해도 좋다. 이 호스트 재료는, 정공과 전자를 재결합하여 여기자를 생성함과 함께, 그 여기자의 에너지를 발광 재료에 이동(퍼르스터 이동 또는 텍스터 이동)시켜, 발광 재료를 여기하는 기능을 갖는다. 이러한 호스트 재료는, 예를 들면, 게스트 재료인 발광 재료를 도펀트로서 호스트 재료에 도핑하여 이용할 수 있다.

[0131] 이러한 호스트 재료로서는, 이용하는 발광 재료에 대하여 전술한 바와 같은 기능을 발휘하는 것이면 특별히 한정되지 않지만, 발광 재료가 형광 재료를 포함하는 경우, 예를 들면, 디스티릴아릴렌 유도체, 나프타센 유도체, 하기식 (6)으로 나타나는 화합물, 2-t-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(TBADN) 등의 안트라센 유도체, 페틸렌 유도체, 디스티릴벤젠 유도체, 디스티릴아민 유도체, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄 착체(AlQ_3) 등의 퀴놀리노라토계 금속 착체, 트리페닐아민의 4량체(tetramer) 등의 트리아릴아민 유도체, 옥사디아졸 유도체, 하기식 (7)로 나타나는 화합물 등의 루브렌 및 그의 유도체, 실롤 유도체, 디카르바졸 유도체, 올리고티오펜 유도체, 벤조피란 유도체, 트리아졸 유도체, 벤조옥사졸 유도체, 벤조티아졸 유도체, 퀴놀린 유도체, 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐(DPVBi) 등을 들 수 있고, 이들 중 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수도 있다.

[0132] [화학식 6]



[0133]

[0134] [화학식 7]



[0135]

[0136] 또한, 발광 재료가 인광 재료를 포함하는 경우, 제1 호스트 재료로서는, 예를 들면, 3-페닐-4-(1'-나프틸)-5-페닐카르바졸, 4,4'-N,N'-디카르바졸비페닐(CBP) 등의 카르바졸 유도체 등을 들 수 있고, 이들 중 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수도 있다.

[0137] 발광층(6)이 호스트 재료를 포함하는 경우, 발광층(6) 중에 있어서의 발광 재료의 함유량(도프량)은,

0.01wt%~20wt%인 것이 바람직하고, 0.1wt%~10wt%인 것이 보다 바람직하다. 발광 재료의 함유량을 이러한 범위 내로 함으로써, 발광 효율을 최적화할 수 있다.

[0138] 또한, 발광층(6)의 평균 두께는, 특별히 한정되지 않지만, 1nm~60nm 정도인 것이 바람직하고, 3nm~50nm 정도인 것이 보다 바람직하다.

[0139] (전자 수송층)

[0140] 전자 수송층(7)은, 음극(9)으로부터 전자 주입층(8)을 개재하여 주입된 전자를 발광층(6)에 수송하는 기능을 갖는 것이다.

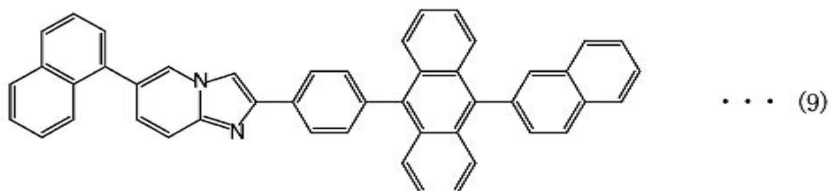
[0141] 전자 수송층(7)의 구성 재료(전자 수송 재료)로서는, 예를 들면, 하기식 (8)로 나타나는 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(Alq_3) 등의 8-퀴놀리놀 내지 그의 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체 등의 퀴놀린 유도체, 하기식 (9)로 나타나는 화합물 등의 아자인돌리진 유도체, 옥사디아졸 유도체, 페틸렌 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 퀴녹살린 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 니트로 치환 플루오렌 유도체 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.

[0142] [화학식 8]



[0143]

[0144] [화학식 9]



[0145]

[0146] 또한, 전자 수송층(7)은, 전술한 바와 같은 전자 수송성 재료 중 2종 이상을 조합하여 이용하는 경우, 2종 이상의 전자 수송성 재료를 혼합한 혼합 재료로 구성되어 있어도 좋고, 상이한 전자 수송성 재료로 구성된 복수의 층을 적층하여 구성되어 있어도 좋다.

[0147] 전자 수송층(7)을 상이한 전자 수송성 재료로 구성된 복수의 층을 적층하여 구성하는 경우, 양극측의 층(제1 전자 수송층)의 구성 재료로서는, 발광층(6)에 전자를 주입할 수 있는 것이면 좋지만, 예를 들면, 안트라센 유도체, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(Alq_3) 등의 8-퀴놀리놀 내지 그의 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체 등의 퀴놀린 유도체 등을 이용하는 것이 바람직하고, 또한, 음극측의 층(제2 전자 수송층)의 구성 재료로서는, 전자 주입층(8)이 전자를 수취함과 함께 제1 전자 수송층으로 전자를 주입할 수 있는 것이면 좋지만, 예를 들면, 상기식 (9)로 나타나는 화합물 등의 아자인돌리진 유도체, 피리딘 유도체, 페난트린 유도체 등을 이용하는 것이 바람직하다.

[0148] 또한, 상기 제1 전자 수송층의 평균 두께는, 상기 제2 전자 수송층의 평균 두께보다도 얇은 것이 바람직하고, 상기 제2 전자 수송층의 평균 두께에 대하여 0.1배 이상 0.4배 이하인 것이 보다 바람직하다. 이에 따라, 전자 수송층(7)의 전자 수송성 및 전자 주입성을 우수한 것으로 할 수 있다.

[0149] 전자 수송층(7)의 평균 두께는 특별히 한정되지 않지만, 0.5nm~100nm 정도인 것이 바람직하고, 1nm~50nm 정도인 것이 보다 바람직하다.

- [0150] (전자 주입층)
- [0151] 전자 주입층(8)은, 음극(9)으로부터의 전자 주입 효율을 향상시키는 기능을 갖는 것이다.
- [0152] 이 전자 주입층(8)의 구성 재료(전자 주입 재료)로서는, 예를 들면, 각종의 무기 절연 재료, 각종의 무기 반도체 재료를 들 수 있다.
- [0153] 이러한 무기 절연 재료로서는, 예를 들면, 알칼리 금속 칼코게나이드(산화물, 황화물, 셀렌화물, 텔루르화물), 알칼리 토류 금속 칼코게나이드, 알칼리 금속의 할로겐화물 및 알칼리 토류 금속의 할로겐화물 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다. 이들을 주재료로서 전자 주입층(8)을 구성함으로써, 전자 주입성을 보다 향상시킬 수 있다. 특히 알칼리 금속 화합물(알칼리 금속 칼코게나이드, 알칼리 금속의 할로겐화물 등)은 워크 함수가 매우 작고, 이것을 이용하여 전자 주입층(8)을 구성함으로써, 발광 소자(1)는 높은 휘도가 얻어지는 것이 된다.
- [0154] 알칼리 금속 칼코게나이드로서는, 예를 들면, Li_2O , LiO , Na_2S , Na_2Se , NaO 등을 들 수 있다.
- [0155] 알칼리 토류 금속 칼코게나이드로서는, 예를 들면, CaO , BaO , SrO , BeO , BaS , MgO , CaSe 등을 들 수 있다.
- [0156] 알칼리 금속의 할로겐화물로서는, 예를 들면, CsF , LiF , NaF , KF , LiCl , KCl , NaCl 등을 들 수 있다.
- [0157] 알칼리 토류 금속의 할로겐화물로서는, 예를 들면, CaF_2 , BaF_2 , SrF_2 , MgF_2 , BeF_2 등을 들 수 있다.
- [0158] 또한, 무기 반도체 재료로서는, 예를 들면, Li , Na , Ba , Ca , Sr , Yb , Al , Ga , In , Cd , Mg , Si , Ta , Sb 및 Zn 중 적어도 1개의 원소를 포함하는 산화물, 질화물 또는 산화 질화물 등을 들 수 있고, 이들 중의 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.
- [0159] 전자 주입층(8)의 평균 두께는 특별히 한정되지 않지만, $0.1\text{nm} \sim 500\text{nm}$ 정도인 것이 바람직하고, $0.2 \sim 100\text{nm}$ 정도인 것이 보다 바람직하고, $0.2\text{nm} \sim 10\text{nm}$ 정도인 것이 더욱 바람직하다.
- [0160] (봉지 부재)
- [0161] 봉지 부재(10)는, 양극(3), 적층체(14) 및, 음극(9)을 덮도록 형성되고, 이들을 기밀적으로 봉지하여, 산소나 수분을 차단하는 기능을 갖는다. 봉지 부재(10)를 형성함으로써, 발광 소자(1)의 신뢰성의 향상이나, 변질·열화의 방지(내구성 향상) 등의 효과가 얻어진다.
- [0162] 봉지 부재(10)의 구성 재료로서는, 예를 들면, Al , Au , Cr , Nb , Ta , Ti 또는 이들을 포함하는 합금, 산화 실리콘, 각종 수지 재료 등을 들 수 있다. 또한, 봉지 부재(10)의 구성 재료로서 도전성을 갖는 재료를 이용하는 경우에는, 단락(short circuit)을 방지하기 위해, 봉지 부재(10)와 양극(3), 적층체(14) 및 음극(9)과의 사이에는, 필요에 따라서, 절연막을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0163] 또한, 봉지 부재(10)는, 평판 형상으로서, 기관(2)과 대향시키고, 이들 사이를, 예를 들면 열경화성 수지 등의 시일재로 봉지하도록 해도 좋다.
- [0164] 이상과 같이 구성된 발광 소자(1)에 의하면, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(유기층)(45)이 양극(3)으로부터 발광층(6)으로, 효율적으로 정공을 수송할 수 있다. 그 때문에, 발광 소자(1)의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0165] 특히, 발광 소자(1)에서는, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 이루어지는 기능층(45)이 전자 수송성 재료를 포함함과 함께 양극(3) 및 발광층(6)에 각각 접하고 있기 때문에, 발광층(6)으로부터 정공 수송층(5) 내로 전자가 침입해도(주입되어도), 그 전자를 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 양극(3)측으로 신속하게 수송하여 통과시킬 수 있다. 이에 따라, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)에 전자가 머무는 것을 방지하고, 그 결과, 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)이 전자에 의해 열화되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 정공 수송층(5) 중에 있어서의 전자 수송성 재료의 함유량을 정공 주입층(4) 중의 전자 수송성 재료의 함유량보다도 많이 함으로써, 정공 수송층(5)의 전자에 의한 열화를 효과적으로 억제할 수 있다. 그 때문에, 고전류 밀도에서의 전류로 구동하는 경우에 있어서도, 발광 소자(1)의 장수명화를 도모할 수 있다.
- [0166] 이상과 같은 발광 소자(1)는, 예를 들면, 다음과 같이 하여 제조할 수 있다.
- [0167] [1]

- [0168] 우선, 기관(2)을 준비하고, 이 기관(2) 상에 양극(3)을 형성한다.
- [0169] 양극(3)은, 예를 들면, 플라즈마 CVD, 열 CVD와 같은 화학 증착법(CVD), 진공 증착 등의 건식 도금법, 전해 도금 등의 습식 도금법, 스퍼터링법, 용사법(thermal spraying method), 졸?겔법, MOD법, 금속박의 접합 등을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0170] [2]
- [0171] 다음으로, 양극(3) 상에 정공 주입층(4)을 형성한다.
- [0172] 정공 주입층(4)은, 예를 들면, CVD법이나, 진공 증착, 스퍼터링법 등의 건식 도금법 등을 이용한 기상 프로세스에 의해 형성할 수 있다.
- [0173] 또한, 정공 주입층(4)은, 예를 들면, 정공 주입 재료를 용매에 용해 또는 분산매에 분산하여 이루어지는 정공 주입층 형성용 재료를, 양극(3) 상에 공급한 후, 건조(탈용매 또는 탈분산매)함으로써도 형성할 수 있다.
- [0174] 정공 주입층 형성용 재료의 공급 방법으로서, 예를 들면, 스핀 코팅법, 롤코팅법, 잉크젯 인쇄법 등의 각종 도포법을 이용할 수도 있다. 이러한 도포법을 이용함으로써, 정공 주입층(4)을 비교적 용이하게 형성할 수 있다.
- [0175] 정공 주입층 형성용 재료의 조제에 이용하는 용매 또는 분산매로서는, 예를 들면, 각종 무기 용매나, 각종 유기 용매, 또는, 이들을 포함하는 혼합 용매 등을 들 수 있다.
- [0176] 또한 건조는, 예를 들면, 대기압 또는 감압 분위기 중에서의 방치, 가열 처리, 불활성 가스의 분사 등에 의해 행할 수 있다.
- [0177] 또한, 본 공정에 앞서, 양극(3)의 상면에는, 산소 플라즈마 처리를 행하도록 해도 된다. 이에 따라, 양극(3)의 상면을 친액성(lyophilic property)을 부여하는 것, 양극(3)의 상면에 부착하는 유기물을 제거(세정)하는 것, 양극(3)의 상면 부근의 워크 함수를 조정하는 것 등을 행할 수 있다.
- [0178] 여기에서, 산소 플라즈마 처리의 조건으로서, 예를 들면, 플라즈마 파워 100W?800W 정도, 산소 가스 유량 50mL/분?100mL/분 정도, 피처리 부재(양극(3))의 반송 속도 0.5mm/초?10mm/초 정도, 기관(2)의 온도 70℃?90℃ 정도로 하는 것이 바람직하다.
- [0179] [3]
- [0180] 다음으로, 정공 주입층(4) 상에 정공 수송층(5)을 형성한다.
- [0181] 정공 수송층(5)은, 예를 들면, CVD법이나, 진공 증착, 스퍼터링법 등의 건식 도금법 등을 이용한 기상 프로세스에 의해 형성할 수 있다.
- [0182] 또한, 정공 수송 재료를 용매에 용해 또는 분산매에 분산하여 이루어지는 정공 수송층 형성용 재료를, 정공 주입층(4) 상에 공급한 후, 건조(탈용매 또는 탈분산매)함으로써도 형성할 수 있다.
- [0183] [4]
- [0184] 다음으로, 정공 수송층(5) 상에, 발광층(6)을 형성한다.
- [0185] 발광층(6)은, 예를 들면, 진공 증착 등의 건식 도금법 등을 이용한 기상 프로세스에 의해 형성할 수 있다.
- [0186] [5]
- [0187] 다음으로, 발광층(6) 상에, 전자 수송층(7)을 형성한다.
- [0188] 전자 수송층(7)은, 예를 들면, 진공 증착 등의 건식 도금법 등을 이용한 기상 프로세스에 의해 형성할 수 있다.
- [0189] [6]
- [0190] 다음으로, 전자 수송층(7) 상에, 전자 주입층(8)을 형성한다.
- [0191] 전자 주입층(8)의 구성 재료로서 무기 재료를 이용하는 경우, 전자 주입층(8)은, 예를 들면, CVD법이나, 진공 증착, 스퍼터링 등의 건식 도금법 등을 이용한 기상 프로세스, 무기 미립자 잉크의 도포 및 소성 등을 이용하여 형성할 수 있다.

- [0192] [7]
- [0193] 다음으로, 전자 주입층(8) 상에, 음극(9)을 형성한다.
- [0194] 음극(9)은, 예를 들면, 진공 증착법, 스퍼터링법, 금속박의 접합, 금속 미립자 잉크의 도포 및 소성 등을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0195] [8]
- [0196] 다음으로, 상기의 공정을 거쳐 얻어진 양극(3) 및, 적층체(14)를 덮도록 봉지 부재(10)를 씌우고, 기관(2)에 접합하여 발광 소자(1)가 얻어진다.
- [0197] 이상 설명한 바와 같은 발광 소자(1)는, 각각 예를 들면, 전자 사진 방식을 채용하는 프린터, 복사기, 팩시밀리 장치 등의 노광용 헤드의 광원, 센서용 광원, 조명, 피코 프로젝터(핸디 프로젝터)용 광원, 스캐너용 광원, 반사형 액정 표시 장치의 프론트라이트용 광원 등의 발광 장치로서 사용할 수 있다. 이러한 발광 장치는, 장수명인 발광 소자를 구비하기 때문에, 신뢰성이 우수하다.
- [0198] 또한, 전술한 발광 소자(1)를 매트릭스 형상으로 배치함으로써, 예를 들면, 디스플레이 장치(본 발명의 표시 장치)를 구성할 수 있다. 이러한 표시 장치는, 장기에 걸쳐 고품위인 화상을 표시할 수 있음과 함께, 신뢰성이 우수하다.
- [0199] 또한, 디스플레이 장치의 구동 방식으로서는 특별히 한정되지 않고, 액티브 매트릭스 방식(active matrix system), 패시브 매트릭스 방식(passive matrix system) 중 어느 것이어도 좋다.
- [0200] 또한, 본 발명의 발광 소자, 또는 표시 장치를 구비하는 전자 기기는, 신뢰성이 우수하다.
- [0201] 다음으로, 본 발명의 표시 장치를 적용한 디스플레이 장치의 일 예에 대해서 설명한다.
- [0202] 도 2는, 본 발명의 표시 장치를 적용한 디스플레이 장치의 실시 형태를 나타내는 종단면도이다.
- [0203] 도 2에 나타내는 디스플레이 장치(100)는, 기관(21)과 서브 화소(100_R, 100_G, 100_B)에 대응하여 형성된 복수의 발광 소자(1_R, 1_G, 1_B) 및 컬러 필터(19_R, 19_G, 19_B)와, 각 발광 소자(1_R, 1_G, 1_B)를 각각 구동하기 위한 복수의 구동용 트랜지스터(24)를 갖고 있다. 여기에서, 디스플레이 장치(100)는, 탑 에미션 구조의 디스플레이 패널이다.
- [0204] 기관(21) 상에는, 복수의 구동용 트랜지스터(24)가 형성되고, 이들 구동용 트랜지스터(24)를 덮도록, 절연 재료로 구성된 평탄화층(22)이 형성되어 있다.
- [0205] 각 구동용 트랜지스터(24)는, 실리콘으로 이루어지는 반도체층(241)과, 반도체층(241) 상에 형성된 게이트 절연층(242)과, 게이트 절연층(242) 상에 형성된 게이트 전극(243)과, 소스 전극(244)과, 드레인 전극(245)을 갖고 있다.
- [0206] 평탄화층 상에는, 각 구동용 트랜지스터(24)에 대응하여 발광 소자(1_R, 1_G, 1_B)가 형성되어 있다.
- [0207] 발광 소자(1_R)는, 평탄화층(22) 상에, 반사막(32), 부식 방지막(33), 양극(3), 적층체(유기 EL 발광부)(14), 음극(13), 음극 커버(34)가 이 순으로 적층되어 있다. 본 실시 형태에서는, 각 발광 소자(1_R, 1_G, 1_B)의 양극(3)은, 화소 전극을 구성하고, 각 구동용 트랜지스터(24)의 드레인 전극(245)에 도전부(배선)(27)에 의해 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 각 발광 소자(1_R, 1_G, 1_B)의 음극(13)은, 공통 전극(common electrode)으로 되어 있다.
- [0208] 도 2에 있어서의 발광 소자(1_R)는, 백색 발광하는 것이다. 예를 들면, 발광 소자(1_R)의 발광층은, 적색으로 발광하는 발광층과 청색으로 발광하는 발광층과 녹색으로 발광하는 발광층이 적층된 적층체, 혹은, 청색으로 발광하는 발광층과 황색으로 발광하는 발광층이 적층된 적층체로 구성되어 있다.
- [0209] 또한, 발광 소자(1_G, 1_B)의 구성은, 발광 소자(1_R)의 구성과 동일하다. 또한, 도 2에서는, 도 1과 동일한 구성에 관해서는 동일 부호를 붙이고 있다. 또한, 반사막(32)의 구성(특성)은, 빛의 파장에 따라서, 발광 소자(1_R, 1_G, 1_B) 사이에서 상이해도 좋다.

- [0210] 인접하는 발광 소자(1_R , 1_G , 1_B)끼리의 사이에는, 격벽(31)이 형성되어 있다. 또한, 이들의 발광 소자(1_R , 1_G , 1_B) 상에는, 이들을 덮도록 에폭시 수지로 구성된 에폭시층(35)이 형성되어 있다.
- [0211] 컬러 필터(19_R , 19_G , 19_B)는, 전술한 에폭시층(35) 상에, 발광 소자(1_R , 1_G , 1_B)에 대응하여 형성되어 있다.
- [0212] 컬러 필터(19_R)는, 발광 소자(1_R)로부터의 백색광(W)을 적색으로 변환하는 것이다. 또한, 컬러 필터(19_G)는, 발광 소자(1_G)로부터의 백색광(W)을 녹색으로 변환하는 것이다. 또한, 컬러 필터(19_B)는, 발광 소자(1_B)로부터의 백색광(W)을 청색으로 변환하는 것이다. 이러한 컬러 필터(19_R , 19_G , 19_B)를 발광 소자(1_R , 1_G , 1_B)와 조합하여 이용함으로써, 풀 컬러 화상을 표시할 수 있다.
- [0213] 또한, 인접하는 컬러 필터(19_R , 19_G , 19_B)끼리의 사이에는, 차광층(36)이 형성되어 있다. 이에 따라, 의도하지 않은 서브 화소(100_R , 100_G , 100_B)가 발광하는 것을 방지할 수 있다.
- [0214] 그리고, 컬러 필터(19_R , 19_G , 19_B) 및 차광층(36) 상에는, 이들을 덮도록 봉지 기관(20)이 형성되어 있다.
- [0215] 이상 설명한 바와 같은 디스플레이 장치(100)는, 단색 표시이어도 좋고, 각 발광 소자(1_R , 1_G , 1_B)에 이용하는 발광 재료를 선택함으로써, 컬러 표시도 가능하다.
- [0216] 이러한 디스플레이 장치(100)(본 발명의 표시 장치)는, 각종 전자 기기에 편입시킬 수 있다.
- [0217] 도 3은, 본 발명의 전자 기기를 적용한 모바일형(또는 노트형)의 퍼스널 컴퓨터의 구성을 나타내는 사시도이다.
- [0218] 도 3에 있어서, 퍼스널 컴퓨터(1100)는, 키보드(1102)를 구비한 본체부(1104)와, 표시부를 구비하는 표시 유닛(1106)에 의해 구성되고, 표시 유닛(1106)은, 본체부(1104)에 대하여 힌지 구조부를 개재하여 회동 가능하게 지지되어 있다.
- [0219] 이 퍼스널 컴퓨터(1100)에 있어서, 표시 유닛(1106)이 구비하는 표시부가 전술한 디스플레이 장치(100)로 구성되어 있다.
- [0220] 도 4는, 본 발명의 전자 기기를 적용한 휴대 전화기(PHS도 포함함)의 구성을 나타내는 사시도이다.
- [0221] 도 4에 있어서, 휴대 전화기(1200)는, 복수의 조작 버튼(1202), 수화구(1204) 및 송화구(1206)와 함께, 표시부를 구비하고 있다.
- [0222] 휴대 전화기(1200)에 있어서, 이 표시부가 전술한 디스플레이 장치(100)로 구성되어 있다.
- [0223] 도 5는, 본 발명의 디스플레이 장치를 적용한 전자 기기로서의 디지털 스틸 카메라의 구성을 나타내는 사시도이다. 또한, 이 도면에는, 외부 기기와의 접속에 대해서도 간이적으로 나타나 있다.
- [0224] 여기에서, 통상의 카메라는, 피사체의 광상(optical image)에 의해 은염(silver halide) 사진 필름을 감광하는 데에 대하여, 디지털 스틸 카메라(1300)는, 피사체의 광상을 CCD(Charge Coupled Device) 등의 촬상 소자(image pickup element)에 의해 광전 변환하여 촬상 신호(화상 신호)를 생성한다.
- [0225] 디지털 스틸 카메라(1300)에 있어서의 케이스(보디)(1302)의 배면(back surface)에는, 표시부가 형성되고, CCD에 의한 촬상 신호에 기초하여 표시를 행하는 구성으로 되어 있고, 피사체를 전자 화상으로서 표시하는 파인더로서 기능한다.
- [0226] 디지털 스틸 카메라(1300)에 있어서, 이 표시부가 전술한 디스플레이 장치(100)로 구성되어 있다.
- [0227] 케이스의 내부에는, 회로 기관(1308)이 설치되어 있다. 이 회로 기관(1308)은, 촬상 신호를 격납(기억)할 수 있는 메모리가 설치되어 있다.
- [0228] 또한, 케이스(1302)의 정면측(도시된 구성에서는 이면(rear surface)측)에는, 광학 렌즈(촬상 광학계)나 CCD 등을 포함하는 수광 유닛(1304)이 형성되어 있다.
- [0229] 촬영자가 표시부에 표시된 피사체상을 확인하고, 셔터 버튼(1306)을 압하(push down)하면, 그 시점에 있어서의 CCD의 촬상 신호가, 회로 기관(1308)의 메모리에 전송·격납된다.
- [0230] 또한, 이 디지털 스틸 카메라(1300)에 있어서, 케이스(1302)의 측면에, 비디오 신호 출력 단자(1312)와, 데이터 통신용의 입출력 단자(1314)가 형성되어 있다. 그리고, 도시된 바와 같이, 비디오 신호 출력 단자(1312)에

는 텔레비전 모니터(1430)가, 데이터 통신용의 입출력 단자(1314)에는 퍼스널 컴퓨터(1440)가, 각각필요에 따라서 접속된다. 또한, 소정의 조작에 의해, 회로 기관(1308)의 메모리에 격납된 활상 신호가, 텔레비전 모니터(1430)나, 퍼스널 컴퓨터(1440)에 출력되는 구성이 되어 있다.

[0231] 또한, 본 발명의 전자 기기는, 도 3의 퍼스널 컴퓨터(모바일형 퍼스널 컴퓨터), 도 4의 휴대 전화기, 도 5의 디지털 스틸 카메라 외에도, 예를 들면, 텔레비전이나, 비디오 카메라, 뷰파인더형, 모니터 직시형의 비디오 테이프 레코더, 랩톱형 퍼스널 컴퓨터, 카 내비게이션 장치, 페이저, 전자 수첩(통신 기능 부여도 포함), 전자 사전, 계산기, 전자 게임 기기, 워드 프로세서, 워크 스테이션, 텔레비전 전화, 방법용 텔레비전 모니터, 전자 쌍안경, POS 단말, 터치 패널을 구비한 기기(예를 들면 금융 기관의 캐쉬 디스펜서(cash dispenser), 자동 권매기), 의료 기기(예를 들면 전자 체온계, 혈압계, 혈당계, 심전 표시 장치, 초음파 진단 장치, 내시경용 표시 장치), 어군 탐지기, 각종 측정 기기, 계기류(예를 들면, 차량, 항공기, 선박의 계기류), 플라이트 시뮬레이터, 그 외 각종 모니터류, 프로젝터 등의 투사형 표시 장치 등에 적용할 수 있다.

[0232] 이상, 본 발명의 발광 소자, 발광 장치, 표시 장치 및 전자 기기를, 도시된 실시 형태에 기초하여 설명했지만, 본 발명은 이들로 한정되는 것이 아니다.

[0233] (실시예)

[0234] 다음으로, 본 발명의 구체적 실시예에 대해서 설명한다.

[0235] (실시예 1)

[0236] <1>

[0237] 우선, 평균 두께 0.5mm의 투명한 유리 기관을 준비했다. 다음으로, 이 기관 상에, 스퍼터링법에 의해 평균 두께 150nm의 ITO 전극(양극)을 형성했다.

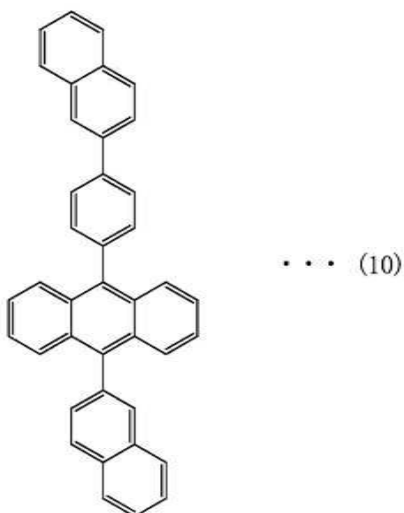
[0238] 그리고, 기관을 아세톤, 2-프로판올 순으로 침지(immersion)하고, 초음파 세정한 후, 산소 플라즈마 처리 및 아르곤 플라즈마 처리를 행했다. 이들 플라즈마 처리는, 각각 기관을 70℃?90℃로 가온한 상태에서, 플라즈마 파워 100W, 가스 유량 20sccm, 처리 시간 5초로 행했다.

[0239] <2>

[0240] 다음으로, ITO 전극 상에, 상기식 (1)로 나타나는 벤지딘 유도체(정공 주입성 재료)와, 하기식 (10)으로 나타나는 안트라센 유도체(전자 수송성 재료)를 진공 증착법에 의해 공증착(co-deposition)시켜, 평균 두께 50nm의 정공 주입층을 형성했다.

[0241] 여기에서, 정공 주입층은, 상기식 (1)로 나타나는 벤지딘 유도체(정공 수송성 재료)와, 하기식 (10)으로 나타나는 안트라센 유도체(전자 수송성 재료)와의 혼합 재료로 구성되어 있었다. 그의 혼합비(중량비)는, (벤지딘 유도체):(안트라센유도체)=60:40이었다.

[0242] [화학식 10]



[0243]

- [0244] <3>
- [0245] 다음으로, 정공 주입층 상에, 상기식 (2)로 나타나는 벤지딘 유도체(정공 수송성 재료)와, 상기식 (10)으로 나타나는 안트라센 유도체(전자 수송성 재료)를 진공 증착법에 의해 공증착시켜, 평균 두께 20nm의 정공 수송층을 형성했다.
- [0246] 여기에서, 정공 수송층은, 상기식 (2)로 나타나는 벤지딘 유도체(정공 수송성 재료)와, 상기식 (10)으로 나타나는 안트라센 유도체(전자 수송성 재료)와의 혼합 재료로 구성되어 있었다. 그의 혼합비(중량비)는, (벤지딘 유도체):(안트라센 유도체)=40:60이었다.
- [0247] <4>
- [0248] 다음으로, 정공 수송층 상에, 적색 발광층의 구성 재료를 진공 증착법에 의해 증착시켜, 평균 두께 40nm의 적색 발광층(발광층)을 형성했다. 적색 발광층의 구성 재료로서는, 적색 발광 재료(게스트 재료)로서 상기식 (3)으로 나타나는 테트라아릴디인덴노페릴렌 유도체를 이용하고, 호스트 재료로서 상기식 (7)로 나타나는 나프타센 유도체를 이용했다. 또한, 적색 발광층 중의 발광 재료(도펀트)의 함유량(도프 농도)을 1.0wt %로 했다.
- [0249] <5>
- [0250] 다음으로, 적색 발광층 상에, 상기식 (8)로 나타나는 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(AlQ_3)을 진공 증착법에 의해 성막하여, 평균 두께 5nm의 제1 전자 수송층을 형성했다.
- [0251] <6>
- [0252] 다음으로, 제1 전자 수송층 상에, 상기식 (9)로 나타나는 아자인돌리진 유도체를 진공 증착법에 의해 성막하여, 평균 두께 25nm의 제2 전자 수송층을 형성했다.
- [0253] 이에 따라, 제1 전자 수송층 및 제2 전자 수송층이 적층되어 이루어지는 전자 수송층을 얻었다.
- [0254] <7>
- [0255] 다음으로, 전자 수송층의 제2 전자 수송층 상에, 불화 리튬(LiF)을 진공 증착법에 의해 성막하고, 평균 두께 1nm의 전자 주입층을 형성했다.
- [0256] <8>
- [0257] 다음으로, 전자 주입층 상에, Al을 진공 증착법에 의해 성막했다. 이에 따라, Al로 구성되는 평균 두께 150nm의 음극을 형성했다.
- [0258] <9>
- [0259] 다음으로, 형성한 각 층을 덮도록, 유리체의 보호 커버(봉지 부재)를 씌우고, 에폭시 수지에 의해 고정, 봉지했다.
- [0260] 이상의 공정에 의해, 발광 소자를 제조했다.
- [0261] (실시예 2)
- [0262] 정공 주입층에 있어서의 벤지딘 유도체 및 안트라센 유도체의 혼합비(중량비)를, 각각 (벤지딘 유도체):(안트라센 유도체)=50:50으로 한 이외에는, 전술한 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제조했다.
- [0263] (실시예 3)
- [0264] 정공 주입층에 있어서의 벤지딘 유도체 및 안트라센 유도체의 혼합비(중량비)를, 각각 (벤지딘 유도체):(안트라센 유도체)=70:30으로 한 이외에는, 전술한 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제조했다.
- [0265] (실시예 4)
- [0266] 정공 수송층에 있어서의 벤지딘 유도체 및 안트라센 유도체의 혼합비(중량비)를, 각각 (벤지딘 유도체):(안트라센 유도체)=30:70으로 한 이외에는, 전술한 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제조했다.
- [0267] (실시예 5)
- [0268] 정공 주입층의 평균 두께를 20nm로 하고, 정공 수송층의 평균 두께를 50nm로 한 이외에는 전술한 실시예 1과

동일하게 하여 발광 소자를 제조했다.

[0269] (실시에 6)

[0270] 정공 주입층을 상기 화학식 (2)로 나타나는 벤지딘 유도체(정공 수송성 재료)와, 상기 화학식 (10)으로 나타나는 안트라센 유도체(전자 수송성 재료)를 (벤지딘 유도체):(안트라센 유도체)=60:40으로 진공 증착법에 의해 공증착시켜, 평균 두께 50nm의 정공 주입층을 형성한 이외에는, 전술한 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제조했다.

[0271] (비교예)

[0272] 정공 주입층 및 정공 수송층으로의 안트라센 유도체(전자 수송성 재료)의 배합을 생략한 이외에는, 전술한 실시예 1과 동일하게 하여 발광 소자를 제조했다.

[0273] 2. 평가

[0274] 2-1. 발광 수명의 평가

[0275] 각 실시예 및 각 비교예에 대해서, 휘도계를 이용하여 휘도를 측정하면서, 초기의 휘도가 60000cd/m^2 가 되는 바와 같은 전류 밀도로 직류 전원을 이용하여 발광 소자에 정전류를 계속해서 흐르게 하고, 그 사이, 휘도계를 이용하여 휘도를 측정하여, 그 휘도가 초기 휘도의 90%가 되는 시간(LT90)을 측정했다. 그리고, 비교예에 있어서의 LT90의 시간을 1.00로서 규격화하여, 각 비교예 및 각 실시예의 LT90의 시간을 상대적으로 평가했다.

[0276] 2-2. 발광 효율의 평가

[0277] 각 실시예 및 각 비교예에 대해서, 휘도계를 이용하여 휘도를 측정하면서, 휘도가 60000cd/m^2 가 되도록, 직류 전원을 이용하여 발광 소자에 전류를 흐르게 하고, 그 때의 전류를 측정했다. 또한, 이 때의 발광 소자에 인가된 구동 전압도 동일하게 하여 측정했다.

[0278] 2-3. 발광 밸런스의 평가

[0279] 각 실시예 및 각 비교예에 대해서, 휘도계를 이용하여 휘도를 측정하면서, 휘도가 60000cd/m^2 가 되도록, 직류 전원을 이용하여 발광 소자에 전류를 흐르게 하고, 그 때의 색도를 색도계를 이용하여 측정했다.

[0280] 도 6은 실시예와 비교예의 발광 소자에 있어서의 정공 주입층 및 정공 수송층의 구성과, 발광 특성의 평가 결과를 나타내는 표이다. 상기의 평가 결과를 도 6의 표 1에 나타낸다.

[0281] 표 1로부터 분명한 바와 같이, 각 실시예의 발광 소자는, 비교예의 발광 소자에 비하여, 매우 긴 수명을 갖는 것을 알 수 있다. 또한, 각 실시예의 발광 소자는, 비교예의 발광 소자와 동등한 구동 전압, 전류 밀도로 발광시킬 수 있고, 우수한 발광 효율을 갖는다. 또한, 실시예 1?5의 각 발광 소자는, 비교예와 동등한 색도로 발광시킬 수 있고, 원하는 발광색이 얻어졌다. 추가로 실시예 6과 같이, 정공 주입층과 정공 수송층을 동일한 재료로 구성한 경우에도 실시예 1?5와 동일한 효과를 볼 수 있었다.

부호의 설명

[0282] 1, 1_R, 1_B, 1_G : 발광 소자

2 : 기판

3 : 양극

4 : 정공 주입층

5 : 정공 수송층

6 : 발광층

7 : 전자 수송층

8 : 전자 주입층

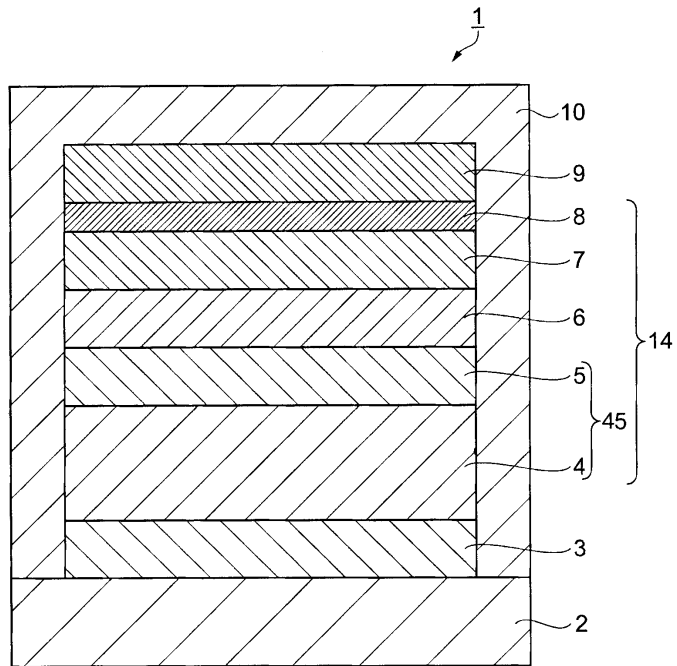
9 : 음극

10 : 봉지 부재
14 : 적층체
19_B, 19_G, 19_R : 컬러 필터
45 : 기능층
100 : 디스플레이 장치
100_R, 100_G, 100_B : 서브 화소
20 : 봉지 기관
21 : 기관
22 : 평탄화층
24 : 구동용 트랜지스터
241 : 반도체층
242 : 게이트 절연층
243 : 게이트 전극
244 : 소스 전극
245 : 드레인 전극
27 : 배선
31 : 격벽
32 : 반사막
33 : 부식 방지막
34 : 음극 커버
35 : 에폭시층
36 : 차광층
1100 : 퍼스널 컴퓨터
1102 : 키보드
1104 : 본체부
1106 : 표시 유닛
1200 : 휴대 전화기
1202 : 조작버튼
1204 : 수화구
1206 : 송화구
1300 : 디지털 스틸 카메라
1302 : 케이스(보디)
1304 : 수광 유닛
1306 : 셔터 버튼
1308 : 회로 기관

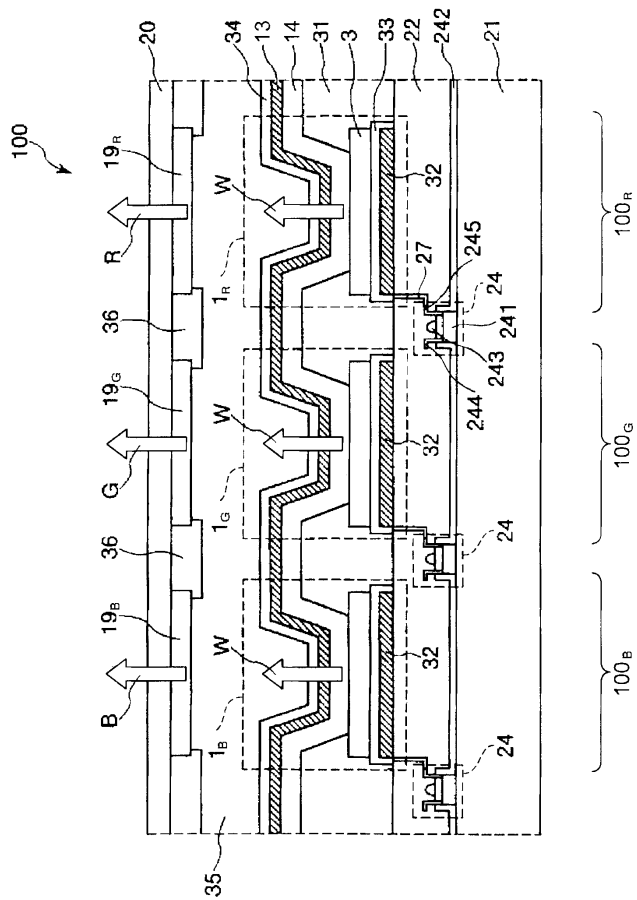
- 1312 : 비디오 신호 출력 단자
 1314 : 데이터 통신용의 입출력 단자
 1430 : 텔레비전 모니터
 1440 : 퍼스널 컴퓨터

도면

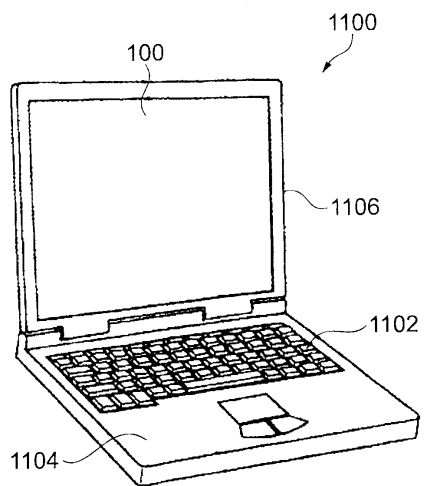
도면1



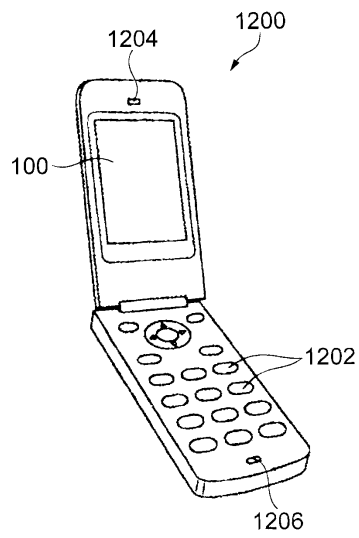
도면2



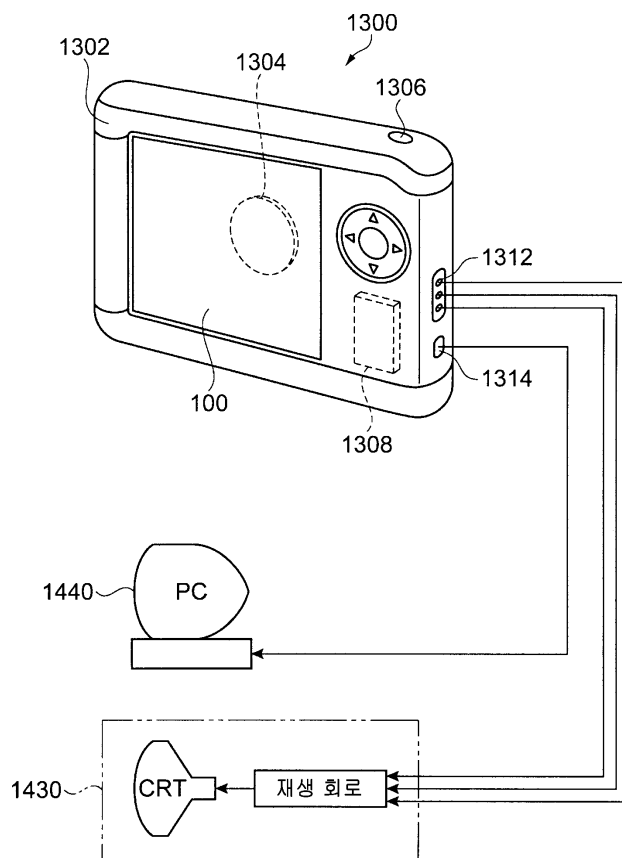
도면3



도면4



도면5



도면6

	정공 주입층				정공 수송층				평가			
	구성 재료		평균 두께 [nm]		구성 재료		평균 두께 [nm]		구동 전압 [V]	전류 밀도 [mA/cm ²]	색도 (x, y)	수명 (LT90) 비교예에서 규격화
	정공 주입성 재료와 함유량 [wt%]	전자 수송성 재료와 함유량 [wt%]	정공 주입성 재료와 함유량 [wt%]	전자 수송성 재료와 함유량 [wt%]	정공 수송성 재료와 함유량 [wt%]	전자 수송성 재료와 함유량 [wt%]	정공 수송성 재료와 함유량 [wt%]	전자 수송성 재료와 함유량 [wt%]				
실시예 1	식 (1) 60	식 (10) 40	식 (1) 50	식 (10) 40	식 (2) 40	식 (10) 60	식 (2) 60	식 (10) 20	9.8	1250	(0.63, 0.32)	3.4
실시예 2	식 (1) 50	식 (10) 50	식 (1) 50	식 (10) 50	식 (2) 40	식 (10) 60	식 (2) 60	식 (10) 20	10.0	1280	(0.66, 0.33)	3.5
실시예 3	식 (1) 70	식 (10) 30	식 (1) 50	식 (10) 30	식 (2) 40	식 (10) 60	식 (2) 60	식 (10) 20	9.6	1240	(0.67, 0.33)	2.9
실시예 4	식 (1) 60	식 (10) 40	식 (1) 50	식 (10) 40	식 (2) 30	식 (10) 70	식 (2) 60	식 (10) 20	10.0	1290	(0.67, 0.33)	3.65
실시예 5	식 (1) 60	식 (10) 40	식 (1) 20	식 (10) 40	식 (2) 40	식 (10) 60	식 (2) 60	식 (10) 50	10.4	1300	(0.67, 0.33)	3.5
실시예 6	식 (2) 60	식 (10) 40	식 (1) 50	식 (10) 40	식 (2) 40	식 (10) 60	식 (2) 60	식 (10) 20	9.6	1250	(0.67, 0.33)	3.55
비교예	식 (1) 100	—	0	0	식 (2) 100	—	0	식 (10) 20	9.4	1190	(0.67, 0.33)	1.0

专利名称(译)	发光器件，发光器件，显示器件和电子器件		
公开(公告)号	KR1020120100784A	公开(公告)日	2012-09-12
申请号	KR1020120021545	申请日	2012-03-02
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	YAMAMOTO HIDETOSHI 야마모토히데토시 FUJITA TETSUJI 후지타테츠지		
发明人	야마모토히데토시 후지타테츠지		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L2251/55 H01L51/5088 H01L2251/558 H01L51/5084 H01L51/5056 H01L51/0052 H01L51/0059 H01L51/5072		
代理人(译)	LEE CHUL		
优先权	2011047272 2011-03-04 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是提供一种即使在利用高电流密度的电流驱动同时具有优异的发光效率和发光器件的情况下也能够实现长寿命的发光器件，从而提供一种设备。发光元件1设置在阳极3和阴极9之间以及阳极3和阴极9之间。发光元件1形成在阳极3和阴极9之间，在阳极3和发光层6之间形成空穴注入层4和空穴注入层4，它们形成为与阳极3和发光层6接触并具有传输空穴的功能，传输层5)，空穴注入层4和空穴传输层5均包括具有电子传输性的电子传输材料。此外，空穴注入层(4)和空穴传输层(5)中含有的电子传输材料的含量不同。

