



등록특허 10-2071844



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월31일  
(11) 등록번호 10-2071844  
(24) 등록일자 2020년01월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 51/52* (2006.01) *H05B 33/12* (2006.01)  
*H05B 33/14* (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-0120113  
(22) 출원일자 2011년11월17일  
심사청구일자 2016년11월15일  
(65) 공개번호 10-2012-0054533  
(43) 공개일자 2012년05월30일  
(30) 우선권주장

JP-P-2010-259252 2010년11월19일 일본(JP)

- (56) 선행기술조사문현

JP2004327248 A\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 25 항

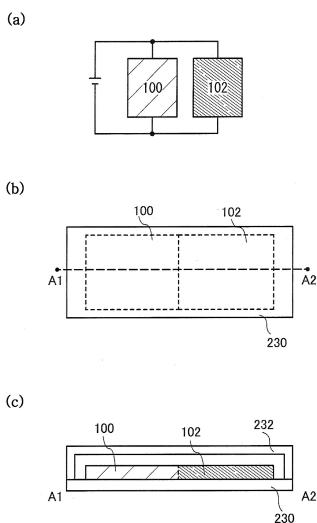
심사관 : 이옥우

- (54) 발명의 명칭 조명 장치

**(57) 요 약**

본 발명은, 간편한 방법에 의하여 조색 또는 조광할 수 있는, 일렉트로루미네스نس 재료를 사용한 조명 장치를 제공한다.

제 1 발광 소자와, 제 1 발광 소자가 나타내는 발광색보다 장파장의 발광색을 나타내고, 또 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 발광하기 시작하는 제 2 발광 소자를 갖는 조명 장치를 제공한다. 제 1 발광 소자와 제 2 발광 소자를 병렬로 접속시킴으로써, 제 1 발광 소자의 발광색과 제 2 발광 소자의 발광색을 합친 발광색을 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자로의 인가 전압에 의하여 제어할 수 있다.

**대 표 도 - 도1**

(56) 선행기술조사문현

JP2010500731 A\*

KR1020080105998 A\*

JP2007003825 A

JP2010129301 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

삭제

#### 청구항 2

조명 장치에 있어서:

제 1 발광을 하는 제 1 발광 소자와;

상기 제 1 발광 소자와 병렬로 접속되고 제 2 발광을 하는 제 2 발광 소자를 포함하고,

상기 제 1 발광 소자는:

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 제 2 전극; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 제 1 발광층으로서, 상기 제 1 발광층은 형광성 화합물을 포함하는, 상기 제 1 발광층을 포함하고,

상기 제 2 발광 소자는:

상기 제 2 전극;

상기 제 2 전극 위의 제 3 전극;

상기 제 2 전극과 상기 제 3 전극 사이의 제 2 발광층으로서, 상기 제 2 발광층은 인광성 화합물을 포함하는, 상기 제 2 발광층을 포함하고,

상기 제 2 발광은 상기 제 1 발광보다 장파장이고,

상기 제 2 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 상기 제 2 발광을 하기 시작하고,

상기 제 2 발광의 휘도는 상기 제 1 발광의 휘도보다 높게 설정되고,

상기 제 1 발광의 색과 상기 제 2 발광의 색을 합친 색은 상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 전압에 의하여 제어되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 상기 전압이 제 1 전압으로 상승될 때 상기 합친 색은 주백색이 되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 상기 전압이 상기 제 1 전압 이상일 때 상기 합친 색은 주백색으로 유지되는, 조명 장치.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자 각각은 유기 일렉트로루미네센스 소자인, 조명 장치.

#### 청구항 5

삭제

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

조명 장치의 구동 방법에 있어서:

제 2 발광 소자, 또는 제 1 발광 소자와 상기 제 2 발광 소자 양쪽 모두가 발광을 하도록 상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 1 발광 소자와 병렬로 접속된 상기 제 2 발광 소자에 전압을 인가하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 발광 소자는 제 1 발광을 하고,

상기 제 2 발광 소자는 제 2 발광을 하고,

상기 제 1 발광의 색과 상기 제 2 발광의 색을 합친 색은 인가되는 전압에 의하여 제어되고,

상기 제 2 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 상기 제 2 발광을 하기 시작하고,

상기 제 2 발광의 휘도는 상기 제 1 발광의 휘도보다 항상 높고,

상기 제 2 발광은 상기 제 1 발광보다 장파장이고,

상기 인가되는 전압이 제 1 전압으로 상승될 때 상기 합친 색은 주백색이 되고,

상기 인가되는 전압이 상기 제 1 전압 이상일 때 상기 합친 색은 주백색으로 유지되는, 조명 장치의 구동 방법.

## 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 발광의 색과 상기 제 2 발광의 색은 보색 관계인, 조명 장치의 구동 방법.

## 청구항 9

조명 장치에 있어서:

제 1 발광을 하는 제 1 발광 소자와;

상기 제 1 발광 소자와 전기적으로 접속되고 제 2 발광을 하는 제 2 발광 소자와;

제 1 밀봉된 공간 및 제 2 밀봉된 공간을 포함하는 유지부재를 포함하고,

상기 제 1 발광 소자는 상기 제 1 밀봉된 공간 내에 있고 상기 제 2 발광 소자는 상기 제 2 밀봉된 공간 내에 있고,

상기 제 2 발광은 상기 제 1 발광보다 장파장이고,

상기 제 2 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 상기 제 2 발광을 하기 시작하고,

상기 제 1 발광의 색과 상기 제 2 발광의 색을 합친 색은 상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 전압에 의하여 제어되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자는 동일한 높이 상에 배치되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 상기 전압이 제 1 전압으로 상승될 때 상기 합친 색은 주백색이 되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 상기 전압이 상기 제 1 전압 이상일 때 상기 합친 색은 주백색으로 유지되는, 조명 장치.

## 청구항 10

삭제

## 청구항 11

삭제

## 청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자가 나타내는 상기 제 1 발광보다 고휙도의 상기 제 2 발광을 하는, 조명 장치.

## 청구항 13

조명 장치에 있어서:

제 1 발광을 하는 제 1 발광 소자와;

상기 제 1 발광 소자와 전기적으로 접속되고 제 2 발광을 하는 제 2 발광 소자를 포함하고,

상기 제 2 발광은 상기 제 1 발광보다 장파장이고,

상기 제 2 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 상기 제 2 발광을 하기 시작하고,

제 1 전압이 상기 제 1 발광 소자에 인가될 때, 상기 제 2 발광 소자의 휘도는  $10\text{cd}/\text{m}^2$  이상  $10000\text{cd}/\text{m}^2$  미만이고,

상기 제 1 전압은 상기 제 1 발광 소자가 상기 제 1 발광을 하기 시작하는 전압이고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자는 동일한 표면 위에 배치되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 제 2 전압이 인가될 때 상기 제 1 발광의 색 및 상기 제 2 발광의 색을 합친 색은 주백색이 되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 전압이 상기 제 2 전압 이상일 때 상기 합친 색은 주백색으로 유지되는, 조명 장치.

## 청구항 14

조명 장치에 있어서:

제 1 발광을 하는 제 1 발광 소자와;

상기 제 1 발광 소자와 전기적으로 접속되고 제 2 발광을 하는 제 2 발광 소자를 포함하고,

상기 제 1 발광 소자는:

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 제 2 전극; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 제 1 발광층으로서, 상기 제 1 발광층은 형광성 화합물을 포함하는, 상기 제 1 발광층을 포함하고,

상기 제 2 발광 소자는:

상기 제 2 전극;

상기 제 2 전극 위의 제 3 전극;

상기 제 2 전극과 상기 제 3 전극 사이의 제 2 발광층으로서, 상기 제 2 발광층은 인광성 화합물을 포함하는, 상기 제 2 발광층을 포함하고,

상기 제 2 발광은 상기 제 1 발광보다 장파장이고,

상기 제 2 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 상기 제 2 발광을 하기 시작하고,

제 1 전압이 상기 제 1 발광 소자에 인가될 때, 상기 제 2 발광 소자의 휘도는  $10\text{cd}/\text{m}^2$  이상  $10000\text{cd}/\text{m}^2$  미만이고,

상기 제 1 전압은 상기 제 1 발광 소자가 발광하기 시작하는 전압이고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 제 2 전압이 인가될 때 상기 제 1 발광의 색 및 상기 제 2 발광의 색을 합친 색은 주백색이 되고,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 전압이 상기 제 2 전압 이상일 때 상기 합친 색은 주백색으로 유지되는, 조명 장치.

### 청구항 15

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 합친 색은 상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자에 인가되는 전압에 의하여 제어되는, 조명 장치.

### 청구항 16

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 제 1 발광 소자는 접속된 상기 제 2 발광 소자와 병렬로 접속되는, 조명 장치.

### 청구항 17

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 제 1 발광 소자는 상기 제 2 발광 소자와 같은 정도의 면적을 갖는, 조명 장치.

### 청구항 18

제 9 항, 제 13 항, 및 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 발광 소자 및 상기 제 2 발광 소자와 전기적으로 접속된 전원을 더 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 19

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 제 2 발광 소자는 상기 제 1 발광 소자가 나타내는 상기 제 1 발광보다 고휘도의 상기 제 2 발광을 하는, 조명 장치.

### 청구항 20

제 2 항, 제 9 항, 제 13 항, 및 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 발광 소자는 450nm 이상 510nm 이하에 발광 스펙트럼의 피크를 갖고,

상기 제 2 발광 소자는 550nm 이상 600nm 이하에 발광 스펙트럼의 피크를 갖는, 조명 장치.

### 청구항 21

제 9 항, 또는 제 13 항에 있어서,

상기 제 1 발광 소자의 발광성의 물질은 형광성 화합물이고,

상기 제 2 발광 소자의 발광성의 물질은 인광성 화합물인, 조명 장치.

### 청구항 22

조명 장치에 있어서:

각각이 제 1 발광을 하는 복수의 제 1 발광 소자와;

상기 복수의 제 1 발광 소자와 전기적으로 접속되고 각각이 제 2 발광을 하는 복수의 제 2 발광 소자를 포함하고,

상기 제 2 발광은 상기 제 1 발광보다 장파장이고,

상기 복수의 제 2 발광 소자 각각은 상기 복수의 제 1 발광 소자 각각보다 낮은 전압으로 상기 제 2 발광을 하기 시작하고,

제 1 전압이 상기 복수의 제 1 발광 소자에 인가될 때, 상기 복수의 제 2 발광 소자의 회도는  $10\text{cd}/\text{m}^2$  이상  $10000\text{cd}/\text{m}^2$  미만이고,

상기 제 1 전압은 상기 복수의 제 1 발광 소자가 상기 제 1 발광을 하기 시작하는 전압이고,

상기 복수의 제 1 발광 소자 및 상기 복수의 제 2 발광 소자는 동일한 표면 위에 배치되고,

상기 복수의 제 1 발광 소자 및 상기 복수의 제 2 발광 소자에 제 2 전압이 인가될 때 상기 제 1 발광의 색 및 상기 제 2 발광의 색을 합친 색은 주백색이 되고,

상기 복수의 제 1 발광 소자 및 상기 복수의 제 2 발광 소자에 인가되는 전압이 상기 제 2 전압 이상일 때 상기 합친 색은 주백색으로 유지되는, 조명 장치.

### 청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 합친 색은 상기 복수의 제 1 발광 소자 및 상기 복수의 제 2 발광 소자에 인가되는 전압에 의하여 제어되는, 조명 장치.

### 청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 발광 소자는 접속된 상기 복수의 제 2 발광 소자에 병렬로 접속되는, 조명 장치.

### 청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 발광 소자는 상기 복수의 제 2 발광 소자와 같은 정도의 면적을 갖는, 조명 장치.

### 청구항 26

제 22 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 발광 소자 및 상기 복수의 제 2 발광 소자와 전기적으로 접속된 전원을 더 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 27

제 22 항에 있어서,

상기 복수의 제 2 발광 소자는 상기 복수의 제 1 발광 소자가 나타내는 상기 제 1 발광보다 고회도의 상기 제 2 발광을 하는, 조명 장치.

### 청구항 28

제 22 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 발광 소자 및 상기 복수의 제 2 발광 소자는 허니컴(honeycomb) 구조로 배치되는, 조명 장치.

### 청구항 29

제 2 항, 제 9 항, 제 13 항, 제 14 항, 및 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 발광의 색과 상기 제 2 발광의 색은 보색 관계인, 조명 장치.

### 청구항 30

제 22 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 발광 소자 각각은 450nm 이상 510nm 이하에 발광 스펙트럼의 피크를 갖고,

상기 복수의 제 2 발광 소자 각각은 550nm 이상 600nm 이하에 발광 스펙트럼의 피크를 갖는, 조명 장치.

### 청구항 31

제 22 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 발광 소자 각각의 발광성의 물질은 형광성 화합물이고,

상기 복수의 제 2 발광 소자 각각의 발광성의 물질은 인광성 화합물인, 조명 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

본 발명은, 일렉트로루미네센스를 발현하는 발광부재를 포함한 조명 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

백열 전구나 형광등보다 발광 효율이 높은 것으로 시산(試算)되어, 차세대의 조명 장치로서 일렉트로루미네센스 재료가 사용된 발광 소자를 구비한 조명 장치가 주목을 받고 있다. 일렉트로루미네센스 재료는 증착법이나 도포법 등의 제법에 의하여 두께  $1\mu\text{m}$  이하의 박막으로 형성할 수 있으며, 조명 장치로서 그 형태도 다양하게 고안되고 있다.

[0003]

이와 같은 발광 소자는 사용한 재료를 적절히 선택함으로써, 발광색을 임의로 조정할 수 있다. 예를 들어, 특허문헌 1에는 복수의 발광 소자 각각의 발광색에 따라 발광 소자에 개별적으로 전압을 인가함으로써, 색 온도를 조정하는 조명 장치가 개시되어 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0004]

(특허문헌 0001) 일본국 특개2005-317296호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005]

본 발명의 일 형태는, 보다 간편한 방법에 의하여 조색 또는 조광할 수 있는 조명 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0006]

본 발명의 일 형태는, 발광색 및 발광 시작 전압이 다른 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자를 병렬로 접속하고, 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자에 인가하는 전압에 의하여 발광색을 제어하는 조명 장치이다. 더 구체적으로는, 예를 들어 이하에 나타낸 구성으로 할 수 있다.

[0007]

본 발명의 일 형태의 조명 장치는, 제 1 발광 소자와, 제 1 발광 소자와 병렬로 접속된 제 2 발광 소자를 갖고, 제 2 발광 소자는 제 1 발광 소자가 나타내는 발광색보다 장파장의 발광색을 나타내고, 또 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 발광하기 시작하고, 제 1 발광 소자의 발광색과 제 2 발광 소자의 발광색을 합친 발광색을 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자로의 인가 전압에 의하여 제어하는 조명 장치이다.

[0008]

본 발명의 일 형태의 조명 장치는 제 1 발광 소자와, 제 1 발광 소자와 병렬로 접속된 제 2 발광 소자를 갖고, 제 2 발광 소자는, 제 1 발광 소자가 나타내는 발광색보다 장파장의 발광색을 나타내고, 또 제 1 발광 소자보다 낮은 전압으로 발광하기 시작하고, 제 2 발광 소자는 제 1 발광 소자보다 고휘도의 발광을 하고, 제 1 발광 소자의 발광색과 제 2 발광 소자의 발광색을 합친 발광색을 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자로의 인가 전압에

의하여 제어하는 조명 장치이다.

[0009] 또한, 상기 조명 장치에 있어서, 제 1 발광 소자와 제 2 발광 소자가 적층하여 형성되어도 좋다.

[0010] 또한, 상기 조명 장치에 있어서, 제 1 발광 소자의 발광색과 제 2 발광 소자의 발광색은 보색 관계인 것이 바람직하다.

[0011] 또한, 상기 조명 장치에 있어서, 제 1 발광 소자는 450nm 이상 510nm 이하에 발광 스펙트럼의 피크를 갖고, 제 2 발광 소자는 550nm 이상 600nm 이하에 발광 스펙트럼의 피크를 가져도 좋다.

[0012] 또한, 본 명세서 등에 있어서, 발광 소자가  $1\text{cd}/\text{m}^2$ 의 휘도로 발광하기 시작할 때를 발광 시작으로 하고, 그 때에 인가되는 전압을 발광 시작 전압이라고 한다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명의 일 형태인 조명 장치는 간편한 방법에 의하여 조색 및 조광을 도모할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태인 조명 장치는 동일 광원으로 다른 색조의 발광을 얻을 수 있기 때문에, 폭넓은 용도에 적용할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일 형태의 조명 장치의 개념도 및 구성예를 도시한 도면.

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 형태의 조명 장치에 적용할 수 있는 발광 소자를 도시한 도면.

도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 형태의 조명 장치의 구성예를 도시한 도면.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 형태의 조명 장치의 구성예를 도시한 도면.

도 5a 및 도 5b는 발광 소자의 배치예를 도시한 도면.

도 6은 조명 장치의 적용예를 도시한 도면.

도 7a 내지 도 7d는 조명 장치의 적용예를 도시한 도면.

도 8a 및 도 8b는 실시예의 발광 소자를 설명한 도면.

도 9a 내지 도 9c는 실시예의 발광 소자의 특성을 도시한 도면.

도 10은 실시예의 조명 장치의 특성을 나타낸 계산 결과.

도 11은 실시예의 조명 장치의 특성을 나타낸 계산 결과.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 실시형태의 일례에 대하여 도면을 사용하여 이하에 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남 없이 그 형태 및 상세한 내용을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타낸 실시형태 및 실시예의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다. 또한, 이하에 설명한 실시형태 및 실시예에 있어서 동일 부분 또는 동일한 기능을 갖는 부분에는 같은 부호를 다른 도면 간에서 공통적으로 사용하여 그 반복 설명은 생략한다.

[0016] 또한, 도면 등에 도시된 각 구성의 위치, 크기, 범위 등을 이해하기 쉽게 하기 위하여 실제의 위치, 크기, 범위 등을 도시하지 않는 경우가 있다. 그러므로, 개시한 발명은 반드시 도면 등에 개시된 위치, 크기, 범위 등에 한정되지 않는다.

[0017] 또한, 본 명세서 등에 있어서의 제 1, 제 2, 제 3 등의 서수사는 구성 요소의 혼동을 피하기 위하여 붙이는 것이며, 수적으로 한정하는 것은 아니다.

[0018] (실시형태 1)

[0019] 본 실시형태에 있어서는, 조명 장치의 일 형태에 대하여 도 1a 내지 도 5b를 사용하여 설명한다.

[0020] 도 1a에 조명 장치의 개념도를 도시한다. 본 발명의 일 형태의 조명 장치는 병렬로 접속된 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)를 갖는다. 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)는 다른 발광색을 나타내고, 또 다른 발광 시작 전압(발광 임계 값 전압)을 갖는다. 이하, 본 실시형태에 있어서는 제 2 발광 소자

(102)는 제 1 발광 소자(100)가 나타내는 발광색보다 장파장의 발광색을 나타내고, 또 제 1 발광 소자(100)보다 낮은 전압으로 발광하기 시작하는 경우를 예로 들어 설명한다. 다만, 개시한 발명의 일 형태는 이것에 한정되지 않고, 제 1 발광 소자(100)는 제 2 발광 소자(102)가 나타내는 발광색보다 장파장의 발광색을 나타내고, 또 제 2 발광 소자(102)보다 낮은 전압으로 발광하기 시작하여도 좋다.

[0021] 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)는 병렬로 접속되기 때문에, 같은 전압이 인가된다. 여기서 제 1 발광 소자(100)의 발광 시작 전압( $V_{th\_100}$ 으로 함)은 제 2 발광 소자(102)의 발광 시작 전압( $V_{th\_102}$ 로 함)보다 높기 때문에, 인가되는 전압이  $V_{th\_102}$  이상  $V_{th\_100}$  미만인 경우에는 제 2 발광 소자(102)로부터의 발광만이 얻어진다. 따라서, 조명 장치의 발광색도 제 2 발광 소자(102)의 발광색과 같은 색깔이 된다.

[0022] 또한, 인가하는 전압을  $V_{th\_100}$  이상으로 하면 제 2 발광 소자(102)와 제 1 발광 소자(100)로부터의 발광이 얻어져 제 1 발광 소자(100)의 발광의 강도가 충분히 상승될 때까지(예를 들어, 제 1 발광 소자(100)의 광속 발산도가  $30000\text{lm/m}^2$ 에 달할 때까지)는 인가하는 전압을 증가시킬수록 전광속(全光束)에 대한 제 1 발광 소자(100)의 발광의 비율이 상승된다. 예를 들어, 제 1 발광 소자(100)의 광속 발산도가  $30000\text{lm/m}^2$ 에 달할 때의 전압을  $V_{f\_100}$ 로 하면, 인가하는 전압이  $V_{th\_100}$  이상  $V_{f\_100}$  미만인 경우에는, 조명 장치의 발광색은 전압이 상승될수록 제 2 발광 소자(102)의 발광색에서 제 1 발광 소자(100)의 발광색과 제 2 발광 소자(102)의 발광색을 합친 색깔로 서서히 변화된다. 또한, 전압의 상승에 따라 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)의 휘도도 상승되며 때문에 조명 장치 전체의 발광 휘도도 상승된다.

[0023] 또한, 인가하는 전압이  $V_{f\_100}$  이상인 경우에는 조명 장치의 발광색은 제 1 발광 소자(100)의 발광색과 제 2 발광 소자(102)의 발광색을 합친 색깔로 유지된 채 전압의 상승에 따라 조명 장치 전체의 발광 강도가 상승된다.

[0024] 이와 같이, 발광색 및 발광 시작 전압이 다른 발광 소자를 병렬로 접속시킴으로써 특별한 수단 없이 인가하는 전압의 제어만으로 조명 장치의 조색 및 조광을 행할 수 있다. 또한, 간편한 방법으로 조색 및 조광할 수 있기 때문에 조명 장치의 편리성을 높일 수 있다.

[0025] 또한, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)는 각각의 발광색을 보색 관계로 하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 제 1 발광 소자(100)를 청색 내지 청록색의 발광( $450\text{nm}$  이상  $510\text{nm}$  이하에 발광 스펙트럼의 피크를 갖는 발광)을 나타내는 소자로 하고, 제 2 발광 소자(102)를 황색 내지 주황색의 발광( $550\text{nm}$  이상  $600\text{nm}$  이하에 발광 스펙트럼의 피크를 갖는 발광)을 나타내는 소자로 하면, 제 1 발광 소자(100)의 발광 시작 전압 이하의 전압이 인가되는 경우에는 조명 장치는 주황색의 발광을 하며, 인가되는 전압이 상승될수록 전구색, 온백색, 백색, 주백색(晝白色)으로 조명 장치의 발광색을 조색할 수 있다.

[0026] 또한, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)가 같은 정도의 면적을 갖는 경우, 제 1 발광 소자(100)가 발광하기 시작할 때(즉, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)에  $V_{th\_100}$ 을 인가할 때)의 제 2 발광 소자(102)의 광속 발산도가  $30000\text{lm/m}^2$  이상이면 전광속에 대한 제 1 발광 소자(100)의 발광의 비율이 낮기 때문에, 인가하는 전압을  $V_{th\_100}$  이상  $V_{f\_100}$  미만으로 하여도 조명 장치 전체의 발광색에 변화가 생기기 어렵다. 마찬가지로,  $V_{th\_100}$ 을 인가할 때의 제 2 발광 소자(102)의 광속 발산도가  $300\text{lm/m}^2$  미만이면, 전광속에 대한 제 2 발광 소자(102)의 발광의 비율이 낮기 때문에, 조명 장치의 발광색이 변조되기 어렵다. 따라서, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)가 같은 정도의 면적을 갖는 경우, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)에  $V_{th\_100}$ 을 인가할 때 제 2 발광 소자(102)의 광속 발산도는  $300\text{lm/m}^2$  이상  $30000\text{lm/m}^2$  미만인 것이 바람직하다.

또한, 광속 발산도가  $300\text{lm/m}^2$  이상  $30000\text{lm/m}^2$  미만이란, 완전 확산면을 가정한 면광원(面光源)에 있어서는 휘도가 약  $10\text{cd/m}^2$  이상  $10000\text{cd/m}^2$  미만에 상당하는 것이다.

[0027] 또한, 제 2 발광 소자(102)는 제 1 발광 소자(100)보다 고휘도의 발광을 하는 것이 바람직하다. 제 2 발광 소자(102)는 제 1 발광 소자(100)보다 장파장의 발광을 하기 때문에, 제 2 발광 소자(102)의 발광은 제 1 발광 소자(100)의 발광보다 시감도가 높다. 따라서, 제 2 발광 소자(102)의 발광이 고휘도이면, 시감도가 높은 파장 영역을 효과적으로 이용할 수 있어 조명 장치의 전력 효율을 높일 수 있다.

[0028] 또한, 조명 장치에 적용할 수 있는 발광 소자로서는, 발광 원리에 일렉트로루미네선스(EL) 효과를 이용한 소자

를 사용할 수 있다. 구체적으로는, LED(Light Emitting Diode), 유기 EL 발광을 하는 소자(유기 EL 소자) 또는 무기 EL 발광을 하는 소자(무기 EL 소자) 등을 사용할 수 있다. 다만, 유기 EL 소자는 원만한 다이오드 특성을 갖기 때문에, LED와 비교하여 발광 시작에서 충분한 광속에 달할 때까지의 전압에 폭이 있다. 따라서, 조명 장치에 있어서 조광할 수 있는 전압의 범위를 넓힐 수 있어 바람직하다. 또한, 유기 EL 소자는 LED와 비교하여 발열이 적기 때문에, 경량이지만 열에 약한 유기 수지를 조명 장치의 케이스로 사용할 수 있어 조명 장치의 경량화를 도모할 수 있다.

[0029] 도 1b 및 도 1c에 조명 장치의 구성예를 도시한다. 도 1b는 조명 장치의 평면도이고, 도 1c는 도 1b의 선분 A1-A2에서의 단면도이다. 도 1b 및 도 1c에 도시된 조명 장치에서는 제 1 케이스(230)와 제 2 케이스(232)에 의하여 밀봉된 공간에 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)가 배치된다. 또한, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)의 빛의 방사면은 동일한 면 위에 배치된다.

[0030] 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)는 한 쌍의 전극과 상기 한 쌍의 전극 간에 배치된 EL층을 포함하고, EL층으로부터의 발광이 제 1 케이스(230)를 통하여 외부에 방사된다. 따라서, 제 1 케이스(230)는 적어도 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)로부터의 빛을 투과하는 투광성을 갖는다.

[0031] 또한, 제 1 발광 소자(100) 또는 제 2 발광 소자(102)의 빛의 방사면의 형상은 사각형과 같은 다각형 이외에 원형이라도 좋고, 상기 방사면을 덮는 케이스(제 1 케이스(230))의 형상도 상기 방사면의 형상에 대응되면 좋다.

[0032] 도 1b 및 도 1c에 있어서, 제 1 케이스(230)는 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)의 지지부재로서도 기능한다. 다만, 제 1 발광 소자(100) 또는 제 2 발광 소자(102)를 제 1 케이스(230)와 다른 지지부재 위에 형성하고, 그 지지부재를 제 1 케이스(230) 위에 배치할 수도 있다. 또한, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)는 동일 지지부재 위에 형성하여도 좋고, 각각 다른 지지부재 위에 형성하여도 좋다.

[0033] 제 1 케이스(230)에 사용할 수 있는 부재의 구체적인 예로서는 플라스틱(유기 수지), 유리, 또는 석영 등을 들 수 있다. 플라스틱으로서는 예를 들어, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르설폰 등으로 이루어지는 부재를 들 수 있다. 또한, 제 1 케이스(230)로서 플라스틱을 사용하면 조명 장치의 경량화를 도모할 수 있어 바람직하다.

[0034] 제 2 케이스(232)는 제 1 케이스(230)와 같은 부재를 사용할 수 있다. 조명 장치의 경량화를 위하여는 제 2 케이스(232)로서 플라스틱을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 제 2 케이스(232)는 투광성을 갖지 않아도 좋기 때문에, 제 2 케이스(232)로서 금속 재료로 구성되는 부재(이하, 금속부재)를 사용할 수도 있다. 금속부재를 구성하는 재료는 특별히 한정되지 않지만, 알루미늄, 구리, 니켈 등의 금속 또는 알루미늄 합금 또는 스테인리스 등의 금속의 합금을 바람직하게 사용할 수 있다. 또한, 금속부재의 막 두께는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어  $10\text{ }\mu\text{m}$  이상  $200\text{ }\mu\text{m}$  이하인 것을 사용하면 조명 장치의 경량화를 도모할 수 있어 바람직하다. 금속부재는 투수성이 낮기 때문에, 제 2 케이스(232)로서 금속부재를 사용함으로써, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)로의 수분의 침입을 억제할 수 있다. 따라서, 수분으로 인한 열화가 억제되고 신뢰성이 높은 조명 장치로 할 수 있다.

[0035] 제 1 케이스(230)와 제 2 케이스(232)는 접착층(도시하지 않음)에 의하여 접착된다. 접착층으로서는 가시광 경화성, 자외선 경화성, 또는 열 경화성의 접착제를 사용할 수 있다. 이들의 접착제의 재질로서는 예를 들어, 에폭시 수지나 아크릴 수지, 실리콘(silicone) 수지, 폐놀 수지 등을 들 수 있다. 또한, 이들의 접착제에 건조제가 되는 흡수 물질을 함유시켜도 좋다. 또한, 제 1 케이스(230), 접착층 및 제 2 케이스(232)에 같은 유기 수지 재료를 사용하면, 제 1 케이스(230)와 제 2 케이스(232)의 밀착성을 향상시킬 수 있어 바람직하다. 다만, 접착층은 반드시 형성할 필요는 없고, 예를 들어 제 1 케이스(230)와 제 2 케이스(232)로서 열 가소성의 유기 수지를 사용하여 열 압착 처리에 의하여 제 1 케이스(230) 및 제 2 케이스(232)를 접착시켜도 좋다.

[0036] 제 1 케이스(230) 및 제 2 케이스(232)의 크기는 조명 장치의 용도에 따라 적절히 설정할 수 있다. 예를 들어, 직경 10cm 내지 14cm, 바람직하게는 직경 12cm의 원반 형상, 5인치 각의 정방형 등으로 하면 좋다.

[0037] 또한, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)가 형성되는 케이스 내부의 공간에 건조제가 되는 흡수 물질을 포함시켜도 좋다. 흡수 물질은 분말 상태 등의 고체 상태로 배치하여도 좋고, 스퍼터링법 등의 성막 방법에 의하여 흡수 물질을 포함한 막 상태로 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102) 위에 형성하여도 좋다. 또한, 케이스 내부의 공간을 에폭시 수지, 아크릴 수지, 실리콘 수지, 폐놀 수지 등의 수지로 밀봉시켜도 좋다.

[0038] 또한, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)의 상면 또는 케이스의 내벽을 덮는 무기 절연막을 형성하여도 좋다. 무기 절연막은 외부의 물 등의 오염 물질로부터 보호하는 보호층, 밀봉막으로서 기능한다. 무기 절

연막을 형성함으로써, 발광 소자의 열화를 경감시켜 조명 장치의 내구성이나 수명을 향상시킬 수 있다.

[0039] 무기 절연막으로서는 질화막 및 질화 산화막의 단층 또는 적층을 사용할 수 있다. 구체적으로는 산화 실리콘, 질화 실리콘, 산화 질화 실리콘, 산화 알루미늄, 질화 알루미늄, 산화 질화 알루미늄 등을 사용하여 재료에 따라 CVD법, 스페터링법 등에 의하여 형성할 수 있다. 바람직하게는 질화 실리콘을 사용하여 CVD법에 의하여 형성하면 좋다. 무기 절연막의 막 두께는 100nm 이상  $1\mu\text{m}$  이하 정도로 하면 좋다. 또한, 무기 절연막으로서 산화 알루미늄막, 다이아몬드 라이크 카본(diamond-like carbon: DLC)막, 질소 함유 탄소막, 황화 아연 및 산화 실리콘을 포함한 막(예를 들어,  $\text{ZnS} \cdot \text{SiO}_2$ 막)을 사용하여도 좋다.

[0040] 도 1b 및 도 1c에 도시된 조명 장치는 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)의 빛의 방사면이 동일한 면 위에 배치되기 때문에, 발광 소자를 적층하는 것으로 인한 효율의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 제 1 케이스(230)의 빛의 방사면의 조면화, 제 1 케이스(230)의 상기 방사면으로의 광 산란제의 도포 또는 상기 방사면 측으로 확산 필름 등의 광학 필름의 배치 등에 의하여 조명 장치의 광 추출 효율의 향상을 도모하여도 좋다. 또는, 제 1 케이스(230)의 빛의 방사면에 회절 격자를 형성함으로써 광 추출 효율을 향상시킬 수 있다. 특히, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)의 빛의 방사면이 동일한 면 위에 배치되는 경우에는 회절 격자를 각각의 발광 소자의 발광 파장에 맞추어 설계할 수 있어 효과적이다.

[0041] 도 2a 및 도 2b에 제 1 발광 소자(100) 또는 제 2 발광 소자(102)의 구체적인 구성예를 도시한다. 도 2a에 도시된 발광 소자는 제 1 전극(104)과 제 1 전극(104) 위의 EL층(106)과, EL층(106) 위의 제 2 전극(108)을 갖는다.

[0042] 제 1 전극(104)은 제 1 케이스(230)에 접하여 배치되고, EL층(106)에서 본 광의 추출 방향에 형성된다. 따라서, 투광성을 갖는 재료를 사용하여 형성한다. 투광성을 갖는 재료로서는, 산화 인듐, 인듐 주석 산화물(ITO라고도 함), 인듐 아연 산화물(IZO라고도 함), 산화 아연, 갈륨이 첨가된 산화 아연, 그래핀 등을 사용할 수 있다.

[0043] 또한, 제 1 전극(104)으로서, 금, 백금, 니켈, 텉스텐, 크롬, 몰리브덴, 철, 코발트, 구리, 팔라듐 또는 티타늄 등의 금속 재료를 사용할 수 있다. 또는, 이를 금속 재료의 질화물(예를 들어, 질화 티타늄) 등을 사용하여도 좋다. 또한, 금속 재료(또는 그 질화물)를 사용하는 경우, 투광성을 가질 정도로 얇게 하면 좋다.

[0044] 제 1 전극(104) 위에는 EL층(106)이 형성된다. EL층(106)은 적어도 발광성의 유기 화합물을 함유한 발광층이 포함되어 있으면 좋다. 그 외에, 전자 수송성이 높은 물질을 함유한 층, 정공 수송층이 높은 물질을 함유한 층, 전자 주입성이 높은 물질을 함유한 층, 정공 주입성이 높은 물질을 함유한 층, 쌍극성의 물질(전자 수송성 및 정공 수송성이 높은 물질)을 함유한 층 등을 적절히 조합한 적층 구조를 구성할 수 있다. 본 실시형태에 있어서, EL층(106)은 제 1 전극(104) 층에서 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 전자 수송층(704) 및 전자 주입층(705)의 순서로 적층된다.

[0045] 정공 주입층(701)은 정공 주입성이 높은 물질을 함유한 층이다. 정공 주입성이 높은 물질로서는 예를 들어, 몰리브덴 산화물, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 레늄 산화물, 루테늄 산화물, 크롬 산화물, 지르코늄 산화물, 하프늄 산화물, 탄탈 산화물, 은 산화물, 텉스텐 산화물, 망간 산화물 등의 금속 산화물을 사용할 수 있다. 또한, 프탈로시아닌(약칭:  $\text{H}_2\text{Pc}$ ), 구리(II) 프탈로시아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로시아닌계 화합물을 사용할 수 있다.

[0046] 또한, 저분자의 유기 화합물인 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*-(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), 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) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0047] 또한, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 폴리(*N*-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTDA), 폴리[*N*-(4-{*N*'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]-*N*'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 폴리[*N,N*'-비스(4-부틸페닐)-*N,N*'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 들 수 있다. 또한, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌슬론산)(PEDOT/PSS),

폴리아닐린/폴리(스티렌설론산)(PAni/PSS) 등의 산이 첨가된 고분자 화합물을 사용할 수 있다.

[0048] 특히, 정공 주입층(701)으로서 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 억셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 정공 수송성이 높은 물질에 억셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용함으로써, 제 1 전극(104)으로부터의 정공 주입성을 양호하게 하고, 발광 소자의 구동 전압을 저감시킬 수 있다. 이들의 복합 재료는 정공 수송성이 높은 물질과 억셉터 물질을 동시 증착함으로써 형성할 수 있다. 상기 복합 재료를 사용하여 정공 주입층(701)을 형성함으로써, 제 1 전극(104)으로부터 EL층(106)으로 정공을 용이하게 주입할 수 있다.

[0049] 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 방향족 탄화 수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등, 각종 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는,  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 다만, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이들 이외의 것을 사용하여도 좋다. 이하에서는, 복합 재료에 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0050] 복합 재료에 사용할 수 있는 유기 화합물로서는, 예를 들어 TDATA, MTDATA, DPAB, DNTPD, DPA3B, PCzPCA1, PCzPCA2, PCzPCN1, 4,4'-비스[*N*-(1-나프틸)-*N*-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는  $\alpha$ -NPD), *N,N'*-비스(3-메틸페닐)-*N,N'*-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP) 등의 방향족 아민 화합물이나, 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]-9*H*-카르바졸(약칭: CzPA), 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸(약칭: PCzPA), 1,4-비스[4-(*N*-카르바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등의 카르바졸 유도체를 사용할 수 있다.

[0051] 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-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 등의 방향족 탄화 수소 화합물을 사용할 수 있다.

[0052] 또한, 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, 펜타센, 코로넨, 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등의 방향족 탄화 수소 화합물을 사용할 수 있다.

[0053] 또한, 전자 수용체로서는, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오르퀴노디메탄(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐 등의 유기 화합물이나, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표에 있어서의 제 4족 내지 제 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오브, 산화 탄탈, 산화 크롬, 산화 몰리브덴, 산화 텉스텐, 산화 망간, 산화 레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도, 특히 산화 몰리브덴은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮으며 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0054] 또한, 상술한 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등의 고분자 화합물과, 상술한 전자 수용체를 사용하여 복합 재료를 형성하고 정공 주입층(701)에 사용하여도 좋다.

[0055] 정공 수송층(702)은 정공 수송성이 높은 물질을 함유한 층이다. 정공 수송성이 높은 물질로서는, 예를 들어 NPB, TPD, BPAFLP, 4,4'-비스[*N*-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-*N*-페닐아미노]비페닐(약칭: DFLDPBi), 4,4'-비스[*N*-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-*N*-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다. 여기서 기술한 물질은 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 다만, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이면 이들 이외의 것을 사용하여도 좋다. 또한, 정공 수송성이 높은 물질을 함유한 층은 단층에 한정되지 않고 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0056] 또한, 정공 수송층(702)에는 CBP, CzPA, PCzPA와 같은 카르바졸 유도체나 t-BuDNA, DNA, DPAnth와 같은 안트라센 유도체를 사용하여도 좋다.

- [0057] 또한, 정공 수송층(702)에는 PVK, PVTPA, PTPDMA, Poly-TPD 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0058] 발광층(703)은 발광성의 유기 화합물을 함유한 층이다. 발광성의 유기 화합물로서는 예를 들어, 형광을 발광하는 형광성 화합물이나 인광을 발광하는 인광성 화합물을 사용할 수 있다.
- [0059] 발광층(703)에 사용할 수 있는 형광성 화합물로서는, 예를 들어 청색계의 발광 재료로서, *N,N'*-비스[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-*N,N'*-디페닐스틸벤-4,4'-디아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, *N*-(9,10-디페닐-2-안트릴)-*N*,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), *N*-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-*N*,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), *N*-[9,10-디페닐-2-안트릴)-*N,N'*,*N'*-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA), *N*-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-*N,N'*,*N'*-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPABPhA), *N*-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)]-*N*-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-*N*-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), *N,N*,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA) 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 재료로서는, *N,N,N',N'*-테트라카이스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-디페닐-*N,N,N',N'*-테트라카이스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD) 등을 들 수 있다.
- [0060] 또한, 발광층(703)에 사용할 수 있는 인광성 화합물로서는, 예를 들어 청색계의 발광 재료로서, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)파리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>]이리듐(III)테트라카이스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)파리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>]이리듐(III)파콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트리플루오로메틸)페닐]파리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>}이리듐(III)파콜리네이트(약칭: Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)파리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, 트리스(2-페닐파리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)<sub>3</sub>), 비스(2-페닐파리디나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)), 비스(1,2-디페닐-1H-벤즈이미다졸라토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(pbi)<sub>2</sub>(acac)), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)), 트리스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)(약칭: Ir(bzq)<sub>3</sub>) 등을 들 수 있다. 또한, 황색계의 발광 재료로서, 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸라토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(dpo)<sub>2</sub>(acac)), 비스[2-(4'-퍼플루오로페닐페닐)파리디나토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac)), 비스(2-페닐벤조티아졸라토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(bt)<sub>2</sub>(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)-5-메틸파라지나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdppr-Me)<sub>2</sub>(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2-(4-메톡시페닐)-3,5-디메틸파라지나토]이리듐(III)(약칭: Ir(dmmoppr)<sub>2</sub>(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 주황색계의 발광 재료로서, 트리스(2-페닐퀴놀리나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: Ir(pq)<sub>3</sub>), 비스(2-페닐퀴놀리나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)), (아세틸아세토나토)비스(3,5-디메틸-2-페닐파라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mprr-Me)<sub>2</sub>(acac)), (아세틸아세토나토)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐파라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mprr-iPr)<sub>2</sub>(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 적색계의 발광 재료로서, 비스[2-(2'-벤조[4,5-*a*]티에닐)파리디나토-*N,C*<sup>3'</sup>]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(btp)<sub>2</sub>(acac)), 비스(1-페닐이소퀴놀리나토-*N,C*<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리나토]이리듐(III)(약칭: Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac)), (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트리페닐파라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac)), (디파바로일메타나토)비스(2,3,5-트리페닐파라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21*H*,23*H*-포르피린백금(II)(약칭: PtOEP) 등의 유기 금속 착체를 들 수 있다. 또한,

트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen)), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)<sub>3</sub>(Phen)) 등의 희토류 금속 착체는, 희토류 금속 이온으로부터의 발광(다른 다중도 간의 전자 전이)이기 때문에, 인광성 화합물로서 사용할 수 있다.

[0061] 또한, 발광층(703)으로서는, 상술한 발광성의 유기 화합물(게스트 재료)을 다른 물질(호스트 재료)에 분산시킨 구성으로 하여도 좋다. 호스트 재료로서는 각종 물질을 사용할 수 있으며, 발광성의 물질보다 최저 공제도 준위(LUMO 준위)가 높고, 최고 피점유 케도 준위(HOMO 준위)가 낮은 물질을 사용하는 것이 바람직하다.

[0062] 호스트 재료로서는 구체적으로, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(II)(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀라토)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤조옥사졸일)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조티아졸일)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체, 2-(4-비페닐일)-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(*p*-*tert*-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐일)-4-페닐-5-(4-*tert*-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 2,2',2'''-(1,3,5-벤젠티리일)트리스(1-페닐-1*H*-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등의 복소환 화합물이나, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸(약칭: CzPA), 3,6-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-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), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), 6,12-디메톡시-5,11-디페닐크리센 등의 축합 방향족 화합물, N,N-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: CzA1PA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: DPhPA), N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPA), N,9-디페닐-N-[4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9*H*-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), NPB(또는  $\alpha$ -NPD), TPD, DFLDPBi, BSPB 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0063] 또한, 호스트 재료는 복수 종류 사용할 수 있다. 예를 들어, 결정화를 억제하기 위하여 루브렌 등의 결정화를 억제하는 물질을 더 첨가하여도 좋다. 또한, 게스트 재료에 에너지를 더 효율적으로 이동하기 위하여 NPB 또는 Alq 등을 더 첨가하여도 좋다.

[0064] 게스트 재료를 호스트 재료에 분산시킨 구성으로 함으로써, 발광층(703)의 결정화를 억제할 수 있다. 또한, 게스트 재료의 농도가 높은 것으로 인한 농도 소광(消光)을 억제할 수 있다.

[0065] 또한, 발광층(703)으로서 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 청색계의 발광 재료로서, 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)(약칭: PFO), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,5-디메톡시벤젠-1,4-디일)](약칭: PF-DMOP), 폴리{(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-[N,N'-디-(*p*-부틸페닐)-1,4-디아미노벤zen]}(약칭: TAB-PFH) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, 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-디비닐렌플루오레닐렌)-*alt*-co-(2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌)] 등을 들 수 있다. 또한, 주황색 내지 적색계의 발광 재료로서, 폴리[2-메톡시-5-(2'-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌비닐렌](약칭: MEH-PPV), 폴리(3-부틸티오펜-2,5-디일)(약칭: R4-PAT), 폴리{[9,9-디헥실-2,7-비스(1-시아노비닐렌)플루오레닐렌]-*alt*-co-[2,5-비스(N,N'-디페닐아미노)-1,4-페닐렌]}, 폴리{[2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-비스(1-시아노비닐렌페닐렌)]-*alt*-co-[2,5-비스(N,N'-디페닐아미노)-1,4-페닐렌]}(약칭: CN-PPV-DPD) 등을 들 수 있다.

[0066] 또한, 발광층을 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다.

[0067] 본 실시형태에서는, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)로서 다른 발광색을 나타내는 발광 소자를 사용한다. 따라서, 상술한 재료 중, 발광색이 다른 발광 재료를 적절히 선택하여 제 1 발광 소자(100)의 발광층과 제 2 발광 소자(102)의 발광층에 사용하면 좋다.

[0068] 본 실시형태의 조명 장치는, 제 1 발광 소자(100)로부터의 발광과 제 2 발광 소자(102)로부터의 발광을 합친 발광색을 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자로의 인가 전압에 의하여 원하는 색깔로 제어하는 것을 특징 중 하나

로 한다. 제 1 발광 소자(100)의 발광색과 제 2 발광 소자(102)의 발광색을 보색 관계로 함으로써, 조명 장치로부터의 백색 발광을 추출할 수 있어 바람직하다. 보색 관계로서는, 청색과 황색 또는 청록색과 적색 등을 들 수 있다. 예를 들어, 제 1 발광 소자(100)를 청색 내지 청록색의 파장 영역의 발광을 하는 소자로 하고, 제 2 발광 소자(102)를 황색 또는 주황색의 파장 영역의 발광을 하는 소자로 하여, 이들을 병렬로 접속시킴으로써 전압의 제어에 의하여 주황색 내지 주백색의 발광을 하는 조명 장치를 얻을 수 있다.

[0069] 황색 내지 주황색의 파장 영역(560nm 이상 580nm 미만)은, 시감도가 높은 파장 영역이기 때문에, 발광 스펙트럼의 피크가 황색 내지 주황색의 파장 영역에 있는 발광층을 갖는 EL층을 제 2 발광 소자(102)에 적용하는 것이 유용하다. 발광 스펙트럼의 피크가 황색 내지 주황색의 파장 영역에 있는 EL층을 사용함으로써, 시감도가 높은 파장 영역을 이용할 수 있어 전력 효율을 높일 수 있다. 이로써, 조명 장치 전체의 전력 효율을 높일 수 있다.

[0070] 황색 내지 주황색의 파장 영역에 피크를 갖는 발광성의 물질로서, 예를 들어 피라진 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체를 사용할 수 있다. 또한, 발광성의 물질(게스트 재료)을 다른 물질(호스트 재료)에 분산시킴으로써, 발광층을 구성할 수도 있다. 상기 황색 내지 주황색의 파장 영역에 피크를 갖는 발광성의 물질로서, 인광성 화합물을 사용할 수 있다. 인광성 화합물을 사용함으로써, 형광성 화합물을 사용하는 경우와 비교하여 전력 효율을 3배 내지 4배로 높일 수 있다. 상술한 피라진 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체는 인광성 화합물이며, 발광 효율이 높은 것에 더하여 황색 내지 주황색의 파장 영역의 발광을 얻기 쉬워 적합하다.

[0071] 또한, 청색의 파장 영역에 피크를 갖는 발광성의 물질로서, 예를 들어 피렌디아민 유도체를 사용할 수 있다. 상기 청색의 파장 영역에 피크를 갖는 발광성의 물질로서, 형광성 화합물을 사용할 수 있다. 형광성 화합물을 사용함으로써, 인광성 화합물을 사용하는 경우와 비교하여 수명이 긴 발광 소자를 얻을 수 있다. 상술한 피렌디아민 유도체는 형광성 화합물이며, 매우 높은 양자 수율이 얻어지는 것에 더하여 수명이 길어 적합하다.

[0072] 전자 수송층(704)은 전자 수송성이 높은 물질을 함유한 층이다. 전자 수송성이 높은 물질로서 예를 들어, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[h]-퀴놀리나토)베릴륨(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 들 수 있다. 또한, 그 이외에 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)<sub>2</sub>), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)<sub>2</sub>) 등의 옥사졸계 또는 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 이외에도, 2-(4-비페닐일)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD)나, 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. 여기서 기술한 물질은 주로  $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 전자 수송층은 단층에 한정되지 않고 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0073] 전자 주입층(705)은 전자 주입성이 높은 물질을 함유한 층이다. 전자 주입층(705)에는, 리튬, 세슘, 칼슘, 불화 리튬, 불화 세슘, 불화 칼슘, 리튬 산화물 등과 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 그들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 불화 에르븀과 같은 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 상술한 전자 수송층(704)을 구성하는 물질을 사용할 수 있다.

[0074] 또한, 상술한 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 전자 수송층(704), 전자 주입층(705)은 각각 증착법(진공 증착법을 포함함), 잉크젯법, 도포법 등의 방법에 의하여 형성할 수 있다.

[0075] EL층은, 도 2b에 도시된 바와 같이, 제 1 전극(104)과 제 2 전극(108) 사이에 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 전자 수송층(704), 전자 주입 베퍼층(706), 전자 릴레이층(707) 및 제 2 전극(108)과 접한 복합 재료층(708)을 가져도 좋다.

[0076] 제 2 전극(108)과 접한 복합 재료층(708)을 형성함으로써, 특히 스퍼터링법을 사용하여 제 2 전극(108)을 형성할 때에 EL층(106)이 받는 대미지를 저감시킬 수 있어 바람직하다. 복합 재료층(708)은, 상술한 정공 수송성이 높은 유기 화합물에 억셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수 있다.

[0077] 또한, 전자 주입 베퍼층(706)을 형성함으로써, 복합 재료층(708)과 전자 수송층(704) 사이의 주입 장벽을 완화 시킬 수 있기 때문에, 복합 재료층(708)에서 발생한 전자를 전자 수송층(704)에 용이하게 주입할 수 있다.

[0078] 전자 주입 베퍼층(706)에는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물

(산화 리튬 등의 산화물, 할로겐 화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐 화물, 탄산염을 포함함) 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로겐 화물, 탄산염을 포함함) 등의 전자 주입성이 높은 물질을 사용할 수 있다.

[0079] 또한, 전자 주입 베퍼층(706)이 전자 수송성이 높은 물질과 도너성 물질을 함유하여 형성되는 경우에는, 전자 수송성이 높은 물질에 대하여 질량비 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질을 첨가하는 것이 바람직하다. 또한, 도너성 물질로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로겐 화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함)), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐 화물, 탄산염을 포함함) 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로겐 화물, 탄산염을 포함함) 이외에 테트라티아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 대카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, 전자 수송성이 높은 물질로서는 상술한 전자 수송층(704)의 재료와 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있다.

[0080] 또한, 전자 주입 베퍼층(706)과 복합 재료층(708) 사이에 전자 릴레이층(707)을 형성하는 것이 바람직하다. 전자 릴레이층(707)은 반드시 형성할 필요는 없지만, 전자 수송성이 높은 전자 릴레이층(707)을 형성함으로써, 전자 주입 베퍼층(706)에 전자를 신속히 수송할 수 있다.

[0081] 복합 재료층(708)과 전자 주입 베퍼층(706) 사이에 전자 릴레이층(707)이 끼워진 구조는 복합 재료층(708)에 함유되는 억셉터성 물질과 전자 주입 베퍼층(706)에 함유되는 도너성 물질이 상호 작용을 받기 어렵고, 서로의 기능을 저해하기 어려운 구조이다. 따라서, 구동 전압의 상승을 방지할 수 있다.

[0082] 전자 릴레이층(707)은 전자 수송성이 높은 물질을 함유하고, 상기 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위는 복합 재료층(708)에 함유되는 억셉터성 물질의 LUMO 준위와 전자 수송층(704)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위 사이에 위치하도록 형성한다. 또한, 전자 릴레이층(707)이 도너성 물질을 함유하는 경우에는 상기 도너성 물질의 도너 준위도 복합 재료층(708)의 억셉터성 물질의 LUMO 준위와 전자 수송층(704)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위 사이에 위치하도록 한다. 구체적인 에너지 준위의 수치로서는 전자 릴레이층(707)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하로 하면 좋다.

[0083] 전자 릴레이층(707)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질로서는 프탈로시아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.

[0084] 전자 릴레이층(707)에 함유되는 프탈로시아닌계 재료로서는 구체적으로는 CuPc, SnPc(Phthalocyanine tin(II) complex), ZnPc(Phthalocyanine zinc complex), CoPc(Cobalt(II)phthalocyanine,  $\beta$ -form), FePc(Phthalocyanine Iron), 및 PhO-VOPc(Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H, 31H-phthalocyanine) 중 어느 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

[0085] 전자 릴레이층(707)에 함유되는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체로서는, 금속-산소의 이중 결합을 갖는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다. 금속-산소의 이중 결합은 억셉터성(전자를 수용하기 쉬운 성질)을 갖기 때문에, 전자의 이동(수수: 授受)이 보다 용이하게 된다. 또한, 금속-산소의 이중 결합을 갖는 금속 착체는 안정적인 것으로 생각된다. 따라서, 금속-산소의 이중 결합을 갖는 금속 착체를 사용함으로써, 발광 소자를 저전압으로 보다 안정적으로 구동할 수 있다.

[0086] 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체로서는, 프탈로시아닌계 재료가 바람직하다. 구체적으로는, VOPc(Vanadyl phthalocyanine), SnOPc(Phthalocyanine tin(IV) oxide complex) 및 TiOPc(Phthalocyanine titanium oxide complex) 중 어느 하나는 분자 구조적으로 금속-산소의 이중 결합이 다른 분자에 대하여 작용하기 쉽고 억셉터성이 높기 때문에 바람직하다.

[0087] 또한, 상술한 프탈로시아닌계 재료로서는, 폐녹시기를 갖는 것이 바람직하다. 구체적으로는, PhO-VOPc처럼 폐녹시기를 갖는 프탈로시아닌 유도체가 바람직하다. 폐녹시기를 갖는 프탈로시아닌 유도체는 용매에 용해할 수 있다. 그러므로, 발광 소자를 형성하는 데에 취급하기 쉽다는 이점을 갖는다. 또한, 용매에 용해할 수 있기 때문에, 성막에 사용하는 장치의 메인더넌스가 용이하게 된다는 이점을 갖는다.

[0088] 전자 릴레이층(707)은 도너성 물질을 더 함유하여도 좋다. 도너성 물질로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로겐 화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함)), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐 화물, 탄산염을 포함함) 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로겐 화물, 탄산염을 포함함) 이외에 테트라티아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 대카메틸

니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 전자 릴레이충(707)에 이들 도너성 물질을 함유시킴으로써, 전자의 이동이 용이하게 되고, 발광 소자를 더 저전압으로 구동시킬 수 있다.

[0089] 전자 릴레이충(707)에 도너성 물질을 함유시키는 경우, 전자 수송성이 높은 물질로서는 상술한 재료 이외에 복합 재료충(708)에 함유되는 억셉터성 물질의 억셉터 준위보다 높은 LUMO 준위를 갖는 물질을 사용할 수 있다. 구체적인 에너지 준위로서는, -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하의 범위에 LUMO 준위를 갖는 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 이와 같은 물질로서는 예를 들어, 페릴렌 유도체나 함질소 축합 방향족 화합물 등을 들 수 있다. 또한, 함질소 축합 방향족 화합물은 안정적이 때문에, 전자 릴레이충(707)을 형성하기 위하여 사용하는 재료로서 바람직한 재료이다.

[0090] 페릴렌 유도체의 구체적인 예로서는, 3,4,9,10-페릴렌테트라카르본산이무수물(약칭: PTCDA), 3,4,9,10-페릴렌테트라카르복실릭비스벤즈이미다졸(약칭: PTCBI), N,N'-디옥틸-3,4,9,10-페릴렌테트라카르본산디이미드(약칭: PTCDI-C8H), N,N'-디헥실-3,4,9,10-페릴렌테트라카르본산디이미드(약칭: Hex PTC) 등을 들 수 있다.

[0091] 또한, 함질소 축합 방향족 화합물의 구체적인 예로서는, 피라지노[2,3-f][1,10]페난트롤린-2,3-디카르보니트릴(약칭: PPDN), 2,3,6,7,10,11-헥사시아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트리페닐렌(약칭: HAT(CN)<sub>6</sub>), 2,3-디페닐피리도[2,3-b]파라진(약칭: 2PYPR), 2,3-비스(4-플루오로페닐)피리도[2,3-b]파라진(약칭: F2PYPR) 등을 들 수 있다.

[0092] 그 외에도, 7,7,8,8,-테트라시아노퀴노디메탄(약칭: TCNQ), 1,4,5,8,-나프탈렌테트라카르본산이무수물(약칭: NTCDA), 퍼플루오로펜타센, 구리 핵사데카플루오로프탈로시아닌(약칭: F<sub>16</sub>CuPc), N,N'비스2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-펜타데카플루오로옥틸)1,4,5,8-나프탈렌테트라카르본산디이미드(약칭: NTCDI-C8F), 3',4'-디부틸-5,5"-비스(디시아노메틸렌)-5,5"-디하이드로-2,2':5',2"-테르티오펜)(약칭: DCMT), 메타노풀러린(예를 들어, [6,6]-페닐C<sub>61</sub>부틸산메틸에스테르) 등을 사용할 수 있다.

[0093] 또한, 전자 릴레이충(707)에 도너성 물질을 함유시키는 경우, 전자 수송성이 높은 물질과 도너성 물질을 동시 증착하는 등의 방법에 의하여 전자 릴레이충(707)을 형성하면 좋다.

[0094] 정공 주입충(701), 정공 수송충(702), 발광충(703) 및 전자 수송충(704)은 상술한 재료를 사용하여 각각 형성하면 좋다.

[0095] 그리고, EL충(106) 위에 제 2 전극(108)을 형성한다.

[0096] 제 2 전극(108)은 광의 추출 방향과 반대 측에 형성되고, 반사성을 갖는 재료를 사용하여 형성된다. 반사성을 갖는 재료로서는, 알루미늄, 금, 백금, 은, 니켈, 텉스텐, 크롬, 몰리브덴, 철, 코발트, 구리 또는 팔라듐 등의 금속 재료를 사용할 수 있다. 그 외에, 알루미늄과 티타늄의 합금, 알루미늄과 니켈의 합금, 알루미늄과 네오듐의 합금 등의 알루미늄을 포함한 합금(알루미늄 합금)이나 은과 구리의 합금 등의 은을 포함한 합금을 사용할 수도 있다. 은과 구리의 합금은 내열성이 높아 바람직하다. 또한, 알루미늄 합금막에 접한 금속막 또는 금속 산화물막을 적층시킴으로써, 알루미늄 합금막의 산화를 억제할 수 있다. 상기 금속막, 금속 산화물막의 재료로서는, 티타늄, 산화 티타늄 등을 들 수 있다. 상술한 재료는 지각(地殼)에 있어서의 존재하는 양이 많아 저렴하기 때문에, 발광 소자의 제작 비용을 저감시킬 수 있어 바람직하다.

[0097] 또한, 조명 장치에 배치하는 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)에 있어서, 제 1 전극(104) 및 제 2 전극(108)의 한쪽 또는 양쪽을 공통 전극으로 하여도 좋다.

[0098] 또한, 도 2a 및 도 2b에는 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)가 유기 EL 발광 소자인 경우의 예를 도시하지만, 본 발명의 실시형태는 이것에 한정되지 않고, 제 1 발광 소자 또는 제 2 발광 소자로서 LED 또는 무기 EL 소자 등을 사용할 수 있다. 예를 들어, 제 1 발광 소자 또는 제 2 발광 소자로서 LED를 사용하는 경우에는, 알루미늄 갈륨 비소(AlGaAs), 갈륨 비소 인(GaAsP), 인듐 질화 갈륨(InGaN), 질화 갈륨(GaN), 알루미늄 질화 갈륨(AlGaN), 인화 갈륨(GaP), 셀렌화 아연(ZnSe), 알루미늄 인듐 갈륨 인(AlGaInP) 등을 EL충의 재료로 사용할 수 있다.

[0099] 또한, 제 1 케이스(230) 및 제 2 케이스(232)에 의하여 밀봉된 공간에 있어서의 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)의 배치는 도 1b 및 도 1c의 구성에 한정되지 않는다. 도 3a 및 도 3b에 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)의 다른 배치예를 도시한다.

[0100] 도 3a는 조명 장치의 평면도이고, 도 3b는 도 3a의 선분 B1-B2에서의 단면도이다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 조명 장치는 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)의 빛의 방사면이 겹치도록 배치된다.

- [0101] 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)를 빛의 방사면이 겹치도록 배치시킴으로써, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)로의 인가 전압에 의존하지 않고 빛의 방사면 전체로부터의 발광을 얻을 수 있다. 따라서, 조명 장치가 발하는 빛의 깜박임을 방지할 수 있고, 발광 품위가 향상된 조명 장치를 제공할 수 있다.
- [0102] 또한, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)를 중첩하여 배치하는 경우, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)를 같은 지지체 위에 적층하여 형성하여도 좋고, 각각 다른 지지체 위에 형성된 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)를 사용하여도 좋다.
- [0103] 또한, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)를 같은 지지체 위에 적층하여 형성하는 경우에는, 제 1 발광 소자(100)를 형성한 후에 제 1 발광 소자(100) 위에 절연층을 형성하고, 상기 절연층 위에 제 2 발광 소자(102)를 형성하면 좋다. 또는, 도 3c에 도시된 바와 같이, 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)에 포함되는 전극 중 하나를 공통 전극으로 할 수도 있다.
- [0104] 도 3c에서는, 제 1 전극(104a)과, 제 1 전극(104a) 위에 형성된 제 1 EL층(100a)과, 제 1 EL층(100a) 위에 형성된 제 2 전극(108)에 의하여 제 1 발광 소자(100)가 구성되고, 제 1 발광 소자(100)와 공통되는 제 2 전극(108)과, 제 2 전극(108) 위에 형성된 제 2 EL층(102a)과, 제 2 EL층(102a) 위에 형성된 제 1 전극(104b)에 의하여 제 2 발광 소자(102)가 구성된다. 또한, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)는 병렬로 접속된다.
- [0105] 도 3c에 도시된 소자 구조로 함으로써, 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자의 단위 면적당의 파워 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 제 1 발광 소자(100)와 제 2 발광 소자(102)를 적층시킴으로써, 각각 발광 소자의 EL층에 공급되는 전류량을 저감시킬 수 있기 때문에, 소자 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0106] 또한, 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 복수의 봉입부를 갖는 유지부재(210)에 의하여 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)를 따로따로 유지할 수도 있다. 도 4a는 조명 장치의 상면 사시도이며, 도 4b는 도 4a의 선분 C1-C2에서의 단면도이다.
- [0107] 도 4a 및 도 4b에 도시된 조명 장치는 발광 소자의 유지부재(210)에 봉입부(210a) 및 봉입부(210b)가 형성된다. 또한, 봉입부(210a)에는 지지부재(250a)에 형성된 제 1 발광 소자(100)가 배치되고, 봉입부(210b)에는 지지부재(250b)에 형성된 제 2 발광 소자(102)가 배치된다.
- [0108] 유지부재(210), 지지부재(250a) 및 지지부재(250b)로서는 제 1 케이스(230)와 같은 재료를 사용할 수 있다.
- [0109] 봉입부(210a) 및 봉입부(210b) 내부에 견조제가 되는 흡수 물질을 배치하여도 좋다. 또는, 봉입부 내벽에 무기 절연막을 형성하여도 좋다. 또는, 케이스 등으로 밀봉한 발광 소자를 봉입부에 배치하여도 좋다.
- [0110] 도 4a 및 도 4b에 도시된 구성으로 함으로써, 제 1 발광 소자(100) 또는 제 2 발광 소자(102)의 발광 특성에 문제가 생긴 경우(예를 들어, 발광 소자가 수명을 다한 경우) 또는 조명 장치의 발광색을 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자로는 얻을 수 없는 색깔로 변화시키고자 하는 경우 등에, 제 1 발광 소자(100) 또는 제 2 발광 소자(102)를 독립적으로 교환할 수 있다. 따라서, 조명 장치의 유지 또는 관리를 저렴한 비용으로 행할 수 있다.
- [0111] 또한, 조명 장치에 배치하는 발광 소자의 개수 및 형상은, 상기에 한정되지 않고, 조명 장치의 사용 형태에 맞추어 적절히 설정할 수 있다. 예를 들어, 도 5a에 도시된 바와 같이, 장방형 형상의 발광 영역을 갖는 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)를 교대로 복수 배치시켜도 좋다. 또는, 도 5b에 도시된 바와 같이 육각형 형상의 발광 영역을 갖는 제 1 발광 소자(100) 및 제 2 발광 소자(102)를 소위 허니컴(honeycomb) 구조 형상으로 배치시켜 발광 소자의 충전 밀도를 향상시켜도 좋다.
- [0112] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 나타내는 조명 장치는 특별한 수단 없이 인가하는 전압의 제어만으로 조명 장치의 조색 및 조광을 행할 수 있다. 또한, 간편한 방법에 의하여 조색 및 조광을 할 수 있기 때문에, 조명 장치의 편리성을 높일 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태인 조명 장치는, 동일한 광원으로 다른 색조의 발광을 얻을 수 있기 때문에, 폭 넓은 용도에 적용할 수 있다.
- [0113] 본 실시형태는 다른 실시형태에 기재한 구성과 적절히 조합하여 실시할 수 있다.
- [0114] (실시형태 2)
- [0115] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에서 나타낸 조명 장치의 응용예를 나타낸다.
- [0116] 도 6은, 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 실내의 조명 장치로서 사용한 일례를 도시한다. 본 발명의 일 형태

인 조명 장치는, 천정용 조명 장치(8202)로서뿐만 아니라, 벽용 조명 장치(8204)로서도 사용할 수 있다. 또한, 상기 조명 장치는, 탁상 조명 장치(8206)로서도 사용할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태인 조명 장치는, 면 광원의 광원을 갖기 때문에, 점 광원의 광원을 사용하는 경우와 비교하여, 광 반사판 등의 부재를 삭감할 수 있고, 또는 열의 발생이 백열 전구와 비교하여 작다는 등, 실내의 조명 장치로서 바람직하다.

[0117] 다음에, 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 유도등 등의 조명 장치로서 적용한 예에 대하여 도 7a 내지 도 7d에 도시한다.

[0118] 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 피난구 유도등에 적용한 예에 대하여 도 7a에 도시한다.

[0119] 도 7a는 일례로서, 피난구 유도등의 외관에 대하여 도시한 도면이다. 피난구 유도등(8232)은 조명 장치와 형광부가 설치된 형광판을 조합하여 구성할 수 있다. 또한, 특정색을 발광하는 조명 장치와, 도면과 같은 형상의 투과부가 설치된 차광판을 조합하여 구성할 수도 있다. 본 발명의 일 형태인 조명 장치는, 일정한 휘도로 점등할 수 있기 때문에, 늘 점등이 요구되는 피난구 유도등으로서 바람직하다.

[0120] 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 옥외용 조명에 적용한 예에 대하여, 도 7b에 도시한다.

[0121] 옥외용 조명의 하나로서, 예를 들어, 가로등을 들 수 있다. 가로등은, 예를 들어, 도 7b에 도시된 바와 같이, 케이스(8242)와 조명부(8244)를 갖는 구성으로 할 수 있다. 본 발명의 일 형태인 조명 장치는, 조명부(8244)에 복수 배치하여 사용할 수 있다. 도 7b에 도시된 바와 같이, 가로등은, 예를 들어, 도로를 따라 설치하여 조명부(8244)에 의해 주위를 비출 수 있기 때문에, 도로를 포함한 주위의 시인성을 향상시킬 수 있다.

[0122] 또한, 가로등에 전원 전압을 공급하는 경우에는, 예를 들어, 도 7b에 도시된 바와 같이, 전주(8246)의 송전선(8248)을 통하여 전원 전압을 공급할 수 있다. 다만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어, 광전 변환 장치를 케이스(8242)에 설치하여, 광전 변환 장치에 의하여 얻어진 전압을 전원 전압으로서 이용할 수도 있다.

[0123] 또한, 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 휴대용 조명에 적용한 예에 대하여, 도 7c 및 도 7d에 도시한다. 도 7c는 장착형 라이트의 구성을 도시한 도면이고, 도 7d는 휴대형 라이트의 구성을 도시한 도면이다.

[0124] 도 7c에 도시된 장착형 라이트는, 장착부(8252)와 조명부(8254)를 갖고, 조명부(8254)는 장착부(8252)에 고정되어 있다. 본 발명의 일 형태인 조명 장치는, 조명부(8254)에 사용할 수 있다. 도 7c에 도시된 장착형 라이트는, 장착부(8252)를 두부(頭部)에 장착하여, 조명부(8254)를 발광시킬 수 있다. 또한, 조명부(8254)로서 면 광원의 광원을 사용함으로써, 주위의 시인성을 향상시킬 수 있다. 또한, 조명부(8254)는 경량이기 때문에, 두부에 장착하여 사용할 때의 부담을 경감할 수 있다.

[0125] 또한, 도 7c에 도시된 장착형 라이트의 구성에 한정되지 않고, 예를 들어, 장착부(8252)를 링 형상으로 한 평끈이나 고무끈의 벨트로 하고, 상기 벨트에 조명부(8254)를 고정시키고, 상기 벨트를 두부에 직접 감는 구성으로 할 수도 있다.

[0126] 도 7d에 도시된 휴대형 라이트는, 케이스(8262)와 조명부(8266)와 스위치(8264)를 갖는다. 본 발명의 일 형태인 조명 장치는, 조명부(8266)에 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태인 조명 장치를 조명부(8266)에 사용함으로써, 조명부(8266)의 두께를 얇게 할 수 있고, 소형으로 할 수 있기 때문에, 휴대하기 쉽게 할 수 있다.

[0127] 스위치(8264)는 조명부(8266)의 발광 또는 비발광을 제어하는 기능을 갖는다. 또한, 스위치(8264)는, 예를 들어, 발광시의 조명부(8266)의 휘도를 조절하는 기능을 가질 수도 있다.

[0128] 도 7d에 도시된 휴대형 라이트는 스위치(8264)에 의하여 조명부(8266)를 발광시킴으로써, 주위를 비출 수 있기 때문에, 주위의 시인성을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태인 조명 장치는, 면 광원의 광원을 갖기 때문에, 점 광원의 광원을 사용하는 경우와 비교하여 광 반사판 등의 부재를 삭감할 수도 있다.

[0129] 또한, 본 실시형태에 있어서, 각각 도면에 도시한 내용은 다른 실시형태에 기술한 내용에 대하여 적절한 조합 또는 치환 등을 자유로이 행할 수 있다.

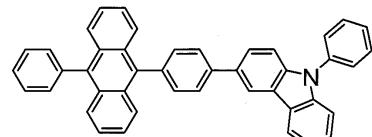
[0130] (실시예)

[0131] 본 실시예에서는, 조명 장치에 적용할 수 있는 발광 소자의 구체적인 구성에 및 그것을 사용한 조명 장치에 대하여 도면을 사용하여 설명한다.

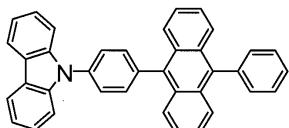
[0132] 본 실시예의 제 1 발광 소자(200)의 제작 방법을 도 8a를 사용하여 설명한다. 또한, 본 실시예의 제 2 발광 소자(202)의 제작 방법을 도 8b를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 구조식을 이하에 나

타낸다.

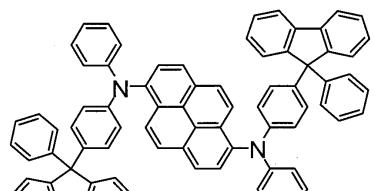
### 화학식 1



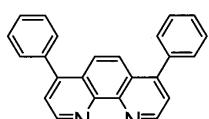
PCzPA



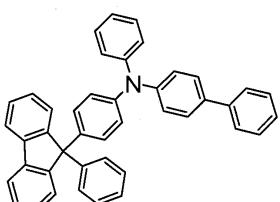
CzPA



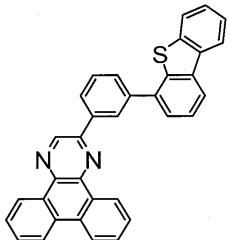
1,6FLPAPrn



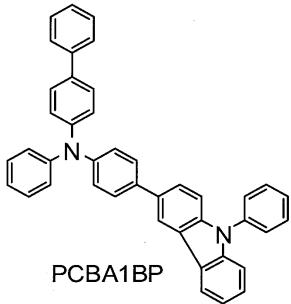
BPhen



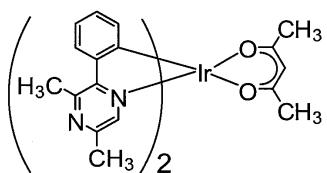
BPAFLP



2mDBTPDBq-II



PCBA1BP

Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>acac

[0133]

[0134] (제 1 발광 소자(200))

[0135] 우선, 기판(1100) 위에 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 본 실시예에 있어서, 제 1 전극(1101)은 양극으로서 사용하였다.

[0136]

다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방이 되도록 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정시키고, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에 9-[4-(9-페닐카르바졸-3-일)]페닐-10-페닐안트라센(약칭: PCzPA)과 산화 몰리브덴을 동시 증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는, 70nm로 하고, PCzPA와 산화 몰리브덴의 비율은 중량 비율로 4:2(=PCzPA: 산화 몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 또한, 동시 증착법이란, 하나의 처리실내에서 복수의 증발원으로 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0137]

다음에, 정공 주입층(1111) 위에 PCzPA를 30nm의 막 두께가 되도록 성막하여 정공 수송층(1112)을 형성하였다.

- [0138] 또한, 9-[4-(*N*-카르바졸릴)]페닐-10-페닐안트라센(약칭: CzPA)과 *N,N'*-비스[4-(9-페닐-9*H*-플루오렌-9-일)페닐]-*N,N'*-디페닐페рен-1,6-디아민(약칭: 1,6FLPAPrn)을 동시 증착하여, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성하였다. 여기서, CzPA 및 1,6FLPAPrn의 중량비는 1:0.05(=CzPA: 1,6FLPAPrn)가 되도록 조절하였다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 20nm로 하였다.
- [0139] 다음에, 발광층(1113) 위에 CzPA를 막 두께 15nm가 되도록 성막하여 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.
- [0140] 그 다음에, 제 1 전자 수송층(1114a) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께 15nm가 되도록 성막하여 제 2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.
- [0141] 또한, 제 2 전자 수송층(1114b) 위에 불화 리튬(LiF)을 1nm의 막 두께로 증착하여 전자 주입층(1115)을 형성하였다.
- [0142] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제 2 전극(1103)으로서 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 제 1 발광 소자(200)를 제작하였다.
- [0143] (제 2 발광 소자(202))
- [0144] 제 1 전극(1101)은 제 1 발광 소자(200)와 마찬가지로 제작하였다.
- [0145] 다음에, 제 1 전극(1101)이 형성된 면이 하방이 되도록 제 1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정시키고  $10^{-4}$ Pa 정도까지 감압한 후, 제 1 전극(1101) 위에 PCzPA와 산화 몰리브덴을 동시 증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는 50nm로 하고 PCzPA와 산화 몰리브덴의 비율은 중량 비율로 4:2(=PCzPA:산화 몰리브덴)가 되도록 조절하였다.
- [0146] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하여 정공 수송층(1112)을 형성하였다.
- [0147] 다음에, 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[*f,h*]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II)과, 4-페닐-4'-(9-페닐-9*H*-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBA1BP)과, (아세틸아세토나토)비스(3,5-디메틸-2-페닐파라지나토)이리듐(III)(약칭: Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac))을 동시 증착하여 정공 수송층(1112) 위에 제 1 발광층(1113a)을 형성하였다. 여기서, 2mDBTPDBq-II와, PCBA1BP와, Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)의 중량 비율은, 0.6:0.2:0.06(=2mDBTPDBq-II:PCBA1BP:Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac))가 되도록 조절하였다. 또한, 제 1 발광층(1113a)의 막 두께는 15nm로 하였다.
- [0148] 또한, 2mDBTPDBq-II와 Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)을 동시 증착하여 제 1 발광층(1113a) 위에 제 2 발광층(1113b)을 형성하였다. 여기서, mDBTPDBq-II와 Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)의 중량 비율은, 1:0.06(=2mDBTPDBq-II:Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>acac)이 되도록 조절하였다. 또한, 제 2 발광층(1113b)의 막 두께는 15nm로 하였다.
- [0149] 다음에, 제 2 발광층(1113b) 위에 2mDBTPDBq-II를 막 두께 25nm가 되도록 성막하여 제 1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.
- [0150] 그 다음에, 제 1 발광 소자(200)와 마찬가지로 제 2 전자 수송층(1114b), 전자 주입층(1115), 제 2 전극(1103)을 형성하여 제 2 발광 소자(202)를 제작하였다.
- [0151] 또한, 상술한 증착 과정에 있어서, 증착 모두에 저항 가열법을 사용하였다.
- [0152] 제 1 발광 소자(200) 및 제 2 발광 소자(202)를 질소 분위기의 글로브박스 내에서 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 행한 후, 각각의 발광 소자의 동작 특성에 대하여 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 행하였다.
- [0153] 제 1 발광 소자(200) 및 제 2 발광 소자(202)의 전압-휘도 특성을 도 9a에 도시한다. 도 9a에는 가로 축에 전압(V)을 도시하고, 세로 축에 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 도시한다. 또한, 제 1 발광 소자(200)와 제 2 발광 소자(202)의 전압-광속 특성을 도 9b 및 도 9c에 도시한다. 도 9c는 도 9b에 있어서의 2.8V~3.4V의 범위를 확대하여 도시한 도면이다. 도 9b 및 도 9c는 가로 축에 전압(V)을 도시하고, 세로 축에 광속(lm)을 도시한다.
- [0154] 도 9a에 도시된 바와 같이, 제 2 발광 소자(202)의 발광 시작 전압은 2.3V이며, 제 1 발광 소자(200)의 발광 시작 전압 2.7V보다 낮다. 따라서, 제 1 발광 소자(200)와 제 2 발광 소자(202)를 병렬로 접속하는 경우에 있어

서 인가 전압이 2.3V 이상 2.7V 미만이면, 제 2 발광 소자(202)로부터의 발광만이 얻어진다.

[0155] 또한, 도 9b 및 도 9c에 도시된 바와 같이, 인가하는 전압을 높일수록 제 1 발광 소자(200)로부터의 발광이 얻어지기 때문에, 전광속에 대한 제 1 발광 소자(200)의 발광의 비율이 상승된다.

[0156] 제 1 발광 소자(200)와 제 2 발광 소자(202)를 병렬로 접속시킨 본 실시예의 조명 장치의 특성을 계산으로 얻었다. 인가 전압의 차이에 따른 색깔의 변화의 계산 결과로서 CIE색도 좌표를 도 10에 도시한다. 또한, 인가 전압과 발광색 및 발광의 강도(휘도 및 광속)의 관계를 표 1에 나타낸다. 또한, 본 실시예의 조명 장치의 광속-색온도 특성을 도 11에 도시한다. 도 11에 있어서, 가로 축은 제 1 발광 소자(200)와 제 2 발광 소자(202)의 광속 합계(lm)를 나타내며, 세로 축은 색온도(K)를 나타낸다.

## 표 1

전압[V]	색온도[K]	색깔	합계 휘도[cd/m <sup>2</sup> ]	광속[lm]
2.8	2200	주황색	1400	0.0175
2.9	2600	~전구색	2430	0.0305
3.0	3500	온백색	3770	0.0474
3.1	3800	백색	5380	0.0676
3.2	4900	주백색	7510	0.0943
3.3	5100	주백색	9940	0.125

[0157]

[0158] 본 실시예에 있어서, 제 1 발광 소자(200)는 1,6FLPAPrn에 유래되는 청색의 발광을 하고, 제 2 발광 소자(202)는 Ir(mppt-Me)<sub>2</sub>(acac)에 유래되는 주황색의 발광을 나타낸다. 같은 면적을 갖는 제 1 발광 소자(200)와 제 2 발광 소자(202)를 병렬로 접속하는 경우, 인가 전압이 2.8V이면 조명 장치 전체로부터는 제 2 발광 소자(202)의 발광색인 주황색의 발광이 얻어진다. 또한, 인가 전압을 높일수록 조명 장치의 광속이 커져 전광속에 대한 제 1 발광 소자(200)로부터의 발광의 비율이 높아지기 때문에, 조명 장치의 발광색은 온백색, 백색, 주백색으로 순차적으로 변화된다.

[0159] 또한, 인가 전압을 3.2V 이상으로 하면, 제 1 발광 소자(200)의 광속이 충분히 상승되기 때문에, 조명 장치의 발광색을 주백색으로 유지한 채 광속을 증가시킬 수 있다.

[0160] 상술한 바와 같이, 본 실시예에서 나타낸 조명 장치는 발광색 및 발광 시작 전압이 상이한 발광 소자를 병렬로 접속시킴으로써, 특별한 수단 없이 인가 전압을 변화시키는 것만으로 조색 및 조광을 행할 수 있다.

[0161] 또한, 본 실시예에서 나타낸 조명 장치는 전광속이 작을 때에는 난색(暖色)계(주황색이나 전구색)의 발광을 하고, 전광속이 커질수록(인가 전압을 높일수록) 백색에 가까워지도록 조색할 수 있다. 일반적으로 난색계의 조명을 어둡게 사용하고 백색의 조명을 밝게 사용하면 편안하게 느껴진다고 한다. 따라서, 본 실시예의 조명 장치는 색조와 밝기의 관계에 대하여도 효과적이다.

## 부호의 설명

[0162] 100: 제 1 발광 소자

100A: 제 1 EL총

102: 제 2 발광 소자

102A: 제 2 EL총

104: 제 1 전극

104a: 제 1 전극

104b: 제 1 전극

106: EL총

108: 제 2 전극

200: 제 1 발광 소자

202: 제 2 발광 소자

210: 유지부재

210a: 봉입부

210b: 봉입부

230: 케이스

232: 케이스

250a: 지지부재

250b: 지지부재

701: 정공 주입총

702: 정공 수송총

703: 발광총

704: 전자 수송총

705: 전자 주입총

706: 전자 주입 버퍼총

707: 전자 릴레이총

708: 복합 재료총

1100: 기관

1101: 제 1 전극

1103: 제 2 전극

1111: 정공 주입총

1112: 정공 수송총

1113: 발광총

1113a: 제 1 발광총

1113b: 제 2 발광총

1114a: 제 1 전자 수송총

1114b: 제 2 전자 수송총

1115: 전자 주입총

8202: 천정용 조명 장치

8204: 벽용 조명 장치

8206: 탁상 조명 장치

8232: 피난구 유도등

8242: 케이스

8244: 조명부

8246: 전주

8248: 송전선

8252: 장착부

8254: 조명부

8262: 케이스

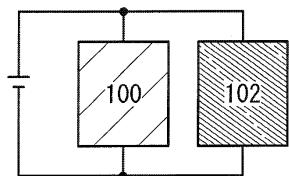
8264: 스위치

8266: 조명부

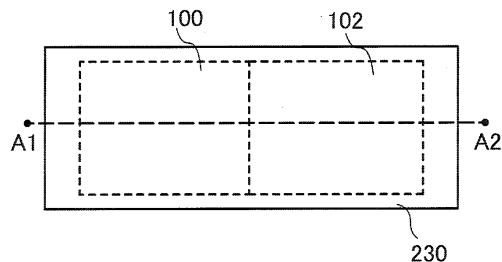
## 도면

### 도면1

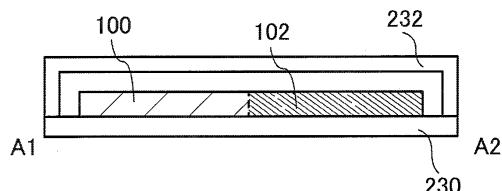
(a)



(b)

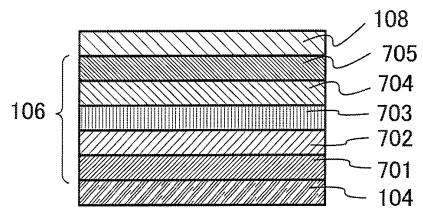


(c)

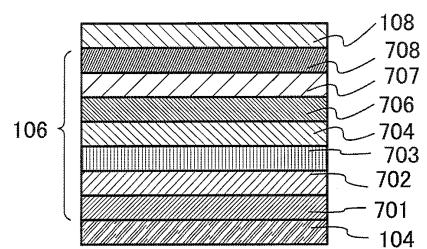


도면2

(a)

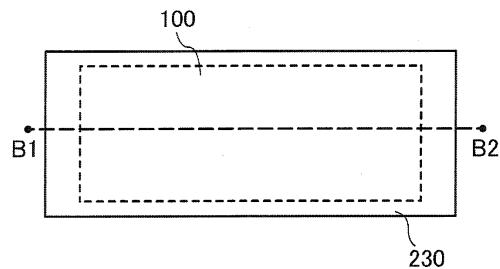


(b)

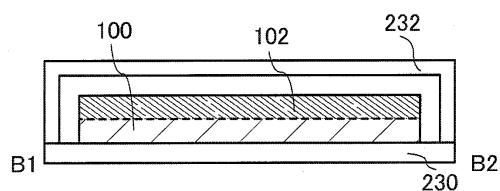


## 도면3

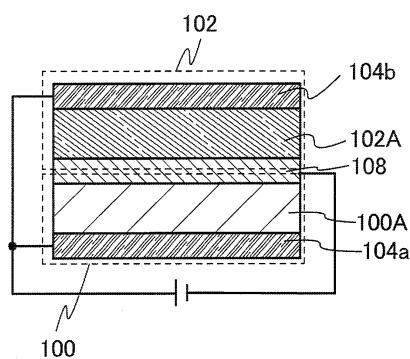
(a)



(b)

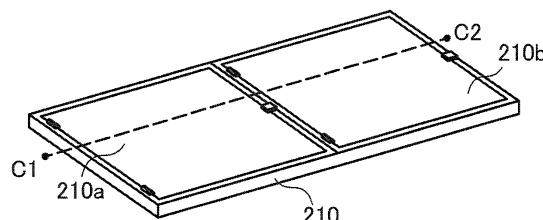


(c)

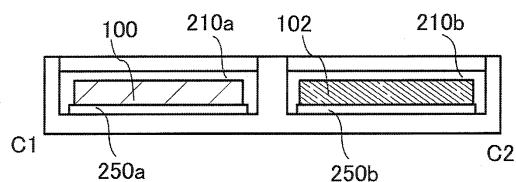


## 도면4

(a)

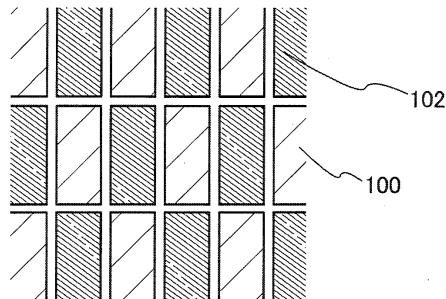


(b)

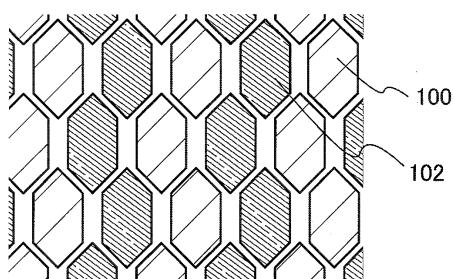


도면5

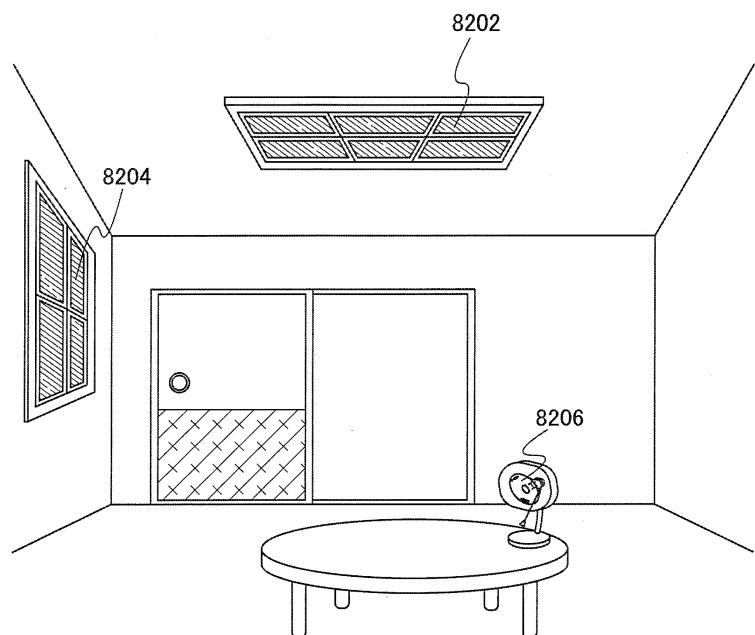
(a)



(b)

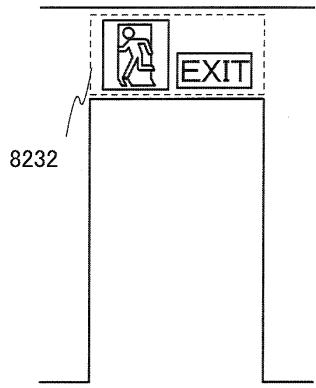


도면6

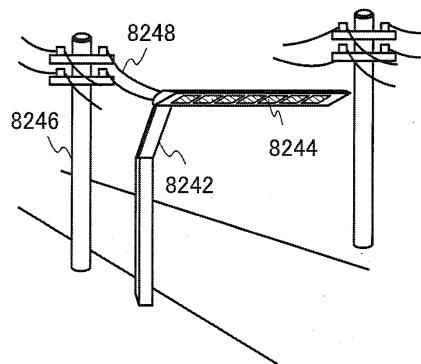


도면7

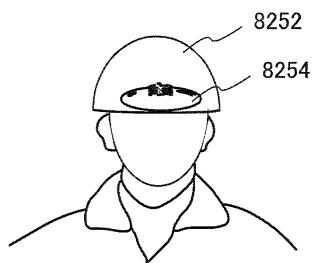
(a)



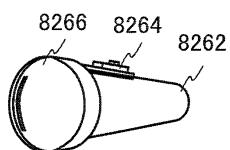
(b)



(c)

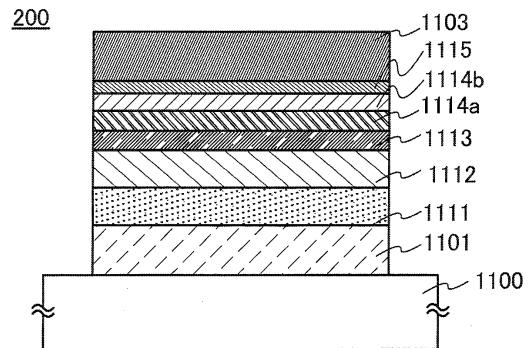


(d)

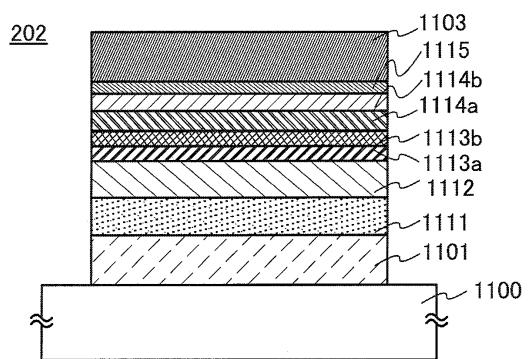


도면8

(a)

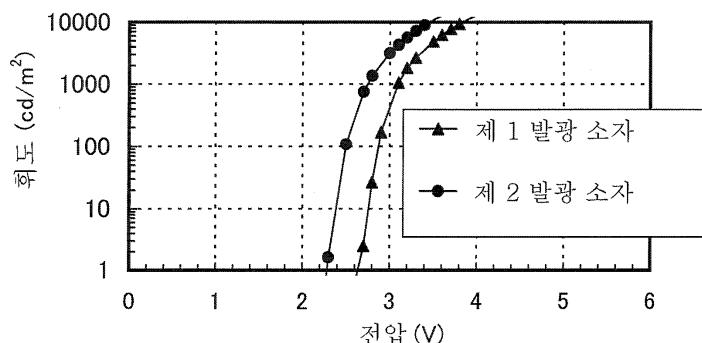


(b)

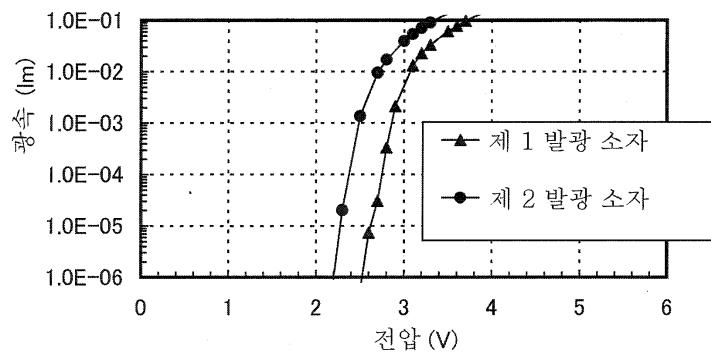


## 도면9

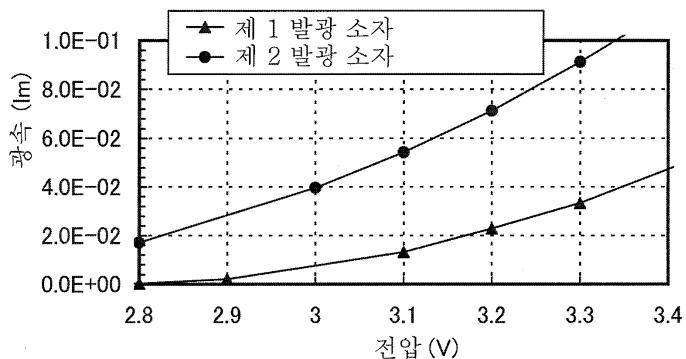
(a)



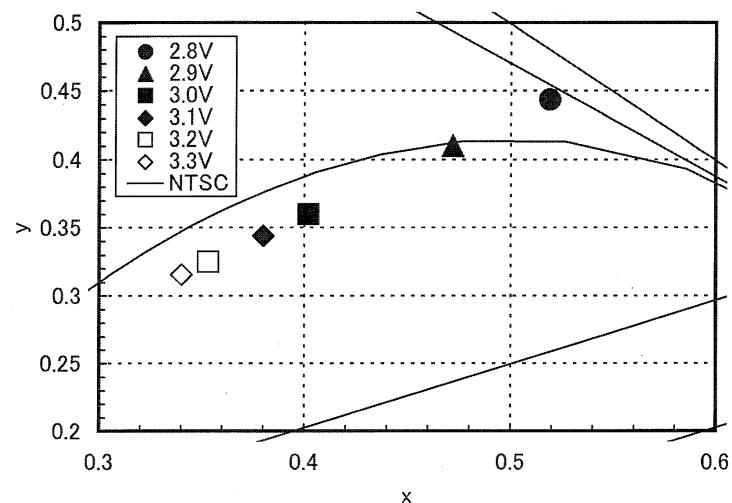
(b)



(c)



## 도면10



도면11

