



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월25일

(11) 등록번호 10-1495556

(24) 등록일자 2015년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/54 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0020240

(22) 출원일자 2011년03월08일

심사청구일자 2014년07월30일

(65) 공개번호 10-2011-0102209

(43) 공개일자 2011년09월16일

(30) 우선권주장

JP-P-2010-050451 2010년03월08일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2007043104 A

JP2008219033 A

JP2000068063 A

US20070210322 A1

전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 김효욱

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

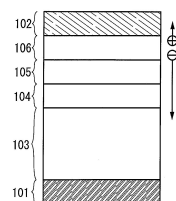
(57) 요약

본 발명은, 구동 전압의 상승을 억제할 수 있는 발광 소자를 제공한다. 또한, 상기 발광 소자를 포함함으로써 소비 전력을 저감시킨 발광 장치를 제공한다.

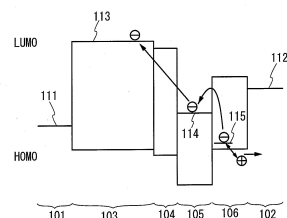
양극과 음극 사이에 EL층을 갖고, 음극과 EL층 사이에 제 1 층, 제 2 층, 및 제 3 층을 갖고, 제 1 층은 음극과 제 2 층 사이에 형성되고, 음극 및 제 2 층과 접하고, 또 정공 수송성이 높은 물질과 엑셉터성 물질로 이루어지고, 제 2 층은 제 1 층과 제 3 층 사이에 형성되고, 제 1 층 및 제 3 층과 접하고, 또 프탈로시아닌계 재료로 이루어지고, 제 3 층은 제 2 층과 EL층 사이에 형성되고, 제 2 층 및 EL층과 접하고, 또 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 또는 희토류 금속 화합물을 포함한다.

대표도 - 도1

도 1a



도 1b



특허청구의 범위

청구항 1

발광 소자에 있어서,

양극과 음극 사이의 EL층과;

상기 음극과 상기 EL층 사이에 있고, 정공 수송성을 갖는 물질과 상기 정공 수송성을 갖는 물질에 대한 엑셉터 성 물질(acceptor substance)을 포함하는 제 1 층과;

상기 음극과 상기 EL층 사이에 있고, 프탈로시아닌계 재료를 포함하는 제 2 층과;

상기 음극과 상기 EL층 사이에 있고, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 및 희토류 금속 화합물 중 하나를 포함하는 제 3 층을 포함하고,

상기 제 1 층은 상기 음극과 상기 제 2 층 사이에 제공되고, 상기 음극 및 상기 제 2 층과 접하고,

상기 제 2 층은 상기 제 1 층과 상기 제 3 층 사이에 제공되고, 상기 제 1 층 및 상기 제 3 층과 접하고,

상기 제 3 층은 상기 제 2 층과 상기 EL층 사이에 제공되고, 상기 제 2 층 및 상기 EL층과 접하고,

상기 제 2 층이 프탈로시아닌계 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는, 발광 소자.

청구항 2

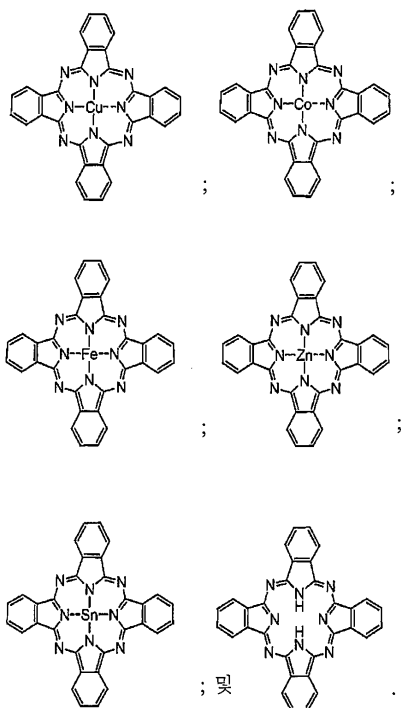
제 1 항에 있어서,

상기 프탈로시아닌계 재료는 금속 프탈로시아닌계 재료인, 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

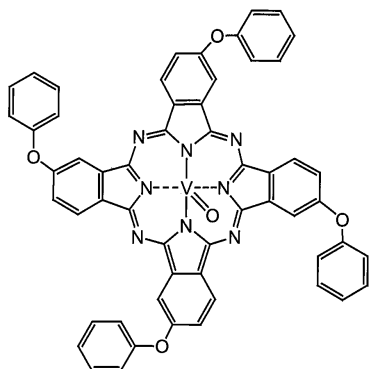
상기 프탈로시아닌계 재료는 이하의 구조식 중 어느 하나로 표시되는, 발광 소자.



청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 프탈로시아닌계 재료는 이하의 구조식으로 표시되는, 발광 소자.



청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 층은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 및 희토류 금속 화합물 중 하나를 더 포함하는, 발광 소자.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 층에서, 상기 프탈로시아닌계 재료에 대한 상기 알칼리 금속, 상기 알칼리 토금속, 상기 희토류 금속, 상기 알칼리 금속 화합물, 상기 알칼리 토금속 화합물, 및 상기 희토류 금속 화합물 중 하나의 질량 비율이 0.001:1 이상 0.1:1 이하인, 발광 소자.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 층은 전자 수송성을 갖는 물질을 더 포함하는, 발광 소자.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 층에서, 상기 전자 수송성을 갖는 물질에 대한 상기 알칼리 금속, 상기 알칼리 토금속, 상기 희토류 금속, 상기 알칼리 금속 화합물, 상기 알칼리 토금속 화합물, 및 상기 희토류 금속 화합물 중 하나의 질량 비율이 0.001:1 이상 0.1:1 이하인, 발광 소자.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 EL층은 전자 수송성을 갖는 물질을 포함하는 제 4 층을 포함하고,

상기 제 4 층은 상기 제 3 층과 접하는, 발광 소자.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층에서, 상기 정공 수송성을 갖는 물질에 대한 상기 엑셉터성 물질의 질량 비율이 0.1:1 이상 4.0:1

이하인, 발광 소자.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층은 상기 정공 수송성을 갖는 물질을 포함하는 층과 상기 엑셉터성 물질을 포함하는 층의 적층 구조를 갖는, 발광 소자.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 EL층은 정공 수송성을 갖는 제 2 물질과 상기 정공 수송성을 갖는 제 2 물질에 대한 제 2 엑셉터 물질을 포함하는 제 5 층을 포함하고,

상기 제 5 층은 상기 양극과 접하는, 발광 소자.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 정공 수송성을 갖는 제 2 물질에 대한 상기 제 2 엑셉터성 물질의 질량 비율이 0.1:1 이상 4.0:1 이하인, 발광 소자.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제 5 층은 상기 정공 수송성을 갖는 제 2 물질을 포함하는 층과 상기 제 2 엑셉터성 물질을 포함하는 층의 적층 구조를 갖는, 발광 소자.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층에 포함된 상기 엑셉터성 물질은 전이 금속의 산화물인, 발광 소자.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층에 포함된 상기 엑셉터성 물질은 원소 주기율표에 있어서의 제 4 족 내지 제 8 족에 속하는 금속의 산화물인, 발광 소자.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층에 포함된 상기 엑셉터성 물질은 산화 몰리브덴인, 발광 소자.

청구항 18

제 1 항에 따른 발광 소자를 포함하는, 발광 장치.

청구항 19

제 18 항에 따른 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

청구항 20

제 18 항에 따른 발광 장치를 포함하는, 조명 장치.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 일렉트로루미네선스(Electroluminescence; EL이라고도 함)층을 갖는 발광 소자(EL 소자라고도 함), 상기 발광 소자를 갖는 발광 장치, 및 상기 발광 장치를 갖는 전자 기기 및 조명 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] EL 소자는 EL층이 한 쌍의 전극 사이에 끼워져 이루어진다. 한 쌍의 전극에 전압을 가함으로써 EL층으로부터 발광이 얻어진다. EL층은 유기 화합물로 이루어진다.
- [0003] EL 소자의 발광 기구를 설명한다. 한 쌍의 전극에 전압을 인가함으로써 음극으로부터 주입된 전자 및 양극으로부터 주입된 정공이 EL층의 발광 중심에서 재결합한다. 재결합한 결과, 에너지를 방출하여 발광한다. 발광은 일중향으로부터의 발광과 삼중향으로부터의 발광으로 분류된다.
- [0004] 발광 소자는 여러 과제를 갖고 있지만, 그 중에서 하나가 구동 전압을 저하시키는 것이다.
- [0005] 특허 문헌 1은 음극과 접하여 형성되는 전자 주입층에 있어서, 전자 주입층을 구성하는 유기 화합물에 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 희토류 금속 등의 일 함수가 작은 금속을 도핑하는 것을 개시한다. 상기 일 함수가 작은 금속을 도핑함으로써, 음극으로부터 전자 주입층에 전자를 주입할 때의 주입 장벽을 저하시켜 구동 전압을 저하시킨다.
- [0006] 특허 문헌 2는, 구동 전압을 상승시키지 않고 발광 스펙트럼의 광학 조정(光學調整)을 가능하게 한다. 구체적으로는, 발광 소자의 음극과 EL층 사이에 있어서, 음극과 접하여 정공 수송성을 갖는 유기 화합물에 금속 산화물이 도핑된 층이 형성된다. 상기 금속 산화물이 도핑된 층과 접촉되어, 전자 수송성을 갖는 유기 화합물에 알칼리 금속이나 알칼리 토금속, 또는 희토류 금속 등의 일 함수가 작은 금속이 도핑된 층이 형성된다. 그리고, 상기 금속 산화물이 도핑된 층의 막 두께를 조정하여 구동 전압의 상승을 억제하고, 또 발광의 광학 조정을 행한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 특개평10-270171호 공보
(특허문헌 0002) 특개2005-209643호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 특허 문헌 2에서는, 정공 수송성을 갖는 유기 화합물에 금속 산화물이 도핑된 층과, 전자 수송성을 갖는 유기 화합물에 알칼리 금속이나 알칼리 토금속, 또는 희토류 금속 등의 일 함수가 작은 금속이 도핑된 층이 접한다. 상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물은 도너성 물질(donor substance)이고, 상기 금속 산화물은 억셉터성 물질

(acceptor substance)이다. 또한, 상기 일 함수가 작은 금속은 도너성 물질이고, 상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물은 엑셉터성 물질이다. 따라서, 엑셉터성 물질을 포함하는 층과 도너성 물질을 포함하는 층이 접하게 된다.

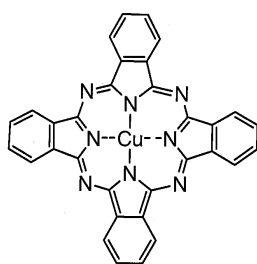
[0009] 엑셉터성 물질을 포함하는 층과 도너성 물질을 포함하는 층이 접하면 p-n 접합이 형성되어 공핍층(空乏層)이 형성된다. 또한, 엑셉터성 물질과 도너성 물질이 상호 작용하여 상기 엑셉터성 물질의 기능 및 도너성 물질의 기능이 저해된다. 상기 원인으로 인하여 구동 전압의 상승을 초래하게 된다.

[0010] 본 발명의 일 형태는, 구동 전압의 상승을 억제할 수 있는 발광 소자를 제공하는 것을 목적의 하나로 한다. 또한, 상기 발광 소자를 포함함으로써 소비 전력을 저감시킨 발광 장치를 제공하는 것을 목적의 하나로 한다.

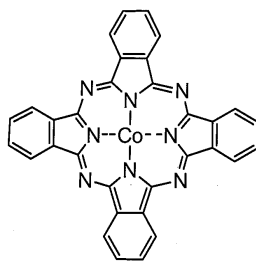
[0011] 본 발명의 일 형태는, 엑셉터성 물질을 포함하는 층 및 도너성 물질을 포함하는 층을 갖는 발광 소자에 있어서의 구동 전압의 상승을 억제하는 것을 목적의 하나로 한다. 또한, 상기 발광 소자를 포함함으로써 소비 전력을 저감시킨 발광 장치를 제공하는 것을 목적의 하나로 한다.

과제의 해결 수단

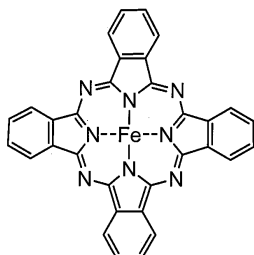
[0012] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자는, 양극과 음극 사이에 EL층을 갖고, 음극과 EL층 사이에 제 1 층, 제 2 층, 및 제 3 층을 갖고, 제 1 층은 음극과 제 2 층 사이에 형성되고, 음극 및 제 2 층과 접하고, 또 정공 수송성 물질과 정공 수송성 물질에 대한 엑셉터성 물질로 이루어지고, 제 2 층은 제 1 층과 제 3 층 사이에 형성되고, 제 1 층 및 제 3 층과 접하고, 또 프탈로시아닌계 재료로 이루어지고, 제 3 층은 제 2 층과 EL층 사이에 형성되고, 제 2 층 및 EL층과 접하고, 또 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 또는 희토류 금속 화합물을 포함한다. 프탈로시아닌계 재료의 예로서 CuPc, H₂Pc, SnPc, ZnPc, CoPc, 및 FePc와 같은 금속 프탈로시아닌계 재료를 들 수 있다. 상기 프탈로시아닌계 재료의 구조식을 이하에 나타낸다.



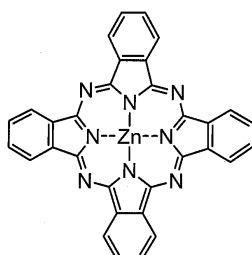
CuPc



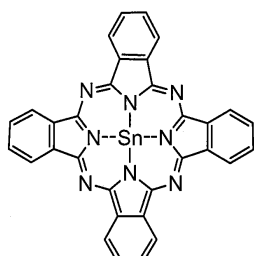
CoPc



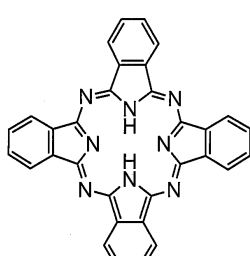
FePc



ZnPc



SnPc

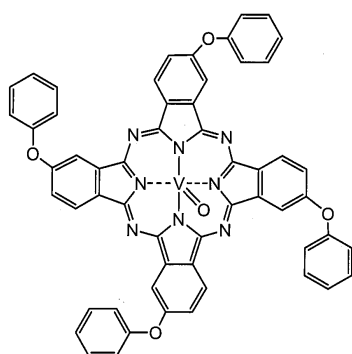


H₂Pc

[0013]

[0014]

또한, 프탈로시아닌계 재료는 폐녹시기를 갖는 프탈로시아닌계 재료(프탈로시아닌 유도체라고도 함)라도 좋다. 폐녹시기를 갖는 프탈로시아닌계 재료는, Pho-VOPc(Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H, 31H-phthalocaynine) (SYNTHON 제작)라도 좋다. 폐녹시기를 갖는 상기 프탈로시아닌계 재료의 구조식을 이하에 나타낸다.



Pho-VOPc

[0015]

[0016]

제 2 층은 제 1 층에 포함된 엑셉터성 물질의 엑셉터 준위보다 높은(바람직하게는 -5.0eV 이상, 더 바람직하게

는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하) LUMO 준위를 갖는 전자 수송성 물질을 갖기 때문에, 제 1 층으로부터 제 2 층으로 전자가 이동하기 용이하다. 따라서, 제 2 층은, 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다. 또한, 제 1 층은 엑셉터성 물질 및 도너성 물질을 포함하고, 제 3 층은 적어도 도너성 물질을 포함하지만, 제 2 층이 제 1 층과 제 3 층 사이에 존재하므로 p-n 접합의 형성 및 공핍층의 형성을 방지할 수 있다. 또한, 엑셉터성 물질을 포함하는 층과 도너성 물질을 포함하는 층이 상호 작용하는 것을 방지할 수 있다. 다만, 제 2 층에 프탈로시아닌계 재료를 사용한 경우, 제 2 층에 도너성 물질이 포함되어도 p-n 접합의 형성 및 공핍층의 형성을 방지할 수 있다.

[0017] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, 제 2 층은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 또는 희토류 금속 화합물을 포함한다. 상기 금속이나 화합물은 제 2 층에 있어서 도너성 물질이 되어 도너 준위가 형성된다. 도너 준위는, 제 2 층의 LUMO 준위에 영향을 주고, 제 1 층의 엑셉터성 준위로부터 제 2 층의 LUMO 준위로 전자가 용이하게 이동할 수 있다. 따라서, 전자를 EL층에 용이하게 주입할 수 있고, 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0018] 상술한 금속이나 화합물은 제 2 층에 있어서 프탈로시아닌계 재료에 대하여 질량 비율로 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 포함하여도 좋다. 상술한 효과가 현저하기 때문이다.

[0019] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, 제 3 층은 전자 수송성 물질을 포함한다. 제 3 층은 전자가 EL층으로 주입될 때 주입 장벽을 완화한다. 또한, 전자 수송성 물질을 포함하면, 제 3 층 내에 있어서 전자를 효율 좋게 수송할 수 있다.

[0020] 제 3 층은 전자 수송성 물질에 대하여 질량 비율로 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 또는 희토류 금속 화합물을 포함하여도 좋다. 상술한 효과가 현저하기 때문이다.

[0021] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, EL층은 전자 수송성 물질을 포함하는 제 4 층을 포함하고, 제 4 층과 제 3 층이 접한다. 상술한 효과가 현저하기 때문이다.

[0022] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, 제 1 층은 정공 수송성이 높은 물질에 대하여 중량 비율로 0.1 이상 4.0 이하의 비율로 엑셉터성 물질을 포함한다. 제 1 층은 전하 발생 영역이 되지만, 상기의 경우에는 효율 좋게 전하를 발생시킬 수 있다. 또한, 제 1 층은 막 두께를 두껍게 하여도 도전율의 변화가 작지만, 상기 경우는 그 효과가 현저하다. 제 1 층은 도전율의 변화가 작으므로 막 두께를 조정함으로써 구동 전압의 상승을 수반하지 않고 발광의 광학 조정이 가능하게 되지만, 상기 경우는 그 효과가 현저하다.

[0023] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, 제 1 층은 정공 수송성 물질을 포함하는 층과 엑셉터성 물질을 포함하는 층으로 이루어지는 적층 구조이다. 제 1 층에서는, 전하 이동 착체가 형성되어 상기 전하 이동 착체에 의하여 전하가 발생한다. 한편, 전하 이동 착체는 가시 영역에 흡수를 갖는다. 상기 경우는, 전하 이동 착체가 계면에만 형성되므로 EL층으로부터의 발광이 상기 전하 이동 착체에 흡수되기 어렵게 된다.

[0024] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, EL층은 정공 수송성 물질과 정공 수송성 물질에 대한 엑셉터성 물질을 포함하는 제 5 층을 포함하고, 제 5 층과 양극이 접한다. 제 5 층은, 제 1 층과 마찬가지로 전하 발생 영역이 된다. 음극 측과 양극 측에 전하 발생 영역을 형성함으로써, 캐리어 밸런스(carrier balance)를 향상시킬 수 있다. 또한, 음극에 접하는 층과 양극에 접하는 층의 구조가 동일하면, 응력의 밸런스(balance of stress)를 향상시킬 수 있다.

[0025] 제 5 층은, 정공 수송성 물질에 대하여 중량 비율로 0.1 이상 4.0 이하의 비율로 상기 엑셉터성 물질을 포함하여도 좋다. 상기 경우에는, 효율 좋게 전하를 발생시킬 수 있다. 또한, 제 5 층은 막 두께를 두껍게 하여도 도전율의 변화가 작지만, 상기 경우는 그 효과가 현저하다. 제 5 층은 도전율의 변화가 작으므로 막 두께를 조정함으로써 구동 전압의 상승을 수반하지 않고 발광의 광학 조정이 가능하게 되지만, 상기 경우는 그 효과가 현저하다.

[0026] 제 5 층은, 정공 수송성 물질을 포함하는 층과 엑셉터성 물질을 포함하는 층으로 이루어지는 적층 구조라도 좋다. 제 5 층에서는, 전하 이동 착체가 형성되어 상기 전하 이동 착체에 의하여 전하가 발생한다. 한편, 전하 이동 착체는 가시 영역에 흡수를 갖는다. 상기 경우는, 전하 이동 착체가 계면에만 형성되므로 EL층으로부터의 발광이 상기 전하 이동 착체에 흡수되기 어렵게 된다.

- [0027] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, 제 1 층에 포함되는 억제층 물질은 원소 주기율 표에 있어서의 제 4 족 내지 제 8 족에 속하는 금속의 산화물이다. 상기 경우, 전하 발생 영역으로서의 기능이 현저히 생기기 때문이다.
- [0028] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자의 바람직한 예로서는, 제 1 층에 포함되는 억제층 물질은 산화 물리브덴이다. 전하 발생 영역으로서의 효과가 현저하고, 또 흡습성이 낮기 때문이다.
- [0029] 상기 발광 소자를 사용하여 발광 장치를 형성하여도 좋다. 또한, 상기 발광 장치를 사용하여 전자 기기나 조명 장치를 형성하여도 좋다. 이들의 용도에 있어서 효과가 현저하기 때문이다.
- [0030] 본 명세서 중에 있어서의 발광 장치란, 화상 표시 디바이스, 발광 디바이스, 또는 광원(조명 장치를 포함함)을 가리킨다. 또한, 발광 장치에 커넥터, 예를 들어, FPC(Flexible Printed Circuit), 또는 TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TAB 테이프나 TCP의 단부에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 또는 발광 소자에 COG(Chip on Glass) 방식에 의하여 집적 회로(IC)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다.

발명의 효과

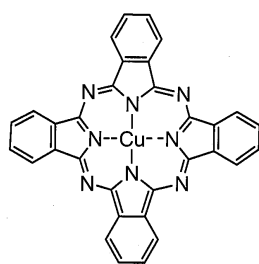
- [0031] 본 발명의 제 1 형태에 따른 발광 소자는, 제 2 층에 의하여 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다. 제 2 층은 제 1 층과 제 3 층 사이에 존재하므로 p-n 접합의 형성 및 공핍층의 형성을 방지할 수 있다. 또한, 제 1 층과 제 3 층이 상호 작용하는 것을 방지할 수 있다. 상기 발광 소자를 포함함으로써 소비 전력을 저감시킨 발광 장치, 또한 전자 기기 및 조명 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

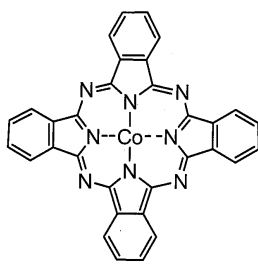
- [0032] 도 1a 및 도 1b는 발광 소자의 소자 구조 및 밴드도(band diagram)를 도시하는 도면.
 도 2는 발광 소자의 밴드도를 도시하는 도면.
 도 3a 및 도 3b는 발광 소자의 소자 구조 및 밴드도를 도시하는 도면.
 도 4a 및 도 4b는 발광 소자의 소자 구조 및 밴드도를 도시하는 도면.
 도 5a 및 도 5b는 발광 소자의 소자 구조에 대하여 도시하는 도면.
 도 6a 및 도 6b는 발광 소자의 소자 구조에 대하여 도시하는 도면.
 도 7a 내지 도 7d는 패시브 매트릭스형(passive-matrix) 발광 장치를 도시하는 도면.
 도 8은 패시브 매트릭스형 발광 장치를 도시하는 도면.
 도 9a 및 도 9b는 액티브 매트릭스형(active-matrix) 발광 장치를 도시하는 도면.
 도 10a 내지 도 10e는 전자기기를 도시하는 도면.
 도 11은 조명 장치를 도시하는 도면.
 도 12는 실시예 1의 발광 소자의 특성을 도시하는 도면.
 도 13은 실시예 1의 발광 소자의 특성을 도시하는 도면.
 도 14는 실시예 2의 발광 소자의 특성을 도시하는 도면.
 도 15는 실시예 2의 발광 소자의 특성을 도시하는 도면.
 도 16은 실시예 3의 발광 소자의 특성을 도시하는 도면.
 도 17은 실시예 4의 발광 소자의 특성을 도시하는 도면.
 도 18은 실시예 4의 발광 소자의 특성을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

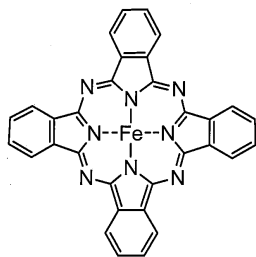
- [0033] 이하, 본 발명의 실시형태 및 실시예에 대하여 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위로부터 벗어남이 없이 그 형태 및 상세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태 및 실시예의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0034] (실시형태 1)
- [0035] 본 발명의 일 형태인 발광 소자의 소자 구조를 도 1a 내지 도 2를 사용하여 설명한다.
- [0036] 도 1a에 도시하는 바와 같이, 발광 소자는 한 쌍의 전극(양극(101), 음극(102)) 사이에 발광 영역을 포함하는 EL층(103)이 끼워지고, 음극(102)과 EL층(103) 사이에는 음극(102) 측으로부터 제 1 층(106), 제 2 층(105), 제 3 층(104)을 갖는다.
- [0037] 제 1 층(106)은, 음극(102)과 제 2 층(105) 사이에 있고, 음극(102) 및 제 2 층(105)과 접한다. 제 1 층(106)은 정공 수송성 물질과 정공 수송성 물질에 대한 억셉터성 물질로 이루어지고, 전하 발생 영역이 된다. 정공 수송성 물질과 억셉터성 물질이 전하 이동 착체를 형성하고, 정공 수송성 물질로부터 억셉터성 물질이 전자를 뽑아 넣으로써, 정공 및 전자가 발생한다고 생각된다. 제 1 층(106)은, 10nm 이상 200nm 이하의 막 두께를 갖는다. 제 1 층(106)은, 막 두께를 두껍게 하여도 도전율의 변화가 작으므로 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다. 제 1 층(106)의 막 두께를 조정함으로써, 구동 전압의 상승을 수반하지 않고 발광의 광학 조정이 가능하게 된다.
- [0038] 제 2 층(105)은, 제 1 층(106)과 제 3 층(104) 사이에 있고, 제 1 층(106) 및 제 3 층(104)과 접한다. 제 2 층(105)은 프탈로시아닌계 재료로 이루어지고, 제 1 층(106)에서 생긴 전자를 받고 제 3 층(104)에 전자를 준다. 따라서, 제 2 층(105)은 전자 릴레이층(electron relay layer)이 된다. 또한, 프탈로시아닌계 재료의 예로서 CuPc, H₂Pc, SnPc, ZnPc, CoPc, 및 FePc와 같은 금속 프탈로시아닌계 재료를 들 수 있다. 제 2 층(105)은 제 1 층(106)과 제 3 층(104)이 상호 작용하는 것을 방지한다. 제 2 층(105)은 p-n 접합의 형성 및 공핍층의 형성을 방지할 수 있다. 제 2 층(105)은 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다. 상기 프탈로시아닌계 재료의 구조식을 이하에 나타낸다.



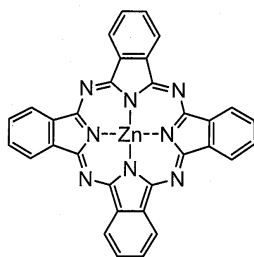
CuPc



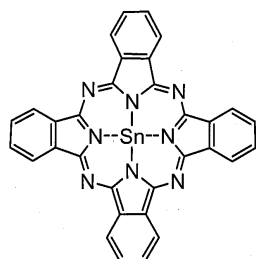
CoPc



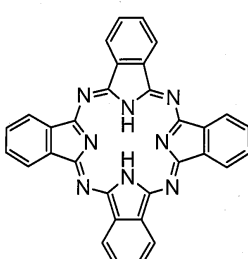
FePc



ZnPc



SnPc

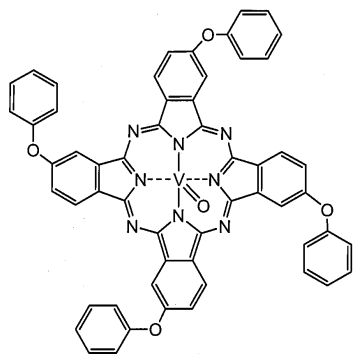


H₂Pc

[0039]

[0040]

또한, 프탈로시아닌계 재료는, 구체적으로는 이하의 구조식으로 제시되는 PhO-VOPc(Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H, 31H-phthalocaynine) (SYNTHON 제작)가 바람직하다. 이하에 나타내는 프탈로시아닌계 재료는 폐녹시기를 갖는 상기 프탈로시아닌 유도체이다. 폐녹시기를 갖는 프탈로시아닌계 재료는 용매에 용해할 수 있다. 그래서, 발광 소자를 형성하는 데 취급하기 쉽다는 이점을 갖는다. 또한, 용매에 용해할 수 있으므로 막 형성에 사용하는 장치의 메인テナンス(maintenance)가 용이해진다는 이점을 갖는다.



PhO-VOPc

[0041]

- [0042] 제 3 층(104)은, 제 2 층(105)과 EL층(103) 사이에 있고, 제 2 층(105)과 EL층(103)과 접한다. 제 3 층(104)은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 또는 희토류 금속 화합물을 포함하고, 제 2 층(105)으로부터 받은 전자를 EL층(103)에 준다. 제 3 층(104)은 전자 주입 버퍼층이 된다.
- [0043] 제 1 층(106)에서는, 발광 소자의 전하(캐리어)인 정공(홀)과 전자가 발생하고, 정공은 음극(102)으로 이동하고, 전자는 제 2 층(105)으로 이동한다. 제 2 층(105)은 전자 수송성이 높으므로, 제 3 층(104)에 전자를 신속히 수송한다. 제 3 층(104)은 EL층(103)에 전자를 주입하는 경우의 주입 장벽을 완화할 수 있다. 이렇게 함으로써, EL층(103)에 대한 전자 주입 효율을 높일 수 있다. 이하, 밴드도를 사용하여 설명한다.
- [0044] 도 1b에는 도 1a의 소자 구조에 있어서의 밴드도를 도시한다. 도 1b에 있어서, 부호 111은 양극(101)의 페르미 준위, 부호 112는 음극(102)의 페르미 준위, 부호 113은 EL층(103)의 LUMO(최저 비점유분자 궤도: Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위, 부호 114는 제 2 층(105)의 LUMO 준위, 부호 115는 제 1 층(106)에 있어서의 엑셉터성 물질의 엑셉터 준위를 나타낸다.
- [0045] 제 2 층(105)이 제 1 층(106)에 있어서 발생한 전자를 효율 좋게 EL층(103)에 주입할 수 있도록 하기 위하여, 제 2 층(105)의 LUMO 준위(114)는 제 1 층(106)에 있어서의 엑셉터성 물질의 엑셉터 준위(115)와, EL층(103)의 LUMO 준위(113) 사이의 준위를 차지한다. 구체적으로는, -5.0eV 이상 -3.0eV 이하로 한다. 또한, 제 2 층(105)은 제 1 층(106)과 제 3 층(104) 사이에 있어서의 상호 작용을 방지하고, p-n 접합의 형성 및 공핍층의 형성을 방지하여 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제한다.
- [0046] 제 1 층(106)의 엑셉터 준위(115)로부터 제 2 층(105)의 LUMO 준위(114)로 이동한 전자는, 제 3 층(104)에 의하여 주입 장벽이 완화되기 때문에 EL층(103)의 LUMO 준위(113)로 용이하게 주입된다. 전자는, 양극(101)으로부터 주입된 정공과 재결합하고, EL층(103)은 발광한다. 한편, 제 1 층(106)에 있어서 발생한 정공은 음극(102)으로 이동한다.
- [0047] 상술한 바와 같이, 제 2 층(105)은 프탈로시아닌계 재료로 이루어지지만, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 또는 희토류 금속 화합물을 포함하여도 좋다. 상기 금속, 금속의 화합물은 프탈로시아닌계 재료에 대하여 도너성 물질이 된다. 이 경우의 밴드도를 도 2에 도시한다. 부호 120은, 제 2 층(105)에 있어서의 도너성 물질의 도너 준위를 나타낸다. 도너 준위(120)는, 제 1 층(106)에 있어서의 엑셉터성 물질의 엑셉터 준위(115)와, EL층(103)의 LUMO 준위(113) 사이의 준위를 차지하도록 형성된다. 구체적으로는, -5.0eV 이상 -3.0eV 이하로 한다.
- [0048] 도너 준위(120)는, 제 2 층(105)의 LUMO 준위(114)에 영향을 준다. 전자는, 제 1 층(106)의 엑셉터 준위(115)로부터 제 2 층(105)의 LUMO 준위(114)로 용이하게 이동할 수 있다. 제 2 층(105)의 LUMO 준위(114)로 이동한 전자는, 제 3 층(104)에 의하여 주입 장벽이 완화되기 때문에 EL층(103)의 LUMO 준위(113)로 용이하게 주입된다. 따라서, 제 2 층(105)이 상기 금속, 금속 화합물을 갖는 경우, EL층(103)에 전자를 더 용이하게 주입할 수 있어 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.
- [0049] 이하, 제 1 층(106), 제 2 층(105) 및 제 3 층(104)에 사용하는 재료 등을 설명한다.
- [0050] 제 1 층(106)은, 정공 수송성 물질과 엑셉터성 물질로 이루어지고, 전하 발생 영역이 된다. 정공 수송성 물질로서는 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 방향족 탄화 수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등, 다양한 유기 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로, $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이라면, 이들 이외의 물질을 사용하여도 좋다.
- [0051] 방향족 아민 화합물의 구체적인 예로서는, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는 α -NPB)이나, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4,4',4"-트리스(카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭: TCTA), 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA), N,N'-비스(4-메틸페닐)-N,N'-디페닐-p-페닐렌디아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DPAB), 1,3,5-트리스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B) 등을 들 수 있다.
- [0052] 카르바졸 유도체의 구체적인 예로서는, 3-[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다. 그 외에 4,4'-디(N-카

르바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카르바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 들 수 있다.

[0053] 방향족 탄화 수소의 구체적인 예로서는, 2-*tert*-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-*tert*-부틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-*tert*-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-*tert*-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]-2-*tert*-부틸안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센, 9,9'-비안트릴, 10,10'-디페닐-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-비안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(*tert*-부틸)페릴렌 등을 들 수 있다. 또한, 그 이외에 펜타센(pentacene), 코로넨(coronene) 등도 사용할 수 있다. 이와 같이, $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖고, 탄소수 14 내지 42인 방향족 탄화 수소를 사용하는 것이 더 바람직하다.

[0054] 또한, 방향족 탄화 수소는, 비닐 골격을 가져도 좋다. 비닐기를 갖는 방향족 탄화 수소로서는, 예를 들어 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등을 들 수 있다.

[0055] 또한, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭: PVK)이나 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0056] 제 1 층(106)의 형성에 사용하는 엑셉터성 물질로서는, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소 주기율표에 있어서의 제 4 족 내지 제 8 족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오븀, 산화 탄탈, 산화 크롬, 산화 몰리브덴, 산화 텅스텐, 산화 망간, 산화 레늄은 전자 수용성이 높으므로 바람직하다. 특히, 산화 몰리브덴은 흡습성이 낮으므로 바람직하다. 그 외에도, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭: F₄-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다.

[0057] 제 1 층(106)에 있어서, 정공 수송성을 갖는 물질에 대하여 질량 비율이 0.1 이상 4.0 이하의 비율로 엑셉터성 물질을 첨가하는 것이 바람직하다.

[0058] 제 1 층(106)은 동일 막 중에 정공 수송성 물질과 엑셉터성 물질을 포함하는 경우뿐만 아니라, 정공 수송성 물질을 포함하는 층과 엑셉터성 물질을 포함한 층이 적층된 구조로 할 수도 있다. 다만, 적층 구조의 경우에는 정공 수송성이 높은 물질을 포함한 층이 음극(102)과 접하는 구조가 된다.

[0059] 제 1 층(106)은 10nm 이상 200nm 이하의 두께를 갖는다. 제 1 층(106)은 막 두께를 두껍게 하여도 도전율의 변화가 작으므로 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다. 제 1 층(106)의 막 두께를 조정함으로써, 구동 전압의 상승을 수반하지 않고 발광의 광학 조정이 가능하게 된다.

[0060] 제 2 층(105)은 제 1 층(106)에 있어서 엑셉터성 물질이 뽑아 낸 전자를 신속히 받는다. 제 2 층(105)은 프탈로시아닌계 재료로 이루어지고, 그 LUMO 준위는 제 1 층(106)에 있어서의 엑셉터성 물질의 엑셉터 준위와, EL층(103)의 LUMO 준위 사이의 준위를 차지한다. 구체적으로는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하의 LUMO 준위로 하는 것이 바람직하고, CuPc, H₂Pc, SnPc, ZnPc, CoPc, 및 FePc 중의 어느 것을 사용한다.

[0061] 제 2 층(105)에서는, 프탈로시아닌계 재료에 대하여 질량 비율로 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질이 포함되어도 좋다. 도너성 물질로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로겐화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함)) 외에, 테트라티아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 들 수 있다.

[0062] 제 2 층(105)은, 1nm 이상 10nm 이하의 막 두께를 갖는다. 제 2 층(105)은, 제 1 층(106)과 제 3 층(104) 사이에 있어서의 상호 작용을 방지하고, p-n 접합의 형성 및 공핍층의 형성을 방지하여 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제한다. 도너성 물질이 첨가됨으로써, EL층(103)에 전자를 더 용이하게 주입할 수 있고, 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

- [0063] 제 3 층(104)은 제 2 층(105)이 받은 전자를 EL층(103)에 주입한다. 제 3 층(104)에는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로겐화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함) 등의 전자 주입성이 높은 물질을 사용한다.
- [0064] 제 3 층(104)이 전자 수송성 물질도 포함하는 경우에는, 전자 수송성 물질에 대하여 중량 비율로 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 전자 주입성이 높은 물질을 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0065] 전자 수송성 물질로서는, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]-퀴놀리놀라토)베릴륨(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BAlq) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 또한, 이 외에, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 옥사졸계 또는 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 외에도, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]-9H-카르바졸(약칭: C011), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바스코프로인(약칭: BCP) 등도 사용할 수 있다. 여기에 기재한 물질은, 주로 10⁻⁶ cm²/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공보다도 전자의 수송성이 높은 물질이면, 이들 이외의 물질을 사용하여도 된다. 또한, 전자 수송층은 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층을 2층 이상 적층한 것을 사용하여도 좋다. 또한, 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-co-(피리딘-3,5-디일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,2'-비피리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 사용할 수 있다.
- [0066] 제 3 층(104)은 0.1nm 이상 10nm 이하의 막 두께를 갖는다. 제 3 층(104)은 제 1 층(104)은 제 1 층(106)과 EL층(103) 사이의 주입 장벽을 완화할 수 있기 때문에, 제 1 층(106)에서 생긴 전자를 EL층(103)에 용이하게 주입할 수 있다.
- [0067] 제 1 층(106), 제 2 층(105) 및 제 3 층(104)은 드라이 프로세스(진공 증착법 등), 웨트 프로세스(잉크젯법, 스핀 코팅법 등) 등, 다양한 방법을 사용하여 형성할 수 있다.
- [0068] 다음에, 발광 소자의 그 이외의 구성을 설명한다.
- [0069] 양극(101)으로서는, 일 함수가 큰(구체적으로는, 4.0eV 이상이 바람직함) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들어 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 포함한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연(IZO: Indium Zinc Oxide), 산화 텅스텐 및 산화 아연을 포함한 산화 인듐 등을 들 수 있다.
- [0070] 양극(101)은 보통 스퍼터링법에 의하여 형성되지만, 졸-겔(sol-gel)법 등을 응용하여 형성하여도 좋다. 예를 들어, 산화 인듐-산화 아연(IZO)막은 산화 인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화 아연을 가한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성할 수 있다. 또한, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 포함한 산화 인듐막은 산화 인듐에 대하여 산화 텅스텐을 0.5wt% 내지 5wt%, 산화 아연을 0.1wt% 내지 1wt% 포함한 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성할 수 있다.
- [0071] 양극(101)으로서는, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 또는 금속 재료의 질화물(질화 티타늄 등), 몰리브덴 산화물, 마나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물, 티타늄 산화물 등을 사용하여도 좋다. 또한, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌술포산)(PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스티렌술포산)(PAni/PSS) 등의 도전성 폴리머를 사용하여도 좋다. 다만, 양극(101)과 접하여 후술하는 제 5 층을 형성하는 경우에는 일 함수의 대소에 상관없이 Al, Ag 등 각종 도전성 재료를 양극(101)에 사용할 수 있다.
- [0072] 음극(102)으로서는 일 함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하가 바람직함) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 예를 들어, 원소 주기율표의 제 1 족 또는 제 2 족에 속하는 원소, 즉, 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 및 이들을 함유한 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속, 및 이들을 함유한 합금 등을 사용할 수 있다. 또한, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 이들을 함유한 합금의 막은 진공 증착법을 사용하여 형성할

수 있다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유한 합금의 막은 스퍼터링법에 의하여 형성할 수도 있다. 또한, 은 페이스트 등을 잉크젯법 등에 의하여 형성할 수도 있다.

[0073] 그 외, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 또는 희토류 금속 화합물(불화 리튬(LiF), 산화 리튬(LiOx), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF₂), 불화 에르븀(ErF₃) 등)의 박막과, 알루미늄 등의 금속막을 적층함으로써, 음극(102)을 형성할 수도 있다. 그러나, 본 실시형태에서 제시하는 구성과 같이, 음극(102)과 접하여 전하 발생 영역이 되는 제 1 층을 형성하는 경우에는, 일 함수의 대소에 관계없이 Al, Ag, ITO, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석 등 각종 도전성 재료를 음극(102)에 사용할 수 있다.

[0074] 또한, 본 실시형태에 나타내는 발광 소자에 있어서는, 양극 및 음극 중, 적어도 하나가 가시광에 대한 투광성을 가지면 좋다. 투광성은 ITO와 같은 투명 전극을 사용하거나 또는 전극의 막 두께를 얇게 함으로써 확보할 수 있다.

[0075] EL층(103)은 적어도 발광층을 포함하여 형성되면 좋고, 발광층 외의 층이 형성된 적층 구조라도 좋다. 발광층 이외에는, 정공 주입성 물질, 정공 수송성 물질, 또는 전자 수송성 물질, 전자 주입성 물질, 바이폴러성(전자 및 정공의 수송성이 높은)물질 등으로 이루어지는 층을 들 수 있다. 구체적으로는, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 정공 저지층(홀 블로킹층), 전자 수송층(제 4 층), 전자 주입층 등을 들 수 있고, 이들은 적절히 조합하여 구성할 수 있다. 또한, EL층(103) 중의 양극(101)과 접하는 측에 전하 발생 영역(제 5 층)을 형성할 수도 있다.

[0076] 상술한 EL층(103)에 포함된 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에 구체적인 예를 나타낸다.

[0077] 정공 주입층은 정공 주입성 물질을 포함한 층이다. 정공 주입성 물질로서는, 예를 들어, 몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물이나, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 그 외, 프탈로시아닌(약칭: H₂Pc)이나 구리 프탈로시아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로시아닌계 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌술폰산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 등으로도 정공 주입층을 형성할 수 있다.

[0078] 정공 수송층은 정공 수송성 물질을 포함한 층이다. 정공 수송성 물질로서는, 예를 들어, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는 α-NPD)이나, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4,4',4"-트리스(카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭: TCTA), 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물, 3-[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다. 그 외, 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA) 등의 카르바졸 유도체 등을 사용할 수 있다. 여기에 기재한 물질은 주로 10⁻⁶cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면, 이들 외의 물질을 사용하여도 좋다. 또한, 정공 수송성이 높은 물질을 포함한 층은 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어진 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0079] 그 외에도, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐벤지딘)(약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 정공 수송층에 사용할 수 있다.

[0080] 발광층은, 발광 물질을 포함하는 층이다. 발광 물질로서는 이하에 나타내는 형광성 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, N,N'-비스[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N,N'-디페닐스티벤-4,4'-디아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카르바졸-9-일)-4'-(9-10-디페닐-2-안트릴)트리페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라-*tert*-부틸페릴렌(약칭: TBP), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA), N,N'-(2-*tert*-부틸안트라센-9,10-디일)-4,1-페릴렌비스[N,N',N''-트리페닐-1,4-페닐렌디아민](약칭: DPABPA), N,9-디페닐-N-[4-(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-디페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N''-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPPA), N,N,N',N'',N''',N''',N''''-옥타페닐디벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테

트라아민(약칭: DBC1), 쿠마린30, N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린545T, N,N'-디페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-비페닐-4-일)-6,11-디페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐}-6-메틸-4H-피란-4-일리덴)프로판디니트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-디페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스[2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐]-4H-피란-4-일리덴)프로판디니트릴(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)에테닐]-4H-피란-4-일리덴}프로판디니트릴(약칭: BisDCJTM) 등을 들 수 있다.

[0081]

발광 물질로서는, 이하에 나타내는 인광성 화합물을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스[2-(3',5'-비스트리플루오로메틸페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIracac), 트리스(2-페닐피리디나토)이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)₂(acac)), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bzq)₂(acac)), 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸라토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)₂(acac)), 비스[2-(4'-퍼플루오로페닐페닐)피리디나토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)₂(acac)), 비스(2-페닐벤조티아졸라토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)₂(acac)), 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]티에닐)피리디나토-N,C^{3'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)₂(acac)), 비스(1-페닐이소퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)₂(acac)), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP), 트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)₃(Phen)), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)₃(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)₃(Phen)) 등을 들 수 있다.

[0082]

또한, 이들의 발광 물질은 호스트 재료에 분산시켜 사용하는 것이 바람직하다. 호스트 재료로서는, 예를 들어, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는 α-NPD)이나, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4,4',4"-트리스(카르바졸-9-일)트리페닐아민(약칭: TCTA), 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4'-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물, 3-[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭: PCzPCN1) 등을 들 수 있다. 그 외, 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA) 등의 카르바졸 유도체, 폴리[N-(4-(N'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노)페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자

화합물을 포함하는 정공 수송성이 높은 물질을 사용할 수도 있다. 또한, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]-퀴놀리나토)베릴륨(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체, 또한 2-(4-비페닐릴)-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(*p-tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CO11), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등의 전자 수송성 물질을 사용할 수 있다.

[0083] 전자 수송층은 전자 수송성 물질을 포함하는 층이다. 전자 수송성 물질로서는, 예를 들어, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]-퀴놀리나토)베릴륨(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체, 또한 2-(4-비페닐릴)-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD)이나, 1,3-비스[5-(*p-tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CO11), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등을 사용할 수 있다. 여기에 기재한 물질은, 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이면, 이들 이외의 물질을 사용하여도 좋다. 또한, 전자 수송층은 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층을 2층 이상 적층한 것을 사용하여도 좋다.

[0084] 그 외, 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-co-(피리딘-3,5-디일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,2'-비피리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 전자 수송층에 사용할 수도 있다.

[0085] 전자 주입층은, 전자 주입성 물질을 포함하는 층이다. 전자 주입성 물질로서는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF₂) 등의 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 들 수 있다. 또한, 전자 수송성을 갖는 물질 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물을 함유시킨 것, 예를 들어, Alq 중에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 것 등을 사용할 수도 있다.

[0086] 또한, 상술한 바와 같이, EL층(103)에 있어서, 양극(101)과 접하는 층에 전하 발생 영역으로서 제 5 층을 형성할 수 있다. 전하 발생 영역은, 정공 수송성 물질과 정공 수송성 물질에 대한 엑셉터성 재료를 포함한다. 또한, 전하 발생 영역은, 동일 막 중에 정공 수송성 물질과 엑셉터성 물질을 함유하는 경우뿐만 아니라, 정공 수송성 물질을 포함하는 층과 엑셉터성 물질을 포함하는 층이 적층되어도 좋다. 다만, 엑셉터성 물질을 포함하는 층이 양극(101)과 접하는 구조가 된다.

[0087] 제 5 층을 형성함으로써, 양극(101)을 형성하는 재료의 일 함수를 고려하지 않고, 양극(101)을 형성할 수 있다. 즉, 양극(101)을 형성하는 재료로서 일 함수가 큰 재료뿐만 아니라 일 함수가 작은 재료를 사용할 수도 있다.

[0088] 제 5 층에 사용하는 엑셉터 물질로서는, 원소 주기율표에 있어서의 제 4 족 내지 제 8 족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오븀, 산화 탄탈, 산화 크롬, 산화 몰리브덴, 산화 텅스텐, 산화 망간, 및 산화 레늄은 전자 수용성이 높으므로 바람직하다. 특히, 산화 몰리브덴이 바람직하다. 또한, 산화 몰리브덴은 흡습성이 낮다는 특징을 갖는다. 수분은 EL 소자에 악영향을 주므로 흡습성이 낮은 재료가 바람직하다.

[0089] 제 5 층에 사용하는 정공 수송성 물질로서는, 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 방향족 탄화 수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등, 각종 유기 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로, $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이라면, 이들 이외의 물질을 사용하여도 좋다.

- [0090] 또한, 이들의 층을 적절히 조합하여 적층함으로써, EL층(103)을 형성할 수 있다. 또한, EL층(103)의 형성 방법으로는, 사용하는 재료에 따라 각종 방법(예를 들어, 건식법이나 습식법 등)을 적절히 선택할 수 있다. 예를 들어, 진공 증착법, 잉크젯법 또는 스핀 코팅법 등을 사용할 수 있다. 또한, 각 층에서 상이한 방법을 사용하여 형성하여도 좋다.
- [0091] 상술한 바와 같은 재료를 조합함으로써, 본 실시형태에 나타내는 발광 소자를 제작할 수 있다. 이 발광 소자로부터는 상술한 발광 물질로부터의 발광을 얻을 수 있지만, 발광 물질의 종류를 변화시킴으로써 각종 발광색을 얻을 수 있다. 또한, 발광 물질로서 발광색이 상이한 복수의 발광 물질을 사용함으로써, 넓은 스펙트럼의 발광이나 백색 발광을 얻을 수도 있다. 또한, 백색 발광을 얻는 경우에는, 서로 보색인 발광색을 나타내는 복수 층을 겹친 구성 등을 사용할 수 있다. 구체적인 보색 관계로서는, 예를 들어, 청색과 황색, 또는 청녹색과 적색 등을 들 수 있다.
- [0092] 또한, 본 실시형태에 나타내는 발광 소자는, 각종 기판 위에 형성할 수 있다. 기판으로서, 예를 들어, 유리, 플라스틱, 금속판, 금속박(金屬箔) 등을 사용할 수 있다. 발광 소자의 발광을 기판 측으로부터 추출하는 경우에는, 투광성을 갖는 기판을 사용하면 좋다. 다만, 기판은 발광 소자의 제작 공정에 있어서 지지체로서 기능할 수 있으면, 이 외의 기판이라도 좋다.
- [0093] 또한, 본 실시형태에 나타내는 발광 소자의 소자 구조는 양쪽 전극이 하나의 기판 위에 격자 형상으로 형성된 패시브 매트릭스형 발광 장치를 적용할 수 있다. 다만, 발광 장치를 조명 장치에 사용하는 경우에는, 전극을 격자 형상으로 형성할 필요는 없다. 또한, 스위치의 역할을 하는 박막 트랜지스터(TFT) 등과 전기적으로 접속된 발광 소자를 갖고, 상기 TFT 등에 의하여 발광 소자의 구동이 제어된 액티브 매트릭스형 발광 장치로 할 수도 있다. 또한, 상기 TFT의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 스테거형 TFT라도 좋고, 역 스테거형(inversely staggered) TFT라도 좋다. 또한, TFT로 구성되는 구동용 회로에 대해서도 N형 TFT 및 P형 TFT로 이루어진 것이라도 좋고, 또는 N형 TFT 또는 P형 TFT 중 어느 하나로 이루어진 것이라도 좋다. 또한, 상기 TFT에 사용되는 반도체막의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않는다. 비정질 반도체막을 사용하여도 좋고, 결정성 반도체막을 사용하여도 좋다. 또한 단결정 반도체막을 사용하여도 좋다. 단결정 반도체막은, 스마트 컷법(Smart Cut) 등을 사용하여 제작할 수 있다. 또한, 산화물 반도체, 예를 들어, 인듐, 갈륨, 및 아연을 포함하는 산화물 반도체를 사용할 수 있다.
- [0094] 본 실시형태에 나타내는 소자 구조로 함으로써, EL 소자의 구동 전압을 저하시킬 수 있다. 제 1 층(106)과 제 3 층(104) 사이에 제 2 층(105)이 끼여진 구조가 되므로, 제 1 층(106)과 제 3 층(104)이 상호 작용하는 것을 방지하고, p-n 접합의 형성 및 공핍층의 형성을 방지하여 EL 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.
- [0095] (실시형태 2)
- [0096] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 설명한 발광 소자의 일례에 대하여 도 3a 및 도 3b를 사용하여 설명한다.
- [0097] 발광 소자는, 도 3a에 도시하는 바와 같이, 한 쌍의 전극(양극(101), 음극(102)) 사이에 발광 영역을 포함하는 EL층(103)이 끼워지고, 음극(102)과 EL층(103) 사이에는 음극(102) 측에서 전하 발생 영역이 되는 제 1 층(106), 전자 릴레이층이 되는 제 2 층(105), 및 전자 주입 버퍼가 되는 제 3 층(104)이 순차적으로 적층된다.
- [0098] 양극(101), 음극(102), EL층(103), 제 1 층(106) 및 제 2 층(105)에는, 실시형태 1에서 설명한 것과 마찬가지로의 재료를 사용할 수 있다.
- [0099] 제 3 층(104)에 사용하는 물질로서는, 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 마그네슘(Mg)이나 칼슘(Ca)이나 스트론튬(Sr) 등의 알칼리 토금속, 유로퓸(Eu)이나 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물(산화리튬 등의 산화물, 할로겐화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함) 등의 전자 주입성이 높은 물질을 들 수 있다.
- [0100] 양극(101) 위에 EL층(103)을 형성한 후, 그 위에 제 3 층(104), 제 2 층(105), 제 1 층(106)이 순차적으로 형성된다. 제 3 층(104)의 막 두께는, 구동 전압의 상승을 피하기 위하여 매우 얇은 막 두께(구체적으로는, 1nm 이하 0.1nm 이상)로 형성된다. 제 3 층(104)은 제 2 층(105)과 EL층(103)의 일부인 전자 수송층이 되는 제 4 층(104)과의 대략 계면에 존재한다. 다만, 제 4 층(107)을 형성한 후, 제 4 층(107) 위에 전자 제 3 층(104)을 형성하면, 제 3 층(104)을 형성하는 물질의 일부는 제 4 층(107)에도 존재할 수 있다.
- [0101] 또한, 도 3a에 도시한 소자를 양극(101) 측에서 순차적으로 적층하여 형성한 경우의 밴드도는 도 3b와 같다.

×는 제 3 층(104)에 포함되는 물질을 나타낸다. 제 3 층(104)은 매우 얇으므로 제 3 층(104)에 포함되는 물질은 제 4 층(107)에도 존재할 수 있다.

[0102] 제 2 층(105)과 EL층(103) 계면에 제 3 층(104)을 형성함으로써, 주입 장벽을 완화할 수 있다. 따라서, 제 1 층(106)에서 생긴 전자를 제 2 층(105)으로부터 EL층(103)에 용이하게 주입할 수 있다.

[0103] 본 실시형태에서 나타내는 바와 같이, 제 3 층(104)을 상기 물질로 형성하고, 그 막 두께를 0.1nm 이상 1nm 이하로 하고, 제 3 층과 제 4 층이 접하면 제 1 실시형태에서 나타내는 바와 같은 제 3 층(104)을 전자 수송성이 높은 물질을 첨가하여 형성하는 경우와 비교하여 발광 소자의 구동 전압을 저감시킬 수 있다.

[0104] 제 3 층(104)에 사용하는 전자 주입성이 높은 물질로서 상술한 물질 중, 알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로겐화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함) 등의 물질은 공기 중에서 안정적인 물질이므로 양산에 적합하다.

[0105] 본 실시형태 2에 나타내는 구성은 실시형태 1에 나타난 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0106] 예를 들어, 실시형태 1에 나타난 바와 같이, 제 2 층(105)에서는 프탈로시아닌계 재료에 대하여 질량 비율이 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질이 첨가되어도 좋다. 도너성 물질은 실시형태 1에 나타난 것을 사용한다.

[0107] (실시형태 3)

[0108] 본 실시형태는, 실시형태 1에서 설명한 발광 소자의 일례에 대하여 도 4a 및 도 4b를 사용하여 설명한다.

[0109] 발광 소자는, 도 4a에 도시하는 바와 같이, 한 쌍의 전극(양극(101)과 음극(102)) 사이에 발광 영역을 포함하는 EL층(103)이 끼워지고, 음극(102)과 EL층(103) 사이에는, 음극(102) 측으로부터 전하 발생 영역이 되는 제 1 층(106), 전자 릴레이층이 되는 제 2 층(105), 및 전자 주입 버퍼층이 되는 제 3 층(104)이 순차적으로 적층되고, 제 3 층(104)은 전자 수송성 물질과 도너성 물질을 포함한다.

[0110] 제 3 층(104)에서는, 전자 수송성 물질에 대하여 질량 비율로 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질을 첨가하는 것이 바람직하다. 이로써, 전자 주입 버퍼로서의 기능을 얻을 수 있다.

[0111] 본 실시형태 3에 있어서의 양극(101), 음극(102), EL층(103), 제 1 층(106), 및 제 2 층(105)에는 실시형태 1에서 설명한 것과 같은 재료를 사용할 수 있다.

[0112] 제 3 층(104)에 사용하는 전자 수송성 물질로서는, 예를 들어, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Almq₃), 비스(10-하이드록시벤조[h]-퀴놀리놀라토)베릴륨(약칭: BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 사용할 수 있다. 또한, 이 외에, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)₂) 등의 옥사졸계 또는 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 이외에도, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD)이나, 1,3-비스[5-(*p-tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]-9H-카르바졸(약칭: C011), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등도 사용할 수 있다. 여기에 기재한 물질은, 주로 10⁻⁶ cm²/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다.

[0113] 또한, 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-co-(피리딘-3,5-디일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,2'-비피리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 사용할 수 있다.

[0114] 제 3 층(104)에 사용하는 도너성 물질로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로겐화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함함)) 외에, 테트라티아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.

[0115] 제 3 층(104)에 사용하는 전자 수송성 물질과, EL층(103)의 일부인 전자 수송층이 되는 제 4 층(107)에 사용하

는 전자 수송성 물질은 동일한 물질이라도 좋고 다른 물질이라도 좋다.

- [0116] 본 실시형태 3의 발광 소자는, 도 4a에 도시하는 바와 같이, EL층(103)과 제 2 층(105) 사이에 전자 수송성 물질과 도너성 물질을 포함하는 제 3 층(104)이 형성된다. 이 소자 구조에 대한 밴드도를 도 4b에 도시한다. ×는 도너성 물질을 나타낸다.
- [0117] 제 3 층(104)이 형성됨으로써, 제 2 층(105)과 EL층(103) 사이의 주입 장벽을 완화할 수 있다. 따라서, 제 1 층(106)에서 생긴 전자를 EL층(103)에 용이하게 주입할 수 있다.
- [0118] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 실시형태 1이나 실시형태 2에 나타난 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0119] 예를 들어, 실시형태 1에 나타난 바와 같이, 제 2 층(105)에서는 프탈로시아닌계 재료에 대하여 질량 비율이 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질이 첨가되어도 좋다. 도너성 물질은 실시형태 1에 나타난 것을 사용한다.
- [0120] (실시형태 4)
- [0121] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 설명한 발광 소자의 일례로서 제 1 층(106)의 구성에 대하여 도 5a 및 도 5b를 사용하여 설명한다.
- [0122] 한 쌍의 전극(양극(101), 음극(102)) 사이에 발광 영역을 포함한 EL층(103)이 끼워지고, 음극(102)과 EL층(103) 사이에는 음극(102) 측에서 제 1 층(106), 제 2 층(105), 및 제 3 층(104)이 순차적으로 적층된다. 또한, 양극(101), 음극(102), EL층(103), 제 2 층(105), 및 제 3 층(104)에는 실시형태 1 내지 실시형태 3에서 설명한 것과 마찬가지로의 재료를 사용할 수 있다.
- [0123] 제 1 층(106)은 정공 수송성 물질과 엑셉터성 물질을 포함한 영역이다. 제 1 층(106)에서는 정공 수송성 물질로부터 엑셉터성 물질이 전자를 뽑아냄으로써 정공 및 전자가 발생한다.
- [0124] 도 5a에 도시한 제 1 층(106)은 하나의 막 중에 정공 수송성 물질과 엑셉터성 물질을 함유시킨 구조를 갖는다. 이 경우에는, 정공 수송성 물질에 대하여 질량비율이 0.1 이상 4.0 이하의 비율로 엑셉터성 물질을 첨가함으로써 제 1 층(106)에 있어서의 캐리어의 발생이 용이하게 되기 때문에 바람직하다.
- [0125] 한편, 도 5b에 도시한 제 1 층(106)은, 정공 수송성 물질을 포함하는 층(106a)과 엑셉터성 물질을 포함하는 층(106b)이 적층된 구조를 갖는다. 제 1 층(106)에 있어서 형성되는 전하 이동 착체는 가시 영역에 흡수를 갖는다. 정공 수송성 물질을 포함하는 층(106a)과 엑셉터성 재료를 포함하는 층(106b)이 적층된 경우에는, 상기 전하 이동 착체는 제 1 층(106) 전체가 아니라 층(106a)과 층(106b)의 계면에만 형성된다. 전하 이동 착체가 계면에만 형성되므로, EL층(103)으로부터의 발광이 상기 전하 이동 착체에 흡수되기 어려워 바람직하다.
- [0126] 제 1 층(106)의 형성에 사용하는 정공 수송성 물질, 엑셉터성 물질로서는 실시형태 1에 기재한 것을 사용할 수 있다.
- [0127] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 실시형태 1 내지 실시형태 3에 제시한 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0128] 예를 들어, 실시형태 1에 나타난 바와 같이, 제 2 층(105)에서는 프탈로시아닌계 재료에 대하여 질량 비율이 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질이 첨가되어도 좋다. 도너성 물질은 실시형태 1에 나타난 것을 사용한다.
- [0129] (실시형태 5)
- [0130] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 설명한 발광 소자의 일례로서, EL층(103)의 일부에 양극(101)과 접하여 전하 발생 영역이 형성되는 경우의 구성에 대하여 도 6a 및 도 6b를 사용하여 설명한다. 발광 소자는, EL층(103)의 일부이며 양극(101)과 접하여 형성되는 전하 발생 영역이 되는 제 5 층(108)과 실시형태 1에서 설명한 전하 발생 영역이 되는 제 1 층(116)을 갖는다.
- [0131] 발광 소자는, 한 쌍의 전극(양극(101)과 음극(102)) 사이에 발광 영역을 포함한 EL층(103)이 끼워지고, EL층(103)의 일부에 양극(101)과 접하여 전하 발생 영역이 되는 제 5 층(108)을 갖는다. 발광 소자는, 음극(102)과 EL층(103) 사이에는 음극(102) 측으로부터 제 1 층(116), 제 2 층(105) 및 제 3 층(104)이 순차적으로 적층된다. 양극(101), 음극(102), EL층(103), 제 3 층(104), 제 2 층(105) 및 제 1 층(116)에는 실시형태 1 내지 실

시형태 4에서 설명한 것과 마찬가지로의 재료를 사용할 수 있다.

- [0132] 도 6a 및 도 6b에 도시한 발광 소자에 있어서, 제 5 층(108)은 제 1 층(116)과 마찬가지로, 정공 수송성 물질과 엑셉터성 물질을 포함한 영역이다. 따라서, 제 5 층(108)에서는 정공 수송성 물질로부터 엑셉터성 물질이 전자를 뽑음으로써 정공 및 전자가 발생한다. 정공은 EL층(103)에 주입되고, 전자는 양극(101)으로 이동한다.
- [0133] 도 6a에 도시하는 제 5 층(108)은 하나의 막 중에 정공 수송성 물질과 엑셉터성 물질을 함유시킨 구조를 갖는다. 이 경우에는, 정공 수송성 물질에 대하여 질량 비율이 0.1 이상 4.0 이하의 비율로 엑셉터성 물질을 첨가함으로써 제 5 층(108)에 있어서의 캐리어의 발생이 용이하게 되기 때문에 바람직하다. 또한, 도 6a에 있어서 제 5 층(108)과 제 1 층(116)을 동일한 재료로 형성함으로써 발광 소자의 양극(101) 측과 음극(102) 측의 응력이 균일하게 되므로 바람직하다.
- [0134] 한편, 도 6b에 도시한 제 5 층(108)은 정공 수송성이 높은 물질을 포함한 층(108a)과 엑셉터성 물질을 포함한 층(108b)이 적층된 구조를 갖는다. 제 5 층(108)에 있어서 형성되는 전하 이동 착체는, 가시 영역에 흡수를 갖는다. 정공 수송성 물질을 포함하는 층(108a)과 엑셉터성 물질을 포함하는 층(108b)이 적층된 경우에는, 상기 전하 이동 착체는 제 5 층(108) 전체가 아니라 층(108a)과 층(108b)의 계면에만 형성된다. 전하 이동 착체가 계면에만 형성되므로, EL층(103)으로부터의 발광이 상기 전하 이동 착체에 흡수되기 어려워 바람직하다. 또한, 도 6b에 도시하는 바와 같이, 제 1 층(116)도 정공 수송성 물질을 포함하는 층(116a)과 엑셉터성 물질을 포함하는 층(116b)이 적층된 구조로 하여도 좋다.
- [0135] 또한, 제 5 층(108)에 사용하는 정공 수송성 물질로서는 실시형태 1에 있어서 제 1 층(106)에 사용하는 정공 수송성으로서 든 물질을 사용할 수 있다. 또한, 제 5 층(108)에 사용하는 엑셉터성 물질로서는 실시형태 1에 있어서 제 1 층(106)에 사용하는 엑셉터성 물질로서 든 물질을 사용할 수 있다.
- [0136] 또한, 본 실시형태 5에 제시하는 구성은 실시형태 1 내지 실시형태 4에 나타난 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0137] 예를 들어, 실시형태 1에 나타난 바와 같이, 제 2 층(105)에서는 프탈로시아닌계 재료에 대하여 질량 비율이 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질이 첨가되어도 좋다. 도너성 물질은 실시형태 1에 나타난 것을 사용한다.
- [0138] (실시형태 6)
- [0139] 본 실시형태에서는 실시형태 1 내지 실시형태 5에서 설명한 발광 소자를 사용하여 제작되는 발광 장치의 일례로서, 패시브 매트릭스형의 발광 장치 및 액티브 매트릭스형의 발광 장치에 대하여 설명한다.
- [0140] 도 7a 내지 도 7d 및 도 8에 패시브 매트릭스형 발광 장치의 예를 나타낸다.
- [0141] 패시브 매트릭스형(단순 매트릭스형이라고도 함) 발광 장치는, 스트라이프 형(띠형)으로 병렬된 복수의 양극과, 스트라이프형으로 병렬된 복수의 음극이 서로 직교하도록 설치되어 있고, 그 교차부에 발광층이 끼워진 구조로 되어 있다. 따라서, 선택된(전압이 인가된) 양극과 선택된 음극의 교점에 상응하는 화소가 점등한다.
- [0142] 도 7a 내지 도 7c는 밀봉되기 전의 화소부의 상면도를 도시한 도면이고, 도 7a 내지 도 7c 중의 섹션 A-A'로 절단한 단면도가 도 7d이다.
- [0143] 기판(601) 위에는, 하지 절연층으로서 절연층(602)을 형성한다. 또한, 하지 절연층이 필요하지 않으면 특별히 형성하지 않아도 좋다. 절연층(602) 위에는, 스트라이프 형상으로 복수의 제 1 전극(603)이 동일한 간격으로 배치된다(도 7a 참조).
- [0144] 또한, 제 1 전극(603) 위에는 각 화소에 대응하는 개구부를 갖는 격벽(604)이 형성되고, 개구부를 갖는 격벽(604)은 절연 재료(예를 들어, 감광성 유기 재료 또는 비감광성 유기 재료(폴리이미드, 아크릴, 폴리아미드, 폴리이미드아미드, 레지스트, 또는 벤조시클로부텐), 또는 Spin-on-Glass(SOG)막(예를 들어, 알킬기를 포함한 SiO₂막))으로 구성된다. 또한, 각 화소에 대응하는 개구부(605)가 발광 영역이 된다(도 7b 참조).
- [0145] 개구부를 갖는 격벽(604) 위에 제 1 전극(603)과 교차되는 서로 평행한 복수의 역 테이퍼 형상의 격벽(inversely tapered partition walls)(606)이 형성된다(도 7c 참조). 역 테이퍼 형상의 격벽(606)은 포토리소그래피법에 따라, 미노광 부분을 패턴으로 하는 포지티브형 감광성 수지를 사용하여, 패턴의 아래 부분이 더 많이 에칭되도록 노광량 또는 현상 시간을 조절함으로써 형성한다.

- [0146] 도 7c에 도시한 바와 같이 역 테이퍼 형상의 격벽(606)을 형성한 후, 도 7d에 도시한 바와 같이 유기 화합물을 포함한 층(607) 및 제 2 전극(608)을 순차적으로 형성한다. 또한, 본 실시형태에서 나타내는 유기 화합물을 포함하는 층(607)은 실시형태 1 내지 실시형태 5에 있어서 양극과 음극 사이에 형성되는 층으로서 나타낸, 적어도 EL층, 제 1 층, 제 2 층 및 제 3 층을 포함한다. 개구부를 갖는 격벽(604) 및 테이퍼 형상의 격벽(606)을 합친 막 두께(높이)는 유기 화합물을 포함한 층(607) 및 제 2 전극(608)의 막 두께보다 두꺼워지도록 설정되기 때문에, 도 7d에 도시한 바와 같이 복수의 영역으로 분리된 유기 화합물을 함유한 층(607)과, 제 2 전극(608)이 형성된다. 또한, 복수로 분리된 영역은, 각각 전기적으로 독립되어 있다.
- [0147] 제 2 전극(608)은 제 1 전극(603)과 교차하는 방향으로 연장되고 서로 평행한 스트라이프 형상의 전극이다. 또한, 역 테이퍼 형상의 격벽(606) 위에도 유기 화합물을 포함한 층(607) 및 제 2 전극(608)을 형성하는 도전층의 일부가 형성되지만, 유기 화합물을 포함한 층(607) 및 제 2 전극(608)과는 분단되어 있다.
- [0148] 본 실시형태에 있어서의 제 1 전극(603) 및 제 2 전극(608)은 한 쪽이 양극이고, 다른 쪽이 음극이면 어느 쪽이라도 좋다. 또한, 유기 화합물을 포함한 층(607)을 구성하는 적층 구조에 대해서는 실시형태 1 내지 실시형태 5에서 나타낸 구성이 되도록 전극의 극성에 따라 적절히 조정하면 좋다.
- [0149] 필요하면, 기관(601)에 밀봉통이나 유리 기관 등의 밀봉재를 썰재 등의 접착제로 접합하여 밀봉하고, 발광 소자가 밀폐된 공간에 배치되도록 하여도 좋다. 이에 따라, 발광 소자의 열화를 방지할 수 있다. 또한, 밀폐된 공간에는, 충전재나, 건조된 불활성 가스를 충전하여도 좋다. 또한, 수분 등으로 인한 발광 소자의 열화를 방지하기 위하여, 기관과 밀봉재의 사이에 건조제 등을 봉입하여도 좋다. 건조제에 의하여 미량의 수분이 제거되어, 충분히 건조된다. 건조제로서는, 산화 칼슘이나 산화 바륨 등의 알칼리 토금속의 산화물과 같은 화학 흡착에 의하여 수분을 흡수하는 물질을 사용할 수 있다. 그 외의 건조제로서, 제올라이트나 실리카겔 등의 물리흡착에 의하여 수분을 흡착하는 물질을 사용하여도 좋다.
- [0150] 다음에, 도 7a 내지 도 7d에 도시한 패시브 매트릭스형의 발광 장치에 FPC 등을 실장한 경우의 상면도를 도 8에 도시한다.
- [0151] 도 8에 있어서, 화상 표시를 구성하는 화소부는 주사선 군과 데이터선 군이 서로 직교하도록 교차하고 있다.
- [0152] 여기서, 도 7a 내지 도 7d에 있어서의 제 1 전극(603)이 도 8의 주사선(703)에 상당하고, 도 7a 내지 도 7d에 있어서의 제 2 전극(608)이 도 8의 데이터선(708)에 상당하고, 역 테이퍼 형상의 격벽(606)이 도 8의 격벽(706)에 상당한다. 데이터선(708)과 주사선(703) 사이에는 도 7a 내지 도 7d의 유기 화합물을 포함한 층(607)이 끼워지고, 영역(705)으로 도시된 교차부가 화소 1개분이 된다.
- [0153] 또한, 주사선(703)은 단부에서 접속 배선(709)과 전기적으로 접속되고, 접속 배선(709)이 입력 단자(710)를 통하여 FPC(711b)에 접속된다. 또한 데이터선(708)은 입력 단자(712)를 통하여 FPC(711a)에 접속된다.
- [0154] 또한, 필요하면, 발광층으로부터 사출된 광 사출 면에 편광판, 또는 원형 편광판(타원형 편광판을 포함함), 위상차판(1/4 파장판, 1/2 파장판), 컬러 필터 등의 광학 필름을 적절히 형성하여도 좋다. 또한, 편광판 또는 원형 편광판에 반사 방지막을 형성하여도 좋다. 예를 들어, 표면에 요철에 의하여 반사광을 확산되고, 글래어(glare)를 저감할 수 있는 안티글래어 처리를 실시할 수 있다.
- [0155] 또한, 도 8에서는, 구동 회로를 기관 위에 형성하지 않은 예를 제시했지만, 기관 위에 구동 회로를 갖는 IC칩을 실장시켜도 좋다.
- [0156] 또한, IC칩을 실장시키는 경우에는, 화소부의 주변(외측)의 영역에, 화소부에 각 신호를 전송하는 구동 회로가 형성된 데이터선 측 IC, 주사선 측 IC를 COG 방식에 의하여 각각 실장한다. COG 방식 이외의 실장 기술로서, TCP나 와이어 본딩(wire bonding) 방식을 사용하여 실장하여도 좋다. TCP는 TAB 테이프에 IC를 실장한 것이며, TAB 테이프를 소자 형성 기관 위의 배선에 접속하여 IC를 실장한다. 데이터선 측 IC, 및 주사선 측 IC는 실리콘 기관을 사용한 것이어도 좋고, 유리 기관, 석영 기관 또는 플라스틱 기관 위에 TFT로 구동 회로를 형성한 것이어도 좋다.
- [0157] 다음에, 액티브 매트릭스형 발광 장치의 예에 대하여, 도 9a 및 9b를 사용하여 설명한다. 또한, 도 9a는 발광 장치를 도시하는 상면도이며, 도 9b는 도 9a를 섹션 A-A'로 절단한 단면도다. 본 실시형태에 따른 액티브 매트릭스형 발광 장치는, 소자 기관(801) 위에 형성된 화소부(802)와, 구동 회로부(소스 선 구동 회로)(803)와, 구동 회로부(게이트 선 구동 회로)(804)를 갖는다. 화소부(802), 구동 회로부(803) 및 구동 회로부(804)는, 썰재(805)에 의하여, 소자 기관(801)과 밀봉 기관(806)의 사이에 밀봉된다.

- [0158] 또한, 소자 기관(801) 위에는 구동 회로부(803), 및 구동 회로부(804)에 외부로부터의 신호(예를 들어, 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 또는 리셋 신호 등)나 전위를 전달하는 외부 입력 단자를 접속하기 위한 리드(lead) 배선(807)이 형성된다. 여기서는, 외부 입력 단자로서 FPC(플렉시블 프린트 서킷)(808)를 형성하는 예를 제시한다. 또한, 여기서는 FPC만이 도시되어 있지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 장착되어 있어도 좋다. 본 명세서에 있어서의 발광 장치에는 발광 장치 본체뿐만 아니라 FPC 또는 PWB가 여기에 부착되는 상태도 포함한다.
- [0159] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 9b를 사용하여 설명한다. 소자 기관(801) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되지만, 여기서는, 소스 선 구동 회로인 구동 회로부(803)와, 화소부(802)가 도시된다.
- [0160] 구동 회로부(803)는 n채널형 TFT(809)와 p채널형 TFT(810)를 조합한 CMOS 회로가 형성되는 예를 도시한다. 또한, 구동 회로부를 형성하는 회로는, 여러 가지 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는, 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그 필요는 없고, 기관 위가 아닌 외부에 구동 회로를 형성할 수도 있다.
- [0161] 또한, 화소부(802)는 스위칭용 TFT(811)와, 전류 제어용 TFT(812)와 전류 제어용 TFT(812)의 배선(소스 전극 또는 드레인 전극)에 전기적으로 접속된 양극(813)을 포함하는 복수의 화소에 의하여 형성된다. 또한, 양극(813)의 단부를 덮어서 절연물(814)이 형성된다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용함으로써 형성한다.
- [0162] 또한, 상층에 적층 형성되는 막의 피복성을 양호한 것으로 하기 위하여, 절연물(814)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 절연물(814)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴 수지를 사용한 경우, 절연물(814)의 상단부에 곡률반경(0.2 μ m 내지 3 μ m)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(814)로서 감광성의 광에 의하여 에chant(etchant)에 불용해성을 갖는 네거티브형, 또한 광에 의하여 에chant에 용해성을 갖는 포지티브형의 어느 쪽이나 사용할 수 있고, 유기 화합물에 한정되지 않고, 무기 화합물, 예를 들어, 산화 실리콘, 산질화 실리콘 등의, 양자를 사용할 수 있다.
- [0163] 양극(813) 위에는 유기 화합물을 포함한 층(815) 및 음극(816)이 적층 형성된다. 또한, 양극(813)을 ITO막으로 하고, 양극(813)과 접속하는 전류 제어용 TFT(812)의 배선으로서 질화 티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층막, 또는 질화 티타늄막, 알루미늄을 주성분으로 하는 막, 질화 티타늄막과의 적층막을 적용하면, 배선으로서의 저항도 낮고, ITO막과의 양호한 옴믹 콘택트를 실현할 수 있다. 또한, 여기서는 도시하지 않지만, 음극(816)은 외부 입력 단자인 FPC(808)에 전기적으로 접속된다.
- [0164] 또한, 본 실시형태에서 나타내는 유기 화합물을 포함한 층(815)은, 실시형태 1 내지 실시형태 5에 있어서 양극과 음극 사이에 형성되는 층으로서 나타난 적어도 EL층, 제 1 층, 제 2 층, 제 3 층을 포함한다. EL층은 적어도 발광층이 형성되고, 발광층 외에 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 또는 전자 주입층을 적절히 형성하는 구성으로 한다. 양극(813), 유기 화합물을 함유한 층(815), 및 음극(816)의 적층 구조로 발광 소자(817)가 형성된다.
- [0165] 또한, 도 9b에 도시한 단면도에서는 발광 소자(817)를 1개만 도시하였지만, 화소부(802)에 있어서, 복수의 발광 소자가 매트릭스 형상으로 배치된다. 또한, R(적색), G(녹색), B(청색)의 각 색 요소로 이루어진 컬러 표시를 행하는 경우에는, 화소부(802)에는 3종류(R, G, B)의 발광을 얻을 수 있는 각각 복수의 발광 소자가 형성된다. 또한, 색 요소는 3색으로 한정되지 않고, 4색 이상을 사용하여도 좋고, RGB 외의 색을 사용하여도 좋다. 예를 들어, 백색을 더하여 RGBW(W는 백색)로 할 수도 있다.
- [0166] 색 요소가 상이한 발광 소자의 제작 방법으로서, 각각 EL층마다 나누어 도포하는 방법, 모든 EL층을 백색 발광을 얻을 수 있도록 형성하여 컬러 필터와 조합함으로써 상이한 색 요소의 발광 소자를 얻는 방법, 모든 EL층을 청색 발광 또는 청색 발광보다 단파장의 발광을 얻을 수 있도록 형성하여 색 변환층과 조합함으로써 상이한 색 요소의 발광 소자를 얻는 방법 등을 사용할 수 있다.
- [0167] 또한, 절재(805)로 밀봉 기관(806)을 소자 기관(801)과 접촉함으로써, 소자 기관(801), 밀봉기관(806), 및 절재(805)로 둘러싸인 공간(818)에 발광 소자(817)가 구비된 구조로 된다. 또한, 공간(818)에는, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전된 경우 이외에, 절재(805)로 충전되는 구성도 포함하는 것으로 한다.
- [0168] 또한, 절재(805)에는 에폭시 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들의 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한 밀봉 기관(806)에 사용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기

관 이외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플로라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.

[0169] 이상과 같이 하여, 액티브 매트릭스형의 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0170] 또한, 본 실시형태 6에 나타내는 구성은 실시형태 1 내지 실시형태 5에 나타내는 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0171] (실시형태 7)

[0172] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태를 적용하여 제작한 발광 장치를 사용하여 완성시킨 각종 전자 기기 및 조명 장치에 대하여 도 10a 내지 도 11을 사용하여 설명한다.

[0173] 본 발명의 일 형태에 따른 발광 장치를 적용한 전자 기기로서, 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라 등의 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파친코기(pachinko machines) 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기 및 조명 장치의 구체적인 예를 도 10a 내지 도 10e에 도시한다.

[0174] 도 10a는 텔레비전 장치의 일례를 도시한다. 텔레비전 장치(9100)는 케이스(9101)에 표시부(9103)가 조합된다. 표시부(9103)에 의하여 영상을 표시할 수 있고, 본 발명의 일 형태에 의하여 형성된 발광 장치를 표시부(9103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기서는, 스탠드(9105)에 의하여 케이스(9101)를 지지한 구성을 도시한다.

[0175] 텔레비전 장치(9100)의 조작은 케이스(9101)가 구비하는 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤러(9110)에 의하여 행할 수 있다. 리모트 컨트롤러(9110)가 구비한 조작 키(9109)에 의하여, 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(9103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(9110)에 상기 리모트 컨트롤러(9110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(9107)를 형성하는 구성으로 하여도 좋다.

[0176] 또한, 텔레비전 장치(9100)는 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 또 모뎀을 통하여 유선 또는 무선에 의한 통신 네트워크에 접속함으로써, 일 방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간, 또는 수신자끼리 등)의 정보 통신을 할 수도 있다.

[0177] 또한, 본 발명의 일 형태를 적용하여 형성되는 발광 장치는 소비 전력이 저감되기 때문에, 텔레비전 장치의 표시부(9103)에 사용함으로써, 장수명의 텔레비전 장치를 제공할 수 있다.

[0178] 도 10b는 컴퓨터이며, 본체(9201), 케이스(9202), 표시부(9203), 키보드(9204), 외부 접속 포트(9205), 포인팅 디바이스(9206) 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터는, 본 발명의 일 형태에 의하여 형성되는 발광 장치를 그 표시부(9203)에 사용함으로써 제작된다.

[0179] 또한, 본 발명의 일 형태를 적용하여 형성된 발광 장치는 소비 전력이 저감되기 때문에, 컴퓨터의 표시부(9203)에 사용함으로써, 장수명의 컴퓨터를 제공할 수 있다.

[0180] 도 10c는 휴대형 게임기이며, 케이스(9301)와 케이스(9302)의 2개의 케이스로 구성되고, 연결부(9303)에 의하여 개폐할 수 있게 연결된다. 케이스(9301)에는 표시부(9304)가 조합되어, 케이스(9302)에는 표시부(9305)가 조합된다. 또한, 도 10c에 도시하는 휴대형 게임기는 그 외에 스피커부(9306), 기록 매체 삽입부(9307), LED 램프(9308), 입력 수단(조작 키(9309), 접속 단자(9310), 센서(9311: 힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 빛, 액(液), 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도, 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경도, 진동, 냄새 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함한 것), 마이크론(9312)) 등을 구비한다. 물론, 휴대형 게임기의 구성은 상술한 구성에 한정되지 않고, 적어도 표시부(9304) 및 표시부(9305)의 양쪽 모두 또는 한쪽에 본 발명의 일 형태에 의하여 형성된 발광 장치를 사용하면 좋고, 그 외의 부속 설비가 적절히 형성된 구성으로 할 수 있다. 도 10c에 도시한 휴대형 게임기는 기록 매체에 기록되는 프로그램 또는 데이터를 판독하여 표시부에 표시하는 기능이나, 다른 휴대형 게임기와 무선 통신을 행하여 정보를 공유하는 기능을 갖는다. 또한, 도 10c에 도시하는 휴대형 게임기가 갖는 기능은 이것에 한정되지 않고, 다양한 기능을 가질 수 있다.

[0181] 또한, 본 발명의 일 형태를 적용하여 형성되는 발광 장치는 소비 전력이 저감되기 때문에, 휴대형 게임기의 표시부(9304, 9305)에 사용함으로써, 장수명의 휴대형 게임기를 제공할 수 있다.

[0182] 도 10d는, 휴대 전화기의 일례를 도시한다. 휴대 전화기(9400)는 케이스(9401)에 조합된 표시부(9402) 외에, 조작 버튼(9403), 외부 접속 포트(9404), 스피커(9405), 마이크론(9406) 등을 구비한다. 또한, 휴대 전화기

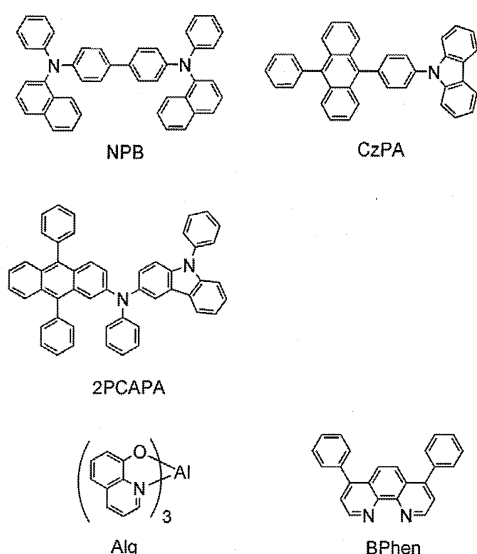
(9400)는 본 발명의 일 형태에 의하여 형성되는 발광 장치를 그 표시부(9402)에 사용함으로써 제작된다.

- [0183] 도 10d에 도시한 휴대 전화기(9400)는 표시부(9402)를 손가락 등으로 터치(touch)함으로써 정보를 입력할 수 있다. 또한, 전화를 걸거나, 또는 문자 메시지를 작성하는 조작 등은 표시부(9402)를 손가락 등으로 접촉함으로써 행할 수 있다.
- [0184] 표시부(9402)의 화면에는 주로 3가지 모드가 있다. 제 1 모드는 화상의 표시가 주된 표시 모드이며, 제 2 모드는 문자 등의 정보의 입력이 주된 입력 모드이다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합된 표시+입력 모드이다.
- [0185] 예를 들어, 전화를 거는 경우, 또는 문자 메시지를 작성하는 경우에는 표시부(9402)를 문자의 입력이 주된 문자 입력 모드로 하고, 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 행하면 좋다. 이 경우에는, 표시부(9402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0186] 또한, 휴대 전화기(9400) 내부에 자이로스코프(gyroscope), 가속도 센서 등의 기울기를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 설치함으로써, 휴대 전화기(9400)의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여, 표시부(9402)의 화면 표시를 자동적으로 전환하도록 할 수 있다.
- [0187] 또한, 화면 모드의 전환은 표시부(9402)를 터치함으로써, 또는 케이스(9401)의 조작 버튼(9403)을 조작함으로써 행해진다. 또한, 표시부(9402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시하는 화상 신호가 동영상 데이터이면 표시 모드, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환한다.
- [0188] 또한, 입력 모드에 있어서, 표시부(9402)의 광 센서로 검출된 신호를 검지하고, 표시부(9402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.
- [0189] 표시부(9402)는 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(9402)에 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문(掌紋)이나 지문 등을 촬상함으로써 본인 인증을 행할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광을 발광하는 백 라이트 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0190] 또한, 본 발명의 일 형태를 적용하여 형성되는 발광 장치는 소비 전력이 저감되기 때문에 휴대 전화기(9400)의 표시부(9402)에 사용함으로써 장수명의 휴대 전화기를 제공할 수 있다.
- [0191] 도 10e는 조명 장치(탁상 조명 장치)이고, 조명부(9501), 갓(傘)(9502), 가변 암(9503), 지주(9504), 대(台)(9505), 전원 스위치(9506)를 포함한다. 또한, 조명 장치는 본 발명의 일 형태에 의하여 형성되는 발광 장치를 조명부(9501)에 사용함으로써 제작된다. 또한, 조명 장치에는 도 10e에 도시한 탁상 조명 장치 외, 천정 고정형의 조명 장치(천정 고정형 조명 장치) 또는 벽 걸이형의 조명 장치(벽 걸이형 조명 장치)등도 포함된다.
- [0192] 또한, 본 발명의 일 형태를 적용하여 형성되는 발광 장치는 소비 전력이 저감되기 때문에, 조명 장치(탁상 조명 장치)의 조명부(9501)에 사용함으로써 장수명의 조명 장치(탁상 조명 장치)를 제공할 수 있다.
- [0193] 도 11은 본 발명의 일 형태를 적용하여 형성된 발광 장치를 실내의 조명 장치로서 사용한 예이다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는 대면적화도 가능하기 때문에, 천정 고정형 조명 장치(1001)에 도시한 바와 같이 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 그 외, 벽 걸이형 조명 장치(1002)로서 사용할 수도 있다. 또한, 본 발명의 일 형태를 적용하여 형성된 발광 장치는 구동 전압이 낮은 발광 소자를 갖기 때문에, 저소비 전력의 조명 장치로서 사용할 수 있게 된다. 또한, 도 11에 도시하는 바와 같이, 실내의 조명 장치를 구비한 방에서 도 10e에서 설명한 탁상 조명 장치(1003)를 병용하여도 좋다.
- [0194] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 적용하여 전자 기기나 조명 장치를 얻을 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치의 적용 범위는 지극히 넓어, 모든 분야의 전자 기기에 적용할 수 있다.
- [0195] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은 실시형태 1 내지 실시형태 6에 나타내는 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0196] [실시예 1]
- [0197] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태인 발광 소자에 대하여 설명한다. 본 실시예에서는 발광 소자 A-F 및 비교 발광 소자 a를 제작하고, 발광 소자 A-F 및 비교 발광 소자 a의 전압-휘도 특성, 및 전압-전류 밀도 특성을 비교한다. 발광 소자 A-F에서는, 비교 발광 소자 a보다 구동 전압을 낮게 할 수 있다는 것이 제시되고, 발광 소

자 A-F에 형성된 제 2 층이 현저한 효과를 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0198] 발광 소자 A에서는 제 2 층에 CuPc를 사용하고, 발광 소자 B에서는 제 2 층에 CoPc를 사용하고, 발광 소자 C에서는 제 2 층에 FePc를 사용하고, 발광 소자 D에서는 제 2 층에 ZnPc를 사용하고, 발광 소자 E에서는 제 2 층에 SnPc를 사용하고, 발광 소자 F에서는 제 2 층에 H₂Pc를 사용하고, 비교 발광 소자 a에서는 제 2 층을 형성하지 않았다.

[0199] 발광 소자 A-F 및 비교 발광 소자 a에서는, 양극에 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 사용하고, 음극에 알루미늄을 사용하고, 제 1 층에 NPB와 산화 몰리브덴을 사용하고, 제 3 층에 산화 리튬(Li₂O)을 사용하였다. EL층에는, 제 5 층에 NPB와 산화 몰리브덴을 사용하고, 정공 수송층에 NPB를 사용하고, 발광층에 CzPA와 2PCAPA를 사용하고, 제 4 층에 Alq와 BPhen을 사용하였다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다.



[0200]

[0201] (발광 소자 A-F 및 비교 발광 소자 a의 제작)

[0202] 우선, 유리 기판 위에 막 두께 110nm의 실리콘 또는 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 스퍼터링법으로 형성하여, 양극을 형성하였다(전극 면적 2mm×2mm).

[0203] 다음에, 양극이 형성된 면이 하방이 되도록, 양극이 형성된 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 성막실에 형성된 기판 홀더에 고정하고, 10⁻⁴Pa 정도까지 감압한 후, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 엑셉터성 물질인 산화 몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 5 층을 형성하였다. 그 막 두께는 50nm로 하고, NPB와 산화 몰리브덴(VI)과의 비율은 질량 비율로 4: 1(=NPB: 산화 몰리브덴)이 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0204] 다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, NPB를 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여, 정공 수송층을 형성하였다.

[0205] 다음에, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA)과 N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA)을 CzPA: 2PCAPA=1: 0.05가 되도록 공증착하여 발광층을 형성하였다. CzPA는 전자 수송성을 갖는 물질이며, 2PCAPA는 녹색 발광을 나타내는 물질이다. 막 두께는 30nm로 하였다.

[0206] 그 후, 저항 가열에 의한 증착법에 의하여, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq)을 10nm의 막 두께가 되도록 형성하고, 계속해서, 마찬가지로 저항 가열에 의한 증착법에 의하여 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여 제 4 층을 형성하였다.

- [0207] 다음에, 저항 가열에 의한 증착법에 의하여 산화 리튬(Li_2O)을 0.1nm 정도의 막 두께가 되도록 형성하여, 제 3층을 형성하였다.
- [0208] 이어서, 저항 가열에 의한 증착법에 의하여 CuPc, CoPc, FePc, ZnPc, SnPc 및 H_2Pc 중, 어느 것을 3nm 정도의 막 두께가 되도록 형성하여, 제 2층을 형성하였다. 발광 소자 A에서는 CuPc를 형성하고, 발광 소자 B에서는 CoPc를 형성하고, 발광 소자 C에서는 FePc를 형성하고, 발광 소자 D에서는 ZnPc를 형성하고, 발광 소자 E에서는 SnPc를 형성하고, 발광 소자 F에서는 H_2Pc 를 형성하였다. 비교 발광 소자 a에는 제 2층을 형성하지 않았다.
- [0209] 다음에, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 역셉터성 물질인 산화 몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 1층을 형성하였다. 그 막 두께는 20nm로 하고, NPB와 산화 몰리브덴(VI)과의 비율은 질량 비율로 4:1(NPB: 산화 몰리브덴)이 되도록 조절하였다.
- [0210] 다음에, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 형성하여 음극을 형성함으로써 발광 소자 A-F 및 비교 발광 소자 a를 제작하였다.
- [0211] 이하의 표 1에 발광 소자 A-F, 비교 발광 소자 a의 소자 구조의 일부를 나타낸다. 발광 소자 A-F는 실시형태 1, 2, 4 및 5에 나타난 발광 소자에 해당한다. 또한, 어느 소자나 양극, 제 5층, 정공 수송층, 발광층, 제 4층의 구성은 동일하므로 제 5층, 정공 수송층, 발광층, 및 제 4층은 생략한다.

표 1

	양극	*	제 3층	제 2층	제 1층	음극
발광 소자 A	NITO (110nm)	**	Li_2O (0.1nm)	CuPc(3nm)	NPB:MoO _x (4:1, 20nm)	Al (200nm)
발광 소자 B				CoPc(3nm)		
발광 소자 C				FePc(3nm)		
발광 소자 D				ZnPc(3nm)		
발광 소자 E				SnPc(3nm)		
발광 소자 F				H_2Pc (3nm)		
비교 발광 소자 a				-		

* 제 5층, 정공 수송층, 발광층, 제 4층에 대해서는 생략

** 재료 및 막 두께의 기재에 대해서는 생략

- [0212]
- [0213] 상술한 바와 같이 얻어진 발광 소자 A-F 및 비교 발광 소자 a를 질소 분위기의 글로브 박스 내에 넣어 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하였다. 그 후, 이들의 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 측정은 실온(25℃로 유지시킨 분위기)에서 행하였다. 또한, 어느 발광 소자에 있어서나 파장 520nm 부근에 발광 물질인 2PCAPA로부터의 녹색 발광이 얻어진다.
- [0214] 발광 소자 A-F 및 비교 발광 소자 a의 전압-휘도 특성을 도 12에 도시하고, 전압-전류 밀도 특성을 도 13에 도시한다. 또한, 1000cd/m^2 부근에 있어서의 각 소자의 주된 초기 특성 값을 이하의 표 2에 정리하였다.

표 2

	전압(V)	색도(x,y)	전류 효율(cd/A)	외부양자효율(%)
발광 소자 A	3.9	(0.29, 0.61)	11	3.2
발광 소자 B	3.9	(0.30, 0.61)	12	3.5
발광 소자 C	3.8	(0.30, 0.61)	14	4.1
발광 소자 D	3.6	(0.28, 0.61)	14	4.0
발광 소자 E	3.9	(0.28, 0.59)	10	3.1
발광 소자 F	4.0	(0.29, 0.60)	11	3.4
비교 발광 소자 a	4.5	(0.30, 0.60)	12	3.6

[0215]

[0216]

도 12를 보면, 발광 소자 A-F는 비교 발광 소자 a와 비교하여 제 2 층의 존재에 의하여, 동일한 전압에 대하여 높은 휘도가 얻어지는 것을 알 수 있다.

[0217]

도 13에 도시하는 전압-전류 밀도 특성에 대해서도 발광 소자 A-F는 비교 발광 소자 a와 비교하여 동일한 전압에 대하여 높은 전류 밀도가 얻어진다.

[0218]

표 2에 나타내는 1000cd/m^2 부근에 있어서 발광 소자 A-F의 구동 전압(A: 3.9V, B: 3.9V, C: 3.8V, D: 3.6V, E: 3.9V, F: 4.0V)은 비교 발광 소자 a(4.5V)와 비교하여 낮다. 발광 소자 A-F의 색도는, 비교 발광 소자 a와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 A-F의 전류 효율은, 비교 발광 소자 a와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 A-F의 외부 양자 효율은 비교 발광 소자 a와 비교하여 같은 정도이다.

[0219]

상술한 결과로부터 제 2 층에 의하여 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0220]

[실시예 2]

[0221]

본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태인 발광 소자에 대하여 설명한다. 본 실시예에서는, 발광 소자 G 및 비교 발광 소자 b를 제작하고, 발광 소자 G 및 비교 발광 소자 b의 전압-휘도 특성 및 전압-전류 밀도 특성을 비교한다. 발광 소자 G에서는, 비교 발광 소자 b보다 구동 전압을 낮게 할 수 있다는 것이 제시되어 발광 소자 G에 형성된 제 2 층이 현저한 효과를 나타내는 것을 알 수 있다.

[0222]

발광 소자 G에서는, 제 2 층에 CuPc를 사용하고, 비교 발광 소자 b에서는 제 2 층을 형성하지 않았다.

[0223]

발광 소자 G 및 비교 발광 소자 b에서는, 양극에 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 사용하고, 음극에 알루미늄을 사용하고, 제 1 층에 NPB와 산화 폴리브덴을 사용하고, 제 3 층에 BPhen과 Ca를 사용하였다. EL층에는, 제 5 층에 NPB와 산화 폴리브덴을 사용하고, 정공 수송층에 NPB를 사용하고, 발광층에 CzPA와 2PCAPA를 사용하고, 제 4 층에 BPhen을 사용하였다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식에 대해서는, 실시예 1에 나타냈기 때문에 생략한다.

[0224]

(발광 소자 G 및 비교 발광 소자 b의 제작)

[0225]

우선, 유리 기판 위에 막 두께 110nm의 실리콘 또는 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 스퍼터링법으로 형성하여 양극을 형성하였다(전극 면적 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$).

[0226]

다음에, 양극이 형성된 면이 하방이 되도록, 양극이 형성된 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 성막실에 형성된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4}Pa 정도까지 감압한 후, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 엑셉터성 물질인 산화 폴리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 5 층을 형성하였다. 그 막 두께는 50nm로 하고, NPB와 산화 폴리브덴(VI)과의 비율은 질량 비율로 4: 1(=NPB: 산화 폴리브덴)이 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0227]

다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, NPB를 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여, 정공 수송층을 형성하였다.

- [0228] 다음에, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA)과 N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA)을 CzPA: 2PCAPA=1: 0.05가 되도록 공증착하여 발광층을 형성하였다. CzPA는 전자 수송성을 갖는 물질이며, 2PCAPA는 녹색 발광을 나타내는 물질이다. 막 두께는 30nm로 하였다.
- [0229] 다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여 제 4 층을 형성하였다.
- [0230] 다음에, BPhen과 Ca를 공증착함으로써, 제 3 층을 형성하였다. 그 막 두께는 10nm로 하고, BPhen과 Ca의 비율은, 질량 비율로 1:0.1(=BPhen: Ca)이 되도록 조절하였다.
- [0231] 이어서, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, CuPc를 2nm 정도의 막 두께가 되도록 형성하여, 제 2 층을 형성하였다. 발광 소자 G에서는 CuPc를 형성하고, 비교 발광 소자 b에는 제 2 층을 형성하지 않았다.
- [0232] 다음에, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 역셉터성 물질인 산화 몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 1 층을 형성하였다. 그 막 두께는 20nm로 하고, NPB와 산화 몰리브덴(VI)과의 비율은 질량 비율로 4: 1(=NPB: 산화 몰리브덴)이 되도록 조절하였다.
- [0233] 다음에, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 형성하여 음극을 형성함으로써 발광 소자 G 및 비교 발광 소자 b를 제작하였다.
- [0234] 이하의 표 3에 발광 소자 G, 비교 발광 소자 b의 소자 구조의 일부를 나타낸다. 발광 소자 G는 실시형태 1, 2, 4 및 5에 나타난 발광 소자에 해당한다. 또한, 어느 소자나 양극, 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 제 4 층의 구성은 동일하므로 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 및 제 4 층은 생략한다.

표 3

	양극	*	제 3 층	제 2 층	제 1 층	음극
발광 소자 G	NITO (110nm)	**	BPhen:Ca (1:0.1, 10nm)	CuPc (2nm)	NPB:MoO _x (4:1, 20nm)	Al (200nm)
비교 발광 소자 b				-		

* 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 제 4 층에 대해서는 생략

** 재료 및 막 두께의 기재에 대해서는 생략

- [0235]
- [0236] 상술한 바와 같이 얻어진 발광 소자 G 및 비교 발광 소자 b를 질소 분위기의 글로브 박스 내에 넣어 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하였다. 그 후, 이들의 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 측정은 실온(25℃로 유지시킨 분위기)에서 행하였다. 또한, 어느 발광 소자에 있어서나 파장 520nm 부근에 발광 물질인 2PCAPA로부터의 녹색 발광이 얻어진다.
- [0237] 발광 소자 G 및 비교 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도 14에 도시하고, 전압-전류 밀도 특성을 도 15에 도시한다. 또한, 1000cd/m² 부근에 있어서의 각 소자의 주된 초기 특성 값을 이하의 표 4에 정리하였다.

표 4

	전압(V)	색도(x,y)	전류효율(cd/A)	외부양자 효율(%)
발광 소자 G	3.0	(0.29,0.62)	14	4.1
비교 발광 소자 b	3.2	(0.29,0.62)	15	4.4

- [0238]
- [0239] 도 14를 보면, 발광 소자 G는 비교 발광 소자 b와 비교하여 제 2 층의 존재에 의하여, 동일한 전압에 대하여 높은 휘도가 얻어지는 것을 알 수 있다.
- [0240] 도 15에 도시하는 전압-전류 밀도 특성에 대해서도 발광 소자 G는 비교 발광 소자 b와 비교하여 동일한 전압에 대하여 높은 전류 밀도가 얻어진다.
- [0241] 표 4에 나타내는 1000cd/m² 부근에 있어서 발광 소자 G의 구동 전압(3.0V)은 비교 발광 소자 b(3.2V)와 비교하

여 낮다. 발광 소자 G의 색도는, 비교 발광 소자 b와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 G의 전류 효율은, 비교 발광 소자 b와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 G의 외부 양자 효율은 비교 발광 소자 b와 비교하여 같은 정도이다.

[0242] 상술한 결과로부터 제 2 층에 의하여 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0243] [실시예 3]

[0244] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태인 발광 소자에 대하여 설명한다. 본 실시예에서는, 발광 소자 H 및 비교 발광 소자 c를 제작하고, 발광 소자 H 및 비교 발광 소자 c의 전압-전류 밀도 특성을 비교한다. 발광 소자 H에서는, 비교 발광 소자 c보다 구동 전압을 낮게 할 수 있다는 것이 제시되어 발광 소자 H에 형성된 제 2 층이 현저한 효과를 나타내는 것을 알 수 있다.

[0245] 발광 소자 H에서는, 제 2 층에 CuPc를 사용하고, 비교 발광 소자 c에서는 제 2 층을 형성하지 않았다.

[0246] 발광 소자 H 및 비교 발광 소자 c에서는, 음극에 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 사용하고, 양극에 알루미늄을 사용하고, 제 1 층에 NPB와 산화 폴리브덴을 사용하고, 제 3 층에 BPhen과 Li를 사용하였다. EL층에는, 제 5 층에 NPB와 산화 폴리브덴을 사용하고, 정공 수송층에 NPB를 사용하고, 발광층에 CzPA와 2PCAPA를 사용하고, 제 4 층에 Alq를 사용하였다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식에 대해서는, 실시예 1에 나타내기 때문에 생략한다.

[0247] (발광 소자 H 및 비교 발광 소자 c의 제작)

[0248] 우선, 유리 기판 위에 막 두께 110nm의 실리콘 또는 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 스퍼터링법으로 형성하여 음극을 형성하였다(전극 면적 2mm×2mm).

[0249] 다음에, 음극이 형성된 면이 하방이 되도록, 음극이 형성된 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 성막실에 형성된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 엑셉터성 물질인 산화 폴리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 1 층을 형성하였다. 그 막 두께는 60nm로 하고, NPB와 산화 폴리브덴(VI)과의 비율은 중량 비율로 4: 1(=NPB: 산화 폴리브덴)이 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0250] 이어서, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, CuPc를 2nm 정도의 막 두께가 되도록 형성하여, 제 2 층을 형성하였다. 발광 소자 H에서는 CuPc를 형성하였다. 비교 발광 소자 c에는 제 2 층을 형성하지 않았다.

[0251] 다음에, BPhen과 Li를 공증착함으로써, 제 3 층을 형성하였다. 그 막 두께는 10nm로 하고, BPhen과 Li의 비율은, 중량 비율로 1:0.02(=BPhen: Li)이 되도록 조절하였다.

[0252] 다음에, 저항 가열에 의한 증착법에 의하여, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq)을 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여, 제 4 층을 형성하였다.

[0253] 다음에, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA)과 N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA)을 CzPA: 2PCAPA=1: 0.05가 되도록 공증착하여 발광층을 형성하였다. CzPA는 전자 수송성을 갖는 물질이며, 2PCAPA는 녹색 발광을 나타내는 물질이다. 막 두께는 30nm로 하였다.

[0254] 다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, NPB를 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여 정공 수송층을 형성하였다.

[0255] 다음에, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 엑셉터성 물질인 산화 폴리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 5 층을 형성하였다. 그 막 두께는 30nm로 하고, NPB와 산화 폴리브덴(VI)과의 비율은 중량 비율로 4: 1(=NPB: 산화 폴리브덴)이 되도록 조절하였다.

[0256] 다음에, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 형성하여 양극을 형성함으로써 발광 소자 H 및 비교 발광 소자 c를 제작하였다.

[0257] 이하의 표 5에 발광 소자 H, 비교 발광 소자 c의 소자 구조의 일부를 나타낸다. 발광 소자 H는 실시형태 1, 2, 4 및 5에 나타낸 발광 소자에 해당한다. 또한, 어느 소자나 양극, 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 제 4 층의 구성은 동일하므로 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 및 제 4 층은 생략한다.

표 5

	음극	제 1 층	제 2 층	제 3 층	*	양극
발광 소자 H	NITO (110nm)	NPB:MoO _x (4:1, 60nm)	CuPc(2nm)	BPhen:Li (1:0.02, 10nm)	**	Al (200nm)
비교 발광 소자 c			-			

* 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 제 4 층에 대해서는 생략

** 재료 및 막 두께의 기재에 대해서는 생략

[0258]

[0259]

상술한 바와 같이 얻어진 발광 소자 H 및 비교 발광 소자 c를 질소 분위기의 글로브 박스 내에 넣어 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하였다. 그 후, 이들의 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 측정은 실온(25℃로 유지시킨 분위기)에서 행하였다. 또한, 어느 발광 소자에 있어서나 파장 520nm 부근에 발광 물질인 2PCAPA로부터의 녹색 발광이 얻어진다.

[0260]

발광 소자 H 및 비교 발광 소자 c의 전압-전류 밀도 특성을 도 16에 도시한다. 또한, 1000cd/m² 부근에 있어서의 각 소자의 주된 초기 특성 값을 이하의 표 6에 정리하였다.

표 6

	전압(V)	색도(x,y)	전류 효율(cd/A)	외부양자 효율(%)
발광 소자 H	4.4	(0.24,0.60)	15	4.8
비교 발광 소자 c	4.6	(0.24,0.61)	15	5.0

[0261]

[0262]

도 16을 보면, 발광 소자 H는 비교 발광 소자 c와 비교하여 제 2 층의 존재에 의하여, 동일한 전압에 대하여 높은 전류 밀도가 얻어진다.

[0263]

표 6에 나타내는 1000cd/m² 부근에 있어서 발광 소자 H의 구동 전압(4.4V)은 비교 발광 소자 c(4.6V)와 비교하여 낮다. 발광 소자 H의 색도는, 비교 발광 소자 c와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 H의 전류 효율은, 비교 발광 소자 c와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 H의 외부 양자 효율은 비교 발광 소자 c와 비교하여 같은 정도이다.

[0264]

상술한 결과로부터 제 2 층에 의하여 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0265]

[실시예 4]

[0266]

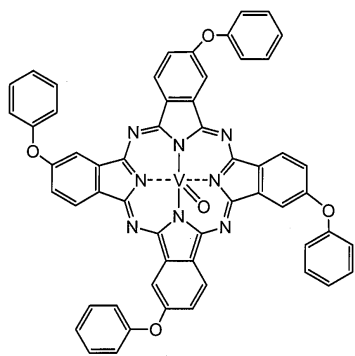
본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태인 발광 소자에 대하여 설명한다. 본 실시예에서는, 발광 소자 I 및 비교 발광 소자 d를 제작하고, 발광 소자 I 및 비교 발광 소자 d의 전압-휘도 특성 및 전압-전류 밀도 특성을 비교한다. 발광 소자 I에서는, 비교 발광 소자 d보다 구동 전압을 낮게 할 수 있다는 것이 제시되어 발광 소자 I에 형성된 제 2 층이 현저한 효과를 나타내는 것을 알 수 있다.

[0267]

발광 소자 I에서는, 제 2 층에 PhO-VOPc를 사용하고, 비교 발광 소자 d에서는 제 2 층을 형성하지 않았다.

[0268]

발광 소자 I 및 비교 발광 소자 d에서는, 양극에 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 사용하고, 음극에 알루미늄을 사용하고, 제 1 층에 NPB와 산화 물리브렌을 사용하고, 제 3 층에 산화 리튬(Li₂O)을 사용하였다. EL층에는, 제 5 층에 NPB와 산화 물리브렌을 사용하고, 정공 수송층에 NPB를 사용하고, 발광층에 CzPA와 2PCAPA를 사용하고, 제 4 층에 Alq와 BPhen을 사용하였다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다. 또한, 실시예 1에서 사용한 재료의 구조식은 생략한다.



PhO-VOPc

[0269]

[0270]

(발광 소자 I 및 비교 발광 소자 d의 제작)

[0271]

우선, 유리 기판 위에 막 두께 110nm의 실리콘 또는 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물을 스퍼터링법으로 형성하여 양극을 형성하였다(전극 면적 2mm×2mm).

[0272]

다음에, 양극이 형성된 면이 하방이 되도록, 양극이 형성된 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 성막실에 형성된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 엑셉터성 물질인 산화 몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 5 층을 형성하였다. 그 막 두께는 50nm로 하고, NPB와 산화 몰리브덴(VI)과의 비율은 질량 비율로 4: 1(=NPB: 산화 몰리브덴)이 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0273]

다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, NPB를 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여, 정공 수송층을 형성하였다.

[0274]

다음에, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA)과 N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA)을 CzPA: 2PCAPA=1: 0.05가 되도록 공증착하여 발광층을 형성하였다. CzPA는 전자 수송성을 갖는 물질이며, 2PCAPA는 녹색 발광을 나타내는 물질이다. 막 두께는 30nm로 하였다.

[0275]

다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq)을 10nm의 막 두께가 되도록 형성하고, 이어서 마찬가지로 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 10nm의 막 두께가 되도록 형성하여 제 4 층을 형성하였다.

[0276]

다음에, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, 산화 리튬(Li_2O)을 0.1nm 정도의 막 두께가 되도록 형성하여 제 3 층을 형성하였다.

[0277]

이어서, 저항 가열을 사용한 증착법에 의하여, PhO-VOPc를 3nm 정도의 막 두께가 되도록 형성하여, 제 2 층을 형성하였다. 발광 소자 I에서는 PhO-VOPc를 형성하고, 비교 발광 소자 d에는 제 2 층을 형성하지 않았다.

[0278]

다음에, 정공 수송성이 높은 물질인 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB)과 엑셉터성 물질인 산화 몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 제 1 층을 형성하였다. 그 막 두께는 20nm로 하고, NPB와 산화 몰리브덴(VI)과의 비율은 질량 비율로 4: 1(=NPB: 산화 몰리브덴)이 되도록 조절하였다.

[0279]

다음에, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 형성하여 음극을 형성함으로써 발광 소자 I 및 비교 발광 소자 d를 제작하였다.

[0280]

이하의 표 7에 발광 소자 I, 비교 발광 소자 d의 소자 구조의 일부를 나타낸다. 발광 소자 I는 실시형태 1, 2, 4 및 5에 나타난 발광 소자에 해당한다. 또한, 어느 소자나 양극, 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 제 4 층의 구성은 동일하므로 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 및 제 4 층은 생략한다.

표 7

	양극	*	제 3 층	제 2 층	제 1 층	음극
발광 소자 I	NITO (110nm)	**	Li ₂ O (0.1nm)	PhO-VOPc (3nm)	NPB:MoO _x (4:1, 20nm)	Al (200nm)
비교 발광 소자 d				-		

* 제 5 층, 정공 수송층, 발광층, 제 4 층에 대해서는 생략

** 재료 및 막 두께의 기재에 대해서는 생략

[0281]

[0282]

상술한 바와 같이 얻어진 발광 소자 I 및 비교 발광 소자 d를 질소 분위기의 글로브 박스 내에 넣어 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하였다. 그 후, 이들의 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 측정은 실온(25℃로 유지시킨 분위기)에서 행하였다. 또한, 어느 발광 소자에 있어서나 파장 520nm 부근에 발광 물질인 2PCAPA로부터의 녹색 발광이 얻어진다.

[0283]

발광 소자 I 및 비교 발광 소자 d의 전압-휘도 특성을 도 17에 도시하고, 전압-전류 밀도 특성을 도 18에 도시한다. 또한, 1000cd/m² 부근에 있어서의 각 소자의 주된 초기 특성 값을 이하의 표 8에 정리하였다.

표 8

	전압 (V)	색도(x,y)	전류 효율(cd/A)	외부양자 효율(%)
발광 소자 I	4.0	(0.28, 0.58)	10	3.3
비교발광 소자 d	4.6	(0.27, 0.58)	11	3.3

[0284]

[0285]

도 17을 보면, 발광 소자 I는 비교 발광 소자 d와 비교하여 제 2 층의 존재에 의하여, 동일한 전압에 대하여 높은 휘도가 얻어지는 것을 알 수 있다.

[0286]

도 18에 도시하는 전압-전류 밀도 특성에 대해서도 발광 소자 I는 비교 발광 소자 d와 비교하여 동일한 전압에 대하여 높은 전류 밀도가 얻어진다.

[0287]

표 8에 나타내는 1000cd/m² 부근에 있어서 발광 소자 I의 구동 전압(4.0V)은 비교 발광 소자 d(4.6V)와 비교하여 낮다. 발광 소자 I의 색도는, 비교 발광 소자 d와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 I의 전류 효율은, 비교 발광 소자 d와 비교하여 같은 정도이다. 발광 소자 I의 외부 양자 효율은 비교 발광 소자 d와 비교하여 같은 정도이다.

[0288]

상술한 결과로부터 제 2 층에 의하여 발광 소자의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있는 것을 알 수 있었다.

부호의 설명

[0289]

101: 양극

102: 음극

103: EL층

104: 제 3 층

105: 제 2 층

106: 제 1 층

106a: 정공 수송성 물질을 포함하는 층

106b: 엑셉터성 물질을 포함하는 층

- 107: 제 4 층
- 108: 제 5 층
- 108a: 정공 수송성 물질을 포함하는 층
- 108b: 엑셉터성 물질을 포함하는 층
- 111: 양극(101)의 페르미 준위
- 112: 음극(102)의 페르미 준위
- 113: EL층(103)의 LUMO 준위
- 114: 제 2 층(105)의 LUMO 준위
- 115: 제 1 층(106)에 있어서의 엑셉터성 물질의 엑셉터 준위
- 116: 제 1 층
- 116a: 정공 수송성 물질을 포함하는 층
- 116b: 엑셉터성 물질을 포함하는 층
- 120: 제 2 층(105)에 있어서의 도너성 물질의 도너 준위
- 601: 기관
- 602: 절연층
- 603: 제 1 전극
- 604: 격벽
- 605: 개구부
- 606: 역 테이퍼 형상의 격벽
- 607: 유기 화합물을 포함하는 층
- 608: 제 2 전극
- 703: 주사선
- 705: 영역
- 706: 격벽
- 708: 데이터선
- 709: 접속 배선
- 710: 입력 단자
- 711a: FPC
- 711b: FPC
- 712: 입력 단자
- 801: 소자 기관
- 802: 화소부
- 803: 구동 회로부(소스 측 구동 회로)
- 804: 구동 회로부(게이트 측 구동 회로)
- 805: 셀재
- 806: 밀봉 기관

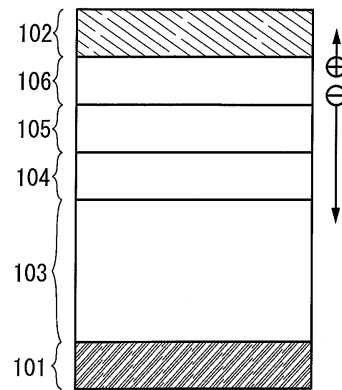
807: 리드 배선
 808: FPC(플렉시블 프린트 서킷)
 809: n채널형 TFT
 810: p채널형 TFT
 811: 스위칭용 TFT
 812: 전류 제어용 TFT
 813: 양극
 814: 절연물
 815: 유기 화합물을 포함하는 층
 816: 음극
 817: 발광 소자
 818: 공간
 9100: 텔레비전 장치
 9101: 케이스
 9103: 표시부
 9105: 스탠드
 9107: 표시부
 9109: 조작 키
 9110: 리모트 컨트롤러
 9201: 본체
 9202: 케이스
 9203: 표시부
 9204: 키보드
 9205: 외부 접속 포트
 9206: 포인팅 디바이스
 9301: 케이스
 9302: 케이스
 9303: 연결부
 9304: 표시부
 9305: 표시부
 9306: 스피커부
 9307: 기록 매체 삽입부
 9308: LED 램프
 9309: 조작 키
 9310: 접속 단자
 9311: 센서

9312: 마이크로폰
9400: 휴대 전화기
9401: 케이스
9402: 표시부
9403: 조작 버튼
9404: 외부 접속 포트
9405: 스피커
9406: 마이크로폰
9501: 조명부
9502: 갓(傘)
9503: 가변 압
9504: 지주
9505: 대(台)
9506: 전원 스위치
1001: 천정 고정형 조명 장치
1002: 벽 걸이형 조명 장치
1003: 탁상 조명 장치

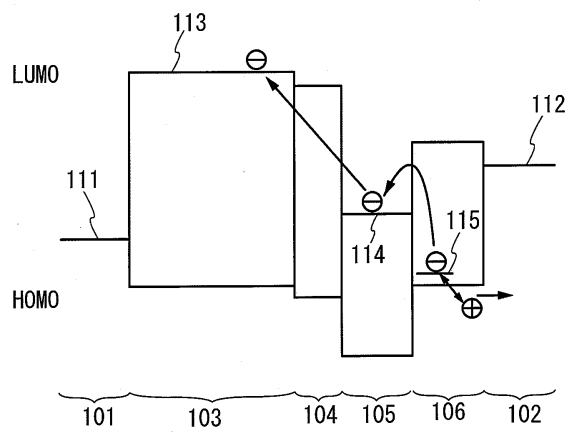
도면

도면1

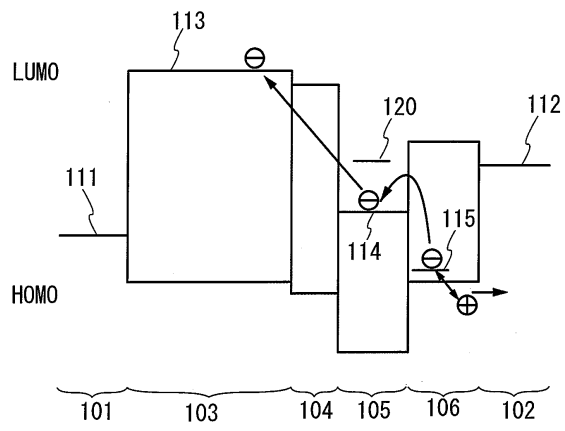
도 1a



도 1b

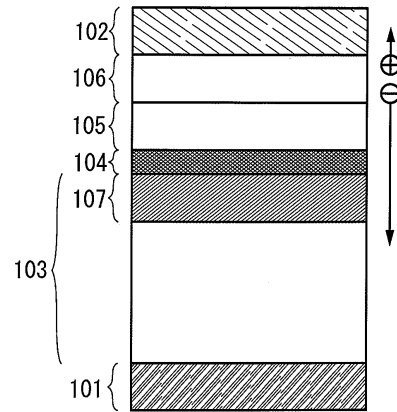


도면2

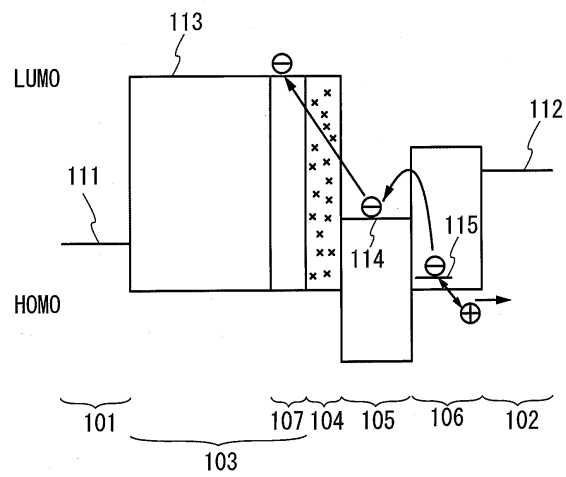


도면4

도 4a

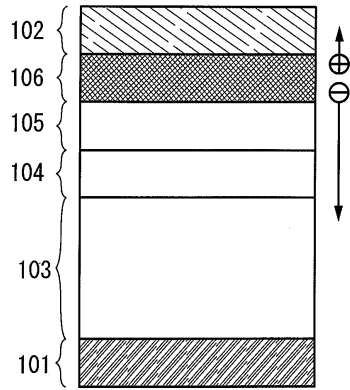


도 4b

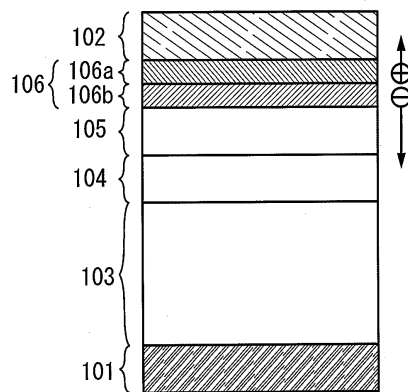


도면5

도 5a

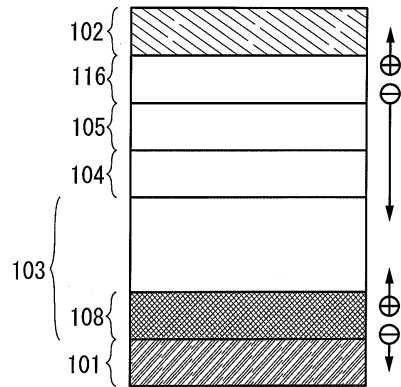


도 5b

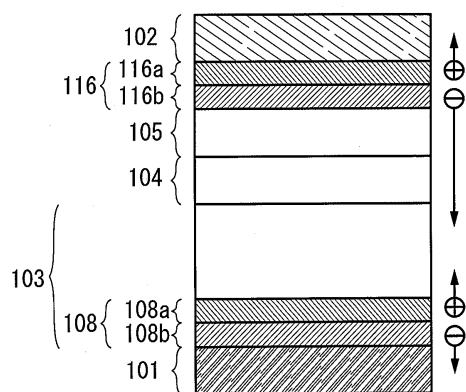


도면6

도 6a

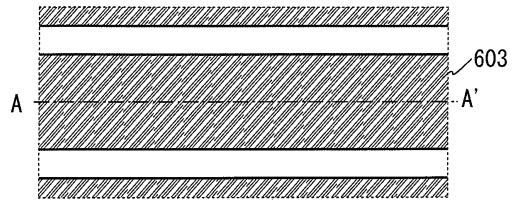


도 6b

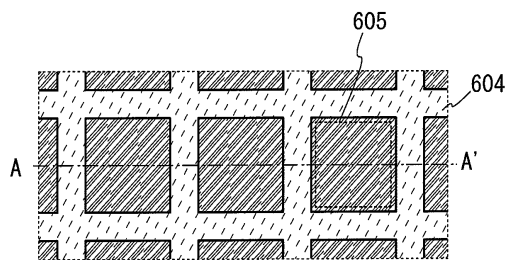


도면7

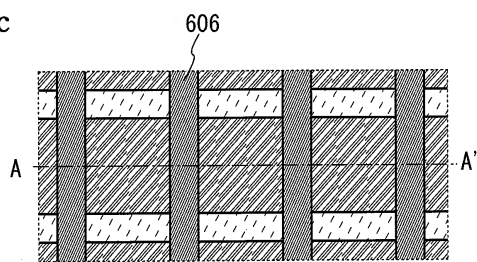
도 7a



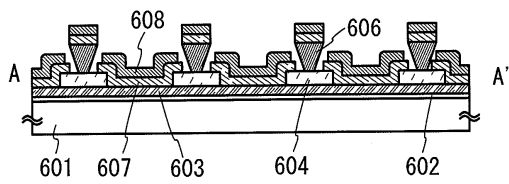
도 7b



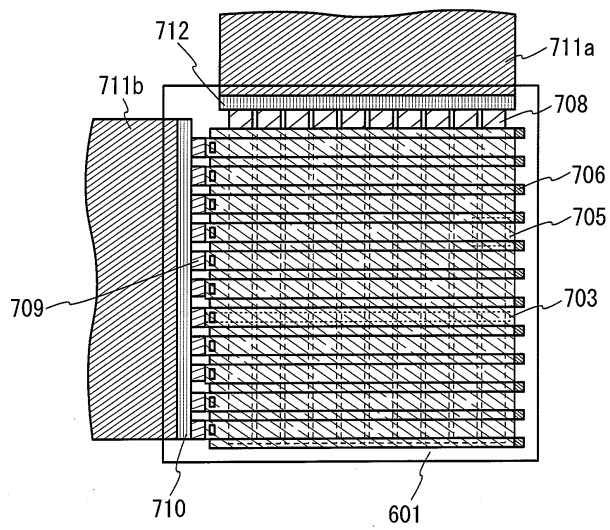
도 7c



도 7d

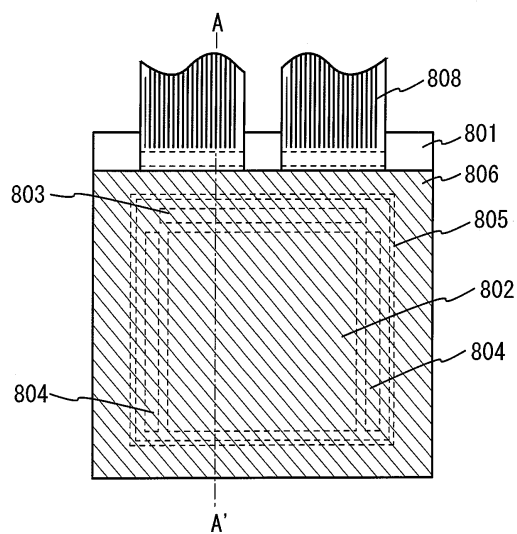


도면8

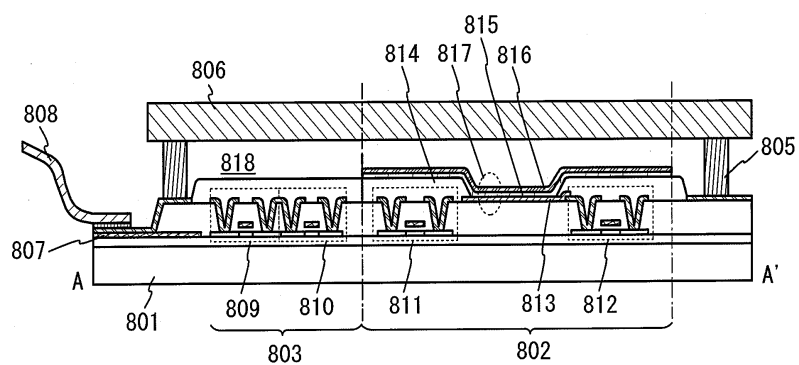


도면9

도 9a

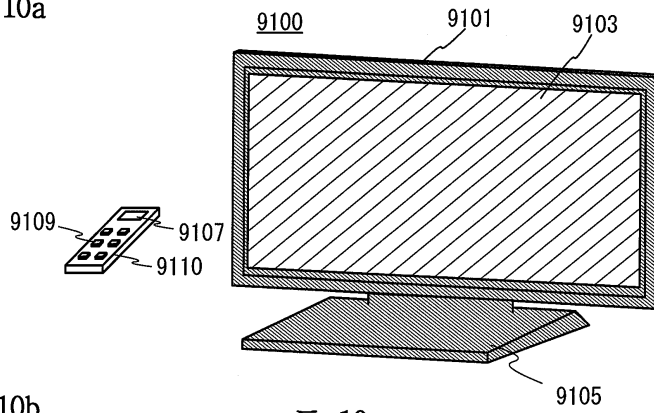


도 9b

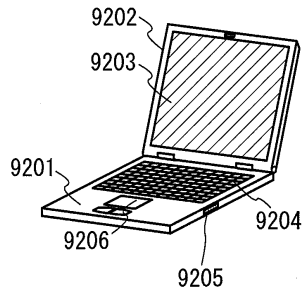


도면10

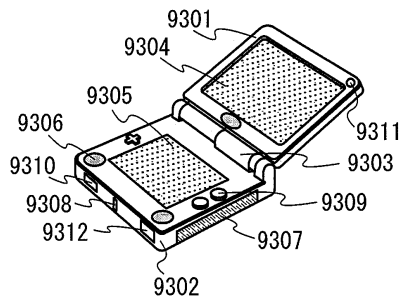
도 10a



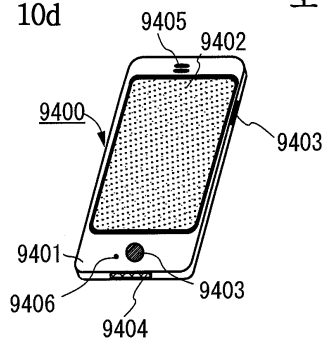
도 10b



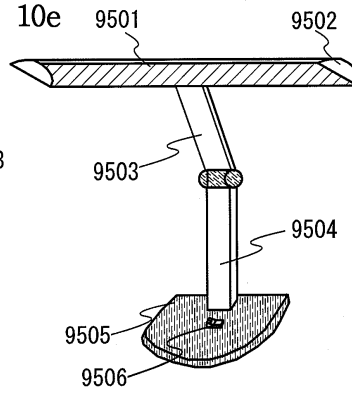
도 10c



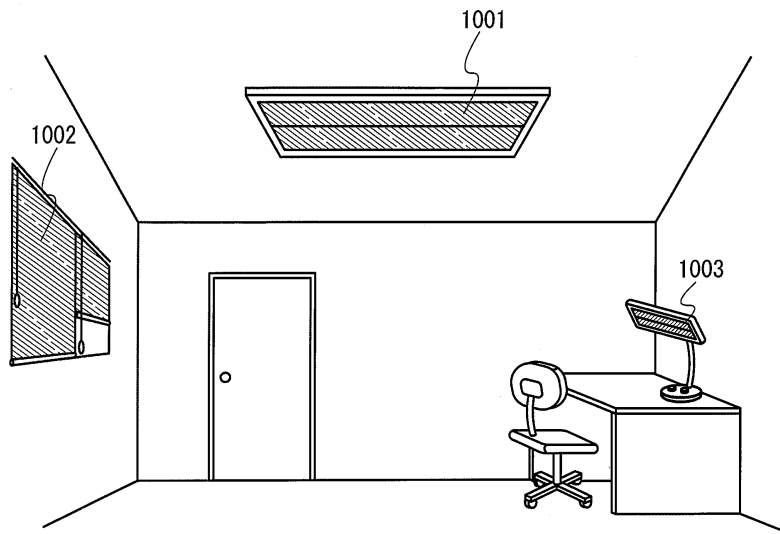
도 10d



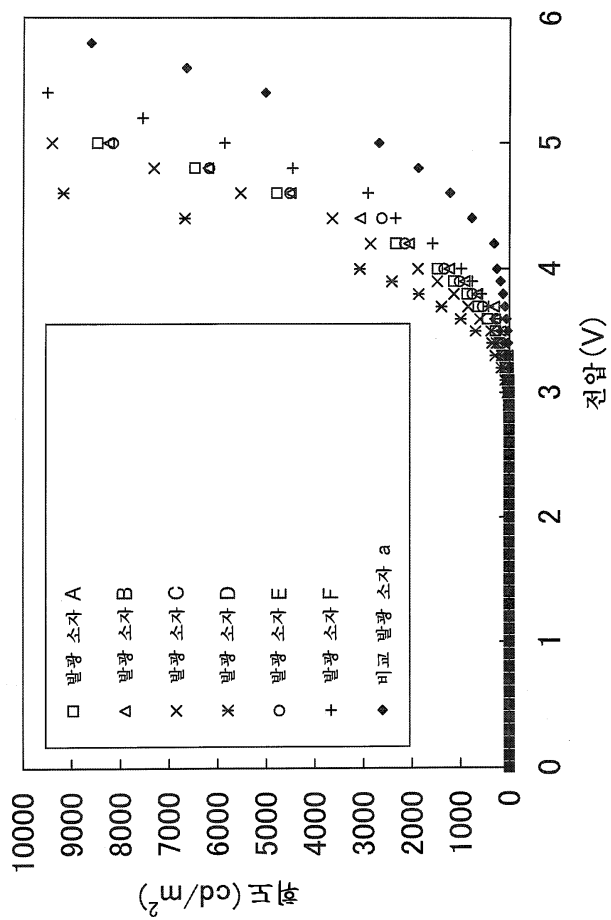
도 10e



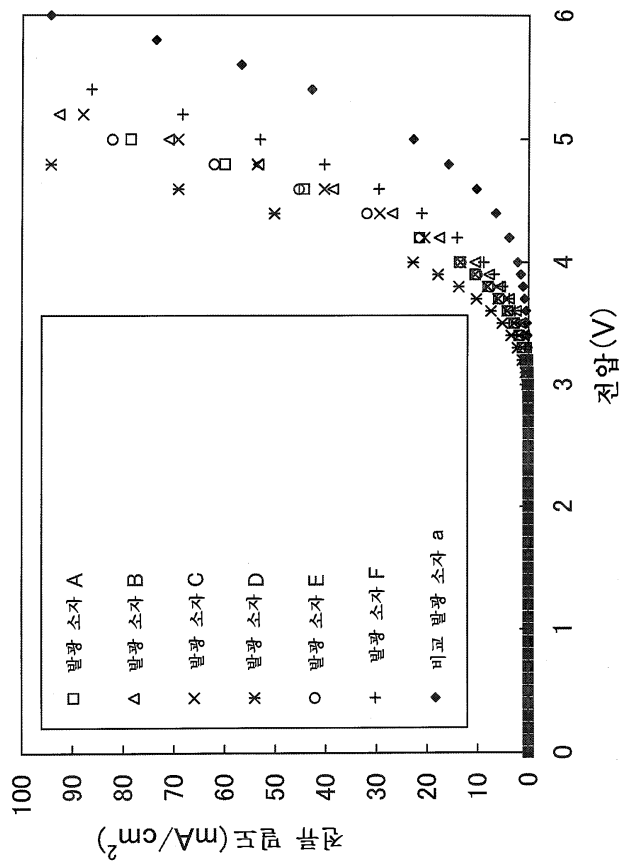
도면11



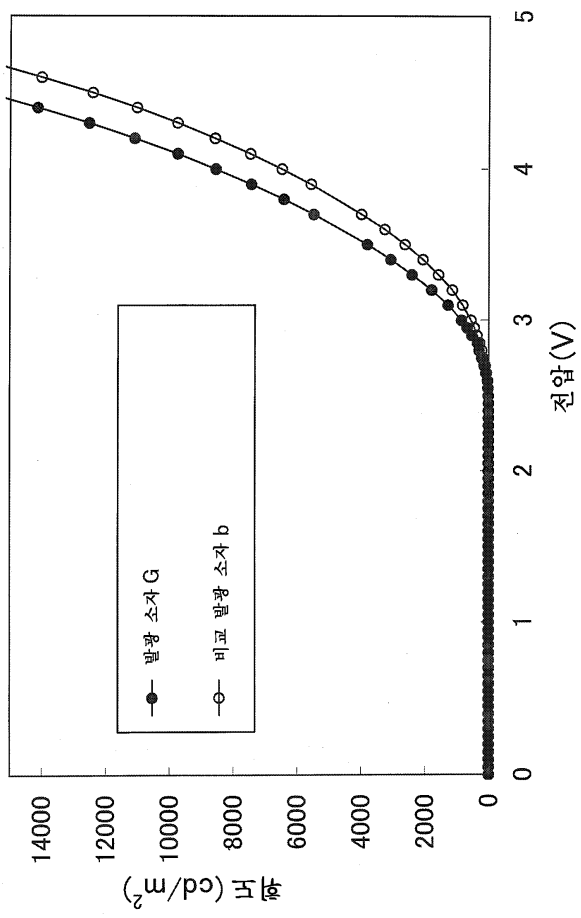
도면12



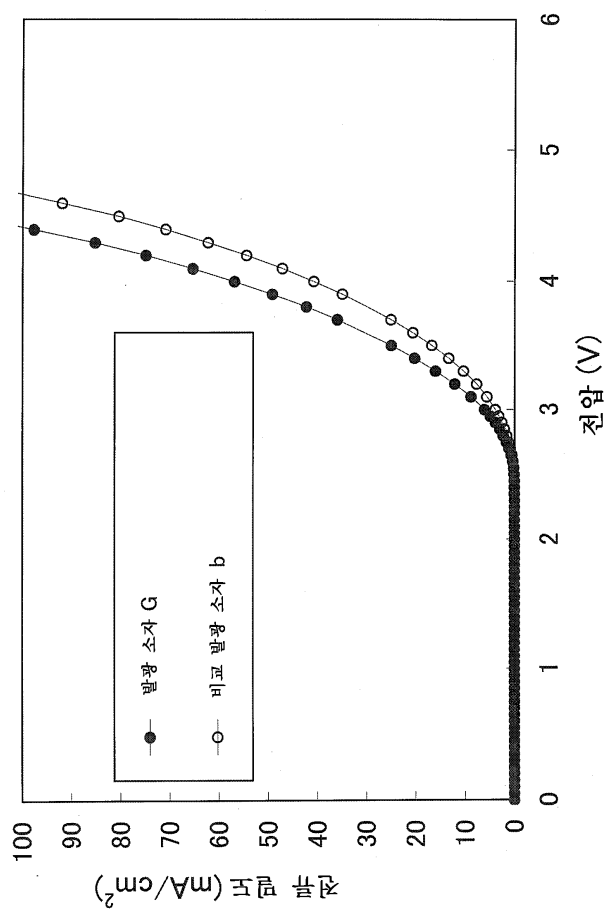
도면13



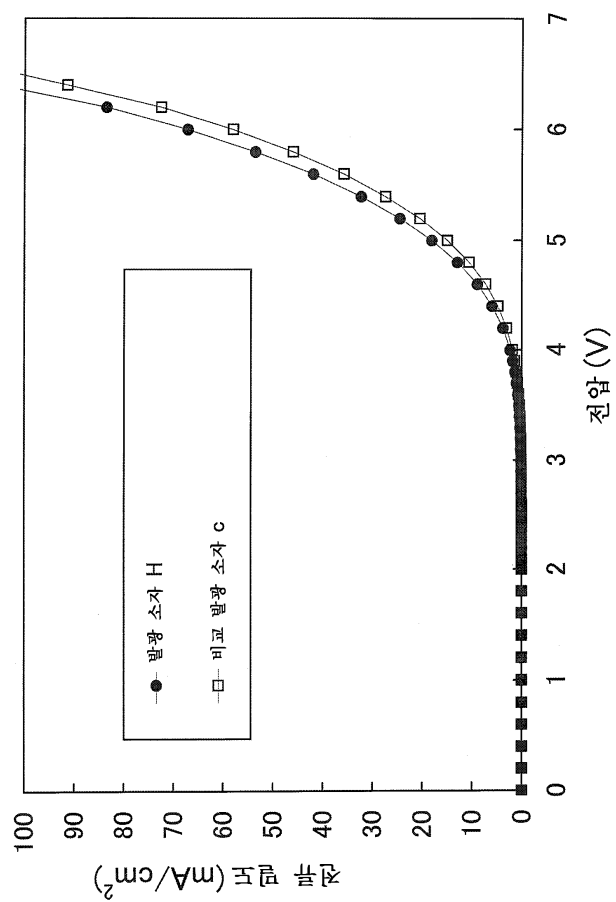
도면14



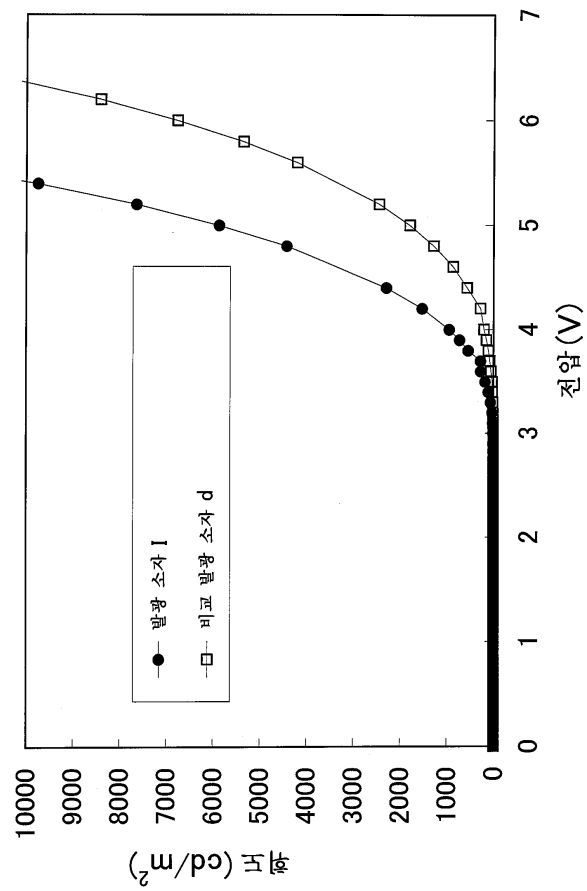
도면15



도면16



도면17



도면18

