



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월27일

(11) 등록번호 10-1434283

(24) 등록일자 2014년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0066876

(22) 출원일자 2007년07월04일

심사청구일자 2012년06월20일

(65) 공개번호 10-2008-0004382

(43) 공개일자 2008년01월09일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00184350 2006년07월04일 일본(JP)

JP-P-2006-00327609 2006년12월04일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP2000068057 A

JP2004273163 A

JP2004079413 A

JP평성07065958 A

전체 청구항 수 : 총 36 항

(54) 발명의 명칭 발광소자, 발광 장치 및 전자기기

(73) 특허권자

가부시키가이사 한도오따이 에네루기 켄큐쇼

일본국 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398

(72) 발명자

스즈키 츠네노리

일본국 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398 가부시키가  
이사 한도오따이에네루기 켄큐쇼 나이

세오 사토시

일본국 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398 가부시키가  
이사 한도오따이에네루기 켄큐쇼 나이

노무라 료지

일본국 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398 가부시키가  
이사 한도오따이에네루기 켄큐쇼 나이

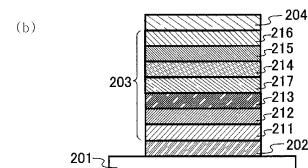
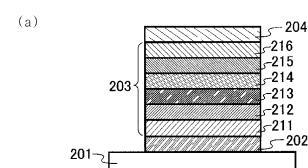
(74) 대리인

이화의

심사관 : 김홍섭

**(57) 요 약**

본 발명은 수명이 긴 발광소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또한, 수명이 긴 발광 장치 및 전자기기를 제공하는 것을 과제로 한다. 그 발광소자는, 한 쌍의 전극간에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 캐리어 수송성의 제1의 유기 화합물과, 상기 제1의 유기 화합물의 캐리어 수송성을 저하시키는 제2의 유기 화합물을 함유하고, 상기 제2의 유기 화합물은 상기 제1의 유기 화합물 중에 분산되는 것을 특징으로 한다. 이렇게 캐리어의 이동을 제어하는 층을 설치함으로써, 캐리어 밸런스의 시간에 따른 변화를 억제할 수 있다. 따라서, 장수명의 발광소자를 얻을 수 있다.

**대 표 도 - 도1**

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

발광소자에 있어서,

제1의 전극과,

제2의 전극과,

상기 제1의 전극과 상기 제2의 전극 사이의, 발광성을 갖는 제1 물질을 포함하는 발광층과,

상기 제2의 전극과 상기 발광층 사이의,

캐리어 수송성을 갖는 제2 물질; 및

상기 제2 물질의 상기 캐리어 수송성을 저하시키는 제3 물질을 포함한, 제1층과,

상기 제2의 전극과 상기 제1 층 사이의, 캐리어 수송성을 갖는 제4 물질을 포함한 제2 층을 포함하고,

상기 제2 물질은 상기 제4 물질과 다른, 발광소자.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 층에서, 상기 제2 물질의 중량비는, 상기 제3 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 캐리어는 전자이고,

상기 제2 물질의 최저공 케도준위와 상기 제3 물질의 최저공 케도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은, 발광소자.

### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 캐리어는 전자이며,

상기 제2 물질은 금속착체이며,

상기 제3 물질은 방향족 아민 화합물인, 발광소자.

### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 캐리어는 정공이며,

상기 제2 물질의 최고 피점유 케도준위와 상기 제3 물질의 최고 피점유 케도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은, 발광소자.

### 청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 캐리어는 정공이며,

상기 제2 물질은 방향족 아민 화합물이며,

상기 제3 물질은 금속착체인, 발광소자.

### 청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 발광층은 캐리어 수송성을 갖는 제5 물질을 더 포함하고,

상기 발광층에서, 상기 제5 물질의 중량비는 상기 제1 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제1의 전극과 상기 발광층 사이에 제3 층을 더 포함하되, 상기 제3 층은,

캐리어 수송성을 갖는 제5 물질; 및

상기 제5 물질의 상기 캐리어 수송성을 저하시키는 제6 물질을 포함하고,

상기 제3 층에서, 상기 제5 물질의 중량비는 상기 제6 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 9

발광소자에 있어서,

양극과,

음극과,

상기 양극과 상기 음극 사이의, 발광성을 갖는 제1 물질을 포함하는 발광층과,

상기 음극과 상기 발광층 사이의,

전자 수송성을 갖는 제2 물질; 및

정공 수송성을 갖는 제3 물질을 포함한, 제1층과,

상기 음극과 상기 제1 층 사이의, 전자 수송성을 갖는 제4 물질을 포함한 제2 층을 포함하고,

상기 제2 물질은 상기 제4 물질과 다른, 발광소자.

### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제1 층에서, 상기 제2 물질의 중량비는, 상기 제3 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제2 물질의 최저공 케도준위와 상기 제3 물질의 최저공 케도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은, 발광소자.

### 청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제2 물질은 금속착체이며,

상기 제3 물질은 방향족 아민 화합물인, 발광소자.

### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 발광층은 전자 수송성을 갖는, 발광소자.

### 청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제2 물질의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_1$ , 상기 제3 물질의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_2$ 로 하면,  $P_1/P_2 \geq 3$ 을 충족시키는, 발광소자.

### 청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 발광층은 전자 수송성을 갖는 제5 물질을 더 포함하고,

상기 발광층에서, 상기 제5 물질의 중량비는 상기 제1 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 양극과 상기 발광층 사이에 제3 층을 더 포함하되, 상기 제3 층은,

정공 수송성을 갖는 제5 물질; 및

전자 수송성을 갖는 제6 물질을 포함하고,

상기 제3 층에서, 상기 제5 물질의 중량비는 상기 제6 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 17

발광소자에 있어서,

양극과,

음극과,

상기 음극과 상기 양극 사이의, 발광성을 갖는 제1 물질을 포함하는 발광층과,

상기 양극과 상기 발광층 사이의,

정공 수송성을 갖는 제2 물질; 및

전자 수송성을 갖는 제3 물질을 포함한, 제1층과,

상기 양극과 상기 제1 층 사이의, 정공 수송성을 갖는 제4 물질을 포함한 제2 층을 포함하고,

상기 제2 물질은 상기 제4 물질과 다른, 발광소자.

### 청구항 18

제 1 항, 제 9 항 또는 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제3 물질의 발광 스펙트럼의 최고 피크의 파장과 상기 제1 물질의 발광 스펙트럼의 최고 피크의 파장간의 차이는 30nm이내인, 발광소자.

### 청구항 19

제 1 항, 제 9 항 또는 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제3 물질의 발광색과 상기 제1 물질의 발광색은 같은 색인, 발광소자.

### 청구항 20

제 1 항, 제 9 항 또는 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 층은 상기 발광층과 접하여 있는, 발광소자.

### 청구항 21

제 1 항, 제 9 항 또는 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 층의 두께는 5nm이상 20nm이하인, 발광소자.

### 청구항 22

제 17 항에 있어서,

상기 제1 층에서, 상기 제2 물질의 중량비는 상기 제3 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 제2 물질의 최고 피점유 궤도준위와 상기 제3 물질의 최고 피점유 궤도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은, 발광소자.

### 청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 제2 물질은 방향족 아민 화합물이며,

상기 제3 물질은 금속착체인, 발광소자.

### 청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 발광층은 정공 수송성을 갖는, 발광소자.

### 청구항 26

제 22 항에 있어서,

상기 제2 물질의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_1$ , 상기 제3 물질의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_2$ 로 하면,  $P_1/P_2 \leq 0.33$ 을 충족시키는, 발광소자.

### 청구항 27

제 22 항에 있어서,

상기 발광층은 정공 수송성을 갖는 제5 물질을 더 포함하고,

상기 발광층에서, 상기 제5 물질의 중량비는 상기 제1 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 28

제 7 항, 제 15 항 또는 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 물질과 상기 제5 물질의 구조는 서로 다른, 발광소자.

### 청구항 29

제 17 항에 있어서,

상기 제1 층과 상기 발광층 사이의, 정공 수송성을 갖는 제5 물질을 포함한 제3 층을 더 포함하는, 발광소자.

### 청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 제3 층은 상기 발광층 및 상기 제1 층과 접하여 있는, 발광소자.

### 청구항 31

제 17 항에 있어서,

상기 음극과 상기 발광층 사이에 제3 층을 더 포함하되, 상기 제3 층은,

전자 수송성을 갖는 제5 물질; 및

정공 수송성을 갖는 제6 물질을 포함하고,

상기 제3 층에서, 상기 제5 물질의 중량비는 상기 제6 물질의 중량비보다 큰, 발광소자.

### 청구항 32

제 8 항, 제 16 항 또는 제 31 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제3 층은 상기 발광층과 접하여 있는, 발광소자.

### 청구항 33

제 1 항, 제 9 항 또는 제 17 항 중 어느 한 항에 따른 발광소자를 포함한, 발광장치.

### 청구항 34

제 1 항, 제 9 항 또는 제 17 항 중 어느 한 항에 따른 발광소자를 포함한 표시부를 포함한, 전자기기.

### 청구항 35

제 1 항, 제 9 항 또는 제 17 항 중 어느 한 항에 따른 발광소자를 포함한 조명장치.

### 청구항 36

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 층과 상기 발광층 사이의, 전자 수송성을 갖는 제 5 물질을 포함한 제3층을 더 포함하는, 발광소자.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 전류여기형의 발광소자에 관한 것이다. 또한, 발광소자를 가지는 발광 장치, 전자기기에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 수명이 긴 전류여기형의 발광소자에 관한 것이다. 또한, 그것을 사용한 발광 장치, 전자기기에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근, 일렉트로루미네센스(Electroluminescence)을 이용한 발광소자의 연구 개발이 열심히 행해지고 있다. 이것들 발광소자의 기본적인 구성은, 한 쌍의 전극간에 발광성의 물질을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가함에 의해, 발광성의 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이러한 발광소자는 자발광형이기 때문에, 액정 모니터에 비교해 화소의 시인성이 높고, 백라이트가 불필요한 등의 이점이 있고, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다고 여겨지고 있다. 또한, 이러한 발광소자는, 초경량으로 제작할 수 있는 것도 큰 이점이다. 또한, 대단히 응답 속도가 빠른 것도 특징의 하나다.

[0004] 그리고, 이것들의 발광소자는 막모양으로 형성하는 것이 가능하기 때문에, 대면적의 소자를 형성 함에 의해, 면형의 발광을 용이하게 얻을 수 있다. 이것은, 백열전구나 LED로 대표되는 점광원, 혹은 형광등으로 대표되는 선광원에서는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 일렉트로루미네센스를 이용한 발광소자는, 발광성의 물질이 유기 화합물인지, 무기화합물인지에 의해 대별할 수 있지만, 본 발명은, 발광성의 물질에 유기 화합물을 사용하는 것이다.

[0006] 그 경우, 발광소자에 전압을 인가 함에 의해, 한 쌍의 전극으로부터 전자 및 정공이 각각 발광성의 유기 화합물을 포함하는 층에 주입되어, 전류가 흐른다. 그리고, 그것들 캐리어(전자 및 정공)가 재결합 함에 의

해, 발광성의 유기 화합물이 여기상태를 형성하고, 그 여기상태가 기저상태로 되돌아올 때에 발광한다.

[0007] 이러한 메커니즘으로부터, 이러한 발광소자는 전류여기형의 발광소자라고 불린다. 또한, 유기 화합물이 형성하는 여기상태의 종류로서는, 일중항 여기상태와 삼중항 여기상태가 가능해서, 일중항 여기상태로부터의 발광이 형광, 삼중항 여기상태로부터의 발광이 인광이라고 부르고 있다.

[0008] 이러한 발광소자에 관해서는, 그 소자특성을 향상시킬 때, 재료에 의존한 문제가 많고, 이것들을 극복하기 위해서 소자구조의 개량이나 재료개발 등이 행해지고 있다.

[0009] 예를 들면, 비특허문헌1에서는, 정공 블록층을 설치함으로써, 인광재료를 사용한 발광소자를 효율적으로 발광시키고 있다.

[0010] [비특허문헌1] 테쓰오 쯔쯔이, 외 8명, 재피니즈 저널 오브 애플라이드 피직스, vol.38 , L1502-L1504(1999).

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

[0011] 그렇지만, 비특허문헌1에 기재되어 있는 것 같이 정공 블록층은 내구성이 없고, 발광소자의 수명은 짧고, 그 때문에 발광소자의 더욱 장수명화가 요구되고 있다.

[0012] 이상과 같은 것으로부터, 본 발명은 수명이 긴 발광소자를 제공하는 것을 과제로 한다. 또한, 수명이 긴 발광 장치 및 전자기기를 제공하는 것을 과제로 한다.

### 과제 해결수단

[0013] 본 발명자들은, 예의 검토를 거듭한 결과, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 설치함으로써, 캐리어 밸런스의 시간에 따른 변화를 억제할 수 있는 것을 찾아냈다. 또한, 그것에 의하여, 수명이 긴 발광소자가 얻어지는 것을 찾아냈다.

[0014] 따라서, 본 발명의 하나는, 한 쌍의 전극간에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 캐리어 수송성의 제1의 유기 화합물과, 상기 제1의 유기 화합물의 캐리어 수송성을 저하시키는 제2의 유기 화합물을 함유하고, 상기 제2의 유기 화합물은 상기 제1의 유기 화합물중에 분산되는 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0015] 상기 구성에 있어서, 캐리어가 전자의 경우, 제1의 유기 화합물의 최저공궤도준위와 제2의 유기 화합물의 최저공궤도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성에 있어서, 캐리어가 전자의 경우, 제1의 유기 화합물은, 금속착체이며, 제2의 유기 화합물은, 방향족아민 화합물인 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성에 있어서, 캐리어가 정공의 경우, 제1의 유기 화합물의 최고 괴점유 궤도준위와 제2의 유기 화합물의 최고 괴점유 궤도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성에 있어서, 캐리어가 정공의 경우, 제1의 유기 화합물은, 방향족아민 화합물이며, 제2의 유기 화합물은, 금속착체인 것이 바람직하다.

[0016] 또한, 본 발명의 하나는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 2개의 층을 가지고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층은 상기 발광층과 제2의 전극과의 사이, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층은 상기 발광층과 제1의 전극과의 사이에, 각각 설치되어 있고,

[0017] 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층은, 캐리어 수송성의 제1의 유기 화합물과, 상기 제1의 유기 화합물의 캐리어 수송성을 저하시키는 제2의 유기 화합물을 함유하고, 상기 제2의 유기 화합물은 상기 제1의 유기 화합물중에 분산되어져 있고,

[0018] 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층은, 캐리어 수송성의 제3의 유기 화합물과, 상기 제3의 유기 화합물의 캐리어 수송성을 저하시키는 제4의 유기 화합물을 함유하고, 상기 제4의 유기 화합물은 상기 제3의 유기 화합물중에 분산되어져 있고,

[0019] 또한 상기 한쪽의 층에 있어서의 캐리어 수송성은, 상기 다른쪽의 층에 있어서의 상기 캐리어 수송성과는 다른 것을 특징으로 하는 발광소자로 할 수도 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 하나는, 한 쌍의 전극간에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 제1의 유기 화합물과 제2의 유

기 화합물의 캐리어 수송의 극성이 다른 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0021] 또한, 본 발명의 하나는, 한 쌍의 전극간에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 제1의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물이며, 제2의 유기 화합물은, 정공수송성의 유기 화합물인 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0022] 또한 본 발명의 하나는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 발광층과 제2의 전극과의 사이에 설치되어 있고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 제1의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물이며, 제2의 유기 화합물은, 정공수송성의 유기 화합물이며, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 있어서, 제2의 유기 화합물보다도 제1의 유기 화합물이 많이 포함되어 있고, 제1의 전극의 전위가 제2의 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가하는 것에 의해, 발광층으로부터의 발광이 얻어지는 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0023] 상기 구성에 있어서, 제1의 유기 화합물의 최저공궤도준위와 제2의 유기 화합물의 최저공궤도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은 것이 바람직하다. 또는, 제1의 유기 화합물은, 금속착체이며, 제2의 유기 화합물은, 방향족아민 화합물인 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성에 있어서, 발광층은, 전자수송성인 것이 바람직하다. 또는, 발광층은, 제3의 유기 화합물과 제4의 유기 화합물을 가지고, 제3의 유기 화합물은, 제4의 유기 화합물보다도 많이 포함되고 있고, 제3의 유기 화합물은 전자수송성인 것이 바람직하다. 이 경우, 제1의 유기 화합물과 제3의 유기 화합물은 다른 종류의 유기 화합물인 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 본 발명의 하나는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 발광층과 제1의 전극과의 사이에 설치되어 있고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 제1의 유기 화합물은, 정공수송성의 유기 화합물이며, 제2의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물이며, 캐리어의 이동을 제어하는 층에서, 제2의 유기 화합물보다도 제1의 유기 화합물이 많이 포함되고 있고, 제1의 전극의 전위가 제2의 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가 함에 의해, 발광층으로부터의 발광이 얻어지는 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0025] 상기 구성에 있어서, 제1의 유기 화합물의 최고피점유 궤도준위와 제2의 유기 화합물의 최고피점유 궤도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은 것이 바람직하다. 또는, 제1의 유기 화합물은, 방향족아민 화합물이며, 제2의 유기 화합물은, 금속착체인 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성에 있어서, 발광층은, 정공수송성인 것이 바람직하다. 또는, 발광층은, 제3의 유기 화합물과 제4의 유기 화합물을 가지고, 제3의 유기 화합물은, 제4의 유기 화합물보다도 많이 포함되고 있고, 제3의 유기 화합물은 정공수송성인 것이 바람직하다. 이 경우, 제1의 유기 화합물과 제3의 유기 화합물은 다른 종류의 유기 화합물인 것이 바람직하다.

[0026] 또한 본 발명의 하나는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 2개의 층을 가지고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층은 상기 발광층과 제2의 전극과의 사이, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층은 상기 발광층과 제1의 전극과의 사이에, 각각 설치되어 있고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 상기 제1의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물이며, 상기 제2의 유기 화합물은, 정공수송성의 유기 화합물이며, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층에 있어서, 상기 제2의 유기 화합물보다도 상기 제1의 유기 화합물이 많이 포함되고 있고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층은, 제3의 유기 화합물과 제4의 유기 화합물을 포함하고, 상기 제3의 유기 화합물은, 정공수송성의 유기 화합물이며, 상기 제4의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물이며, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층에 있어서, 상기 제4의 유기 화합물보다도 상기 제3의 유기 화합물이 많이 포함되고 있고, 상기 제1의 전극의 전위가 상기 제2의 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가 함에 의해, 상기 발광층으로부터의 발광이 얻어지는 것을 특징으로 하는 발광소자로 할 수도 있다.

[0027] 또한 본 발명의 하나는, 한 쌍의 전극간에 발광층과, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 제1의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_1$ , 제2의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_2$ 로 하면,  $P_1/P_2 \geq 3$  또는  $P_1/P_2 \leq 0.33$ 의 관계를 충족시키는 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0028] 또한 본 발명의 하나는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 발광층과 제2의 전극과의 사이에 설치되어 있고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 제1의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_1$ , 제2의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_2$ 로 하면,  $P_1/P_2 \geq 3$ 이며, 캐리어의 이동을 제어하는 층

에 있어서, 제2의 유기 화합물보다도 제1의 유기 화합물이 많이 포함되고 있고, 제1의 전극의 전위가 제2의 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가 함에 의해, 발광층으로부터의 발광이 얻어지는 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0029] 상기 구성에 있어서, 제1의 유기 화합물의 최저공궤도준위와 제2의 유기 화합물의 최저공궤도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은 것이 바람직하다. 또는, 제1의 유기 화합물은, 금속착체이며, 제2의 유기 화합물은, 방향족아민 화합물인 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성에 있어서, 발광층은, 전자수송성인 것이 바람직하다. 또는, 발광층은, 제3의 유기 화합물과 제4의 유기 화합물을 가지고, 제3의 유기 화합물은, 제4의 유기 화합물보다도 많이 포함되고 있고, 제3의 유기 화합물은 전자수송성인 것이 바람직하다. 이 경우, 제1의 유기 화합물과 제3의 유기 화합물은 다른 종류의 유기 화합물인 것이 바람직하다.

[0030] 또한 본 발명의 하나는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 발광층과 제1의 전극과의 사이에 설치되어 있고, 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 제1의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_1$ , 제2의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_2$ 로 하면,  $P_1/P_2 \leq 0.33$ 이며, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 있어서, 제2의 유기 화합물보다도 제1의 유기 화합물이 많이 포함되고 있고, 제1의 전극의 전위가 제2의 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가 함에 의해, 발광층으로부터의 발광이 얻어지는 것을 특징으로 하는 발광소자다.

[0031] 상기 구성에 있어서, 제1의 유기 화합물의 최고 피점유 궤도준위와 제2의 유기 화합물의 최고 피점유 궤도준위와의 차이는 0.3eV보다 작은 것이 바람직하다. 또는, 제1의 유기 화합물은, 방향족아민 화합물이며, 제2의 유기 화합물은, 금속착체인 것이 바람직하다. 또한, 상기 구성에 있어서, 발광층은, 정공수송성인 것이 바람직하다. 또는, 발광층은, 제3의 유기 화합물과 제4의 유기 화합물을 가지고, 제3의 유기 화합물은, 제4의 유기 화합물보다도 많이 포함되고 있고, 제3의 유기 화합물은 정공수송성인 것이 바람직하다. 이 경우, 제1의 유기 화합물과 제3의 유기 화합물은 다른 종류의 유기 화합물인 것이 바람직하다.

[0032] 또한 본 발명의 하나는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 발광층과 캐리어의 이동을 제어하는 2개의 층을 가지고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층은 상기 발광층과 제2의 전극과의 사이, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층은 상기 발광층과 제1의 전극과의 사이에, 각각 설치되어 있고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층은, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물을 포함하고, 상기 제1의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_1$ , 상기 제2의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_2$ 로 하면,  $P_1/P_2 \geq 3$ 이며, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 한쪽의 층에 있어서, 상기 제2의 유기 화합물보다도 상기 제1의 유기 화합물이 많이 포함되고 있고, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층은, 제3의 유기 화합물과 제4의 유기 화합물을 포함하고, 상기 제3의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_3$ , 상기 제4의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_4$ 로 하면,  $P_3/P_4 \leq 0.33$ 이며, 상기 캐리어의 이동을 제어하는 다른쪽의 층에 있어서, 상기 제4의 유기 화합물보다도 상기 제3의 유기 화합물이 많이 포함되고 있고, 상기 제1의 전극의 전위가 상기 제2의 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가 함에 의해, 상기 발광층으로부터의 발광이 얻어지는 것을 특징으로 하는 발광소자로 할 수도 있다.

[0033] 또한 상기 구성에 있어서, 캐리어의 이동을 제어하는 층의 막두께는, 5nm이상 20nm이하인 것이 바람직하다. 또한 상기 구성에 있어서, 캐리어의 이동을 제어하는 층과 발광층은 접하도록 설치되는 것이 바람직하다.

[0034] 또한, 본 발명은, 전술한 발광소자를 가지는 발광 장치도 범주에 포함되는 것이다. 본 명세서에 있어서의 발광 장치란, 화상표시 디바이스, 발광 디바이스, 혹은 광원(조명 장치를 포함한다)을 포함한다. 또한, 발광 소자가 형성된 패널에 코넥터, 예를 들면, FPC(Flexible printed circuit) 혹은 TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 혹은 TCP(Tape Carrier Package)가 부착된 모듈, TAB테이프나 TCP의 끝에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 또는 발광소자가 형성된 기판에 COG(Chip On Glass)방식에 의해 IC(집적회로)이 직접 설치된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다.

[0035] 또한, 본 발명의 발광소자를 표시부에 사용한 전자기기도 본 발명의 범주에 포함하는 것으로 한다. 따라서, 본 발명의 전자기는, 표시부를 가지고, 표시부는, 전술한 발광소자와 발광소자의 발광을 제어하는 제어 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

## 효과

[0036]

본 발명의 발광소자는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 설치하고 있고, 캐리어 밸런스의 시간에 따른 변화를 억제할 수 있다. 따라서, 장수명의 발광소자를 얻을 수 있다. 또한 본 발명의 발광소자를, 발광 장치 및 전자기기에 적용 함에 의해, 발광 효율이 높고, 소비 전력이 저감된 발광 장치 및 전자기기를 얻을 수 있다. 또한 수명이 긴 발광 장치 및 전자기기를 얻을 수 있다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0037]

우선, 발광소자에 있어서의 휘도열화 요인에 관하여 설명한다. 발광소자는 통상, 일정전류에 의해 구동되는 것이 많지만, 그 경우, 휘도열화란 전류효율의 저하다. 그리고, 전류효율은, 흐르고 있는 전류에 대한 빛의 출력이기 때문에, 흐르고 있는 캐리어 중 어느 정도가 발광층내에 있어서 재결합에 기여하고 있는지(캐리어 밸런스), 혹은 발광층내에서 재결합한 캐리어 중(즉, 여기자 중) 어느 정도가 발광에 기여하고 있는지(양자 수율)에 크게 좌우된다.

[0038]

그로 판단해 보면, 휘도열화 요인으로서는, 캐리어 밸런스의 시간 경과적인 변화, 혹은 양자수율의 시간 경과 열화가 큰 웨이트를 차지하고 있다고 생각된다. 본 발명에서는, 캐리어 밸런스의 시간 경과적인 변화에 착안하였다.

[0039]

이하, 본 발명의 실시형태에 관해서 도면을 사용하여 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 일탈하지 않고 그 형태 및 상세를 다양하게 변경할 수 있는 것은 당업자라면 용이하게 이해된다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정해서 해석되는 것은 아니다.

[0040]

(실시형태 1)

[0041]

본 발명의 발광소자의 일 형태에 대해서 도 1a를 사용해서 이하에 설명한다. 본 실시형태에서는, 캐리어의 이동을 제어하는 층으로서, 전자의 이동을 제어하는 층을 설치한 발광소자에 관하여 설명한다. 즉, 본 발명에서는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 사용하여, 캐리어 밸런스의 시간에 따른 변화를 억제하고, 발광소자를 장수명화하기 위해서, 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어의 재결합이 행해지도록 한 것이다.

[0042]

본 발명의 발광소자는, 한 쌍의 전극간에 복수의 층을 가진다. 상기 복수의 층은, 전극으로부터 떨어진 곳에 발광 영역이 형성되도록, 즉 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어의 재결합이 행해지도록, 캐리어 주입성의 높은 물질이나 캐리어 수송성의 높은 물질로 이루어진 층을 조합해서 적층된 것이다.

[0043]

본 실시형태에 있어서, 발광소자는, 제1의 전극(202)와, 제2의 전극(204)과, 제1의 전극(202)과 제2의 전극(204)과의 사이에 설치된 EL층(203)으로 구성되어 있다. 또한, 본 형태에서는 제1의 전극(202)은 양극으로서 기능하고, 제2의 전극(204)은 음극으로서 기능하는 것으로서, 이하 설명을 한다. 즉, 제1의 전극(202)쪽이 제2의 전극(204)보다도 전위가 높아지도록, 제1의 전극(202)과 제2의 전극(204)에 전압을 인가했을 때에, 발광을 얻을 수 있는 것으로서, 이하 설명을 한다.

[0044]

기판(201)은 발광소자의 지지체로서 사용할 수 있다. 기판(201)으로서는, 예를 들면, 유리, 또는 플라스틱등을 사용할 수 있다. 또한, 본 발명의 발광소자에 있어서는, 기판(201)은, 상기 발광소자를 이용하는 제품인 발광 장치 혹은 전기기기중에 잔존하도록 해서 좋지만, 발광소자의 제작 공정에 있어서 지지체로서 기능하는 것이어도 좋고, 그 경우에는 최종 제품중에 잔존하지 않게 된다.

[0045]

제1의 전극(202)으로서는, 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV이상)금속, 합금, 전기도전성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들면, 산화인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 규소 혹은 산화 규소를 함유한 산화인듐-산화 주석, 산화인듐-산화아연(IZO: Indium Zinc Oxide), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO)등을 들 수 있다.

[0046]

이러한 도전성 금속산화물막은, 보통 스퍼터에 의해 성막되지만, 졸-겔법 등을 응용하고, 잉크젯법, 스펀 코트법등에 의해 제작해도 개의치 않는다. 예를 들면, 산화인듐-산화아연(IWO)은, 산화인듐에 대하여 1 내지 20wt %의 산화아연을 더한 타겟을 사용해서 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 또한 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO)은, 산화인듐에 대하여 산화텅스텐을 0.5 내지 5wt %, 산화아연을 0.1 내지 1wt % 함유한 타겟을 사용해서 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 이밖에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텉스텐(W), 크롬

(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 티타늄(Ti), 또는 금속재료의 질화물(예를 들면, 질화 티타늄) 등을 들 수 있다.

[0047] 또한, 제1의 전극과 접하는 층으로서, 후술하는 복합재료를 포함하는 층을 사용했을 경우에는, 제1의 전극으로서, 일함수의 대소에 관계없이, 여러가지 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 예를 들면, 알루미늄(Al), 은(Ag), 알루미늄을 포함하는 합금(AlSi) 등을 사용할 수 있다. 또한, 본 명세서중에 있어서, 복합이란, 단지 2개의 재료를 혼합시킬뿐만 아니라, 복수의 재료를 혼합함으로써 재료간의 전하의 교환이 행해질 수 있는 상태가 되는 것을 말한다.

[0048] 또한, 일함수가 작은 재료인, 원소주기표의 제1족 또는 제2족에 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), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류금속 및 이것들을 포함하는 합금 등을 사용할 수도 있다. 알칼리 금속, 알칼리토류 금속, 이것들을 포함하는 합금의 막은, 진공증착법을 사용해서 형성할 수 있다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리토류 금속을 포함하는 합금의 막은 스퍼터링법에 의해 형성하는 것도 가능하다. 또한, 은 페이스트등을 잉크젯법등에 의해 성막하는 것도 가능하다.

[0049] EL층(203)은, 제1의 층(211), 제2의 층(212), 제3의 층(213), 제4의 층(214), 제5의 층(215), 제6의 층(216)을 가지고 있고, 이 EL층(203)에 있어서, 제3의 층(213)은 발광층, 제4의 층(214)은 캐리어의 이동을 제어하는 층이다. 이때, 본 발명에 있어서는, EL층(203)은, 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 층과, 발광층을 가지고 있으면 좋고, 그 밖의 층 적층구조에 관해서는 특별하게 한정되지 않는다. 예를 들면, 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 캐리어의 이동을 제어하는 층, 전자수송층, 전자주입층 등을 적당하게 조합하여 구성할 수 있다.

[0050] 제1의 층(211)은, 정공주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 정공주입성이 높은 물질로서는, 몰리브덴산화물(MoO<sub>x</sub>)이나 바나듐산화물(VO<sub>x</sub>), 루테늄 산화물(RuO<sub>x</sub>), 텉스텐산화물(WO<sub>x</sub>), 망간산화물(MnO<sub>x</sub>) 등을 사용할 수 있다. 이밖에, 저분자의 유기 화합물로서는, 프탈로시아닌(약칭:H<sub>2</sub>Pc), 구리(II)프탈로시아닌(약칭:CuPc), 바나딜(I V)프탈로시아닌(VOPc)등의 프탈로시아닌계의 화합물을 들 수 있다.

[0051] 또한, 4, 4', 4'' -트리스(tris)(N, N-디페닐 아미노)트리페닐아민(약칭:TDATA), 4, 4', 4'' -트리스[N-(3-메틸 폐닐)-N-페닐 아미노]트리페닐아민(약칭:MTDATA), 4, 4' -비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:DPAB), 4, 4' -비스(N-{4-[N' -(3-메틸 폐닐)-N' -페닐 아미노]페닐}-N-페닐 아미노)비페닐(약칭:DNTPD), 1, 3, 5-트리스[N-(4-디지페닐아미노페닐)-N-페닐 아미노]벤젠(약칭:DPA3B), 3-[N-(9-페닐칼바졸-3-일)-N-페닐 아미노]-9-페닐칼바졸(약칭:PCzPCA<sub>1</sub>), 3, 6-비스[N-(9-페닐칼바졸-3-일)-N-페닐 아미노]-9-페닐칼바졸(약칭:PCzPCA<sub>2</sub>), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐칼바졸-3-일)아미노]-9-페닐칼바졸(약칭:PCzPCN<sub>1</sub>) 등의 방향족 아민 화합물을 들 수 있다.

[0052] 또한, 제1의 층(211)으로서, 정공수송성이 높은 물질에 억셉터성 물질을 함유시킨 복합재료를 사용할 수 있다. 또한, 정공수송성이 높은 물질에 억셉터성 물질을 함유시킨 것을 사용함으로써, 전극의 일함수에 따르지 않고 전극을 형성하는 재료를 고를 수 있다. 즉, 제1의 전극(202)으로서 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료를 사용할 수 있다. 이것들의 복합재료는, 정공수송성이 높은 물질과 억셉터 물질을 공증착 함에 의해 형성할 수 있다.

[0053] 복합재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 방향족아민 화합물, 칼바졸유도체, 방향족 탄화수소, 고분자화합물(올리고마, 텐드리마, 폴리머 등)등, 가지 가지의 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. 단, 전자보다도 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이것들 이외의 물건을 사용해도 된다. 이하에서는, 복합재료에 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0054] 복합재료에 사용할 수 있는 유기 화합물로서는, 예를 들면, MTDATA, TDATA, DPAB, DNTPD, DPA3B, PCzPCA<sub>1</sub>, PCzPCA<sub>2</sub>, PCzPCN<sub>1</sub>, 4, 4' -비스[N-(1-나프틸)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:NPB 또는 α-NPD), N, N' -비스(3-메틸 폐닐)-N, N' -디페닐-[1, 1' -비페닐]-4, 4' -디아민(약칭:TPD)등의 방향족아민화합물이나, 4, 4' -디(N-칼바조릴)비페닐(약칭:CBP), 1, 3, 5-트리스[4-(N-칼바조릴)페닐]-벤젠(약칭:TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-칼바졸(약칭:CzPA), 1, 4-비스[4-(N-칼바조릴)페닐]-2, 3, 5, 6-테트라페닐벤젠 등의 칼바졸 유도체를 들 수 있다.

[0055]

또한, 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-디페닐 폐닐)안트라센(약칭:DPPA), 2-*tert*-부틸9, 10-비스(4-페닐 폐닐)안트라센(약칭:t-BuDBA), 9, 10-디(2-나프틸)안트라센(약칭:DNA), 9, 10-디페닐 안트라센(약칭:DPAnth), 2-*tert*-부틸 안트라센(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-페닐 폐닐)-9, 9' -비안트릴, 10, 10' -비스 [(2, 3, 4, 5, 6-펜타 폐닐)페닐]-9, 9' -비안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 폐릴렌, 2, 5, 8, 11-테트라(*tert*-부틸)페릴렌, 펜타센, 코로네, 4, 4' -비스(2, 2-디페닐 비닐)비페닐(약칭:DPVBi), 9, 10-비스[4-(2, 2-디페닐 비닐)페닐]안트라센(약칭:DPVP A)등의 방향족 탄화수소 화합물을 들 수 있다.

[0056]

또한, 억셉터성 물질로서는, 7, 7, 8, 8-테트라플루로퀴노디메탄(약칭:F<sub>4</sub>-TCNQ), 쿠로라닐 등의 유기 화합물이나, 천이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소주기표에 있어서의 제4족 내지 제8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화바나지움, 산화니오브, 산화탄탈, 산화크로뮴, 산화몰리브덴, 산화텅스텐, 산화망간, 산화레니움은 전자수용성이 높기 때문에 바람직하다. 이 중에서도 특히, 산화몰리브덴은 대기중에서도 안정하고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0057]

또한, 제1의 층(211)으로서는, 고분자화합물(올리고마, 핸드리마, 폴리머 등)을 사용할 수 있다. 예를 들면, 폴리(N-비닐칼바졸)(약칭:PVK)폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭:PVTPA), 폴리[N-(4-{N' -[4-(4-디페닐 아미노)페닐]-N' -페닐 아미노}페닐)메타크릴 아미드](약칭:PTPDMA), 폴리[N, N' -비스(4-부틸 폐닐)-N, N' -비스(폐닐)벤지딘](약칭:Poly-TPD)등의 고분자화합물을 들 수 있다. 또한 폴리(3, 4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌 술폰산)(PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스티렌 술폰산)(PAhi/PSS)등의 산을 첨가한 고분자화합물을 사용할 수 있다.

[0058]

또한, 전술한 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD등의 고분자화합물과, 전술한 억셉터성 물질을 사용해서 복합재료를 형성하고, 제1의 층(211)으로서 사용해도 된다.

[0059]

제2의 층(212)은, 정공수송성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 정공수송성이 높은 물질로서는, 저분자의 유기 화합물로서는, NPB(또는 α-NPD), TPD, 4, 4' -비스[N- (9, 9-디메틸플루오렌-2-일)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:DFLDPBi), 4, 4' -비스[N- (스피로-9, 9' -비플루오렌-2-일)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:BSPB)등의 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로 10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs이상의 정공이동도를 가지는 물질이다.

[0060]

단, 전자보다도 정공의 수송성이 높은 물질이면, 상기 이외의 것을 사용해도 된다. 또한, 정공수송성이 높은 물질을 포함하는 층은, 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층이상 적층한 것으로 해도 된다.

[0061]

또한, 제2의 층(212)으로서, PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD등의 고분자화합물을 사용할 수도 있다.

[0062]

제3의 층(213)은, 발광성이 높은 물질을 포함하는 층이며, 가지 가지의 재료를 사용할 수 있다. 저분자의 유기 화합물로서는, 구체적으로는, 청색계의 발광 재료로서, N, N' -비스 [4- (9H-칼바졸-9-일)페닐]-N, N' -디페닐스틸렌-4, 4' -디아민(약칭:YGA2S), 4-(9H-칼바졸-9-일)-4' -(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭:YGAPA)등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, N- (9, 10-디페닐-2-안트릴)-N, 9-디페닐-9H-칼바졸-3-아민(약칭:2PCAPA), N- [9, 10-비스(1, 1' -비페닐-2-일)-2-안트릴]-N, 9-디페닐-9H-칼바졸-3-아민(약칭:2PCABPhA), N- (9, 10-디페닐-2-안트릴)-N, N' , N' -트리페닐-1, 4-페닐렌 디아민(약칭:2DPAPA), N- [9, 10-비스(1, 1' -비페닐-2-일)-2-안트릴] 1N, N' , N' -트리페닐-1, 4-페닐렌 디아민(약칭:2DPABPhA ), N- [9, 10-비스(1, 1' -비페닐-2-일)]-N- [4- (9H-칼바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭:2YGABPhA), N, N, 9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭:DPhAPhA)등을 들 수 있다. 또한, 황색계의 발광 재료로서, 루브렌, 5, 12-비스(1, 1' -비페닐-4-일)-6, 11-디페닐테트라센(약칭:BPT)등을 들 수 있다. 또한, 적색계의 발광 재료로서, N, N, N', N' -테트라카이스(4-메틸 폐닐)테트라센-5, 11-디아민(약칭:p-mPhTD), 7, 13-디페닐-N, N, N' , N' -테트라카이스(4-메틸 폐닐)아세나프트[1, 2-a]플루오란텐-3, 10-디아민(약칭:p-mPhAFD)등을 들 수 있다.

[0063]

또한, 본 실시형태에서는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을, 발광층과, 음극으로서 기능하는 제2의 전극과의 사이에 설치하고 있고, 그 때문에 발광층은, 전자수송성이 것이 바람직하다. 발광층이 전자수송성의 경우,

종래에는 발광층내에서의 전자의 궤도를 막기 위해서, 전자 블록층을 발광층의 양극측에 설치하고 있었다. 그렇지만, 그 전자 블록 기능이 경시적으로 열화하면, 재결합 영역이 전자 블록층내(혹은 정공수송층내)에까지 미쳐버려, 전류효율의 저하(즉, 휘도열화)가 현저해진다. 한편 본 발명의 경우에는, 반대로, 발광층의 앞(음극측)에 있어서 전자의 이동을 제어하고 있기 때문에, 다소 전자의 밸런스(정공에 대한 이동도나 전하량 등)이 무너졌다고 하여도, 발광층내에 있어서의 재결합의 비율은 변화되기 어렵고, 휘도가 저하하기 어렵다고 하는 장점이 있다.

[0064] 또한, 발광층으로서는, 전술한 발광성이 높은 물질을 다른 물질에 분산되게 한 구성으로 해도 된다. 발광성의 물질을 분산되게 하기 위한 재료로서는, 각종의 물건을 사용할 수 있고, 발광성의 물질보다도 최저공궤도준위(LUMO준위)가 높고, 최고 피점유궤도준위(HOMO준위)가 낮은 물질을 사용하는 것이 바람직하다.

[0065] 또한, 본 실시형태에서는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을, 발광층과, 음극으로서 기능하는 제2의 전극과의 사이에 설치하기 위해서, 발광층은, 전자수송성인 것이 바람직하다. 즉, 정공수송성보다도 전자수송성쪽이 높은 것이 바람직하다. 따라서, 전술한 발광성이 높은 물질을 분산시키기 위한 재료로서는, 전자수송성의 유기화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 트리스(8-퀴노리노라토)알루미늄(III)(약칭:Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴노리노라토)알루미늄(III)(약칭:Almq<sub>3</sub>), 비스(10-히드록시 벤조[h]퀴노리나토)베릴륨(II)(약칭:BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴노리노라토)(4-페닐페노라토)알루미늄(III)(약칭:BA1q), 비스(8-퀴노리노라토)아연(II)(약칭:Znq), 비스[2-(2-벤조옥사졸릴)페노라토]아연(II)(약칭:ZnPBO), 비스[2-(2-벤조티아졸릴)페노라토]아연(II)(약칭:ZnBTZ)등의 금속착체, 2-(4-비페니릴)-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:0XD-7), 3-(4-비페니릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1, 2, 4-트리아졸(약칭:TAZ), 2, 2', 2''-(1, 3, 5-벤젠티리일)트리스(1-페닐-1H-벤조이미다졸)(약칭:TPBI), 바소페난트롤린(약칭:BPhen), 바소큐프로인(약칭:BCP)등의 복소환화합물이나, 9-[4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-칼바졸(약칭:CzPA), 3, 6-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-칼바졸(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)등의 축합방향족화합물을 사용할 수 있다.

[0066] 또한, 발광성의 물질을 분산되게 하기 위한 재료는 복수종 사용할 수 있다. 예를 들면, 결정화를 억제하기 위해서 루브렌 등의 결정화를 억제하는 물질을 한층 더 첨가해도 좋다. 또한, 발광성의 물질에의 에너지이동을 보다 효율적으로 행하기 위해서 NPB, 혹은 Alq등을 더 첨가해도 좋다. 또한, 발광성이 높은 물질을 다른 물질에 분산되게 한 구성으로 함으로써, 제3의 층(213)의 결정화를 억제할 수 있다. 또한, 발광성이 높은 물질의 농도가 높은 것에 의한 농도 소광을 억제할 수 있다.

[0067] 또한, 제3의 층(213)으로서 고분자화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 청색계의 발광재료로서, 폴리(9, 9-디오쿠틸플루오렌-2, 7-디일)(약칭:POF), 폴리[(9, 9-디오쿠틸플루오렌-2, 7-디일)-co-(2, 5-디메톡시벤젠-1, 4-디일)](약칭:PF-DMOP), 폴리[(9, 9-디오쿠틸플루오렌-2, 7-디일)-co-[N, N'-디-(p-부틸페닐)-1, 4-디아미노벤젠]}(약칭:TAB-PFH)등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광재료로서, 폴리(p-페닐렌비닐렌)(약칭:PPV), 폴리[(9, 9-디헥실플루오렌-2, 7-디일)-alt-co-(벤조[2, 1, 3]티아디아졸-4, 7-디일)](약칭:PFBT), 폴리[(9, 9-디옥틸-2, 7-디비닐렌플루오렌)-alt-co-(2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1, 4-페닐렌비닐렌)]등을 들 수 있다. 또한, 굽색 내지 적색계의 발광재료로서, 폴리[2-메톡시-5-(2'-에틸헥소키시)-1, 4-페닐렌비닐렌](약칭:MEH-PPV), 폴리(3-부틸티오펜-2, 5-디일), 폴리{[9, 9-디헥실-2, 7-비스(1-시아노비닐렌)플루오레니렌]-alt-co-[2, 5-비스(N,N'-디페닐아미노)-1, 4-페닐렌]}, 폴리{[2-메톡시-5-(2-에틸헥시록시)-1, 4-비스(1-시아노비닐렌페닐렌)]-alt-co-[2, 5-비스(N, N'-디페닐아미노)-1, 4-페닐렌]}(약칭:CN-PPV-DPD)등을 들 수 있다.

[0068] 제4의 층(214)은 캐리어의 이동을 제어하는 층이다. 제4의 층(214)은, 2종류 이상의 물질을 포함한다. 제4의 층(214)에서, 제1의 유기화합물은, 제2의 유기화합물보다도 많이 포함되어 있고, 제1의 유기화합물과 제2의 유기화합물의 캐리어 수송의 특성은 다르다. 본 실시형태에서는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을, 발광층보다도 음극으로서 기능하는 제2의 전극측에 설치할 경우에 관하여 설명한다. 즉, 발광기능을 갖는 제3의 층(213)과 제2의 전극(204)과의 사이에 설치하는 경우에 관하여 설명한다.

[0069] 발광층과 전극으로서 기능하는 제2의 전극과의 사이에 설치할 경우, 제1의 유기화합물은, 전자수송성의 유기화합물이고, 제2의 유기화합물은, 정공수송성의 유기화합물인 것이 바람직하다. 즉, 제1의 유기화합

물은, 정공수송성보다도 전자수송성이 높은 물질이고, 제2의 유기 화합물은, 전자수송성보다도 정공수송성이 높은 물질인 것이 바람직하다. 제1의 유기 화합물의 최저공 궤도준위(LUMO준위)와, 제2의 유기 화합물의 최저공 궤도준위(LUMO준위)와의 차이는, 0.3eV보다 낮은 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는, 0.2eV이하이다. 즉, 열역학적으로는, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물과의 사이에서 캐리어인 전자의 이동이 용이한 것이 바람직하다.

[0070] 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 층의 개념도를 도 4에 나타낸다. 도 4에 있어서, 제1의 유기 화합물(221)은, 전자수송성이기 때문에, 전자가 주입되기 쉽고, 전자가 근방의 제1의 유기 화합물로 이동하기 쉽다. 즉, 제1의 유기 화합물에 전자가 주입되는 속도, 및, 제1의 유기 화합물로부터 전자가 방출되는 속도(V)가 크다.

[0071] 한편, 정공수송성의 유기 화합물인 제2의 유기 화합물(222)은, 제1의 유기 화합물의 LUMO준위와 가까운 LUMO준위를 가지기 때문에, 열역학적으로는 전자가 주입될 수 있다. 그러나, 전자수송성의 유기 화합물인 제1의 유기 화합물(221)로부터 정공수송성의 유기 화합물인 제2의 유기 화합물(222)에 전자가 주입되는 속도( $v_1$ ), 또는, 제2의 유기 화합물(222)로부터 제1의 유기 화합물(221)에 전자가 주입되는 속도( $v_2$ )는, 제1의 유기 화합물(221)로부터 제1의 유기 화합물(221)에 전자가 주입되는 속도(V)보다도 작다.

[0072] 따라서, 층 전체로서는, 제2의 유기 화합물이 포함되는 것에 의해, 제1의 유기 화합물(221)만으로 이루어지는 층보다도 전자수송 속도가 작아진다. 즉, 제2의 유기 화합물을 첨가 함에 의해, 캐리어의 이동을 제어하는 것이 가능해진다. 또한 제2의 유기 화합물의 농도를 제어 함에 의해, 캐리어의 이동 속도를 제어하는 것이 가능해진다.

[0073] 예를 들면, 만약 캐리어의 이동 속도를 제어하는 층인, 제4의 층(214)을 설치하지 않는 종래의 발광소자이면, 전자의 이동은 늦어지지 않은 채 제3의 층(213)에 주입되어, 제2의 층(212)의 계면부근까지 달한다. 그 때문에, 발광 영역은 제2의 층(212)과 제3의 층(213)과의 계면근방에 형성된다. 그 경우, 전자가 제2의 층(212)에까지 달해버려, 제2의 층(212)을 열화시킬 우려가 있다. 또한 경시적으로 제2의 층(212)에까지 달해버리는 전자의 양이 늘어나면, 경시적으로 재결합 확률이 저하되어 가는 것이기 때문에, 소자수명의 저하(회도의 시간 경과열화)에 연결되어버린다.

[0074] 본 발명의 발광소자에 있어서, 제2의 전극(204)으로부터 주입된 전자는, 전자주입성이 높은 물질이 포함되는 제6의 층(216), 전자수송성이 높은 물질이 포함되는 제5의 층(215)을 통과하여, 캐리어의 이동을 제어하는 층인 제4의 층(214)에 주입된다. 제4의 층(214)에 주입된 전자는, 그 이동이 늦어지고, 제3의 층(213)에의 전자주입이 제어된다. 그 결과, 종래에는 정공수송성이 높은 물질이 포함되는 제2의 층(212)과 제3의 층(213)과의 계면근방에서 형성되었을 것인 발광 영역이, 본 발명의 발광소자에 있어서는, 제3의 층(213)으로부터, 제3의 층(213)과 제4의 층(214)과의 계면부근에 걸쳐서 형성되게 된다. 따라서, 전자가 제2의 층(212)에까지 달해버려, 정공수송성이 높은 물질이 포함되는 제2의 층(212)을 열화시키는 가능성이 낮아진다. 또 정공에 관해서도, 제4의 층(214)이 전자수송성을 가지는 제1의 유기 화합물을 가지고 있기 때문에, 정공이 제5의 층(215)에까지 달해서 전자수송성이 높은 물질이 포함되는 제5의 층(215)을 열화시키는 가능성은 낮다.

[0075] 또한, 본 발명에 있어서는, 제4의 층(214)에 있어서, 단순히 전자이동도가 느린 물질을 적용하는 것이 아니고, 전자수송성을 가지는 유기 화합물에 정공수송성을 가지는 유기 화합물을 첨가하고 있는 점이 중요하다. 이러한 구성으로 함으로써, 단순히 제3의 층(213)에의 전자주입을 제어할뿐만 아니라, 그 제어된 전자주입량이 경시적으로 변화되는 것을 억제할 수 있다. 이상의 것으로부터 본 발명의 발광소자는, 발광소자에 있어서 경시적으로 캐리어 밸런스가 악화해서 재결합 확률이 저하되어 가는 현상을 막을 수 있기 때문에, 소자수명의 향상(회도의 시간 경과열화의 억제)에 연결된다.

[0076] 본 발명의 발광소자는, 발광층과 정공수송층과의 계면 또는 발광층과 전자수송층과의 계면에 발광 영역이 형성되기 어렵기 때문에, 정공수송층이나 전자수송층에 발광 영역이 근접 함에 의해 소자가 열화하기 어렵다. 또한 캐리어 밸런스의 시간 경과적인 변화(특히 전자주입량의 경시적변화)를 억제할 수 있다. 따라서, 열화가 적고, 수명이 긴 발광소자를 얻을 수 있다.

[0077] 본 실시형태에 있어서, 상기한 바와 같이, 제1의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, Alq, Almq<sub>3</sub>, BeBq<sub>2</sub>, BA1q, Znq, ZnPBO, ZnBTZ등의 금속착체, PBD, OXD-7, TAZ, TPBI, BPhen, BCP등의 복소환화합물, CzPA, DPCz PA, DPPA, DNA, t-BuDNA, BANT, DPNS, DPNS2, TPB3등의 축합 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 폴리 [(9, 9-디헥실플루오렌-2, 7-디일)-co-(페리딘-3, 5-디일)] (약칭:PF-

Py), 폴리 [(9, 9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,2'-비페리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 이용할 수 있다.

[0078] 또한, 제2의 유기 화합물로서는, 정공수송성의 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 9, 10-디페닐 안트라센(약칭:DPAanth), 6, 12-디메톡시-5, 11-디페닐 크리센과 같은 축합 방향족 탄화수소나, N, N-디페닐-9- [4- (10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-칼바졸-3-아민(약칭:CzAIPA), 4- (10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭:DPhPA), N, 9-디페닐-N- [4- (10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-칼바졸-3-아민(약칭:PCAPA), N, 9-디페닐-N- {4- [4- (10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-칼바졸-3-아민(약칭:PCAPBA), N- (9, 10-디페닐-2-안트릴)-N, 9-디페닐-9H-칼바졸-3-아민(약칭:2PCAPA), NPB (또는  $\alpha$ -NPD), TPD, DFLDPBi, BSPB등의 방향족아민 화합물, 쿠마린7, 쿠마린30 등의 아미노기를 가지는 화합물을 사용할 수 있다. 또한 PVK, PVTpa, PTPDMA, Poly-TPD등의 고분자화합물을 사용할 수도 있다.

[0079] 이러한 조합에 의해, 제1의 유기 화합물로부터 제2의 유기 화합물에, 혹은 제2의 유기 화합물로부터 제1의 유기 화합물에의 전자이동이 억제되어, 캐리어의 이동을 제어하는 층의 전자이동속도를 억제할 수 있다. 또한 캐리어의 이동을 제어하는 층은 제1의 유기 화합물에 제2의 유기 화합물을 분산되게 해서 구성되어 있기 때문에, 경시적으로 결정화나 응집이 생기기 어렵다. 따라서, 먼저 서술한 전자이동의 억제 효과도 경시 변화되기 어려워져, 그 결과 캐리어 밸런스도 경시 변화되기 어려워진다. 이것이, 발광소자의 수명의 향상, 즉, 신뢰성의 향상에 연결된다.

[0080] 또한, 전술한 조합 중에서도, 제1의 유기 화합물로서 금속착체를, 제2의 유기 화합물로서 방향족아민 화합물을 조합하는 것이 바람직하다. 금속착체는 전자수송성이 높고 쌍극자 모멘트가 크고, 한편으로 방향족아민 화합물은 정공수송성이 높고 비교적 쌍극자 모멘트가 작다. 이렇게, 쌍극자 모멘트가 크게 다른 물질을 조합함으로써 전술한 전자이동의 억제 효과는 보다 현저해진다. 구체적으로는, 제1의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_1$ , 제2의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트의 크기를  $P_2$ 라고 하면,  $P_1/P_2 \geq 3$  또는  $P_1/P_2 \leq 0.33$ 이 되는 조합이 바람직하다. 예를 들면 금속착체인 Alq의 쌍극자 모멘트의 크기는 9.40debye이며, 방향족아민 화합물인 2PCAPA의 쌍극자 모멘트의 크기는 1.15debye다. 따라서, 본 실시형태1과 같이, 제1의 유기 화합물로서 금속착체와 같은 전자수송성의 유기 화합물을, 제2의 유기 화합물로서 방향족아민 화합물과 같은 정공수송성의 유기 화합물을 사용하는 경우에는,  $P_1/P_2 \geq 3$ 인 것이 바람직하다.

[0081] 또한 제4의 층(214)에 포함되는 제2의 유기 화합물의 발광 색과, 제3의 층(213)에 포함되는 발광성이 높은 물질의 발광 색은, 같은 계열색인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 제2의 유기 화합물의 발광스펙트럼의 최대의 피크의 파장과 발광성이 높은 물질의 발광스펙트럼의 최대의 피크의 파장과의 차이는, 30nm이내인 것이 바람직하다. 30nm 이내인 것에 의해, 제2의 유기 화합물의 발광 색과 발광성이 높은 물질의 발광 색은, 같은 계열색이 된다. 따라서, 전압 등의 변화에 의해, 제2의 유기 화합물이 발광했을 경우에도, 발광 색의 변화를 억제할 수 있다. 단, 반드시 제2의 유기 화합물이 발광할 필요는 없다.

[0082] 또한, 제4의 층(214)의 막두께는, 5nm이상 20nm이하인 것이 바람직하다. 막두께가 지나치게 두꺼우면, 캐리어의 이동 속도가 과도하게 저하해버려, 구동전압이 높아지게 되어버리는 한편, 제4의 층의 발광 강도가 증대할 가능성이 있다. 또한, 막두께가 지나치게 얇으면, 캐리어의 이동을 제어하는 기능을 실현하지 않게 되어버린다. 따라서, 5nm이상 20nm이하의 막두께인 것이 바람직하다.

[0083] 제5의 층(215)은, 전자수송성이 높은 물질을 포함한 층이다. 예를 들면 저분자의 유기 화합물로서, Alq, Almq<sub>3</sub>, BeBq<sub>2</sub>, BA1q, Znq, ZnPBO, ZnBTZ등의 금속착체 등을 사용할 수 있다. 또한 금속착체이외에도, PBD, OXD-7, TAZ, TPBI, BPhen, BCP등의 복소환 화합물도 사용할 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 전자이동도를 가지는 물질이다. 또한, 정공보다도 전자의 수송성이 높은 물질이면, 상기 이외의 물질을 전자수송층으로서 사용해도 개의치 않는다. 또한 전자수송층은, 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층한 것으로 해도 된다.

[0084] 또한, 제5의 층(215)으로서, 고분자화합물을 사용할 수 있다. 예를 들면 폴리 [(9, 9-디헥실플루오렌-2, 7-디일)-co-(페리딘-3, 5-디일)] (약칭:PF-Py), 폴리 [(9, 9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,2'-비페리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 이용할 수 있다.

[0085] 또한, 제6의 층(216)은, 전자주입성이 높은 물질을 포함한 층이다. 전자주입성이 높은 물질로서는, 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF<sub>2</sub>)등과 같은 알칼리 금속 또는 알칼리토류금속 또는 그러한 화합

물을 사용할 수 있다. 예를 들면 전자수송성을 가지는 물질로 이루어진 층중에 알칼리 금속 또는 알칼리토류금속 또는 그러한 화합물을 함유시킨 것, 예를 들면 Alq 속에 마그네슘(Mg)을 함유시킨 것 등을 사용할 수 있다. 또한, 전자주입층으로서, 전자수송성을 가지는 물질로 이루어지는 층중에 알칼리 금속 또는 알칼리토류금속을 함유시킨 것을 사용함으로써, 제2의 전극(204)으로부터의 전자주입이 효율적으로 이루어지기 때문에 보다 바람직하다.

[0086] 제2의 전극(204)을 형성하는 물질로서는, 일함수가 작은(구체적으로는 3.8eV이하)금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이러한 음극재료의 구체적인 예로서는, 원소주기표의 제1족 또는 제2족에 속하는 원소, 즉 리튬(Li)이나 세슘(Cs)등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 알칼리토류금속, 및 이것들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb)등의 희토류금속 및 이것들을 포함하는 합금등을 들 수 있다. 알칼리 금속, 알칼리토류 금속, 이것들을 포함하는 합금의 막은, 진공증착법을 사용해서 형성할 수 있다. 또한, 알칼리 금속 또는 알칼리토류 금속을 포함하는 합금의 막은 스퍼터링법에 의해 형성하는 것도 가능하다. 또한, 온 페이스트 등을 잉크젯법등에 의해 성막하는 것도 가능하다.

[0087] 또한, 제2의 전극(204)과 제5의 층(215)과의 사이에, 전자주입을 촉진시키는 기능을 갖는 층인 제6의 층(216)을 설치함으로써, 일함수의 대소에 관계되지 않고, Al, Ag, ITO, 규소 혹은 산화 규소를 함유한 산화인듐-산화 주석 등 여러가지 도전성 재료를 제2의 전극(204)으로서 사용할 수 있다. 이것들 도전성 재료는, 스퍼터링법이나 잉크젯법, 스픈 코트법 등을 사용해서 성막하는 것이 가능하다.

[0088] 또한, EL층의 형성 방법으로서는, 건식법, 습식법을 막론하고, 가지가지의 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면, 진공증착법, 잉크젯법 또는 스픈 코트법등 사용해도 개의치 않는다. 또 각 전극 또는 각 층마다 다른 성막 방법을 사용해서 형성해도 개의치 않는다.

[0089] 예를 들면, 전술한 재료 중, 고분자화합물을 사용해서 습식법으로 EL층을 형성해도 좋다. 또는, 저분자의 유기 화합물을 사용해서 습식법으로 형성할 수도 있다. 또한 저분자의 유기 화합물을 사용해서 진공증착법등의 건식법을 사용해서 EL층을 형성해도 좋다.

[0090] 또한, 전극에 관해서도, 콜-겔법을 사용해서 습식법으로 형성해도 좋고, 금속재료의 페이스트를 사용해서 습식법으로 형성해도 좋다. 또한 스퍼터링법이나 진공증착법 등의 건식법을 사용해서 형성해도 좋다.

[0091] 이하, 구체적인 발광소자의 형성 방법을 나타낸다. 본 발명의 발광소자를 표시장치에 적용하고, 발광층을 나누어 도포하는 경우에는, 발광층은 습식법에 의해 형성하는 것이 바람직하다. 발광층을 잉크젯법을 사용해서 형성 함에 의해, 대형기판이여도 발광층의 나누어 도포하는 것이 용이해진다.

[0092] 예를 들면, 도 1에 나타낸 구성에 있어서, 제1의 전극을 건식법인 스퍼터링법, 제1의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스픈 코트법, 제2의 층을 건식법인 진공증착법, 제3의 층을 습식법인 잉크젯법, 제4의 층을 건식법인 공증착법, 제5의 층 및 제6의 층을 건식법인 진공증착법, 제2의 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스픈 코트법을 사용해서 형성해도 좋다.

[0093] 또한, 제1의 전극을 습식법인 잉크젯법, 제1의 층을 건식법인 진공증착법, 제2의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스픈 코트법, 제3의 층을 습식법인 잉크젯법, 제4의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스픈 코트법, 제5의 층 및 제6의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스픈 코트법, 제2의 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스픈 코트법을 사용해서 형성해도 좋다. 또한, 상기의 방법에 한하지 않고, 습식법과 건식법을 적당하게 조합하면 좋다.

[0094] 예를 들면, 도 1에 나타낸 구성의 경우, 제1의 전극을 건식법인 스퍼터링법, 제1의 층 및 제2의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스픈 코트법, 발광층인 제3의 층을 습식법인 잉크젯법, 제4의 층을 건식법인 공증착법, 제5의 층 및 제6의 층을 건식법인 진공증착법, 제2의 전극을 건식법인 진공증착법으로 형성할 수 있다. 즉, 제1의 전극이 원하는 형상으로 형성되어 있는 기판 위에, 제1의 층으로부터 제3의 층까지를 습식법으로 형성하고, 제4의 층으로부터 제2의 전극까지를 건식법으로 형성할 수 있다. 이 방법에서는, 제1의 층으로부터 제3의 층까지를 대기압에서 형성할 수 있고, 제3의 층에 나누어 도포하는 것도 용이하다. 또한, 제4의 층으로부터 제2의 전극까지는, 진공일관에서 형성할 수 있다. 따라서, 공정을 간략화하고, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0095] 일례를 이하에 나타낸다. 제1의 전극 위에, 제1의 층으로서 PEDOT/PSS를 형성한다. PEDOT /PSS는 수용성이기 때문에, 수용액으로서 스픈 코트법이나 잉크젯법등에 의해, 성막할 수 있다. 제2의 층은 설치하지 않고, 제1의 층 위에 발광층으로서 제3의 층을 설치한다. 발광층은, 이미 형성되어 있는 제1의 층(PEDOT/PSS)이 용해하지 않는 용매(톨루엔, 도데실 벤젠, 혹은 도데실 벤젠과 테트라린과의 혼합 용매 등)에, 발광성의 물질을 용

해시킨 용액을 사용해서 잉크젯법을 사용해서 형성할 수 있다. 다음에, 제3의 층 위에 제4의 층을 형성하지만, 제4의 층을 습식법으로 형성할 경우에는, 이미 형성되어 있는 제1의 층 및 제3의 층이 용해하지 않는 용매를 사용해서 형성하지 않으면 안된다. 그 경우, 용매의 선택지가 한정되기 때문에, 건식법을 사용해서 형성하는 것이 용이하다. 따라서, 제4의 층으로부터 제2의 전극까지를 건식법인 진공증착법을 사용해서 진공일관에서 형성 함에 의해, 공정을 간략화 할 수 있다.

[0096] 또한, 도 2에 나타낸 구성의 경우, 상기의 방법과는 반대의 순서로, 제2의 전극을 건식법인 스퍼터링 또는 진공증착법, 제6의 층으로부터 제5의 층을 건식법인 진공증착법, 제4의 층을 건식법인 공증착법, 제3의 층을 습식법인 잉크젯법, 제2의 층 및 제1의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스펀 코트법, 제1의 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스펀 코트법에 의해 형성할 수 있다. 이 방법에서는, 제2의 전극으로 제4의 층까지를 건식법에 의해 진공일관에서 형성하고, 제3의 층으로부터 제1의 전극까지를 대기압에서 형성할 수 있다. 따라서, 공정을 간략화하고, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0097] 이상과 같은 구성을 가지는 본 발명의 발광소자는, 제1의 전극(202)과 제2의 전극(204)과의 사이에 생긴 전위차에 의해 전류가 흐르고, EL 층(203)에 있어서 정공과 전자가 재결합하여, 발광하는 것이다.

[0098] 발광은, 제1의 전극(202) 또는 제2의 전극(204)의 어느 한쪽 또는 양쪽을 통해서 외부에 추출된다. 따라서, 제1의 전극(202) 또는 제2의 전극(204)의 어느 한쪽 또는 양쪽은, 투광성을 가지는 전극이다.

[0099] 제1의 전극(202)만이 투광성을 가지는 전극일 경우, 도 3a에 나타나 있는 바와 같이, 발광은 제1의 전극(202)을 통해서 기판측으로부터 추출된다. 또한 제2의 전극(204)만이 투광성을 가지는 전극일 경우, 도 3b에 나타나 있는 바와 같이, 발광은 제2의 전극(204)을 통해서 기판과 반대측에서 추출된다. 제1의 전극(202) 및 제2의 전극(204)이 모두 투광성을 가지는 전극일 경우, 도 3c에 나타나 있는 바와 같이 발광은 제1의 전극(202) 및 제2의 전극(204)을 통해서, 기판측 및 기판과 반대측의 양쪽으로부터 추출된다.

[0100] 또한, 제1의 전극(202)과 제2의 전극(204)과의 사이에 설치되는 층의 구성을, 상기의 것에는 한정되지 않는다. 발광 영역과 금속이 근접함으로써 생기는 소광을 막도록, 제1의 전극(202) 및 제2의 전극(204)으로부터 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역을 설치한 구성이며, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지는 구성이면, 상기 이외의 것이라도 좋다.

[0101] 즉, EL층의 적층구조에 관해서는 특별하게 한정되지 않고, 전자수송성이 높은 물질 또는 정공수송성이 높은 물질, 전자주입성이 높은 물질, 정공주입성이 높은 물질, 바이폴라성(전자 및 정공의 수송성이 높은 물질)의 물질 등으로 이루어진 층과, 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 층 및 발광층을 적당하게 조합하여 구성하면 좋다.

[0102] 또한, 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 전자의 이동을 제어하는 것이기 때문에, 발광층과 음극으로서 기능하는 전극과의 사이에 설치하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 도 1b에 나타나 있는 바와 같이, 발광 기능을 갖는 제3의 층(213)과, 캐리어의 이동을 제어하는 층인 제4의 층(214)과의 사이에, 전자수송성이 높은 물질을 포함하는 제7의 층(217)을 형성해도 된다.

[0103] 보다 바람직하게는, 캐리어의 이동을 제어하는 층은 발광층과 접하도록 설치하는 것이 바람직하다. 캐리어의 이동을 제어하는 층을 발광층과 접하도록 설치함으로써, 발광층에의 전자주입을 직접 제어할 수 있기 때문에, 발광층내에 있어서의 캐리어 밸런스의 시간에 따른 변화를 보다 억제할 수 있고, 소자수명 향상에 관해서 보다 큰 효과를 얻을 수 있다. 또한 전자수송성이 높은 물질을 포함하는 제7의 층(217)을 설치하는 것이 없기 때문에, 프로세스적으로도 간편해진다.

[0104] 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 발광층과 접하도록 설치하는 것이 바람직하고, 그 경우에는, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 포함되는 제1의 유기 화합물과, 발광층에 많이 포함되어 있는 유기 화합물은, 다른 유기 화합물인 것이 바람직하다. 특히, 발광층의 구성이, 발광성이 높은 물질을 분산되게 하는 물질(제3의 유기 화합물)과, 발광성이 높은 물질(제4의 유기 화합물)을 포함하는 경우, 제3의 유기 화합물과, 제1의 유기 화합물과는, 다른 유기 화합물인 것이 바람직하다. 이러한 구성에 의해, 캐리어의 이동을 제어하는 층으로부터 발광층에의 캐리어(본 실시형태에 있어서는 전자)의 이동이, 제1의 유기 화합물과 제3의 유기 화합물과의 사이에서도 억제되어, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 설치하는 효과가 보다 높아지게 된다.

[0105] 또한, 도 2에 나타내는 발광소자는, 기판(201) 위에, 음극으로서 기능하는 제2의 전극(204), EL층(203), 양극으로서 기능하는 제1의 전극(202)이 순차적으로 적층된 구조으로 되어 있다. EL 층(203)은, 제1의 층(211), 제2의 층(212), 제3의 층(213), 제4의 층(214), 제5의 층(215), 제6의 층(216)을 가진다. 제4의 층

(214)은, 제3의 층(213)과, 음극으로서 기능하는 제2의 전극과의 사이에 설치된다.

[0106] 본 실시형태에 있어서는, 유리, 플라스틱 등으로 이루어지는 기판 위에 발광소자를 제작한다. 일 기판 위에 이러한 발광소자를 복수제작함으로써 패시브 매트릭스형의 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한 유리, 플라스틱 등으로 이루어지는 기판 위에, 예를 들면, 박막트랜지스터(TFT)을 형성하고, TFT와 전기적으로 접속된 전극 위에 발광소자를 제작해도 좋다. 이에 따라 TFT에 의해 발광소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형의 발광 장치를 제작할 수 있다.

[0107] 또한, TFT의 구조는, 특별하게 한정되지 않는다. 스태거형의 TFT이어도 좋고, 역스태거형의 TFT이어도 좋다. 또한 TFT기판에 형성되는 구동용 회로에 관해서도, N형 및 P형의 TFT로 이루어진 것이라도 좋고, 혹은 N형의 TFT 또는 P형의 TFT의 어느 한쪽으로만 이루어진 것이어도 된다. 또한 TFT에 사용할 수 있는 반도체막의 결정성에 관해서도 특별하게 한정되지 않는다. 비정질반도체막을 사용해도 되고, 결정성 반도체막을 사용해도 된다.

[0108] 본 발명의 발광소자는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고 있다. 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 2종류이상의 물질을 포함하기 때문에, 물질의 조합이나 혼합비, 막두께 등을 제어 함에 의해, 캐리어 밸런스를 정밀하게 제어하는 것이 가능하다. 또한, 물질의 조합이나 혼합비, 막두께 등의 제어로 캐리어 밸런스를 제어하는 것이 가능하므로, 종래로부터도 용이하게 캐리어 밸런스의 제어가 가능해진다. 즉, 사용하는 재료 그 자체의 물성을 변화시키지 않아도, 혼합비나 막두께 등에 의해, 캐리어의 이동을 제어할 수 있다.

[0109] 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 사용해서 캐리어 밸런스를 향상시킴으로써 발광소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 사용함으로써, 과잉의 전자가 주입되는 것이나, 발광층을 페뚫고 나가서 정공수송층이나 정공주입층에 전자가 달하는 것을 억제할 수 있다. 정공수송층이나 정공주입층에 전자가 달해버리면, 발광층내에서 재결합할 확률이 저하해버려(즉, 캐리어 밸런스가 무너져버려), 시간 경과적인 발광 효율의 저하를 초래해버린다. 즉, 발광소자의 수명이 짧아져버린다.

[0110] 그렇지만, 본 실시형태에서 나타나 있는 바와 같이, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 사용함으로써, 과잉의 전자가 주입되는 것이나, 발광층을 페뚫고 나가서 정공수송층이나 정공주입층에 전자가 달하는 것을 억제하고, 시간 경과적인 발광 효율의 저하를 억제할 수 있다. 즉, 장수명의 발광소자를 얻을 수 있다.

[0111] 한층 더 상세히 설명하면, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 포함되는 2종류이상의 물질 중, 제1의 유기화합물보다도 적게 포함되어 있는 제2의 유기화합물을 사용해서 캐리어의 이동을 제어하고 있다. 따라서, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 포함되어 있는 성분 중 적은 성분으로 캐리어의 이동을 제어하는 것이 가능하다. 그 결과, 경시 변화하기 어려워, 발광소자의 장기 수명화를 실현할 수 있다.

[0112] 즉, 단일물질에 의해 캐리어 밸런스를 제어할 경우와 비교하여, 캐리어 밸런스의 변화가 일어나기 어렵다. 예를 들면, 단일물질에 의해 형성된 층에서 캐리어의 이동을 제어할 경우에는, 부분적인 물포로지의 변화나, 부분적인 결정화에 의해, 층전체의 밸런스가 변화되어버린다. 그 때문에 경시 변화에 약하다. 그러나, 본 실시형태에서 나타나 있는 바와 같이, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 포함되어 있는 성분 중 적은 성분으로 캐리어의 이동을 제어 함에 의해, 물포로지의 변화나 결정화, 응집 등의 영향이 작아지고, 경시 변화가 일어나기 어렵다. 따라서, 시간 경과적인 발광 효율의 저하가 발생하기 어려운 장수명의 발광소자를 얻을 수 있다.

[0113] 본 실시형태에서 나타나 있는 바와 같이, 캐리어의 이동을 제어하는 층을, 발광층과 음극으로서 기능하는 제2의 전극과의 사이에 설치하는 구성은, 전자과다의 발광소자에 적용하면 특히 유효하다. 예를 들면, 발광층이, 전자수송성이며, 제2의 전극으로부터 주입된 전자가 발광층을 페뚫고 나가버리는 비율이 경시적으로 증가해 갈 우려가 있는 경우에 본 실시형태에서 나타낸 구성을 적용하면 특히 유효하다.

[0114] 이때, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적당하게 조합하는 것이 가능하다.

[0115] (실시형태 2)

[0116] 본 실시형태는, 실시형태 1과는 다른 본 발명의 발광소자의 일 형태이며, 그것에 대해서 도 5a을 사용하여 설명한다. 본 실시형태는, 캐리어의 이동을 제어하는 층으로서, 정공의 이동을 제어하는 층을 설치한 발광소자에 관하여 설명한다.

[0117] 본 발명의 발광소자는, 한 쌍의 전극간에 복수의 층을 가진다. 상기 복수의 층은, 전극으로부터 떨어진

곳에 발광 영역이 형성되도록, 즉 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어의 재결합이 행해지도록, 캐리어 주입성이 높은 물질이나 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어진 층을 조합해서 적층 된 것이다.

[0118] 본 실시형태에 있어서, 발광소자는, 제1의 전극(402)과, 제2의 전극(404)과, 제1의 전극(402)과 제2의 전극(404)과의 사이에 설치된 EL층(403)으로 구성되어 있다. 또한, 본 형태에서는 제1의 전극(402)은 양극으로서 기능하고, 제2의 전극(404)은 음극으로서 기능하는 것으로서, 이하 설명을 한다. 즉, 제1의 전극(402)쪽이 제2의 전극(404)보다도 전위가 높게 되도록, 제1의 전극(402)과 제2의 전극(404)에 전압을 인가했을 때에, 발광을 얻을 수 있는 것으로서, 이하 설명을 한다.

[0119] 기판(401)으로서는, 실시형태 1과 같은 것을 사용할 수 있다.

[0120] 제1의 전극(402)으로서는, 일함수가 큰(구체적으로는 4.0 eV이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하게, 실시형태 1에서 나타낸 것과 같은 것을 사용할 수 있다.

[0121] EL층(403)은, 제1의 층(411), 제2의 층(412), 제3의 층(413), 제4의 층(414), 제5의 층(415), 제6의 층(416)을 가지고 있다. 또한, EL층(403)은, 실시형태 1과 마찬가지로 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 층과, 발광층을 가지고 있으면 좋고, 그 밖의 층 적층구조에 관해서는 특별하게 한정되지 않는다. 예를 들면, 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 캐리어의 이동을 제어하는 층, 전자수송층, 전자주입층 등을 적당하게 조합하여 구성할 수 있다.

[0122] 제1의 층(411)은, 정공주입성이 높은 물질을 포함하는 층이며, 실시형태 1에서 나타낸 것과 같은 것을 사용할 수 있다.

[0123] 제2의 층(412)은, 정공수송성이 높은 물질을 포함하는 층이며, 실시형태 1에서 나타낸 것과 같은 것을 사용할 수 있다.

[0124] 제3의 층(413)은, 캐리어의 이동을 제어하는 층이다. 제3의 층(413)은, 2종류이상의 물질을 포함한다. 제3의 층(413)에 있어서, 제1의 유기 화합물은, 제2의 유기 화합물보다도 많이 포함되어 있다. 본 실시형태에서는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을, 발광층과 양극으로서 기능하는 제1의 전극과의 사이에 설치할 경우에 관하여 설명한다. 즉, 발광 기능을 갖는 제4의 층(414)과 제1의 전극(402)과의 사이에 설치할 경우에 관하여 설명한다.

[0125] 발광층과 양극으로서 기능하는 제1의 전극과의 사이에 설치할 경우, 제1의 유기 화합물은, 정공수송성의 유기 화합물이고, 제2의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물인 것이 바람직하다. 즉, 제1의 유기 화합물은, 전자수송성보다도 정공수송성이 높은 물질이고, 제2의 유기 화합물은, 정공수송성보다도 전자수송성이 높은 물질인 것이 바람직하다. 제1의 유기 화합물의 최고 피점유 궤도준위(HOMO준위)와, 제2의 유기 화합물의 최고 피점유 궤도준위(HOMO준위)와의 차이는, 0.3eV보다 낮은 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는, 0.2eV이하이다. 즉, 열역학적으로는, 제1의 유기 화합물과 제2의 유기 화합물과의 사이에서 캐리어인 정공의 이동이 용이한 것이 바람직하다.

[0126] 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 층의 개념도를 도 8에 나타낸다. 도 8에 있어서, 제1의 유기 화합물(422)은, 정공수송성이기 때문에, 정공이 주입되기 쉽고, 정공이 근방의 제1의 유기 화합물로 이동하기 쉽다. 즉, 제1의 유기 화합물에 정공이 주입되는 속도, 및, 제1의 유기 화합물로부터 정공이 방출되는 속도(V)가 크다.

[0127] 한편, 전자수송성의 유기 화합물인 제2의 유기 화합물(421)은, 제1의 유기 화합물의 HOMO준위와 가까운 HOMO준위를 가지기 때문에, 열역학적으로는 정공이 주입될 수 있다. 그러나, 정공수송성의 유기 화합물인 제1의 유기 화합물(422)로부터 전자수송성의 유기 화합물인 제2의 유기 화합물(421)에 정공이 주입되는 속도( $v_1$ ), 또는, 제2의 유기 화합물(421)로부터 제1의 유기 화합물(422)에 정공이 주입되는 속도( $v_2$ )는, 제1의 유기 화합물(422)로부터 제1의 유기 화합물(422)에 정공이 주입되는 속도(V)보다도 작다.

[0128] 따라서, 층 전체로서는, 제2의 유기 화합물이 포함되는 것에 의해, 제1의 유기 화합물(422)만으로 이루어지는 층보다도 정공수송 속도가 작아진다. 즉, 제2의 유기 화합물을 첨가 함에 의해, 캐리어의 이동을 제어하는 것이 가능해진다. 또한 제2의 유기 화합물의 농도를 제어 함에 의해, 캐리어의 이동 속도를 제어하는 것이 가능해진다.

[0129] 예를 들면, 만약 제3의 층(413)을 설치하지 않은 종래의 발광소자이면, 정공의 이동은 늦어지지 않은

채 제4의 층(414)에 주입되고, 제5의 층(415)의 계면부근까지 달한다. 그 때문에 발광 영역은 제4의 층(414)과 제5의 층(415)의 계면근방에 형성된다. 그 경우, 정공이 제5의 층(415)에까지 달해버려, 제5의 층(415)을 열화시킬 우려가 있다. 또한, 경시적으로 제5의 층(415)에까지 달해버리는 정공의 양이 늘어나면, 경시적으로 재결합 확률이 저하되어 가는 것이기 때문에, 소자수명의 저하(휘도의 시간 경과열화)에 연결되어버린다.

[0130] 본 발명의 발광소자에 있어서, 제1의 전극(402)으로부터 주입된 정공은, 정공주입성이 높은 물질이 포함되는 제1의 층(411), 정공수송성이 높은 물질이 포함되는 제2의 층(412)을 지나고, 캐리어의 이동을 제어하는 층인 제3의 층(413)에 주입된다. 제3의 층(413)에 주입된 정공은, 그 이동이 늦어지고, 제4의 층(414)에의 정공주입이 제어된다. 그 결과, 종래에는 전자수송성이 높은 물질이 포함되는 제5의 층(415)과 제4의 층(414)과의 계면근방에서 형성되었을 것인 발광 영역이, 본 발명의 발광소자에 있어서는, 제4의 층(414)으로부터, 제4의 층(414)과 제3의 층(413)의 계면부근에 걸쳐서 형성되게 된다.

[0131] 따라서, 본 발명의 발광소자에 있어서는, 정공이 제5의 층(415)에까지 달하는 것에 의해 전자수송성이 높은 물질이 포함되는 제5의 층(415)을 열화시킬 가능성이 낮아진다. 또한, 전자에 관해서도, 제3의 층(413)이 정공수송성을 가지는 제1의 유기 화합물을 가지고 있기 때문에, 전자가 제2의 층(412)에까지 달해서 정공수송성이 높은 물질이 포함되는 제2의 층(412)을 열화시킬 가능성은 낮다.

[0132] 또한, 본 발명에 있어서는, 제3의 층(413)에 있어서, 간단히 정공 이동도가 느린 물질을 적용하는 것이 아니고, 정공수송성을 가지는 유기 화합물에 전자수송성을 가지는 유기 화합물을 첨가하고 있는 점이 중요하다. 이러한 구성으로 함으로써, 단순히 제4의 층(414)에의 정공주입을 제어할뿐만 아니라, 그 제어된 정공주입량이 경시적으로 변화되는 것을 억제할 수 있다. 이상의 것으로부터, 본 발명에서는 발광소자에 있어서 경시적으로 캐리어 밸런스가 악화해서 재결합 확률이 저하되어 가는 현상을 막을 수 있기 때문에, 소자수명의 향상(휘도의 시간 경과 열화의 억제)에 연결된다.

[0133] 본 발명의 발광소자는, 발광층과 정공수송층과의 계면 또는 발광층과 전자수송층과의 계면에 발광 영역이 형성되어 있지 않기 때문에, 정공수송층이나 전자수송층에 발광 영역이 근접 함에 의한 열화의 영향을 받을 일이 없다. 또한 캐리어 밸런스의 시간 경과적인 변화(특히 전자주입량의 경시적변화)를 억제할 수 있다. 따라서, 열화가 적고, 수명이 긴 발광소자를 얻을 수 있다.

[0134] 본 실시형태에 있어서, 상기한 바와 같이, 제1의 유기 화합물로서는, 정공수송성의 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, DPAnth, 6, 12-디메톡시-5, 11-디페닐크리센과 같은 축합 방향족 탄화수소나, CzAlPA, DPhPA, PCAPA, PCAPBA, 2PCAPA, NPB(또는  $\alpha$ -NPD), TPD, DFLDPPBi, BSPB등의 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다. 또한 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD등의 고분자화합물을 사용할 수도 있다.

[0135] 또한 제2의 유기 화합물은, 전자수송성의 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, Alq, Almq<sub>3</sub>, BeBq<sub>2</sub>, Znq, ZnPBO, ZnBTZ등의 금속착체, PBD, OXD-7, TAZ, BPhen, BCP등의 복소환화합물, CzPA, DPCzPA, DPPA, DNA, t-BuDNA, BANT, DPNS, DPNS2, TPB3 등의 축합 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 또한 폴리 [(9, 9-디헥실플루오렌-2, 7-디일)-co-(페리딘-3, 5-디일)] (약칭:PF-Py), 폴리 [(9, 9-디옥틸플루오렌-2, 7-디일)-co-(2,2'-비페리딘-6,6'-디일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 이용할 수 있다.

[0136] 이러한 조합에 의해, 제1의 유기 화합물로부터 제2의 유기 화합물에, 혹은 제2의 유기 화합물로부터 제1의 유기 화합물에의 정공이동이 억제되어, 캐리어의 이동을 제어하는 층의 정공이동 속도를 억제할 수 있다. 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 층은 제1의 유기 화합물에 제2의 유기 화합물을 분산되게 해서 구성되어 있기 때문에, 경시적으로 결정화나 응집이 생기기 어렵다. 따라서, 먼저 서술한 정공이동의 억제 효과도 경시 변화되기 어려워져, 그 결과 캐리어 밸런스도 경시 변화되기 어려워진다. 이것이, 발광소자의 수명의 향상, 즉, 신뢰성의 향상에 연결된다.

[0137] 또한, 전술한 조합 중에서도, 제1의 유기 화합물로서 방향족아민 화합물을, 제2의 유기 화합물로서 금속착체를 조합하는 것이 바람직하다. 방향족아민 화합물은 정공수송성이 높고 비교적 쌍극자 모멘트가 작고, 한편으로 금속착체는 전자수송성이 높고 쌍극자 모멘트가 크다. 이렇게, 쌍극자 모멘트가 크게 다른 물질을 조합함으로써 전술한 정공이동의 억제 효과는 보다 현저해진다. 구체적으로는, 제1의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트를 P<sub>1</sub>, 제2의 유기 화합물의 쌍극자 모멘트를 P<sub>2</sub>로 하면, P<sub>1</sub>/P<sub>2</sub>≥3 또는 P<sub>1</sub>/P<sub>2</sub>≤0.33이 되는 조합이 바람직하다. 예를 들면 방향족아민 화합물인 NPB의 쌍극자 모멘트는 0.86debye이며, 금속착체인 Alq의 쌍극자 모멘트는 9.40debye다. 따라서, 본 실시형태 2와 같이, 제1의 유기 화합물로서 방향족아민 화합물과 같은 정공수송성의

유기 화합물을, 제2의 유기 화합물로서 금속착체와 같은 전자수송성의 유기 화합물을 사용하는 경우에는,  $P_1/P_2 \leq 0.33$ 인 것이 바람직하다.

[0138] 또한, 제3의 층(413)에 포함되는 제2의 유기 화합물의 발광 색과, 제4의 층(414)에 포함되는 발광성이 높은 물질의 발광 색은, 같은 계열색의 발광 색인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 제2의 유기 화합물의 발광스펙트럼의 최대의 피크의 파장과 발광성이 높은 물질의 발광스펙트럼의 최대의 피크의 파장과의 차이는, 30nm이내인 것이 바람직하다. 30nm이내인 것에 의해, 제2의 유기 화합물의 발광 색과 발광성이 높은 물질의 발광 색은, 같은 계열색이 된다. 따라서, 전압 등의 변화에 의해, 제2의 유기 화합물이 발광했을 경우에도, 발광 색의 변화를 억제할 수 있다. 다만, 반드시 제2의 유기 화합물이 발광할 필요는 없다.

[0139] 또한, 제3의 층(413)의 막두께는, 5nm이상 20nm이하인 것이 바람직하다. 막두께가 지나치게 두꺼우면, 캐리어의 이동 속도가 과도하게 저하해버려, 구동전압이 높아지게 되어버리고, 제3의 층의 발광 강도가 증대할 가능성이 있다. 또한 막두께가 지나치게 얇으면, 캐리어의 이동을 제어하는 기능을 실현하지 않게 되어버린다. 따라서, 5nm이상 20nm이하의 막두께인 것이 바람직하다.

[0140] 제4의 층(414)은, 발광성이 높은 물질을 포함한 층, 즉 발광층이며, 실시형태1에서 나타낸 발광성이 높은 물질을 사용할 수 있다. 또한 발광층으로서는, 실시형태1에서 나타나 있는 바와 같이, 발광성이 높은 물질을 다른 물질에 분산되게 한 구성으로 해도 된다.

[0141] 또한, 본 실시형태에서는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을, 발광층과, 양극으로서 기능하는 제1의 전극과의 사이에 설치하기 때문에, 발광층은, 정공수송성이 바람직하다. 즉, 전자수송성보다도 정공수송성쪽이 높은 것이 바람직하다. 발광층이 정공수송성의 경우, 종래에는 발광층내에 있어서의 정공의 페뚫고 나가기를 막기 때문에, 정공 블록층을 발광층과 음극과의 사이에 설치하고 있었다. 그렇지만, 그 정공 블록 기능이 경시적으로 열화하면, 재결합 영역이 정공 블록층내(혹은 전자수송층내)에까지 미쳐버려, 전류효율의 저하(즉 휘도열화)이 현저해진다. 한편, 본 발명의 경우에는, 반대로, 발광층과 양극과의 사이(양극측)에 있어서 정공이 이동을 제어하기 때문에, 다소 정공의 벨런스(전자에 대한 이동도나 전하량 등)이 무너졌다고 하여도, 발광층내에 있어서 재결합하는 캐리어의 비율은 변화되기 어렵고, 휘도가 저하하기 어렵다고 하는 장점이 있다.

[0142] 따라서, 실시형태 1에서 나타낸 발광성이 높은 물질을 분산되게 하기 위한 재료로서는, 정공수송성의 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, DPAnth, 6, 12-디메톡시-5, 11-디페닐 크리센과 같은 축합 방향족 탄화수소나, CzAlPA, DPhPA, PCAPA, PCAPBA, 2PCAPA, NPB(또는  $\alpha$ -NPD), TPD, DFLLDPBi, BSPB등의 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다.

[0143] 제5의 층(415)은, 전자수송성이 높은 물질을 포함한 층이며, 실시형태 1에서 나타낸 것과 같은 것을 사용할 수 있다.

[0144] 제6의 층(416)은, 전자주입성이 높은 물질을 포함한 층이며, 실시형태 1에서 나타낸 것과 같은 것을 사용할 수 있다.

[0145] 또한, EL층의 형성 방법으로서는, 건식법, 습식법을 막론하고, 가지가지의 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면 진공증착법, 잉크젯법 또는 스픬 코트법 등 사용해도 개의치 않는다. 또 각 전극 또는 각 층마다 다른 성막 방법을 사용해서 형성해도 개의치 않는다. 예를 들면 전술한 재료 중, 고분자화합물을 사용해서 습식법으로 EL층을 형성해도 좋다. 또는, 저분자의 유기 화합물을 사용해서 습식법으로 형성할 수도 있다. 또한 저분자의 유기 화합물을 사용해서 진공증착법등의 건식법을 사용해서 EL층을 형성해도 좋다.

[0146] 또한, 전극에 관해서도, 콜-겔법을 사용해서 습식법으로 형성해도 좋고, 금속재료의 페이스트를 사용해서 습식법으로 형성해도 좋다. 또한 스퍼터링법이나 진공증착법 등의 건식법을 사용해서 형성해도 좋다.

[0147] 이하, 구체적인 발광소자의 형성 방법을 나타낸다. 본 발명의 발광소자를 표시장치에 적용하고, 발광층을 분할 도포하는 경우에는, 발광층은 습식법에 의해 형성하는 것이 바람직하다. 발광층을 잉크젯법을 사용해서 형성 함에 의해, 대형기판이여도 발광층의 분할 도포가 용이해진다.

[0148] 예를 들면, 도 5에 나타낸 구성에 있어서, 제1의 전극을 건식법인 스퍼터링법, 제1의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스픬 코트법, 제2의 층을 건식법인 진공증착법, 제3의 층을 습식법인 잉크젯법, 제4의 층을 건식법인 공증착법, 제5의 층 및 제6의 층을 건식법인 진공증착법, 제2의 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스픬 코트법을 사용해서 형성해도 좋다. 또한, 제1의 전극을 습식법인 잉크젯법, 제1의 층을 건식법인 진공증착법, 제2의 층을 습식법인 잉크젯법이나 스픬 코트법, 제3의 층을 습식법인 잉크젯법, 제4의 층을 습식법인 잉크젯법이나

스핀 코트법, 제5의 충 및 제6의 충을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코트법, 제2의 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코트법을 사용해서 형성해도 좋다. 또한, 상기의 방법에 한하지 않고, 습식법과 건식법을 적당하게 조합하면 좋다.

[0149] 한층 더 구체적으로는, 예를 들면, 도 5에 나타낸 구성의 경우, 제1의 전극을 건식법인 스퍼터링법, 제1의 충 및 제2의 충을 건식법인 진공증착법, 제3의 충을 건식법인 공증착법, 발광충인 제4의 충을 습식법인 잉크젯법, 제5의 충을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코트법, 제6의 충을 설치하지 않고, 제2의 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코트법에 의해 형성할 수 있다. 즉, 제1의 전극으로부터 제3의 충까지를 건식법으로 형성하고, 제4의 충으로부터 제2의 전극까지를 습식법으로 형성할 수 있다. 이 방법에서는, 제1의 전극으로부터 제3의 충까지를 진공일관에서 형성할 수 있고, 제4의 충으로부터 제2의 전극까지를 대기압중에서 형성할 수 있다. 또한, 제4의 충의 분할 도포도 용이하다. 따라서, 공정을 간략화하고, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0150] 또한, 도 6에 나타낸 구성의 경우, 상기의 방법과는 반대의 순서로, 제2의 전극을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코트법, 제6의 충으로부터 제5의 충을 습식법인 잉크젯법이나 스핀 코트법, 제4의 충을 습식법인 잉크젯법, 제3의 충을 건식법인 공증착법, 제2의 충 및 제1의 충을 건식법인 진공증착법, 제1의 전극을 건식법인 진공증착법에 의해 형성할 수 있다. 이 방법에서는, 제2의 전극으로부터 제4의 충까지를 대기압중에서 형성하고, 제3의 충으로부터 제1의 전극까지를 건식법에 의해 진공일관에서 형성할 수 있다. 따라서, 공정을 간략화하고, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0151] 이상과 같은 구성을 가지는 본 발명의 발광소자는, 제1의 전극(402)과 제2의 전극(404)과의 사이에 생긴 전위차에 의해 전류가 흐르고, EL 충(403)에 있어서 정공과 전자가 재결합하여, 발광하는 것이다. 발광은, 제1의 전극(402) 또는 제2의 전극(404)의 어느 한쪽 또는 양쪽을 통해서 외부에 추출된다. 따라서, 제1의 전극(402) 또는 제2의 전극(404)의 어느 한쪽 또는 양쪽은, 투광성을 가지는 전극이다.

[0152] 제1의 전극(402)만이 투광성을 가지는 전극일 경우, 도 7a에 나타나 있는 바와 같이, 발광은 제1의 전극(402)을 통과해서 기판측에서 추출된다. 또한, 제2의 전극(404)만이 투광성을 가지는 전극일 경우, 도 7b에 나타나 있는 바와 같이, 발광은 제2의 전극(404)을 통과해서 기판과 반대측에서 추출된다. 제1의 전극(402) 및 제2의 전극(404)이 모두 투광성을 가지는 전극일 경우, 도 7c에 나타나 있는 바와 같이, 발광은 제1의 전극(402) 및 제2의 전극(404)을 통해서, 기판측 및 기판과 반대측의 양쪽으로부터 추출된다.

[0153] 이때, 제1의 전극(402)과 제2의 전극(404)과의 사이에 설치되는 충의 구성은, 상기의 것에는 한정되지 않는다. 즉, 본 발명 및 본 실시형태에 있어서는, 발광 영역과 금속이 근접 함으로써 생기는 소광을 막도록, 제1의 전극(402) 및 제2의 전극(404)으로부터 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역을 설치한 구성이며, 캐리어의 이동을 제어하는 충을 가지는 구성이면, 상기 이외의 것이어도 좋다.

[0154] 즉, EL충의 적층구조에 관해서는 특별하게 한정되지 않고, 전자수송성이 높은 물질 또는 정공수송성이 높은 물질, 전자주입성이 높은 물질, 정공주입성이 높은 물질, 바이폴라성(전자 및 정공의 수송성이 높은 물질)의 물질 등으로 이루어진 충과, 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 충 및 발광충을 적당하게 조합하여 구성하면 좋다.

[0155] 또한, 본 실시형태에서 나타내는 캐리어의 이동을 제어하는 충은, 정공의 이동을 제어하는 것이기 때문에, 발광충과 양극으로서 기능하는 전극과의 사이에 설치하는 것이 바람직하다.

[0156] 예를 들면, 도 5b에 나타나 있는 바와 같이 발광 기능을 갖는 제4의 충(414)과, 캐리어의 이동을 제어하는 충인 제3의 충(413)과의 사이에, 정공수송성이 높은 물질을 포함하는 제7의 충(417)을 형성해도 된다.

[0157] 보다 바람직하게는, 캐리어의 이동을 제어하는 충은 발광충과 접하도록 설치하는 것이 바람직하다. 캐리어의 이동을 제어하는 충을 발광충과 접하도록 설치함으로써, 발광충에의 정공주입을 직접 제어할 수 있기 때문에, 발광충내에 있어서의 캐리어 벨런스의 시간에 따른 변화를 보다 억제할 수 있고, 소자수명 향상에 관해서 보다 큰 효과를 얻을 수 있다. 또한 정공수송성이 높은 물질을 포함하는 제7의 충을 설치하지 않기 때문에, 프로세스적으로도 간편해진다.

[0158] 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 충을 발광충과 접하도록 설치할 경우에는, 캐리어의 이동을 제어하는 충에 포함되는 제1의 유기 화합물과, 발광충에 많이 포함되어 있는 유기 화합물은, 다른 유기 화합물인 것이 바람직하다. 특히, 발광충의 구성이, 발광성이 높은 물질을 분산되게 하는 물질(제3의 유기 화합물)과, 발광성이 높은 물질(제4의 유기 화합물)과를 포함하는 경우, 제3의 유기 화합물과, 제1의 유기 화합물은, 다른 유기 화합물인 것이 바람직하다. 이러한 구성에 의해, 캐리어(본 실시형태에 있어서는 정공)의 이동이, 제1의 유기 화합

물과 제3의 유기 화합물의 사이에서도 억제되어, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 설치하는 효과가 보다 높게 된다.

[0159] 또한, 도 6에 나타내는 발광소자는, 기판(401) 위에, 음극으로서 기능하는 제2의 전극(404), EL 층(403), 양극으로서 기능하는 제1의 전극(402)이 순차적으로 적층된 구조으로 되어 있다. EL 층(403)은, 제1의 층(411), 제2의 층(412), 제3의 층(413), 제4의 층(414), 제5의 층(415), 제6의 층(416)을 가진다. 제3의 층(413)은, 제4의 층(414)과 양극으로서 기능하는 제1의 전극과의 사이에 설치된다.

[0160] 본 발명의 발광소자는, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 가지고 있다. 캐리어의 이동을 제어하는 층은, 2종류이상의 물질을 포함하기 때문에, 물질의 조합이나 혼합비, 막두께 등을 제어 함에 의해, 캐리어 밸런스를 정밀하게 제어하는 것이 가능하다.

[0161] 또한, 물질의 조합이나 혼합비, 막두께 등의 제어로 캐리어 밸런스를 제어하는 것이 가능하기 때문에, 종래보다도 용이하게 캐리어 밸런스의 제어가 가능해진다. 즉, 사용하는 재료 바로 그것의 물성을 변화시키지 않아도, 혼합비나 막두께 등을 제어 함에 의해, 캐리어의 이동을 제어할 수 있다.

[0162] 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 사용해서 캐리어 밸런스를 향상시킴으로써, 발광소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

[0163] 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 사용함으로써, 과잉의 정공이 주입되는 것이나, 발광층을 깨뚫고 나가서 전자수송층이나 전자주입층에 정공이 달하는 것을 억제할 수 있다. 전자수송층이나 전자주입층에 정공이 달해버리면, 발광층내에서 재결합하는 확률이 저하해버려(즉, 캐리어 밸런스가 무너져버려), 시간 경과적인 발광 효율의 저하를 초래해버린다. 즉, 발광소자의 수명이 짧아져버린다.

[0164] 그러나, 본 실시형태에서 나타나 있는 바와 같이 캐리어의 이동을 제어하는 층을 사용함으로써, 과잉의 정공이 주입되는 것이나, 발광층을 깨뚫고 나가서 전자수송층이나 전자주입층에 정공이 달하는 것을 억제하고, 발광 효율의 저하를 억제할 수 있다. 즉, 장수명의 발광소자를 얻을 수 있다.

[0165] 또한, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 포함되는 2종류이상의 물질 중, 제1의 유기 화합물보다도 적게 포함되어 있는 제2의 유기 화합물을 사용해서 캐리어의 이동을 제어하고 있다. 따라서, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 포함되어 있는 성분 중 적은 성분으로 캐리어의 이동을 제어하는 것이 가능하기 때문에, 경시 열화하기 어렵고, 발광소자의 장기 수명화를 실현할 수 있다. 즉, 단일물질에 의해 캐리어 밸런스를 제어할 경우에 비교하고, 캐리어 밸런스의 변화가 일어나기 어렵다.

[0166] 예를 들면, 단일물질에 의해 형성된 층에서 캐리어의 이동을 제어할 경우에는, 부분적인 물포로지의 변화나, 부분적인 결정화에 의해, 층전체의 밸런스가 변화되어버린다. 그 때문에, 경시 변화에 약하다. 그러나, 본 실시형태에서 나타나 있는 바와 같이, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 포함되어 있는 성분 중 적은 성분으로 캐리어의 이동을 제어 함에 의해, 물포로지의 변화나 결정화, 응집 등의 영향이 작아지고, 경시 변화가 일어나기 어렵다. 따라서, 시간 경과적인 발광 효율의 저하가 발생하기 어려운 장수명의 발광소자를 얻을 수 있다.

[0167] 본 실시형태에서 나타나 있는 바와 같이, 캐리어의 이동을 제어하는 층을, 발광층과 양극으로서 기능하는 제1의 전극과의 사이에 설치하는 구성은, 정공과다의 발광소자에 적용하면 특히 유효하다. 예를 들면, 발광층이 정공수송성이며, 제1의 전극으로부터 주입된 정공이 발광층을 깨뚫고 나가버리는 비율이 경시적으로 증가해 가는 우려가 있는 경우에, 본 실시형태에서 나타낸 구성을 적용하면 특히 유효하다.

[0168] 또한, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적당하게 조합하는 것이 가능하다. 예를 들면, 발광층과 양극으로서 기능하는 제1의 전극과의 사이에, 정공의 이동을 제어하는 층을 설치하고, 발광층과 음극으로서 기능하는 제2의 전극과의 사이에, 전자의 이동을 제어하는 층을 형성해도 된다. 즉, 이렇게 함에 의해, 발광층의 양측에, 캐리어의 이동을 제어하는 층을 설치할 수도 있고, 발광층의 양측에서, 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어의 재결합이 행해지도록 되어, 보다 바람직하다.

[0169] 그 결과, 발광층의 양측에서, 캐리어의 이동을 제어함으로써, 보다 한층 물포로지의 변화나 결정화, 응집 등의 영향이 작아져, 경시변화가 일어나기 어렵고, 경시적인 발광효율의 저하가 일어나기 어려운 장수명의 발광소자를 얻을 수 있다.

[0170] (실시형태 3)

[0171] 본 실시형태는, 본 발명에 따른 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광 소자의 형태를 나타내는 것이며, 그것에 대해서, 도 9를 참조해서 설명한다. 이 발광소자는, 제1의 전극과 제2의 전극과의 사이에, 복수의 발광 유닛을 가지는 적층형 발광소자다. 발광 유닛으로서는, 실시형태 1 및 실시형태 2에서 나타낸 EL층과 같은 구성을 이용할 수 있다. 즉, 실시형태 1과 실시형태 2에서 나타낸 발광소자는, 1개의 발광 유닛을 갖는 발광소자이고, 본 실시형태에서는, 복수의 발광 유닛을 갖는 발광소자에 대해서 설명한다.

[0172] 도 9에 있어서, 제1의 전극(501)과 제2의 전극(502)과의 사이에는, 제1의 발광 유닛(511)과 제2의 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제1의 전극(501)과 제2의 전극(502)은 실시형태 1과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한 제1의 발광 유닛(511)과 제2의 발광 유닛(512)은 같은 구성이어도 다른 구성이어도 되고, 그 구성은 실시형태 1-실시형태 2와 같은 것을 적용할 수 있다.

[0173] 전하발생층(513)에는, 유기 화합물과 금속산화물의 복합재료가 포함되어 있다. 이 유기 화합물과 금속산화물의 복합재료는, 실시형태 1에서 나타낸 복합재료이며, 유기 화합물과 바나듐산화물이나 몰리브덴산화물이나 텉스텐산화물 등의 금속산화물을 포함한다. 유기 화합물로서는, 방향족아민 화합물, 칼바졸유도체, 방향족탄화수소, 고분자화합물(올리고마, 텐드리마, 폴리머 등) 등, 가지가지의 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 유기 화합물로서는, 정공수송성 유기 화합물로서 정공이동도가  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 것을 적용하는 것이 바람직하다. 단, 전자보다도 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이것을 이외의 것을 사용해도 된다. 유기 화합물과 금속산화물의 복합재료는, 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 뛰어나기 때문에, 저전압구동, 저전류구동을 실현할 수 있다.

[0174] 또한, 전하발생층(513)은, 유기 화합물과 금속산화물의 복합재료를 포함하는 층과 다른 재료를 조합해서 형성해도 좋다. 예를 들면, 유기 화합물과 금속산화물의 복합재료를 포함하는 층과, 전자공여성 물질 중에서 선택된 하나의 화합물과 전자수송성이 높은 화합물을 포함하는 층을, 조합해서 형성해도 좋다. 또한 유기 화합물과 금속산화물의 복합재료를 포함하는 층과, 투명도전막을 조합해서 형성해도 좋다.

[0175] 어떻든간에, 제1의 발광 유닛(511)과 제2의 발광 유닛(512)에 끼워지는 전하발생층(513)은, 제1의 전극(501)과 제2의 전극(502)에 전압을 인가했을 때에, 한쪽의 발광 유닛에 전자를 주입하고, 다른 쪽의 발광 유닛에 정공을 주입하는 것이면 된다. 예를 들면, 도 9에 있어서, 제1의 전극의 전위쪽이 제2의 전극의 전위보다도 높게 되도록 전압을 인가했을 경우, 전하발생층(513)은, 제1의 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고, 제2의 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 된다.

[0176] 본 실시형태에서는, 2개의 발광 유닛을 가지는 발광소자에 대하여 설명했지만, 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광소자에 대해서도, 마찬가지로 적용하는 것이 가능하다. 본 실시형태에 관련되는 발광소자와 같이, 한 쌍의 전극간에 복수의 발광 유닛을 전하발생층으로 간막이를 해서 배치함으로써 전류밀도를 낮게 유지한 채, 고휘도영역에서의 장수명 소자를 실현한다. 또한, 응용 예로서 조명을 들면, 전극재료의 저항에 의한 전압강하를 작아지게 할 수 있으므로, 대면적에서의 균일발광이 가능해진다. 또한 저전압구동이 가능해서 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.

[0177] 또한, 각각의 발광 유닛의 발광 색을 다른 것으로 함으로써, 발광소자 전체로서, 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들면, 2개의 발광 유닛을 가지는 발광소자에 있어서, 제1의 발광 유닛의 발광 색과 제2의 발광 유닛의 발광 색을 보색의 관계가 되도록 함으로써, 발광소자 전체로서 백색발광하는 발광소자를 얻는 것도 가능하다. 이때, 보색이란, 혼합하면 무채색이 되는 색끼리의 관계를 말한다. 즉, 보색의 관계에 있는 색을 발광하는 물질의 발광을 혼합하면, 백색발광을 얻을 수 있다. 또한, 3개의 발광 유닛을 가지는 발광소자의 경우라도 마찬가지이고, 예를 들면, 제1의 발광 유닛의 발광 색이 적색이며, 제2의 발광 유닛의 발광 색이 녹색이며, 제3의 발광 유닛의 발광 색이 청색일 경우, 발광소자 전체로서는, 백색발광을 얻을 수 있다.

[0178] 이때, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적당하게 조합하는 것이 가능하다.

[0179] (실시형태 4)

[0180] 본 실시형태는, 본 발명의 발광소자를 가지는 발광 장치에 대하여 설명한다. 본 실시형태에서는, 화소부에 본 발명의 발광소자를 가지는 발광 장치에 대해서 도 10을 사용하여 설명한다. 또한, 도 10a는, 발광 장치를 나타내는 평면도, 도 10b는 도 10a를 A-A' 및 B-B'에서 절단한 단면도다.

[0181] 도 10a에서, 점선으로 도시된 601은 구동회로부(소스측 구동회로), 602는 화소부, 603은 구동회로부(케이트측 구동회로)이다. 또한, 604는 밀봉기관, 605는 셀재이며, 셀재(605)로 둘러싸여진 내측은, 공간(607)으로

되어 있다. 또한, 리드 배선(608)은 소스측 구동회로(601) 및 게이트측 구동회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부입력 단자가 되는 FPC(플렉시블 프린트 서킷)(609)로부터 비디오신호, 클록 신호, 스타트 신호, 리셋트 신호 등을 받는다. 또한, 여기에서는 FPC밖에 도면에 나타내지는 않았지만, 이 FPC에는 프린트 회로 기판(PWB)이 장착되어도 좋다. 명세서에 있어서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 거기에 FPC 혹은 PWB이 부착된 상태도 포함하는 것으로 한다.

[0182] 다음에, 단면구조에 대해서 도 10b을 사용하여 설명한다. 소자기판(610) 위에는 구동회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기에서는, 구동회로부인 소스측 구동회로(601)와, 화소부(602) 중의 하나의 화소가 표시되어 있다.

[0183] 또한, 소스측 구동회로(601)는 N채널형TFT623과 P채널형TFT624를 조합한 CMOS회로가 형성된다. 또한, 구동회로는, 가지가지의 CMOS회로, PMOS회로 혹은 NMOS회로로 형성해도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는, 기판 위에 구동회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없고, 구동회로를 기판 위가 아니고 외부에 형성할 수도 있다.

[0184] 또한, 화소부(602)는 스위칭용TFT611과, 전류제어용TFT612과 그 드레인에 전기적으로 접속된 제1의 전극(613)을 포함하는 복수의 화소에 의해 형성된다. 또한, 제1의 전극(613)의 단부를 덮어서 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기에서는, 포지티브형의 감광성 아크릴수지막을 사용하여 형성한다.

[0185] 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 사용했을 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률반경( $0.2\mu\text{m}$  내지  $3\mu\text{m}$ )을 가지는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서, 빛의 조사에 의해 에칠퐁트에 불용해성이 되는 네가티브형, 또는 빛의 조사에 의해 에칠퐁트에 용해성이 되는 포지티브형의 모두 사용할 수 있다.

[0186] 제1의 전극(613) 위에는, EL층(616), 및 제2의 전극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기에서, 제1의 전극(613)에 사용하는 재료로서는, 여러가지의 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물을 사용할 수 있다. 제1의 전극을 양극으로서 사용할 경우에는, 그 중에서도, 일함수가 큰(일함수  $4.0\text{eV}$ 이상) 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연, 질화 티타늄 막, 크롬 막, 텉스텐 막, Zn막, Pt막 등의 단층 막의 기타, 질화 티타늄 막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화 티타늄 막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화 티타늄 막과의 3층구조 등의 적층막을 사용할 수 있다. 또한, 적층구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮고, 양호한 오믹콘택트를 취할 수 있고, 한층 더 양극으로서 기능시킬 수 있다.

[0187] 또한, EL층(616)은, 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스팍 코트법 등의 가지가지의 방법에 의해 형성된다. EL 층(616)은, 실시형태 1 및 실시형태 2에서 나타낸 캐리어의 이동을 제어하는 층 및 발광층을 가지고 있다. 또한 EL층(616)을 구성하는 것 외의 재료로서는, 저분자화합물, 또는 고분자화합물(올리고머, 덴드리머를 포함한다)이어도 된다. 또한 EL층에 사용하는 재료로서는, 유기 화합물뿐만아니라, 무기화합물을 사용해도 된다.

[0188] 또한, 제2의 전극(617)에 사용하는 재료로서는, 여러가지의 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물을 사용할 수 있다. 제2의 전극을 음극으로서 사용할 경우에는, 그 중에서도, 일함수가 작은(일함수  $3.8\text{eV}$ 이하)금속, 합금, 전기전도성 화합물, 및 이것들의 혼합물 등을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 원소주기표의 제1족 또는 제2족에 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)등을 들 수 있다. 또한, EL 층(616)에서 생긴 빛을 제2의 전극(617)을 투과시킬 경우에는, 제2의 전극(617)로서, 막두께를 얇게 한 금속박막과, 투명도전 막(산화인듐-산화 주석(ITO), 규소혹은 산화 규소를 함유한 산화인듐-산화 주석, 산화인듐-산화아연(IZO), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO)등)과의 적층을 사용하는 것도 가능하다.

[0189] 또한, 소자기판(610)은 셀재(605)로 밀봉기판(604)과 접합시키는 것에 의하여, 소자기판(610), 밀봉기판(604), 및 셀재(605)로 둘러싸여진 공간(607)에 발광소자(618)가 구비된 구조로 되어 있다. 또한, 공간(607)에는, 충전재가 충전되어 있고, 불활성기체(질소나 아르곤 등)이 충전될 경우의 기타, 셀재(605)로 충전될 경우도 있다.

[0190] 또한, 셀재(605)에는 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이것들의 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉기판(604)에 사용하는 재료로서 유리 기판이

나 석영기판의 기타, FRP(Fiber glass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐 플로라이드), 폴리에스텔 또는 아크릴 등으로 이루어진 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.

[0191] 이상과 같이 하여, 본 발명의 발광소자를 가지는 발광 장치를 얻을 수 있다. 이렇게하여 얻어진 본 발명의 발광 장치는, 장수명의 발광소자를 가지고 있기 때문에, 장수명이다.

[0192] 또한, 본 발명의 발광소자는 발광 효율이 높은 발광소자이기 때문에, 고휘도의 발광이 가능해서, 소비 전력이 저감된 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0193] 이상과 같이, 본 실시형태에서는, 트랜지스터에 의해 발광소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형의 발광 장치에 대해서 나타내고 있고, 거기에 관해 설명했다. 그러나, 본 발명의 발광소자는, 트랜지스터 등의 구동용의 소자를 특히 설치하지 않고 발광소자를 구동시키는 패시브 매트릭스형의 발광 장치라도 좋다. 도 11에는, 본 발명을 적용해서 제작한 패시브 매트릭스형의 발광 장치에 대해서 사시도 및 단면도를 나타낸다. 또한, 도 11a는, 발광 장치를 나타내는 사시도, 도 11b는 도 11a를 X-Y로 절단한 단면도다. 도 11에 있어서, 기판(951) 위에는, 전극 952와 전극 956과의 사이에는 EL층(955)이 설치된다. 전극952의 단부는 절연층(953)으로 덮어져 있다. 그리고, 절연층(953) 위에는 분리벽층(954)이 설치된다. 분리벽층(954)의 측벽은, 기판면에 깊게 됨에 따라, 한쪽 벽과 다른쪽 벽과의 간격이 좁아져 가는 경사를 가진다. 즉, 분리벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은, 사다리꼴 형상이며, 저변(절연층(953))의 면방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하는 변)쪽이 상변(절연층(953))의 면방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접하지 않는 변)보다도 짧다. 이렇게, 분리벽층(954)을 설치함으로써, 정전기 등에 기인한 발광소자의 불량을 막을 수 있다. 또한 패시브 매트릭스형의 발광 장치에 있어서도, 수명이 긴 본 발명의 발광소자를 포함함으로써, 수명이 긴 발광 장치를 얻을 수 있다. 또한, 발광 효율이 높은 본 발명의 발광소자를 포함함으로써, 소비 전력이 저감된 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0194] (실시형태 5)

[0195] 본 실시형태는, 실시형태 4에 나타내는 발광 장치를 그 일부에 포함하는 본 발명의 전자기기를 나타내는 것이며, 그것에 관하여 설명한다. 본 발명의 전자기기는, 실시형태 1 내지 실시형태 3에서 나타낸 발광소자를 가지고, 수명이 긴 표시부를 가진다. 또한, 발광 효율이 높은 발광소자를 가지기 때문에, 소비 전력이 저감된 표시부를 얻을 수 있다.

[0196] 본 발명의 발광 장치를 사용해서 제작된 전자기기로서, 비디오카메라, 디지털 카메라 등의 카메라, 고글형 디스플레이, 네비게이션 시스템, 음향재생장치(카 오디오, 오디오 콤포넌트 등), 컴퓨터, 게임 기기, 휴대 정보단말(모바일 컴퓨터, 휴대전화, 휴대형 게임기 또는 전자서적 등), 기록 매체를 구비한 화상재생장치(구체적으로는 Digital Versatile Disc(DVD)등의 기록 매체를 재생하고, 그 화상을 표시할 수 있는 표시장치를 구비한 장치) 등을 들 수 있다. 이것들의 전자기기의 구체적인 예를 도 12에 나타낸다.

[0197] 도 12a는 본 발명에 따른 텔레비전 장치이며, 케이싱(9101), 지지 대(9102), 표시부(9103), 스피커부(9104), 비디오 입력 단자(9105) 등을 포함한다. 이 텔레비전 장치에 있어서, 표시부(9103)는, 실시형태 1 내지 실시형태 3에서 설명한 것과 같은 발광소자를 매트릭스 모양으로 배열해서 구성되어 있다. 상기 발광소자는, 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광소자로 구성되는 표시부(9103)도 같은 특징을 가지기 때문에, 이 텔레비전 장치는 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 즉, 장시간의 사용을 견디어낼 수 있는 텔레비전 장치를 제공할 수 있다. 또한, 발광 효율이 높은 발광소자를 가지기 때문에, 소비 전력이 저감된 표시부를 가지는 텔레비전 장치를 얻을 수 있다.

[0198] 도 12b는 본 발명에 따른 컴퓨터이며, 본체(9201), 케이싱(9202), 표시부(9203), 키보드(9204), 외부 접속 포트(9205), 포인팅 디바이스(9206) 등을 포함한다. 이 컴퓨터에 있어서, 표시부(9203)는, 실시형태 1 내지 실시형태 3에서 설명한 것으로 같은 발광소자를 매트릭스 모양으로 배열해서 구성되어 있다. 상기 발광소자는, 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광소자로 구성되는 표시부(9203)도 같은 특징을 가지기 때문에, 이 컴퓨터는 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 즉, 장시간의 사용을 견디어낼 수 있는 컴퓨터를 제공할 수 있다. 또한, 발광효율이 높은 발광소자를 가지기 때문에, 소비 전력이 저감된 표시부를 가지는 컴퓨터를 얻을 수 있다.

[0199] 도 12c는 본 발명에 따른 휴대전화이며, 본체(9401), 케이싱(9402), 표시부(9403), 음성입력부(9404), 음성 출력부(9405), 조작 키(9406), 외부접속 포트(9407), 안테나(9408) 등을 포함한다. 이 휴대전화에 있어서, 표시부(9403)는, 실시형태 1 내지 실시형태 3에서 설명한 것과 같은 발광소자를 매트릭스 모양으로 배열해서 구

성되어 있다. 상기 발광소자는, 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광소자로 구성되는 표시부(940 3)도 같은 특징을 가지기 때문에, 이 휴대전화는 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 즉, 장시간의 사용을 견디어낼 수 있는 휴대전화를 제공할 수 있다. 또한, 발광 효율이 높은 발광소자를 가지기 때문에, 소비 전력이 저감된 표시부를 가지는 휴대전화를 얻을 수 있다.

[0200] 도 12d은 본 발명에 관련되는 카메라이며, 본체(9501), 표시부(9502), 케이싱(9503), 외부접속 포트(9504), 리모트 컨트롤 수신부(9505), 수상부(9506), 배터리(9507), 음성입력부(9508), 조작 키(9509), 접안부(9510) 등을 포함한다. 이 카메라에 있어서, 표시부(9502)는, 실시형태 1 내지 실시형태 3에서 설명한 것과 같은 발광소자를 매트릭스 모양으로 배열해서 구성되어 있다. 상기 발광소자는, 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 그 발광소자로 구성되는 표시부(9502)도 같은 특징을 가지기 때문에, 이 카메라는 수명이 길다고 하는 특징을 가지고 있다. 즉, 장시간의 사용을 견디어낼 수 있는 카메라를 제공할 수 있다. 또한 발광 효율이 높은 발광소자를 가지기 때문에, 소비 전력이 저감된 표시부를 가지는 카메라를 얻을 수 있다.

[0201] 이상과 같이, 본 발명의 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓고, 이 발광 장치를 모든 분야의 전자기기에 적용하는 것이 가능하다. 본 발명의 발광 장치를 사용함으로써, 장시간의 사용을 견디어낼 수 있는, 수명이 긴 표시부를 가지는 전자기기를 제공하는 것이 가능해진다. 또한, 소비 전력이 저감된 표시부를 가지는 전자기기를 얻을 수 있다.

[0202] 또한, 본 발명의 발광 장치는, 조명 장치로서 사용할 수도 있다. 본 발명의 발광소자를 조명 장치로서 사용하는 일형태를, 도 13을 사용하여 설명한다.

[0203] 도 13은, 본 발명의 발광 장치를 백라이트로서 사용한 액정표시장치의 일례다. 도 13에 나타낸 액정표시장치는, 케이싱(901), 액정층(902), 백라이트(903), 케이싱(904)를 가지고, 액정층(902)은, 드라이버IC(905)와 접속되어 있다. 또한 백라이트(903)는, 본 발명의 발광 장치를 사용할 수 있고, 단자(906)에 의해, 전류가 공급되어 있다.

[0204] 본 발명의 발광 장치를 액정표시장치의 백라이트로서 사용함으로써, 수명이 긴 백라이트를 얻을 수 있다. 또한, 본 발명의 발광 장치는, 면발광의 조명 장치이며 대면적화도 가능하기 때문에, 백라이트의 대면적화가 가능해서, 액정표시장치의 대면적화도 가능하게 된다. 또한, 본 발명의 발광 장치는 초박형에서 저소비 전력이기 때문에, 표시장치의 박형화, 저소비 전력화도 가능해진다. 또한, 발광 효율이 높은 발광소자를 가지고 있기 때문에, 고효도의 발광이 가능한 발광 장치를 얻을 수 있다. 또한, 본 발명의 발광 장치는 장수명이기 때문에, 수명이 긴 액정표시장치를 얻을 수 있다.

[0205] 도 14는, 본 발명을 적용한 발광 장치를, 조명 장치인 전기 스탠드로서 사용한 예다. 도 14에 나타내는 전기 스탠드는, 케이싱(2001)과, 광원(2002)을 가지고, 광원(2002)으로서, 본 발명의 발광 장치가 이용되고 있다. 본 발명의 발광 장치는 장수명이기 때문에, 전기 스탠드도 장수명이다.

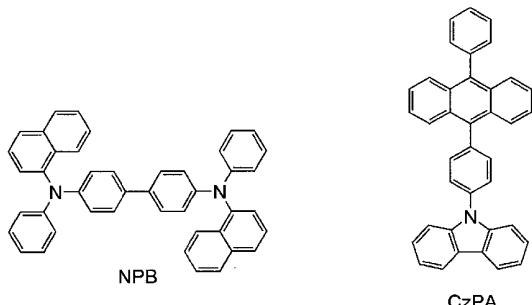
[0206] 도 15는, 본 발명을 적용한 발광 장치를, 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예다. 본 발명의 발광 장치는 대면적화도 가능하기 때문에, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한, 본 발명의 발광 장치는, 장수명이기 때문에, 장수명의 조명 장치로서 사용하는 것이 가능해진다. 이와 같이, 본 발명을 적용한 발광 장치를, 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 데에, 도 12a에서 설명한 것 같은, 본 발명에 따른 텔레비전 장치(3002)를 설치해서 공공 방송이나 영화를 감상할 수 있다. 이러한 경우, 양쪽장치는 장수명이므로, 조명 장치나 텔레비전 장치의 교체 회수를 절감할 수 있고, 환경에의 부하를 저감할 수 있다.

[0207] [실시예 1]

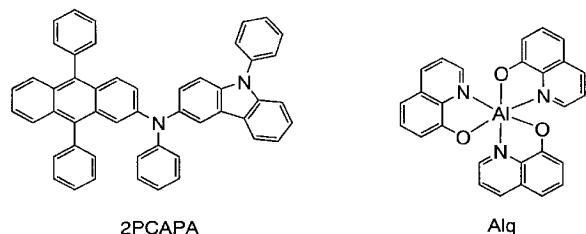
[0208] 본 실시예에서는, 본 발명의 발광소자에 대해서 구체적으로 도 16을 이용하여 설명한다. 실시예 1 및 실시예 2에서 이용하는 유기 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

[0209]

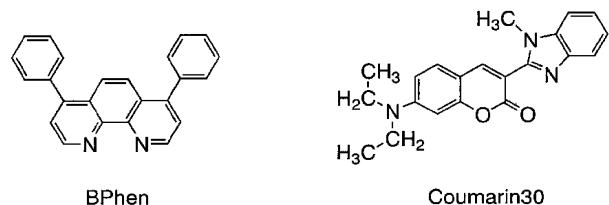
[화학식]



[0210]



[0211]



[0212]

(발광소자1의 제작)

[0213]

우선, 유리 기판(2201) 위에, 산화 규소를 포함하는 산화인듐-산화 주석을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1의 전극(2202)을 형성했다. 또한, 그 막두께는 110nm로 하고 전극면적은 2mm × 2mm로 했다.

[0214]

다음에, 제1의 전극(2202)이 형성된 면이 아래쪽이 되도록, 제1의 전극(2202)이 형성된 기판을 진공증착 장치내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10<sup>-4</sup> pa정도까지 압력을 내린 후, 제1의 전극(2202) 위에, 4, 4' - 비스 [N-(1-나프틸)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:NPB)과 산화몰리브덴(VI)과를 공중착함에 의해, 복합재료를 포함하는 층(2211)을 형성했다. 그 막두께는 50nm로 해서 NPB와 산화몰리브덴(VI)의 비율은, 중량비로 4:1=(NPB:산화몰리브덴)이 되도록 증착 레이트를 조절했다. 이때, 공중착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0215]

다음에, 저항가열을 사용한 증착법에 의해, 4, 4' - 비스 [N-(1-나프틸)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:NPB)을 10nm의 막두께가 되도록 성막하고, 정공수송층(2212)을 형성했다.

[0216]

이어서, 정공수송층(2212) 위에, 발광층(2213)을 형성했다. 우선, 정공수송층(2212) 상에, 9-[4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-칼바졸(약칭:CzPA)과 N-(9, 10-디페닐-2-안트릴)-N, 9-디페닐-9H-칼바졸-3-아민(약칭:2PCAPA)을 공중착함에 의해, 발광층(2213)을 30nm의 막두께로 형성했다. 여기에서, CzPA와 2PCAPA와의 중량비는, 1:0.05(=CzPA:2PCAPA)이 되도록 증착 레이트를 조절했다.

[0217]

또한, 발광층(2213) 위에, 트리스(8-퀴노리노라토)알루미늄(III) (약칭:Alq)과 2PCAPA를 공중착하는 것에 의해, 캐리어의 이동을 제어하는 층(2214)을 10nm의 막두께로 형성했다. 여기에서, Alq와 2PCAPA와의 중량비는, 1:0.1(=Alq:2PCAPA)이 되도록 증착 레이트를 조절했다. 그 저항가열에 의한 증착법을 사용하여, 캐리어의 이동을 제어하는 층(2214) 위에 바소페난트롤린(약칭:BPhen)을 30nm의 막두께가 되도록 성막하고, 전자수송층(2215)을 형성했다.

- [0219] 이어서, 전자수송층(2215) 위에, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막두께가 되도록 성막 함에 의해, 전자주입층(2216)을 형성했다.
- [0220] 최후에, 저항가열에 의한 증착법을 사용하여, 알루미늄을 200nm의 막두께가 되도록 성막 함에 의해, 제2의 전극(2204)을 형성하여, 발광소자1을 제작했다.
- [0221] 이상에 의해 얻어진 본 발명의 발광소자1을, 질소분위기의 글로브 박스내에 있어서, 발광소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 행했다.
- [0222] 그 후, 이것들의 발광소자의 동작 특성에 대해서 측정을 행했다. 또한, 측정은 실온(25°C에 유지된 분위기)에서 행했다.
- [0223] 발광소자1의 전류밀도-휘도 특성을 도 17에 나타낸다. 또한 전압-휘도 특성을 도 18에 나타낸다. 또한 휘도-전류효율특성을 도 19에 나타낸다. 또한 1mA의 전류를 흘려보냈을 때의 발광스펙트럼을 도 20에 나타낸다. 또한, 발광소자1에 관하여, 초기 휘도를  $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 로서, 정전류구동에 의한 연속 점등 시험을 행한 결과를 도 21에 나타낸다(세로축은,  $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 을 100%로 했을 때의 상대 휘도다).
- [0224] 발광소자1은, 휘도  $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 일 때의 CIE색도좌표가 ( $x=0.28$ ,  $y=0.65$ )이며, 2PCAPA에 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 또한 휘도  $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 일 때의 전류효율은 18cd/A이며, 구동전압은 3.6V이었다.
- [0225] 또한, 발광소자1에 관하여, 초기 휘도를  $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 로서, 정전류구동에 의한 연속 점등 시험을 행한 결과, 260시간후에서도 초기 휘도의 93%의 휘도를 유지하고 있고, 장수명의 발광소자인 것을 알았다.
- [0226] (비교 발광소자2의 제작)
- [0227] 다음에, 비교를 위해, 전술한 발광소자1의 캐리어의 이동을 제어하는 층(2214)에서, 2PCAPA를 포함하지 않도록 한(즉, Alq만을 사용해서 2214를 형성했다)이외는 발광소자1과 같은 방법으로, 비교 발광소자2를 제작했다. 제작 방법을 이하에 나타낸다. 우선, 유리 기판 위에, 산화 규소를 포함한 산화인듐-산화 주석을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1의 전극을 형성했다. 또한, 그 막두께는 110nm로 해서 전극면적은  $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 로 했다.
- [0228] 다음에, 제1의 전극이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제1의 전극이 형성된 기판을 진공증착 장치내에 설치된 기판 홀더에 고정하고,  $10^{-4}\text{Pa}$ 정도까지 압력을 내린 후, 제1의 전극 위에, 4, 4' - 비스 [N-(1-나프틸)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:NPB)과 산화몰리브덴(VI)을 공증착 함에 의해, 복합재료를 포함하는 층을 형성했다. 그 막두께는 50nm로 하고, NPB와 산화몰리브덴(VI)의 비율은, 중량비로 4:1=(NPB:산화몰리브덴)이 되도록 증착 레이트를 조절했다. 이때, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다. 그 후, 저항가열을 사용한 증착법에 의해, 4, 4' - 비스 [N-(1-나프틸)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:NPB)을 10nm의 막두께가 되도록 성막하고, 정공수송층을 형성했다.
- [0229] 다음에, 정공수송층 위에, 발광층을 형성했다. 우선, 정공수송층 상에, 9- [4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-칼바졸(약칭:CzPA)과 N-(9, 10-디페닐-2-안트릴)-N, 9-디페닐-9H-칼바졸-3-아민(약칭:2PCAPA)을 공증착 함에 의해, 발광층을 30nm의 막두께로 형성했다. 여기에서, CzPA와 2PCAPA와의 중량비는, 1:0.05(=CzPA:2PCAPA)이 되도록 증착 레이트를 조절했다.
- [0230] 또한, 발광층 위에 트리스(8-퀴노리노락토)알루미늄(III)(약칭:Alq)을 10nm의 막두께로 형성했다. 즉, 발광소자1과는 달리, 2PCAPA가 포함되어 있지 않는 Alq만으로 이루어진 층을 형성했다.
- [0231] 그 후, 저항가열에 의한 증착법을 사용하여, Alq만으로 이루어진 층 상에 바소페난트롤린(약칭:BPhen)을 30nm의 막두께가 되도록 성막하고, 전자수송층(2215)을 형성했다.
- [0232] 전자수송층 위에, 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막두께가 되도록 성막 함에 의해, 전자주입층을 형성했다.
- [0233] 최후에, 저항가열에 의한 증착법을 사용하여, 알루미늄을 200nm의 막두께가 되도록 성막 함에 의해, 제2의 전극을 형성하여, 비교 발광소자2를 제작했다.
- [0234] 이상에 의해 얻어진 비교 발광소자2를, 질소분위기의 글로브 박스내에 있어서, 발광소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 행했다.
- [0235] 그 후, 비교 발광소자2의 동작 특성에 대해서 측정을 행했다. 또한, 측정은 실온(25°C에 유지된

분위기)에서 행했다.

[0236] 비교 발광소자2는, 휘도  $5000\text{cd}/\text{m}^2$  일 때의 CIE색도좌표는 ( $x=0.29$ ,  $y=0.64$ ), 전류효율이  $18\text{cd}/\text{A}$ 이며, 발광소자1과 같이 2PCAPA에 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 그렇지만, 초기 휘도를  $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 로서, 정전류구동에 의한 연속 점등 시험을 행한 결과, 도 21에 나타내는 바와 같이, 260시간 후에는 초기 휘도의 75%에까지 휘도가 저하하고 있고, 발광소자1보다도 수명이 짧았다.

[0237] 따라서, 본 발명을 적용 함에 의해, 장수명의 발광소자를 얻을 수 있는 것을 알았다.

[0238] [실시예 2]

[0239] 본 실시예에서는, 본 발명의 발광소자에 관해서 구체적으로 도 16을 사용하여 설명한다.

[0240] (발광소자3의 제작)

[0241] 우선, 유리 기판(2201) 위에, 산화 규소를 포함하는 산화인듐-산화 주석을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1의 전극(2202)을 형성했다. 또한, 그 막두께는  $110\text{nm}$ 로 하고 전극면적은  $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 로 했다.

[0242] 다음에, 제1의 전극(2202)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제1의 전극(2202)이 형성된 기판을 진공증착 장치내에 설치된 기판 홀더에 고정하고,  $10^{-4}\text{Pa}$ 정도까지 압력을 내린 후, 제1의 전극(2202) 위에, 4, 4' -비스 [N-(1-나프틸)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:NPB)과 산화몰리브덴(VI)을 공증착 함에 의해, 복합재료를 포함하는 층(2211)을 형성했다. 그 막두께는  $50\text{nm}$ 로 하고 NPB과 산화몰리브덴(VI)의 비율은, 중량비로 4:1= (NPB:산화몰리브덴)이 되도록 증착 레이트를 조절했다. 이때, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0243] 다음에, 저항가열을 사용한 증착법에 의해, 4, 4' -비스 [N-(1-나프틸)-N-페닐 아미노]비페닐(약칭:NPB)을  $10\text{nm}$ 의 막두께가 되도록 성막하고, 정공수송층(2212)을 형성했다.

[0244] 이어서, 정공수송층(2212) 위에, 발광층(2213)을 형성했다. 우선, 정공수송층(2212) 위에, 9-[4-(10-페닐-9-안트라세닐)페닐]-9H-칼바졸(약칭:CzPA)과 N-(9, 10-디페닐-2-안트릴)-N, 9-디페닐-9H-칼바졸-3-아민(약칭:2PCAPA)을 공증착 함에 의해, 발광층(2213)을  $30\text{nm}$ 의 막두께로 형성했다. 여기에서, CzPA와 2PCAPA와의 중량비는, 1:0.05(=CzPA:2PCAPA)이 되도록 증착 레이트를 조절했다.

[0245] 또한, 발광층(2213) 위에, 트리스(8-퀴노리노라토)알루미늄(III)(약칭:Alq)과 쿠마린30(Coumarine30)을 공증착 함에 의해, 캐리어의 이동을 제어하는 층(2214)을  $10\text{nm}$ 의 막두께로 형성했다. 여기에서, Alq와 쿠마린30과의 중량비는, 1:0.01(=Alq:쿠마린30)이 되도록 증착 레이트를 조절했다.

[0246] 그 후, 저항가열에 의한 증착법을 사용하여, 캐리어의 이동을 제어하는 층(2214) 위에 바소페난트롤린(약칭:BPhen)을  $30\text{nm}$ 의 막두께가 되도록 성막하고, 전자수송층(2215)을 형성했다.

[0247] 전자수송층(2215) 위에, 불화 리튬(LiF)을  $1\text{nm}$ 의 막두께가 되도록 성막 함에 의해, 전자주입층(2216)을 형성했다.

[0248] 최후에, 저항가열에 의한 증착법을 사용하여, 알루미늄을  $200\text{nm}$ 의 막두께가 되도록 성막 함에 의해, 제2의 전극(2204)을 형성하고, 발광소자3을 제작했다.

[0249] 이상에 의해 얻어진 본 발명의 발광소자3을, 질소분위기의 글로브 박스내에 있어서, 발광소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 행한 후, 이것들의 발광소자의 동작 특성에 대해서 측정을 행했다. 또한, 측정은 실온( $25^\circ\text{C}$ 에 유지된 분위기)에서 행했다.

[0250] 발광소자3의 전류밀도-휘도 특성을 도 22에 나타낸다. 또한, 전압-휘도 특성을 도 23에 나타낸다. 또한, 휘도-전류효율특성을 도 24에 나타낸다. 또한,  $1\text{mA}$ 의 전류를 흘려보냈을 때의 발광스펙트럼을 도 25에 나타낸다.

[0251] 또한, 발광소자3은, 휘도  $5000\text{cd}/\text{m}^2$  일 때의 CIE색도좌표가 ( $x=0.28$ ,  $y=0.65$ )이며, 2PCAPA에 유래하는 녹색의 발광을 나타냈다. 또한, 휘도  $5000\text{cd}/\text{m}^2$  일 때의 전류효율은  $18\text{cd}/\text{A}$ 이며, 구동전압은  $3.5\text{V}$ 이었다.

[0252] [실시예 3]

## [0253] [특성측정예]

[0254] 본 실시예에서는, 실시예 1 및 실시예 2에서 제작한 발광소자1 및 발광소자3에 있어서의 캐리어의 이동을 제어하는 층에 사용한, 트리스(8-퀴노리노라토)알루미늄(III)(약칭:Alq)와, N-(9, 10-디페닐-2-안트릴)-N, 9-디페닐-9H-칼바졸-3-아민(약칭:2PCAPA), 쿠마린30의 환원 반응 특성에 대해서, 사이크릭볼탄메트리(CV)측정에 의해 조사했다. 또한, 그 측정으로부터, Alq, 2PCAPA, 쿠마린30의 LUMO준위를 구했다. 이때 측정에는, 전기화학 아날라이저(BAS(주)제, 형식번호:ALS모델600A 또는 600C)을 사용했다.

[0255] CV측정에 있어서의 용액은, 용매로서 탈수 디메틸포름아미드(DMF) ((주) 알드 릿치제, 99.8%, 카탈로그 번호:22705-6)을 사용하여, 지지전해질인 과염소산 테트라-n-부틸 암모늄(n-Bu<sub>4</sub>NClO<sub>4</sub>)((주) 토쿄 화성제, 카탈로그 번호:T0836)을 100mmol/L의 농도가 되도록 용해시켜, 한층 더 측정 대상을 1mmol/L의 농도가 되도록 용해시켜서 조제했다. 또한 작용 전극으로서는 백금전극(BAS(주)제, PTE백금전극)을, 보조 전극으로서는 백금전극(BAS(주)제, VC-3용 Pt카운터 전극(5cm))을, 참조전극으로서는 Ag/Ag<sup>+</sup>전극(BAS(주)제, RE5 비수 용매계 참조전극)을 각각 사용했다. 또한, 측정은 실온(20 내지 25°C)에서 행했다.

## [0256] (참조전극의 진공준위에 대한 포텐셜 에너지의 산출)

[0257] 우선, 본 실시예 2에서 사용하는 참조전극(Ag/Ag<sup>+</sup>전극)의 진공준위에 대한 포텐셜 에너지(eV)을 산출했다. 즉, Ag/Ag<sup>+</sup>전극의 Fermi 준위를 산출했다. 메탄올중에 있어서의 페로센의 산화환원전위는, 표준수소전극에 대하여 +0.610[Vvs.SHE]인 것이 알려져 있다(참고 문헌:Christian R.Gold smith et al., J.Am.Chem.Soc., Vol.124 , No.1 , 83-96, 2002). 한편, 본 실시 예2에서 사용하는 참조전극을 사용하여, 메탄올중에 있어서의 페로센의 산화환원전위를 구하면, +0.20[Vvs.Ag/Ag<sup>+</sup>]이었다. 따라서, 본 실시예 2에서 사용하는 참조전극의 포텐셜 에너지는, 표준수소전극에 대하여 0.41 [eV] 낮게 되어있는 것을 알았다.

[0258] 여기에서, 표준수소전극의 진공준위에의 포텐셜 에너지는 -4.44eV인 것이 알려져 있다(참고 문헌:大西敏博・小山珠美著, 고분자EL재료(공립 출판), p.64 -67). 이상의 것으로부터, 본 실시예 2에서 사용하는 참조전극의 진공준위에 대한 포텐셜 에너지는, -4.44-0.41=-4.85[eV]이다고 산출되었다.

## [0259] (측정예 1;Alq)

[0260] 본 측정예 1에서는, Alq의 환원 반응 특성에 대해서, 사이크릭볼탄메트리(CV)측정에 의해 조사했다. 스캔 속도는 0.1V/sec로 했다. 측정 결과를 도 26에 나타낸다. 또한, 환원 반응 특성의 측정은, 참조전극에 대한 작용 전극의 전위를 -0.69V로부터 -2.40V까지 주사한 후, -2.40V로부터 -0.69V까지 주사하는 것에 의해 행했다.

[0261] 도 26에 나타나 있는 바와 같이, 환원 피크 전위 E<sub>pc</sub>는 -2.20V, 산화 피크 전위 E<sub>pa</sub>는 -2.12V로 판독할 수 있다. 따라서, 반파전위(E<sub>pc</sub>과 E<sub>pa</sub>의 중간의 전위)는 -2.16V로 산출할 수 있다. 이것은, Alq는 -2.16V [vs.Ag/Ag<sup>+</sup>]의 전기 에너지에 의해 환원되는 것을 나타내고 있고, 이 에너지는 LUMO준위에 상기한다. 여기에서, 전술한 바와 같이, 본 실시예 3에서 사용하는 참조전극의 진공준위에 대한 포텐셜 에너지는, -4.85[eV]이기 때문에, Alq의 LUMO준위는, -4.85-(-2.16)=-2.69[eV]인 것을 알았다.

## [0262] (측정예 2;2PCAPA)

[0263] 본 측정예 2에서는, 2PCAPA의 환원 반응 특성에 대해서, 사이크릭볼탄메트리(CV)측정에 의해 조사했다. 스캔 속도는 0.1V/sec로 했다. 측정 결과를 도 27에 나타낸다. 또한, 환원 반응 특성의 측정은, 참조전극에 대한 작용 전극의 전위를 -0.41V로부터 -2.50V까지 주사한 후, -2.50V로부터 -0.41V까지 주사하는 것에 의해 행했다.

[0264] 도 27에 나타나 있는 바와 같이, 환원 피크 전위E<sub>pc</sub>는, -2.21V, 산화 피크 전위E<sub>pa</sub>는 -2.14V로 판독할 수 있다.

[0265] 따라서, 반파전위(E<sub>pc</sub>과 E<sub>pa</sub>의 중간의 전위)는 -2.18V로 산출할 수 있다. 이것은, 2PCAPA는 -2.18[Vvs.Ag/Ag<sup>+</sup>]의 전기 에너지에 의해 환원되는 것을 나타내고 있고, 이 에너지는 LUMO준위에 상기한다. 여기에서, 전술한 바와 같이, 본 실시예 2에서 사용하는 참조전극의 진공준위에 대한 포텐셜 에너지는, -4.85 [eV]이기 때문에, 2PCAPA의 LUMO준위는, -4.85-(-2.18)=-2.67 [eV]인 것을 알았다.

[0266] 또한, 전술한 바와 같이 해서 구한 Alq와 2PCAPA의 LUMO준위는 0.02 [eV]밖에 변화하지 않는 것을 알 수 있다. 따라서, Alq와 2PCAPA는, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 적합하게 사용할 수 있다.

[0267] (측정예 3; 쿠마린30)

[0268] 본 측정예 3에서는, 쿠마린30의 환원 반응 특성에 대해서, 사이크릭볼탄메트리(CV)측정에 의해 조사했다. 스캔 속도는 0.1V/sec로 했다. 측정 결과를 도 28에 나타낸다. 또한, 환원 반응 특성의 측정은, 참조전극에 대한 작용 전극의 전위를 -0.21V로부터 -2.30V까지 주사한 후, -2.30V로부터 -0.21V까지 주사하는 것에 의해 행했다.

[0269] 도 28에 나타나 있는 바와 같이, 환원 피크 전위 $E_{pc}$ 는, -2.07V, 산화 피크 전위 $E_{pa}$ 는 -1.99V로 판독할 수 있다.

[0270] 따라서, 반파전위( $E_{pc}$ 과  $E_{pa}$ 의 중간의 전위)는 -2.03V로 산출할 수 있다. 이것은, 쿠마린30은 -2.03[Vvs.Ag/Ag<sup>+</sup>]의 전기 에너지에 의해 환원되는 것을 나타내고 있고, 이 에너지는 LUMO준위에 상기한다. 여기에서, 전술한 바와 같이, 본 실시예 2에서 사용하는 참조전극의 진공준위에 대한 포텐셜 에너지는, -4.85 [eV]이기 때문에, 쿠마린30의 LUMO준위는, -4.85-(-2.03)=-2.82[eV]인 것을 알았다.

[0271] 이때, 전술한 바와 같이 해서 구한 Alq와 쿠마린30의 LUMO준위는, 0.13[eV]밖에 변화하지 않는 것을 알 수 있다. 따라서, Alq와 쿠마린30은, 캐리어의 이동을 제어하는 층에 적합하게 사용할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0272] 도 1a 내지 도 1b는 본 발명의 실시형태 1의 발광소자를 나타낸 도면.

[0273] 도 2a 내지 도 2b는 본 발명의 실시형태 1의 발광소자를 나타낸 도면,

[0274] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 실시형태 1의 발광소자의 발광의 형태를 도시한 도면.

[0275] 도 4는 본 발명의 실시형태 1의 발광소자에서의 캐리어의 이동을 제어하는 층의 개념을 나타낸 도면.

[0276] 도 5a 내지 도 5b는 본 발명의 실시형태 1의 발광소자를 나타낸 도면,

[0277] 도 6a 내지 도 6b는 본 발명의 실시형태 2에 있어서의 도 5와는 다른 적층구조를 갖는 발광소자를 도시한 도면.

[0278] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 실시형태 2의 발광소자의 발광의 형태를 나타낸 도면.

[0279] 도 8은 본 발명의 실시형태 2의 발광소자의 캐리어의 이동을 제어하는 층의 개념을 나타낸 도면.

[0280] 도 9는 본 발명의 실시형태 3에 있어서의 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광소자를 도시한 도면.

[0281] 도 10a 내지 도 10b는 본 발명의 실시형태 4에 있어서의 액티브 매트릭스형 발광 장치를 도시한 도면.

[0282] 도 11a 내지 도 11b는 본 발명의 실시형태 4에 있어서의 패시브 매트릭스형 발광 장치를 도시한 도면.

[0283] 도 12a 내지 도 12d는 본 발명의 전자기기를 설명하는 도면.

[0284] 도 13은 본 발명의 발광 장치를 백라이트로서 사용한 전자기기를 도시한 도면.

[0285] 도 14는 본 발명의 조명 장치를 전기 스탠드로 한 도면.

[0286] 도 15는 본 발명의 조명 장치를 실내 조명장치로 한 도면.

[0287] 도 16은 실시예의 발광소자를 도시한 도면.

[0288] 도 17은 발광소자1의 전류밀도-휘도 특성을 도시한 도면.

[0289] 도 18은 발광소자1의 전압-휘도 특성을 도시한 도면.

[0290] 도 19는 발광소자1의 휘도-전류효율특성을 도시한 도면.

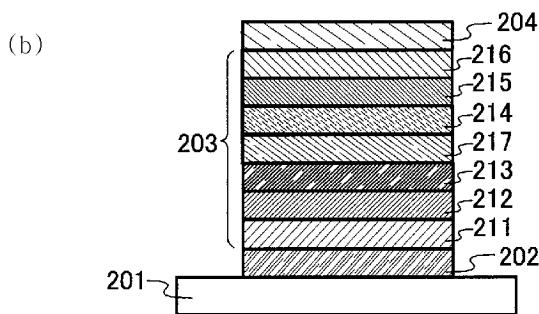
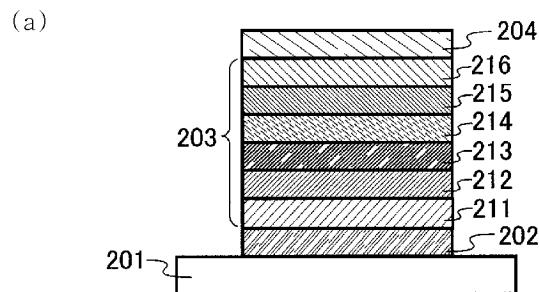
[0291] 도 20은 발광소자1의 발광스펙트럼을 도시한 도면.

[0292] 도 21은 발광소자1 및 비교 발광소자2의 정전류구동에 의한 연속 점등 시험 결과를 도시한 도면.

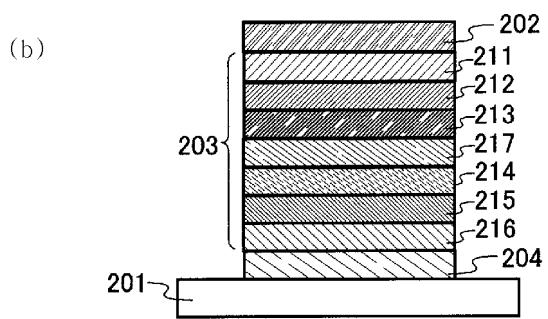
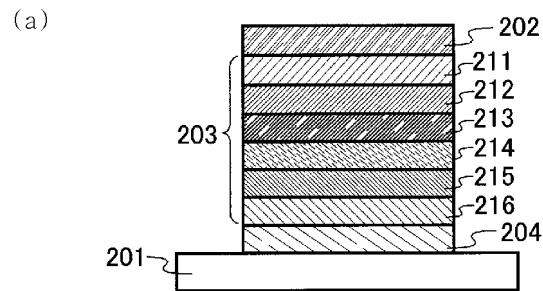
- [0293] 도 22는 발광소자3의 전류밀도-휘도 특성을 도시한 도면.
- [0294] 도 23은 발광소자3의 전압-휘도 특성을 도시한 도면.
- [0295] 도 24는 발광소자3의 휘도-전류효율특성을 도시한 도면.
- [0296] 도 25는 발광소자3의 발광스펙트럼을 도시한 도면.
- [0297] 도 26은 Alq의 환원 반응 특성을 도시한 도면.
- [0298] 도 27은 2PCAPA의 환원 반응 특성을 도시한 도면.
- [0299] 도 28은 쿠마린30의 환원 반응 특성을 도시한 도면.

## 도면

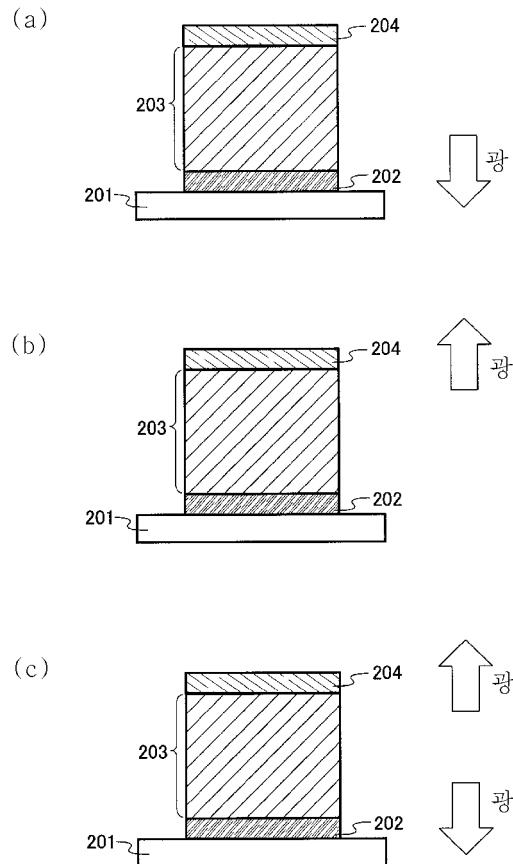
### 도면1



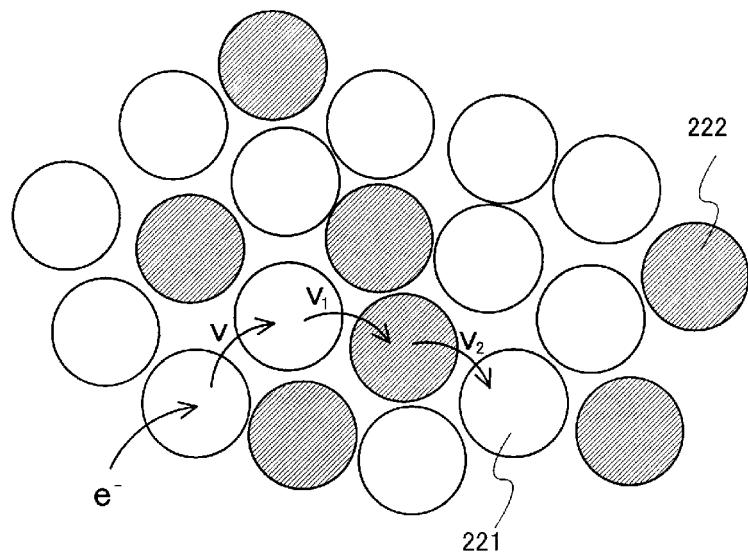
도면2



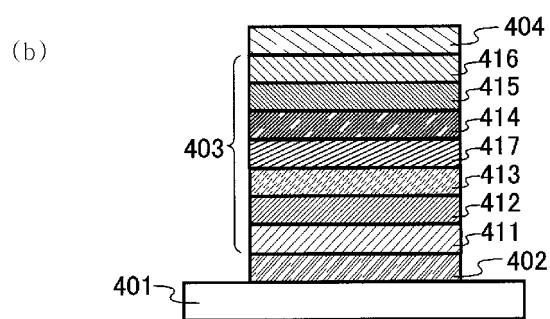
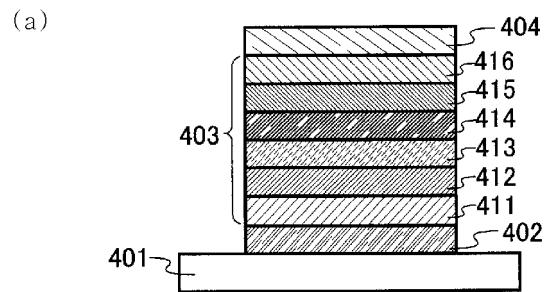
**도면3**



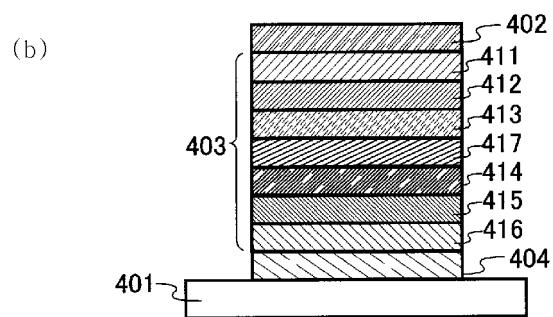
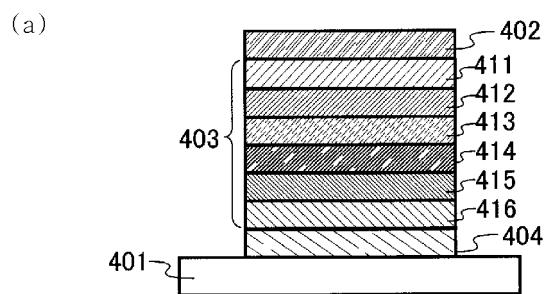
**도면4**



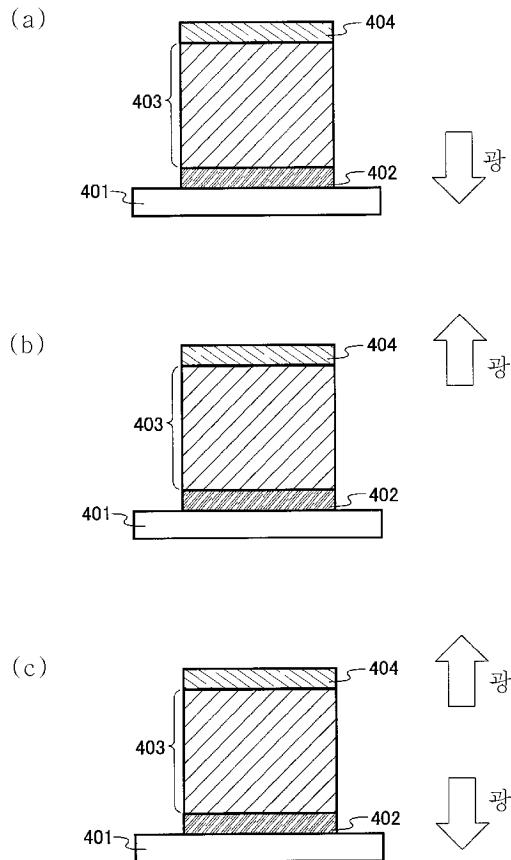
## 도면5



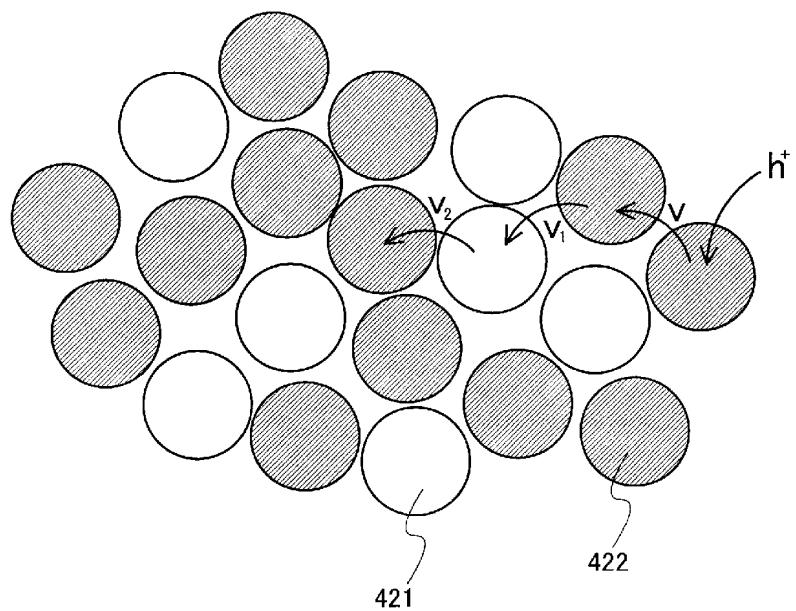
## 도면6



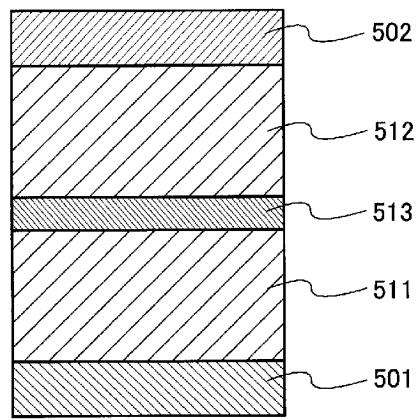
## 도면7



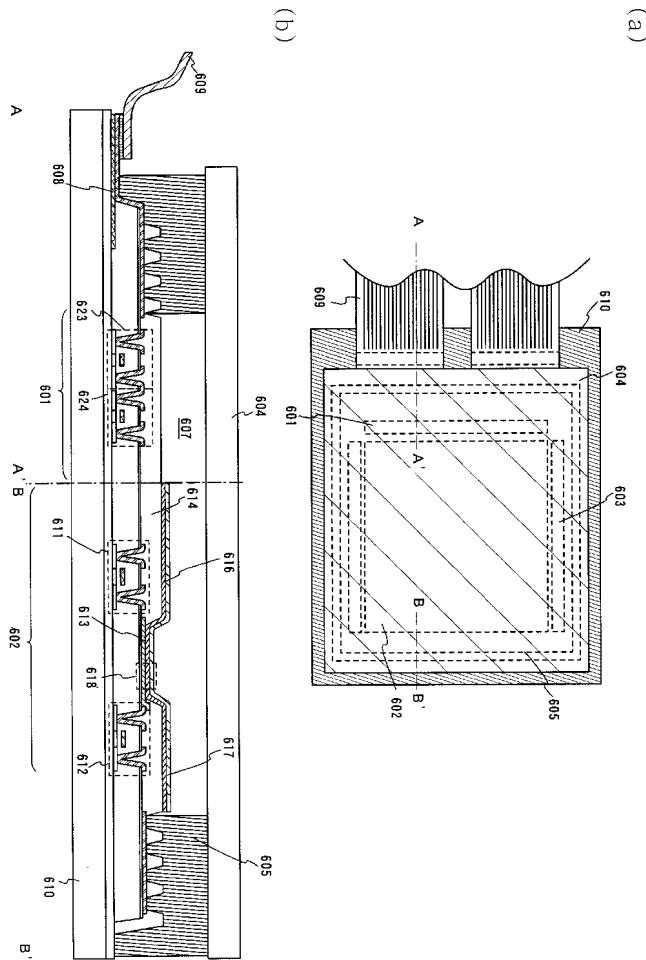
## 도면8



도면9

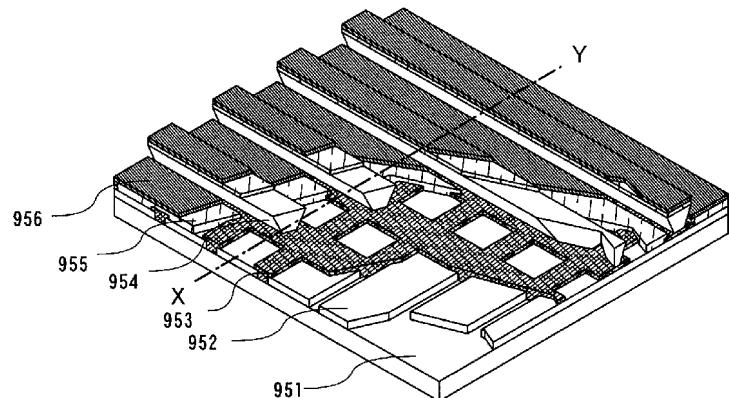


도면10

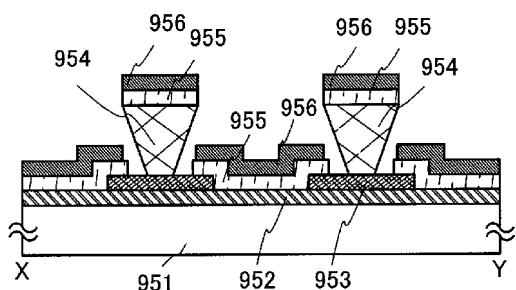


도면11

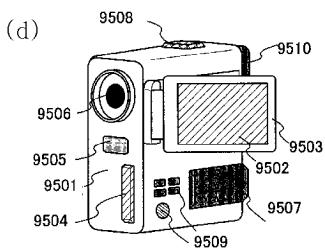
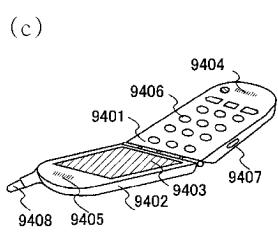
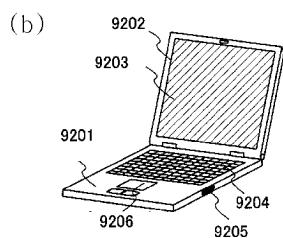
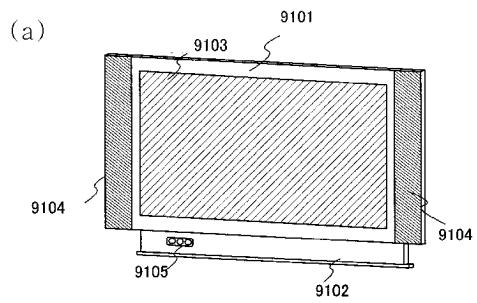
(a)



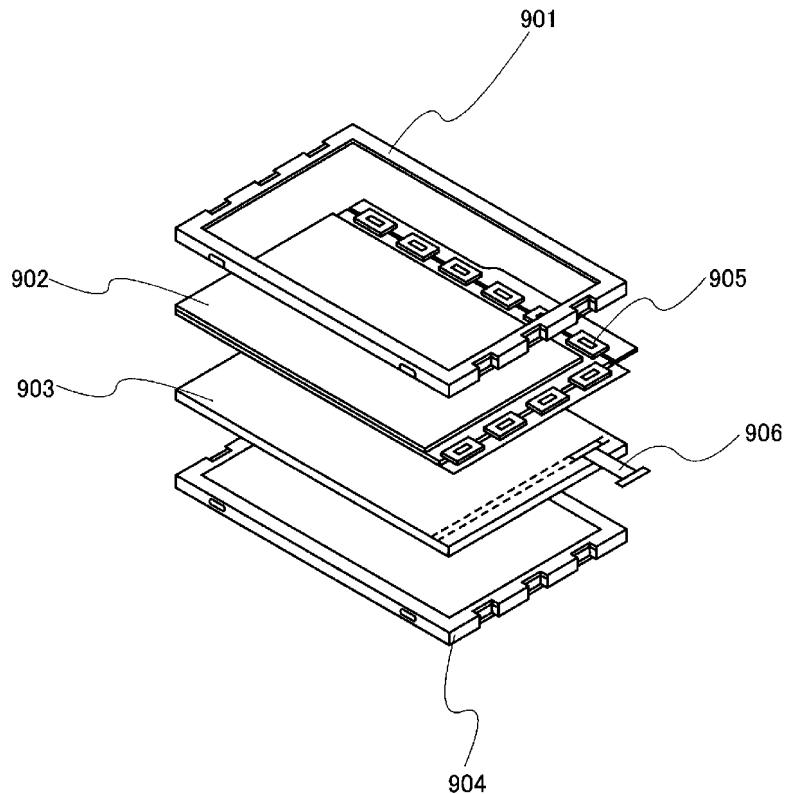
(b)



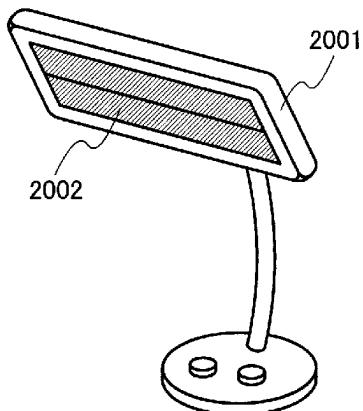
도면12



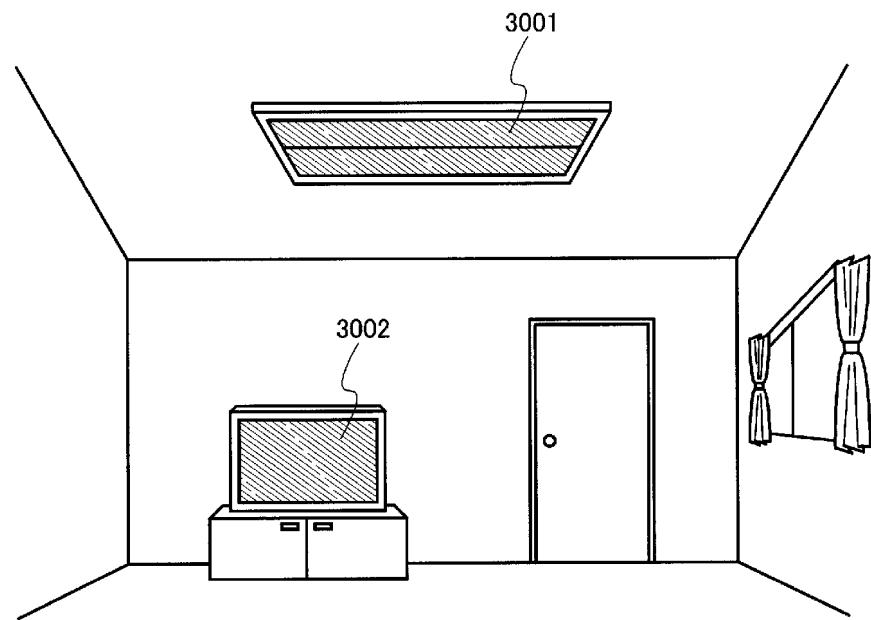
도면13



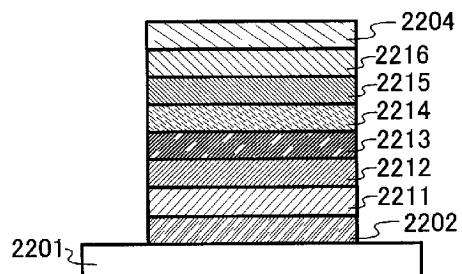
도면14



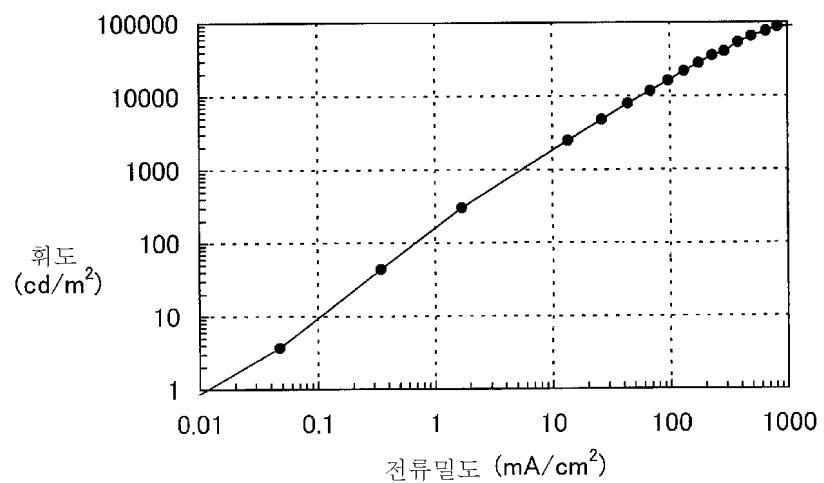
도면15



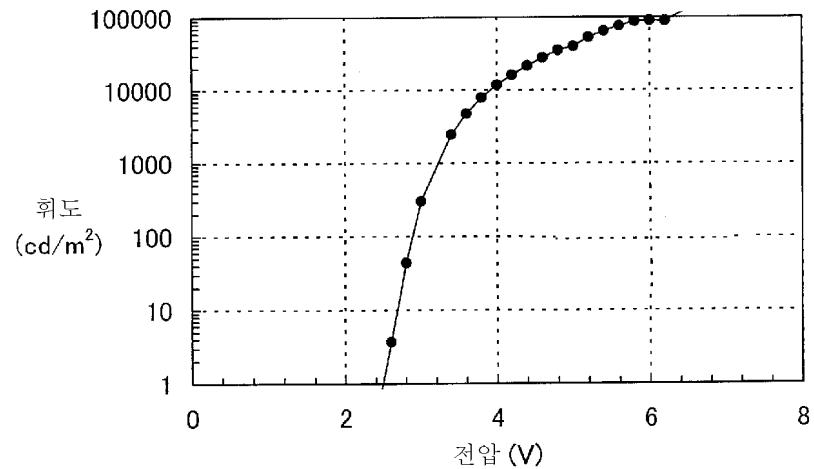
도면16



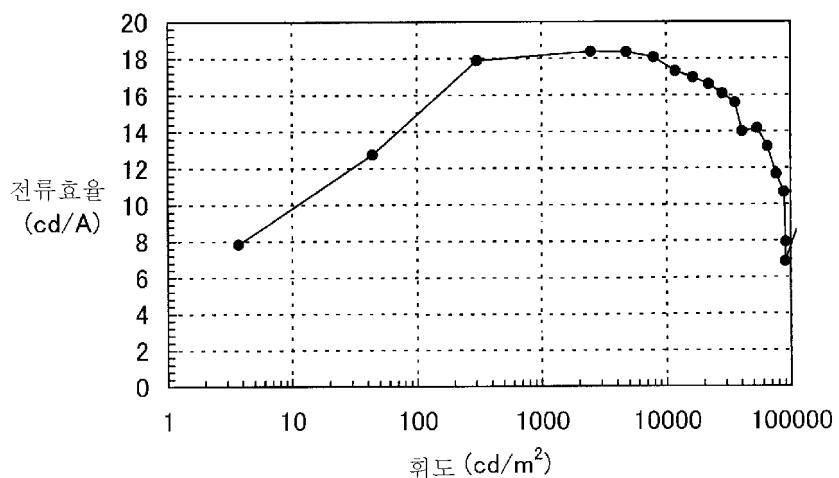
도면17



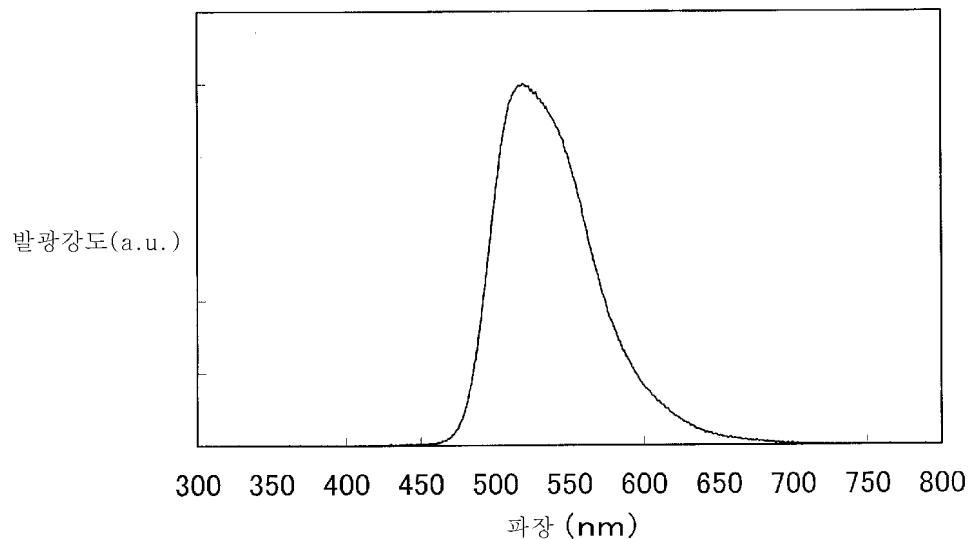
도면18



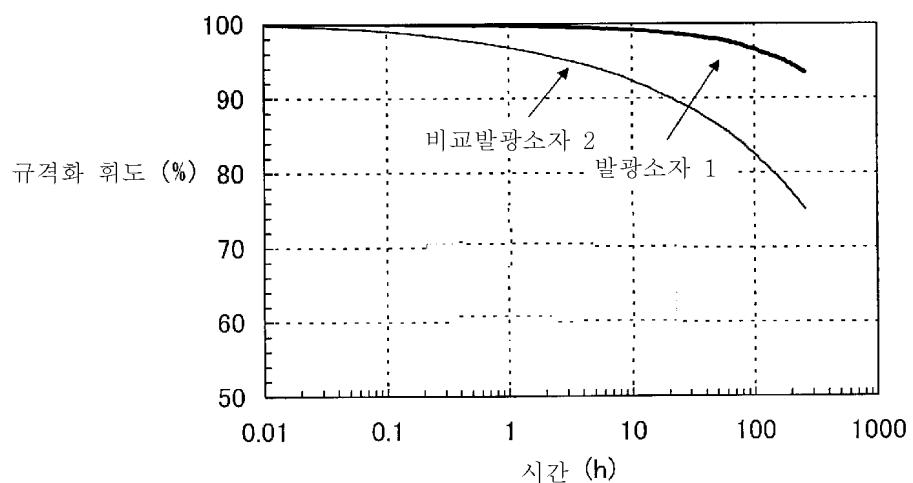
도면19



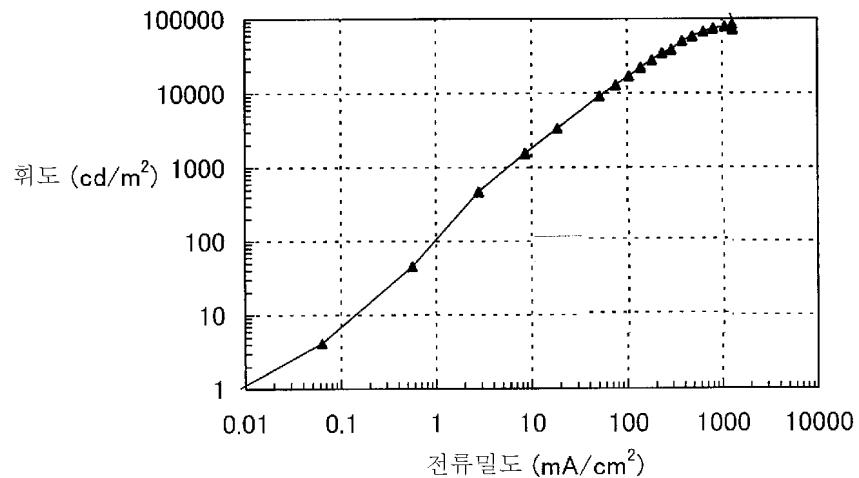
도면20



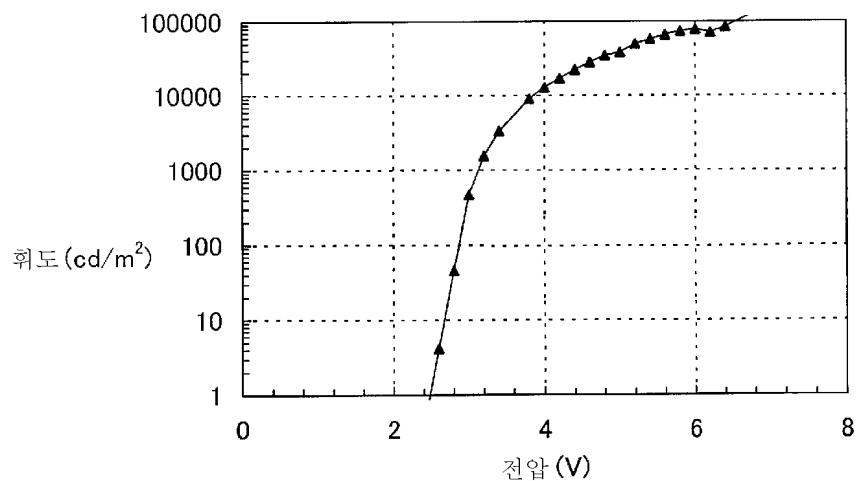
도면21



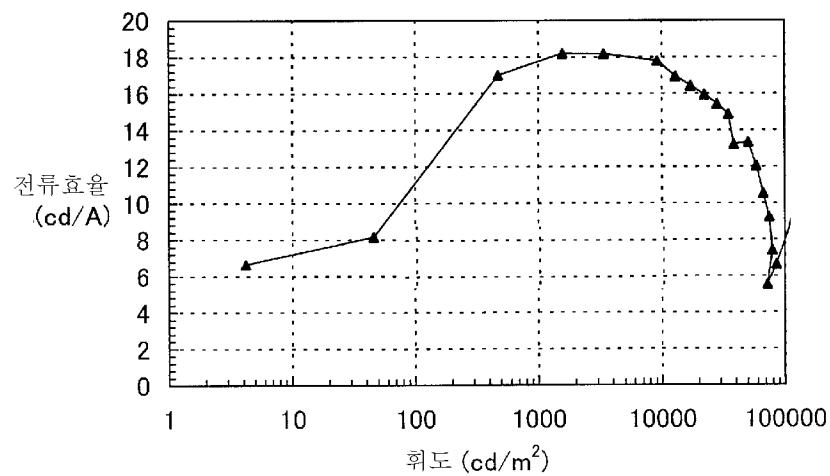
도면22



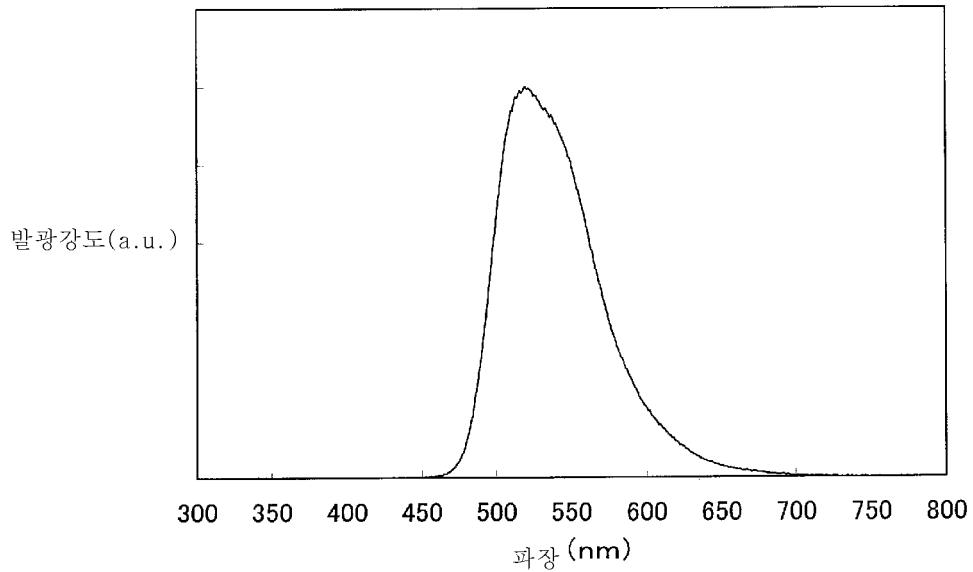
도면23



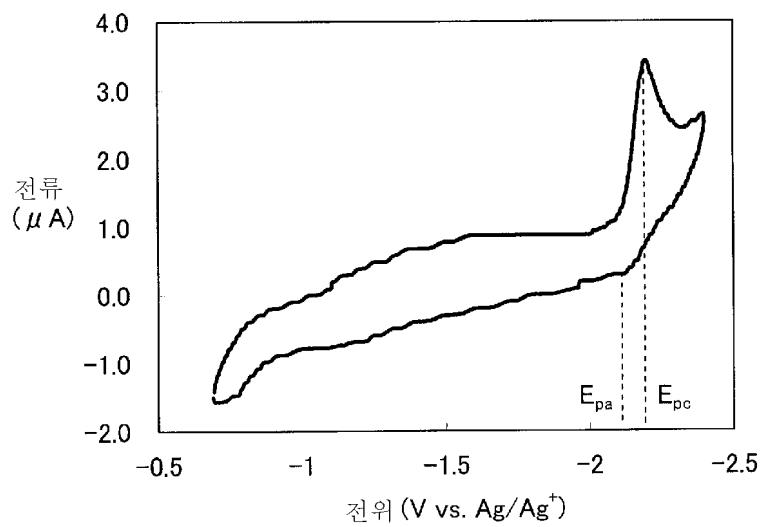
도면24



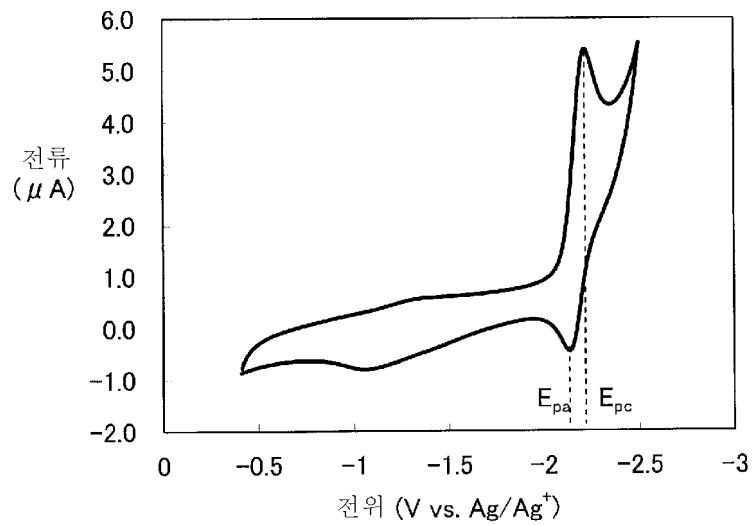
도면25



도면26



도면27



도면28

