



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월21일

(11) 등록번호 10-1452201

(24) 등록일자 2014년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05B 33/14 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0124963

(22) 출원일자 2007년12월04일

심사청구일자 2012년12월03일

(65) 공개번호 10-2008-0051095

(43) 공개일자 2008년06월10일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00327666 2006년12월04일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030080056 A

US20060040132 A1

(73) 특허권자

가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼

일본국 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398

(72) 발명자

세오, 사토시

일본, 243-0036, 가나가와-켄, 아쓰기-시, 하세, 398, 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

오사와, 노부하루

일본, 243-0036, 가나가와-켄, 아쓰기-시, 하세, 398, 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

(74) 대리인

장훈

전체 청구항 수 : 총 11 항

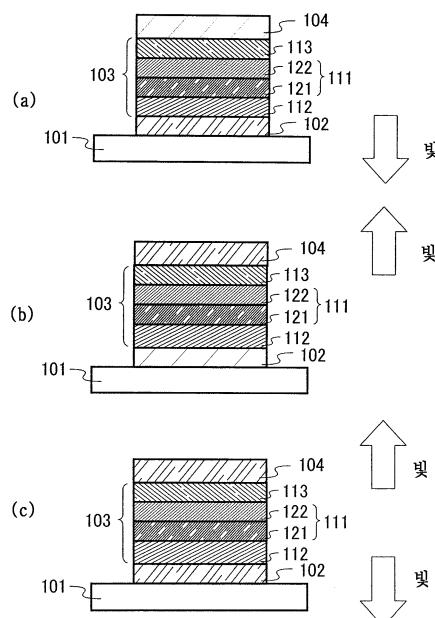
심사관 : 임민섭

(54) 발명의 명칭 발광소자, 발광장치 및 전자기기

**(57) 요 약**

본 발명은 수명이 긴 발광소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또한, 수면이 긴 발광장치 또는 전자기기를 제공하는 것을 과제로 한다.

제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 전자 수송층과 정공 수송층을 가지고, 전자 수송층과 정공 수송층의 사이에, 제 1 층과 제 2 층을 가지고, 제 1 층은, 제 1 유기 화합물과, 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 2 층은, 제 1 유기 화합물과, 전자 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측에 접하여 형성되고, 정공 수송성의 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물 중 적어도 어느 하나는 고분자 화합물이고, 제 1 전극이 제 2 전극보다 전위가 높게 되도록, 제 1 전극과 제 2 전극에 전압을 인가함으로써, 제 1 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있는 발광소자를 제공한다.

**대 표 도**

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

발광장치에 있어서:

양극과 음극 사이에 있는 발광층; 및

상기 발광층에 포함되는 제 1 층과 제 2 층을 포함하고,

상기 제 1 층은 제 1 유기 화합물과 정공 수송성을 갖는 유기 화합물을 포함하고,

상기 제 2 층은 제 2 유기 화합물과 전자 수송성을 갖는 유기 화합물을 포함하고,

상기 제 1 층은 상기 제 2 층과 접촉하여 형성되고, 상기 제 2 층과 상기 양극 사이에 위치하고,

상기 제 1 층에 포함되는 상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물의 고분자 화합물은 PVK, PVTPA, PTPDMA 및 Poly-TPD 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 2 층에 포함되는 상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물의 고분자 화합물은 PF-Py와 PF-BPy 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물은 동일한 화합물인, 발광장치.

### 청구항 2

발광장치에 있어서:

양극과 음극 사이에 있는 발광층; 및

상기 발광층에 포함되는 제 1 층과 제 2 층을 포함하고,

상기 제 1 층은 제 1 유기 화합물과 정공 수송성을 갖는 유기 화합물을 포함하고,

상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위; highest occupied molecular orbital level)는 -6.0eV 이상 -5.0eV 이하이고, 상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위; lowest unoccupied molecular orbital level)는 -3.0eV 이상 -2.0eV 이하이고,

상기 제 2 층은 제 2 유기 화합물과 전자 수송성을 갖는 유기 화합물을 포함하고,

상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)는 -6.0eV 이상 -5.0eV 이하이고, 상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)는 -3.0eV 이상 -2.0eV 이하이고,

상기 제 1 층은 상기 제 2 층과 접촉하여 형성되고, 상기 제 2 층과 상기 양극 사이에 위치하고,

상기 제 1 층에 포함되는 상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물의 고분자 화합물은 PVK, PVTPA, PTPDMA 및 Poly-TPD 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 2 층에 포함되는 상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물의 고분자 화합물은 PF-Py와 PF-BPy 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물은 동일한 화합물인, 발광장치.

### 청구항 3

발광장치에 있어서:

양극과 음극 사이에 있는 발광층; 및

상기 발광층에 포함되는 제 1 층과 제 2 층을 포함하고,

상기 제 1 층은 제 1 유기 화합물과 정공 수송성을 갖는 유기 화합물을 포함하고,

상기 제 2 층은 제 2 유기 화합물과 전자 수송성을 갖는 유기 화합물을 포함하고,

상기 제 1 층은 상기 제 2 층과 접촉하여 형성되고, 상기 제 2 층과 상기 양극 사이에 위치하고,

상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위와 상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물의 최고 점유분자궤도 준위 사이의 차이는 0.3eV 이하이고,

상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위와 상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위 사이의 차이는 0.3eV 이하이고,

상기 제 1 층에 포함되는 상기 정공 수송성을 갖는 유기 화합물의 고분자 화합물은 PVK, PVTPA, PTPDMA 및 Poly-TPD 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 2 층에 포함되는 상기 전자 수송성을 갖는 유기 화합물의 고분자 화합물은 PF-Py와 PF-BPy 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물은 동일한 화합물인, 발광장치.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 양극과 상기 제 1 층 사이에 정공 수송층과, 상기 음극과 상기 제 2 층 사이에 전자 수송층을 더 포함하는, 발광장치.

#### 청구항 5

발광장치에 있어서:

양극;

음극;

상기 양극과 상기 음극 사이에 적어도 제 1 발광 유닛과 제 2 발광 유닛; 및

상기 제 1 발광 유닛과 상기 제 2 발광 유닛 사이에 전하 발생층을 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 발광 유닛들 각각은,

제 1 유기 화합물과 정공 수송성을 갖는 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 1 층; 및

상기 제 1 층과 접촉하고, 제 3 유기 화합물과 전자 수송성을 갖는 제 4 유기 화합물을 포함하는 제 2 층을 포함하고,

상기 제 1 및 제 2 발광 유닛들 각각에서, 상기 제 1 층은 상기 양극과 상기 제 2 층 사이에 위치하고, 상기 제 2 층은 상기 음극과 상기 제 1 층 사이에 위치하고,

상기 제 1 및 제 2 발광 유닛들 각각에서의 상기 제 2 유기 화합물의 고분자 화합물은 PVK, PVTPA, PTPDMA 및 Poly-TPD 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 1 및 제 2 발광 유닛들 각각에서의 상기 제 4 유기 화합물의 고분자 화합물은 PF-Py와 PF-BPy 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물이고,

상기 제 1 유기 화합물은 상기 제 3 유기 화합물과 동일한, 발광장치.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 발광 유닛과 상기 제 2 발광 유닛 중 적어도 하나는 상기 양극과 상기 제 1 층 사이에 정공 수송층과, 상기 음극과 상기 제 2 층 사이에 전자 수송층을 더 포함하는, 발광장치.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물은 DMQd, DPQd, 쿠마린(coumarin)6, 쿠마린545T, DCM1, DCM2, DCJTB, DPT, YGAPA, YGABPA, PCAPA, DPABPA, YGA2S, YGAS, PCA2S, DPVBi, TBP, 페릴렌(perylene), 루브렌(rubrene), 및 1,3,6,8-테트라페닐피렌(tetraphenylpyrene) 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물인, 발광장치.

#### 청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 전하 발생층은 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는, 발광장치.

#### 청구항 11

제 1 항 내지 제 3 항 및 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광장치의 발광을 제어하는 제어기를 더 포함하는, 발광장치.

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 3 항 및 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광장치는 표시부인, 발광장치.

#### 청구항 13

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물은 DMQd, DPQd, 쿠마린6, 쿠마린545T, DCM1, DCM2, DCJTB, DPT, YGAPA, YGABPA, PCAPA, DPABPA, YGA2S, YGAS, PCA2S, DPVBi, TBP, 페릴렌, 루브렌, 1,3,6,8-테트라페닐피렌 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물인, 발광장치.

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

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

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 전류 여기(勵起)형의 발광소자에 관한 것이다. 또한, 발광소자를 가지는 발광장치, 전자기기에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 근년, 일렉트로루미네스نس(Electroluminescence)를 이용한 발광소자의 연구 개발이 활발히 행해지고 있다. 이 발광소자들의 기본적인 구성은, 한 쌍의 전극간에 발광성의 물질을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가함으로써, 발광성의 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이러한 발광소자는 자발광형이므로, 액정 디스플레이에 비하여, 화소의 시인성이 높고, 백 라이트가 불필요하다는 등의 이점이 있고, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다고 여겨지고 있다. 또한, 이러한 발광소자는, 박형 경량으로 제작할 수 있는 점도 큰 이점이다. 또한, 매우 응답 속도가 빠른 것도 특징의 하나다.

[0004] 또한, 이 발광소자들은 막 형상으로 형성할 수 있기 때문에, 대면적의 소자를 형성함으로써, 면 형상의 발광을 용이하게 얻을 수 있다. 이것은, 백열전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원에 있어서는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용가치도 높다.

[0005] 일렉트로루미네스نس를 이용한 발광소자는, 발광성의 물질이 유기 화합물인지, 무기 화합물인지에 따라 크게 나눌 수 있다.

- [0006] 발광성의 물질이 유기 화합물인 경우, 발광소자에 전압을 인가함으로써, 한 쌍의 전극으로부터 전자 및 정공이 각각 발광성의 유기 화합물을 포함하는 층에 주입되어, 전류가 흐른다. 그리고, 그 캐리어(전자 및 정공)들이 재결합함으로써, 발광성의 유기 화합물이 여기상태를 형성하고, 그 여기상태가 기저상태(基底狀態)로 되돌아올 때에 발광한다. 이러한 메커니즘으로부터, 이러한 발광소자는 전류 여기형의 발광소자라고 불린다.
- [0007] 또한, 유기 화합물이 형성하는 여기상태의 종류로서는, 일중항 여기상태와 삼중항 여기상태를 취할 수 있고, 일중항 여기상태로부터의 발광이 형광이라고 불리고, 삼중항 여기상태로부터의 발광이 인광이라고 불린다.
- [0008] 이러한 발광소자에 관해서는, 그 소자특성을 향상시키는 데에, 재료에 의존한 문제가 많고, 그 문제들을 극복하기 위하여 소자구조의 개량이나 재료개발 등이 행해지고 있다.
- [0009] 예를 들면, 특허문헌 1에서는, 전극간의 유기 기능층 전체에 게스트 물질 (guest substance) 을 분산시킴으로써, 전자 및 정공의 주입 재결합 발광 기회를 증가시킨 발광소자에 대하여 기재된다. 그러나, 특허문헌 1에 기재된 발광소자는, 수명에 대해서는 기재되지 않는다.
- [0010] 발광성의 유기 화합물을 사용한 발광소자는, 발광성의 무기 화합물을 사용한 발광소자에 비하여, 저전압에서 구동할 수 있지만, 소자의 수명이 짧다는 문제를 가지므로, 발광소자가 보다 장수명화되는 것이 기대되고 있다.
- [0011] [특허문헌 1] 특개평6-158038호 공보

### 발명의 내용

#### 해결 하고자하는 과제

- [0012] 상기 문제를 감안하여, 본 발명은 수명이 긴 발광소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또한, 수명이 긴 발광장치 및 전자기기를 제공하는 것을 과제로 한다.

#### 과제 해결수단

- [0013] 본 발명은 발광소자에 있어서의 발광층의 실질적인 발광영역을, 상기 발광층의 중앙 부근에 제어하는 것을 요지로 한다. 즉, 발광 영역을, 발광층과 정공 수송층의 계면이나 발광층과 전자 수송층의 계면이 아니라, 발광층의 중앙 부근이 되도록, 캐리어 수송 특성이 다른 층을 조합하여 발광층을 구성하는 것이다.
- [0014] 따라서, 본 발명의 일 형태는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 전자 수송층과 정공 수송층을 가지고, 전자 수송층과 정공 수송층 사이에, 제 1 층과 제 2 층을 가지고, 제 1 층은, 제 1 유기 화합물과, 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 2 층은, 제 2 유기 화합물과, 전자 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측에 접하여 형성되고, 정공 수송성의 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물 중 적어도 어느 하나는, 고분자 화합물이고, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물은 같은 화합물이고, 제 1 전극이 제 2 전극보다 전위가 높게 되도록, 제 1 전극과 제 2 전극에 전압을 인가함으로써, 제 1 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있는 것을 특징으로 하는 발광소자이다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 형태는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 전자 수송층과 정공 수송층을 가지고, 전자 수송층과 정공 수송층 사이에, 제 1 층과 제 2 층을 가지고, 제 1 층은, 제 1 유기 화합물과, 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 정공 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)는  $-6.0\text{eV}$  이상  $-5.0\text{eV}$  이하이고, 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)는  $-3.0\text{eV}$  이상  $-2.0\text{eV}$  이하이고, 제 2 층은, 제 2 유기 화합물과, 전자 수송성의 유기 화합물을 가지고, 전자 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)는  $-6.0\text{eV}$  이상  $-5.0\text{eV}$  이하이고, 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)는,  $-3.0\text{eV}$  이상  $-2.0\text{eV}$  이하이고, 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측에 접하여 형성되고, 정공 수송성의 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물 중 적어도 어느 하나는 고분자 화합물이고, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물은 같은 화합물이고, 제 1 전극이 제 2 전극보다 전위가 높게 되도록, 제 1 전극과 제 2 전극에 전압을 인가함으로써, 제 1 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있는 것을 특징으로 하는 발광소자이다.

- [0016] 또한, 본 발명의 일 형태는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 전자 수송층과 정공 수송층을 가지고, 전자 수송층과 정공 수송층 사이에, 제 1 층과 제 2 층을 가지고, 제 1 층은, 제 1 유기 화합물과, 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 2 층은, 제 2 유기 화합물과, 전자 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측에 접하여 형성되고, 정공 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위와 전자 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위의 차이가  $0.3\text{eV}$  이하이고, 정공 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준

위와 전자 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위의 차이가 0.3eV 이하이고, 정공 수송성의 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물 중 적어도 어느 하나는 고분자 화합물이고, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물은 같은 화합물이고, 제 1 전극이 제 2 전극보다도 전위가 높게 되도록, 제 1 전극과 제 2 전극에 전압을 인가함으로써, 제 1 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있는 것을 특징으로 하는 발광소자이다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 형태는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 발광층을 가지고, 발광층은, 제 1 층과 제 2 층을 가지고, 제 1 층은, 제 1 유기 화합물과, 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 2 층은, 제 2 유기 화합물과, 전자 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측에 접하여 형성되고, 정공 수송성의 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물 중 적어도 어느 하나는 고분자 화합물이고, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물은 같은 화합물이고, 제 1 전극이 제 2 전극보다도 전위가 높게 되도록, 제 1 전극과 제 2 전극에 전압을 인가함으로써, 제 1 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있는 것을 특징으로 하는 발광소자이다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 형태는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 발광층을 가지고, 발광층은, 제 1 층과 제 2 층을 가지고, 제 1 층은, 제 1 유기 화합물과, 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 정공 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)는 -6.0eV 이상 -5.0eV 이하이고, 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)는, -3.0eV 이상 -2.0eV 이하이고, 제 2 층은, 제 2 유기 화합물과, 전자 수송성 유기 화합물을 가지고, 전자 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)는 -6.0eV 이상 -5.0eV 이하이고, 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)는, -3.0eV 이상 -2.0eV 이하이고, 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측에 접하여 형성되고, 정공 수송성의 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물 중 적어도 어느 하나는, 고분자 화합물이고, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물은 같은 화합물이고, 제 1 전극이 제 2 전극보다도 전위가 높게 되도록, 제 1 전극과 제 2 전극에 전압을 인가함으로써, 제 1 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있는 것을 특징으로 하는 발광소자이다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 형태는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 발광층을 가지고, 발광층은, 제 1 층과 제 2 층을 가지고, 제 1 층은, 제 1 유기 화합물과, 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 2 층은, 제 2 유기 화합물과, 전자 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측에 접하여 형성되고, 정공 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위와 전자 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위의 차이가 0.3eV 이하이고, 정공 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위와 전자 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위의 차이가 0.3eV 이하이고, 정공 수송성의 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물 중 적어도 어느 하나는 고분자 화합물이고, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물은 같은 화합물이고, 제 1 전극이 제 2 전극보다도 전위가 높게 되도록, 제 1 전극과 제 2 전극에 전압을 인가함으로써, 제 1 유기 화합물로부터의 발광을 얻을 수 있는 것을 특징으로 하는 발광소자이다.

[0020] 또한, 본 발명은 상술한 발광소자를 가지는 발광 장치도 범주에 포함한다. 본 명세서 중에 있어서의 발광 장치란, 화상 표시 디바이스, 발광 디바이스, 또는 광원(조명 장치를 포함한다)을 포함한다. 또한, 발광소자가 형성된 패널에 커넥터, 예를 들면, FPC(Flexible Printed Circuit) 또는 TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 또는 TCP(Tape Carrier Package)가 부착된 모듈, TAB 테이프나 TCP의 선단에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 또는 발광소자에 COG(Chip On Glass)방식에 의하여 IC(집적회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명의 발광소자를 표시부에 사용하는 전자기기도 본 발명의 범주에 포함하는 것으로 한다. 따라서, 본 발명의 전자기기는, 표시부를 가지고, 표시부는, 상기한 발광소자와 발광소자의 발광을 제어하는 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

## 효과

[0022] 본 발명의 발광소자는, 발광층과 정공 수송층의 계면 또는 발광층과 전자 수송층의 계면이 아니라, 발광층의 중앙 부근에 발광 영역이 형성되므로, 소자의 열화(劣化)가 적다. 즉, 발광 휘도의 경시(經時)변화가 적고, 수명이 긴 발광소자를 얻을 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 발광소자를, 발광장치 및 전자기기에 적용함으로써, 수명이 긴 발광장치 및 전자기기를 얻을 수 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여 도면을 사용하여 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 상세한 사항은 다양하게 변경될 수 있다는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 하기 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.
- [0025] 또한, 본 명세서 중에 있어서, 복합이란, 단순히 2 개의 재료를 혼합시킬 뿐만 아니라, 복수의 재료를 혼합시킴으로써 재료간에서의 전하의 수수가 행해질 수 있는 상태가 되는 것을 의미한다.
- [0026] (실시형태 1)
- [0027] 본 발명의 발광소자의 일 형태에 대하여 도 1a를 사용하여 이하에 설명한다.
- [0028] 본 발명의 발광소자는, 한 쌍의 전극간에 복수의 층을 가진다. 상기 복수의 층은, 전극으로부터 떨어져 있는 곳에 발광 영역이 형성되도록, 즉, 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어의 재결합이 행해지도록, 캐리어 주입성이 높은 물질이나 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어지는 층을 조합하여 적층된 것이다.
- [0029] 본 실시형태에 있어서, 발광소자는, 제 1 전극(102)과, 제 2 전극(104)과, 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104) 사이에 형성된 EL층(103)으로 구성된다. 또한, 본 실시형태에서는 제 1 전극(102)은 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(104)은 음극으로서 기능하는 것으로서, 이하에 설명한다. 즉, 제 1 전극(102)이 제 2 전극(104)보다도 전위가 높게 되도록, 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104)에 전압을 인가했을 때, 발광이 얻어지는 것으로 하여, 이하에 설명한다.
- [0030] 기판(101)은 발광소자의 지지대로서 사용된다. 기판(101)으로서는, 예를 들면, 유리, 또는 플라스틱 등을 사용할 수 있다. 또한, 제작공정에 있어서 발광소자의 지지대로서 기능하는 것이라면, 이것들 이외의 것이라도 좋다.
- [0031] 제 1 전극(202)으로서는, 일 함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들면, 산화인듐-산화주석(ITO : Indium Tin Oxide), 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연(IZO : Indium Zinc Oxide), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이러한 도전성 금속 산화물 막은, 보통 스퍼터링에 의하여 성막되지만, 콜-겔(sol-gel)법 등을 응용하여 제작하여도 좋다. 예를 들면, 산화인듐-산화아연(IZO)은, 산화인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화아연을 가한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성할 수 있다. 또한 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO)은, 산화인듐에 대하여 산화텅스텐을 0.5wt% 내지 5wt%, 산화아연을 0.1wt% 내지 1wt% 함유한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의하여 형성할 수 있다. 이 이외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텡스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속재료의 질화물(예를 들면, 질화 티탄) 등을 들 수 있다.
- [0032] 또한, 제 1 전극과 접하는 층으로서, 후술하는 복합 재료를 포함하는 층을 사용하는 경우에는, 제 1 전극으로서, 일 함수의 대소(大小)에 상관없이, 다양한 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물을 사용할 수 있다. 예를 들면, 알루미늄(Al), 은(Ag), 알루미늄을 포함하는 합금(AlSi 등) 등을 사용할 수 있다. 또한, 일 함수가 작은 재료인, 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 알칼리토류 금속, 및 이것들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi 등), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이것들을 포함하는 합금 등을 사용할 수도 있다. 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속, 이것들을 포함하는 합금의 막은, 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속을 포함하는 합금은 스퍼터링법에 의하여 형성할 수도 있다. 또한, 은 페이스트 등을 잉크젯법 등에 의하여 성막할 수도 있다.
- [0033] EL층(103)은, 층의 적층구조에 대해서는 특히 한정되지 않고, 전자 수송성이 높은 물질 또는 정공 수송성이 높은 물질, 전자 주입성이 높은 물질, 정공 주입성이 높은 물질, 바이폴러성(전자 및 정공의 수송성이 높은 물질)의 물질 등으로 이루어지는 층과, 본 실시형태에서 나타내는 발광층을 적절히 조합하여 구성하면 좋다. 예를 들면, 정공 주입층, 정공 수송층, 정공 저지층(홀 블로킹층), 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층 등을 적절히 조합하여 구성할 수 있다. 각 층을 구성하는 재료에 대하여 이하에 구체적으로 나타낸다. 도 1a 내지 도 1c에서는, 일례로서, 제 1 전극(102), 정공 수송층(112), 발광층(111), 전자 수송층(113), 제 2 전극(104)이 순차로 적층된 구성을 도시한다.
- [0034] 제 1 전극(102)과 정공 수송층(112) 사이에 정공 주입층을 형성하여도 좋다. 정공 주입층은, 정공 주입성이 높

은 물질을 포함하는 층이다. 정공 주입성이 높은 물질로서는, 몰리브덴 산화물이나 바나듐 산화물, 루테늄 산화물, 텉스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 이 이외에, 프탈로시아닌(약칭 : H<sub>2</sub>Pc)이나 구리프탈로시아닌(약칭 : CuPc) 등의 프탈로시아닌계의 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌술폰산)(PEDOT/PSS) 등의 고분자 등에 의하여 정공 주입층을 형성할 수 있다.

[0035] 또한, 정공 주입층으로서, 정공 수송성이 높은 물질에 억셉터성 물질을 함유시킨 복합재료를 사용할 수 있다. 또한, 정공 수송성이 높은 물질에 억셉터성 물질을 함유시킨 것을 사용함으로써, 전극의 일 함수에 상관없이 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉, 제 1 전극(102)으로서 일 함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일 함수가 작은 재료를 사용할 수 있다. 억셉터성 물질로서는, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭 : F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소주기표에 있어서의 제 4 족 내지 제 8 족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화바나듐, 산화니오브, 산화탄탈, 산화크롬, 산화몰리브덴, 산화텅스텐, 산화망간, 산화레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 특히, 산화몰리브덴은 대기중에서도 안정하고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0036] 복합재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 텐드리머, 폴리머 등) 등, 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 정공수송성이 높은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 정공이동도를 가지는 물질인 것이 바람직하다. 다만, 전자보다도 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이것들 이외의 물질을 사용하여도 된다. 이하에, 복합재료에 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0037] 예를 들면, 방향족 아민 화합물로서는, 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭 : NPB)이나, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭 : TPD), 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-(스페로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭 : BSPB) 등을 사용할 수 있다. 또한, N,N'-비스(4-메틸페닐)(p-톨릴)-N,N'-디페닐-p-페닐렌디아민(약칭 : DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭 : DPAB), 4,4'-비스(N-{4-[N',-(3-메틸페닐)-N'-페닐아미노]페닐}-N-페닐아미노)비페닐(약칭 : DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭 : DPA3B) 등을 들 수 있다.

[0038] 복합재료에 사용할 수 있는 카르바졸 유도체로서는, 구체적으로는, 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.

[0039] 또한, 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭 : CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭 : TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭 : CzPA), 1,4-비스[4-(N-카르바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다.

[0040] 또한, 복합재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화수소로서는, 예를 들면, 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-부틸-안트라센, 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, 이 이외에, 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다. 이와 같이, 1x10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 정공이동도를 가지고, 탄소수 14 내지 탄소수 42인 방향족 탄화수소를 사용하는 것이 보다 바람직하다.

[0041] 또한, 복합재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화수소는, 비닐 골격을 가져도 좋다. 비닐기를 가지는 방향족 탄화수소로서는, 예를 들면, 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭 : DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭:DPVPA) 등을 들 수 있다.

- [0042] 또한, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭 : PVK)이나, 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭 : PVTBA), 폴리[N-(4-{4-(4-디페닐아미노)페닐}-N'-페닐아미노)페닐]메타크릴아미드(약칭 : PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐벤자린)(약칭 : Poly-TBD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0043] 정공 수송층(112)은, 정공 수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 정공 수송성이 높은 물질로서는, 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭 : NPB 또는 a-NPD)이나, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭 : TPD), 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'-비플루오レン-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭 : PSPB) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기에 기재한 물질은, 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공이동도를 가지는 물질이다. 다만, 전자 수송성보다도 정공 수송성이 높은 물질이라면, 이것을 이외의 물질을 사용하여도 좋다. 또한, 정공 수송성이 높은 물질을 포함하는 층은, 단층인 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층되는 것이라도 좋다.
- [0044] 또한, 정공 수송층으로서, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭 : PVK)이나, 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭 : PVTBA) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0045] 발광층(111)은, 발광성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 본 발명의 발광소자에 있어서, 발광층은, 제 1 층(121)과 제 2 층(122)을 가진다. 제 1 층(121)은, 제 1 유기 화합물과 정공 수송성의 유기 화합물을 가지고, 제 2 층(122)은, 제 1 유기 화합물과 전자 수송성의 유기 화합물을 가지고. 제 1 층은, 제 2 층의 제 1 전극측, 즉, 양극측에 접하여 형성된다.
- [0046] 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물은, 발광성이 높은 물질이며, 다양한 재료를 사용할 수 있다. 구체적으로는, N,N'-디메틸퀴나크리돈(약칭 : DMQd), N,N'-디페닐퀴나크리돈(약칭 : DPQd), 쿠마린6, 쿠마린545T, {2-[2-[4-(디메틸아미노)페닐]에테닐}-6-페닐-4H-피란-4-일리텐}프로판디니트릴(약칭 : DCM1), {2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리텐}프로판디니트릴(약칭 : DCM2), {2-(1,1-디메틸에틸)-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1,1,7,7,-테트라메틸-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에테닐]-4H-피란-4-일리텐}프로판디니트릴(약칭 : DCJTB), 5,12-디페닐테트라센(약칭 : DPT), 4-(9H-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭 : YGAPA), 4,4'-(2-*tert*-부틸안트라센-9,10-디일)비스{N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐아닐린}(약칭 : YGABPA), N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭 : PCAPA), N,N'-(2-*tert*-부틸안트라센-9,10-디일디-4,1-페닐렌)비스[N,N',N,N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민](약칭 : DPABPA), N,N'-비스[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N,N'-디페닐스틸벤-4,4'-디아민(약칭 : YGA2S), N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐스틸벤-4-아민(약칭 : YGAS), N,N'-디페닐-N,N'-비스(9-페닐카르바졸-3-일)스틸벤-4,4'-디아민(약칭 : PCA2S), 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭 : DPVBi), 2,5,8,11-테트라(*tert*-부틸)페닐렌(약칭 : TBP), 페닐렌, 루브렌, 1,3,6,8-테트라페닐페렌 등을 사용할 수 있다.
- [0047] 제 1 층(121)에 포함되는 정공 수송성의 유기 화합물은, 전자 수송성보다도 정공 수송성이 높은 물질이다. 제 2 층(122)에 포함되는 전자 수송성의 유기 화합물은, 정공 수송성보다도 전자 수송성이 높은 물질이다.
- [0048] 여기서, 도 10에 도 1a 내지 도 1c에서 도시한 본 발광소자의 밴드도의 일례를 도시한다. 도 10에 있어서, 제 1 전극(102)으로부터 주입되는 정공은, 제 1 층(121)에 주입된다. 제 1 층(121)에 주입되는 정공은, 제 1 층(121)을 통하여 수송되지만, 또한 제 2 층(122)에도 주입된다. 여기서, 제 2 층(122)에 포함되는 전자 수송성의 유기 화합물은 정공 수송성보다도 전자 수송성이 높은 물질이기 때문에, 제 2 층(122)에 주입된 정공은 이동하기 어려워진다. 그 결과, 정공은 제 1 층(121)과 제 2 층(122)의 계면 부근에 수많이 존재하게 된다. 또한, 정공이 전자와 재결합하지 않고 전자 수송층(113)까지 도달하는 현상이 억제된다.
- [0049] 한편, 제 2 전극(104)으로부터 주입된 전자는, 제 2 층(122)에 주입된다. 제 2 층(122)에 주입된 전자는, 제 2 층(122)을 통하여 수송되지만, 또한, 제 1 층(121)에도 주입된다. 여기서, 제 1 층(121)에 포함되는 정공 수송성의 유기 화합물은, 전자 수송성보다도 정공 수송성이 높은 물질이기 때문에, 제 1 층(121)에 주입된 전자는 이동하기 어려워진다. 그 결과, 전자는 제 1 층(121)과 제 2 층(122)의 계면 부근에 수많이 존재하게 된다. 또한, 전자가 정공과 재결합하지 않고 정공 수송층(112)까지 도달하는 현상이 억제된다.
- [0050] 이상에 따라, 제 1 층(121)과 제 2 층(122)의 계면 부근의 영역(131)에 정공과 전자가 수많이 존재하게 되어, 그 계면 부근의 영역(131)에 있어서의 재결합 확률이 높아진다. 즉, 발광층(111)의 중앙 부근에 발광영역이 형성된다. 또한, 그 결과, 정공이 재결합하지 않고 전자 수송층(113)에 도달하거나, 또는 전자가 재결합하지 않

고 정공 수송층(112)에 도달하는 것이 억제되므로, 재결합 확률의 저하를 방지할 수 있다. 따라서, 경시적인 캐리어 밸런스의 저하를 방지할 수 있으므로, 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0051] 제 1 층(121)에 정공 및 전자가 주입되도록 하기 위해서는, 정공 수송의 유기 화합물은 산화 반응 및 환원 반응이 가능한 유기 화합물일 필요가 있다. 따라서, 정공 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)는 -6.0eV 이상 -5.0eV 이하인 것이 바람직하다. 또한, 정공 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)는, -3.0eV 이상 -2.0eV 이하인 것이 바람직하다.

[0052] 마찬가지로, 제 2 층(122)에 정공 및 전자가 주입되도록 하기 위해서는, 전자 수송성의 유기 화합물은 산화 반응 및 환원 반응이 가능한 유기 화합물일 필요가 있다. 따라서, 전자 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)는 -6.0eV 이상 -5.0eV 이하인 것이 바람직하다. 또한, 전자 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)는, -3.0eV 이상 -2.0eV 이하인 것이 바람직하다.

[0053] 또한, 도 10을 사용하여, 상기에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 발광소자에 있어서는, 제 1 층(121)으로부터 제 2 층(122)에 정공이 주입되도록 소자를 구성하므로, 정공 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)와 전자 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)의 차이는 작은 것이 바람직하다. 또한, 제 2 층(122)으로부터 제 1 층(121)에 전자가 주입되도록 소자를 구성하므로, 정공 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)와 전자 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)의 차이는 작은 것이 바람직하다. 정공 수송성의 유기 화합물의 HOMO 준위와 전자 수송성의 유기 화합물의 HOMO 준위의 차이가 크면, 발광 영역이 제 1 층 또는, 제 2 층 중 어느 한쪽에 치우친다. 마찬가지로, 정공 수송성의 유기 화합물의 LUMO 준위와 전자 수송성의 유기 화합물의 LUMO 준위의 차이가 큰 경우에도, 발광 영역이 제 1 층 또는 제 2 층 중 어느 한쪽에 치우친다. 따라서, 정공 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)와 전자 수송성의 유기 화합물의 최고점유분자궤도 준위(HOMO 준위)의 차이는, 0.3eV 이하인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 0.1eV 이하인 것이 바람직하다. 또한, 정공 수송성의 유기 화합물의 최저비점유분자궤도 준위(LUMO 준위)의 차이는, 0.3eV 이하인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 0.1eV 이하인 것이 바람직하다.

[0054] 또한, 발광소자는 전자와 정공이 재결합함으로써, 발광이 얻어지기 때문에, 발광층(111)에 사용되는 유기 화합물은, 산화 반응 및 환원 반응을 반복하여도 안정적인 것이 바람직하다. 즉, 산화 반응 및 환원 반응에 대하여 가역적(可逆的)인 것이 바람직하다. 특히, 정공 수송성의 유기 화합물 및 전자 수송성의 유기 화합물은, 산화 반응 및 환원 반응을 반복하여도 안정적인 것이 바람직하다. 산화 반응 및 환원 반응을 반복하여도 안정적인지 아닌지는, 순환 전압전류법(cyclic voltammetry)(CV)측정에 의하여, 확인할 수 있다.

[0055] 구체적으로는, 유기 화합물의 산화 반응의 산화 피크 전위( $E_{pa}$ ) 값이나 환원 반응의 환원 피크 전위( $E_{pc}$ ) 값의 변화, 피크 형상의 변화 등을 측정함으로써, 산화 반응 및 환원 반응을 반복하여도 안정적인지 아닌지를 확인할 수 있다. 발광층(111)에 사용하는 정공 수송성의 유기 화합물 및 전자 수송성의 유기 화합물은, 산화 피크 전위의 강도 및 환원 피크 전위의 강도의 변화가 50%보다도 작은 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 30%보다도 작은 것이 바람직하다. 즉, 예를 들면, 산화 피크가 감소하여도 50% 이상의 피크 강도를 유지하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 70% 이상의 피크 강도를 유지하는 것이 바람직하다. 또한, 산화 피크 전위 및 환원 피크 전위 값의 변화는, 0.05V 이하인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 0.02V 이하인 것이 바람직하다.

[0056] 제 1 층(121)에 포함되는 정공 수송성의 유기 화합물, 제 2 층(122)에 포함되는 전자 수송성의 유기 화합물의 적어도 어느 하나는, 고분자 화합물이다. 고분자 화합물이므로, 습식법에 의하여 제 1 층(121), 제 2 층(122)의 적어도 어느 하나를 형성할 수 있기 때문에, 본 발명의 발광소자를 풀 컬러 디스플레이 등의 표시장치에 적용하여, 발광층을 나누어 도포할 필요가 있을 경우에는, 발광층을 나누어 도포하기가 용이해지고, 생산성이 향상된다. 또한, 재료 효율이 향상되므로, 비용을 절감할 수 있다. 특히, 제 1 층(121)에 포함되는 정공 수송성의 유기 화합물 및 제 2 층(122)에 포함되는 전자 수송성의 유기 화합물의 양쪽 모두가 고분자 화합물인 경우에는, 습식법에 의하여 제 1 층(121) 및 제 2 층(122)을 형성할 수 있으므로, 보다 바람직하다.

[0057] 제 1 층(121)에 포함되는 정공 수송성의 유기 화합물로서는, 예를 들면, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭 : PVK)이나, 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 사용할 수 있다.

- [0058] 또한, 제 2 층(122)에 포함되는 전자 수송성의 유기 화합물로서는, 예를 들면, 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.
- [0059] 또한, 제 1 층(121)에 포함되는 정공 수송성의 유기 화합물로서는, 상기한 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등의 고분자 화합물을 사용한 경우, 제 2 층(122)에 포함되는 전자 수송성의 유기 화합물로서는, 상기한 PF-Py, PF-BPy와 같은 고분자 화합물 이외에, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭 : CzPA), 3,6-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭 : DPCzPA), 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭 : DPPA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭 : DNA), 2-*tert*-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭 : t-BuDNA), 9,9'-비안트릴(약칭 : BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-디일)디페난트렌(약칭 : DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-디일)디페난트렌(약칭 : DPNS2), 3,3',3'''-(벤젠-1,3,5-트리일)트리페렌(약칭 : TPB3)과 같은 저분자 화합물을 사용할 수도 있다. 저분자 화합물의 경우, 진공 증착이 가능하므로, 고분자 화합물과의 적층이 용이하다는 장점이 있다.
- [0060] 또한, 제 2 층(122)에 포함되는 전자 수송성의 유기 화합물로서는, 상기한 PF-Py, PF-BPy 등의 고분자 화합물을 사용하는 경우, 제 1 층(121)에 포함되는 정공 수송성의 유기 화합물로서는, 상기한 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등의 고분자 화합물 이외에, 9,10-디페닐안트라센(약칭 : DPAnth), N,N-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭 : CzAlPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭 : DPhPA), N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭 : PCAPA), N,9-디페닐-N-{4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭 : PCAPBA), 6-12-디메톡시-5,11-디페닐 크리센, N,N,N',N'',N''',N''''-옥타페닐디벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민 등의 저분자 화합물을 사용할 수도 있다. 저분자 화합물의 경우, 진공 증착이 가능하므로, 고분자 화합물과의 적층이 용이하다는 장점이 있다.
- [0061] 제 1 층에 포함되는 발광성이 높은 물질과 제 2 층에 포함되는 발광성이 높은 물질을 동일한 물질로 함으로써, 발광층의 중앙 부근에서 발광시킬 수 있다. 또한, 제 1 층과 제 2 층에서 다른 발광성이 높은 물질을 포함하는 구성으로 하면, 어느 한쪽 층에서만 발광해 버릴 수 있다. 따라서, 제 1 층에 포함되는 발광성이 높은 물질과 제 2 층에 포함되는 발광성이 높은 물질을 동일한 물질로 하는 것이 바람직하다.
- [0062] 전자 수송층(113)은, 전자 수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 예를 들면, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭 : Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭 : Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[h]-퀴놀리놀나토)베릴륨(약칭 : BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)-4-페닐페놀레이트-알루미늄(약칭 : BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조 퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체 등으로 이루어지는 층이다. 또한, 이 이외에, 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸레이트]아연(약칭 : Zn(BOX)<sub>2</sub>), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸레이트]아연(약칭 : Zn(BTZ)<sub>2</sub>), 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 가지는 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), 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 기재하는 물질은, 주로 10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 전자 이동도를 가지는 물질이다. 또한, 정공 수송성보다도 전자 수송성이 높은 물질이라면, 상기 이외의 물질을 전자 수송층으로서 사용하여도 좋다. 또한, 전자 수송층은, 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2 층 이상 적층된 것이라도 좋다.
- [0063] 또한, 전자 수송층으로서, 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들면, 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) 등을 사용할 수 있다.
- [0064] 또한, 전자 수송층(113)과 제 2 전극(104) 사이에, 전자 주입성이 높은 물질을 포함하는 전자 주입층을 형성하여도 좋다. 전자 주입층으로서는, 불화리튬(LiF), 불화세슘(CsF), 불화칼슘(CaF<sub>2</sub>) 등과 같은 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속 또는 이것들의 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들면, 전자 수송성을 가지는 물질로 이루어지는 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속 또는 이것들의 화합물을 함유시킨 것, 예를 들면, Alq 중에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 것들을 사용할 수 있다. 알칼리 금속, 알칼리 토류 금속, 이것들을 포함하는 합금의 막은, 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속을 포함하는 합금은 스펀터링법에 의하여 형성할 수도 있다. 또한, 은 페이스트 등을 잉크젯법 등에 의하여 성막할 수도 있다. 또한, 전자 주입층으로서, 전자 수송성을 가지는 물질로 이루어지는 층 중에 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금

속을 함유시킨 것을 사용함으로써, 제 2 전극(104)으로부터의 전자 주입이 효율 좋게 행해지므로 보다 바람직하다.

[0065] 제 2 전극(104)을 형성할 수 있는 물질로서는, 일 함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이런 음극 재료의 구체예로서는, 원소주기표의 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 토류 금속, 및 이것들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이것들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 그러나, 제 2 전극(104)과 전자 수송층 사이에, 전자 주입을 촉진시키는 기능을 가지는 층을 형성함으로써, 일 함수의 대소에 상관없이, Al, Ag, ITO, 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석 등 다양한 도전성 재료를 제 2 전극(104)으로서 사용할 수 있다. 이것들 도전성 재료는, 스퍼터링법이나 잉크젯법, 스핀코팅법 등을 사용하여 성막할 수 있다.

[0066] 또한, EL층의 형성방법으로서는, 건식법, 습식법을 막론하고, 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면, 진공 증착법, 잉크젯법 또는 스핀코팅법 등을 사용하여도 좋다. 또한, 각 전극 또는 각 층마다 다른 성막 방법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0067] 예를 들면, 상기한 재료 중, 고분자 화합물을 사용하는 층(특히, 제 1 층(121) 또는 제 2 층(122))은 습식법으로 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 저분자의 유기 화합물을 사용하는 층을 형성할 경우, 습식법으로 형성하여도 좋고, 진공 증착법 등의 건식법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0068] 또한, 전극에 대해서도, 콜-겔법을 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다. 또한 스퍼터링법이나 진공 증착법 등의 건식법을 사용하여 형성하여도 좋다.

[0069] 이하에, 구체적인 발광소자의 형성 방법을 나타낸다. 본 발명의 발광소자를 표시장치에 적용하여, 발광층을 나누어 도포할 경우에는, 발광층은 습식법에 의하여 형성하는 것이 바람직하다. 발광층을 잉크젯법 등의 습식법을 사용하여 형성함으로써, 대형 기판이라도 발광층을 나누어 도포하는 것이 용이해진다.

[0070] 예를 들면, 본 실시형태에서 나타내는 구성에 있어서, 제 1 전극을 건식법인 스퍼터링법, 정공 주입층을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법, 정공 수송층을 건식법인 진공 증착법, 제 1 층을 습식법인 잉크젯법, 제 2 층을 건식법인 공증착법, 전자 수송층 및 전자 주입층을 건식법인 진공 증착법, 제 2 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법을 사용하여 형성하여도 좋다. 또한, 제 1 전극을 습식법인 잉크젯법, 정공 주입층을 건식법인 진공 증착법, 정공 수송층을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법, 제 1 층을 습식법인 잉크젯법, 제 2 층을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법, 전자 수송층 및 전자 주입층을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법, 제 2 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법을 사용하여 형성하여도 좋다. 또한, 상기 방법에 한정되지 않고, 습식법과 건식법을 적절히 조합하면 좋다.

[0071] 또한, 예를 들면, 제 1 전극을 건식법인 스퍼터링법, 정공 주입층 및 정공 수송층을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법, 제 1 층을 습식법인 잉크젯법, 제 2 층을 건식법인 공증착법, 전자 수송층 및 전자 주입층을 건식법인 진공 증착법, 제 2 전극을 건식법인 진공 증착법으로 형성할 수 있다. 즉, 제 1 전극이 원하는 형상으로 형성된 기판 위에, 정공 주입층으로부터 제 1 층까지를 습식법으로 형성하고, 제 2 층으로부터 제 2 전극까지를 건식법으로 형성할 수 있다. 이 방법으로는, 정공 주입층으로부터 제 1 층까지를 대기압하에서 형성할 수 있고, 제 1 층을 나누어 도포하는 것도 용이해진다. 또한, 제 2 층으로부터 제 2 전극까지는, 일관하여 진공하에서 형성할 수 있다. 따라서, 공정을 간략화하고, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0072] 또한, 도 2에 도시하는 구성과 같은 경우에는, 상기 방법과는 반대의 순서로, 제 2 전극을 건식법인 스퍼터링 또는 진공 증착법, 전자 주입층으로부터 전자 수송층을 건식법인 진공 증착법, 제 2 층을 공증착법, 제 1 층을 습식법인 잉크젯법, 정공 수송층 및 정공 주입층을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법, 제 1 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스핀코팅법에 의하여 형성할 수 있다. 이 방법으로는, 제 2 전극으로부터 제 2 층까지를 건식법에 의하여, 일관하여 진공하에서 형성하고, 제 1 층으로부터 제 1 전극까지를 대기압하에서 형성할 수 있다. 따라서, 공정을 간략화하고, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0073] 이상과 같은 구성을 가지는 본 발명의 발광소자는, 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104) 사이에 생긴 전위차에 의하여 전류가 흐르고, EL층(103)에 있어서 정공과 전자가 재결합하여, 발광하는 것이다. 보다 구체적으로는, EL층(103) 중의 발광층(111)에 있어서, 제 1 층(121) 및 제 2 층(122)의 중앙 부근에 발광 영역이 형성되는 구성이다.

[0074] 발광은, 제 1 전극(102) 또는 제 2 전극(104) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두를 통하여 외부에 추출된다.

따라서, 제 1 전극(102) 또는 제 2 전극(104) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두는, 투광성을 가지는 전극이다. 제 1 전극(102)만이 투광성을 가지는 전극인 경우, 도 1a에 도시하는 바와 같이, 발광은 제 1 전극(102)을 통하여 기판측으로부터 추출된다. 또한, 제 2 전극(104)만이 투광성을 가지는 전극인 경우, 도 1b에 도시하는 바와 같이, 발광은 제 2 전극(104)을 통하여 기판과 반대측으로부터 추출된다. 제 1 전극(102) 및 제 2 전극(104)이 모두 투광성을 가지는 전극인 경우, 도 1c에 도시하는 바와 같이, 발광은 제 1 전극(102) 및 제 2 전극(104)을 통하여, 기판측 및 기판과 반대측의 양쪽으로부터 추출된다.

[0075] 또한, 제 1 전극(102)과 제 2 전극(104) 사이에 형성되는 층의 구성은, 상기에 한정되지 않는다. 발광 영역과 금속이 근접하는 것에 의하여 생기는 소광(消光)을 방지할 수 있도록, 제 1 전극(102) 및 제 2 전극(104)으로부터 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광영역을 형성하는 구성이며, 발광층이 제 1 층(121)과 제 2 층(122)을 가지는 구성이면, 상기 이외의 것이라도 좋다.

[0076] 즉, 층의 적층 구조에 대해서는 특히 한정되지 않고, 전자 수송성이 높은 물질 또는 정공 수송성이 높은 물질, 전자 주입성이 높은 물질, 정공 주입성이 높은 물질, 쌍극성(전자 및 정공의 수송성이 높은 물질)의 물질, 정공 블로킹 재료 등으로 이루어지는 층을, 본 발명의 발광층과 자유롭게 조합하여 구성하면 좋다.

[0077] 도 2에 도시하는 발광소자는, 기판(301) 위에, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(304), EL층(303), 양극으로서 기능하는 제 1 전극(302)이 순차적으로 적층되는 구성이다. EL층(303)은, 정공 수송층(312), 발광층(311), 전자 수송층(313)을 가지고, 발광층(311)은 제 1 층(321)과 제 2 층(322)을 가진다. 제 1 층(321)은, 제 2 층(322)보다 양극으로서 기능하는 제 1 전극측에 형성된다.

[0078] 본 실시형태에 있어서는, 유리, 플라스틱 등으로 이루어지는 기판 위에 발광소자를 제작한다. 하나의 기판 위에 이러한 발광소자를 복수 제작함으로써, 패시브 매트릭스 형의 발광장치를 제작할 수 있다. 또한, 유기, 플라스틱 등으로 이루어지는 기판 위에, 예를 들면, 박막 트랜지스터(TFT)를 형성하고, TFT와 전기적으로 접속된 전극 위에 발광소자를 제작하여도 좋다. 이에 따라, TFT에 의하여 발광소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스 형의 발광장치를 제작할 수 있다. 또한, TFT의 구조는, 특히 한정되지 않는다. 스태거 형의 TFT라도 좋고, 역 스태거 형의 TFT라도 좋다. 또한, TFT 기판에 형성되는 구동용 회로에 대해서도, N형 및 P형의 TFT로 이루어지는 구동용 회로라도 좋고, 또는, N형 및 P형의 어느 한쪽만으로 이루어지는 구동용 회로라도 좋다. 또한, TFT에 사용되는 반도체막의 결정성에 대해서도 특히 한정되지 않는다. 비정질 반도체막을 사용하여도 좋고, 결정성 반도체막을 사용하여도 좋다.

[0079] 본 발명의 발광소자는, 발광층과 정공 수송층의 계면 또는 발광층과 전자 수송층의 계면에 발광 영역이 형성되는 것이 아니라, 발광층의 중앙 부근에 발광영역이 형성된다. 따라서, 정공 수송층이나 전자 수송층에 발광 영역이 근접하는 것에 의한 열화의 영향을 받지 않는다. 따라서, 열화가 적고, 수명이 긴 발광소자를 얻을 수 있다. 또한, 본 발명의 발광소자의 발광층은, 산화 반응 및 환원 반응을 반복하여도 안정적인 화합물로 형성되어 있으므로, 전자와 정공의 재결합에 의한 발광을 반복하여도 열화하기 어렵다. 따라서, 보다 장수명인 발광소자를 얻을 수 있다.

[0080] 또한, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0081] (실시형태 2)

[0082] 본 실시형태는, 본 발명에 따른 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광소자(이하, 적층형 소자라고 한다)의 태양에 대해서, 도 3을 참조하여 설명한다. 이 발광소자는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에, 복수의 발광 유닛을 가지는 발광소자이다.

[0083] 도 3에 있어서, 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502) 사이에는, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층된다. 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)은 실시형태 1과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)은 같은 구성이거나 다른 구성이어도 좋고, 그 구성은 실시형태 1과 같은 것을 적용할 수 있다. 즉, 발광 유닛은, 적어도 제 1 층(121)과 제 2 층(122)을 가진다. 또한, 정공 수송층이나 전자 수송층 등을 가져도 좋다.

[0084] 전하 발생층(513)에는, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합재료가 포함된다. 이 유기 화합물과 금속 산화물의 복합재료는, 실시형태 1에서 나타낸 복합재료이고, 유기 화합물과 바나듐 산화물이나 몰리브덴 산화물이나 텉스텐 산화물 등의 금속 산화물을 포함한다. 유기 화합물로서는, 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 텐드리머, 폴리머 등) 등, 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 유기

화합물로서는, 정공 수송성 유기 화합물로서 정공 이동도가  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 것을 적용하는 것이 바람직하다. 다만, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이라면, 이것을 사용하여도 좋다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합재료는, 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 뛰어나기 때문에, 저전압 구동, 저전류 구동을 실현할 수 있다.

[0085] 또한, 전하 발생층(513)은, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합재료와 다른 재료를 조합하여 형성하여도 좋다. 예를 들면, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합재료를 포함하는 층과, 전자 공여성 물질 중에서 선택된 하나의 화합물과 전자 수송성이 높은 화합물을 포함하는 층을 조합하여 형성하여도 좋다. 또한, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합재료를 포함하는 층과, 투명 도전막을 조합하여 형성하여도 좋다.

[0086] 어쨌든지, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)에 끼워지는 전하 발생층(513)은, 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)에 전압을 인가할 때, 한 측의 발광 유닛에 전자를 주입하여 다른 측의 발광 유닛에 정공을 주입하는 것이면 좋다.

[0087] 본 실시형태에서는, 2 개의 발광유닛을 가지는 발광소자에 대하여 설명하였지만, 마찬가지로, 3 개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광소자에 대해서도, 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태에 따른 발광소자와 같이, 한 쌍의 전극간에 복수의 발광유닛을 전하 발생층으로 분할하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채, 고휘도 영역에서의 장수명 소자를 실현할 수 있다. 또한, 응용예로서 조명을 들면, 전극 재료의 저항에 의한 전압 강하(降下)를 적게 할 수 있으므로, 대면적에서의 균일 발광을 할 수 있다. 또한, 저전압 구동을 할 수 있고 소비전력이 낮은 발광장치를 실현할 수 있다.

[0088] 또한, 각각의 발광 유닛의 발광색을 다른 것으로 함으로써, 발광소자 전체로서, 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들면, 2 개의 발광 유닛을 가지는 발광소자에 있어서, 제 1 발광유닛의 발광색과 제 2 발광유닛의 발광색을 보색(補色)의 관계가 되도록 함으로써, 발광소자 전체로서 백색 발광하는 발광소자를 얻을 수도 있다. 또한, 보색이란, 혼합하면 무채색(無彩色)이 되는 색끼리의 관계를 말한다. 즉, 보색의 관계에 있는 색을 발광하는 물질의 발광을 혼합하면, 백색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 3 개의 발광유닛을 가지는 발광소자의 경우에도 마찬가지고, 예를 들면, 제 1 발광유닛의 발광색이 적색이고, 제 2 발광유닛의 발광색이 녹색이고, 제 3 발광유닛의 발광색이 청색인 경우, 발광소자 전체로서는, 백색 발광을 얻을 수 있다.

[0089] 또한, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0090] (실시형태 3)

[0091] 본 실시형태에서는, 본 발명의 발광소자를 가진 발광장치에 대하여 설명한다.

[0092] 본 실시형태에서는, 화소부에 본 발명의 발광소자를 가지는 발광장치에 대하여 도 4a 내지 도 4b를 사용하여 설명한다. 또한, 도 4a는, 발광장치를 나타내는 상면도, 도 4b는 도 4a를 A-A' 및 B-B'로 절단한 단면도이다. 점선으로 나타낸 (601)은 구동회로부(소스측 구동회로), (602)는 화소부, (603)은, 구동회로부(게이트측 구동회로)이다. 또한, (604)는 밀봉 기판, (605)는 셀재이고, 셀재(605)로 둘러싸인 안쪽은, 공간(607)이다.

[0093] 또한, 리드(lead) 배선(608)은 소스측 구동회로(601) 및 게이트측 구동회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이고, 외부 입력단자인 FPC(Flexible Printed Circuit)(609)로부터 비디오 신호, 클록 신호, 스트리트 신호, 리셋 신호 등을 받는다. 또한, 여기서는 FPC만이 도시되지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기판(PWB)이 설치되어도 좋다. 본 명세서에 있어서의 발광장치에는, 발광장치 본체뿐만 아니라, 그것에 FPC 또는 PWB가 설치된 상태도 포함된다.

[0094] 다음으로, 단면구조에 대하여 도 4b를 사용하여 설명한다. 소자 기판(610) 위에는 구동회로부 및 화소부가 형성되지만, 여기서는, 구동회로부인 소스측 구동회로(601)와, 화소부(602) 중의 하나의 화소가 도시된다.

[0095] 또한, 소스측 구동회로(601)는 N채널형 TFT(623)와 P채널형 TFT(624)를 조합한 CMOS회로가 형성된다. 또한, 구동회로는, 다양한 CMOS회로, PMOS회로 또는 NMOS회로로 형성하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는, 기판 위에 구동회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없고, 구동회로를 기판 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.

[0096] 또한, 화소부(602)는 스위칭용 TFT(611)와 전류제어용 TFT(612)와 그 드레인에 전기적으로 접속되는 제 1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소에 의하여 형성된다. 또한, 제 1 전극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성된다. 여기서는, 포지티브형의 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 형성한다.

- [0097] 또한, 피복성을 양호한 것으로 하기 위하여, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 가지는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들면, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형의 감광성 아크릴을 사용하는 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률반경(0.2mm 내지 3mm)을 가지는 곡면을 가지게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)으로서, 빛의 조사에 의하여 에칠퐁에 불용해성인 네거티브형, 또는 빛의 조사에 의하여 에칠퐁에 용해성인 포지티브형의 어느 것이라도 사용할 수 있다.
- [0098] 제 1 전극(613) 위에는, EL층(616), 및 제 2 전극(617)이 각각 형성된다. 여기서, 제 1 전극(613)에 사용하는 재료로서는, 다양한 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물을 사용할 수 있다. 제 1 전극을 양극으로서 사용하는 경우에는, 그 중에서도, 일 함수가 큰(일 함수 4.0eV 이상) 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물을 등을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 규소를 함유한 산화 인듐-산화주석, 산화 인듐-산화 아연, 질화 티탄 막, 크롬 막, 텉스텐 막, Zn 막, Pt 막 등의 단층막 이외에, 질화 티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화 티탄 막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화 티탄 막과의 3 층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮고, 양호한 옴 접촉(ohmic contact)을 취할 수 있고, 또한, 양극으로서 기능시킬 수 있다.
- [0099] 또한, EL층(616)은, 증착 마스크를 사용하는 증착법, 잉크젯법, 스판코팅법 등의 다양한 방법으로 형성된다. EL층(616)은, 실시형태 1 내지 실시형태 2에서 나타낸 발광층을 가진다. 또한, EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 재료, 올리고머, 텐드리머, 또는 고분자 재료라도 좋다. 또한, EL층에 사용되는 재료로서는, 유기 화합물뿐만 아니라, 무기 화합물을 사용하여도 좋다.
- [0100] 또한, 제 2 전극(617)에 사용하는 재료로서는, 다양한 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 화합물을 사용할 수 있다. 제 2 전극을 음극으로서 사용하는 경우에는, 그 중에서도, 일 함수가 작은(일 함수 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물을 등을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 원소 주기표의 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 토류금속, 및 이것들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi) 등을 들 수 있다. 또한, EL층(616)에서 생긴 빛을 제 2 전극(617)을 투과시키는 경우에는, 제 2 전극(617)으로서, 막 두께를 얇게 한 금속 박막과, 투명 도전막(산화 인듐-산화주석(ITO), 규소 또는 산화규소를 함유한 산화 인듐-산화주석, 산화 인듐-산화 아연(IZO), 산화 텉스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등)과의 적층을 사용할 수도 있다.
- [0101] 또한, 셀재(605)로 밀봉 기판(604)을 소자 기판(610)과 부착시킴으로써, 소자 기판(610), 밀봉 기판(604), 및 셀재(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광소자(618)가 구비된 구조이다. 또한, 공간(607)에는, 충전재가 충전되어, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 이외에, 셀재(605)로 충전되는 경우도 있다.
- [0102] 또한, 셀재(605)로는 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이것들의 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기판(604)에 사용하는 재료로서 유리 기판이나 석영 기판 이외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플루오라이드), 폴리에스테르, 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.
- [0103] 이상과 같이 하여, 본 발명의 발광소자를 가지는 발광장치를 얻을 수 있다.
- [0104] 본 발명의 발광장치는, 실시형태 1 내지 실시형태 2에서 나타낸 발광소자를 가진다. 따라서, 수명이 긴 발광장치를 얻을 수 있다.
- [0105] 이상과 같이, 본 실시형태에서는, 트랜지스터에 따라, 발광소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스 형의 발광장치에 대하여 설명하였지만, 이 이외에, 패시브 매트릭스 형의 발광장치라도 좋다. 도 5에서는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스 형의 발광장치의 사시도를 나타낸다. 도 5에 있어서, 기판(951) 위에는, 전극(952)과 전극(956)의 사이에는 EL층(955)이 형성된다. 전극(952)의 단부에는 절연막(953)으로 덮인다. 그리고, 절연층(953) 위에는 각벽층(954)이 형성된다. 각벽층(954)의 측벽은, 기판면에 가까워질수록, 한 쪽의 측벽과 다른 측벽의 간격이 좁아지는 듯한 경사를 가진다. 즉, 각벽층(954)의 단면 방향의 단면은, 사다리꼴 모양이기 때문에, 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하는 면)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하지 않는 면)보다도 짧다. 이와 같이, 각벽층(954)을 형성함으로써, 정전기 등에 기인한 발광소자의 불량을 방지할 수 있다. 또한, 패시브 매트릭스 형의 발광장치에 있어서도, 수명이 긴 본 발명의 발광소자를 포함함에 의하여, 수명이 긴 발광장치를 얻을 수 있다.
- [0106] (실시형태 4)

- [0107] 본 실시형태에서는, 실시형태 3에 나타내는 발광장치를 그 일부에 포함하는 본 발명의 전자기기에 대하여 설명한다. 본 발명의 전자기기는, 실시형태 1 내지 실시형태 2에서 나타내는 발광소자를 가지고, 수명이 긴 표시부를 가진다.
- [0108] 본 발명의 발광장치를 사용하여 제작된 전자기기로서, 비디오 카메라, 디지털 카메라 등의 카메라, 고글형 디스플레이(Head Mounted Display), 네비게이션 시스템, 음향재생단말(카 오디오, 오디오 콤포넌트 등), 컴퓨터, 게임 기기, 휴대 정보단말(모바일 컴퓨터, 휴대 전화기, 휴대형 게임기 또는 전자 서적 등), 기록 매체를 구비한 화상 재생장치(구체적으로는 Digital Versatile Disc(DVD) 등의 기록매체를 재생하여, 그 화상을 표시할 수 있는 표시장치를 구비한 장치) 등을 들 수 있다. 이 전자기기들의 구체예를 도 6a 내지 도 6d에 도시한다.
- [0109] 도 6a는 본 발명에 따른 텔레비전 장치이며, 하우징(9101), 지지대(9102), 표시부(9103), 스피커부(9104), 비디오 입력단자(9105) 등을 포함한다. 이 텔레비전 장치에 있어서, 표시부(9103)는, 실시형태 1 내지 실시형태 2에서 설명한 것과 같은 발광소자가 매트릭스 형상으로 배열되어 구성된다. 상기 발광소자는, 수명이 길다는 특징을 가진다. 상기 발광소자로 구성되는 표시부(9103)도 같은 특징을 가지므로, 상기 텔레비전 장치는 수명이 길다는 특징을 가진다. 즉, 장시간의 사용에 견딜 수 있는 텔레비전 장치를 제공할 수 있다.
- [0110] 도 6b는 본 발명에 따른 컴퓨터이며, 본체(9201), 하우징(9202), 표시부(9203), 키보드(9204), 외부 접속포트(9205), 포인팅 디바이스(9206) 등을 포함한다. 상기 컴퓨터에 있어서, 표시부(9203)는, 실시형태 1 내지 실시형태 2에서 설명한 것과 같은 발광소자가 매트릭스 형상으로 배열되어 구성된다. 상기 발광소자는, 수명이 길다는 특징을 가진다. 상기 발광소자로 구성되는 표시부(9203)도 같은 특징을 가지므로, 상기 컴퓨터는 수명이 길다는 특징을 가진다. 즉, 장시간의 사용에 견딜 수 있는 컴퓨터를 제공할 수 있다.
- [0111] 도 6c는 본 발명에 따른 휴대 전화기이며, 본체(9401), 케이스(9402), 표시부(9403), 음성 입력부(9404), 음성 출력부(9405), 조작 키(9406), 외부 접속포트(9407), 안테나(9408) 등을 포함한다. 상기 휴대 전화기에 있어서, 표시부(9403)는, 실시형태 1 내지 실시형태 2에서 설명한 것과 같은 발광소자가 매트릭스 형상으로 배열되어 구성된다. 상기 발광소자는, 수명이 길다는 특징을 가진다. 상기 발광소자로 구성된 표시부(9403)도 같은 특징을 가지므로, 상기 휴대 전화기는 수명이 길다는 특징을 가진다. 즉, 장시간의 사용에 견딜 수 있는 휴대 전화기를 제공할 수 있다.
- [0112] 도 6d는 본 발명에 따른 카메라이며, 본체(9501), 표시부(9502), 케이스(9503), 외부 접속포트(9504), 리모트 컨트롤 수신부(9505), 수상부(9506), 배터리(9507), 음성 입력부(9508), 조작 키(9509), 접안부(9510) 등을 포함한다. 상기 카메라에 있어서, 표시부(9502)는, 실시형태 1 내지 실시형태 2에서 설명한 것과 같은 발광소자가 매트릭스 형상으로 배열되어 구성된다. 상기 발광소자는, 수명이 길다는 특징을 가지므로, 상기 카메라는 수명이 길다는 특징을 가진다. 즉, 장시간의 사용에 견딜 수 있는 카메라를 제공할 수 있다.
- [0113] 이상과 같이, 본 발명의 발광장치의 적용범위는 극히 넓고, 상기 발광장치를 모든 분야의 전자기기에 적용할 수 있다. 본 발명의 발광장치를 사용함으로써, 장 시간의 사용에 견딜 수 있는, 수명이 긴 표시부를 가지는 전자기기를 제공할 수 있다.
- [0114] 또한, 본 발명의 발광장치는, 조명장치로서 사용할 수 있다. 본 발명의 발광소자를 조명장치로서 사용하는 일 형태를 도 7을 사용하여 설명한다.
- [0115] 도 7은 본 발명의 발광장치를 백 라이트로서 사용하는 액정 표시장치의 일례이다. 도 7에 도시한 액정 표시장치는, 하우징(901), 액정층(902), 백 라이트(903), 하우징(904)을 가지고, 액적층(902)은, 드라이버 IC(905)와 접속된다. 또한, 백 라이트(903)에는, 본 발명의 발광장치가 사용되고, 단자(906)에 의하여, 전류가 공급된다.
- [0116] 본 발명의 발광장치를 액정 표시장치의 백 라이트로서 사용함으로써, 수명이 긴 백 라이트가 얻어진다. 또한, 본 발명의 발광장치는, 면 발광의 조명 장치이고 대면적화도 할 수 있으므로, 백 라이트의 대면적화를 할 수 있고, 액정 표시장치의 대면적화도 할 수 있다. 또한, 본 발명의 발광장치는, 박형이며 저소비 전력이므로, 표시장치의 박형화, 저소비 전력화도 가능하게 된다.
- [0117] 도 8은, 본 발명을 적용한 발광장치를, 조명 장치인 전기 스탠드로서 사용한 예이다. 도 8에 도시하는 전기 스탠드는, 하우징(2001)과, 광원(2002)을 가지고, 광원(2002)으로서, 본 발명의 발광장치가 사용된다. 본 발명의 발광장치는 장수명이므로, 전기 스탠드도 장수명이다.
- [0118] 도 9는, 본 발명을 적용한 발광장치를, 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예이다. 본 발명의 발광장치는 대면적화도 할 수 있으므로, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한, 본 발명의 발광장치는, 장수명이므로

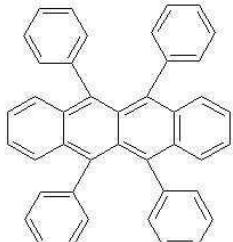
로, 장수명의 조명장치로서 사용할 수 있다. 이와 같이, 본 발명을 사용한 발광장치를, 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 방에, 도 6a에서 설명한 바와 같은, 본 발명에 따른 텔레비전 장치(3002)를 설치하여 공공방송이나 영화를 감상할 수 있다. 이러한 경우, 양 장치는 장수명이므로, 조명 장치나 텔레비전 장치의 교환 회수를 절감할 수 있어서, 환경에 주는 부하를 절감할 수 있다.

[0119] [실시예 1]

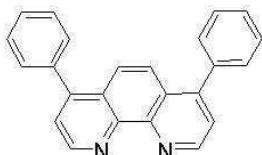
[0120] 본 실시예에서는, 본 발명의 발광소자에 대하여 구체적으로 도 11을 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용하는 유기 화합물의 구조식을 이하에 표시한다. 또한, 고분자 화합물의 구조식은 생략하였다.



Alq



ルブレン



BPhen

[0122] (발광소자 1)

[0123] 우선, 유리 기판(2100) 위에, 산화규소를 포함하는 산화 인듐-산화주석을 스퍼터링 법으로 성막하여, 제 1 전극(2101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하여, 전극 면적은 2mm x 2mm로 하였다.

[0124] 다음으로, 제 1 전극(2101) 위에, 정공 주입층(2102)을 형성하였다. 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌설폰산)(PEDOT/PSS) 수용액(카탈로그 번호 : BAYTRON P AI4083 LVW 142, Bayer사(社))에 대하여, 2-메톡시에탄올을 3 : 2 (= PEDOT/PSS : 2-메톡시에탄올)의 비율이 되도록 혼합하여, 균일하게 교반하여, 용액 A를 조절하였다. 우선, 제 1 전극(2101) 위에, 물과 2-메톡시에탄올의 혼합용액(3 : 2 = 물 : 2-메톡시에탄올)을 적하(滴下)하여, 스핀코팅법으로 도포하였다. 회전 조건은, 300rpm(3초간)으로 회전시킨 후, 2000rpm(20초간)으로 회전시켰다. 이어서, 용액 A를 적하하여, 300rpm(3초간)으로 회전시킨 후, 2000rpm(60초간)으로 회전시켜, 또한 3000rpm(10초간)으로 회전시켰다. 용액 A를 도포하기 전에, 물과 2-메톡시에탄올의 혼합 용액을 도포하는 처리를 행함으로써, 용액 A의 도포의 불균일함을 억제하여, PEDOT/PSS 층의 균일성을 향상시킬 수 있다. 그 후, 110°C로 설정한 진공 오븐 내에서 1시간, 감압 가열 건조하였다. 얻어진 PEDOT/PSS 층의 막 두께는 50nm이었다.

[0125] 다음으로, 정공 주입층(2102) 위에, 발광층(2103)을 형성하였다. 우선, 제 1 발광층(2121)으로서, SuperYellow와 루브렌을 포함하는 층을 형성하였다. 먼저, SuperYellow(카탈로그 번호 : PDY132, Merck사제(社製)) 0.1 g, 루브렌 0.0022 g을 탈기한 톨루엔 10 mL에 가하여, 중량비가 SuperYellow : 루브렌 = 1 : 0.02가 되도록 용액을 조절하였다. 또한, 용액 조절은 O<sub>2</sub>농도 및 H<sub>2</sub>O농도가 낮은 환경하에서 행하였다. 이 용액을 적하하여, 스핀코팅법에 의하여 도포하였다. 회전 조건은, 300rpm(3초간)으로 회전시킨 후, 1000rpm(60초간)으로 회전시켜, 또한, 2500rpm(10초간)으로 회전시켰다. 그 후, 질소 분위기하에서 80°C에서 10분간, 상암 건조시킨 후, 진공 오븐내에서 20분간, 감압 가열 건조하였다. 얻어진 제 1 발광층의 발광층(2121)의 막 두께는

80nm이었다.

[0126] 또한, 제 1 발광층(2121) 위에, 저항 가열에 의한 진공 증착법을 사용하여, 제 2 발광층(2122)을 형성하였다. 제 1 발광층(2121)이 형성된 면을 아래 쪽으로 하도록, 기판을 진공 증착장치내에 설치된 기판 홀더에 고정하여,  $10^{-4}$ Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 발광층(2121) 위에, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭 : Alq)과, 루브렌을 공증착함으로써, 제 2 발광층(2122)을 형성하였다. 그 막 두께는 10nm로 하고, Alq와 루브렌의 비율은, 중량비로 1 : 0.005 (= Alq : 루브렌)이 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실내에서 복수의 증착원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0127] 그 후, 저항 가열에 의한 증착법을 사용하여, 발광층(2103) 위에 바소페난트롤린(약칭 : BPhen)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 전자 수송층(2104)을 형성하였다.

[0128] 그 후, 저항 가열에 의한 증착법을 사용하여, 전자 수송층(2104) 위에, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 성막하여, 전자 주입층(2105)을 형성하였다.

[0129] 마지막으로, 저항 가열에 의한 증착법을 사용하여, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써, 제 2 전극(2106)을 형성하여, 발광소자 1을 제작하였다.

[0130] (비)교 발광소자 2)

[0131] 발광소자 1에 있어서의 제 2 발광층(2122) 대신에, Alq 층을 10nm의 막 두께로 형성하여, 비교 발광소자 2를 형성하였다. 다른 층은, 발광소자 1과 마찬가지로 형성하였다.

[0132] (비)교 발광소자 3)

[0133] 발광소자 1에 있어서 제 2 발광층(2122)과 전자 수송층(2104)을 형성하지 않는 구성의 소자를 제작하여, 비교 발광소자 3으로 하였다. 즉, SuperYellow와 루브렌을 포함하는 층 위에, 전자 주입층인 LiF 층을 형성하였다. 다른 층은, 발광소자 1과 마찬가지로 형성하였다.

[0134] 이상에 따라, 얻어진 발광소자 1, 비교 발광소자 2 및 비교 발광소자 3을, 질소 분위기하의 글러브박스(glove box)내에 있어서, 발광소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 행한 후, 이 발광소자들의 동작 특성에 대하여 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0135] 발광소자 1, 비교 발광소자 2 및 비교 발광소자 3의 발광 스펙트럼을 도 12에 도시한다. 도 12에 도시한 발광 스펙트럼은, 각 발광소자에 1 mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼이다. 도 12를 보면, 발광소자 1, 비교 발광소자 2 및 비교 발광소자 3 중 어느 하나도 루브렌으로부터의 발광을 나타내는 것을 알 수 있다.

[0136] 또한, 발광소자 1, 비교 발광소자 2 및 비교 발광소자 3에 대하여, 초기 휘도를  $1000 \text{ cd/m}^2$ 에 설정한 정전류 구동에 의한 연속 점등 시험을 행하였다. 그 결과를 도 13에 도시한다. 도 13에 있어서, 세로축은,  $1000 \text{ cd/m}^2$ 를 100%로 하였을 때의 규격화 휘도이다.

[0137] 도 13에서는 시험 개시로부터 0.5시간 후까지의 시험결과를 도시한다. 도 13을 보면, 발광소자 1은, 비교 발광 소자 2 및 비교 발광소자 3에 비하여, 초기 열화가 대폭적으로 억제된 것을 알 수 있다. 또한, 시험 개시로부터 50시간 후의 발광소자 1의 휘도는, 초기 휘도의 73 %를 유지한 것에 비하여, 비교 발광소자 2는 초기 휘도의 70 %, 비교 발광 소자 3은 초기 휘도의 43 %에 저하되었다.

[0138] 따라서, 본 발명을 적용함으로써, 수명이 긴 발광소자를 얻을 수 있다. 특히, 본 발명을 적용함으로써, 초기 열화를 대폭적으로 억제할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0139] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 발광소자를 설명하는 도면.

[0140] 도 2는 본 발명의 발광소자를 설명하는 도면.

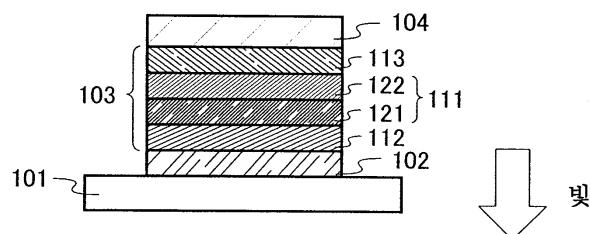
[0141] 도 3은 본 발명의 발광소자를 설명하는 도면.

[0142] 도 4a 내지 도 4b는 본 발명의 발광장치를 설명하는 도면.

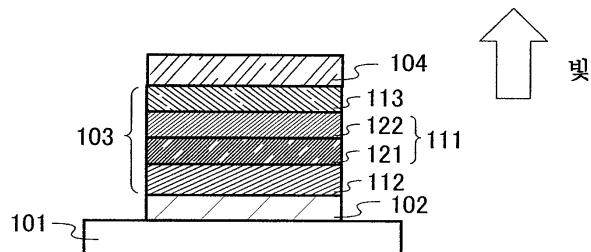
- [0143] 도 5는 본 발명의 발광장치를 설명하는 도면.
- [0144] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 전자기기를 설명하는 도면.
- [0145] 도 7은 본 발명의 전자기기를 설명하는 도면.
- [0146] 도 8은 본 발명의 조명장치를 설명하는 도면.
- [0147] 도 9는 본 발명의 조명장치를 설명하는 도면.
- [0148] 도 10은 본 발명의 발광소자의 에너지 준위를 설명하는 도면.
- [0149] 도 11은 실시예 1의 발광소자를 설명하는 도면.
- [0150] 도 12는 실시예 1에서 제작하는 발광소자의 발광 스펙트럼을 나타내는 도면.
- [0151] 도 13은 실시예 1에서 제작하는 발광소자의 규격화 휘도 시간 변화를 나타내는 도면.
- [0152] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- |        |            |            |
|--------|------------|------------|
| [0153] | 101:기판     | 102:제 1 전극 |
| [0154] | 103:EL 층   | 104:제 2 전극 |
| [0155] | 111:발광층    | 112:정공 수송층 |
| [0156] | 113:전자 수송층 | 121:제 1 충  |
| [0157] | 122:제 2 충  | 123:제 2 전극 |

### 도면

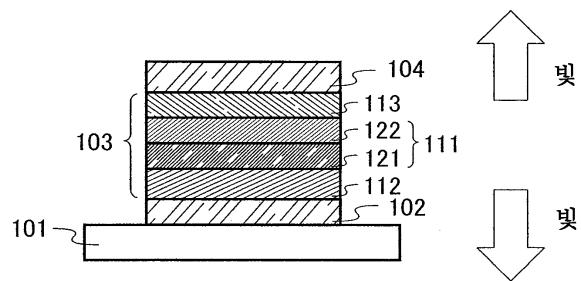
#### 도면1a



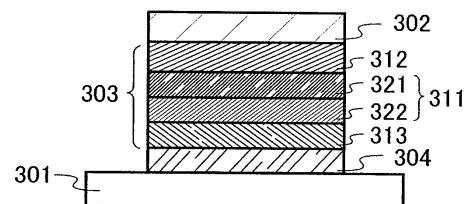
#### 도면1b



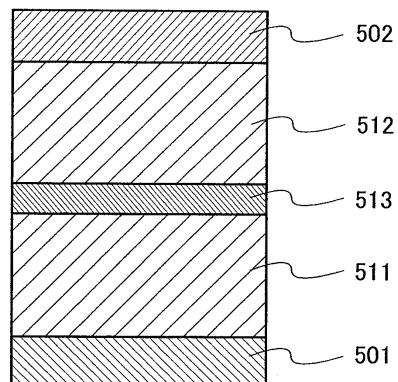
도면1c



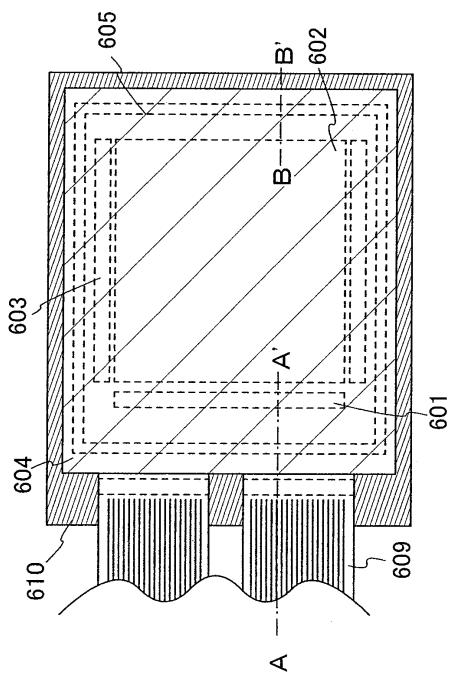
도면2



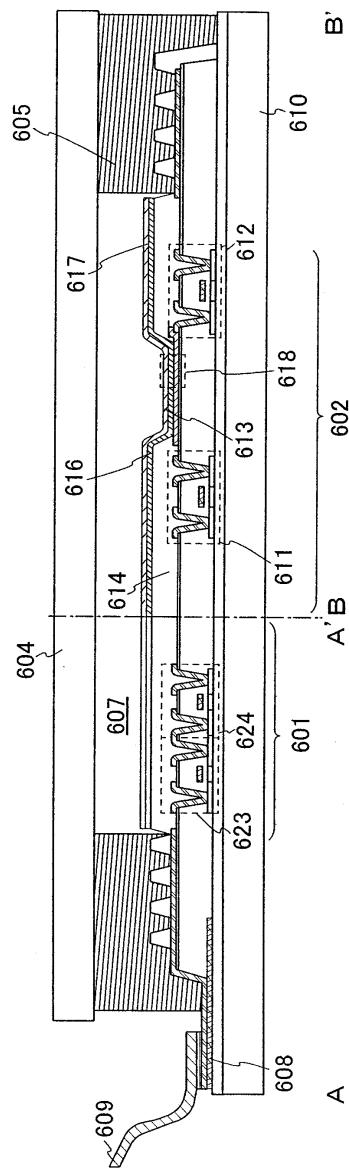
도면3



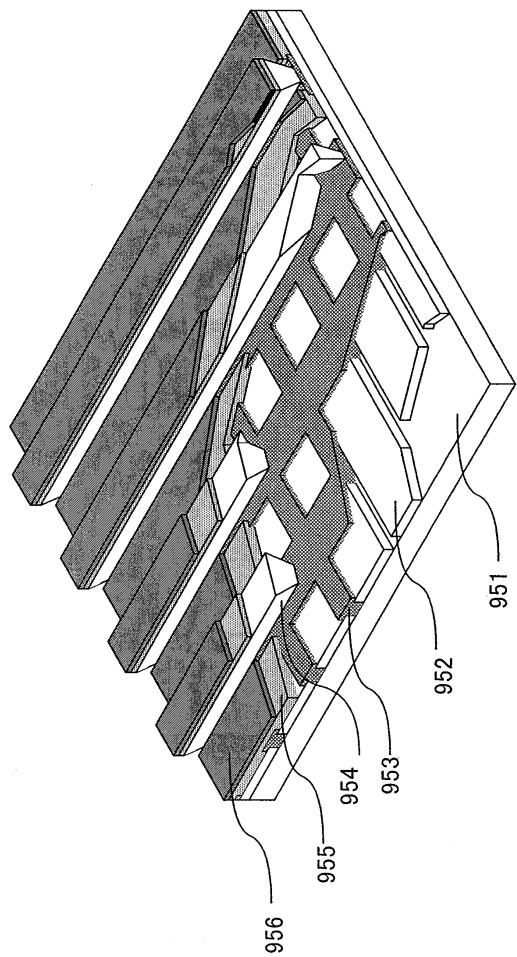
도면4a



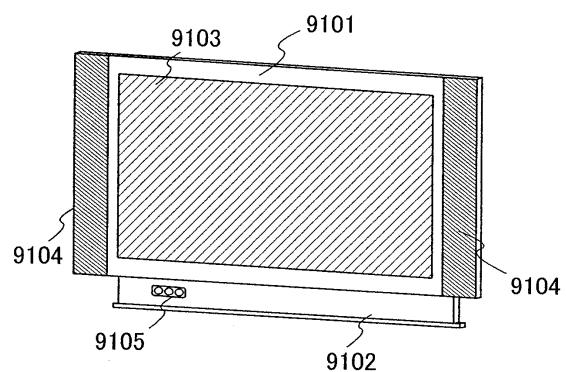
도면4b



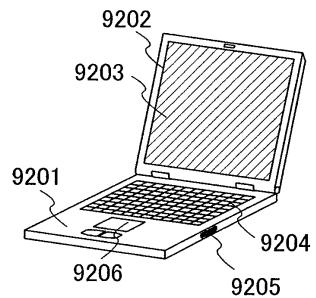
도면5



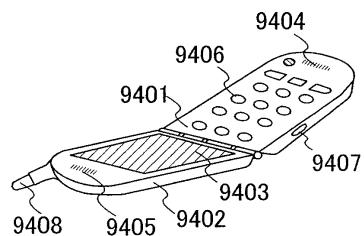
도면6a



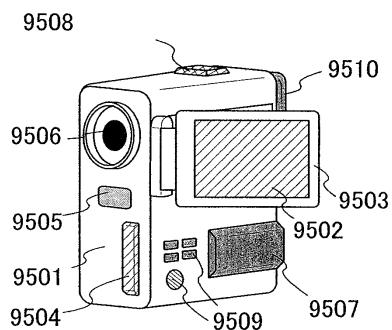
도면6b



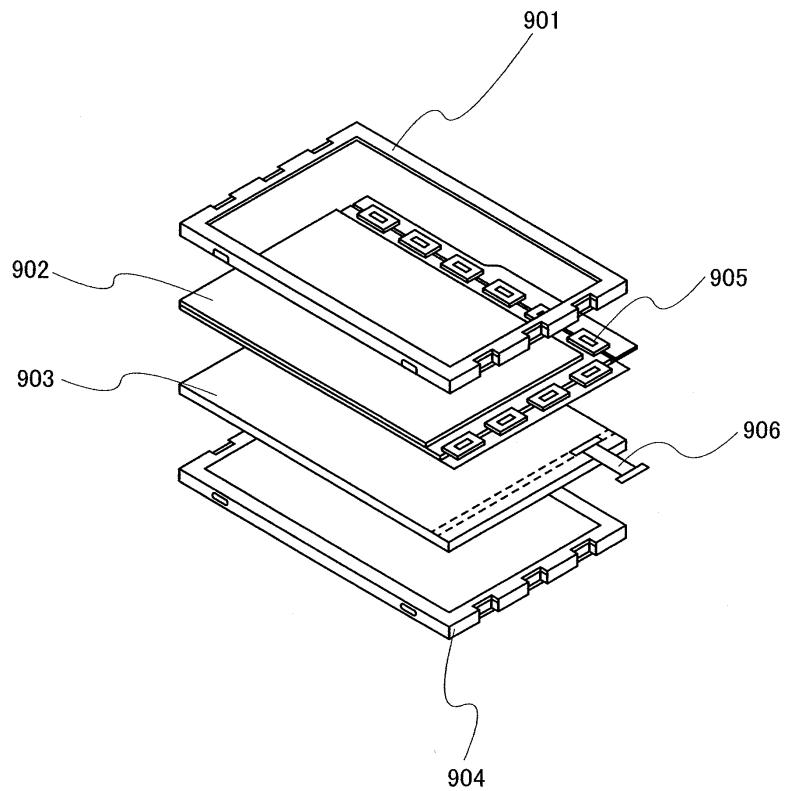
도면6c



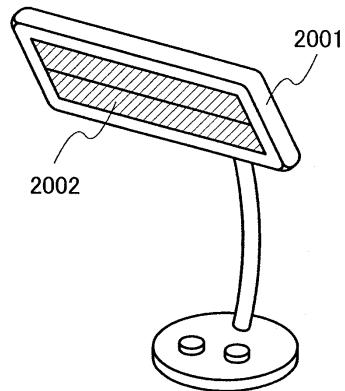
도면6d



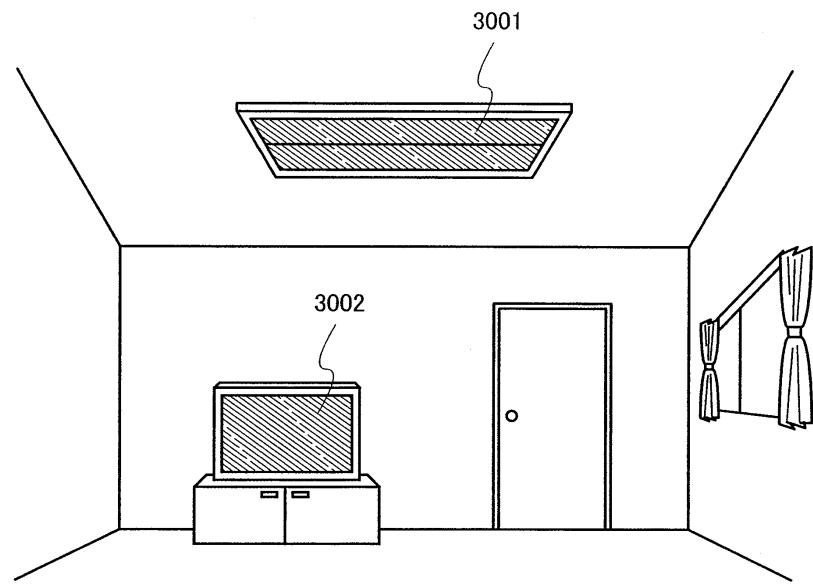
도면7



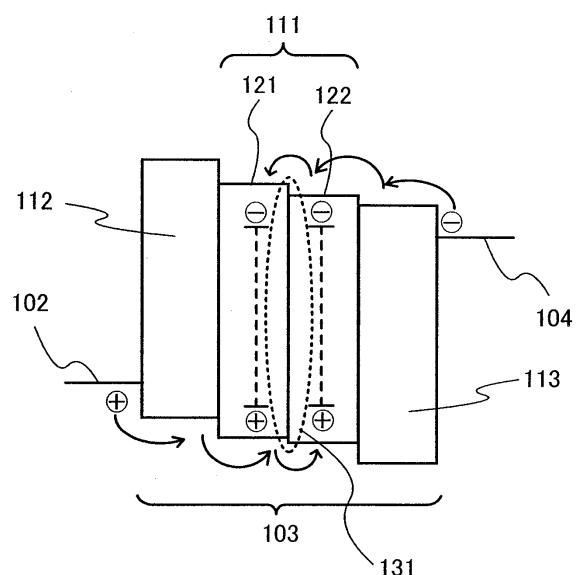
도면8



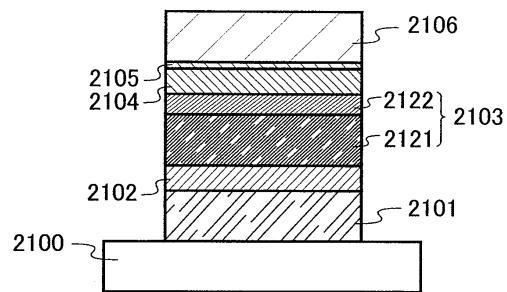
도면9



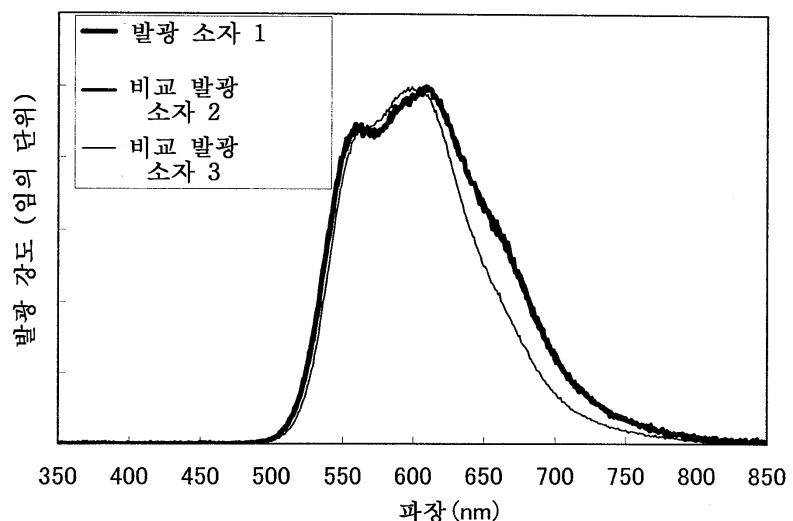
도면10



도면11



도면12



도면13

