



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0122928  
(43) 공개일자 2022년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)	(71) 출원인
<i>C07D 471/04</i> (2006.01) <i>C07D 209/86</i> (2006.01)	가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
<i>C07D 401/14</i> (2006.01) <i>C07D 403/10</i> (2006.01)	일본국 가나가와肯 아쓰기시 하세 398
<i>C07D 403/14</i> (2006.01) <i>C07D 409/10</i> (2006.01)	
<i>C07D 491/048</i> (2006.01) <i>H01L 51/00</i> (2006.01)	
(52) CPC특허분류	(72) 발명자
<i>C07D 471/04</i> (2022.08)	요시야스 유이
<i>C07D 209/86</i> (2013.01)	일본 243-0036 가나가와肯 아쓰기시 하세 398 가
(21) 출원번호 10-2022-0023496	부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
(22) 출원일자 2022년02월23일	하시모토 나오아키
심사청구일자 없음	일본 243-0036 가나가와肯 아쓰기시 하세 398 가
(30) 우선권주장	부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
JP-P-2021-030924 2021년02월26일 일본(JP)	(뒷면에 계속)
	(74) 대리인
	김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 혼합 재료

### (57) 요약

본 발명은 내열성이 향상된 신규 혼합 재료를 제공한다.

제 1 혼합물은 제 1 혼합물과 제 2 혼합물을 포함하고, 제 1 혼합물은 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 중 어느 하나로 나타내어지는 혼합 재료이다(다만, 상기 제 2 혼합물은 상기 제 1 혼합물과 같은 일반식으로 나타내어지지 않는다).

(52) CPC특허분류

*C07D 401/14* (2013.01)

*C07D 403/10* (2013.01)

*C07D 403/14* (2013.01)

*C07D 409/10* (2013.01)

*C07D 491/048* (2013.01)

*H01L 51/0052* (2013.01)

*H01L 51/006* (2013.01)

*H01L 51/0061* (2013.01)

*H01L 51/0072* (2013.01)

(72) 발명자

**다카하시 다츠요시**

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부  
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

**가와카미 사치코**

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부  
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

---

**세오 사토시**

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부  
시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이

## 명세서

## 청구범위

## 청구항 1

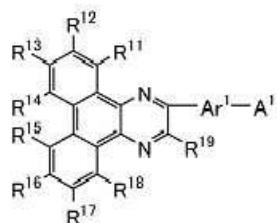
혼합 재료로서,

제 1 혼합 방향족 화합물; 및

제 2 혼합 방향족 화합물을 포함하고,

상기 제 1 혼합 방향족 화합물은 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 중 어느 하나로 나타내어지고,

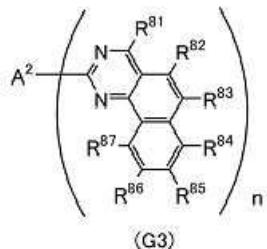
상기 제 1 혼합 방향족 화합물과 상기 제 2 혼합 방향족 화합물은 다른 일반식으로 나타내어지고,



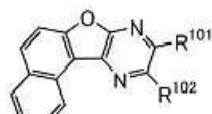
(G1)



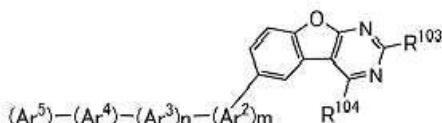
(G2)



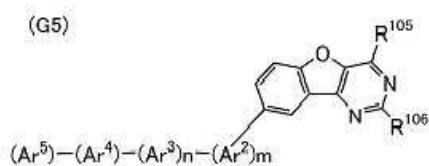
(G3)



(G4)



(G5)



(G6)

상기 일반식(G1)에 있어서,

A<sup>1</sup>은 치환 또는 비치환된 카바졸릴기, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란일기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토퓨란일기, 및 치환 또는 비치환된 다이나프토퓨란일기 중 어느 것을 나타내고,

R<sup>11</sup> 내지 R<sup>19</sup>는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,

Ar<sup>1</sup>은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타내고,

상기 일반식(G2)에 있어서,

$R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 30의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로고리 중 어느 것을 나타내고,

상기 일반식(G3)에 있어서,

$A^2$ 는 방향족 고리 또는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타내고,

$R^{81}$  내지  $R^{87}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타내고,

$n$ 은 2 또는 3이고,

상기 일반식(G4)에 있어서,

$R^{101}$  및  $R^{102}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{101}$  및  $R^{102}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피롤 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 나타내고,

상기 일반식(G5)에 있어서,

$Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 25 이하이고,

$m$  및  $n$ 은 각각 독립적으로 0 또는 1이고,

$R^{103}$  및  $R^{104}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{103}$  및  $R^{104}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피롤 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 나타내고,

상기 일반식(G6)에 있어서,

$Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고,

상기 치환된 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 25 이하이고,

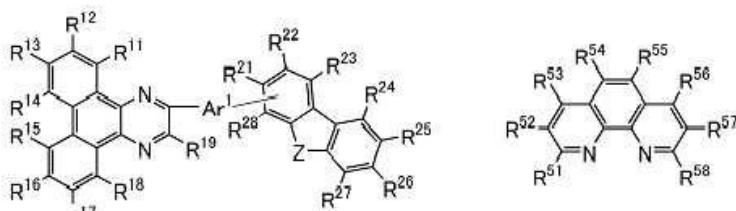
$m$  및  $n$ 은 각각 독립적으로 0 또는 1이고,

$R^{105}$  및  $R^{106}$ 은 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{105}$  및  $R^{106}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피롤 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 나타내는, 혼합 재료.

## 청구항 2

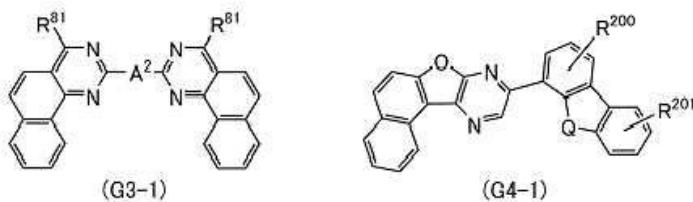
제 1 항에 있어서,

일반식(G1) 내지 일반식(G6)은 각각 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1)으로 나타내어지고,



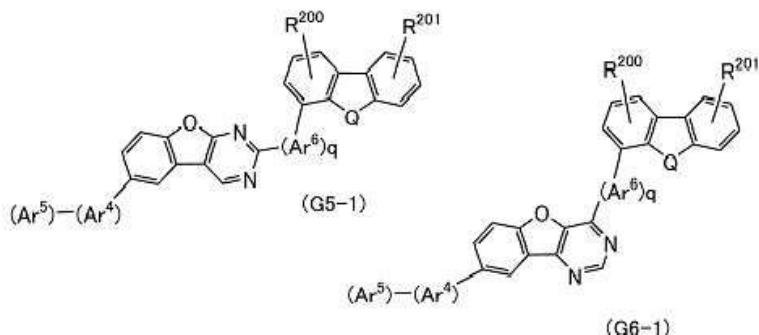
(G1-1)

(G2-1)



(G3-1)

(G4-1)



100

(G6-1)

상기 일반식(G1-1)에 있어서,

Z는 질소, 산소, 또는 황을 나타내고,

$R^{11}$  내지  $R^{19}$  및  $R^{21}$  내지  $R^{28}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,

$\text{Ar}^1$ 은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타내고,

상기 일반식(G2-1)에 있어서,

$R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 14의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 15의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로고리 중 어느 것을 나타내고.

상기 일반식(G3-1)에 있어서,

$A^2$ 는 치환 또는 비치환된 방향족 고리 또는 치환 또는 비치환된 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타내고.

$R^{81}$ 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타내고,

상기 일반식(G4-1)에 있어서,

Q는 산소 또는 황을 나타내고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 치환기를 나타내고, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 의 각각이 2개 내지 4개의 치환기를 나타내는 경우, 상기 치환기는 서로 같거나 다르고,

상기 일반식(G5-1)에 있어서,

Q는 산소 또는 황을 나타내고,

$Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고,

상기 치환된 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 30 이하이고,

$Ar^6$ 은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고,

q는 0 또는 1이고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 치환기를 나타내고, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내고,

상기 일반식(G6-1)에 있어서,

Q는 산소 또는 황을 나타내고,

$Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고,

상기 치환된 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 30 이하이고,

$Ar^6$ 은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고,

q는 0 내지 4이고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 치환기를 나타내고, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내는, 혼합 재료.

### 청구항 3

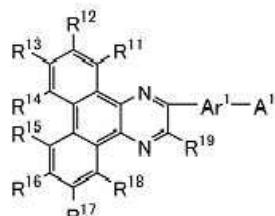
혼합 재료로서,

제 1 혜테로 방향족 화합물; 및

제 2 혜테로 방향족 화합물을 포함하고,

상기 제 1 혜테로 방향족 화합물 및 상기 제 2 혜테로 방향족 화합물은 각각 독립적으로 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 중 어느 하나로 나타내어지고,

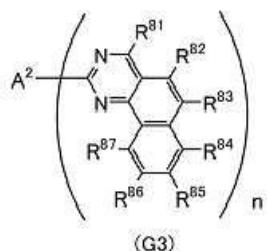
상기 제 1 혼합로 방향족 화합물과 상기 제 2 혼합로 방향족 화합물은 서로 다른 분자 구조를 가지고,



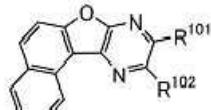
(G1)



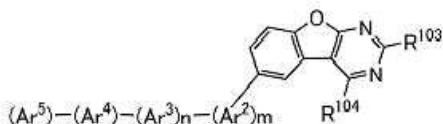
(G2)



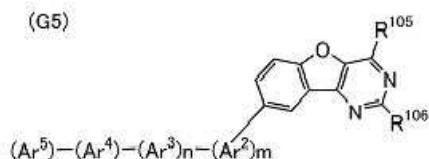
(G3)



(G4)



(G5)



(G6)

상기 일반식(G1)에 있어서,

$A^1$ 은 치환 또는 비치환된 카바졸릴기, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란일기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토퓨란일기, 및 치환 또는 비치환된 다이나프토퓨란일기 중 어느 것을 나타내고,

$R^{11}$  내지  $R^{19}$ 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,

$Ar^1$ 은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타내고,

상기 일반식(G2)에 있어서,

$R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 30의 혼합로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 혼합로고리 중 어느 것을 나타내고,

상기 일반식(G3)에 있어서,

$A^2$ 는 방향족 고리 또는 혼합로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타내고,

$R^{81}$  내지  $R^{87}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타내고,

n은 2 또는 3이고,

상기 일반식(G4)에 있어서,

$R^{101}$  및  $R^{102}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{101}$  및  $R^{102}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 나타내고,

상기 일반식(G5)에 있어서,

$Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 25 이하이고,

m 및 n은 각각 독립적으로 0 또는 1이고,

$R^{103}$  및  $R^{104}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{103}$  및  $R^{104}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 나타내고,

상기 일반식(G6)에 있어서,

$Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고,

상기 치환된 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 25 이하이고,

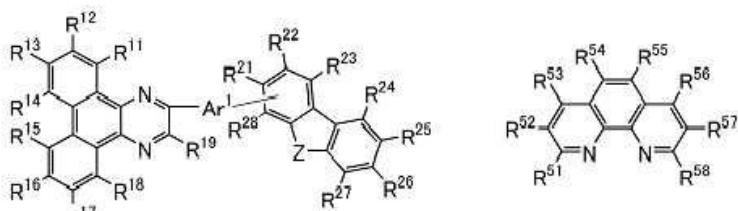
m 및 n은 각각 독립적으로 0 또는 1이고,

$R^{105}$  및  $R^{106}$ 은 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{105}$  및  $R^{106}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 나타내는, 혼합 재료.

#### 청구항 4

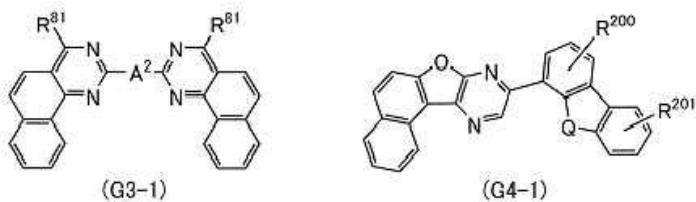
제 3 항에 있어서,

일반식(G1) 내지 일반식(G6)은 각각 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1)으로 나타내어지고,



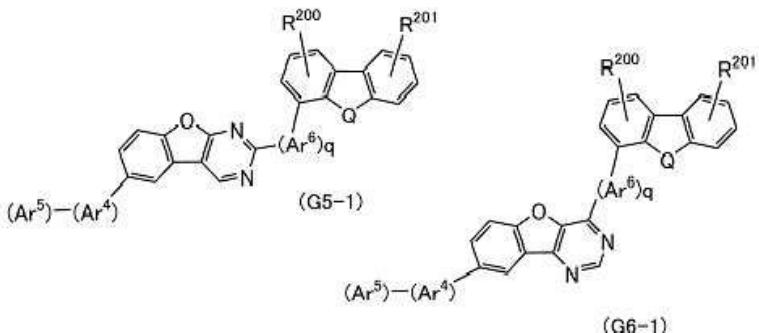
(G1-1)

(G2-1)



(G3-1)

(G4-1)



(68-1)

(G6-1)

상기 일반식(G1-1)에 있어서,

Z는 질소, 산소, 또는 황을 나타내고,

$R^{11}$  내지  $R^{19}$  및  $R^{21}$  내지  $R^{28}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,

$\text{Ar}^1$ 은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타내고,

상기 일반식(G2-1)에 있어서,

$R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 14의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 15의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로고리 중 어느 것을 나타내고.

상기 일반식(G3-1)에 있어서,

$A^2$ 는 치환 또는 비치환된 방향족 고리 또는 치환 또는 비치환된 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타내고.

$R^{81}$ 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타내고.

상기 일반식(G4-1)에 있어서,

Q는 산소 또는 황을 나타내고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 1개 내지 4개의 치환기를 나타내고, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 의 각각이 2개 내지 4개의 치환기를 나타내는 경우, 상기 치환기는 서로 같거나 다르고,

상기 일반식(G5-1)에 있어서,

Q는 산소 또는 황을 나타내고,

$Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고,

상기 치환된 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 30 이하이고,

$Ar^6$ 은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고,

q는 0 또는 1이고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 치환기를 나타내고, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내고,

상기 일반식(G6-1)에 있어서,

Q는 산소 또는 황을 나타내고,

$Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고,

상기 치환된 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고,

상기 방향족 탄화수소 고리에 포함되는 탄소수는 6 이상 30 이하이고,

$Ar^6$ 은 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고,

q는 0 내지 4이고,

$R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 1개 내지 4개의 치환기를 나타내고, 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내는, 혼합 재료.

## 청구항 5

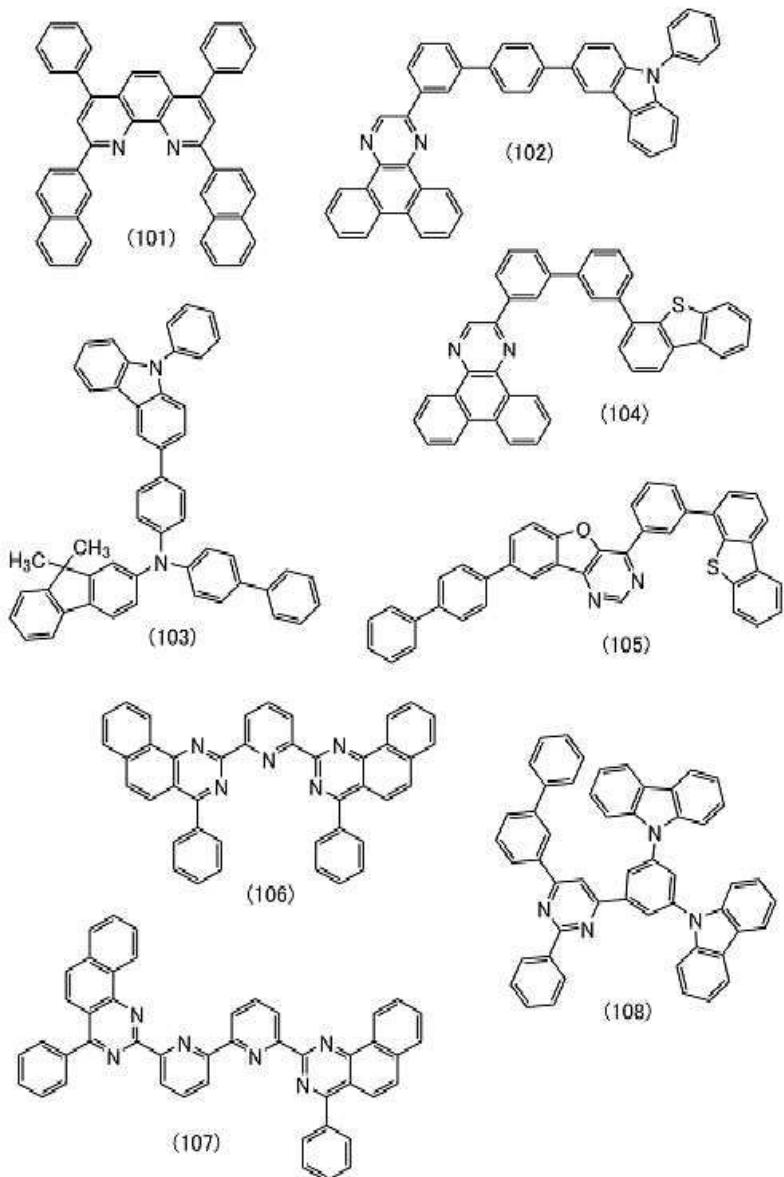
혼합 재료로서,

제 1 혜테로 방향족 화합물; 및

제 2 혜테로 방향족 화합물을 포함하고,

상기 제 1 혜테로 방향족 화합물 및 상기 제 2 혜테로 방향족 화합물은 각각 독립적으로 구조식(101) 내지 구조식(108) 중 어느 하나로 나타내어지고,

상기 제 1 혜테로 방향족 화합물과 상기 제 2 혜테로 방향족 화합물은 서로 다른 문자 구조를 가지는, 혼합 재료.



## 청구항 6

제 1 항에 있어서,

일반식(G1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

## 청구항 7

제 2 항에 있어서,

일반식(G1-1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

## 청구항 8

제 2 항에 있어서,

일반식(G1-1)에서,  $Ar^1$ 은 Z가 질소를 나타내는 경우에 Z와 결합되거나, 또는  $Ar^1$ 은  $R^{21}$  내지  $R^{28}$  중 어느 하나와 결합되는, 혼합 재료.

## 청구항 9

제 2 항에 있어서,

일반식(G5-1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

#### 청구항 10

제 2 항에 있어서,

일반식(G6-1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

#### 청구항 11

제 3 항에 있어서,

일반식(G1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

#### 청구항 12

제 4 항에 있어서,

일반식(G1-1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

#### 청구항 13

제 4 항에 있어서,

일반식(G1-1)에서,  $Ar^1$ 은 Z가 질소를 나타내는 경우에 Z와 결합되거나, 또는  $Ar^1$ 은  $R^{21}$  내지  $R^{28}$  중 어느 하나와 결합되는, 혼합 재료.

#### 청구항 14

제 4 항에 있어서,

일반식(G5-1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

#### 청구항 15

제 4 항에 있어서,

일반식(G6-1)에서, 상기 치환된 아릴렌기의 치환기는 결합하여 고리를 형성하는, 혼합 재료.

### 발명의 설명

#### 기술분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스에 적용 가능한 혼합 재료에 관한 것이다. 또한 발광 디바이스, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기, 조명 장치, 및 전자 디바이스에 관한 것이다. 또한 본 발명의 일 형태는 상기 기술분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 개시(開示)하는 발명의 일 형태가 속하는 기술분야는 물건, 방법, 또는 제조 방법에 관한 것이다. 또는 본 발명의 일 형태는 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시되는 본 발명의 일 형태의 더 구체적인 기술분야의 일례로서는, 반도체 장치, 표시 장치, 발광 장치, 조명 장치, 기억 장치, 활성 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제작 방법을 들 수 있다.

### 배경기술

[0002] 유기 화합물을 사용한 일렉트로루미네스نس(EL: Electroluminescence)를 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 디바이스)의 실용화가 진행되고 있다. 이들 발광 디바이스의 기본적인 구성은 발광 재료를 포함하는 유기 화합물층(EL층)을 한 쌍의 전극 사이에 끼운 것이다. 이 디바이스에 전압을 인가하여 캐리어를 주입하고, 상기 캐리어의 재결합 에너지를 이용함으로써, 발광 재료로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이러한 발광 디바이스는 자발광형이기 때문에, 디스플레이의 화소로서 사용하면 액정에 비하여 시인성(視認性)이 높고 백라이트가 불필요하다는 등의 장점이 있어, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다. 또한 이러한 발광 디바이스를 사용한 디스플레이는 얇고 가볍게 제작할 수 있다는 것도 큰 장점이다. 또한 응답 속도가 매

우 빠르다는 것도 특징 중 하나이다.

[0004] 또한 이들 발광 디바이스는 발광층을 이차원으로 연속하여 형성할 수 있기 때문에 면발광을 얻을 수 있다. 이는, 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원으로는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 이와 같이 발광 디바이스를 사용한 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하게 적용되지만, 특성이 더 양호한 발광 디바이스를 위하여 연구 개발이 진행되고 있다.

[0006] 발광 디바이스에 사용하는 유기 화합물은 디바이스 특성에 크게 영향을 미친다. 그러므로, 사용하는 유기 화합물의 물성이 발광 디바이스의 제조 프로세스나 용도에 따라 요구되는 온도 범위에 적용할 수 있는 것은 발광 디바이스의 신뢰성을 향상시키는 데 있어 매우 중요하다. 그러므로 열로 인한 모폴로지(morphology) 변화를 억제하는 재료 개발 등이 진행되고 있다(특허문헌 1).

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개2017-75114호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 형태는 내열성이 향상된 신규 혼합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 편리성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 신규 유기 반도체 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 편리성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 편리성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 전자 기기를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 편리성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 조명 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 형태는 박막화 시 내열성의 향상이 가능한 신규 혼합 재료를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 제조 공정에서의 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는, 본 발명의 다른 일 형태는 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 유기 반도체 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는 제조 공정에서의 내열성이 높은 유기 반도체 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는, 본 발명의 다른 일 형태는 신뢰성이 높은 유기 반도체 디바이스를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는, 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 낮은 발광 디바이스, 유기 반도체 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또는, 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 낮고 신뢰성이 높은 발광 디바이스, 유기 반도체 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

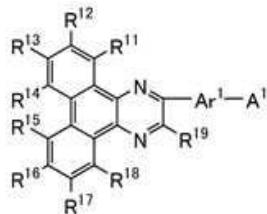
[0010] 또한 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것이 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없는 것으로 한다. 또한 이들 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 과제를 추출할 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 형태는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물을 각각 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 중 어느 하나로 나타내어지는 축합환 구조를 가지는 혼합 재료이다.

[0012]

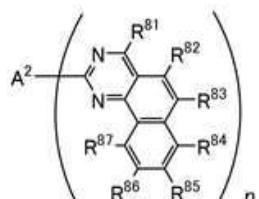
[화학식 1]



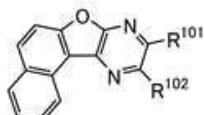
(G1)



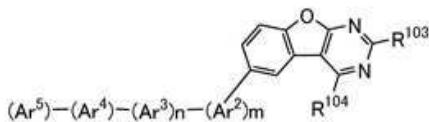
(G2)



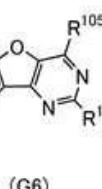
(G3)



(G4)



(G5)

(Ar<sup>5</sup>)-(Ar<sup>4</sup>)-(Ar<sup>3</sup>)n-(Ar<sup>2</sup>)m(Ar<sup>5</sup>)-(Ar<sup>4</sup>)-(Ar<sup>3</sup>)n-(Ar<sup>2</sup>)m

(G6)

[0013]

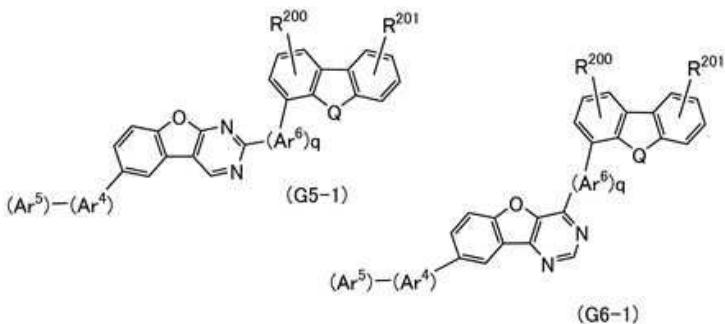
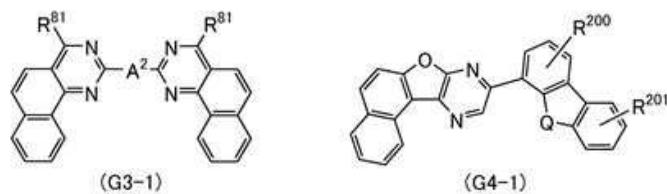
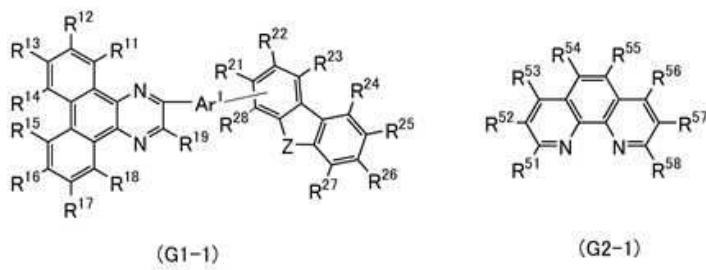
[0014]

또한, 상기 식(G1)에서, A<sup>1</sup>은 치환 또는 비치환된 카바졸릴기, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란일기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토퓨란일기, 및 치환 또는 비치환된 다이나프토퓨란일기 중 어느 것을 나타내고, R<sup>11</sup> 내지 R<sup>19</sup>는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고, Ar<sup>1</sup>은 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, 상기 식(G2)에서, R<sup>51</sup> 내지 R<sup>58</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 30의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로 고리 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G3)에서, A<sup>2</sup>는 방향족 고리 또는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타낸다. 또한, R<sup>81</sup> 내지 R<sup>87</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타내고, n은 2 또는 3이다. 또한, 상기 식(G4)에서, R<sup>101</sup> 및 R<sup>102</sup>는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고, R<sup>101</sup> 및 R<sup>102</sup> 중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다. 또한, 상기 식(G5)에서, Ar<sup>2</sup>, Ar<sup>3</sup>, Ar<sup>4</sup>, 및 Ar<sup>5</sup>는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 25이다. 또한, m 및 n은 각각 0 또는 1이다. 또한, R<sup>103</sup> 및

$R^{104}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{103}$  및  $R^{104}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다. 또한, 상기 식(G6)에서,  $Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 25이다. 또한,  $m$  및  $n$ 은 각각 0 또는 1이다. 또한,  $R^{105}$  및  $R^{106}$ 은 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{105}$  및  $R^{106}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다.

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물은 각각 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1) 중 어느 하나로 나타내어지는 축합환 구조를 가지는 혼합 재료이다.

## [화학식 2]



또한, 상기 식(G1-1)에서, Z는 질소, 산소, 또는 황을 나타내고,  $R^{11}$  내지  $R^{19}$  및  $R^{21}$  내지  $R^{28}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,  $Ar^1$ 은 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타낸다. 다만, Z가 질소를 나타내는 경우, Z는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기를 가지고, 또는 Z는  $Ar^1$ 과 직접 결합되어도 좋고, 또는  $R^{21}$  내지  $R^{28}$  중 어느 하나는  $Ar^1$ 과의 결합손이 되어도 좋다. 또한, 상기 아릴렌기는 치환기를 가진다.

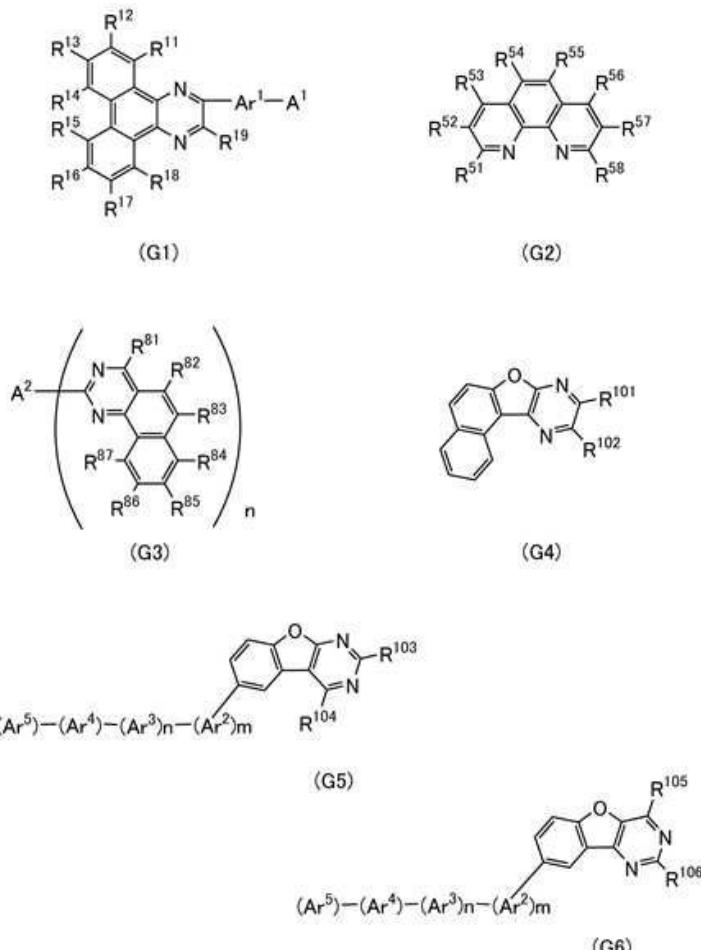
좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, 상기 식(G2-1)에서,  $R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 14의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 15의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로 고리 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G3-1)에서,  $A^2$ 는 치환 또는 비치환된 방향족 고리 또는 치환 또는 비치환된 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타낸다. 또한,  $R^{81}$ 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G4-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내고,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 이 2개 내지 4개의 치환기인 경우, 같아도 좋고 달라도 좋다. 또한, 상기 식(G5-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 30이다. 또한,  $Ar^6$ 은 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, q는 0 또는 1이다. 또한,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타낸다. 식(G6-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 30이다. 또한,  $Ar^6$ 은 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, q는 0 내지 4이다. 또한,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0019]

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물은 각각 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 중 어느 하나로 나타내어지며, 각각 다른 문자 구조를 가지는 혼합 재료이다.

[0020]

[화학식 3]



[0021]

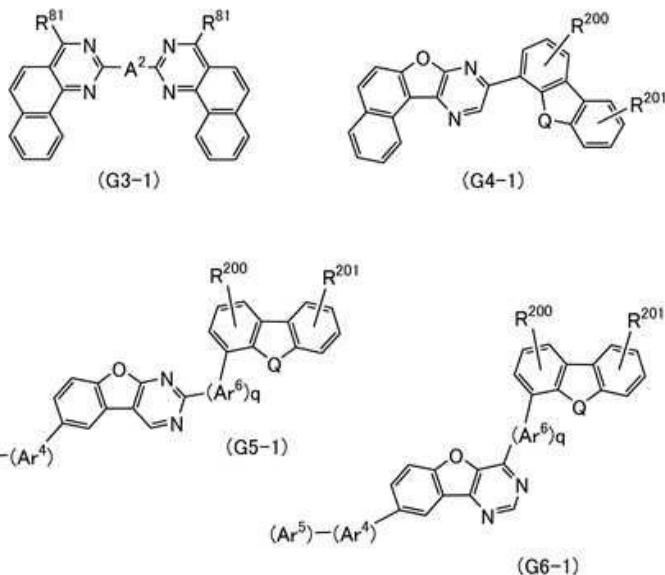
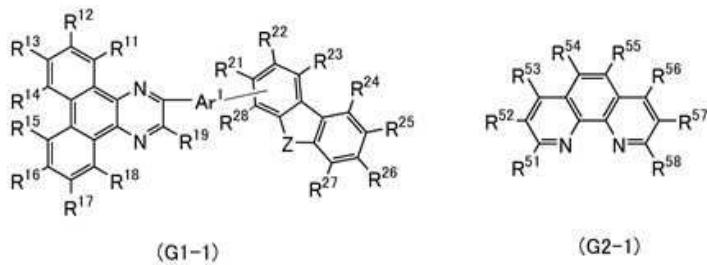
[0022]

또한, 상기 식(G1)에서, A<sup>1</sup>은 치환 또는 비치환된 카바졸릴기, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이나프토싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란일기, 치환 또는 비치환된 벤조나프토퓨란일기, 및 치환 또는 비치환된 다이나프토퓨란일기 중 어느 것을 나타내고, R<sup>11</sup> 내지 R<sup>19</sup>는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고, Ar<sup>1</sup>은 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, 상기 식(G2)에서, R<sup>51</sup> 내지 R<sup>58</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 30의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로 고리 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G3)에서, A<sup>2</sup>는 방향족 고리 또는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타낸다. 또한, R<sup>81</sup> 내지 R<sup>87</sup>은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타내고, n은 2 또는 3이다. 또한, 상기 식(G4)에서, R<sup>101</sup> 및 R<sup>102</sup>는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고, R<sup>101</sup> 및 R<sup>102</sup> 중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다. 또한, 상기 식(G5)에서, Ar<sup>2</sup>, Ar<sup>3</sup>, Ar<sup>4</sup>, 및 Ar<sup>5</sup>는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 25이다. 또한, m 및 n은 각각 0 또는 1이다. 또한, R<sup>103</sup> 및

$R^{104}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{103}$  및  $R^{104}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다. 또한, 상기 식(G6)에서,  $Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 25이다. 또한,  $m$  및  $n$ 은 각각 0 또는 1이다. 또한,  $R^{105}$  및  $R^{106}$ 은 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{105}$  및  $R^{106}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다.

또한, 본 발명의 다른 일 형태는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물은 각각 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1) 중 어느 하나로 나타내어지며, 각각 다른 분자 구조를 가지는 혼합 재료이다.

### [화학식 4]



34

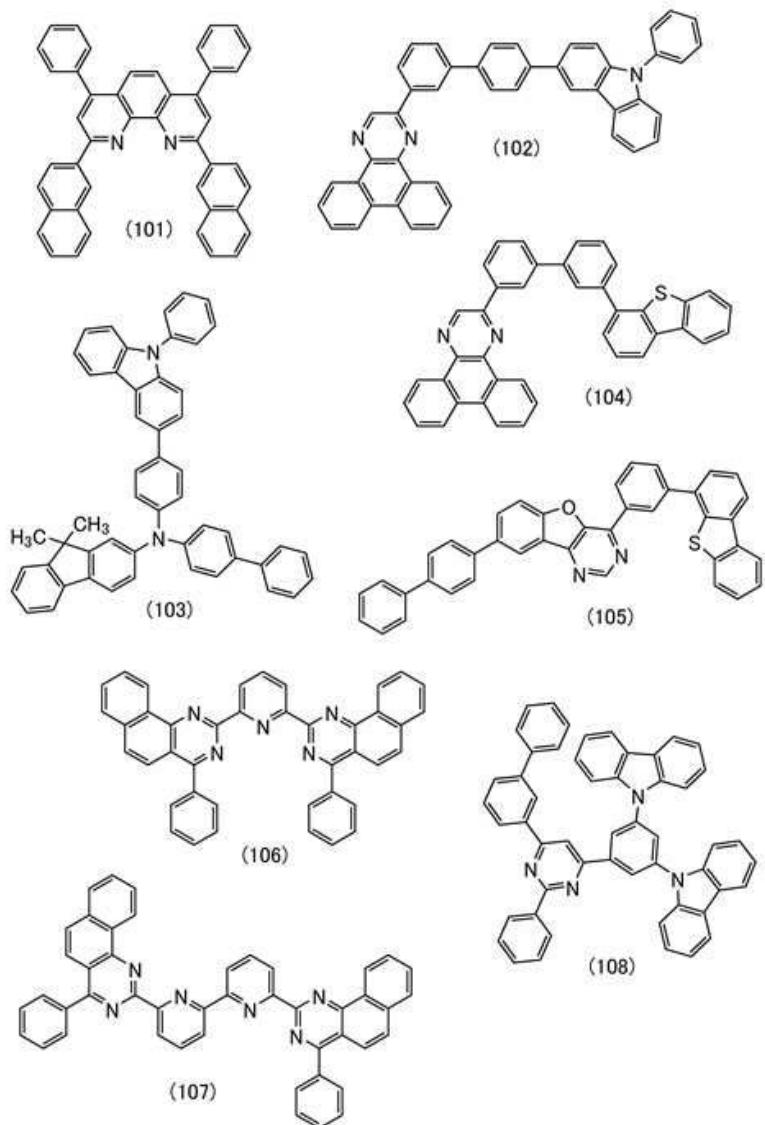
또한, 상기 식(G1-1)에서, Z는 질소, 산소, 또는 황을 나타내고,  $R^{11}$  내지  $R^{19}$  및  $R^{21}$  내지  $R^{28}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,  $Ar^1$ 은 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타낸다. 다만, Z가 질소를 나타내는 경우, Z는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기를 가지고, 또는 Z는  $Ar^1$ 과 직접 결합되어도 좋고, 또는  $R^{21}$  내지  $R^{28}$  중 어느 하나는  $Ar^1$ 과의 결합순이 되어도 좋다. 또한, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, 상기 식(G2-1)에서,  $R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각

독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 14의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 15의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로 고리 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G3-1)에서,  $A^2$ 는 치환 또는 비치환된 방향족 고리 또는 치환 또는 비치환된 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타낸다. 또한,  $R^{81}$ 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G4-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내고,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 이 2개 내지 4개의 치환기인 경우, 같아도 좋고 달라도 좋다. 또한, 상기 식(G5-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 30이다. 또한,  $Ar^6$ 은 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, q는 0 또는 1이다. 또한,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타낸다. 식(G6-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 30이다. 또한,  $Ar^6$ 은 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, q는 0 내지 4이다. 또한,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0027] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물은 각각 구조식(101) 내지 구조식(108) 중 어느 하나로 나타내어지며, 각각 다른 분자 구조를 가지는 혼합 재료이다.

[0028]

[화학식 5]



[0029]

[0030]

또한, 상기 각 구성에 있어서, 헤테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트라이아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나를 가진다.

[0031]

또한, 상기 각 구성에 있어서, 축합 헤테로 방향족 고리는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다이아진 고리, 및 벤즈이미다졸 고리 중 어느 하나이다.

[0032]

또한 상기 발광 디바이스에 더하여, 전극과 접하여 유기 화합물을 가지는 층(예를 들어 캡층)을 가지는 경우도 발광 디바이스에 포함되고, 본 발명에 포함되는 것으로 한다. 또한 발광 디바이스에 더하여, 트랜지스터, 기판 등을 가지는 발광 장치도 발명의 범주에 포함된다. 또한, 이들 발광 디바이스와, 검지부, 입력부, 및 통신부 등 중 어느 것을 가지는 전자 기기나 조명 장치도 발명의 범주에 포함된다.

[0033]

또한 본 발명의 일 형태는 발광 디바이스를 가지는 발광 장치를 포함하고, 또한 발광 장치를 가지는 조명 장치도 범주에 포함된다. 따라서 본 명세서에서 발광 장치란, 화상 표시 디바이스 또는 광원(조명 장치를 포함함)을 가리킨다. 또한, 발광 장치에, 예를 들어 FPC(Flexible printed circuit) 또는 TCP(Tape Carrier Package) 등의 커넥터가 장착된 모듈, TCP의 끝에 인쇄 배선판이 제공된 모듈, 또는 발광 디바이스에 COG(Chip On Glass) 방식에 의하여 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함되는 것으로 한다.

[0034]

본 명세서에서 트랜지스터가 가지는 소스와 드레인은 트랜지스터의 极성 및 각 단자에 공급되는 전위 레벨에 따라 그 호칭이 서로 바뀐다. 일반적으로, n채널형 트랜지스터에서는 낮은 전위가 공급되는 단자가 소스라고 불

리고, 높은 전위가 공급되는 단자가 드레인이라고 불린다. 또한 p채널형 트랜지스터에서는 낮은 전위가 공급되는 단자가 드레인이라고 불리고, 높은 전위가 공급되는 단자가 소스라고 불린다. 본 명세서에서는 편의상 소스와 드레인이 고정되어 있는 것으로 가정하여 트랜지스터의 접속 관계를 설명하는 경우가 있지만, 실제로는 상술한 전위의 관계에 따라 소스와 드레인의 호칭이 서로 바뀐다.

[0035] 본 명세서에서 트랜지스터의 소스란, 활성층으로서 기능하는 반도체막의 일부인 소스 영역, 또는 상기 반도체막에 접속된 소스 전극을 의미한다. 마찬가지로, 트랜지스터의 드레인이란, 상기 반도체막의 일부인 드레인 영역, 또는 상기 반도체막에 접속된 드레인 전극을 의미한다. 또한 게이트는 게이트 전극을 의미한다.

[0036] 본 명세서에서 트랜지스터가 직렬로 접속되어 있는 상태란, 예를 들어 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽만이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽에만 접속되어 있는 상태를 의미한다. 또한 트랜지스터가 병렬로 접속되어 있는 상태란, 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽에 접속되고, 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 제 2 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽에 접속되어 있는 상태를 의미한다.

[0037] 본 명세서에서 접속이란, 전기적인 접속을 의미하며, 전류, 전압, 또는 전위를 공급할 수 있는 상태 또는 전송(傳送)할 수 있는 상태에 상당한다. 따라서, 접속되어 있는 상태란, 반드시 직접 접속되어 있는 상태를 의미하는 것은 아니며, 전류, 전압, 또는 전위를 공급할 수 있도록 또는 전송할 수 있도록 배선, 저항, 다이오드, 트랜지스터 등의 회로 소자를 통하여 간접적으로 접속되어 있는 상태도 그 범주에 포함한다.

[0038] 본 명세서에서 회로도상 독립되어 있는 구성 요소들이 서로 접속되어 있는 경우이어도 실제로는 예를 들어 배선의 일부가 전극으로서 기능하는 경우 등, 하나의 도전막이 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 있다. 본 명세서에서 접속이란, 이와 같이 하나의 도전막이 복수의 구성 요소의 기능을 겸비하는 경우도 그 범주에 포함한다.

### 발명의 효과

[0039] 본 발명의 일 형태는 내열성이 향상된 신규 혼합 재료를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 편리성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 신규 유기 반도체 디바이스를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 편리성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 발광 장치를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 신뢰성이 우수한 신규 전자 기기를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 편리성, 유용성, 또는 신뢰성이 우수한 신규 조명 장치를 제공할 수 있다.

[0040] 또한, 본 발명의 일 형태는 박막화 시 내열성의 향상이 가능한 신규 혼합 재료를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 제조 공정에서의 내열성이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또는, 본 발명의 다른 일 형태는 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 내열성이 높은 유기 반도체 디바이스를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 형태는 제조 공정에서의 내열성이 높은 유기 반도체 디바이스를 제공할 수 있다. 또는, 본 발명의 다른 일 형태는 신뢰성이 높은 유기 반도체 디바이스를 제공할 수 있다. 또는, 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 낮은 발광 디바이스, 유기 반도체 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공할 수 있다. 또는, 본 발명의 일 형태는 소비 전력이 낮고 신뢰성이 높은 발광 디바이스, 유기 반도체 디바이스, 발광 장치, 전자 기기, 표시 장치, 및 전자 디바이스를 각각 제공할 수 있다.

[0041] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것이 아니다. 또한 본 발명의 일 형태는 이들 효과 모두를 반드시 가질 필요는 없다. 또한 이들 외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 효과를 추출할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0042] 도 1의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.

도 2의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 3의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 4의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 5의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 6의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 발광 장치의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도 7은 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 8의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 9의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 10의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 11의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 발광 장치를 설명하는 도면이다.

도 12의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.

도 13의 (A) 내지 (E)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.

도 14의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.

도 15의 (A) 및 (B)는 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.

도 16은 실시형태에 따른 전자 기기를 설명하는 도면이다.

도 17의 (A) 내지 (D)는 실시예에 따른 사진이다.

도 18의 (A) 내지 (D)는 실시예에 따른 사진이다.

도 19의 (A) 내지 (D)는 실시예에 따른 사진이다.

도 20은 실시예에 따른 발광 디바이스의 구성을 설명하는 도면이다.

도 21은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성이다.

도 22는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류 효율-휘도 특성이다.

도 23은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전압 특성이다.

도 24는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 전류-전압 특성이다.

도 25는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 외부 양자 효율-휘도 특성이다.

도 26은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 발광 스펙트럼이다.

도 27은 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 신뢰성을 나타낸 도면이다.

도 28의 (A) 내지 (C)는 실시형태에 따른 표시 장치를 설명하는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043]

이하에서, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 자세히 설명한다. 다만 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 통상의 기술자라면 쉽게 이해할 수 있다. 따라서 본 발명은 이하에 기재하는 실시형태의 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

[0044]

(실시형태 1)

[0045]

본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태인 혼합 재료에 대하여 설명한다. 상기 혼합 재료를 사용함으로써, 박막의 내열성을 향상시킬 수 있다. 즉, 박막화에 의한 모폴로지 변화를 효과적으로 억제할 수 있는 혼합 재료이다.

[0046]

본 발명의 일 형태인 혼합 재료는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 포함하고, 각각의 헤테로 방향족 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 혼합 재료이다. 또한, 복수의 헤테로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 헤테로 방향족 고리가 축합환 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리이다.

[0047]

또한, 헤테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트라이아진 골격, 및 폴리아졸 골격 중 어느 하나를 가지는 고리 구조를 나타낸다. 또한, 다이아진 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리에는 피리미딘 골격을 가지는

헤테로 방향족 고리, 피라진 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리, 피리다진 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리가 포함된다.

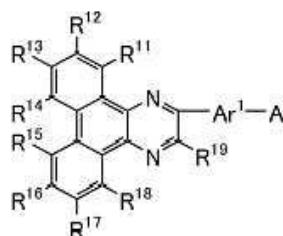
[0048] 또한, 상기 헤테로 방향족 고리에는 축합환 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리가 포함된다. 축합 헤테로 방향족 고리로서는, 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다이아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 등을 들 수 있다.

[0049] 또한, 본 발명의 다른 일 형태인 혼합 재료는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 포함하고, 각각의 헤테로 방향족 화합물은 적어도 하나의 축합 헤테로 방향족 고리를 가지는 혼합 재료이다.

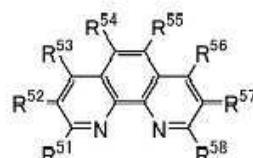
[0050] 또한, 상기 혼합 재료에는 금속 착체가 포함되지 않는 것이 바람직하다. 상기 금속 착체로서는, 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체, 특히 알칼리 금속 퀴놀린을 착체 또는 알칼리 토금속 퀴놀린을 착체를 들 수 있다.

[0051] 또한, 본 발명의 일 형태는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 가지고, 복수의 헤테로 방향족 화합물은 각각 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지고, 헤테로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 중 어느 하나로 나타내어지는 축합환 구조를 가지는 혼합 재료이다. 또한, 상기 복수의 헤테로 방향족 화합물은 모두 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 중 어느 하나로 나타내어지는 축합환 구조를 가져도 좋지만, 그 경우에는 각 헤테로 방향족 화합물의 분자 구조뿐만 아니라 상기 일반식도 각각 다르다.

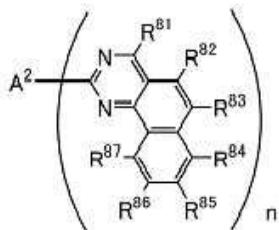
[화학식 6]



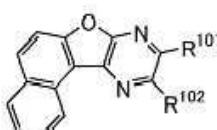
(G1)



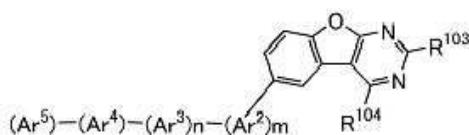
(G2)



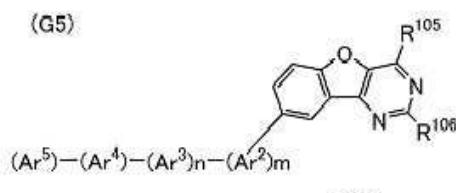
(G3)



(G4)



(G5)



(G6)

[0053]

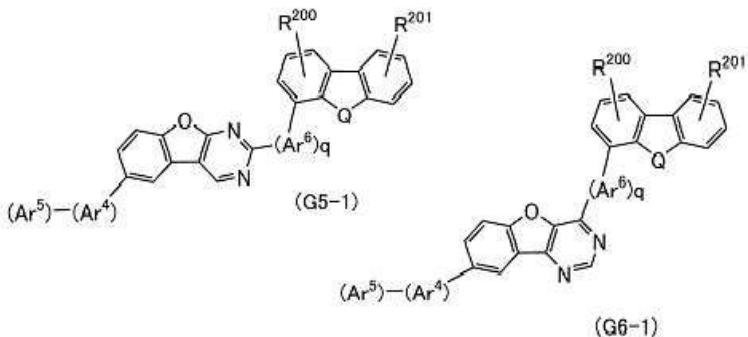
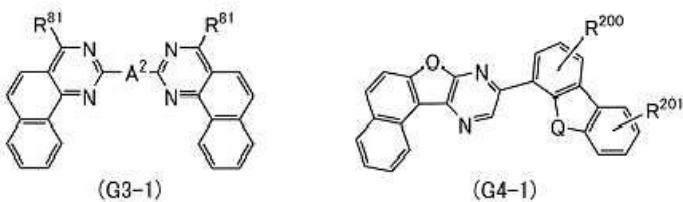
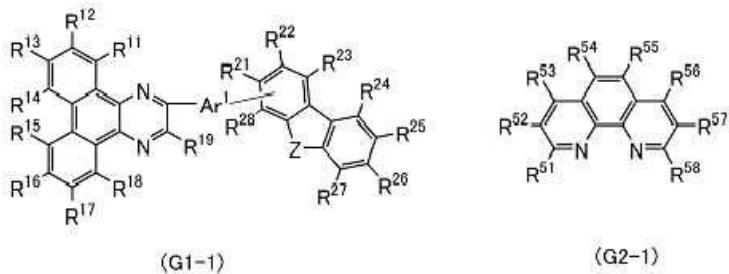
[0054] 또한, 상기 식(G1)에서, A<sup>1</sup>은 치환 또는 비치환된 카바졸릴기, 치환 또는 비치환된 다이벤조싸이오페닐기, 치환

또는 비치환된 벤조나프로싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이나프로싸이오페닐기, 치환 또는 비치환된 다이벤조퓨란일기, 치환 또는 비치환된 벤조나프로퓨란일기, 치환 또는 비치환된 다이나프로퓨란일기 중 어느 것을 나타내고,  $R^{11}$  내지  $R^{19}$ 는 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,  $Ar^1$ 은 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, 상기 식(G2)에서,  $R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 30의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로 고리 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G3)에서,  $A^2$ 는 방향족 고리 또는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타낸다. 또한,  $R^{81}$  내지  $R^{87}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타내고,  $n$ 은 2 또는 3이다. 또한, 상기 식(G4)에서,  $R^{101}$  및  $R^{102}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{101}$  및  $R^{102}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다. 또한, 상기 식(G5)에서,  $Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 25이다. 또한,  $m$  및  $n$ 은 각각 0 또는 1이다. 또한,  $R^{103}$  및  $R^{104}$ 는 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{103}$  및  $R^{104}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다. 또한, 상기 식(G6)에서,  $Ar^2$ ,  $Ar^3$ ,  $Ar^4$ , 및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 25이다. 또한,  $m$  및  $n$ 은 각각 0 또는 1이다. 또한,  $R^{105}$  및  $R^{106}$ 은 각각 독립적으로 수소 또는 총탄소수 1 내지 100의 기를 나타내고,  $R^{105}$  및  $R^{106}$  중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 페닐렌기 또는 치환 또는 비치환된 바이페닐렌기를 통하여 피를 고리 구조, 퓨란 고리 구조, 및 싸이오펜 고리 구조 중 어느 하나의 고리를 포함하는 치환기를 가진다.

[0055] 또한, 상기 구성에서의 헤테로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1) 중 어느 하나로 나타내어지는 축합환 구조를 가지는 혼합 재료이어도 좋다. 또한, 상기 복수의 헤테로 방향족 화합물은 모두 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1) 중 어느 하나로 나타내어지는 축합환 구조를 가져도 좋지만, 그 경우에는 각 헤테로 방향족 화합물의 문자 구조뿐만 아니라 상기 일반식도 각각 다르다.

[0056]

### [화학식 7]



[0057]

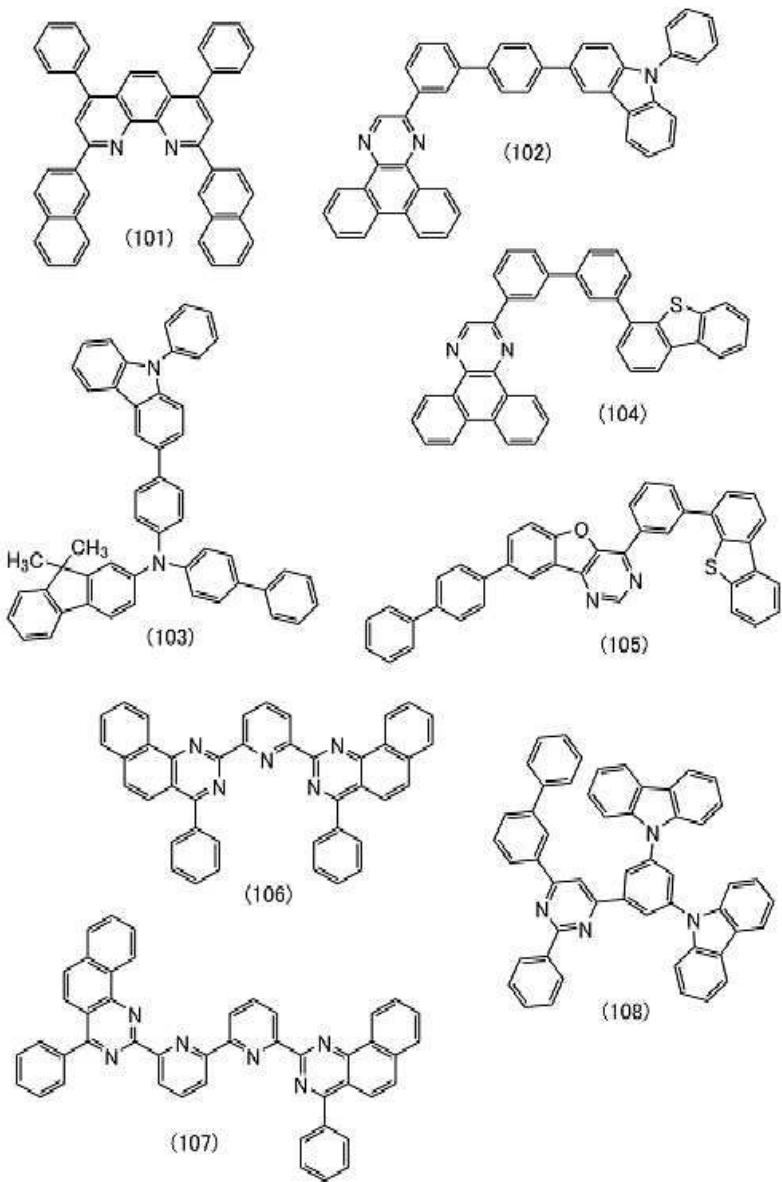
[0058]

또한, 상기 식(G1-1)에서, Z는 질소, 산소, 또는 황을 나타내고,  $R^{11}$  내지  $R^{19}$  및  $R^{21}$  내지  $R^{28}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 아릴기 중 어느 것을 나타내고,  $Ar^1$ 은 탄소수 6 내지 30의 아릴렌기를 나타낸다. 다만, Z가 질소를 나타내는 경우, Z는 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 또는 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 30의 아릴기를 가지고, 또는 Z는  $Ar^1$ 과 직접 결합되어도 좋고, 또는  $R^{21}$  내지  $R^{28}$  중 어느 하나는  $Ar^1$ 과의 결합손이 되어도 좋다. 또한, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, 상기 식(G2-1)에서,  $R^{51}$  내지  $R^{58}$ 은 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 14의 아릴기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 15의 헤테로아릴기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 1 내지 6의 헤테로 고리 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G3-1)에서,  $A^2$ 는 치환 또는 비치환된 방향족 고리 또는 치환 또는 비치환된 헤테로 방향족 고리를 포함하는 탄소수 3 내지 30의 치환기를 나타낸다. 또한,  $R^{81}$ 은 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 것을 나타낸다. 또한, 상기 식(G4-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타내고,  $R^{200}$  및  $R^{201}$ 이 2개 내지 4개의 치환기인 경우, 같아도 좋고 달라도 좋다. 또한, 상기 식(G5-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고,  $Ar^4$  및  $Ar^5$ 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기

중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 30이다. 또한, Ar<sup>6</sup>은 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, q는 0 또는 1이다. 또한, R<sup>200</sup> 및 R<sup>201</sup>은 각각 1개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타낸다. 식(G6-1)에서, Q는 산소 또는 황을 나타내고, Ar<sup>4</sup> 및 Ar<sup>5</sup>는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 방향족 탄화수소 고리를 나타내고, 상기 방향족 탄화수소 고리의 치환기는 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 6의 알콕시기, 탄소수 5 내지 7의 단환식 포화 탄화수소기, 탄소수 7 내지 10의 다환식 포화 탄화수소기, 및 사이아노기 중 어느 하나이고, 상기 방향족 탄화수소 고리를 형성하는 탄소수는 6 내지 30이다. 또한, Ar<sup>6</sup>은 탄소수 6 내지 13의 아릴렌기를 나타내고, 상기 아릴렌기는 치환기를 가져도 좋고, 상기 치환기는 서로 결합하여 고리를 형성하여도 좋다. 또한, q는 0 내지 4이다. 또한, R<sup>200</sup> 및 R<sup>201</sup>은 각각 1 개 내지 4개의 어느 치환기를 나타내고, 또한 각각 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 탄소수 6 내지 13의 방향족 탄화수소기 중 어느 하나를 나타낸다.

[0059] 또한, 본 발명의 일 형태인 혼합 재료는 구조식(101) 내지 구조식(117)으로 나타내어지는 혼합으로 방향족 화합물 중 복수의 상이한 혼합으로 방향족 화합물을 포함하여도 좋다.

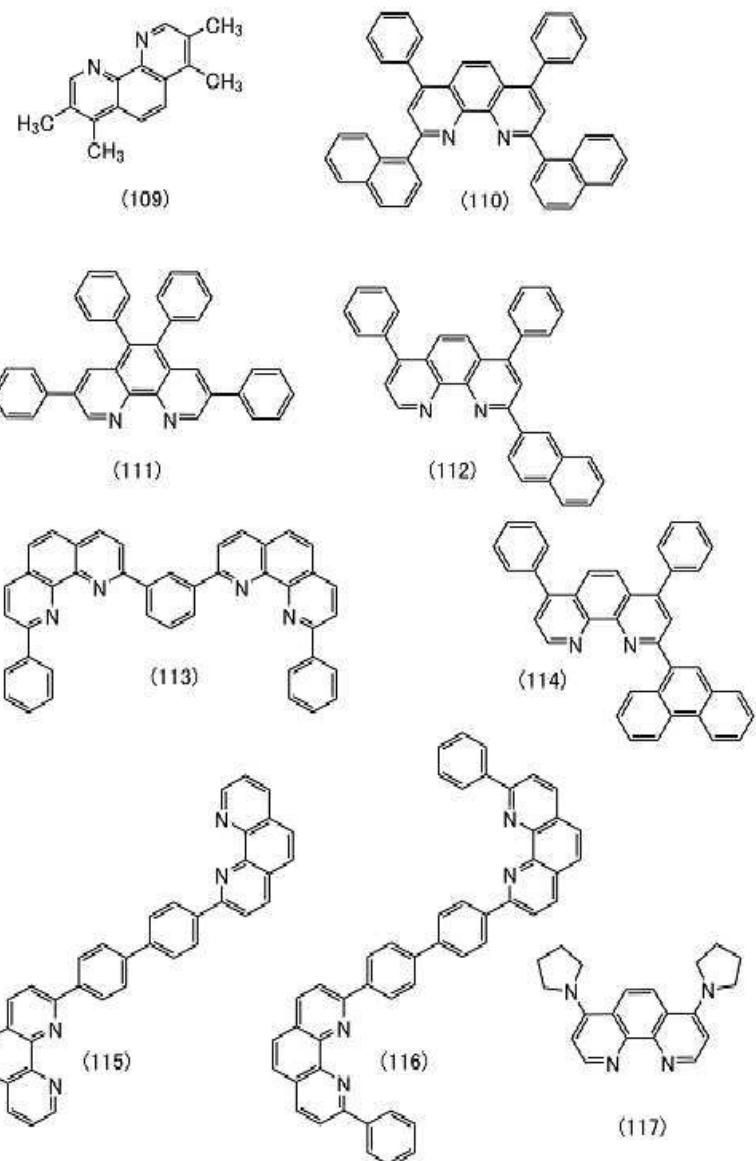
[0060] [화학식 8]



[0061]

[0062]

[화학식 9]



[0063]

[0064]

또한, 혼합 재료에 포함되는 복수의 혼합화 방향족 화합물을 2종류 가지는 경우, 전자 수송성이 높은 쪽의 혼합화 방향족 화합물을, 다른 쪽의 혼합화 방향족 화합물에 대하여 10% 이상, 바람직하게는 20% 이상, 더 바람직하게는 30% 이상의 비율로 혼합함으로써 내열성을 향상시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

[0065]

또한, 상기 혼합 재료에 포함되는 혼합화 방향족 화합물이 가지는 혼합화 방향족 고리인 경우, 혼합되지 않은 화합물을 많이 포함하는 혼합 재료와 비교하여 유리 전이점(Tg) 및 결정화 온도(Tc) 등의 열물성은 향상되지만, 혼합된 혼합화 방향족 화합물이어도 단일의 화합물로 이루어진 단독막에서는 분자끼리의 상호 작용이 강하고, 안정된 유리 상태를 형성하고 그 상태를 유지하는 것이 어려운 경우가 있다. 그 결과, 단일의 화합물로 이루어진 단독막에서는 보통 Tg 이하의 온도에서는 유리 상태가 유지되지만, 대기로의 노출 또는 Tg 이하의 낮은 온도 등의 자극에 의하여 통상 시에는 일어나지 않는 결정화가 일어난 것이 확인되었다. 이와 같이, Tg 이하의 온도에서 안정된 유리 상태의 막을 유지하지 못하면, 유기 EL층을 형성할 때 대기 중에서 가공이 필요한 공정을 실시하려고 하여도, 가공 중에 유기 EL층이 결정화되어, 결과적으로 안정된 특성을 나타내는 발광 디바이스를 제공할 수 없다. 그러나, 본 발명의 일 형태에서는, 복수의 혼합화 방향족 화합물 중 한쪽의 혼합화 방향족 화합물의 고리가 혼합화 방향족 고리이어도, 다른 쪽의 혼합화 방향족 화합물과 혼합함으로써 결정화를 억제할 수 있다. 즉, 복수의 혼합화 방향족 화합물을 혼합함으로써, Tg를 향상시키면서 Tg 이하에서 막이 결정화되는 현상도 방지할 수 있다. 이것은, 실시예 1 내지 실시예 3에 기재된

결과에 나타나 있다.

[0066] 또한, 본 실시형태에 나타낸 혼합 재료에 사용할 수 있는 구체적인 헤테로 방향족 화합물에 대해서는, 실시형태 2에서 전자 수송성 재료로서 구체적으로 나타낸 헤테로 방향족 화합물이 이에 해당하는 경우에는 인용할 수 있으므로 본 실시형태에서의 예시는 생략하는 것으로 한다.

[0067] 본 실시형태에서 설명한 구성은 다른 실시형태에서 설명하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.

[0068] (실시형태 2)

[0069] 본 실시형태에서는, 실시형태 1에 나타낸 혼합 재료를 사용한 발광 디바이스에 대하여 도 1의 (A) 내지 (E)를 참조하여 설명한다.

[0070] <<발광 디바이스의 기본적인 구조>>

[0071] 발광 디바이스의 기본적인 구조에 대하여 설명한다. 도 1의 (A)에는 한 쌍의 전극 사이에 발광층을 포함한 EL 층을 가지는 발광 디바이스의 일례를 나타내었다. 구체적으로는, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 EL 층(103)이 끼워진 구조를 가진다.

[0072] 또한 도 1의 (B)에는 한 쌍의 전극 사이에 복수(도 1의 (B)에서는 2층)의 EL 층(103a, 103b)을 가지고, EL 층 사이에 전하 발생층(106)을 가지는 적층 구조(텐덤 구조)의 발광 디바이스를 나타내었다. 텐덤 구조의 발광 디바이스는 저전압 구동이 가능하기 때문에 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.

[0073] 전하 발생층(106)은 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 전압차가 생기도록 하였을 때, 한쪽의 EL 층(103a 또는 103b)에 전자를 주입하고, 다른 쪽의 EL 층(103b 또는 103a)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 따라서, 도 1의 (B)에서 제 1 전극(101)의 전위가 제 2 전극(102)의 전위보다 높게 되도록 전압을 인가하면, 전하 발생층(106)으로부터 EL 층(103a)에 전자가 주입되고, EL 층(103b)에 정공이 주입된다.

[0074] 또한 전하 발생층(106)은 광 추출 효율의 관점에서 가시광에 대하여 투광성을 가지는 것(구체적으로는, 전하 발생층(106)에 대한 가시광의 투과율이 40% 이상인 것)이 바람직하다. 또한 전하 발생층(106)은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)보다 도전율이 낮아도 기능한다.

[0075] 또한, 도 1의 (C)에는 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 EL 층(103)의 적층 구조를 도시하였다. 다만, 이 경우, 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로 한다. EL 층(103)은 제 1 전극(101) 위에 정공(홀) 주입층(111), 정공(홀) 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)이 순차적으로 적층된 구조를 가진다. 또한, 발광층(113)은 발광색이 다른 발광층을 복수로 적층한 구성이어도 좋다. 예를 들어, 적색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층과, 녹색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층과, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층이 적층되거나, 캐리어 수송성 재료를 가지는 층을 개재(介在)하여 적층된 구조이어도 좋다. 또는, 황색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층과 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 발광층의 조합이어도 좋다. 다만, 발광층(113)의 적층 구조는 상기에 한정되지 않는다. 예를 들어, 발광층(113)은 발광색이 같은 발광층을 복수로 적층한 구성이어도 좋다. 예를 들어, 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 제 1 발광층과 청색을 발광하는 발광 물질을 포함하는 제 2 발광층이 적층되거나, 캐리어 수송성 재료를 가지는 층을 개재하여 적층된 구조이어도 좋다. 발광색이 같은 발광층을 복수로 적층한 구성의 경우, 단층의 구성보다 신뢰성을 높일 수 있는 경우가 있다. 또한, 도 1의 (B)에 도시된 텐덤 구조와 같이 복수의 EL 층을 가지는 경우에도, 각 EL 층이 양극 층으로부터 상술한 바와 같이 순차적으로 적층되는 구조로 한다. 또한 제 1 전극(101)이 음극이고, 제 2 전극(102)이 양극인 경우, EL 층(103)의 적층 순서는 반대가 된다. 구체적으로는, 음극인 제 1 전극(101) 위의 부호 111이 전자 주입층, 부호 112가 전자 수송층, 부호 113이 발광층, 부호 114가 정공(홀) 수송층, 부호 115가 정공(홀) 주입층인 구성을 가진다.

[0076] EL 층(103, 103a, 및 103b)에 포함되는 발광층(113)은 각각 발광 물질 및 복수의 물질을 적절히 조합하여 가지고 있기 때문에, 원하는 발광색을 나타내는 형광 발광 또는 인광 발광을 얻을 수 있는 구성으로 할 수 있다. 또한 발광층(113)을 발광색이 상이한 적층 구조로 하여도 좋다. 또한 이 경우 적층된 각 발광층에 사용되는 발광 물질 및 기타 물질에는 각각 다른 재료를 사용하면 좋다. 또한 도 1의 (B)에 나타낸 복수의 EL 층(103a, 103b)으로부터 각각 다른 발광색이 얻어지는 구성으로 하여도 좋다. 이 경우에도 각 발광층에 사용되는 발광 물질 및 기타 물질을 상이한 재료로 하면 좋다.

[0077] 또한, 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서, 예를 들어 도 1의 (C)에 도시된 제 1 전극(101)을 반사 전극으로 하고 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로 하여 미소 광공진기(마이크로캐비티) 구조로 함으로써, EL

층(103)에 포함되는 발광층(113)으로부터 얻어지는 발광을 양쪽 전극 사이에서 공진시켜 제 2 전극(102)으로부터 얻어지는 발광을 강하게 할 수 있다.

[0078] 또한 발광 디바이스의 제 1 전극(101)이 반사성을 가지는 도전성 재료와 투광성을 가지는 도전성 재료(투명 도전막)의 적층 구조로 이루어지는 반사 전극인 경우, 투명 도전막의 막 두께를 제어함으로써 광학 조정을 수행할 수 있다. 구체적으로는, 발광층(113)으로부터 얻어지는 광의 파장  $\lambda$ 에 대하여 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리(막 두께와 굴절률의 곱)가  $m\lambda/2$ (다만,  $m$ 은 자연수임) 또는 그 근방이 되도록 조정하는 것이 바람직하다.

[0079] 또한 발광층(113)으로부터 얻어지는 원하는 광(파장:  $\lambda$ )을 증폭시키기 위하여, 제 1 전극(101)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리와, 제 2 전극(102)으로부터 발광층(113)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리를 각각  $(2m'+1)\lambda/4$ (다만,  $m'$ 은 자연수임) 또는 그 근방이 되도록 조절하는 것이 바람직하다. 또한 여기서 발광 영역이란 발광층(113)에서의 정공(홀)과 전자의 재결합 영역을 뜻한다.

[0080] 이와 같은 광학 조정을 수행함으로써 발광층(113)으로부터 얻어지는 특정의 단색광의 스펙트럼을 좁혀 색 순도가 좋은 발광을 얻을 수 있다.

[0081] 다만, 상술한 경우, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리는, 염밀하게 말하면, 제 1 전극(101)에서의 반사 영역으로부터 제 2 전극(102)에서의 반사 영역까지의 총두께이다. 그러나, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)에서의 반사 영역을 염밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)의 임의의 위치를 반사 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다. 또한 제 1 전극(101)과, 원하는 광이 얻어지는 발광층 사이의 광학 거리는, 염밀하게 말하면, 제 1 전극(101)에서의 반사 영역과, 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역 사이의 광학 거리이다. 그러나, 제 1 전극(101)에서의 반사 영역 및 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역을 염밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(101)의 임의의 위치를 반사 영역으로, 원하는 광이 얻어지는 발광층의 임의의 위치를 발광 영역으로 가정함으로써 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다.

[0082] 도 1의 (D)에 나타낸 발광 디바이스는 텐덤 구조를 가지는 발광 디바이스이고, 마이크로캐비티 구조를 가지기 때문에 각 EL층(103a, 103b)으로부터의 상이한 파장의 광(단색광)을 추출할 수 있다. 따라서, 다른 발광색을 얻기 위한 구분 착색(예를 들어, RGB)이 불필요하게 된다. 따라서, 고정세(高精細)화를 실현하는 것이 용이하다. 또한 착색층(컬러 필터)과 조합할 수도 있다. 또한 특정 파장의 정면 방향의 발광 강도를 높일 수 있기 때문에 저소비 전력화를 도모할 수 있다.

[0083] 도 1의 (E)에 나타낸 발광 디바이스는, 도 1의 (B)에 나타낸 텐덤 구조의 발광 디바이스의 일례이며, 도면에 나타낸 바와 같이 3개의 EL층(103a, 103b, 103c)이 전하 발생층(106a, 106b)을 개재하여 적층되는 구조를 가진다. 또한 3개의 EL층(103a, 103b, 103c)은 각각 발광층(113a, 113b, 113c)을 가지고, 각 발광층의 발광색은 자유로이 조합할 수 있다. 예를 들어, 발광층(113a)을 청색으로, 발광층(113b)을 적색, 녹색, 및 황색 중 어느 색으로, 발광층(113c)을 청색으로 할 수 있지만, 발광층(113a)을 적색으로, 발광층(113b)을 청색, 녹색, 및 황색 중 어느 색으로, 발광층(113c)을 적색으로 할 수도 있다.

[0084] 또한 상술한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 적어도 한쪽을 투광성을 가지는 전극(투명 전극, 반투과·반반사 전극 등)으로 한다. 투광성을 가지는 전극이 투명 전극인 경우, 투명 전극의 가시광 투과율은 40% 이상으로 한다. 또한 반투과·반반사 전극인 경우, 반투과·반반사 전극의 가시광 반사율은 20% 이상 80% 이하, 바람직하게는 40% 이상 70% 이하로 한다. 또한 이들 전극은 저항률이  $1 \times 10^{-2\Omega} \text{ cm}$  이하인 것이 바람직하다.

[0085] 또한 상술한 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스에서 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 한쪽이 반사성을 가지는 전극(반사 전극)인 경우, 반사성을 가지는 전극의 가시광 반사율은 40% 이상 100% 이하, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 한다. 또한 이 전극은 저항률이  $1 \times 10^{-2\Omega} \text{ cm}$  이하인 것이 바람직하다.

[0086] <<발광 디바이스의 구체적인 구조>>

[0087] 다음으로, 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 구체적인 구조에 대하여 설명한다. 또한, 여기서는 텐덤 구조를 가지는 도 1의 (D)를 참조하여 설명한다. 또한, 도 1의 (A) 및 (C)에 도시된 성글 구조의 발광 디바이스에서도 EL층의 구성은 같은 것으로 한다. 또한, 도 1의 (D)에 도시된 발광 디바이스가 마이크로캐비티 구조를 가

지는 경우에는, 제 1 전극(101)을 반사 전극으로서 형성하고, 제 2 전극(102)을 반투파 · 반반사 전극으로서 형성한다. 따라서, 원하는 전극 재료를 1종류 또는 복수 종류 사용하여 단층으로 또는 적층하여 형성할 수 있다. 또한, 제 2 전극(102)은 EL층(103b)을 형성한 후에 상술한 바와 같이 재료를 선택하여 형성한다.

[0088] <제 1 전극 및 제 2 전극>

제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)을 형성하는 재료로서는, 상술한 양쪽 전극의 기능을 만족시킬 수 있으면 이하에 기재하는 재료를 적절히 조합하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 적절히 사용할 수 있다. 구체적으로는, In-Sn 산화물(ITO라고도 함), In-Si-Sn 산화물(ITSO라고도 함), In-Zn 산화물, In-W-Zn 산화물을 들 수 있다. 그 외에 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 크로뮴(Cr), 망가니즈(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 갈륨(Ga), 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn), 몰리브데늄(Mo), 탄탈럼(Ta), 텅스텐(W), 팔라듐(Pd), 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag), 이트륨(Y), 네오디뮴(Nd) 등의 금속, 및 이들 금속 중 어느 것을 적절히 조합한 합금을 사용할 수도 있다. 그 외에, 위에서 예시하지 않은 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소(예를 들어, 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr)), 유로퓸(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 및 이들 금속 중 어느 것을 적절히 조합한 합금, 그 외에 그레핀 등을 사용할 수 있다.

[0090] 도 1의 (D)에 도시된 발광 디바이스에서 제 1 전극(101)이 양극인 경우, 제 1 전극(101) 위에 EL층(103a)의 정공 주입층(111a) 및 정공 수송층(112a)이 진공 증착법에 의하여 순차적으로 적층 형성된다. EL층(103a) 및 전하 발생층(106)이 형성된 후, 전하 발생층(106) 위에 EL층(103b)의 정공 주입층(111b) 및 정공 수송층(112b)이 마찬가지로 순차적으로 적층 형성된다.

[0091] <정공 주입층>

[0092] 정공 주입층(111, 111a, 111b)은 양극인 제 1 전극(101) 및 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 EL층(103, 103a, 103b)에 정공(홀)을 주입하는 층이고, 유기 억셉터 재료 또는 정공 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다.

[0093] 유기 억셉터 재료는, 유기 억셉터 재료의 LUMO 준위의 값과 가까운 HOMO 준위의 값을 가지는 다른 유기 화합물과의 사이에서 전하 분리가 일어나면, 상기 유기 화합물에 정공(홀)을 발생시킬 수 있는 재료이다. 따라서, 유기 억셉터 재료로서는, 퀴노다이메테인 유도체 또는 클로라닐 유도체, 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등 전자 흡인기(할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 3,6-다이플루오로-2,5,7,7,8,8-헥사사이아노퀴노다이메테인, 클로라닐, 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라사이아노-나프토퀴노다이메테인(약칭: F<sub>6</sub>-TCNNQ), 2-(7-다이사이아노메틸렌-1,3,4,5,6,8,9,10-옥타플루오로-7H-페렌-2-일리텐)말로노나이트릴 등을 사용할 수 있다. 또한 유기 억셉터 재료 중에서도 특히 HAT-CN과 같이 헤테로 원자를 복수로 가지는 축합 방향족 고리에 전자 흡인기가 결합된 화합물은 억셉터성이 높고 열에 대하여 막질이 안정적이므로 적합하다. 이 외에도 전자 흡인기(특히 플루오로기와 같은 할로젠기 또는 사이아노기)를 가지는 [3]라디알렌 유도체는 전자 수용성이 매우 높으므로 바람직하고, 구체적으로는 a, a', a''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리텐트리스[4-사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로벤젠아세토나이트릴], a, a', a''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리텐트리스[2,6-다이클로로-3,5-다이플루오로-4-(트라이플루오로메틸)벤젠아세토나이트릴], a, a', a''-1,2,3-사이클로프로페인트라이일리텐트리스[2,3,4,5,6-펜타플루오로벤젠아세토나이트릴] 등을 사용할 수 있다.

[0094] 또한, 정공 주입성이 높은 재료로서는 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물(몰리브데늄 산화물, 바나듐 산화물, 루테늄 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등의 전이 금속 산화물 등)을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 산화 몰리브데늄, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄을 들 수 있다. 상기 중에서도 산화 몰리브데늄은 대기 중에서도 안정적이고 흡습성이 낮으며 취급하기 쉬우므로 바람직하다. 이 외에, 프탈로사이아닌(약칭: H<sub>2</sub>Pc) 또는 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc) 등의 프탈로사이아닌계 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0095] 또한 상기 재료 외에, 저분자 화합물인 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD),

1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0096] 또한 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)인 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTBA), 폴리[N-(4-{N'-(4-(4-다이페닐아미노)페닐)페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤자린](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.

[0097] 또한 정공 주입성이 높은 재료로서는 정공 수송성 재료와 상술한 유기 억셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함한 복합 재료를 사용할 수도 있다. 이 경우 유기 억셉터 재료에 의하여 정공 수송성 재료로부터 전자가 추출되어 정공 주입층(111)에서 정공이 발생하고, 정공 수송층(112)을 통하여 발광층(113)에 정공이 주입된다. 또한 정공 주입층(111)은 정공 수송성 재료와 유기 억셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함한 혼합 재료로 이루어지는 단층으로 형성하여도 좋고, 정공 수송성 재료를 포함한 층과 유기 억셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함한 층을 적층하여 형성하여도 좋다.

[0098] 또한 정공 수송성 재료로서는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 정공 이동도가  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 물질인 것이 바람직하다. 또한 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 이를 외의 물질을 사용할 수 있다.

[0099] 정공 수송성 재료로서는  $\pi$  전자 파잉형 혜테로 방향족 고리를 가지는 화합물(예를 들어 카바졸 유도체, 퓨란 유도체, 또는 싸이오펜 유도체) 또는 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 유기 화합물) 등 정공 수송성이 높은 재료가 바람직하다.

[0100] 또한 상기 카바졸 유도체(카바졸 골격을 가지는 유기 화합물)로서는, 바이카바졸 유도체(예를 들어 3,3'-바이카바졸 유도체), 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민 등을 들 수 있다.

[0101] 또한 상기 바이카바졸 유도체(예를 들어, 3,3'-바이카바졸 유도체)로서, 구체적으로는 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP), 9,9'-비스(바이페닐-4-일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: BisBPCz), 9,9'-비스(1,1'-바이페닐-3-일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: BismBPCz), 9-(1,1'-바이페닐-3-일)-9'-(1,1'-바이페닐-4-일)-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: mBPCCBP), 9-(2-나프틸)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭:  $\beta$ NCCP) 등을 들 수 있다.

[0102] 또한 상기 카바졸릴기를 가지는 방향족 아민으로서, 구체적으로는 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9-페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCBiF), N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF), 4,4'-다이페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBANB), 4,4'-다이(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBNBB), 4-페닐다이페닐-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)아민(약칭: PCA1BP), N,N'-비스(9-페닐카바졸-3-일)-N,N'-다이페닐벤젠-1,3-다이아민(약칭: PCA2B), N,N',N'''-트라이페닐-N,N',N'''-트리스(9-페닐카바졸-3-일)벤젠-1,3,5-트라이아민(약칭: PCA3B), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF), 3-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzPCN1), 3-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA1), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzDPA2), 3,6-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-(1-나프틸)아미노]-9-페닐카바졸(약칭: PCzTPN2), 2-[N-(9-페닐카바졸-3-일)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: PCASF), N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-(4-페닐)페닐아닐린(약칭: YGA1BP), N,N'-비스[4-(카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐-9,9-다이메틸플루오렌-2,7-다이아민(약칭: YGA2F), 4,4',4'''-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA) 등을 들 수 있다.

[0103] 또한 카바졸 유도체로서는, 상술한 것에 더하여 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPN), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 1,3-비스(N-카바졸릴)벤젠(약칭: mCP), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 3,6-비스(3,5-다이페닐페닐)-9-페닐카바졸(약칭: CzTP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸

릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등을 들 수 있다.

[0104] 또한 상기 퓨란 유도체(퓨란 골격을 가지는 유기 화합물)로서, 구체적으로는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mDBFFLBi-II) 등을 들 수 있다.

[0105] 또한 상기 싸이오펜 유도체(싸이오펜 골격을 가지는 유기 화합물)로서, 구체적으로는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등을 들 수 있다.

[0106] 또한 상기 방향족 아민으로서, 구체적으로는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 a-NPD), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: mBPAFLP), N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-N-{9,9-다이메틸-2-[N'-페닐-N'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)아미노]-9H-플루오렌-7-일}페닐아민(약칭: DFLADFL), N-(9,9-다이메틸-2-다이페닐아미노-9H-플루오렌-7-일)다이페닐아민(약칭: DPNF), 2-[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPASF), 2,7-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]스파이로-9,9'-바이플루오렌(약칭: DPA2SF), 4,4',4''-트리스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: 1'-TNATA), 4,4',4''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: m-MTADATA), N,N'-다이(p-톨릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌다이아민(약칭: DTDPFA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), DNTPD, 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B), N-(4-바이페닐)-6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BnfABP), N,N-비스(4-바이페닐)-6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBA Bnf), 4,4'-비스(6-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-일)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: BnfBB1BP), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-6-아민(약칭: BBABnf(6)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란-8-아민(약칭: BBABnf(8)), N,N-비스(4-바이페닐)벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란-4-아민(약칭: BBABnf(II)(4)), N,N-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-4-아미노-p-터페닐(약칭: DBfBB1TP), N-[4-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-N-페닐-4-바이페닐아민(약칭: ThBA1BP), 4-(2-나프틸)-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBA $\beta$  NB), 4-[4-(2-나프틸)페닐]-4',4''-다이페닐트라이페닐아민(약칭: BBA $\alpha$  N $\beta$  NB), 4,4'-다이페닐-4''-(7;1'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA $\alpha$  N $\beta$  NB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(7-페닐)나프틸-2-일트라이페닐아민(약칭: BBAP $\beta$  NB-03), 4,4'-다이페닐-4''-(6;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA( $\beta$  N2)B), 4,4'-다이페닐-4''-(7;2'-바이나프틸-2-일)트라이페닐아민(약칭: BBA( $\beta$  N2)B-03), 4,4'-다이페닐-4''-(4;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBA $\beta$  N a NB), 4,4'-다이페닐-4''-(5;2'-바이나프틸-1-일)트라이페닐아민(약칭: BBA $\beta$  N a NB-02), 4-(4-바이페닐릴)-4'-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiA $\beta$  NB), 4-(3-바이페닐릴)-4'-(4-(2-나프틸)페닐)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: mTPBiA $\beta$  NBi), 4-(4-바이페닐릴)-4'-(4-(2-나프틸)페닐)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: TPBiA $\beta$  NBi), 4-페닐-4'-(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: a NBA1BP), 4,4'-비스(1-나프틸)트라이페닐아민(약칭: a NBB1BP), 4,4'-다이페닐-4''-[4-(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]트라이페닐아민(약칭: YGTBi1BP), 4'-[4-(3-페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]트리스(1,1'-바이페닐-4-일)아민(약칭: YGTBi1BP-02), 4-[4-(카바졸-9-일)바이페닐-4-일]-4'-(2-나프틸)-4''-페닐트라이페닐아민(약칭: YGTBi $\beta$  NB), N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-N-[4-(1-나프틸)페닐]-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: PCBNBSF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-2-아민(약칭: BBASF), N,N-비스([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: BBASF(4)), N-(1,1'-바이페닐-2-일)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이[9H-플루오렌]-4-아민(약칭: oFBiSF), N-(4-바이페닐)-N-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)다이벤조퓨란-4-아민(약칭: FrBiF), N-[4-(1-나프틸)페닐]-N-[3-(6-페닐다이벤조퓨란-4-일)페닐]-1-나프틸아민(약칭: mPDBfBNBN), 4-페닐-4'-(4-(9-페닐플루오렌-9-일)페닐)트라이페닐아민(약칭: BPAFLBi), N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-4-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-2-아민, N,N-비스(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-9,9'-스파이로바이-9H-플루오렌-1-아민 등을 들 수 있다.

- [0107] 그 외에도, 정공 수송성 재료로서, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등)인 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-(4-(4-다이페닐아미노)페닐)페닐}-N'-페닐아미노)페닐]메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등을 사용할 수 있다. 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시사이오펜)/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PEDOT/PSS), 폴리아닐린/폴리(스타이렌설폰산)(약칭: PAni/PSS) 등의 산을 첨가한 고분자계 화합물 등을 사용할 수도 있다.
- [0108] 다만 정공 수송성 재료는 상술한 것에 한정되지 않고, 공지의 다양한 재료 중 1종류 또는 복수 종류의 조합을 정공 수송성 재료로서 사용하여도 좋다.
- [0109] 또한 정공 주입층(111, 111a, 111b)은 공지의 다양한 성막 방법을 사용하여 형성할 수 있고, 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성할 수 있다.
- [0110] <정공 수송층>
- [0111] 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 의하여 제 1 전극(101)으로부터 주입된 정공을 발광층(113, 113a, 113b)으로 수송하는 층이다. 또한 정공 수송층(112, 112a, 112b)은 정공 수송성 재료를 포함한 층이다. 따라서 정공 수송층(112, 112a, 112b)에는 정공 주입층(111, 111a, 111b)에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료를 사용할 수 있다.
- [0112] 또한 본 발명의 일 형태의 발광 디바이스에서, 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 같은 유기 화합물을 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있다. 정공 수송층(112, 112a, 112b)과 발광층(113, 113a, 113b)에 같은 유기 화합물을 사용하면, 정공 수송층(112, 112a, 112b)으로부터 발광층(113, 113a, 113b)으로 정공을 효율적으로 수송할 수 있으므로 더 바람직하다.
- [0113] <발광층>
- [0114] 발광층(113, 113a, 113b)은 발광 물질을 포함한 층이다. 또한 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는, 청색, 자색, 청자색, 녹색, 황록색, 황색, 주황색, 적색 등의 발광색을 나타내는 물질을 적절히 사용할 수 있다. 또한 복수의 발광층을 가지는 경우에는, 각 발광층에 상이한 발광 물질을 사용함으로써 상이한 발광색을 나타내는 구성을(예를 들어, 보색 관계에 있는 발광색을 조합하여 얻어지는 백색 발광)으로 할 수 있다. 또한 하나의 발광층이 상이한 발광 물질을 가지는 적층 구조로 하여도 좋다.
- [0115] 또한 발광층(113, 113a, 113b)은 발광 물질(게스트 재료)에 더하여 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물(호스트 재료 등)을 가져도 좋다.
- [0116] 또한 발광층(113, 113a, 113b)에 복수의 호스트 재료를 사용하는 경우, 새로 추가하는 제 2 호스트 재료로서 기존의 게스트 재료 및 제 1 호스트 재료의 에너지 캡보다 큰 에너지 캡을 가지는 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 제 2 호스트 재료의 최저 단일항 여기 에너지 준위(S1 준위)는 제 1 호스트 재료의 S1 준위보다 높고, 제 2 호스트 재료의 최저 삼중항 여기 에너지 준위(T1 준위)는 게스트 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 또한 제 2 호스트 재료의 최저 삼중항 여기 에너지 준위(T1 준위)는 제 1 호스트 재료의 T1 준위보다 높은 것이 바람직하다. 이와 같은 구성으로 함으로써 2종류의 호스트 재료로 둘뜬 복합체를 형성할 수 있다. 또한 둘뜬 복합체를 효율적으로 형성하기 위해서는 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다. 또한 이 구성에 의하여, 고효율, 저전압, 장수명을 동시에 실현할 수 있다.
- [0117] 또한 상기 호스트 재료(제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료를 포함함)로서 사용하는 유기 화합물로서는, 발광층에 사용하는 호스트 재료로서의 조건을 만족시키면, 상술한 정공 수송층(112, 112a, 112b)에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료 또는 후술하는 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용할 수 있는 전자 수송성 재료 등의 유기 화합물을 들 수 있고, 복수 종류의 유기 화합물(상술한 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료)로 이루어지는 둘뜬 복합체이어도 좋다. 또한 복수 종류의 유기 화합물로 여기 상태를 형성하는 둘뜬 복합체(엑사이플렉스, 엑시플렉스, 또는 Exciplex라고도 함)는 S1 준위와 T1 준위의 차이가 매우 작고, 삼중항 여기 에너지를 단일항 여기 에너지로 변환할 수 있는 TADF 재료로서의 기능을 가진다. 또한 둘뜬 복합체를 형성하는 복수 종류의 유기 화합물의 조합으로서는, 예를 들어 한쪽이  $\pi$ 전자 부족형 혜테로 방향족 고리를 가지는 화합물을 포함하고, 다른 쪽이  $\pi$ 전자 과잉형 혜테로 방향족 고리를 가지는 화합물을 포함하는 것이 바람직하다. 또한 둘뜬 복합체를 형성하는 조합으로서, 한쪽에 이리듐, 로듐, 또는 백금계의 유기 금속 치체 혹은 금

속 촉체 등의 인광 발광 물질을 사용하여도 좋다.

[0118] 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있는 발광 물질로서는, 특별한 한정은 없고, 단일항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질, 또는 삼중항 여기 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용할 수 있다.

[0119] <<단일항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질>>

[0120] 발광층(113, 113a, 113b)에 사용할 수 있는 단일항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 발광 물질로서는 아래에 나타낸 형광을 발하는 물질(형광 발광 물질)을 들 수 있다. 예를 들어, 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 나프탈렌 유도체 등이 있다. 특히 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높아 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예로서는, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), N,N'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), N,N'-비스(다이벤조퓨란-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FrAPrn), N,N'-비스(다이벤조싸이오펜-2-일)-N,N'-다이페닐피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6ThAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-6-아민](약칭: 1,6BnfAPrn), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-02), N,N'-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03) 등을 들 수 있다.

[0121] 또한 5,6-비스[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAP2BPy), 5,6-비스[4'-(10-페닐-9-안트릴)바이페닐-4-일]-2,2'-바이피리딘(약칭: PAPP2BPy), N,N'-비스[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐스틸벤-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9H-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), N,9-다이페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), 4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPBA), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라-tert-뷰틸페릴렌(약칭: TBP), N,N'-(2-tert-뷰틸안트라센-9,10-다이일다이-4,1-페닐렌)비스[N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민](약칭: DPABPA), N,9-다이페닐-N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA) 등을 사용할 수 있다.

[0122] 또한 N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA), N-[9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPABPhA), 9,10-비스(1,1'-바이페닐-2-일)-N-[4-(9H-카바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트라이페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA), 쿠마린545T, N,N'-다이페닐퀴나크리돈(약칭: DPQd), 루브렌, 5,12-비스(1,1'-바이페닐-4-일)-6,11-다이페닐테트라센(약칭: BPT), 2-(2-{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-6-메틸-4H-페란-4-일리텐)프로페인다이나이트릴(약칭: DCM1), 2-{2-메틸-6-[2-(2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-페란-4-일리텐}프로페인다이나이트릴(약칭: DCM2), N,N,N',N'-테트라카이스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-다이아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-다이페닐-N,N,N',N'-테트라카이스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란렌-3,10-다이아민(약칭: p-mPhAFD), 2-{2-아이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-페란-4-일리텐}프로페인다이나이트릴(약칭: DCJTI), 2-{2-tert-뷰틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-페란-4-일리텐}프로페인다이나이트릴(약칭: DCJTB), 2-(2,6-비스{2-[4-(다이메틸아미노)페닐]에텐일}-4H-페란-4-일리텐)프로페인다이나이트릴(약칭: BisDCM), 2-{2,6-비스[2-(8-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H-벤조[ij]퀴놀리진-9-일)에텐일]-4H-페란-4-일리텐}프로페인다이나이트릴(약칭: BisDCJTM), 1,6BnfAPrn-03, 3,10-비스[N-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), 3,10-비스[N-(다이벤조퓨란-3-일)-N-페닐아미노]나프토[2,3-b;6,7-b']비스벤조퓨란(약칭: 3,10FrA2Nbf(IV)-02) 등을 들 수 있다. 특히, 1,6FLPAPrn, 1,6mMemFLPAPrn, 1,6BnfAPrn-03과 같은 피렌다이아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0123] <<삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질>>

- [0124] 다음으로, 발광층(113)에 사용할 수 있는, 삼중향 여기 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 예를 들어 인광을 발하는 물질(인광 발광 물질), 또는 열 활성화 지연 형광을 나타내는 열 활성화 지연 형광(Thermally activated delayed fluorescence: TADF) 재료가 있다.

[0125] 인광 발광 물질이란, 저온(예를 들어 77K) 이상 실온 이하의 온도 범위(즉, 77K 이상 313K 이하)의 어느 온도에서 인광을 나타내고, 형광을 나타내지 않는 화합물을 가리킨다. 상기 인광 발광 물질로서는 스핀 케도 상호 작용이 큰 금속 원소를 가지는 것이 바람직하고, 유기 금속 착체, 금속 착체(백금 착체), 희토류 금속 착체 등을 들 수 있다. 구체적으로는 전이 금속 원소가 바람직하고, 특히 백금족 원소(루테늄(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 또는 백금(Pt))를 가지는 것이 바람직하고, 이 중에서도 이리듐을 가짐으로써 단일향 기저 상태와 삼중향 여기 상태 사이의 직접 전이에 관련되는 전이 확률을 높일 수 있어 바람직하다.

[0126] <<인광 발광 물질(450nm 이상 570nm 이하: 청색 또는 녹색)>>

[0127] 청색 또는 녹색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 450nm 이상 570nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0128] 예를 들어, 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4H-1,2,4-트라이아졸-3-일- $\kappa N^2$ ]페닐- $\kappa C$ }이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)<sub>3</sub>]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)<sub>3</sub>]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrptz-3b)<sub>3</sub>]), 트리스[3-(5-바이페닐)-5-아이소프로필-4-페닐-4H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPr5btz)<sub>3</sub>]) 등의 4H-트라이아졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz1-mp)<sub>3</sub>]), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트라이아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Prptz1-Me)<sub>3</sub>]) 등의 1H-트라이아졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, facets-트리스[1-(2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)<sub>3</sub>]), 트리스[3-(2,6-다이메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(dmpimpt-Me)<sub>3</sub>]) 등의 이미다졸 골격을 가지는 유기 금속 착체, 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)페리디네이토- $N,C^2'$ ]이리듐(III)테트라카스(1-페라졸릴)보레이트(약칭: FIR6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)페리디네이토- $N,C^2'$ ]이리듐(III)페롤리네이트(약칭: FIRpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]페리디네이토- $N,C^2'$ }이리듐(III)페롤리네이트(약칭: [Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)]), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)페리디네이토- $N,C^2'$ ]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIR(acac))와 같이 전자 흡인기를 가지는 페닐페리딘 유도체를 리간드로 하는 유기 금속 착체 등이 있다.

[0129] <<인광 발광 물질(495nm 이상 590nm 이하: 녹색 또는 황색)>>

[0130] 녹색 또는 황색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 495nm 이상 590nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0131] 예를 들어, 트리스(4-메틸-6-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmm)<sub>3</sub>]), 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)<sub>3</sub>]), (아세틸아세토네이토)비스(6-메틸-4-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(6-tert-뷰틸-4-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐페리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐페리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmpm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스{4,6-다이메틸-2-[6-(2,6-다이메틸페닐)-4-페닐- $\kappa N^3$ ]페닐- $\kappa C$ }이리듐(III)(약칭: [Ir(dmppm-dmp)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(4,6-다이페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]), 등의 페리미딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, (아세틸아세토네이토)비스(3,5-다이메틸-2-페닐페라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐페라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-)]),

iPr)<sub>2</sub>(acac)]) 등의 피라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 트리스(2-페닐피리디네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)<sub>3</sub>]), 비스(2-페닐피리디네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)<sub>3</sub>]), 트리스(2-페닐퀴놀리네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: [Ir(pq)<sub>3</sub>]), 비스(2-페닐퀴놀리네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)]), 비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC][2-(4-페닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)<sub>2</sub>(4dppy)]), 비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC][2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC], [2-d3-메틸-8-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(5mppy-d3)<sub>2</sub>(mbfpypy-d3)), [2-(메틸-d3)-8-[4-(1-메틸에틸-1-d)-2-피리딘일-κN]벤조퓨로[2,3-b]피리딘-7-일-κC]비스[5-(메틸-d3)-2-[5-(메틸-d3)-2-피리딘일-κN]페닐-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(5mtpy-d6)<sub>2</sub>(mbfpypy-iPr-d4)), [2-d3-메틸-(2-피리딘일-κN)벤조퓨로[2,3-b]피리딘-κC]비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d3)), [2-(4-메틸-5-페닐-2-피리딘일-κN)페닐-κC]비스[2-(2-피리딘일-κN)페닐-κC]이리듐(III)(약칭: Ir(ppy)<sub>2</sub>(mdppy))와 같은 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 비스(2,4-다이페닐-1,3-옥사졸레이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(dpo)<sub>2</sub>(acac)]), 비스{2-[4'-(페플루오로페닐)페닐]피리디네이토-N,C<sup>2'</sup>}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac)]), 비스(2-페닐벤조싸이아졸레이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bt)<sub>2</sub>(acac)])) 등의 유기 금속 착체 외에, 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen)]) 등의 희토류 금속 착체가 있다.

[0132] <<인광 발광 물질(570nm 이상 750nm 이하: 황색 또는 적색)>>

[0133] 황색 또는 적색을 나타내고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 570nm 이상 750nm 이하인 인광 발광 물질로서는 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0134] 예를 들어, (다이아이소뷰티릴메타네이토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디네이토](다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dpm)]), (다이피발로일메타네이토)비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)피리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(d1npm)<sub>2</sub>(dpm)])) 등의 피리미딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이토)(다이피발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[3-(3,5-다이메틸페닐)-5-페닐-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,6-다이메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN]페닐-κC}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)]), 비스[2-(5-(2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κN)페닐-κC](2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(dpm)]), (아세틸아세토네이토)비스[2-메틸-3-페닐퀴녹살리네이토-N,C<sup>2'</sup>]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpq)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(2,3-다이페닐퀴녹살리네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: [Ir(dpq)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac)])) 등의 피라진 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: [Ir(piq)<sub>3</sub>]), 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)]), 비스[4,6-다이메틸-2-(2-퀴놀린일-κN)페닐-κC](2,4-펜테인다이오네이토-κ<sup>2</sup>0,0')

아리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmpqn})_2(\text{acac})]$ ) 등의 피리딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르파린백금(II)(약칭:  $[\text{PtOEP}]$ ) 등의 백금 착체, 또는 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭:  $[\text{Eu(DBM)}_3(\text{Phen})]$ ), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭:  $[\text{Eu(TTA)}_3(\text{Phen})]$ ) 등의 희토류 금속 착체가 있다.

[0135]

<<TADF 재료>>

[0136]

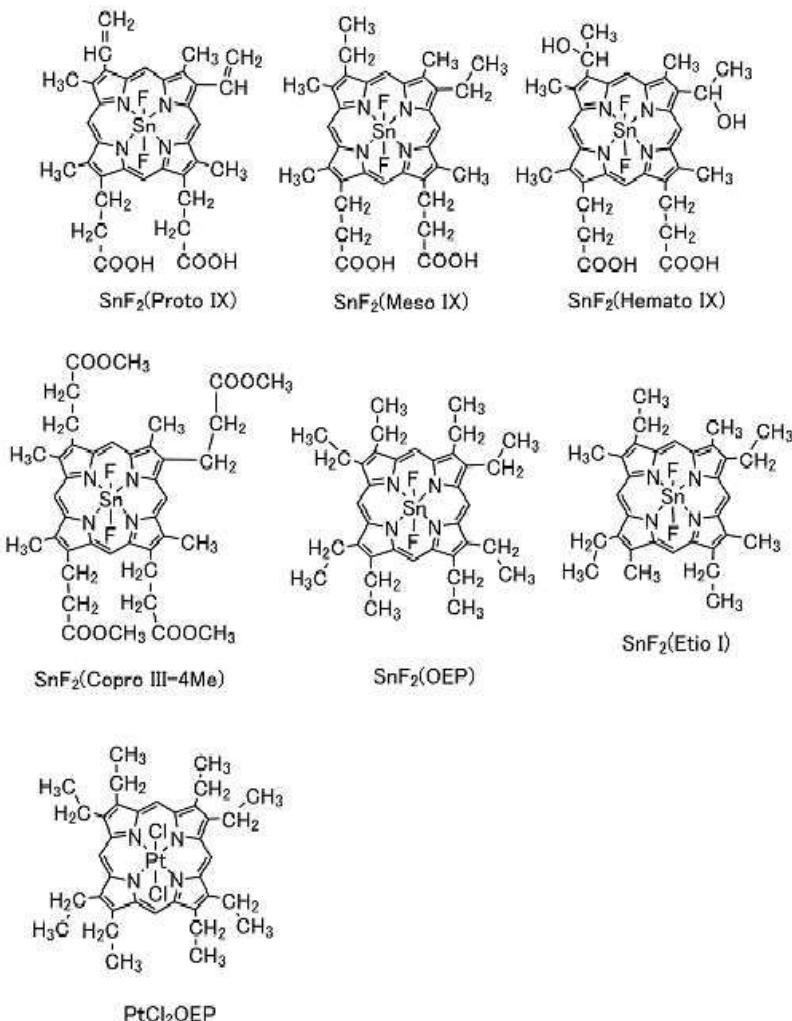
또한 TADF 재료로서는 아래에 나타내는 재료를 사용할 수 있다. TADF 재료란, S1 준위와 T1 준위의 차이가 작고(바람직하게는 0.2eV 이하), 삼중항 여기 상태를 매우 작은 열 에너지에 의하여 단일항 여기 상태로 업컨버트(역항간 교차)할 수 있고, 단일항 여기 상태로부터의 발광(형광)을 효율적으로 나타내는 재료를 가리킨다. 또한 열 활성화 지연 형광이 효율적으로 얻어지는 조건으로서는 삼중항 여기 에너지 준위와 단일항 여기 에너지 준위의 에너지 차이가 0eV 이상 0.2eV 이하, 바람직하게는 0eV 이상 0.1eV 이하인 것을 들 수 있다. 또한 TADF 재료에서의 지연 형광이란, 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지면서도 수명이 현저히 긴 발광을 말한다. 그 수명은  $1 \times 10^{-6}$  초 이상, 바람직하게는  $1 \times 10^{-3}$  초 이상이다.

[0137]

TADF 재료로서는 예를 들어 풀러렌, 또는 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 에오신 등이 있다. 또한 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르파린을 들 수 있다. 금속 함유 포르파린으로서는, 예를 들어 프로토포르파린-플루오린화 주석 착체(약칭:  $\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$ ), 메소포르파린-플루오린화 주석 착체(약칭:  $\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$ ), 헤마토포르파린-플루오린화 주석 착체(약칭:  $\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$ ), 코프로포르파린테트라메틸에스터-플루오린화 주석 착체(약칭:  $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$ ), 옥타에틸포르파린-플루오린화 주석 착체(약칭:  $\text{SnF}_2(\text{OEP})$ ), 에티오포르파린-플루오린화 주석 착체(약칭:  $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$ ), 옥타에틸포르파린-염화 백금 착체(약칭:  $\text{PtCl}_2\text{OEP}$ ) 등이 있다.

[0138]

[화학식 10]



[0139]

[0140]

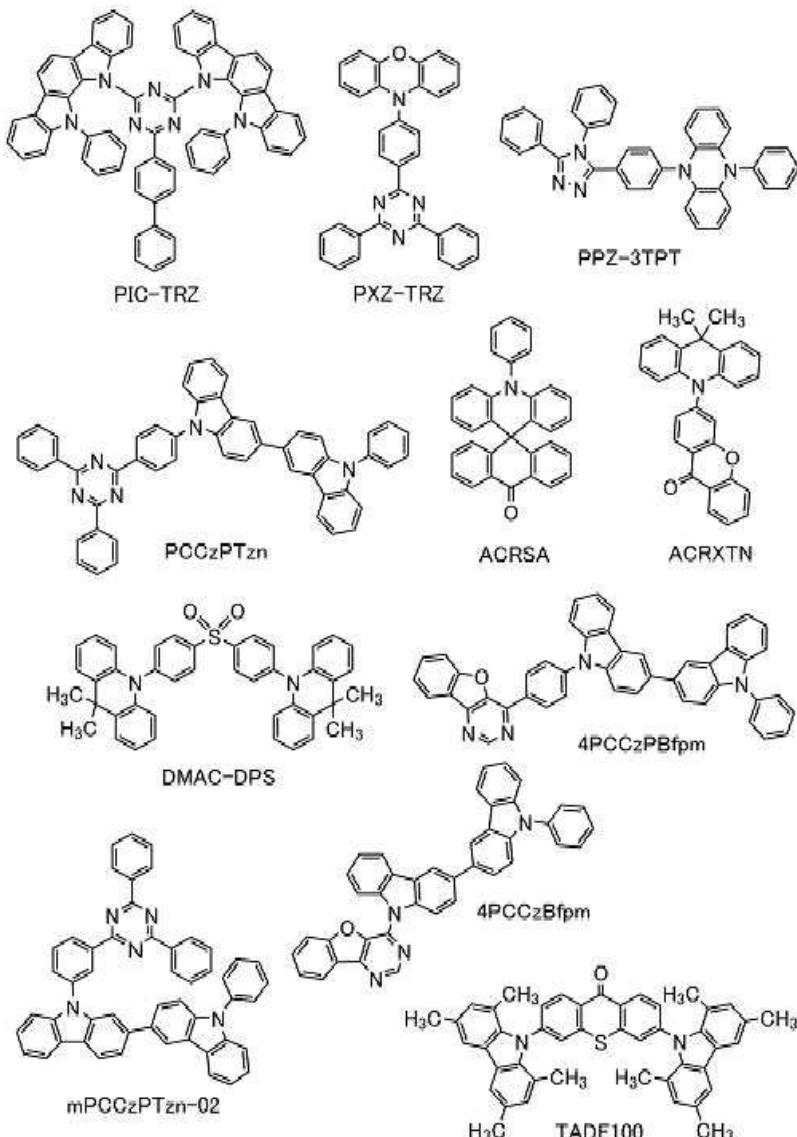
그 외에도, 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(약칭: PIC-TRZ), 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트라이아졸(약칭: PPZ-3TPT), 3-(9,9-다이메틸-9H-아크리딘-10-일)-9H-크산텐-9-온(약칭: ACRXTN), 비스[4-(9,9-다이메틸-9,10-다이하이드로아크리딘)페닐]설폰(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA), 4-(9'-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸-9-일)벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4PCCzBfpm), 4-[4-(9'-페닐-3,3'-바이-9H-카바졸-9-일)페닐]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4PCCzPBfpm), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02) 등의  $\pi$  전자 과잉형 혜테로 방향족 화합물 및  $\pi$  전자 부족형 혜테로 방향족 화합물을 가지는 혜테로 방향족 화합물을 사용하여도 좋다.

[0141]

또한  $\pi$  전자 과잉형 혜테로 방향족 화합물과  $\pi$  전자 부족형 혜테로 방향족 화합물이 직접 결합된 물질은  $\pi$  전자 과잉형 혜테로 방향족 화합물의 도너성과  $\pi$  전자 부족형 혜테로 방향족 화합물의 억셉터성이 모두 강해져, 단일 항 여기 상태와 삼중항 여기 상태의 에너지 차이가 작아지기 때문에 특히 바람직하다. 또한, TADF 재료로서, 단일항 여기 상태와 삼중항 여기 상태 간이 열 평형 상태에 있는 TADF 재료(TADF100)를 사용하여도 좋다. 이와 같은 TADF 재료는 발광 수명(여기 수명)이 짧기 때문에 발광 소자에서 고휘도 영역의 효율이 저하되는 것을 억제할 수 있다.

[0142]

[화학식 11]



[0143]

[0144]

또한 상술한 것 외에, 삼중향 여기 에너지를 발광으로 변환하는 기능을 가지는 재료로서는, 페로브스카이트 구조를 가지는 전이 금속 화합물의 나노 구조체를 들 수 있다. 특히 금속 할로젠 페로브스카이트류의 나노 구조체가 바람직하다. 상기 나노 구조체로서는 나노 입자, 나노 막대가 바람직하다.

[0145]

발광층(113, 113a, 113b)에서 상술한 발광 물질(게스트 재료)와 조합하여 사용하는 유기 화합물(호스트 재료 등)로서는 발광 물질(게스트 재료)의 에너지 캡보다 큰 에너지 캡을 가지는 물질을 1종류 또는 복수 종류 선택하여 사용하면 좋다.

[0146]

<<형광 발광용 호스트 재료>>

[0147]

발광층(113, 113a, 113b)에 사용하는 발광 물질이 형광 발광 물질인 경우, 조합하는 유기 화합물(호스트 재료)로서, 단일향 여기 상태의 에너지 준위가 크고, 삼중향 여기 상태의 에너지 준위가 작은 유기 화합물, 또는 형광 양자 수율이 높은 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 이와 같은 조건을 만족시키는 유기 화합물이면 본 실시형태에서 나타내는 정공 수송성 재료(상술하였음) 또는 전자 수송성 재료(후술함) 등을 사용할 수 있다.

[0148]

상술한 구체적인 예와 일부 중복되지만, 발광 물질(형광 발광 물질)과의 바람직하다는 관점에서, 유기 화합물(호스트 재료)로서는 안트라센 유도체, 테트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체, 다이

벤조[g,p]크리센 유도체 등의 축합 다환 방향족 화합물을 들 수 있다.

[0149] 또한 형광 발광 물질과 조합하여 사용하는 것이 바람직한 유기 화합물(호스트 재료)의 구체적인 예로서는 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3,6-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: DPCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), N,N-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: CzAlPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: DPhPA), YGAPA, PCAPA, N,9-다이페닐-N-{4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), N-(9,10-다이페닐-2-안트릴)-N,9-다이페닐-9H-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), 6,12-다이페록시-5,11-다이페닐크리센, N,N,N',N',N'',N''',N'''-옥타페닐다이벤조[g,p]크리센-2,7,10,15-테트라아민(약칭: DBC1), 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란(약칭: 2mBnfPPA), 9-페닐-10-{4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)바이페닐-4'-일}안트라센(약칭: FLPPA), 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 2-tert-뷰틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9-(1-나프틸)-10-(2-나프틸)안트라센(약칭:  $\alpha$ ,  $\beta$ -ADN), 2-(10-페닐-9-안트라센일)다이벤조퓨란, 2-(10-페닐-9-안트라센일)-벤조[b]나프토[2,3-d]퓨란(약칭: Bnf(II)PhA), 9-(1-나프틸)-10-[4-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭:  $\alpha$ -N- $\beta$ NPAnth), 9-(2-나프틸)-10-[3-(2-나프틸)페닐]안트라센(약칭:  $\beta$ N- $\alpha$ NPAnth), 1-[4-(10-[1,1'-바이페닐]-4-일-9-안트라센일)페닐]-2-에틸-1H-벤즈이미다졸(약칭: EtBImPBPhA), 9,9'-바이안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS2), 1,3,5-트라이(1-페렌일)벤젠(약칭: TPB3), 5,12-다이페닐테트라센, 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센 등을 들 수 있다.

[0150] <<인광 발광용 호스트 재료>>

[0151] 또한 발광층(113, 113a, 113b)에 사용하는 발광 물질이 인광 발광 물질인 경우, 조합하는 유기 화합물(호스트 재료)로서, 발광 물질의 삼중향 여기 에너지(기저 상태와 삼중향 여기 상태의 에너지 차이)보다 삼중향 여기 에너지가 큰 유기 화합물을 선택하면 좋다. 또한 들뜬 복합체를 형성하기 위하여 복수의 유기 화합물(예를 들어 제 1 호스트 재료 및 제 2 호스트 재료(또는 어시스트 재료라고도 함) 등)을 발광 물질과 조합하여 사용하는 경우에는 이들 복수의 유기 화합물을 인광 발광 물질과 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.

[0152] 이와 같은 구성으로 함으로써, 들뜬 복합체로부터 발광 물질로의 에너지 이동인 ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer)를 사용한 발광을 효율적으로 얻을 수 있다. 또한 복수의 유기 화합물의 조합으로서는 들뜬 복합체가 형성되기 쉬운 것이 좋고, 정공을 받기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료)과 전자를 받기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다.

[0153] 또한, 상술한 구체적인 예와 일부 중복되지만, 발광 물질(인광 발광 물질)과의 조합이 바람직하다는 관점에서, 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료)로서 방향족 아민(방향족 아민 골격을 가지는 유기 화합물), 카바졸 유도체(카바졸 골격을 가지는 유기 화합물), 다이벤조싸이오펜 유도체(다이벤조싸이오펜 골격을 가지는 유기 화합물), 다이벤조퓨란 유도체(다이벤조퓨란 골격을 가지는 유기 화합물), 옥사다이아졸 유도체(옥사다이아졸 골격을 가지는 유기 화합물), 트라이아졸 유도체(트라이아졸 골격을 가지는 유기 화합물), 벤즈이미다졸 유도체(벤즈이미다졸 골격을 가지는 유기 화합물), 퀴녹살린 유도체(퀴녹살린 골격을 가지는 유기 화합물), 다이벤조퀴녹살린 유도체(다이벤조퀴녹살린 골격을 가지는 유기 화합물), 피리미딘 유도체(피리미딘 골격을 가지는 유기 화합물), 트라이아진 유도체(트라이아진 골격을 가지는 유기 화합물), 피리딘 유도체(피리딘 골격을 가지는 유기 화합물), 바이피리딘 유도체(바이피리딘 골격을 가지는 유기 화합물), 페난트롤린 유도체(페난트롤린 골격을 가지는 유기 화합물), 퓨로다이아진 유도체(퓨로다이아진 골격을 가지는 유기 화합물), 아연 또는 알루미늄계의 금속 치체 등을 들 수 있다.

[0154] 또한 상기 유기 화합물 중에서, 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 방향족 아민 및 카바졸 유도체의 구체적인 예로서는, 상술한 정공 수송성 재료의 구체적인 예와 같은 것을 들 수 있고, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0155] 또한 상기 유기 화합물 중에서, 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 다이벤조싸이오펜 유도체 및 다이벤조퓨란 유도체의 구체적인 예로서는, 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: mDBFFLBi-II), 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), DBT3P-II, 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다

아벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV), 4-[3-(트라이페닐렌-2-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: mDBTPTp-II) 등을 들 수 있고, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0156] 그 외에, 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸계, 싸이아졸계 리간드를 가지는 금속 치체 등도 바람직한 호스트 재료로서 들 수 있다.

[0157] 또한 상술한 유기 화합물 중에서 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴나졸린 유도체, 페난트롤린 유도체 등의 구체적인 예로서는, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CO11), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트라이아졸(약칭: TAZ), 2,2',2'''-(1,3,5-벤젠틔라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIm-II), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOS) 등의 폴리아졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 유기 화합물, 바소페난트롤린(약칭: Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBphen), 2,2-(1,3-페닐렌)비스[9-페닐-1,10-페난트롤린](약칭: mPPhen2P), 2,2'-[바이페닐]-4,4'-다이일비스[1,10-페난트롤린](약칭: Phen2BP) 등의 피리딘 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 유기 화합물, 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-다이페닐-9H-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2CzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 및 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II), 2-[4-[9,10-다이(2-나프틸)-2-안트릴]페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: ZADN), 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq) 등을 들 수 있고, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0158] 또한, 상기 유기 화합물 중에서 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 피리딘 유도체, 다이아진 유도체(피리미딘 유도체, 피라진 유도체, 피리다진 유도체를 포함함), 트라이아진 유도체, 퓨로다이아진 유도체의 구체적인 예로서, 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mCzP2Pm), 2-[4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02), 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB), 9,9'-[피리미딘-4,6-다이일비스(바이페닐-3,3'-다이일)]비스(9H-카바졸)(약칭: 4,6mCzBP2Pm), 2-[3'-(9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mFBPTzn), 8-(1,1'-바이페닐-4-일)-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8BP-4mDBtPBfpm), 9-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 9mDbtBPNfpr), 9-[3'-(3'-다이벤조싸이오펤-4-일)바이페닐-4-일]나프토[1',2':4,5]퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 9pmDBtBPNfpr), 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)페닐]-7,7-다이메틸-5H,7H-인데노[2,1-b]카바졸(약칭: mInc(II)PTzn), 2-[3'-(트라이페닐렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mTpBPTzn), 2-[1,1'-바이페닐]-4-일]-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트라이아진(약칭: BP-SFTzn), 2,6-비스(4-나프탈렌-1-일페닐)-4-[4-(3-피리딜)페닐]피리미딘(약칭: 2,4NP-6PyPPm), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)-2-다이벤조싸이오펤닐]-2-페닐-9H-카바졸(약칭: PCDBfTzn), 2-[1,1'-바이페닐]-3-일-4-페닐-6-(8-[1,1':4',1'''-터페닐]-4-일-1-다이벤조퓨란일)-1,3,5-트라이아진(약칭: mBP-TPDBfTzn), 6-(1,1'-바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm), 4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐-6-(1,1'-바이페닐-4-일)피리미딘(약칭: 6BP-4Cz2PPm) 등의 다이아진 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 유기 화합물 등이 있고, 이들은 모두 호스트 재료로서 바람직하다.

[0159] 또한, 상기 유기 화합물 중에서 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 금속 치체의 구체적인 예로서는, 아연 또는 알루미늄계 금속 치체인 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이토)베릴륨(II)(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 외에도 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 치체 등을 들 수 있고, 이들은 모두 호스트 재료

로서 바람직하다.

[0160] 그 외에, 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물 등도 호스트 재료로서 바람직하다.

[0161] 또한, 정공 수송성이 높은 유기 화합물이며 전자 수송성이 높은 유기 화합물인 양극성을 가진 9-페닐-9'-(4-페닐-2-퀴나졸린일)-3,3'-바이-9H-카바졸(약칭: PCCzQz), 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq), 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)페닐]-7,7-다이페닐-5H,7H-인데노[2,1-b]카바졸(약칭: mINc(II)PTzn), 11-(4-[1,1'-바이페닐]-4-일-6-페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)-11,12-다이하이드로-12-페닐-인돌로[2,3-a]카바졸(약칭: BP-Icz(II)Tzn), 7-[4-(9-페닐-9H-카바졸-2-일)퀴나졸린-2-일]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: PC-cgDBCzQz) 등의 다이아진 골격을 가지는 유기 화합물 등을 호스트 재료로서 사용할 수도 있다.

[0162] <전자 수송층>

[0163] 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 후술하는 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 의하여 제 2 전극(102) 또는 전하 발생층(106, 106a, 106b)으로부터 주입된 전자를 발광층(113, 113a, 113b)으로 수송하는 층이다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 전자 수송성 재료를 포함한 층이고, 전자 수송성 재료로서는 실시형태 1에서 설명한 혼합 재료를 사용한다. 또한, 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료는 전계 강도[V/cm]의 제곱근이 600일 때의 전자 이동도가  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 물질이 바람직하다. 또한 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이면 이를 외의 물질을 사용할 수 있다. 또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 단층으로도 가능하지만, 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다. 또한, 상기 혼합 재료는 내열성을 가지기 때문에, 이를 사용한 전자 수송층 위에서 포토리소그래피 공정을 수행함으로써, 열 공정이 디바이스 특성에 미치는 영향을 억제할 수 있다.

[0164] <<전자 수송성 재료>>

[0165] 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용할 수 있는 전자 수송성 재료로서는 전자 수송성이 높은 유기 화합물을 사용할 수 있고, 예를 들어 헤테로 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 헤테로 방향족 화합물은 고리에 적어도 2종류의 상이한 원소를 포함하는 환식 화합물이다. 또한, 고리 구조로서는, 3원자 고리, 4원자 고리, 5원자 고리, 6원자 고리 등이 포함되지만, 특히 5원자 고리 또는 6원자 고리가 바람직하고, 포함되는 원소로서 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헤테로 방향족 화합물이 바람직하다. 특히 질소를 포함하는 헤테로 방향족 화합물(질소 함유 헤테로 방향족 화합물)이 바람직하고, 질소 함유 헤테로 방향족 화합물 또는 이를 포함하는 π 전자 부족형 헤테로 방향족 화합물 등의 전자 수송성이 높은 재료(전자 수송성 재료)를 사용하는 것이 바람직하다.

[0166] 헤테로 방향족 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 유기 화합물이다.

[0167] 또한, 헤테로 방향족 고리는 피리딘 골격, 다이아진 골격, 트라이아진 골격, 폴리아졸 골격, 옥사졸 골격, 및 싸이아졸 골격 등 중 어느 하나를 가진다. 또한, 다이아진 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리에는 피리미딘 골격, 피라진 골격, 또는 피리다진 골격 등을 가지는 헤테로 방향족 고리가 포함된다. 또한, 폴리아졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리에는 이미다졸 골격, 트라이아졸 골격, 또는 옥사다이아졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리가 포함된다.

[0168] 또한, 헤테로 방향족 고리는 축합환 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리를 포함한다. 또한, 축합 헤테로 방향족 고리로서는, 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 퀴나졸린 고리, 벤조퀴나졸린 고리, 다이벤조퀴나졸린 고리, 폐난트롤린 고리, 퓨로다이아진 고리, 벤즈이미다졸 고리 등을 들 수 있다.

[0169] 또한, 헤테로 방향족 화합물로서는 예를 들어, 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 중에서 5원자 고리 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물로서는 이미다졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 화합물, 트라이아졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 화합물, 옥사졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 화합물, 옥사다이아졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 화합물, 싸이아졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 화합물, 벤즈이미다졸 골격을 가지는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

- [0170] 또한, 예를 들어, 탄소 외에 질소, 산소, 및 황 등 중 어느 하나 또는 복수를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 중에서 6원자 고리 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물로서는 피리딘 골격, 다이아진 골격(피리미딘 골격, 피라진 골격, 피리다진 골격 등을 포함함), 트라이아진 골격, 폴리아졸 골격 등의 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다. 또한, 피리딘 골격이 연결된 구조인 헤테로 방향족 화합물에 포함되지만, 바이피리딘 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 터피리딘 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.
- [0171] 또한, 상기 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축합환 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물로서는 퀴놀린 고리, 벤조퀴놀린 고리, 퀴녹살린 고리, 다이벤조퀴녹살린 고리, 페난트롤린 고리, 퓨로다이아진 고리(퓨로다이아진 골격의 퓨란 고리에 방향족 고리가 축합된 골격을 포함함), 벤즈이미다졸 고리 등의 축합 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.
- [0172] 상기 5원자 고리 구조(폴리아졸 골격(이미다졸 골격, 트라이아졸 골격, 옥사다이아졸 골격을 포함함), 옥사졸 골격, 싸이아졸 골격, 벤즈이미다졸 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: C011), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트라이아졸(약칭: TAZ), 3-(4-tert-뷰틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트라이아졸(약칭: p-EtTAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4)-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIm-II), 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOS) 등을 들 수 있다.
- [0173] 상기 6원자 고리 구조(피리딘 골격, 다이아진 골격, 트라이아진 골격 등을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함함)를 가지는 헤테로 방향족 화합물의 구체적인 예로서는 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)페닐]-9'-페닐-2,3'-바이-9H-카바졸(약칭: mPCCzPTzn-02), 5-[3-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)페닐]-7,7-다이메틸-5H,7H-인데노[2,1-b]카바졸(약칭: mINc(II)PTzn), 2-[3'-(트라이페닐렌-2-일)-1,1'-바이페닐-3-일]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mTpBPzTzn), 2-[1,1'-바이페닐]-4-일)-4-페닐-6-[9,9'-스파이로바이(9H-플루오렌)-2-일]-1,3,5-트라이아진(약칭: BP-SFTzN), 2,6-비스(4-나프탈렌-1-일페닐)-4-[4-(3-피리딜)페닐]피리미딘(약칭: 2,4NP-6PyPPm), 9-[4-(4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진-2-일)-2-다이벤조싸이오페닐]-2-페닐-9H-카바졸(약칭: PCDBfTzn), 2-[1,1'-바이페닐]-3-일-4-페닐-6-(8-[1,1':4',1''-터페닐]-4-일-1-다이벤조퓨란일)-1,3,5-트라이아진(약칭: mBP-TPDBfTzn), 2-{3-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mDBtBPTzn), mFBPTzn 등의 트라이아진 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mCzP2Pm), 4,6mCzBP2Pm, 6-(1,1'-바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm), 4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐-6-(1,1'-바이페닐-4-일)피리미딘(약칭: 6BP-4Cz2PPm), 4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-8-(나프탈렌-2-일)-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8 $\beta$ N-4mDBtPBfpm), 8BP-4mDBtPBfpm, 9mDBtBPNfpr, 9pmDBtBPNfpr, 3,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]벤조퓨로[2,3-b]피라진(약칭: 3,8mDBtP2Bfpr), 4,8-비스[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 4,8mDBtP2Bfpm), 8-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)(1,1'-바이페닐-3-일)]나프토[1',2':4,5]퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8mDBtBPNfpm), 8-[(2,2'-바이나프탈렌)-6-일]-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]피리미딘(약칭: 8( $\beta$ N2)-4mDBtPBfpm) 등의 다이아진(피리미딘) 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다. 또한, 상기 헤테로 방향족 고리를 포함하는 방향족 화합물에는 축합 헤테로 방향족 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물을 포함한다.
- [0174] 그 외에도, 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py), 2,2'-(피리딘-2,6-다이일)비스(4-[4-(2-나프틸)페닐]-6-페닐피리미딘)(약칭: 2,6(NP-P2Pm)2Py), 6-(1,1'-바이페닐-3-일)-4-[3,5-비스(9H-카바졸-9-일)페닐]-2-페닐피리미딘(약칭: 6mBP-4Cz2PPm) 등의 다이아진(피리미딘) 골격을 가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물, 2,4,6-트리스(3'-(피리딘-3-일)바이페닐-3-일)-1,3,5-트라이아진(약칭: TmPPPyTz), 2,4,6-트리스(2-피리딜)-1,3,5-트라이아진(약칭: 2Py3Tz), 2-[3-(2,6-다이메틸-3-피리딜)-5-(9-페난트릴)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(약칭: mPn-mDMePyPTzn) 등의 트라이아진 골격을

가지는 헤테로 방향족 고리를 포함하는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0175]

상기 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축합환 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물(축합환 구조를 가지는 헤테로 방향족 화합물)의 구체적인 예로서는 바소페난트롤린(약칭: Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBphen), 2,2-(1,3-페닐렌)비스[9-페닐-1,10-페난트롤린](약칭: mPPhen2P), 2,2'-(페리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mCzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 및 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II), 2mpPCBPDBq 등의 퀴녹살린 고리를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등을 들 수 있다.

[0176]

전자 수송층(114, 114a, 114b)에는 위에 나타낸 헤테로 방향족 화합물뿐만 아니라 아래에 나타낸 금속 착체도 사용할 수 있다. 트리스(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq<sub>3</sub>), Almq<sub>3</sub>, 8-퀴놀리놀레이토리튬(I)(약칭: Liq), BeBq<sub>2</sub>, 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이토)아연(II)(약칭: Znq) 등의 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 가지는 금속 착체, 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 옥사졸 골격 또는 싸이아졸 골격을 가지는 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0177]

또한 폴리(2,5-페리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(페리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이페리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 전자 수송성 재료로서 사용할 수도 있다.

[0178]

또한 전자 수송층(114, 114a, 114b)은 단층뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 구조를 가져도 좋다.

[0179]

<전자 주입층>

[0180]

전자 주입층(115, 115a, 115b)은 전자 주입성이 높은 물질을 포함한 층이다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)은 제 2 전극(102)으로부터의 전자의 주입 효율을 높이기 위한 층이고, 제 2 전극(102)에 사용하는 재료의 일함수의 값과, 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 사용하는 재료의 LUMO 준위의 값을 비교하였을 때, 그 차이가 작은(0.5eV 이하) 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 따라서, 전자 주입층(115)에는 리튬, 세슘, 플루오린화리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF<sub>2</sub>), 8-(퀴놀리놀레이토)리튬(약칭: Liq), 2-(2-페리딜)페놀레이토 리튬(약칭: LiPP), 2-(2-페리딜)-3-페리디놀레이토 리튬(약칭: LiPPPy), 4-페닐-2-(2-페리딜)페놀레이토 리튬(약칭: LiPPP), 리튬 산화물(LiO<sub>x</sub>), 탄산 세슘 등과 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한 플루오린화 어븀(ErF<sub>3</sub>) 등의 희토류 금속 또는 이의 화합물을 사용할 수 있다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)은 상기 재료를 복수 종류 혼합하여 형성하여도 좋고, 상기 재료 중 복수 종류를 적층하여 형성하여도 좋다. 또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 전자화물을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는, 예를 들어 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물을 전자를 고농도로 첨가한 물질 등이 있다. 또한 상술한 전자 수송층(114, 114a, 114b)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0181]

또한 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 이와 같은 혼합 재료는, 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 이 경우 유기 화합물은 발생한 전자의 수송에 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는 예를 들어 상술한 전자 수송층(114, 114a, 114b)에 사용하는 전자 수송성 재료(금속 착체 또는 헤테로 방향족 화합물 등)를 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질이면 좋다. 구체적으로는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 희토류 금속이 바람직하고, 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 이터븀 등을 들 수 있다. 또한 알칼리 금속 산화물 또는 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또한 산화 마그네슘 등의 루이스 염기를 사용할 수도 있다. 또한 테트라싸이아풀발렌(약칭: TTF) 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한 이들 재료를 복수 종류 적층하여도 좋다.

[0182]

그 외에도, 전자 주입층(115, 115a, 115b)에 유기 화합물과 금속을 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 또한

여기서 사용하는 유기 화합물로서는, LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 준위가 -3.6eV 이상 -2.3eV 이하인 것이 바람직하다. 또한 비공유 전자쌍을 가지는 재료가 바람직하다.

[0183] 따라서, 상기 혼합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 위에서 전자 수송층에 사용할 수 있는 것으로서 설명한 헤테로 방향족 화합물을 금속과 혼합한 혼합 재료를 사용하여도 좋다. 헤테로 방향족 화합물로서는 5원자 고리 구조(이미다졸 골격, 트라이아졸 골격, 옥사졸 골격, 옥사다이아졸 골격, 싸이아졸 골격, 벤즈이미다졸 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조(페리딘 골격, 다이아진 골격(페리미딘 골격, 페라진 골격, 페리다진 골격 등을 포함함), 트라이아진 골격, 바이페리딘 골격, 터페리딘 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물, 6원자 고리 구조를 일부에 포함하는 축합환 구조(퀴놀린 골격, 벤조퀴놀린 골격, 퀴녹살린 골격, 다이벤조퀴녹살린 골격, 폐난트롤린 골격 등)를 가지는 헤테로 방향족 화합물 등의 비공유 전자쌍을 가지는 재료가 바람직하다. 구체적인 재료에 대해서는 상술하였기 때문에 여기서의 설명은 생략한다.

[0184] 또한 상기 혼합 재료에 사용하는 금속으로서는, 주기율표의 5족, 7족, 9족, 또는 11족에 속하는 전이 금속 또는 13족에 속하는 재료를 사용하는 것이 바람직하고, 예를 들어 Ag, Cu, Al, 또는 In 등이 있다. 또한 이때 유기 화합물은 전이 금속과의 사이에 반점유 궤도(SOMO)를 형성한다.

[0185] 또한 예를 들어 발광층(113b)으로부터 얻어지는 광을 증폭시키는 경우에는 제 2 전극(102)과 발광층(113b) 사이의 광학 거리가, 발광층(113b)이 나타내는 광의 파장  $\lambda$ 의 1/4 미만이 되도록 형성하는 것이 바람직하다. 이 경우 전자 수송층(114b) 또는 전자 주입층(115b)의 막 두께를 바꿈으로써 조정할 수 있다.

[0186] 또한 도 1의 (D)에 나타낸 발광 디바이스와 같이, 2개의 EL층(103a, 103b) 사이에 전하 발생층(106)을 제공함으로써, 복수의 EL층이 한 쌍의 전극 사이에 적층된 구조(랜덤 구조라고도 함)로 할 수도 있다.

[0187] <전하 발생층>

[0188] 전하 발생층(106)은, 제 1 전극(양극)(101)과 제 2 전극(음극)(102) 사이에 전압을 인가하였을 때, EL층(103a)에 전자를 주입하고, EL층(103b)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 또한 전하 발생층(106)은 정공 수송성 재료에 전자 수용체(억셉터)가 첨가된 구성이어도 좋고, 전자 수송성 재료에 전자 공여체(도너)가 첨가된 구성이어도 좋다. 또한 이들 양쪽 구성이 적층되어도 좋다. 또한 상술한 재료를 사용하여 전하 발생층(106)을 형성함으로써, EL층이 적층된 경우의 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0189] 전하 발생층(106)에서, 유기 화합물인 정공 수송성 재료에 전자 수용체가 첨가된 구성으로 하는 경우, 정공 수송성 재료로서는 본 실시형태에서 설명한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 수용체로서는 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데늄, 산화 텉스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄 등을 들 수 있다.

[0190] 또한 전하 발생층(106)에서, 전자 수송성 재료에 전자 공여체가 첨가된 구성으로 하는 경우, 전자 수송성 재료로서는 본 실시형태에서 설명한 재료를 사용할 수 있다. 또한 전자 공여체로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 원소 주기율표의 2족, 13족에 속하는 금속 및 이들의 산화물, 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이터븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬, 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 테트라사이아나프타센 등의 유기 화합물을 전자 공여체로서 사용하여도 좋다.

[0191] 또한 도 1의 (D)에는 2개의 EL층(103)이 적층된 구성을 나타내었지만, 상이한 EL층 사이에 전하 발생층을 제공하여 3개 이상의 EL층이 적층된 구조로 하여도 좋다.

[0192] <기판>

[0193] 본 실시형태에서 설명한 발광 디바이스는 다양한 기판 위에 형성할 수 있다. 또한 기판의 종류는 특정한 것에 한정되지 않는다. 기판의 일례로서는 반도체 기판(예를 들어 단결정 기판 또는 실리콘 기판), SOI 기판, 유리 기판, 석영 기판, 플라스틱 기판, 금속 기판, 스테인리스강 기판, 스테인리스강 포일을 가지는 기판, 텉스텐 기판, 텉스텐 포일을 가지는 기판, 가요성 기판, 접합 필름, 섬유상의 재료를 포함하는 종이, 또는 기재 필름 등을 들 수 있다.

[0194] 또한 유리 기판의 일례로서는 바륨보로실리케이트 유리, 알루미노보로실리케이트 유리, 또는 소다석회 유리 등을 들 수 있다. 또한 가요성 기판, 접합 필름, 기재 필름 등의 일례로서는, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에터설폰(PES)으로 대표되는 플라스틱, 아크릴 등의 합성 수지, 폴리프로필

렌, 폴리에스터, 폴리플루오린화바이닐, 또는 폴리염화바이닐, 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시, 무기 증착 필름, 또는 종이류 등을 들 수 있다.

[0195] 또한 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스의 제작에는, 증착법 등의 기상법 외에, 스판 코팅법 또는 잉크젯 법 등의 액상법을 사용할 수 있다. 증착법을 사용하는 경우에는 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 이온 베 증착법, 분자선 증착법, 진공 증착법 등의 물리 기상 증착법(PVD법), 또는 화학 기상 증착법(CVD법) 등을 사용할 수 있다. 특히, 발광 디바이스의 EL층에 포함되는 다양한 기능을 가지는 층(정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115))에 대해서는, 증착법(진공 증착법 등), 도포법(딥 코팅법, 다이 코팅법, 바 코팅법, 스판 코팅법, 스프레이 코팅법 등), 인쇄법(잉크젯법, 스크린(공판 인쇄)법, 오프셋(평판 인쇄)법, 플렉소(칠판 인쇄)법, 그라비어법, 마이크로 콘택트법 등) 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0196] 또한 상기 도포법, 인쇄법 등의 성막 방법을 적용하는 경우, 고분자 화합물(올리고머, 텐드리머, 폴리머 등), 중분자 화합물(저분자와 고분자의 중간 영역의 화합물: 분자량 400 이상 4000 이하), 무기 화합물(퀀텀닷(quantum dot) 재료 등) 등을 사용할 수 있다. 또한 퀀텀닷 재료로서는 콜로이드상 퀀텀닷 재료, 합금형 퀀텀닷 재료, 코어·쉘형 퀀텀닷 재료, 코어형 퀀텀닷 재료 등을 사용할 수 있다.

[0197] 본 실시형태에서 설명하는 발광 디바이스의 EL층(103)을 구성하는 각 층(정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115))은 본 실시형태에서 설명한 재료에 한정되지 않고, 각 층의 기능을 만족시킬 수 있는 것이라면, 그 외의 재료를 조합하여 사용할 수 있다.

[0198] 본 실시형태에서 설명한 구성은 다른 실시형태에서 설명하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.

[0199] (실시형태 3)

[0200] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치(표시 패널이라고도 함)의 구체적인 구성에 및 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0201] <발광 장치(700)의 구성 예 1>

[0202] 도 2의 (A)에 나타낸 발광 장치(700)는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)은 제 1 기판(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R) 각각에 전기적으로 접속되고, 이들을 구동할 수 있다. 또한 발광 장치(700)는 기능층(520) 및 각 발광 디바이스 위에 절연층(705)을 가지고, 절연층(705)은 제 2 기판(770)과 기능층(520)을 접합하는 기능을 가진다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD)에 대해서는 실시형태 4에서 후술한다.

[0203] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에서 설명한 디바이스 구조를 가진다. 즉, 도 1의 (A)에 나타낸 구조에서의 EL층(103)이 각 발광 디바이스에서 상이한 경우를 나타낸다.

[0204] 또한 본 명세서 등에서, 각 색의 발광 디바이스(예를 들어 청색(B), 녹색(G), 및 적색(R))의 발광층을 따로따로 형성하거나 개별 도포하는 구조를 SBS(Side By Side) 구조라고 부르는 경우가 있다.

[0205] 도 2의 (A)에 도시된 바와 같이 발광 디바이스(550B)는 전극(551B), 전극(552), 및 EL층(103B)을 가진다. 또한 각 층의 구체적인 구성은 실시형태 2에 나타낸 바와 같다. 또한 EL층(103B)은, 발광층을 포함한, 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 도 2의 (A)에는, 발광층을 포함하는 EL층(103B)에 포함되는 층 중에서, 정공 주입·수송층(104B), 전자 수송층(108B), 및 전자 주입층(109)만을 도시하였지만, 본 발명의 이에 한정되지 않는다. 또한 정공 주입·수송층(104B)은 실시형태 2에서 설명한 정공 주입층 및 정공 수송층의 기능을 가지는 층을 나타내고, 적층 구조를 가져도 좋다. 또한 본 명세서에서는, 모든 발광 디바이스에서, 정공 주입·수송층을 이와 같이 바꿔 읽을 수 있는 것으로 한다.

[0206] 또한, 전자 수송층(108B)은 실시형태 1에서 설명한 혼합 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 실시형태 1에서 설명한 혼합 재료는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 포함하고, 각각의 헤테로 방향족 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 혼합 재료이다. 또한, 복수의 헤테로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 헤테로 방향족 고리가 축합환 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리이다. 또한, 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 또는

일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1)으로 나타내어지는 혼합재료로 방향족 화합물이고, 각각의 일반식이 다른 혼합재료로 방향족 화합물을 복수 조합한 혼합재료이다. 또한, 전자 수송층(108B)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 정공을 차단하기 위한 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도, 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.

[0207] 또한, 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 발광층을 포함하는 EL층(103B)에 포함되는 층 중 정공 주입·수송층(104B), 발광층, 전자 수송층(108B)의 측면(또는 단부)에 절연층(107)이 형성되어도 좋다. 절연층(107)은 EL층(103B)의 측면(또는 단부)과 접촉하여 형성된다. 이에 의하여, EL층(103B)의 측면으로부터 내부로 산소 또는 수분 외에, 이들의 구성 원소를 포함하는 물질이 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)에는 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화 산화 실리콘 등을 사용할 수 있다. 또한, 절연층(107)은 상술한 재료를 사용하여 적층하여 형성되어도 좋다. 또한, 절연층(107)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있고, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.

[0208] 또한, EL층(103B)의 일부(발광층을 포함하고, 정공 주입·수송층(104B), 및 전자 수송층(108B)) 및 절연층(107)을 덮어, 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한, 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다.

[0209] 또한, 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한, 전극(551B)과 전극(552)은 서로 중첩되는 영역을 가진다. 또한, 전극(551B)과 전극(552) 사이에 EL층(103B)을 가진다.

[0210] 또한, 도 2의 (A)에 도시된 EL층(103B)은 실시형태 2에서 설명한 EL층(103)과 같은 구성을 가진다. 또한 EL층(103B)은 예를 들어 청색의 광을 사출할 수 있다.

[0211] 도 2의 (A)에 도시된 바와 같이 발광 디바이스(550G)는 전극(551G), 전극(552), 및 EL층(103G)을 가진다. 또한 각 층의 구체적인 구성은 실시형태 2에 나타낸 바와 같다. 또한 EL층(103G)은, 발광층을 포함한, 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 도 2의 (A)에는, 발광층을 포함하는 EL층(103G)에 포함되는 층 중에서, 정공 주입·수송층(104G), 전자 수송층(108G), 및 전자 주입층(109)만을 도시하였지만, 본 발명의 이에 한정되지 않는다. 또한 정공 주입·수송층(104G)은 실시형태 2에서 설명한 정공 주입층 및 정공 수송층의 기능을 가지는 층을 나타내고, 적층 구조를 가져도 좋다.

[0212] 또한, 전자 수송층(108G)은 실시형태 1에서 설명한 혼합재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 실시형태 1에서 설명한 혼합재료는 복수의 혼합재료로 방향족 화합물을 포함하고, 각각의 혼합재료로 방향족 화합물은 적어도 하나의 혼합재료로 방향족 고리를 가지는 혼합재료이다. 또한, 복수의 혼합재료로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 혼합재료로 방향족 고리가 축합한 구조를 가지는 축합혼합재료이다. 또한, 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 또는 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1)으로 나타내어지는 혼합재료로 방향족 화합물이고, 각각의 일반식이 다른 혼합재료로 방향족 화합물을 복수 조합한 혼합재료이다. 또한, 전자 수송층(108G)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 정공을 차단하기 위한 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도, 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.

[0213] 또한, 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 발광층을 포함하는 EL층(103G)에 포함되는 층 중 정공 주입·수송층(104G), 발광층, 전자 수송층(108G)의 측면(또는 단부)에 절연층(107)이 형성되어도 좋다. 절연층(107)은 EL층(103G)의 측면(또는 단부)과 접촉하여 형성된다. 이에 의하여, EL층(103G)의 측면으로부터 내부로 산소 또는 수분, 이 외에도 이들의 구성 원소가 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)에는 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등을 사용할 수 있다. 또한, 절연층(107)은 상술한 재료를 사용하여 적층하여 형성되어도 좋다. 또한, 절연층(107)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있고, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.

[0214] 또한, EL층(103G)의 일부(발광층을 포함하고, 정공 주입·수송층(104G), 및 전자 수송층(108B)) 및 절연층(107)을 덮어, 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한, 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다.

[0215] 또한, 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한, 전극(551G)과 전극(552)은 서로 중첩되는 영역을 가진다. 또한, 전극(551G)과 전극(552) 사이에 EL층(103G)을 가진다.

[0216] 또한, 도 2의 (A)에 도시된 EL층(103G)은 실시형태 2에서 설명한 EL층(103)과 같은 구성을 가진다. 또한 EL층

(103G)은 예를 들어 녹색의 광을 사출할 수 있다.

[0217] 도 2의 (A)에 도시된 바와 같이 발광 디바이스(550R)는 전극(551R), 전극(552), 및 EL층(103R)을 가진다. 또한 각 층의 구체적인 구성은 실시형태 2에 나타낸 바와 같다. 또한 EL층(103R)은, 발광층을 포함한, 기능이 상이한 복수의 층으로 이루어지는 적층 구조를 가진다. 도 2의 (A)에는, 발광층을 포함하는 EL층(103R)에 포함되는 층 중에서, 정공 주입·수송층(104R), 전자 수송층(108R), 및 전자 주입층(109)만을 도시하였지만, 본 발명의 이에 한정되지 않는다. 또한 정공 주입·수송층(104R)은 실시형태 2에서 설명한 정공 주입층 및 정공 수송층의 기능을 가지는 층을 나타내고, 적층 구조를 가져도 좋다.

[0218] 또한, 전자 수송층(108R)은 실시형태 1에서 설명한 혼합 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 실시형태 1에서 설명한 혼합 재료는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 포함하고, 각각의 헤테로 방향족 화합물은 적어도 하나의 헤테로 방향족 고리를 가지는 혼합 재료이다. 또한, 복수의 헤테로 방향족 화합물 중 적어도 하나는 헤테로 방향족 고리가 축합환 구조를 가지는 축합 헤테로 방향족 고리이다. 또한, 일반식(G1) 내지 일반식(G6) 또는 일반식(G1-1) 내지 일반식(G6-1)으로 나타내어지는 헤테로 방향족 화합물이고, 각각의 일반식이 다른 헤테로 방향족 화합물을 복수 조합한 혼합 재료이다. 또한, 전자 수송층(108R)은 양극 측으로부터 발광층을 통과하여 음극 측으로 이동하는 정공을 차단하기 위한 기능을 가져도 좋다. 또한 전자 주입층(109)에 대해서도, 일부 또는 전부가 상이한 재료를 사용하여 형성되는 적층 구조를 가져도 좋은 것으로 한다.

[0219] 또한, 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 발광층을 포함하는 EL층(103R)에 포함되는 층 중 정공 주입·수송층(104R), 발광층, 전자 수송층(108R)의 측면(또는 단부)에 절연층(107)이 형성되어도 좋다. 절연층(107)은 EL층(103R)의 측면(또는 단부)과 접촉하여 형성된다. 이에 의하여, EL층(103R)의 측면으로부터 내부로 산소 또는 수분, 이 외에도 이들의 구성 원소가 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)에는 예를 들어 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등을 사용할 수 있다. 또한, 절연층(107)은 상술한 재료를 사용하여 적층하여 형성되어도 좋다. 또한, 절연층(107)의 형성에는 스퍼터링법, CVD법, MBE법, PLD법, ALD법 등을 사용할 수 있고, 피복성이 양호한 ALD법이 더 바람직하다.

[0220] 또한, EL층(103R)의 일부(발광층을 포함하고, 정공 주입·수송층(104R), 및 전자 수송층(108R)) 및 절연층(107R)을 덮어, 전자 주입층(109)이 형성된다. 또한, 전자 주입층(109)은 층 내의 전기 저항이 상이한 2층 이상의 적층 구조로 하여도 좋다.

[0221] 또한, 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한, 전극(551R)과 전극(552)은 서로 중첩되는 영역을 가진다. 또한, 전극(551R)과 전극(552) 사이에 EL층(103R)을 가진다.

[0222] 또한, 도 2의 (A)에 도시된 EL층(103R)은 실시형태 2에서 설명한 EL층(103)과 같은 구성을 가진다. 또한 EL층(103R)은 예를 들어 적색의 광을 사출할 수 있다.

[0223] EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R) 사이에 각각 격벽(528)을 가진다. 또한, 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이 각 발광 디바이스의 EL층(EL층(103B), EL층(103G), EL층(103R))과 격벽(528)은 절연층(107)을 사이에 두고 측면(또는 단부)에서 접촉한다.

[0224] 각 EL층에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이 각 EL층 사이에 절연 재료로 이루어진 격벽(528)을 제공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.

[0225] 또한, 본 실시형태에서 설명하는 제조 방법에서는 패터닝 공정에 의하여 EL층의 측면(또는 단부)이 공정 도중에 노출된다. 그러므로, EL층의 측면(또는 단부)으로부터의 산소 또는 물 등의 침입으로 인하여 EL층의 열화가 진행되기 쉽다. 따라서, 격벽(528)을 제공함으로써, 제조 공정에서의 EL층의 열화를 억제할 수 있게 된다.

[0226] 또한, 격벽(528)을 제공함으로써, 인접된 발광 디바이스 사이에 형성된 오목부를 평탄화할 수도 있다. 또한, 오목부가 평탄화됨으로써 각 EL층 위에 형성되는 전극(552)의 단선을 억제할 수 있다. 또한, 격벽(528)의 형성에 사용하는 절연 재료로서는 예를 들어 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 에폭시 수지, 이미드 수지, 폴리아마이드 수지, 폴리이미드아마이드 수지, 실리콘(silicone) 수지, 실록산 수지, 벤조사이클로뷰텐계 수지, 페놀 수지, 및 이들 수지의 전구체 등의 유기 재료를 적용할 수 있다. 또한, 폴리바이닐 알코올(PVA), 폴리바이닐뷰티랄, 폴리바이닐페롤리돈, 폴리에틸렌글라이콜, 폴리글리세린, 폴루란, 수용성 셀룰로스, 또는 알코올 가용성 폴리아마이드 수지 등의 유기 재료를 사용하여도 좋다. 또한, 포토레지스트 등의 감광성 수지를 사용할 수 있

다. 또한, 감광성 수지는 포지티브형 재료 또는 네거티브형 재료를 사용할 수 있다.

[0227] 또한, 격벽(528)의 상면의 높이와, EL충(103B), EL충(103G), 및 EL충(103R) 중 어느 것의 상면의 높이의 차이가 예를 들어 격벽(528)의 두께의 0.5배 이하인 것이 바람직하고, 0.3배 이하인 것이 더 바람직하다. 또한 예를 들어 EL충(103B), EL충(103G), 및 EL충(103R) 중 어느 것의 상면이 격벽(528)의 상면보다 높게 되도록 절연층을 제공하여도 좋다. 또한 예를 들어 격벽(528)의 상면이 EL충(103B), EL충(103G), 및 EL충(103R)이 가지는 발광층의 상면보다 높게 되도록 격벽(528)을 제공하여도 좋다.

[0228] 1000ppi를 넘는 고정세의 발광 장치(표시 패널)에서, EL충(103B), EL충(103G), 및 EL충(103R) 사이가 전기적으로 도통되면, 크로스토크 현상이 발생하여 발광 장치의 표시 가능한 색역이 좁아진다. 1000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 바람직하게는 2000ppi를 넘는 고정세의 표시 패널, 더 바람직하게는 5000ppi를 넘는 초고정세의 표시 패널에 격벽(528)을 제공함으로써 선명한 색채의 표시가 가능한 표시 패널을 제공할 수 있다.

[0229] 또한, 도 2의 (B)는 도 2의 (A)의 단면도의 일점쇄선 Ya-Yb에 대응하는 발광 장치(700)의 상면 개략도이다. 즉, 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 각각 매트릭스상으로 배열되어 있다. 또한, 도 2의 (B)는 Y방향으로 동일한 색의 발광 디바이스가 배열하는, 소위 스트라이프 배열을 나타낸 것이다. 또한, Y방향과 교차하는 X방향에는 동일한 색의 발광 디바이스가 배열되어 있다. 또한, 발광 디바이스의 배열 방법은 이에 한정되지 않고, 엘타 배열, 지그재그 배열 등의 배열 방법을 적용하여도 좋고, 펜타일 배열, 다이아몬드 배열 등을 사용할 수도 있다.

[0230] 또한 각 EL충(EL충(103B), EL충(103G), 및 EL충(103R))의 분리 가공에서, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행하기 때문에 고정세의 발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 가공된 EL충의 단부(측면)는 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일한 평면 위에 위치하는) 형상이 된다. 또한 이때 각 EL충 사이의 간격(580)의 폭(SE)은 5  $\mu$ m 이하가 바람직하고, 1  $\mu$ m 이하가 더 바람직하다.

[0231] EL충에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL충을 분리 가공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.

[0232] 또한, 도 2의 (C)는 도 2의 (B)의 일점쇄선 C1-C2에 대응하는 단면 개략도이다. 도 2의 (C)에는 접속 전극(551C)과 전극(552)이 전기적으로 접속되는 접속부(130)를 도시하였다. 접속부(130)에서는 접속 전극(551C) 위에 전극(552)이 접촉하여 제공된다. 또한, 접속 전극(551C)의 단부를 덮어 격벽(528)이 제공된다.

[0233] <발광 장치의 제조 방법의 예 1>

[0234] 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이, 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R)을 형성한다. 예를 들어 제 1 기판(510) 위에 형성된 기능층(520) 위에 도전막을 형성하고, 포토리소그래피법을 사용하여 소정의 형상으로 가공한다.

[0235] 또한 도전막의 형성에는, 스팍터링법, 화학 기상 퇴적(CVD: Chemical Vapor Deposition)법, 문자선 에피택시(MBE: Molecular Beam Epitaxy)법, 전공 증착법, 펄스 레이저 퇴적(PLD: Pulsed Laser Deposition)법, 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법 등을 사용하여 형성할 수 있다. CVD법으로서는, 플라스마 화학 기상 퇴적(PECVD: Plasma Enhanced CVD)법 또는 열 CVD법 등이 있다. 또한 열 CVD법 중 하나에 유기 금속 화학 기상 퇴적(MOCVD: Metal Organic CVD)법이 있다.

[0236] 또한 도전막의 가공에는 상술한 포토리소그래피법 이외에, 나노 임프린트법, 샌드블라스트법(sandblasting method), 리프트 오프법 등을 사용하여도 좋다. 또한 메탈 마스크 등의 차폐 마스크를 사용한 성막 방법에 의하여 섬 형상의 박막을 직접 형성하여도 좋다.

[0237] 포토리소그래피법으로서 대표적으로는 다음 2가지 방법이 있다. 하나는 가공하고자 하는 박막 위에 레지스트 마스크를 형성하고, 에칭 등에 의하여 상기 박막을 가공하고, 레지스트 마스크를 제거하는 방법이다. 다른 하나는 감광성을 가지는 박막을 형성한 후에, 노광 및 현상을 수행하여 상기 박막을 원하는 형상으로 가공하는 방법이다. 또한, 전자의 방법을 사용하는 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake) 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정이 있다. 본 발명의 일 형태에서는 도전막의 가공뿐만 아니라, EL충의 형성에 사용하는 박막(유기 화합물로 이루어지는 막 또는 유기 화합물을 일부에 포함하는 막)의

가공에도 리소그래피법을 사용한다.

[0238] 포토리소그래피법에서 노광에 사용하는 광으로서는, 예를 들어 i선(파장 365nm), g선(파장 436nm), h선(파장 405nm), 또는 이들을 혼합시킨 광을 사용할 수 있다. 그 외에, 자외선, KrF 레이저 광, 또는 ArF 레이저 광 등을 사용할 수도 있다. 또한 액침 노광 기술에 의하여 노광을 수행하여도 좋다. 또한 노광에 사용하는 광으로서는 극단 자외(EUV: Extreme Ultra-violet)광 또는 X선을 사용하여도 좋다. 또한 노광에 사용하는 광 대신에 전자빔을 사용할 수도 있다. 극단 자외광, X선, 또는 전자빔을 사용하면, 매우 미세한 가공을 수행할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한 전자빔 등의 빔을 주사하여 노광을 수행하는 경우에는, 포토마스크가 필요하지 않다.

[0239] 레지스트 마스크를 사용한 박막의 에칭에는 드라이 에칭법, 웨트 에칭법, 샌드블라스트법 등을 사용할 수 있다.

[0240] 다음으로, 도 3의 (B)에 나타낸 바와 같이, 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 EL층(103B)을 형성한다. 또한, 도 3의 (B)에서, EL층(103B)은 정공 주입·수송층(104B), 발광층, 및 전자수송층(108B)까지 형성되어 있다. 예를 들어, 진공 증착법을 사용하여 전극(551B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 이들을 덮도록 EL층(103B)을 형성한다. 또한, EL층(103B) 위에 희생층(110B)을 형성한다.

[0241] 희생층(110B)은 EL층(103B)의 에칭 처리에 대한 내성이 높은 막, 즉 에칭 선택비가 큰 막을 사용할 수 있다. 또한, 희생층(110B)은 에칭 선택비가 상이한 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조인 것이 바람직하다. 또한, 희생층(110B)은 EL층(103B)으로의 대미지가 적은 웨트 에칭법에 의하여 제거할 수 있는 막을 사용할 수 있다. 웨트 에칭에 사용하는 에칭 재료로서는 옥살산 등을 사용할 수 있다.

[0242] 희생층(110B)으로서는 예를 들어 금속막, 합금막, 금속 산화물막, 반도체막, 무기 절연막 등의 무기막을 사용할 수 있다. 또한, 희생층(110B)은 스퍼터링법, 증착법, CVD법, ALD법 등의 각종 성막 방법에 의하여 형성할 수 있다.

[0243] 희생층(110B)에는 예를 들어 금, 은, 백금, 마그네슘, 니켈, 텉스텐, 크로뮴, 몰리브데늄, 철, 코발트, 구리, 팔라듐, 타이타늄, 알루미늄, 이트륨, 지르코늄, 및 탄탈럼 등의 금속 재료, 또는 상기 금속 재료를 포함하는 합금 재료를 사용할 수 있다. 특히, 알루미늄 또는 은 등의 저용점 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

[0244] 또한 희생층(110B)에는 인듐 갈륨 아연 산화물(In-Ga-Zn 산화물, IGZO라고도 표기함) 등의 금속 산화물을 사용할 수 있다. 또한 산화인듐, 인듐 아연 산화물(In-Zn 산화물), 인듐 주석 산화물(In-Sn 산화물), 인듐 타이타늄 산화물(In-Ti 산화물), 인듐 주석 아연 산화물(In-Sn-Zn 산화물), 인듐 타이타늄 아연 산화물(In-Ti-Zn 산화물), 인듐 갈륨 주석 아연 산화물(In-Ga-Sn-Zn 산화물) 등을 사용할 수 있다. 또는 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물 등을 사용할 수도 있다.

[0245] 또한 상기 갈륨 대신에 원소 M(M은 알루미늄, 실리콘, 붕소, 이트륨, 구리, 바나듐, 베릴륨, 타이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브데늄, 란타늄, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텉스텐, 및 마그네슘에서 선택된 1종류 또는 복수 종류)을 사용할 수도 있다. 특히 M은 갈륨, 알루미늄, 및 이트륨 중에서 선택된 1종류 또는 복수 종류로 하는 것이 바람직하다.

[0246] 또한, 희생층(110B)에는 산화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화 실리콘 등의 무기 절연 재료를 사용할 수 있다.

[0247] 또한, 희생층(110B)에는 적어도 EL층(103B)의 최상부에 위치하는 막(전자수송층(108B))에 대하여 화학적으로 안정된 용매에 용해될 수 있는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 특히, 물 또는 알코올에 용해되는 재료는 희생층(110B)에 적합하게 사용할 수 있다. 희생층(110B)을 성막할 때에는 재료를 물 또는 알코올 등의 용매에 용해시킨 상태에서, 습식의 성막 방법으로 도포한 후에 용매를 증발시키기 위한 가열 처리를 수행하는 것이 바람직하다. 이때, 감압 분위기하에서 가열 처리를 수행함으로써, 저온 또한 단시간에 용매를 제거할 수 있기 때문에, EL층(103B)으로의 열적 대미지를 저감할 수 있어, 바람직하다.

[0248] 또한, 희생층(110B)을 적층 구조로 하는 경우에는, 상술한 재료로 형성되는 층을 제 1 희생층으로 하고, 그 아래에 제 2 희생층을 형성하여 적층 구조로 할 수 있다.

[0249] 이 경우의 제 2 희생층은 제 1 희생층을 에칭할 때의 하드 마스크로서 사용하는 막이다. 또한, 제 2 희생층의 가공 시에는 제 1 희생층이 노출된다. 따라서, 제 1 희생층과 제 2 희생층은 서로 에칭 선택비가 큰 막의 조합을 선택한다. 그러므로, 제 1 희생층의 에칭 조건 및 제 2 희생층의 에칭 조건에 따라 제 2 희생층에 사용할 수 있는 막을 선택할 수 있다.

- [0250] 예를 들어, 제 2 희생층의 예칭에 플루오린을 포함하는 가스(플루오린계 가스라고도 함)를 사용한 드라이 예칭을 사용하는 경우에는 질화 실리콘, 질화 실리콘, 산화 실리콘, 텅스텐, 타이타늄, 몰리브데늄, 탄탈럼, 질화 탄탈럼, 몰리브데늄과 나이오븀을 포함하는 합금, 또는 몰리브데늄과 텅스텐을 포함하는 합금 등을 제 2 희생층에 사용할 수 있다. 여기서, 상기 플루오린계 가스를 사용한 드라이 예칭에 있어서, 예칭 선택비를 크게 할 수 있는(즉, 예칭 속도를 느리게 할 수 있는) 막으로서는, IGZO, ITO 등의 금속 산화물막 등이 있고, 이를 제 1 희생층에 사용할 수 있다.
- [0251] 또한, 상술한 것에 한정되지 않고, 제 2 희생층은 다양한 재료 중에서 제 1 희생층의 예칭 조건 및 제 2 희생층의 예칭 조건에 따라 선택할 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 희생층에 사용할 수 있는 막 중에서 선택할 수도 있다.
- [0252] 또한, 제 2 희생층에는 예를 들어 질화물막을 사용할 수 있다. 구체적으로는 질화 실리콘, 질화 알루미늄, 질화 하프늄, 질화 타이타늄, 질화 탄탈럼, 질화 텅스텐, 질화 갈륨, 질화 저마늄 등의 질화물을 사용할 수도 있다.
- [0253] 또는, 제 2 희생층에 산화물막을 사용할 수 있다. 대표적으로는, 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 산화 알루미늄, 산화질화 알루미늄, 산화 하프늄, 산화질화 하프늄 등의 산화물막 또는 산질화물막을 사용할 수도 있다.
- [0254] 다음으로, 도 3의 (C)에 도시된 바와 같이 희생층(110B) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: REG)으로 형성한다. 또한, 이와 같은 방법을 사용하는 경우, 레지스트 도포 후의 가열(PAB: Pre Applied Bake) 및 노광 후의 가열(PEB: Post Exposure Bake) 등의 열처리 공정이 있다. 예를 들어, PAB 온도는 100°C 전후, PEB 온도는 120°C 전후이다. 그러므로, 이들의 처리 온도에 견딜 수 있는 발광 디바이스이어야 한다. 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스는 포토리소그래피 처리에 노출되는 층, 구체적으로는 실시형태 1에서 설명한 혼합 재료로 이루어지는 내열성이 높은 층을 사용하므로, 열처리 시의 영향이 억제되어, 신뢰성이 높은 발광 디바이스를 가진 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0255] 다음으로, 얻어진 레지스트 마스크(REG)를 사용하여, 레지스트 마스크(REG)로 덮이지 않은 희생층(110B)의 일부를 예칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크(REG)를 제거한 후, 희생층(110B)으로 덮이지 않은 EL층(103B)의 일부를 예칭에 의하여 제거하고, 전극(551G) 위의 EL층(103B) 및 전극(551R) 위의 EL층(103B)을 예칭에 의하여 제거하여, 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면(紙面)과 교차되는 방향으로 연장되는 띠 모양의 형상으로 가공한다. 구체적으로는, 전극(551B)과 중첩되는 EL층(103B) 위에 패턴 형성을 한 희생층(110B)을 사용하여 드라이 예칭을 수행한다. 또한, 희생층(110B)이 상술한 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크(REG)를 사용하여 제 2 희생층의 일부를 예칭한 후, 레지스트 마스크(REG)를 제거하고, 제 2 희생층을 마스크로서 사용하여 제 1 희생층의 일부를 예칭하여, EL층(103B)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 이들의 예칭 처리에 의하여 도 4의 (A)의 형상을 얻는다.
- [0256] 다음으로, 도 4의 (B)에 도시된 바와 같이, 희생층(110B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 EL층(103G)을 형성한다. 또한, 도 4의 (B)에서는 EL층(103G)에 포함되는 정공 주입·수송층(104G), 발광층, 및 전자 수송층(108G)까지가 형성되어 있다. 예를 들어, 진공 증착법을 사용하여 희생층(110B), 전극(551G), 및 전극(551R) 위에 이들을 덮도록 EL층(103G)을 형성한다.
- [0257] 다음으로, 도 4의 (C)에 도시된 바와 같이, EL층(103G) 위에 희생층(110G)을 형성하고, 희생층(110G) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: REG)으로 형성하고, 얻어진 레지스트 마스크로 덮이지 않은 희생층(110G)의 일부를 예칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크를 제거한 후, 희생층으로 덮이지 않은 EL층(103G)의 일부를 예칭에 의하여 제거하고, 전극(551B) 위의 EL층(103G) 및 전극(551R) 위의 EL층(103G)을 예칭에 의하여 제거하여, 도 5의 (A)에 도시된 바와 같이 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면과 교차하는 방향으로 연장되는 띠 모양의 형상으로 가공한다. 또한, 희생층(110G)이 상술한 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크를 사용하여 제 2 희생층의 일부를 예칭한 후, 레지스트 마스크를 제거하고, 제 2 희생층을 마스크로서 사용하여 제 1 희생층의 일부를 예칭하여, EL층(103G)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다.
- [0258] 다음으로, 도 5의 (B)에 도시된 바와 같이, 희생층(110B), 희생층(110G), 및 전극(551R) 위에 EL층(103R)을 형성한다. 또한, 도 5의 (B)에서는 EL층(103R)에 포함되는 정공 주입·수송층(104R), 발광층, 및 전자 수송층(108R)까지가 형성되어 있다. 예를 들어, 진공 증착법을 사용하여 희생층(110B), 희생층(110G), 및 전극(551R) 위에 이들을 덮도록 EL층(103R)을 형성한다.

- [0259] 다음으로, 도 5의 (C)에 도시된 바와 같이, EL층(103R) 위에 희생층(110R)을 형성하고, 희생층(110R) 위에 레지스트를 도포하고, 포토리소그래피법을 사용하여 레지스트를 원하는 형상(레지스트 마스크: REG)으로 형성하고, 얻어진 레지스트 마스크로 덮이지 않은 희생층(110R)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 레지스트 마스크를 제거한 후, 희생층(110R)으로 덮이지 않은 EL층(103R)의 일부를 에칭에 의하여 제거하고, 전극(551B) 위의 EL층(103R) 및 전극(551G) 위의 EL층(103R)을 에칭에 의하여 제거하여, 측면을 가지는(또는 측면이 노출되는) 형상 또는 지면과 교차하는 방향으로 연장되는 띠 모양의 형상으로 가공한다. 또한, 희생층(110G)이 상술한 제 1 희생층과 제 2 희생층의 적층 구조를 가지는 경우에는, 레지스트 마스크를 사용하여 제 2 희생층의 일부를 에칭한 후, 레지스트 마스크를 제거하고, 제 2 희생층을 마스크로서 사용하여 제 1 희생층의 일부를 에칭하여, EL층(103G)을 소정의 형상으로 가공하여도 좋다. 또한, EL층(103B, 103G, 103R) 위의 희생층(110B, 110G, 110R)을 잔존시킨 채, 희생층(110B, 110G, 110R) 위에 절연층(107)을 형성하여, 도 6의 (A)의 형상을 얻는다.
- [0260] 또한, 절연층(107)의 형성에는 예를 들어 ALD법을 사용할 수 있다. 이 경우, 절연층(107)은 도 6의 (A)에 도시된 바와 같이 각 EL층(103B, 103G, 103R)의 측면과 접하여 형성된다. 이에 의하여, 각 EL층(103B, 103G, 103R)의 측면으로부터 내부로 산소 또는 수분, 이 외에도 이들의 구성 원소가 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또한 절연층(107)에 사용하는 재료로서는 산화 알루미늄, 산화 마그네슘, 산화 하프늄, 산화 갈륨, 인듐 갈륨 아연 산화물, 질화 실리콘, 또는 질화산화 실리콘 등이 있다.
- [0261] 다음으로, 도 6의 (B)에 도시된 바와 같이, 희생층(110B, 110G, 110R)을 제거한 후, 절연층(107B, 107G, 107R) 및 EL층(103B, 103G, 103R) 위에 전자 주입층(109)을 형성한다. 전자 주입층(109)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성된다. 또한, 전자 주입층(109)은 전자 수송층(108B, 108G, 108R) 위에 형성된다. 또한, 전자 주입층(109)은 각 EL층(103B, 103G, 103R)(다만, 도 6의 (B)에 도시된 EL층(103B, 103G, 103R)은 정공 주입·수송층(104R, 104G, 104B), 발광층, 및 전자 수송층(108B, 108G, 108R)을 포함함)의 측면(또는 단부)과 절연층(107B, 107G, 107R)을 개재하여 접하는 구조를 가진다.
- [0262] 다음으로, 도 6의 (C)에 도시된 바와 같이 전극(552)을 형성한다. 전극(552)은 예를 들어 진공 증착법을 사용하여 형성한다. 또한, 전극(552)은 전자 주입층(109) 위에 형성된다. 또한, 전극(552)은 전자 주입층(109) 및 절연층(107B, 107G, 107R)을 개재하여 각 EL층(103B, 103G, 103R)(다만, 도 6의 (C)에 도시된 EL층(103B, 103G, 103R)은 정공 주입·수송층(104R, 104G, 104B), 발광층, 및 전자 수송층(108B, 108G, 108R)을 포함함)의 측면(또는 단부)과 접하는 구조를 가진다. 이에 의하여, 각 EL층(103B, 103G, 103R)과 전극(552), 더 구체적으로는, 각 EL층(103B, 103G, 103R)이 각각 가지는 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R)과 전극(552)이 전기적으로 단락되는 것을 방지할 수 있다.
- [0263] 상술한 공정에 의하여, 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)에서의 EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R)을 각각 분리 가공할 수 있다.
- [0264] 또한 이들 EL층(EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R))의 분리 가공에서, 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성을 수행하기 때문에 고정세의 발광 장치(표시 패널)를 제작할 수 있다. 또한 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 가공된 EL층의 단부(측면)는 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일한 평면 위에 위치하는) 형상이 된다.
- [0265] EL층에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL층을 분리 가공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.
- [0266] <발광 장치(700)의 구성예 2>
- [0267] 도 7에 도시된 발광 장치(700)는 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)을 가진다. 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 발광 디바이스(550R), 및 격벽(528)은 제 1 기판(510) 위에 제공된 기능층(520) 위에 형성된다. 기능층(520)에는 복수의 트랜지스터로 구성된 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 또한 이들 구동 회로는 일례로서 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R) 각각에 전기적으로 접속되고, 이들을 구동할 수 있다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD)에 대해서는 실시형태 4에서 후술한다.
- [0268] 또한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)는 실시형태 2에서 설명한 디바이스 구조를 가진다. 특히, 도 1의 (A)에 도시된 구조에서의 EL층(103)이 각 발광 디바이스에서 상이한 경우를 나타

낸다.

[0269] 또한 도 7에 도시된 각 발광 디바이스의 구체적인 구성은 도 2에서 설명한 발광 디바이스(550B), 발광 디바이스(550G), 및 발광 디바이스(550R)와 같다.

[0270] 도 7에 도시된 바와 같이, 각 발광 디바이스(550B, 550G, 550R)의 EL층(103B, 103G, 103R)이 각각 가지는 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R)이 EL층(103B, 103G, 103R)을 구성하는 다른 기능층보다 작고, 그 위에 적층되는 기능층으로 덮인 구조를 가진다.

[0271] 또한 본 구성의 경우에는, 각 EL층에서의 정공 주입·수송층(104B, 104G, 104R)이 다른 기능층으로 덮임으로써 완전히 분리되기 때문에, 구성에 1에서 설명한, 전극(552)과의 단락을 방지하기 위한 절연층(도 7의 부호 107B, 107G, 107R)은 없어도 된다.

[0272] 또한 본 구성의 각 EL층(EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R))의 분리 가공에서, 포토리소그래피법에 의한 패턴 형성을 수행하기 때문에, 가공된 EL층의 단부(측면)가 실질적으로 동일한 표면을 가지는(또는 실질적으로 동일한 평면 위에 위치하는) 형상이 된다.

[0273] 각 발광 디바이스가 가지는 EL층(EL층(103B), EL층(103G), 및 EL층(103R))은 인접한 발광 디바이스와의 사이에 각각 간격(580)을 가진다. 또한, 여기서, 간격(580)을 인접된 발광 디바이스의 EL층 간의 거리(SE)로 나타내는 경우, 거리(SE)가 작을수록 개구율 및 정세도(精細度)를 높일 수 있다. 한편, 거리(SE)가 클수록, 인접한 발광 디바이스와의 제작 공정 편차의 영향을 허용할 수 있기 때문에 제조 수율을 높일 수 있다. 본 명세서에 따라 제작되는 발광 디바이스는 미세화 프로세스에 적합하므로, 인접한 발광 디바이스의 EL층 간의 거리(SE)는  $0.5\text{ }\mu\text{m}$  이상  $5\text{ }\mu\text{m}$  이하, 바람직하게는  $1\text{ }\mu\text{m}$  이상  $3\text{ }\mu\text{m}$  이하, 더 바람직하게는  $1\text{ }\mu\text{m}$  이상  $2.5\text{ }\mu\text{m}$  이하, 더 바람직하게는  $1\text{ }\mu\text{m}$  이상  $2\text{ }\mu\text{m}$  이하로 할 수 있다. 또한, 대표적으로는 거리(SE)는  $1\text{ }\mu\text{m}$  이상  $2\text{ }\mu\text{m}$  이하(예를 들어  $1.5\text{ }\mu\text{m}$  또는 그 근방)인 것이 바람직하다.

[0274] EL층에서, 특히 양극과 발광층 사이에 위치하는 정공 수송 영역에 포함되는 정공 주입층은 도전율이 높은 경우가 많으므로, 서로 인접한 발광 디바이스에 의하여 공유되는 층으로서 형성되면, 크로스토크의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 구성예에서 나타낸 바와 같이 포토리소그래피법을 사용한 패턴 형성에 의하여 EL층을 분리 가공함으로써 서로 인접한 발광 디바이스 사이에서의 크로스토크의 발생을 억제할 수 있다.

[0275] 또한 본 명세서 등에서, 메탈 마스크 또는 FMM(파인 메탈 마스크, 고정세 메탈 마스크)을 사용하여 제작되는 디바이스를 MM(메탈 마스크) 구조의 디바이스라고 부르는 경우가 있다. 또한 본 명세서 등에서, 메탈 마스크 또는 FMM을 사용하지 않고 제작되는 디바이스를 MML(메탈 마스크리스) 구조의 디바이스라고 부르는 경우가 있다.

[0276] 본 실시형태에서 설명한 구성은 다른 실시형태에서 설명하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.

[0277] (실시형태 4)

[0278] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 도 8의 (A) 내지 도 10의 (B)를 사용하여 설명한다. 또한 도 8의 (A) 내지 도 10의 (B)에 나타낸 발광 장치(700)는 실시형태 2에서 설명한 발광 디바이스를 가진다. 또한 본 실시형태에서 설명하는 발광 장치(700)는 전자 기기 등의 표시부에 적용할 수 있으므로 표시 패널이라고 부를 수도 있다.

[0279] 본 실시형태에서 설명하는 발광 장치(700)는 도 8의 (A)에 도시된 바와 같이, 표시 영역(231)을 가지고, 표시 영역(231)은 한 그룹의 화소(703(i, j))를 가진다. 또한 도 8의 (B)에 도시된 바와 같이, 한 그룹의 화소(703(i, j))와 인접한 한 그룹의 화소(703(i+1, j))를 가진다.

[0280] 또한 화소(703(i, j))에는 복수의 화소를 사용할 수 있다. 예를 들어 색상이 서로 다른 색을 표시하는 복수의 화소를 사용할 수 있다. 또한 복수의 화소 각각을 부화소라고 바꿔 말할 수 있다. 또는 복수의 부화소를 한 세트로 하여, 화소라고 바꿔 말할 수 있다.

[0281] 이 경우, 상기 복수의 화소가 표시하는 색을 가볍 흔색 또는 감법 흔색할 수 있다. 또는 각각의 화소로는 표시 할 수 없는 색상의 색을 표시할 수 있다.

[0282] 구체적으로는, 청색을 표시하는 화소(702B(i, j)), 녹색을 표시하는 화소(702G(i, j)), 및 적색을 표시하는 화소(702R(i, j))를 화소(703(i, j))에 사용할 수 있다. 또한 화소(702B(i, j)), 화소(702G(i, j)), 및 화소(702R(i, j)) 각각을 부화소라고 바꿔 말할 수 있다.

- [0283] 또한 상기 한 세트에 더하여 백색 등을 표시하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다. 또한 시안을 표시하는 화소, 마젠타를 표시하는 화소, 및 황색을 표시하는 화소 각각을 부화소로서 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다.
- [0284] 또한 상기 한 세트에 더하여 적외선을 사출하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용하여도 좋다. 구체적으로는, 650nm 이상 1000nm 이하의 파장을 가지는 광을 포함한 광을 사출하는 화소를 화소(703(i, j))에 사용할 수 있다.
- [0285] 도 8의 (A)에 도시된 표시 영역(231)의 주변에 구동 회로(GD) 및 구동 회로(SD)를 가진다. 또한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등과 전기적으로 접속된 단자(519)를 가진다. 단자(519)는 예를 들어 플렉시블 인쇄 회로(FPC1)에 전기적으로 접속될 수 있다.
- [0286] 또한 구동 회로(GD)는 제 1 선택 신호 및 제 2 선택 신호를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 구동 회로(GD)는 후술하는 도전막(G1(i))과 전기적으로 접속되고 제 1 선택 신호를 공급하고, 후술하는 도전막(G2(i))과 전기적으로 접속되고 제 2 선택 신호를 공급한다. 또한 구동 회로(SD)는 화상 신호 및 제어 신호를 공급하는 기능을 가지고, 제어 신호는 제 1 레벨 및 제 2 레벨을 포함한다. 예를 들어 구동 회로(SD)는 후술하는 도전막(S1g(j))과 전기적으로 접속되고 화상 신호를 공급하고, 후술하는 도전막(S2g(j))과 전기적으로 접속되고 제어 신호를 공급한다.
- [0287] 도 10의 (A)는 도 8의 (A)에 나타낸 일점쇄선 X1-X2와 일점쇄선 X3-X4 각각에서의 발광 장치의 단면도이다. 도 10의 (A)에 도시된 바와 같이, 발광 장치(700)는 제 1 기판(510)과 제 2 기판(770) 사이에 기능층(520)을 가진다. 기능층(520)에는 상술한 구동 회로(GD), 구동 회로(SD) 등 외에, 이들을 전기적으로 접속하는 배선 등이 포함된다. 도 10의 (A)에는 기능층(520)이 화소 회로(530B(i, j)), 화소 회로(530G(i, j)), 및 구동 회로(GD)를 포함한 구성을 나타내었지만, 이에 한정되지 않는다.
- [0288] 또한 기능층(520)이 가지는 각 화소 회로(예를 들어 도 10의 (A)에 나타낸 화소 회로(530B(i, j)), 화소 회로(530G(i, j)))는 기능층(520) 위에 형성되는 각 발광 디바이스(예를 들어 도 10의 (A)에 도시된 발광 디바이스(550B(i, j)), 발광 디바이스(550G(i, j)))와 전기적으로 접속된다. 구체적으로는, 발광 디바이스(550B(i, j))는 개구부(591B)를 통하여 화소 회로(530B(i, j))에 전기적으로 접속되고, 발광 디바이스(550G(i, j))는 개구부(591G)를 통하여 화소 회로(530G(i, j))에 전기적으로 접속되어 있다. 또한 기능층(520) 및 각 발광 디바이스 위에 절연층(705)이 제공되어 있고, 절연층(705)은 제 2 기판(770)과 기능층(520)을 접합하는 기능을 가진다.
- [0289] 또한 제 2 기판(770)으로서 매트릭스로 배치된 터치 센서를 가지는 기판을 사용할 수 있다. 예를 들어 정전 용량 방식의 터치 센서 또는 광학식 터치 센서를 가지는 기판을 제 2 기판(770)에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 터치 패널로서 사용할 수 있다.
- [0290] 또한 화소 회로(530G(i, j))의 구체적인 구성을 도 9의 (A)에 나타내었다.
- [0291] 도 9의 (A)에 나타낸 바와 같이, 화소 회로(530G(i, j))는 스위치(SW21), 스위치(SW22), 트랜지스터(M21), 커페시터(C21), 및 노드(N21)를 가진다. 또한 화소 회로(530G(i, j))는 노드(N22), 커페시터(C22), 및 스위치(SW23)를 가진다.
- [0292] 트랜지스터(M21)는 노드(N21)와 전기적으로 접속되는 게이트 전극과, 발광 디바이스(550G(i, j))와 전기적으로 접속되는 제 1 전극과, 도전막(AN0)과 전기적으로 접속되는 제 2 전극을 가진다.
- [0293] 스위치(SW21)는 노드(N21)와 전기적으로 접속되는 제 1 단자와, 도전막(S1g(j))과 전기적으로 접속되는 제 2 단자를 가진다. 또한 스위치(SW21)는 도전막(G1(i))의 전위에 기초하여 도통 상태 또는 비도통 상태를 제어하는 기능을 가진다.
- [0294] 스위치(SW22)는 도전막(S2g(j))과 전기적으로 접속되는 제 1 단자를 가지고, 도전막(G2(i))의 전위에 기초하여, 도통 상태 또는 비도통 상태를 제어하는 기능을 가진다.
- [0295] 커페시터(C21)는 노드(N21)와 전기적으로 접속되는 도전막과, 스위치(SW22)의 제 2 전극과 전기적으로 접속되는 도전막을 가진다.
- [0296] 이에 의하여, 화상 신호를 노드(N21)에 저장할 수 있다. 또는 스위치(SW22)를 사용하여 노드(N21)의 전위를 변경할 수 있다. 또는 발광 디바이스(550G(i, j))가 사출하는 광의 강도를 노드(N21)의 전위를 사용하여 제어할

수 있다.

[0297] 다음으로, 도 9의 (A)에서 설명한 트랜지스터(M21)의 구체적인 구조의 일례를 도 9의 (B)에 나타내었다. 또한 트랜지스터(M21)로서는 보텀 게이트형 트랜지스터 또는 톱 게이트형 트랜지스터 등을 적절히 사용할 수 있다.

[0298] 도 9의 (B)에 도시된 트랜지스터는 반도체막(508), 도전막(504), 절연막(506), 도전막(512A), 및 도전막(512B)을 가진다. 트랜지스터는 예를 들어 절연막(501C) 위에 형성된다. 또한, 상기 트랜지스터는 절연막(516)(절연막(516A) 및 절연막(516B)) 및 절연막(518)을 가진다.

[0299] 반도체막(508)은 도전막(512A)에 전기적으로 접속되는 영역(508A), 도전막(512B)에 전기적으로 접속되는 영역(508B)을 가진다. 반도체막(508)은 영역(508A)과 영역(508B) 사이에 영역(508C)을 가진다.

[0300] 도전막(504)은 영역(508C)과 중첩된 영역을 가지고, 도전막(504)은 게이트 전극의 기능을 가진다.

[0301] 절연막(506)은 반도체막(508)과 도전막(504) 사이에 끼워진 영역을 가진다. 절연막(506)은 제 1 게이트 절연막의 기능을 가진다.

[0302] 도전막(512A)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 한쪽을 가지고, 도전막(512B)은 소스 전극의 기능 및 드레인 전극의 기능 중 다른 쪽을 가진다.

[0303] 또한 도전막(524)을 트랜지스터에 사용할 수 있다. 도전막(524)은 도전막(504)과의 사이에 반도체막(508)을 끼우는 영역을 가진다. 도전막(524)은 제 2 게이트 전극의 기능을 가진다. 절연막(501D)은 반도체막(508)과 도전막(524) 사이에 끼워지고, 제 2 게이트 절연막의 기능을 가진다.

[0304] 절연막(516)은 예를 들어 반도체막(508)을 덮는 보호막으로서 기능한다. 절연막(516)으로서는 예를 들어 구체적으로 산화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 질화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 또는 산화 네오디뮴막을 포함하는 막을 사용할 수 있다.

[0305] 절연막(518)에는 예를 들어 산소, 수소, 물, 알칼리 금속, 알칼리 토금속 등의 화산을 억제하는 기능을 가지는 재료를 적용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 절연막(518)으로서 예를 들어 질화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화 알루미늄, 산화질화 알루미늄 등을 사용할 수 있다. 또한, 산화질화 실리콘 및 산화질화 알루미늄 각각에 포함되는 산소의 원자수와 질소의 원자수는 질소의 원자수가 더 많은 것이 바람직하다.

[0306] 또한 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을 형성하는 공정에서, 구동 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을 형성할 수 있다. 예를 들어 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막과 조성이 같은 반도체막을 구동 회로에 사용할 수 있다.

[0307] 또한 반도체막(508)에는 14족 원소를 포함한 반도체를 사용할 수 있다. 구체적으로는, 실리콘을 포함한 반도체를 반도체막(508)에 사용할 수 있다.

[0308] 또한 반도체막(508)에는 수소화 비정질 실리콘을 사용할 수 있다. 또는 미결정 실리콘 등을 반도체막(508)에 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 폴리실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치(또는 표시 패널) 보다 표시 불균일이 적은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 발광 장치의 대형화가 용이하다.

[0309] 또한 반도체막(508)에는 폴리실리콘을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 트랜지스터의 전계 효과 이동도를 높일 수 있다. 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 구동 능력을 높일 수 있다. 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 화소의 개구율을 향상시킬 수 있다.

[0310] 또는 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 트랜지스터보다 트랜지스터의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0311] 또는 트랜지스터의 제작에 요구되는 온도를, 예를 들어 단결정 실리콘을 사용하는 트랜지스터의 제작에 요구되는 온도보다 낮게 할 수 있다.

[0312] 또는 구동 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막을, 화소 회로의 트랜지스터에 사용하는 반도체막과 동일한 공정으로 형성할 수 있다. 또는 화소 회로를 형성하는 기판과 동일한 기판 위에 구동 회로를 형성할 수 있다. 또는 전자 기기를 구성하는 부품 수를 저감할 수 있다.

[0313] 또한 반도체막(508)에는 단결정 실리콘을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 수소화 비정질 실리콘을 반

도체막(508)에 사용하는 발광 장치(또는 표시 패널)보다 정세도를 높일 수 있다. 또는 예를 들어 폴리실리콘을 반도체막(508)에 사용하는 발광 장치보다 표시 불균일이 적은 발광 장치를 제공할 수 있다. 또는 예를 들어 스마트 글라스 또는 헤드 마운트 디스플레이를 제공할 수 있다.

[0314] 또한 반도체막(508)에는 금속 산화물을 사용할 수 있다. 이에 의하여, 비정질 실리콘을 반도체막에 사용한 트랜지스터를 이용하는 회로와 비교하여, 회로가 화상 신호를 유지할 수 있는 시간을 길게 할 수 있다. 구체적으로는 플리커의 발생을 억제하면서, 선택 신호를 30Hz 미만, 바람직하게는 1Hz 미만, 더 바람직하게는 1분에 한 번 미만의 빈도로 공급할 수 있다. 그 결과, 전자 기기의 사용자에게 축적되는 피로를 저감할 수 있다. 또한 구동에 따른 소비 전력을 저감할 수 있다.

[0315] 또한 반도체막(508)에는 산화물 반도체를 사용할 수 있다. 구체적으로는 인듐을 포함한 산화물 반도체, 인듐과 갈륨과 아연을 포함한 산화물 반도체, 또는 인듐과 갈륨과 아연과 주석을 포함한 산화물 반도체를 반도체막(508)에 사용할 수 있다.

[0316] 또한 산화물 반도체를 반도체막에 사용함으로써 반도체막에 비정질 실리콘을 사용한 트랜지스터보다 오프 상태에서의 누설 전류가 적은 트랜지스터를 얻을 수 있다. 따라서 산화물 반도체를 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치 등에 이용하는 것이 바람직하다. 또한 산화물 반도체를 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치에 이용하는 회로는 비정질 실리콘을 반도체막에 사용한 트랜지스터를 스위치에 이용하는 회로보다 플로팅 노드의 전위를 오랫동안 유지할 수 있다.

[0317] 도 10의 (A)에서는 제 2 기판(770) 측으로 광을 추출하는 구조(톱 이미션형)의 발광 장치를 나타내었지만, 도 10의 (B)에 나타낸 바와 같이 제 1 기판(510) 측으로 광을 추출하는 구조(보텀 이미션형)의 발광 장치로 하여도 좋다. 또한 보텀 이미션형 발광 장치의 경우에는 제 1 전극(101)이 반투과·반반사 전극으로서 기능하도록 형성되고, 제 2 전극(102)이 반사 전극으로서 기능하도록 형성된다.

[0318] 또한 도 10의 (A) 및 (B)에서는, 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대하여 설명하였지만, 실시형태 2에 나타낸 발광 디바이스의 구성은 도 11의 (A) 및 (B)에 나타낸 패시브 매트릭스형 발광 장치에 적용하여도 좋다.

[0319] 또한 도 11의 (A)는 패시브 매트릭스형 발광 장치를 도시한 사시도이고, 도 11의 (B)는 도 11의 (A)를 X-Y를 따라 절단한 단면도이다. 도 11의 (A) 및 (B)에서, 기판(951) 위에는 전극(952) 및 전극(956)이 제공되고, 전극(952)과 전극(956) 사이에 EL층(955)이 제공되어 있다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기판면에 가까워짐에 따라, 한쪽 측벽과 다른 쪽의 측벽 사이의 간격이 좁아지는 경사를 가진다. 즉 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 저변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하는 면)이 상변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고 절연층(953)과 접하지 않는 면)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(954)을 제공함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 디바이스의 불량을 방지할 수 있다.

[0320] 본 실시형태에서 설명한 구성은 다른 실시형태에서 설명하는 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것으로 한다.

[0321] (실시형태 5)

[0322] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성에 대하여, 도 12의 (A) 내지 도 14의 (B)를 사용하여 설명한다.

[0323] 도 12의 (A) 내지 도 14의 (B)는 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 구성을 설명하는 도면이다. 도 12의 (A)는 전자 기기의 블록도이고, 도 12의 (B) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 13의 (A) 내지 (E)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다. 또한 도 14의 (A) 및 (B)는 전자 기기의 구성을 설명하는 사시도이다.

[0324] 본 실시형태에서 설명하는 전자 기기(5200B)는 연산 장치(5210)와 입출력 장치(5220)를 가진다(도 12의 (A) 참조).

[0325] 연산 장치(5210)는 조작 정보를 공급받는 기능을 가지고, 조작 정보에 기초하여 화상 정보를 공급하는 기능을 가진다.

[0326] 입출력 장치(5220)는 표시부(5230), 입력부(5240), 검지부(5250), 통신부(5290)를 가지고, 조작 정보를 공급하는 기능 및 화상 정보를 공급받는 기능을 가진다. 또한 입출력 장치(5220)는 검지 정보를 공급하는 기능, 통신

정보를 공급하는 기능, 및 통신 정보를 공급받는 기능을 가진다.

- [0327] 입력부(5240)는 조작 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 입력부(5240)는 전자 기기(5200B)의 사용자의 조작에 기초하여 조작 정보를 공급한다.
- [0328] 구체적으로는 키보드, 하드웨어 버튼, 포인팅 디바이스, 터치 센서, 조도 센서, 활상 장치, 음성 입력 장치, 시선 입력 장치, 자세 검출 장치 등을 입력부(5240)로서 사용할 수 있다.
- [0329] 표시부(5230)는 표시 패널을 가지고, 화상 정보를 표시하는 기능을 가진다. 예를 들어, 실시형태 2에서 설명한 표시 패널을 표시부(5230)에 사용할 수 있다.
- [0330] 검지부(5250)는 검지 정보를 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 전자 기기가 사용되는 주변의 환경을 검지하고, 검지 정보로서 공급하는 기능을 가진다.
- [0331] 구체적으로는, 조도 센서, 활상 장치, 자세 검출 장치, 압력 센서, 인체 감지 센서 등을 검지부(5250)로서 사용할 수 있다.
- [0332] 통신부(5290)는 통신 정보를 공급받는 기능 및 공급하는 기능을 가진다. 예를 들어 무선 통신 또는 유선 통신에 의하여, 다른 전자 기기 또는 통신망에 접속되는 기능을 가진다. 구체적으로는, 무선 구내 통신, 전화 통신, 근거리 무선 통신 등의 기능을 가진다.
- [0333] 도 12의 (B)는 원통 형상의 기둥 등을 따르는 외형을 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 디지털 사이니지 등을 들 수 있다. 본 발명의 일 형태의 표시 패널은 표시부(5230)에 적용할 수 있다. 또한 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가져도 좋다. 또한 사람의 존재를 감지하여 표시 내용을 변경하는 기능을 가진다. 이로써, 예를 들어 건물의 기둥에 설치할 수 있다. 또는 광고 또는 안내 등을 표시할 수 있다.
- [0334] 도 12의 (C)는 사용자가 사용하는 포인터의 궤적에 기초하여 화상 정보를 생성하는 기능을 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 전자 칠판, 전자 게시판, 전자 간판 등을 들 수 있다. 구체적으로는, 대각선의 길이가 20인치 이상, 바람직하게는 40인치 이상, 더 바람직하게는 55인치 이상인 표시 패널을 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배치하여 하나의 표시 영역으로서 사용할 수 있다. 또는 복수의 표시 패널을 배치하여 멀티스크린으로서 사용할 수 있다.
- [0335] 도 12의 (D)는 다른 장치로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 웨어러블형 전자 기기 등을 들 수 있다. 구체적으로는, 몇 가지 선택지를 표시할 수 있거나, 또는 사용자가 선택지 중에서 몇 가지를 선택하고, 이 정보의 송신자에게 답장을 보낼 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어, 웨어러블형 전자 기기의 소비 전력을 저감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 웨어러블형 전자 기기에 화상을 표시할 수 있다.
- [0336] 도 12의 (E)는 하우징의 측면을 따라 완만하게 구부러진 곡면을 가지는 표시부(5230)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 휴대 전화 등을 들 수 있다. 또한 표시부(5230)는 표시 패널을 가지고, 표시 패널은 예를 들어 앞면, 측면, 상면, 및 뒷면에 표시를 하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 휴대 전화의 앞면뿐만 아니라 측면, 상면, 및 뒷면에도 정보를 표시할 수 있다.
- [0337] 도 13의 (A)는 인터넷으로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 스마트폰 등을 들 수 있다. 예를 들어 작성한 메시지를 표시부(5230)에서 확인할 수 있다. 또는 작성한 메시지를 다른 장치에 송신할 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 스마트폰의 소비 전력을 저감할 수 있다. 또는 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 스마트폰에 화상을 표시할 수 있다.
- [0338] 도 13의 (B)는 리모트 컨트롤러를 입력부(5240)로 할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 텔레비전 시스템 등을 들 수 있다. 예를 들어 방송국 또는 인터넷으로부터 정보를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 검지부(5250)를 사용하여 사용자를 촬영할 수 있다. 또는 사용자의 영상을 송신할 수 있다. 또는 사용자의 시청 이력을 취득하여 클라우드 서비스에 제공할 수 있다. 또는 클라우드 서비스로부터 추천 정보를 취득하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 추천 정보에 기초하여 프로그램 또는 동영상을 표시할 수 있다. 또는 예를 들어 사용 환경의 조도에 따라 표시 방법을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 날씨가 맑은 날에 옥내에 들어오는 강한 외광이 닿아도 적합하게 사용할 수 있도록 텔레비전 시스템에 영상을 표시할

수 있다.

[0339] 도 13의 (C)는 인터넷으로부터 교재를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 태블릿 컴퓨터 등을 들 수 있다. 입력부(5240)를 사용하여 리포트를 입력하여 인터넷에 송신할 수 있다. 또는, 클라우드 서비스로부터 리포트의 첨삭 결과 또는 평가를 취득하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 평가에 기초하여 적합한 교재를 선택하여 표시할 수 있다.

[0340] 예를 들어 다른 전자 기기로부터 화상 신호를 수신하여 표시부(5230)에 표시할 수 있다. 또는 스탠드 등에 기대어 세우고 표시부(5230)를 서브 디스플레이로서 사용할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 사용할 수 있도록 태블릿 컴퓨터에 화상을 표시할 수 있다.

[0341] 도 13의 (D)는 복수의 표시부(5230)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 디지털 카메라 등을 들 수 있다. 예를 들어 검지부(5250)로 촬영하면서 표시부(5230)에 표시를 할 수 있다. 또는 촬영한 영상을 검지부에 표시할 수 있다. 또는 입력부(5240)를 사용하여 촬영한 영상을 장식할 수 있다. 또는 촬영한 영상에 메시지를 첨부할 수 있다. 또는 인터넷에 송신할 수 있다. 또는 사용 환경의 조도에 따라 촬영 조건을 변경하는 기능을 가진다. 이에 의하여, 들어 맑은 날씨의 옥외 등 외광이 강한 환경에서도 적합하게 열람할 수 있도록 디지털 카메라에 피사체를 표시할 수 있다.

[0342] 도 13의 (E)는 다른 전자 기기를 슬레이브로서 사용하고, 본 실시형태의 전자 기기를 마스터로서 사용하여, 다른 전자 기기를 제어할 수 있는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 휴대 가능한 퍼스널 컴퓨터 등을 들 수 있다. 예를 들어 화상 정보의 일부를 표시부(5230)에 표시하고, 화상 정보의 다른 일부를 다른 전자 기기의 표시부에 표시할 수 있다. 또는 화상 신호를 공급할 수 있다. 또는 통신부(5290)를 사용하여, 다른 전자 기기의 입력부로부터 기록되는 정보를 취득할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 휴대 가능한 퍼스널 컴퓨터를 사용하여, 넓은 표시 영역을 이용할 수 있다.

[0343] 도 14의 (A)는 가속도 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 고글형 전자 기기 등을 들 수 있다. 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 따른 정보를 공급할 수 있다. 또는 전자 기기는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 기초하여 오른쪽 눈용 화상 정보 및 왼쪽 눈용 화상 정보를 생성할 수 있다. 또는 표시부(5230)는 오른쪽 눈용 표시 영역 및 왼쪽 눈용 표시 영역을 가진다. 이에 의하여, 예를 들어 몰입감을 느낄 수 있는 가상 현실 공간의 영상을 고글형 전자 기기에 표시할 수 있다.

[0344] 도 14의 (B)는 활상 장치, 가속도 또는 방위를 검지하는 검지부(5250)를 가지는 전자 기기를 나타낸 것이다. 일례로서, 안경형 전자 기기 등을 들 수 있다. 검지부(5250)는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 따른 정보를 공급할 수 있다. 또는 전자 기기는 사용자의 위치 또는 사용자가 향하는 방향에 기초하여 화상 정보를 생성할 수 있다. 이에 의하여, 예를 들어 현실의 풍경에 정보를 첨부하여 표시할 수 있다. 또는 증강 현실 공간의 영상을 안경형 전자 기기에 표시할 수 있다.

[0345] 또한 본 실시형태는 본 명세서에서 설명하는 다른 실시형태와 적절히 조합할 수 있다.

[0346] (실시형태 6)

[0347] 본 실시형태에서는, 실시형태 2에 기재된 발광 디바이스를 조명 장치로서 사용하는 구성에 대하여 도 15를 사용하여 설명한다. 또한 도 15의 (A)는 도 15의 (B)에 나타낸 조명 장치의 상면도에서의 선분 e-f를 따라 절단한 단면도이다.

[0348] 본 실시형태의 조명 장치는, 지지체인 투광성을 가지는 기판(400) 위에 제 1 전극(401)이 형성되어 있다. 제 1 전극(401)은 실시형태 2의 제 1 전극(101)에 상당한다. 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 제 1 전극(401)을 투광성을 가지는 재료로 형성한다.

[0349] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기판(400) 위에 형성된다.

[0350] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)의 구성은, 실시형태 2에서의 EL층(103)의 구성에 상당한다. 또한 이들 구성에 대해서는 위의 기재를 참조하기 바란다.

[0351] EL층(403)을 덮어 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 실시형태 2의 제 2 전극(102)에 상당한다. 발광을 제 1 전극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 제 2 전극(404)은 반사율이 높은 재료로 형성된다. 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접속됨으로써 전압이 공급된다.

- [0352] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 기재된 조명 장치는 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)을 가지는 발광 디바이스를 가진다. 상기 발광 디바이스는 발광 효율이 높은 발광 디바이스이므로, 본 실시형태의 조명 장치를 소비 전력이 낮은 조명 장치로 할 수 있다.
- [0353] 상기 구성을 가지는 발광 디바이스가 형성된 기판(400)과, 밀봉 기판(407)을, 실재(405, 406)를 사용하여 고착하여 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 실재(405) 및 실재(406) 중 어느 한쪽만을 사용하여도 좋다. 또한 한쪽의 실재(406)(도 15의 (B)에는 도시되지 않았음)에는 건조제를 혼합할 수도 있고, 이로써 수분을 흡착할 수 있어 신뢰성 향상으로 이어진다.
- [0354] 또한 패드(412)와 제 1 전극(401)의 일부를 실재(405, 406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC칩(420) 등을 제공하여도 좋다.
- [0355] (실시형태 7)
- [0356] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용하여 제작되는 조명 장치의 응용예에 대하여 도 16을 사용하여 설명한다.
- [0357] 실내의 조명 장치로서는, 천장등(8001)으로서 응용할 수 있다. 천장등(8001)에는 천장 직부형 또는 천장 매립형이 있다. 또한 이와 같은 조명 장치는 발광 장치를 하우징 또는 커버와 조합함으로써 구성된다. 그 외에도, 코드 펜던트형(천장에서 코드로 매다는 방식)으로도 응용할 수 있다.
- [0358] 또한 풋라이트(8002)는 바닥에 빛을 조사하여 빌밀을 비추어 안전성을 높일 수 있다. 예를 들어, 침실, 계단, 또는 통로 등에서 사용하는 것이 효과적이다. 그 경우, 방의 크기 또는 구조에 따라 크기 또는 형상을 적절히 변경할 수 있다. 또한 발광 장치와 지지대를 조합하여 구성되는 거치형 조명 장치로 할 수도 있다.
- [0359] 또한 시트형 조명(8003)은 얇은 시트형의 조명 장치이다. 벽면에 붙여서 사용하기 때문에, 공간을 차지하지 않고 폭넓은 용도로 사용할 수 있다. 또한 대면적화도 용이하다. 또한 곡면을 가지는 벽면 또는 하우징에 사용할 수도 있다.
- [0360] 또한 광원으로부터의 광의 방향이 원하는 방향만이 되도록 제어된 조명 장치(8004)를 사용할 수도 있다.
- [0361] 또한 전기 스탠드(8005)는 광원(8006)을 가지고, 광원(8006)에는 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용할 수 있다.
- [0362] 또한 상기 외에도 실내에 설치된 가구의 일부에 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 그 일부인 발광 디바이스를 적용함으로써, 가구로서의 기능을 가지는 조명 장치로 할 수 있다.
- [0363] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 적용한 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한 이들 조명 장치는 본 발명의 일 형태에 포함되는 것으로 한다.
- [0364] 또한 본 실시형태에서 설명한 구성은 다른 실시형태에서 설명한 구성과 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0365] (실시형태 8)
- [0366] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 표시 장치에 적용할 수 있는 발광 디바이스 및 수광 디바이스에 대하여도 28을 참조하여 설명한다.
- [0367] 도 28의 (A)는 본 발명의 일 형태의 표시 장치(810)가 가지는 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)의 단면 개략도이다.
- [0368] 발광 디바이스(805a)는 광을 발하는 기능(이하, 발광 기능이라고도 기재함)을 가진다. 발광 디바이스(805a)는 전극(801a), EL층(803a), 및 전극(802)을 가진다. 발광 디바이스(805a)는 실시형태 2에서 설명한 유기 EL을 이용하는 발광 디바이스(유기 EL 디바이스)인 것이 바람직하다. 따라서 전극(801a)과 전극(802) 사이에 끼워지는 EL층(803a)은 적어도 발광층을 가진다. 발광층은 발광 물질을 가진다. 전극(801a)과 전극(802) 사이에 전압을 인가함으로써, EL층(803a)으로부터 광이 사출된다. EL층(803a)은 발광층 외에, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어(정공 또는 전자) 차단층, 전하 발생층 등 다양한 층을 가져도 좋다. 또한, 발광 디바이스(805a)의 EL층(803a)에는 본 발명의 일 형태인 혼합 재료를 사용할 수 있다.
- [0369] 수광 디바이스(805b)는 광을 검출하는 기능(이하, 수광 기능이라고도 기재함)을 가진다. 수광 디바이스(805b)로서는, 예를 들어 pn형 또는 pin형의 포토다이오드를 사용할 수 있다. 수광 디바이스(805b)는 전극(801b), 수

광총(803b), 및 전극(802)을 가진다. 전극(801b)과 전극(802) 사이에 끼워지는 수광총(803b)은 적어도 활성총을 가진다. 수광 디바이스(805b)는 광전 변환 디바이스로서 기능하고, 수광총(803b)에 입사하는 광에 의하여 전하를 발생시켜 전류로서 추출할 수 있다. 이때, 전극(801b)과 전극(802) 사이에 전압을 인가하여도 좋다. 수광총(803b)에 입사하는 광량에 기초하여 발생되는 전하량이 결정된다.

[0370] 수광 디바이스(805b)는 가시광을 검출하는 기능을 가진다. 수광 디바이스(805b)는 가시광에 대하여 감도를 가진다. 수광 디바이스(805b)는 가시광 및 적외광을 검출하는 기능을 가지면 더 바람직하다. 수광 디바이스(805b)는 가시광 및 적외광에 감도를 가지는 것이 바람직하다.

[0371] 또한, 본 명세서 등에서 청색(B) 광장 영역은 400nm 이상 490nm 미만이고, 청색(B) 광은 상기 광장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가진다. 또한, 녹색(G) 광장 영역은 490nm 이상 580nm 미만이고, 녹색(G) 광은 상기 광장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가진다. 또한, 적색(R) 광장 영역은 580nm 이상 700nm 미만이고, 적색(R) 광은 상기 광장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가진다. 또한, 본 명세서 등에서 가시광 광장 영역은 400nm 이상 700nm 미만이고, 가시광은 상기 광장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가진다. 또한, 적외(IR) 광장 영역은 700nm 이상 900nm 미만이고, 적외(IR) 광은 상기 광장 영역에 적어도 하나의 발광 스펙트럼의 피크를 가지는 것이다.

[0372] 수광 디바이스(805b)의 수광총(803b)에는 반도체가 포함된다. 상기 반도체로서는, 실리콘 등의 무기 반도체 및 유기 화합물을 포함하는 유기 반도체 등을 들 수 있다. 수광 디바이스(805b)로서는 수광총(803b)에 유기 반도체를 포함하는 유기 반도체 디바이스(또는 유기 포토다이오드)를 사용하는 것이 바람직하다. 유기 포토다이오드는 박형화, 경량화, 및 대면적화가 용이하고, 형상 및 디자인의 자유도가 높으므로 다양한 표시 장치에 적용할 수 있다. 또한, 유기 반도체를 사용함으로써, 발광 디바이스(805a)가 가지는 EL총(803a)과 수광 디바이스(805b)가 가지는 수광총(803b)을 같은 방법(예를 들어, 진공 증착법)으로 형성할 수 있어, 공통된 제조 장치를 사용할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 수광 디바이스(805b)의 수광총(803b)에는 본 발명의 일 형태인 혼합재료를 사용할 수 있다.

[0373] 본 발명의 일 형태의 표시 장치는, 발광 디바이스(805a)로서 유기 EL 디바이스를 사용하고, 수광 디바이스(805b)로서 유기 포토다이오드를 적합하게 사용할 수 있다. 유기 EL 디바이스 및 유기 포토다이오드는 동일 기판 위에 형성할 수 있다. 따라서, 유기 EL 디바이스를 사용한 표시 장치에 유기 포토다이오드를 내장할 수 있다. 본 발명의 일 형태인 표시 장치는 화상을 표시하는 기능에 더하여 활상 기능 및 센싱 기능 중 한쪽 또는 양쪽도 가진다.

[0374] 전극(801a) 및 전극(801b)은 동일한 면 위에 제공된다. 도 28의 (A)는 전극(801a) 및 전극(801b)이 기판(800) 위에 제공되는 구성을 나타낸 것이다. 또한, 전극(801a) 및 전극(801b)은 예를 들어 기판(800) 위에 형성된 도전막을 섭 형상으로 가공함으로써 형성할 수 있다. 즉, 전극(801a) 및 전극(801b)은 같은 공정을 거쳐 형성할 수 있다.

[0375] 기판(800)은 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)의 형성에 견딜 수 있는 내열성을 가지는 기판을 사용할 수 있다. 기판(800)으로서 절연성 기판을 사용하는 경우에는, 유리 기판, 석영 기판, 사파이어 기판, 세라믹 기판, 유기 수지 기판 등을 사용할 수 있다. 또한, 실리콘 또는 탄소화 실리콘 등을 재료로 한 단결정 반도체 기판 및 다결정 반도체 기판, 실리콘 저마늄 등으로 이루어지는 화합물 반도체 기판, SOI 기판 등의 반도체 기판을 사용할 수 있다.

[0376] 특히, 기판(800)으로서 상술한 절연성 기판 또는 반도체 기판 위에 트랜지스터 등의 반도체 소자를 포함하는 반도체 회로가 형성된 기판을 사용하는 것이 바람직하다. 상기 반도체 회로는, 예를 들어 화소 회로, 게이트 구동 회로(게이트 드라이버), 소스선 구동 회로(소스 드라이버) 등을 구성하는 것이 바람직하다. 또한, 상기에 더하여 연산 회로, 기억 회로 등이 구성되어 있어도 좋다.

[0377] 또한, 전극(802)은 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)에서 공통되는 층으로 이루어지는 전극이다. 이를 전극 중 광을 사출하는 측 또는 광이 입사하는 측의 전극에는 가시광 및 적외광을 투과시키는 도전막을 사용한다. 또한 광을 사출하지 않는 측 또는 광이 입사하지 않는 측의 전극에는 가시광 및 적외광을 반사하는 도전막을 사용하는 것이 바람직하다.

[0378] 본 발명의 일 형태인 표시 장치에서의 전극(802)은 발광 디바이스(805a) 및 수광 디바이스(805b)의 각각의 한쪽 전극으로서 기능한다.

[0379] 도 28의 (B)는 발광 디바이스(805a)의 전극(801a)이 전극(802)보다 높은 전위를 가지는 경우에 대하여 나타낸

것이다. 이때, 전극(801a)은 발광 디바이스(805a)의 양극으로서 기능하고, 전극(802)은 음극으로서 기능한다. 또한, 수광 디바이스(805b)의 전극(801b)은 전극(802)보다 낮은 전위를 가진다. 또한, 도 28의 (B)에서는, 전류가 흘리는 방향을 이해하기 쉽게 하기 위하여, 발광 디바이스(805a)의 왼쪽에 발광 다이오드의 회로 기호를 나타내고, 수광 디바이스(805b)의 오른쪽에 포토다이오드의 회로 기호를 나타내었다. 또한, 캐리어(전자 및 정공)가 흘리는 방향을 각 디바이스 내에 모식적으로 화살표로 나타내었다.

[0380] 도 28의 (B)에 나타낸 구성의 경우, 발광 디바이스(805a)에 있어서, 전극(801a)에 제 1 배선을 통하여 제 1 전위가 공급되고, 전극(802)에 제 2 배선을 통하여 제 2 전위가 공급되고, 전극(801a)에 제 3 배선을 통하여 제 3 전위가 공급될 때, 각 전위의 대소 관계는 제 1 전위 > 제 2 전위 > 제 3 전위이다.

[0381] 또한, 도 28의 (C)는 발광 디바이스(805a)의 전극(801a)이 전극(802)보다 낮은 전위를 가지는 경우에 대하여 나타낸 것이다. 이때, 전극(801a)은 발광 디바이스(805a)의 음극으로서 기능하고, 전극(802)은 양극으로서 기능한다. 또한, 수광 디바이스(805b)의 전극(801b)은 전극(802)보다 낮은 전위를 가지며, 전극(801a)보다 높은 전위를 가진다. 또한, 도 28의 (C)에서는, 전류가 흘리는 방향을 이해하기 쉽게 하기 위하여, 발광 디바이스(805a)의 왼쪽에 발광 다이오드의 회로 기호를 나타내고, 수광 디바이스(805b)의 오른쪽에 포토다이오드의 회로 기호를 나타내었다. 또한, 캐리어(전자 및 정공)가 흘리는 방향을 각 디바이스 내에 모식적으로 화살표로 나타내었다.

[0382] 도 28의 (C)에 나타낸 구성의 경우, 발광 디바이스(805a)에 있어서, 전극(801a)에 제 1 배선을 통하여 제 1 전위가 공급되고, 전극(802)에 제 2 배선을 통하여 제 2 전위가 공급되고, 전극(801a)에 제 3 배선을 통하여 제 3 전위가 공급될 때, 각 전위의 대소 관계는 제 2 전위 > 제 3 전위 > 제 1 전위이다.

[0383] 또한, 본 실시형태에서 설명하는 수광 디바이스(805b)의 정세도로서는, 100ppi 이상, 바람직하게는 200ppi 이상, 더 바람직하게는 300ppi 이상, 더욱 바람직하게는 400ppi 이상, 더욱더 바람직하게는 500ppi 이상이고, 2000ppi 이하, 1000ppi 이하, 또는 600ppi 이하 등으로 할 수 있다. 특히, 200ppi 이상 600ppi 이하, 바람직하게는 300ppi 이상 600ppi 이하의 정세도로 수광 디바이스(805b)를 배치하면, 지문의 활상에 적합하게 사용할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 사용하여 지문 인증을 수행하는 경우, 수광 디바이스(805b)의 정세도를 높게 함으로써, 예를 들어 지문의 특징점(Minutia)을 높은 정밀도로 추출할 수 있어, 지문 인증의 정확도를 높일 수 있다. 또한, 정세도가 500ppi 이상이면, 미국 국립 표준 기술 연구소(NIST: National Institute of Standards and Technology) 등의 규격에 준거할 수 있어 적합하다. 또한, 수광 디바이스의 정세도를 500ppi로 가정한 경우, 1화소당 50.8  $\mu\text{m}$ 의 크기가 되고, 지문의 폭(대표적으로는, 300  $\mu\text{m}$  이상 500  $\mu\text{m}$  이하)을 활상하기에는 충분한 정세도인 것을 알 수 있다.

[0384] (실시예 1)

[0385] 본 실시예에서는, 2종류의 재료를 사용하여, 유리 기판 위에 1종류 또는 2종류의 재료를 성막하여, 막 구조가 다른(단층막, 적층막, 혼합막 등) 샘플을 제작하고, 각 샘플에 대하여 내열성 시험을 수행하였다. 또한, 본 실시예에서 사용한 재료의 열물성을 표 1에 나타내고, 화학식을 아래에 나타낸다.

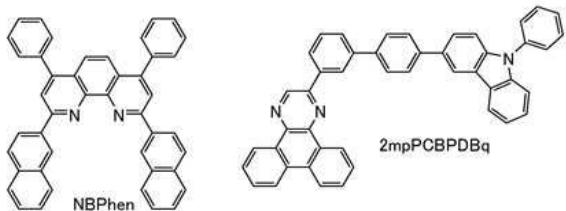
[0386] [표 1]

재료명	Tg(°C)	Tc(°C)	Tm(°C)
NBPhen	165	323(강온)	354
2mpPCBPDBq	125	—	—

[0387] \*Tg: 유리 전이 점(°C), Tc: 결정화 온도(°C), Tm: 융점(°C)

1

### [화학식 12]



[0389]

[0390] 다음으로, 샘플(샘플 1 내지 샘플 4)의 제작 방법에 대하여 설명한다.

[0391] 우선, 진공 증착 장치를 사용하여, 유리 기판 위에 시료층을 형성하고, 1cm×3cm의 직사각형으로 잘라내었다. 다음으로, 벨자형 가열기(SIBATA SCIENTIFIC TECHNOLOGY LTD. 제조, 벨자형 진공 오븐 BV-001)에 기판을 도입하고, 10hPa 정도까지 감압하고 나서, 80°C에서 150°C의 범위의 설정 온도에서 1시간 소성하였다.

[0392] 샘플 1은 1종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0393] 샘플 2는 1종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0394] 샘플 3은 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 적층막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq를 10nm 증착한 후, NBPhen을 10nm 증착하여 형성하였다.

[0395] 샘플 4는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어지는 단층막이고, 유리 기판 위에 2mpPCBPDBq와 NBPhen을 중량비 0.5:0.5(=2mpPCBPDBq:NBPhen)가 되도록 20nm 공중착하여 형성하였다.

[0396] 이와 같은 방법으로 제작한 각 샘플에 대하여, 눈으로 및 광학 현미경(Olympus Corporation 제조, 반도체/FPD 검사 현미경 MX61L)으로 관찰을 하였다.

[0397] 본 실시예에서 제작한 시료의 사진(100배로 확대하여 암시야 관찰함)을 도 17에 나타내었다.

[0398] 각 샘플의 구조와, 도 17에 기초한 결과를 이하의 표 2에 나타내었다. 또한, 표 2에서 동그라미표는 결정이 생성되지 않은 것(결정화 없음)을 나타내고, 삼각은 약간 결정화된 것(약간의 결정화가 있음)을 나타내고, 가위표는 결정이 생성된 것(결정화 있음)을 나타낸다.

[0399]

[豆 2]

### \* rt: 실온

○: 결정화 없음, △: 약간의 결정화가 있음, ×: 결정화 있음(백탁)

[0400]

[0401]

상술한 결과로부터, 1종류의 헤테로 방향족 화합물의 단일막(샘플 1 NBPhen)에서는 높은 온도가 될 때 까지 결정화되지 않고(140°C 부근에서부터 결정화됨), 내열성이 비교적 양호한 박막을 형성할 수 있지만, 적층막(샘플 3 2mpPCBPDBq\NBPhen)으로 함으로써 낮은 온도(100°C)에서 결정화되는 것을 알 수 있다. 이에 대하여, 2종류의 헤�테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어지는 단일막(샘플 4 2mpPCBPDBq:NBPhen)에서는, 적층막(샘플 3

2mpPCBPDBq \ NBPhen) 및 단일막(샘플 1 NBPhen)의 경우와 비교하여, 높은 온도(150°C)까지 결정화되지 않는다는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 얻어지는 혼합 재료의 단층막은, 박막 상태에서는 낮은 온도에서 결정화하는 재료이어도, 혼합함으로써 결정화 온도가 향상되는 효과가 있다는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 얻은 혼합 재료의 단층막은 혼합하지 않는 단일막과 비교하여 내열성이 비약적으로 향상되는 것을 알 수 있다.

[0402]

또한, 본 실시예에서 사용한 NBPhen 및 2mpPCBPDBq는, 각각 단일막으로 형성한 샘플 1(NBPhen) 및 샘플 2(2mpPCBPDBq)의 표 2에 나타낸 결과에 있어서, 모두 표 1에 나타낸 유리 전이점(Tg)보다 낮은 온도에서 결정화 한다. 즉, 발광 디바이스 또는 유기 반도체 소자를 형성할 때 필요한 막 두께(1 μm보다 얇은 막 두께, 예를 들어 1nm 내지 100nm의 막 두께의 유기 박막) 정도로 박막화함으로써, 통상시에는 일어날 수 없는 결정화 현상이 유리 전이점보다 낮은 온도에서 일어나는 것을 알 수 있다. 또한, 적층막인 샘플 3(2mpPCBPDBq \ NBPhen)에서는, 더 낮은 온도(100°C)에서 결정화되는 것이 밝혀졌다. 즉, 2mpPCBPDBq와 NBPhen의 분자 간의 상호 작용의 영향으로 Tg보다 낮은 온도에서의 결정화가 촉진되는 것이 확인되었다. 이에 대하여, 2종류의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어지는 단일막(샘플 4 2mpPCBPDBq:NBPhen)에서의 결정화는 150°C까지 관측되지 않았다. 이는, 2mpPCBPDBq의 유리 전이점(Tg)보다 대폭으로 높은 온도이다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤테로 방향족 화합물로 이루어진 혼합 재료는 박막 상태에서의 분자끼리의 상호 작용에 의한 Tg보다 낮은 온도에서 결정화하는 현상을 억제할 수 있고, 박막화하였을 때 안정된 유리 상태의 막을 유지할 수 있기 때문에 결정화를 억제하는 효과가 있고, 내열성이 높은 재료라고 할 수 있다. 이와 같이 높은 내열성을 가진 박막을 사용함으로써 고내열성의 발광 디바이스 또는 유기 반도체 소자를 제공할 수 있게 된다.

[0403]

(실시예 2)

[0404]

본 실시예에서는, 2종류의 재료를 사용하여, 유리 기판 위에 1종류 또는 2종류의 재료를 성막하여, 막 구조가 다른(단층막, 적층막, 혼합막 등) 샘플을 제작하고, 각 샘플에 대하여 내열성 시험을 수행하였다. 또한, 본 실시예에서 사용한 재료의 열물성을 표 3에 나타내고, 화학식을 아래에 나타낸다.

[0405]

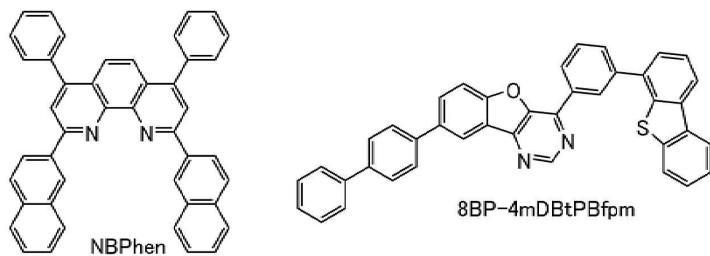
[표 3]

재료명	Tg(°C)	Tc(°C)	Tm(°C)
NBPhen	165	323(강온)	354
8BP-4mDBtPBfpm	111	163	266

\*Tg: 유리 전이점(°C), Tc: 결정화 온도(°C), Tm: 융점(°C)

[0406]

[화학식 13]



[0408]

다음으로, 샘플(샘플 5 내지 샘플 8)의 제작 방법에 대하여 설명한다.

[0409]

우선, 진공 증착 장치를 사용하여, 유리 기판 위에 시료층을 형성하고, 1cm×3cm의 직사각형으로 잘라내었다. 다음으로, 벨자형 가열기(SIBATA SCIENTIFIC TECHNOLOGY LTD. 제조, 벨자형 진공 오븐 BV-001)에 기판을 도입하고, 10hPa 정도까지 감압하고 나서, 80°C에서 150°C의 범위의 설정 온도에서 1시간 소성하였다.

[0411]

샘플 5는 1종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페

닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0412] 샘플 6은 1종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 8-(1,1'-바이페닐-4-일)-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]파리미딘(약칭: 8BP-4mDBtPBfpm)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0413] 샘플 7은 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 적층막이고, 유리 기판 위에 8BP-4mDBtPBfpm을 10nm 증착한 후, NBPhen을 10nm 증착하여 형성하였다.

[0414] 샘플 8은 복수의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어지는 단층막이고, 유리 기판 위에 8BP-4mDBtPBfpm과 NBPhen을 중량비 0.5:0.5(=8BP-4mDBtPBfpm:NBPhen)가 되도록 20nm 공증착하여 형성하였다.

[0415] 이와 같은 방법으로 제작한 각 샘플에 대하여, 눈으로 및 광학 현미경(Olympus Corporation 제조, 반도체/FPD 검사 현미경 MX61L)으로 관찰을 하였다.

[0416] 본 실시예에서 제작한 시료의 사진(100배로 확대하여 암시야 관찰함)을 도 18에 나타내었다.

[0417] 각 샘플의 구조와, 도 18에 기초한 결과를 이하의 표 4에 나타내었다. 또한, 표 4에서 동그라미표는 결정이 생성되지 않은 것(결정화 없음)을 나타내고, 백색의 삼각은 약간 결정화된 것(약간의 결정화가 있음)을 나타내고, 가위표는 결정이 생성된 것(결정화 있음)을 나타내고, 흑색의 삼각은 예지만 결정화된 것(예지만 결정화 있음)을 나타낸다.

[표 4]

샘플 NO.	구조	rt	80°C	100°C	110°C	120°C	130°C	140°C	150°C
5	NBPhen(10nm)	○	○	○	○	○	○	△	△
6	8BP-4mDBtPBfpm(10nm)	○	○	○	○	○	○	○	○
7	8BP-4mDBtPBfpm(10nm)\ NBPhen (10nm)	○	△	×	×	×	-	-	-
8	8BP-4mDBtPBfpm\NBPhen (0.5:0.5)\20nm)	○	○	▲	▲	▲	-	-	-

\* rt: 실온

○: 결정화 없음, △: 약간의 결정화가 있음, ×: 결정화 있음(백탁), ▲: 예지만 결정화 있음

[0419]

[0420] 상술한 결과로부터, 1종류의 헤테로 방향족 화합물의 단일막(샘플 5 NBPhen)에서는 높은 온도가 될 때 까지 결정화되지 않고(140°C 부근에서부터 결정화됨), 내열성이 비교적 양호한 박막을 형성할 수 있지만, 적층막(샘플 7 8BP-4mDBtPBfpm \ NBPhen)으로 함으로써 낮은 온도(80°C)에서 막의 전체 면이 결정화되는 것을 알 수 있다. 한편, 2종류의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어진 단일막(혼합막)(샘플 8 8BP-4mDBtPBfpm:NBPhen)에서는 100°C 부근에서부터 예지에만 결정화가 보였지만 내열 시험 온도를 올려도 막의 전체 면으로 결정화가 진행하지 않는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤�테로 방향족 화합물을 혼합하여 얻어지는 혼합막은, 박막 상태에서는 낮은 온도에서 결정화하는 재료이어도, 혼합함으로써 결정화 온도가 향상되는 효과가 있다는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤�테로 방향족 화합물을 혼합하여 얻어지는 혼합막은 적층막과 비교하여 내열성이 비약적으로 향상되는 것을 알 수 있다.

[0421]

또한, 표 4에서 나타낸 바와 같이, 단일막인 샘플 5(NBPhen)는 표 3에 나타낸 유리 전이점(Tg)보다 낮은 온도에서 결정화되었지만, 단일막인 샘플 6(8BP-4mDBtPBfpm)은 Tg보다 높은 온도에서도 결정화가 보이지 않았다. 그러나, 이들의 적층막인 샘플 7(8BP-4mDBtPBfpm \ NBPhen)에서는 단일막(샘플 5, 샘플 6)의 재료의 Tg보다 낮은 온도(80°C)에서 막의 전체 면이 결정화되었기 때문에 8BP-4mDBtPBfpm과 NBPhen의 분자 간의 상호 작용의 영향으로 Tg보다 낮은 온도에서의 결정화가 촉진되는 것이 확인되었다. 한편, 2종류의 헤�테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어진 단일막(샘플 8 8BP-4mDBtPBfpm:NBPhen)에서는 100°C 부근에서부터 예지에만 결정화가 보였지만 내열 시험 온도를 올려도 막의 전체 면으로 결정화가 진행하지 않는 것을 알 수 있었다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤�테로 방향족 화합물로 이루어진 혼합 재료는 박막 상태에서의 분자끼리의 상호 작용에 의한 Tg보다 낮은 온도에서 결정화하는 현상을 억제할 수 있고, 박막화하였을 때 안정된 유리 상태의 막을 유지할 수

있기 때문에 결정화를 억제하는 효과가 있고, 내열성이 높은 재료라고 할 수 있다. 이와 같이 높은 내열성을 가진 박막을 사용함으로써 고내열성의 발광 디바이스 또는 유기 반도체 소자를 제공할 수 있게 된다.

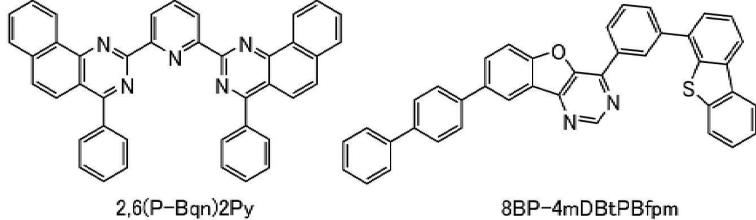
### (실시예 3)

본 실시예에서는, 2종류의 재료를 사용하여, 유리 기판 위에 1종류 또는 2종류의 재료를 성막하여, 막 구조가 다른(단층막, 적층막, 혼합막 등) 샘플을 제작하고, 각 샘플에 대하여 내열성 시험을 수행하였다. 또한, 본 실시예에서 사용한 재료의 열물성을 표 5에 나타내고, 화학식을 아래에 나타낸다.

재료명	Tg(°C)	Tc(°C)	Tm(°C)
2,6(P-Bqn)2Py	–	–	322
8BP-4mDBtPBfpm	111	163	266

\*Tg: 유리 전이점(°C), Tc: 결정화 온도(°C), Tm: 융점(°C)

### [화학식 14]



[0427]

[0428]

다음으로, 샘플(샘플 9 내지 샘플 12)의 제작 방법에 대하여 설명한다.

[0429]

우선, 진공 중착 장치를 사용하여, 유리 기판 위에 시료층을 형성하고, 1cm×3cm의 직사각형으로 잘라내었다. 다음으로, 벨자형 가열기(SIBATA SCIENTIFIC TECHNOLOGY LTD. 제조, 벨자형 진공 오븐 BV-001)에 기판을 도입하고, 10hPa 정도까지 감압하고 나서, 80°C에서 150°C의 범위의 설정 온도에서 1시간 소성하였다.

[0430]

샘플 9는 1종류의 혼합화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 2,2'-(페리딘-2,6-다이일)비스(4-페닐벤조[h]퀴나졸린)(약칭: 2,6(P-Bqn)2Py)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0431]

샘플 10은 1종류의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 단층막이고, 유리 기판 위에 8-(1,1'-바이페닐-4-일)-4-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-[1]벤조퓨로[3,2-d]파리미딘(약칭: 8BP-4mDBtPBfpm)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0432]

샘플 11은 복수의 헤테로 방향족 화합물을 사용한 적층막이고, 유리 기판 위에 8BP-4mDBtPBfpm을 10nm 증착한 후, 2,6(P-Bqn)2Py를 10nm 증착하여 형성하였다.

[0433]

샘플 12는 복수의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어지는 단층막이고, 유리 기판 위에 8BP-4mDBtPBfpm과, 2,6(P-Bqn)2Py를 중량비 0.5:0.5(=8BP-4mDBtPBfpm:2,6(P-Bqn)2Py)가 되도록 20nm 공중착하여 형성하였다.

[0434]

이와 같은 방법으로 제작한 각 샘플에 대하여, 눈으로 및 광학 현미경(Olympus Corporation 제조, 반도체/FPD 검사 현미경 MX61L)으로 관찰을 하였다.

[0435]

본 실시예에서 제작한 시료의 사진(100배로 확대하여 암시야 관찰함)을 도 19에 나타내었다.

[0436]

각 샘플의 구조와, 도 19에 기초한 결과를 이하의 표 6에 나타내었다. 또한, 표 6에서 동그라미표는 결정이 생성되지 않은 것(결정화 없음)을 나타내고, 백색의 삼각은 약간 결정화된 것(약간의 결정화가 있음)을 나타내고, 가위표는 결정이 생성된 것(결정화 있음)을 나타내고, 흑색의 삼각은 에지만 결정화된 것(에지만 결정화 있음)

을 나타낸다.

[표 6]

샘플 NO.	구조	rt	80°C	100°C	110°C	120°C	130°C	140°C	150°C
9	2,6(P-Bqn)2Py(10nm)	○	○	○	△	△	×	×	×
10	8Bp-4mDBtPBfpm(10nm)	○	○	○	○	○	○	○	○
11	8Bp-4mDBtPBfpm(10nm) \ 2,6(P-Bqn)2Py(10nm)	○	×	×	×	×	×	×	×
12	8Bp-4mDBtPBfpm:2,6(P-Bqn)2Py (0.5:0.5)(20nm)	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲

\* rt: 실온

○: 결정화 없음, △: 약간의 결정화가 있음, ×: 결정화 있음(백탁), ▲: 에지만 결정화 있음

[0438]

[0439] 상술한 결과로부터, 1종류의 헤테로 방향족 화합물의 단일막(샘플 9 2,6(P-Bqn)2Py)에서는 높은 온도가 될 때 까지 결정화되지 않고(110°C 부근에서부터 결정화됨), 내열성이 비교적 양호한 박막을 형성할 수 있지만, 적층막(샘플 11 8BP-4mDBtPBfpm \ 2,6(P-Bqn)2Py)으로 함으로써 낮은 온도(80°C)에서 막의 전체 면이 결정화되는 것을 알 수 있다. 이에 대하여, 2종류의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어지는 단일막(샘플 12 8BP-4mDBtPBfpm:2,6(P-Bqn)2Py)에서는 100°C 부근에서부터 에지만 결정화가 보였지만 내열 시험 온도를 올려도 막의 전체 면으로 결정화가 진행하지 않는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 얻어지는 혼합 재료의 단층막은, 박막 상태에서는 낮은 온도에서 결정화하는 재료이어도, 혼합 함으로써 결정화 온도가 향상되는 효과가 있다는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤테로 방향족 화합물을 혼합하여 얻어지는 혼합 재료의 단층막은 적층막과 비교하여 내열성이 비약적으로 향상되는 것을 알 수 있다.

[0440]

또한, 본 실시예에서 사용한 2,6(P-Bqn)2Py 및 8BP-4mDBtPBfpm은, 각각 단일막으로 형성한 샘플 9(2,6(P-Bqn)2Py) 및 샘플 10(8BP-4mDBtPBfpm)의 표 6에 나타낸 결과에 있어서, 표 5에 나타낸 유리 전이점(Tg)은 2,6(P-Bqn)2Py에서 Tg가 관측되지 않았지만, 110°C에서부터 결정화가 확인되었다. 8BP-4mDBtPBfpm은 Tg보다 높은 온도에서도 결정화가 보이지 않았다. 그러나, 이들의 적층막인 샘플 11(8BP-4mDBtPBfpm \ 2,6(P-Bqn)2Py)에서는, 단일막(샘플 9, 샘플 10)보다 낮은 온도(80°C)에서 막의 전체 면이 결정화되었기 때문에 2,6(P-Bqn)2Py와 8BP-4mDBtPBfpm의 문자 간의 상호 작용의 영향으로 Tg보다 낮은 온도임에도 불구하고 결정화가 촉진되는 것이 확인되었다. 한편, 2종류의 헤�테로 방향족 화합물을 혼합하여 이루어진 단일막(샘플 12 8BP-4mDBtPBfpm:2,6(P-Bqn)2Py)에서는 100°C 부근에서부터 에지에만 결정화가 보였지만 내열 시험 온도를 올려도 막의 전체 면으로 결정화가 진행하지 않는 것을 알 수 있었다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복수의 헤테로 방향족 화합물로 이루어진 혼합 재료는 박막 상태에서의 문자끼리의 상호 작용에 의한 Tg보다 낮은 온도에서 결정화하는 현상을 억제할 수 있고, 박막화하였을 때 안정된 유리 상태의 막을 유지할 수 있기 때문에 결정화를 억제하는 효과가 있고, 내열성이 높은 재료라고 할 수 있다. 이와 같이 높은 내열성을 가진 박막을 사용함으로써 고내열성의 발광 디바이스 또는 유기 반도체 소자를 제공할 수 있게 된다.

[0441]

(실시예 4)

[0442]

실시예 1의 결과로부터, 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스의 전자 수송층에 사용하는 헤�테로 방향족 화합물과 유기 화합물은 이들을 혼합막으로 함으로써, 이들의 단층막을 적층한 적층막보다 내열성이 향상되는 것을 알게 되었기 때문에, 전자 수송층에 헤�테로 방향족 화합물과 유기 화합물의 혼합막을 사용한 발광 디바이스 1과, 헤테로 방향족 화합물과 유기 화합물의 적층막을 사용한 비교 발광 디바이스 1을 각각 제작하고, 각 디바이스의 특성을 비교하였다. 이하에서, 소자 구조 및 그 특성에 대하여 설명한다. 또한, 본 실시예에서 사용하는 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 구체적인 구성에 대하여 표 7에 나타낸다. 또한 본 실시예에서 사용하는 재료의 화학식을 아래에 나타낸다.

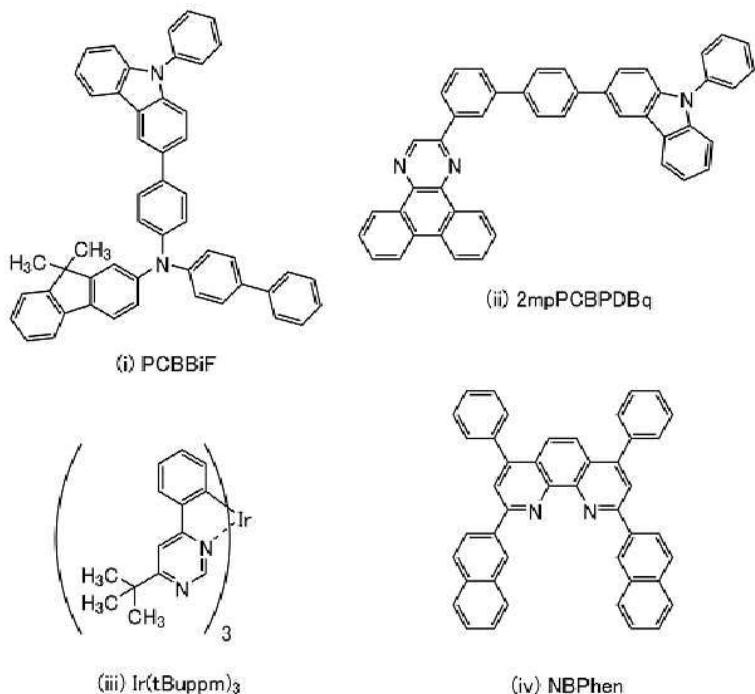
[0443]

[豆 7]

	막 두께	발광 디바이스 1	비교 발광 디바이스 1
제 2 전극	200nm	Al	
전자 주입층	1nm	LiF	
전자 수송층	30nm	2mpPCBPDBq:NBPhen (1:1)	NBPhen(20nm)
			2mpPCBPDBq(10nm)
발광층	50nm	2mpPCBPDBq:PCBBI <sub>3</sub> :Ir(tBu) <sub>2</sub> ppm <sub>3</sub> (0.8:0.2:0.05)	
정공 수송층	50nm	PCBBI <sub>3</sub> F	
정공 주입층	10nm	PCBBI <sub>3</sub> F:OCHD-003 (1:0.03)	
제 1 전극	70nm	ITO	

[0444]

### [화학식 15]



[0446]

[0447]

본 실시예에 나타내는 발광 디바이스 1은 도 20에 도시된 바와 같이 기판(900) 위에 형성된 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 및 전자 주입층(915)이 순차적으로 적층되고 전자 주입층(915) 위에 제 2 전극(903)이 적층된 구조를 가진다.

[04119]

먼저, 기판(900) 위에 제 1 전극(901)을 형성하였다. 전극 면적은  $4\text{mm}^2$ ( $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ )로 하였다. 또한 기판(900)으로서는 유리 기판을 사용하였다. 또한 제 1 전극(901)은, 산화 실리콘을 포함한 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스펀터링법에 의하여  $70\text{nm}$ 의 막 두께로 성막하여 형성하였다.

[0450]

여기서, 전(前) 처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200°C에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 내부 압력이 약  $10^{-4}$  Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장

치 내의 가열실에서 170°C에서 60분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0451] 다음으로, 제 1 전극(901) 위에 정공 주입층(911)을 형성하였다. 정공 주입층(911)은 진공 증착 장치 내를 10<sup>-4</sup>Pa까지 감압한 후, 상기 구조식(i)으로 나타내어지는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오レン-2-아민(약칭: PCBBiF)과, 분자량이 672이며 플루오린을 포함한 전자 억셉터 재료 (OCHD-003)를 중량비 1:0.03(=PCBBiF:OCHD-003)이 되도록 10nm 공증착하여 형성하였다.

[0452] 다음으로, 정공 주입층(911) 위에 정공 수송층(912)을 형성하였다. 정공 수송층(912)은 PCBBiF를 사용하고, 막 두께가 50nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0453] 다음으로, 정공 수송층(912) 위에 발광층(913)을 형성하였다.

[0454] 발광층(913)은 상기 구조식(ii)으로 나타내어지는 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq)과, PCBBiF와, 상기 구조식(iii)으로 나타내어지는 트리스(4-t-뷰틸-6-페닐페리미디네이토)아리듐(III)(약칭: Ir(tBu ppm)<sub>3</sub>)을 중량비가 2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(tBu ppm)<sub>3</sub>=0.8:0.2:0.05가 되도록, 50nm 공증착하여 형성하였다.

[0455] 다음으로, 발광층(913) 위에 전자 수송층(914)을 형성하였다. 전자 수송층(914)은 상기 구조식(iv)으로 나타내어지는 2mpPCBPDBq와, 2,9-다이(2-나프틸)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBPhen)을 중량비가 2mpPCBPDBq:NBPhen=1:1이 되도록, 30nm 공증착하여 형성하였다.

[0456] 다음으로, 전자 수송층(914) 위에 전자 주입층(915)을 형성하였다. 전자 주입층(915)은 플루오린화 리튬(LiF)을 사용하여 막 두께가 1nm가 되도록 증착하여 형성하였다.

[0457] 다음으로, 전자 주입층(915) 위에 제 2 전극(903)을 형성하였다. 제 2 전극(903)은 알루미늄을 사용하여 증착법에 의하여 막 두께가 200nm가 되도록 형성하였다. 또한 본 실시예에서 제 2 전극(903)은 음극으로서 기능한다.

[0458] 상술한 공정을 거쳐, 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 끼운 발광 디바이스 1을 기판(900) 위에 형성하였다. 또한, 상기 공정에서 설명한 정공 주입층(911), 정공 수송층(912), 발광층(913), 전자 수송층(914), 전자 주입층(915)은 본 발명의 일 형태의 EL층을 구성하는 기능층이다. 또한, 상술한 제작 방법에서의 증착 공정에서는, 모두 저항 가열법에 의한 증착법을 사용하였다.

[0459] 제작된 발광 디바이스 1은 대기에 노출되지 않도록 질소 분위기의 글로브 박스 내에서 밀봉하였다(실재를 소자의 주위에 도포하고 밀봉 시에 UV 처리 및 80°C에서 1시간의 열처리를 실시하였음).

[0460] <<비교 발광 디바이스 1의 제작>>

[0461] 비교 발광 디바이스 1은 전자 수송층(914)으로서 2mpPCBPDBq와 NBPhen을 공증착하여 형성하는 대신에 2mpPCBPDBq를 10nm 증착한 후, NBPhen을 20nm 증착하여 형성하고, 발광 디바이스 1과 같이 제작하였다.

[0462] <<발광 디바이스 1의 동작 특성>>

[0463] 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 휘도-전류 밀도 특성을 도 21에, 전류 효율-휘도 특성을 도 22에, 휘도-전압 특성을 도 23에, 전류-전압 특성을 도 24에, 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 25에, 발광 스펙트럼을 도 26에 나타내었다. 또한 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 1000cd/m<sup>2</sup> 부근에서의 주요한 특성을 표 8에 나타낸다. 또한 휘도, CIE 색도, 및 발광 스펙트럼의 측정에는 분광 방사계(SR-UL1R, Topcon Technohouse Corporation 제조)를 사용하여 상온에서 측정하였다.

[0464] [표 8]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율(%)
발광 디바이스 1	2.9	0.06	1.6	0.40	0.58	61.9	17.3
비교 발광 디바이스 1	2.9	0.05	1.4	0.41	0.58	61.7	17.4

[0465] [0466] 도 21 내지 도 26 및 표 8에 나타낸 결과로부터, 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스 1

과 동등한 동작 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

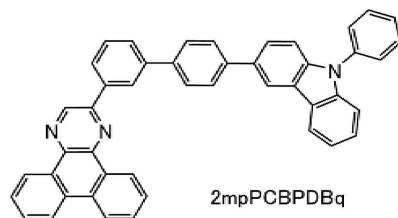
[0467] 다음으로 각 발광 디바이스에 대한 신뢰성 시험을 수행하였다. 발광 디바이스 1 및 비교 발광 디바이스 1의 신뢰성 시험의 결과를 도 27에 나타내었다. 도 27에서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 디바이스의 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한 신뢰성 시험으로서, 각 발광 디바이스에 대하여 정전류 밀도  $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 에서의 구동 시험을 수행하였다.

[0468] 도 27에 나타낸 결과로부터, 본 발명의 일 형태인 발광 디바이스 1은 비교 발광 디바이스와 동등한 양호한 신뢰성을 가지는 것이 시사되었다.

[0469] (실시예 5)

[0470] 본 실시예에서는, 실시예 1 및 실시예 2에서 사용한 2-[4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)-3,1'-바이페닐-1-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mpPCBPDBq)의 합성법에 대하여 설명한다. 2mpPCBPDBq의 구조식을 아래에 나타낸다.

[0471] [화학식 16]



[0472]

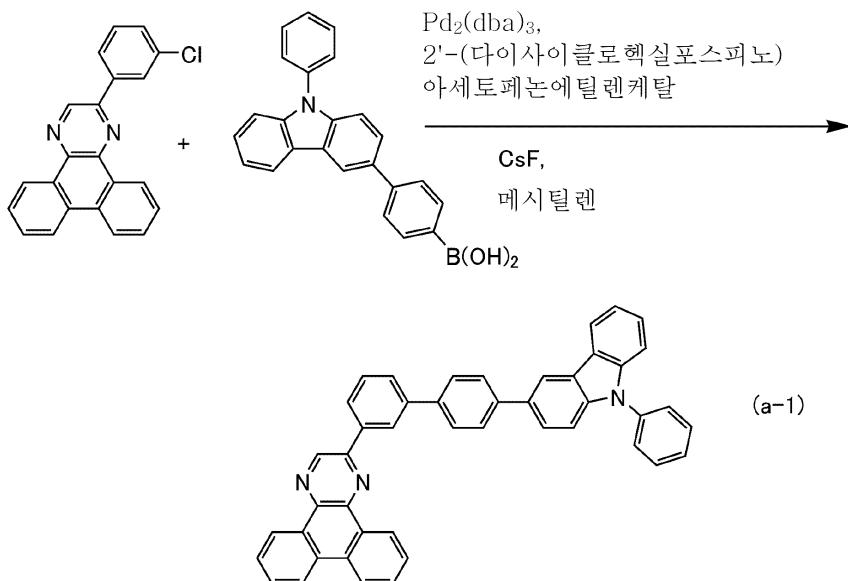
<<2mpPCBPDBq의 합성>>

[0474] 81.8g(0.24mol)의 2-(3-클로로페닐)다이벤조[f,h]퀴녹살린과, 95.6g(0.26mol)의 4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐보론산과, 109g(0.72mmol)의 플루오린화 세슘과, 1.2L의 메시틸렌을 3L의 삼구 플라스크에 넣은 후, 감압 탈기하고 나서, 시스템 내를 질소 기류하로 하였다. 이 혼합물에 0.66g(7.2mmol)의 트리스(다이벤질리덴아세톤)다이팔라듐(0)( $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ )과, 5.2g(14.4mmol)의 2'-(다이사이클로헥실포스피노)아세토페논에틸렌케탈을 첨가하고, 이 혼합물을  $120^\circ\text{C}$ 에서 3시간 교반하였다.

[0475] 교반 후, 얻어진 혼합물을 실온까지 냉각한 후, 1L의 에탄올을 넣고 15시간 교반하였다. 교반 후, 석출된 고체를 흡인 여과에 의하여 회수하고, 회수한 고체를 2L의 물로 세정하고, 다시 흡인 여과에 의하여 회수하고, 물과 에탄올로 씻어내었다. 얻어진 고체를 건조시키고 나서, 5L의 가열된 톨루エン을 사용하여 셀라이트(Wako Pure Chemical Industries, Ltd. 제조, 카탈로그 번호: 537-02305), 알루미나를 통하여 흡인 여과를 수행한 후 건조시키고, 목적물인 백색 분말(127g)(수율: 87%)을 얻었다. 합성 스ქ을 하기 식(a-1)에 나타낸다.

[0476]

[화학식 17]



[0477]

[0478]

얻어진 고체를 트레인 서블리메이션법에 의하여 승화 정제하였다. 승화 정제는, 얻어진 고체(118g)를 380°C에서 15시간 가열하여 수행하였다. 승화 정제 시의 압력은 0.83Pa로 하고, 아르곤 유량은 100sccm으로 하였다. 승화 정제 후, 목적물인 고체를 102g 얻었고 그 회수율은 87%이었다.

[0479]

위에서 얻어진 고체의 핵자기 공명 분광법( $^1\text{H-NMR}$ )에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과로부터 본 실시예에서 2mpPCBPDBq가 얻어진 것을 알 수 있었다.

[0480]

$^1\text{H-NMR}$ (클로로포름-d, 500MHz):  $\delta=7.32\text{--}7.35(\text{m}, 1\text{H})$ , 7.446(s, 1H), 7.454(s, 1H), 7.49\text{--}7.53(m, 2H), 7.61\text{--}7.66(m, 4H), 7.71\text{--}7.92(m, 11H), 8.24(d,  $J=8.0\text{Hz}$ , 1H), 8.33(d,  $J=8.0\text{Hz}$ , 1H), 8.46(s,  $J=1.0\text{Hz}$ , 1H), 8.67\text{--}8.68(m, 3H), 9.26(dd,  $J=7.8\text{Hz}$ ,  $J=1.3\text{Hz}$ , 1H), 9.47(dd,  $J=8.0\text{Hz}$ ,  $J=1.5\text{Hz}$ , 1H), 9.48(s, 1H).

### 부호의 설명

[0481]

101: 제 1 전극

102: 제 2 전극

103a: EL총

103B: EL총

103b: EL총

103G: EL총

103R: EL총

103: EL총

104B: 수송총

104G: 수송총

104R: 수송총

106: 전하 발생총

107B: 절연총

107G: 절연층

107R: 절연층

107: 절연층

108B: 전자 수송층

108G: 전자 수송층

108R: 전자 수송층

109: 전자 주입층

110B: 희생층

110G: 희생층

110R: 희생층

111a: 정공 주입층

111b: 정공 주입층

111: 정공 주입층

112a: 정공 수송층

112b: 정공 수송층

112: 정공 수송층

113a: 발광층

113b: 발광층

113c: 발광층

113: 발광층

114b: 전자 수송층

114: 전자 수송층

115b: 전자 주입층

115: 전자 주입층

130: 접속부

231: 표시 영역

400: 기판

401: 제 1 전극

403: EL층

404: 제 2 전극

405: 실재

406: 실재

407: 밀봉 기판

412: 패드

420: IC 칩

501C: 절연막

501D: 절연막

504: 도전막

506: 절연막

508A: 영역

508B: 영역

508C: 영역

508: 반도체막

510: 제 1 기판

512A: 도전막

512B: 도전막

516A: 절연막

516B: 절연막

516: 절연막

518: 절연막

519: 단자

520: 기능층

524: 도전막

528: 격벽

530B: 화소 회로

530G: 화소 회로

550B: 발광 디바이스

550G: 발광 디바이스

550R: 발광 디바이스

551B: 전극

551C: 접속 전극

551G: 전극

551R: 전극

552: 전극

580: 간격

591B: 개구부

591G: 개구부

700: 발광 장치

702B: 화소

702G: 화소

702R: 화소

703: 화소

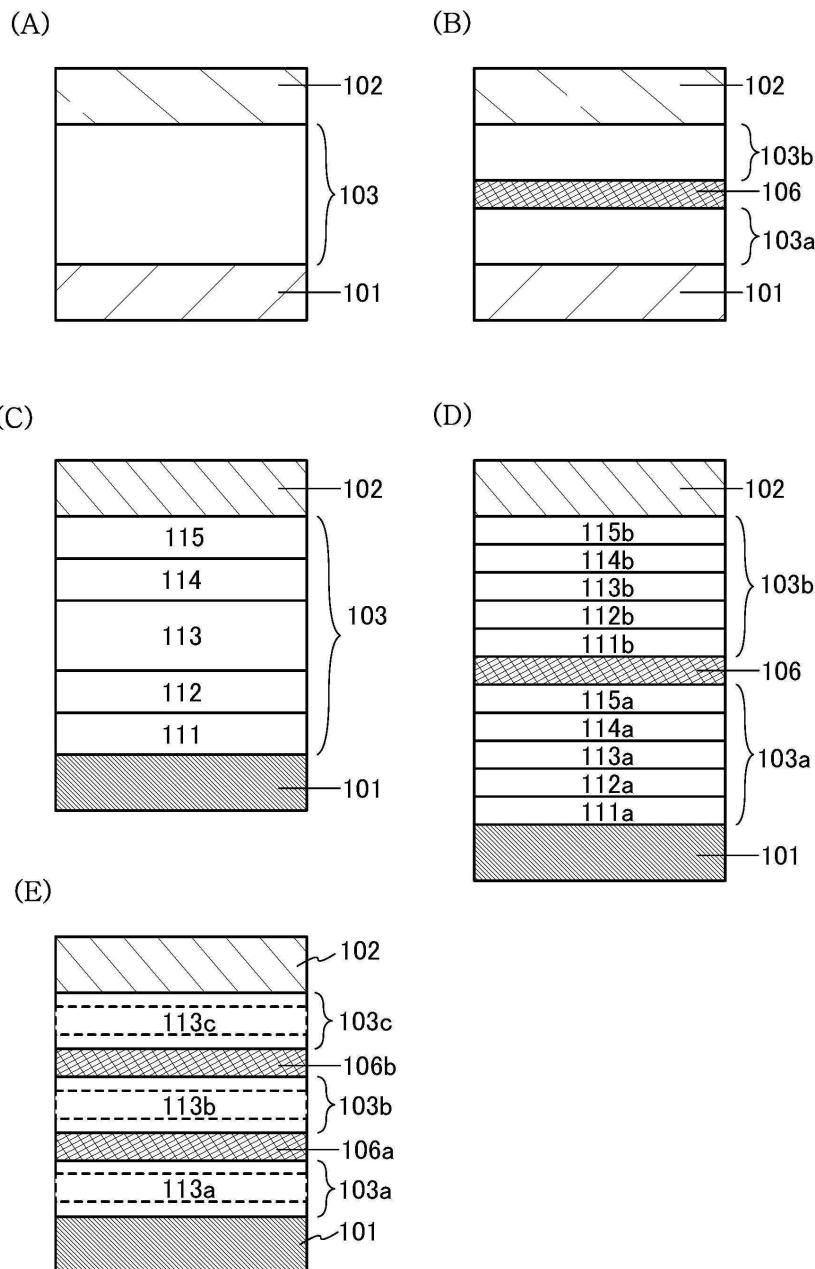
- 705: 절연층
- 770: 제 2 기판
- 800: 기판
- 801a: 전극
- 801b: 전극
- 802: 전극
- 803a: EL층
- 803b: 수광층
- 805a: 발광 디바이스
- 805b: 수광 디바이스
- 810: 표시 장치
- 900: 기판
- 901: 제 1 전극
- 903: 제 2 전극
- 911: 정공 주입층
- 912: 정공 수송층
- 913: 발광층
- 914: 전자 수송층
- 915: 전자 주입층
- 951: 기판
- 952: 전극
- 953: 절연층
- 954: 격벽층
- 955: EL층
- 956: 전극
- 5200B: 전자 기기
- 5210: 연산 장치
- 5220: 입출력 장치
- 5230: 표시부
- 5240: 입력부
- 5250: 검지부
- 5290: 통신부
- 8001: 천장등
- 8002: 풋라이트
- 8003: 시트형 조명
- 8004: 조명 장치

8005: 전기 스탠드

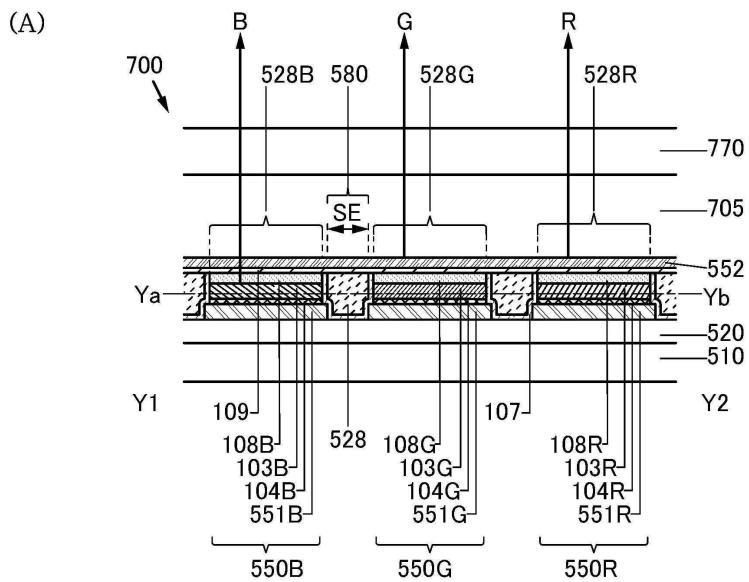
8006: 광원

## 도면

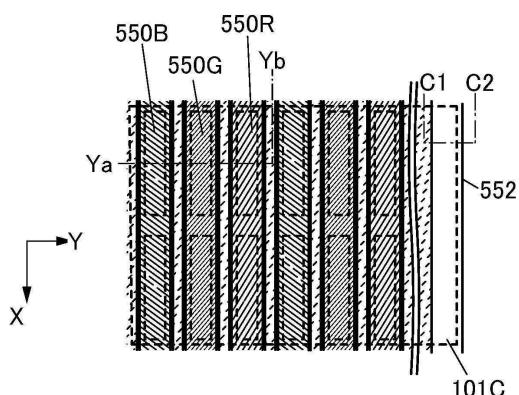
## 도면1



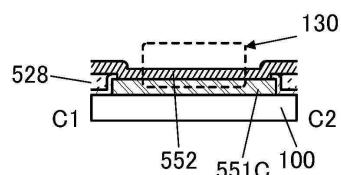
## 도면2



(B)

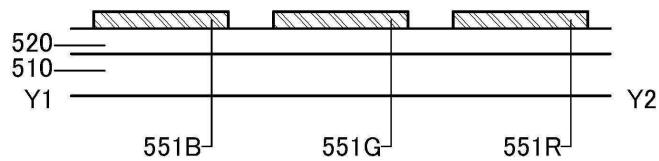


(C)

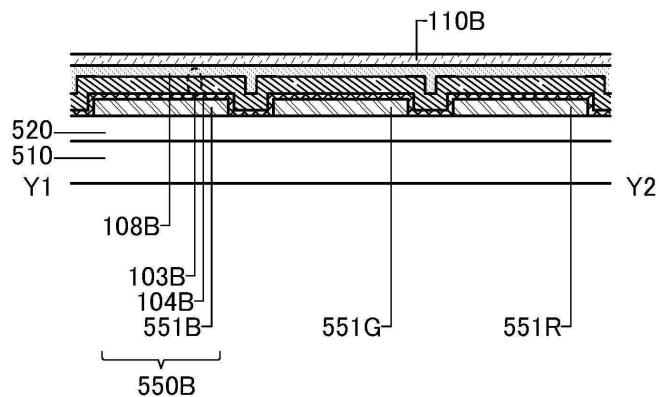


## 도면3

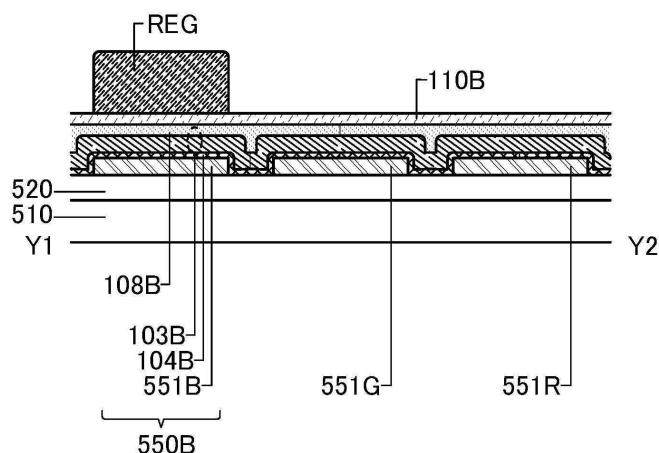
(A)



(B)

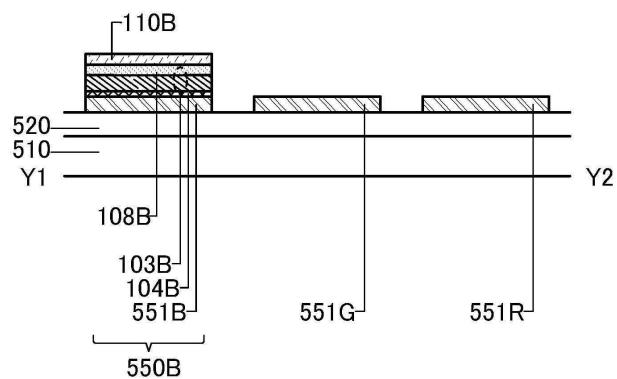


(C)

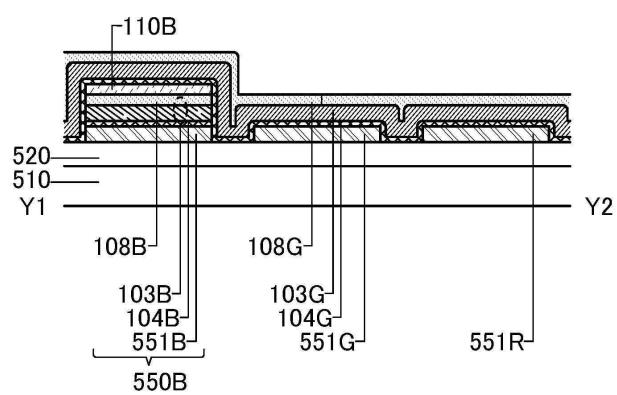


## 도면4

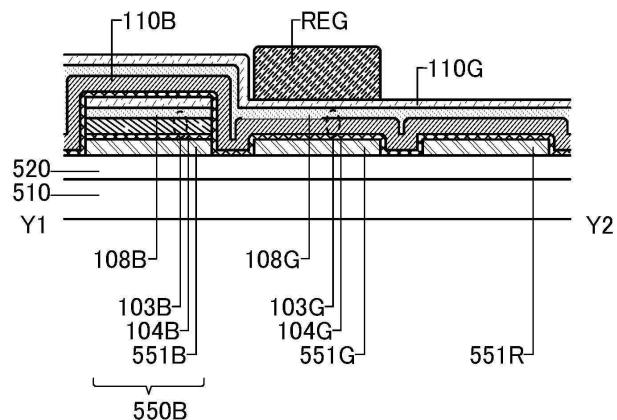
(A)



(B)

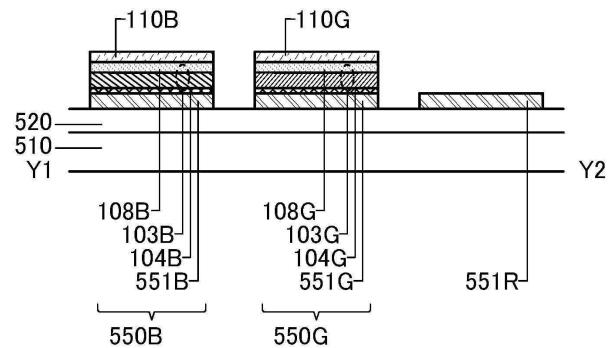


(C)

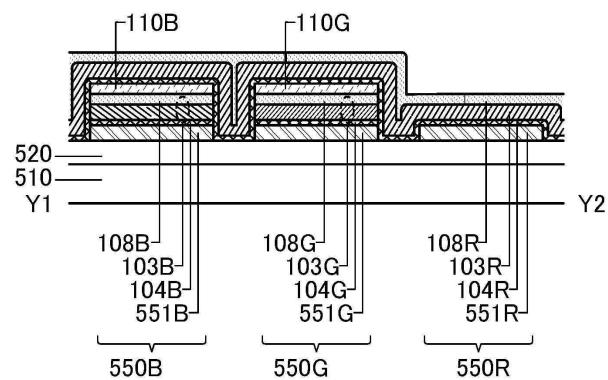


## 도면5

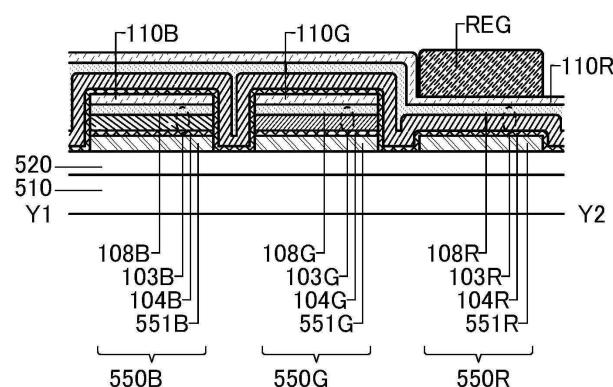
(A)



(B)

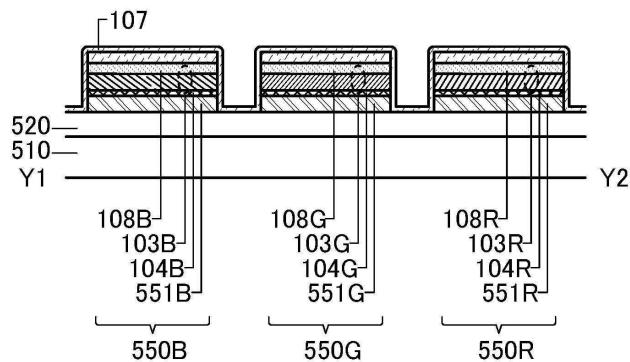


(C)

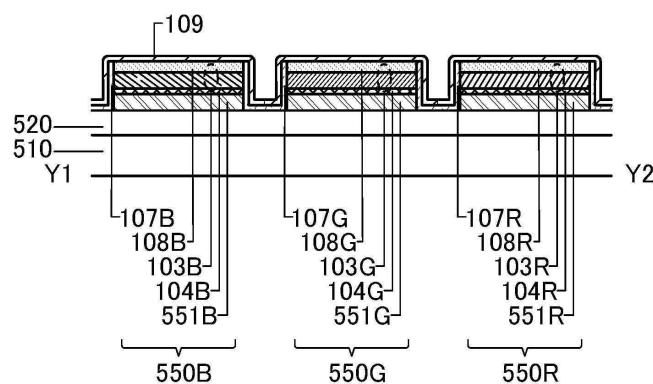


## 도면6

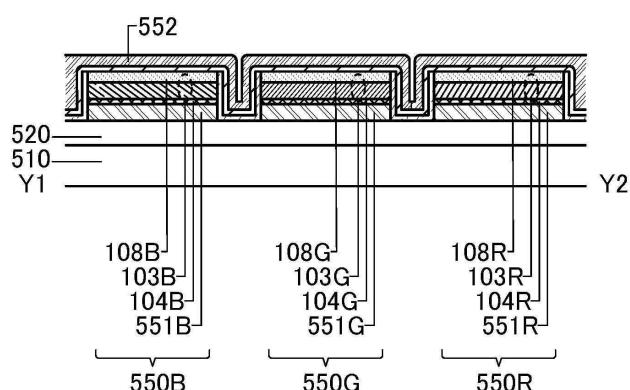
(A)



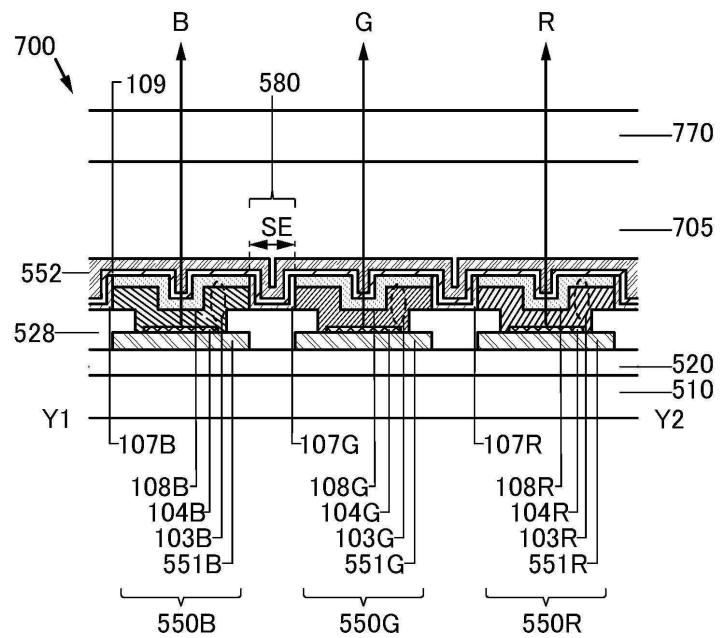
(B)



(C)

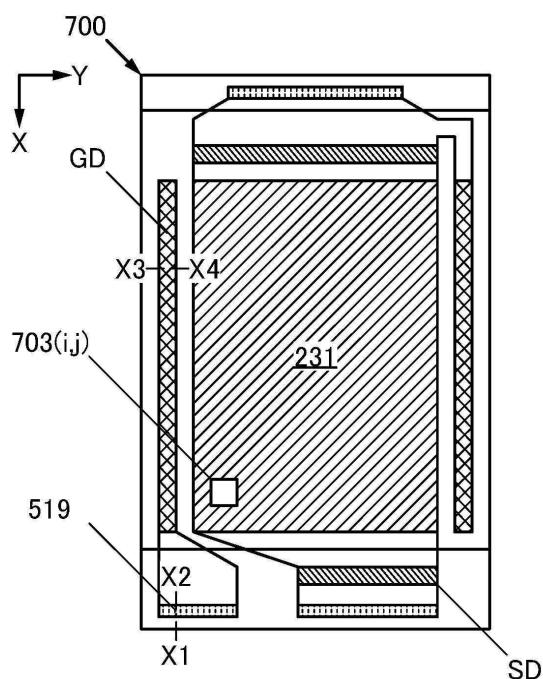


도면7

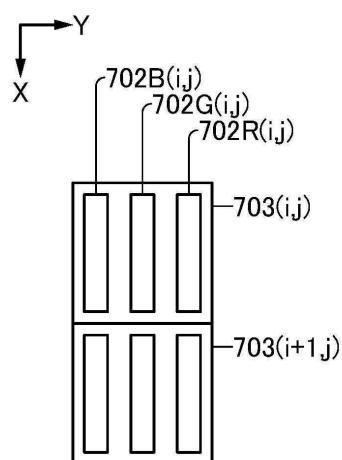


## 도면8

(A)

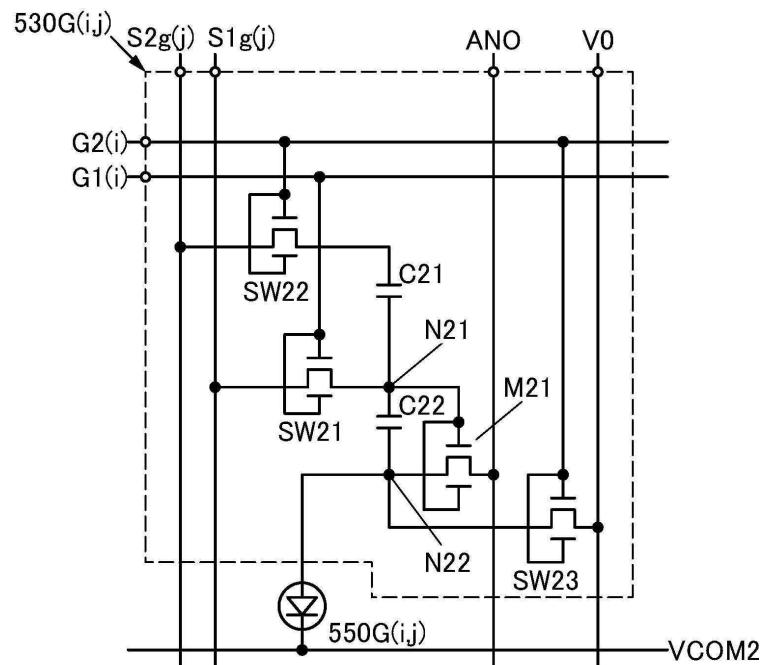


(B)

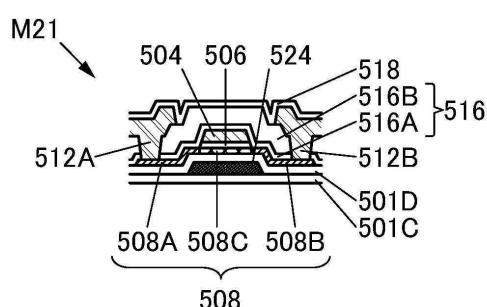


## 도면9

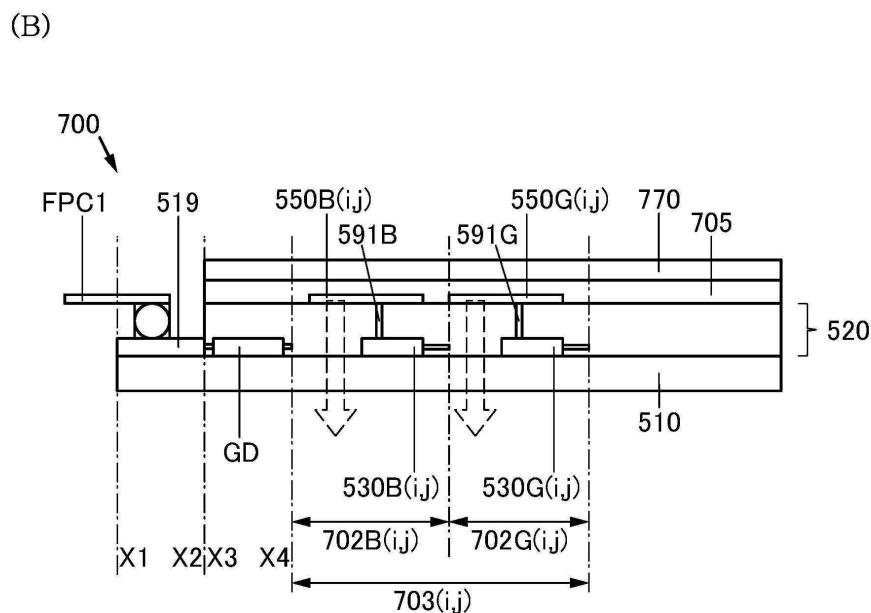
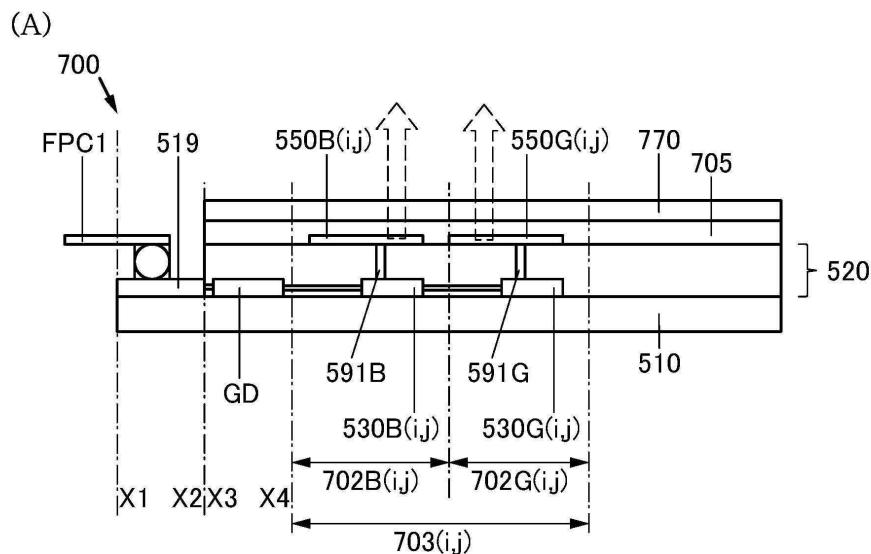
(A)



(B)

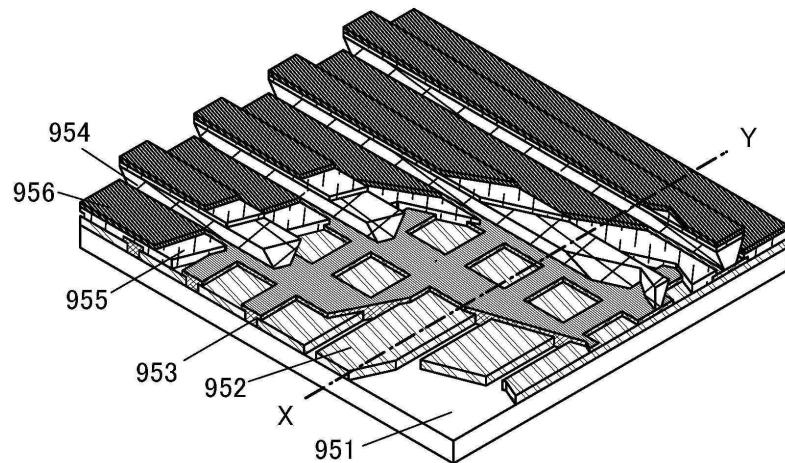


## 도면10

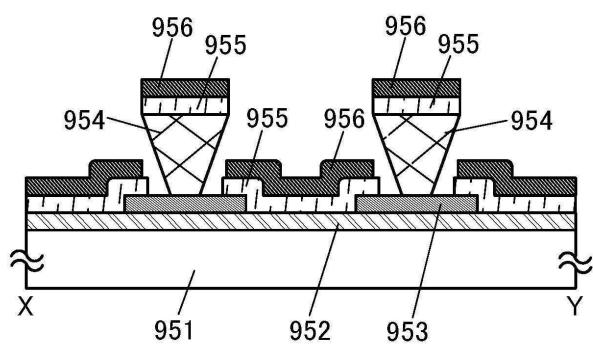


도면11

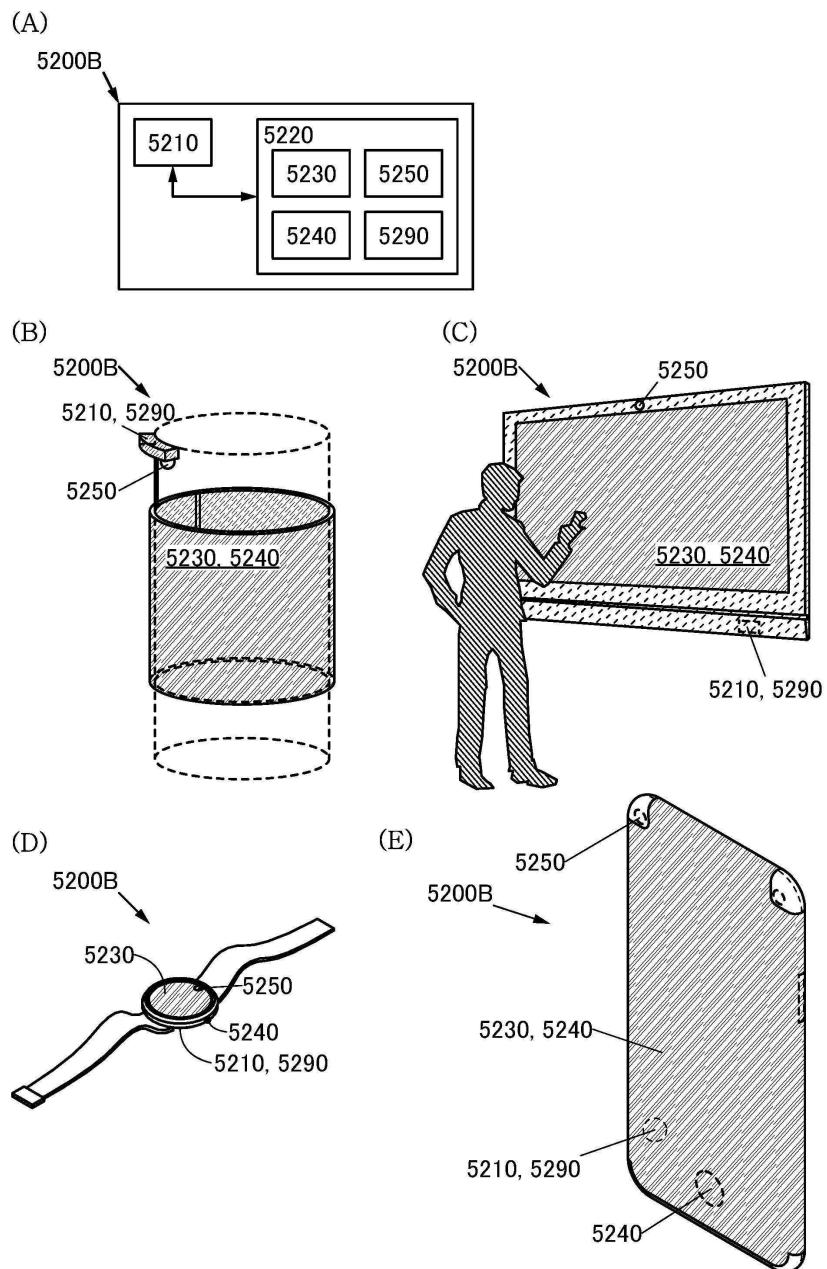
(A)



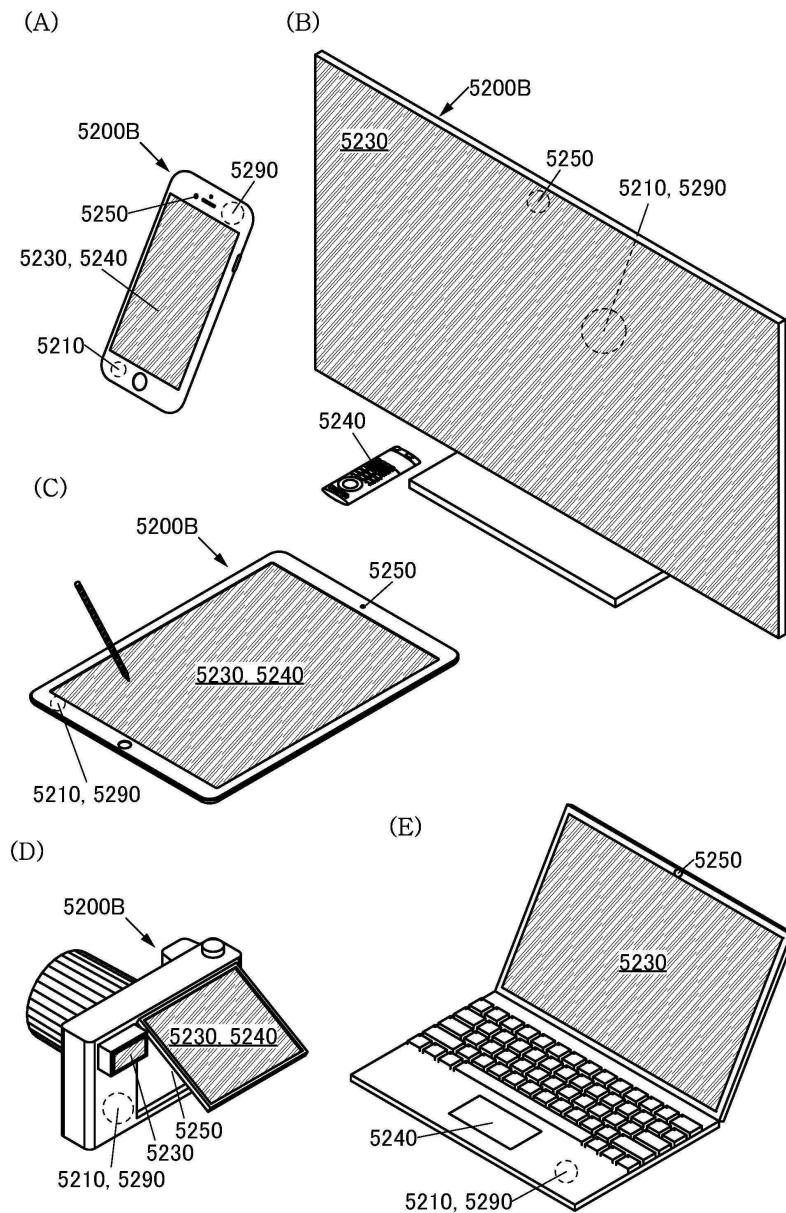
(B)



## 도면12

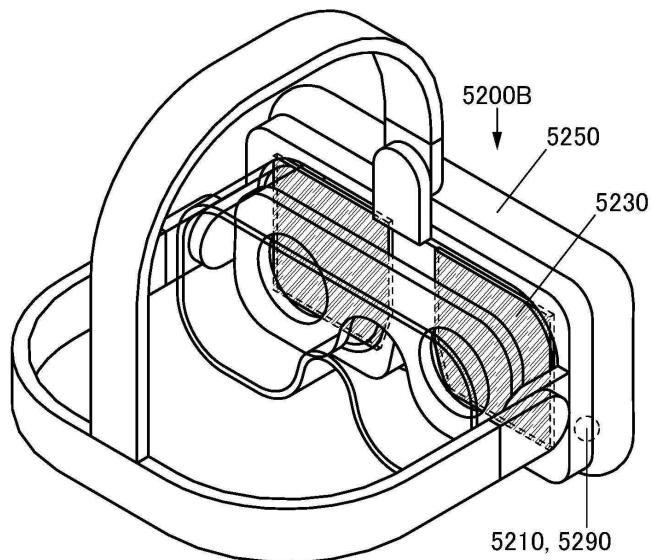


## 도면13

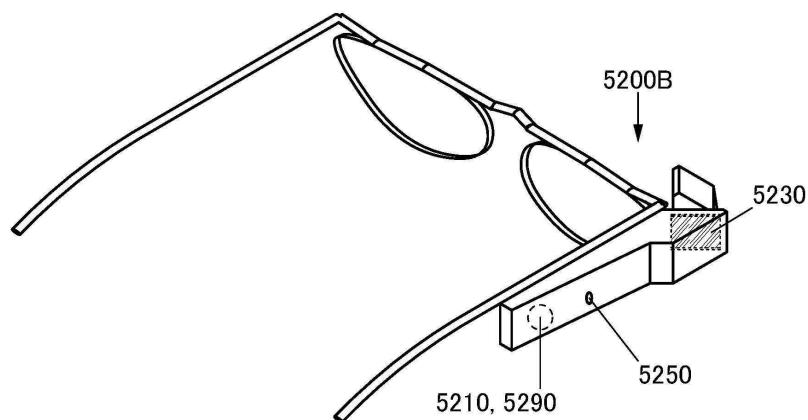


도면14

(A)

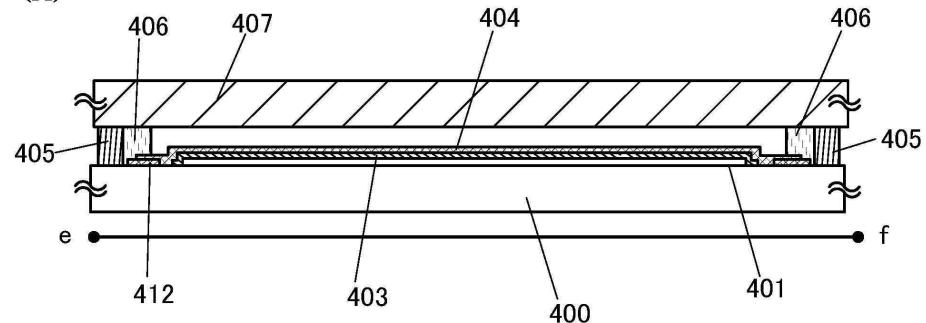


(B)

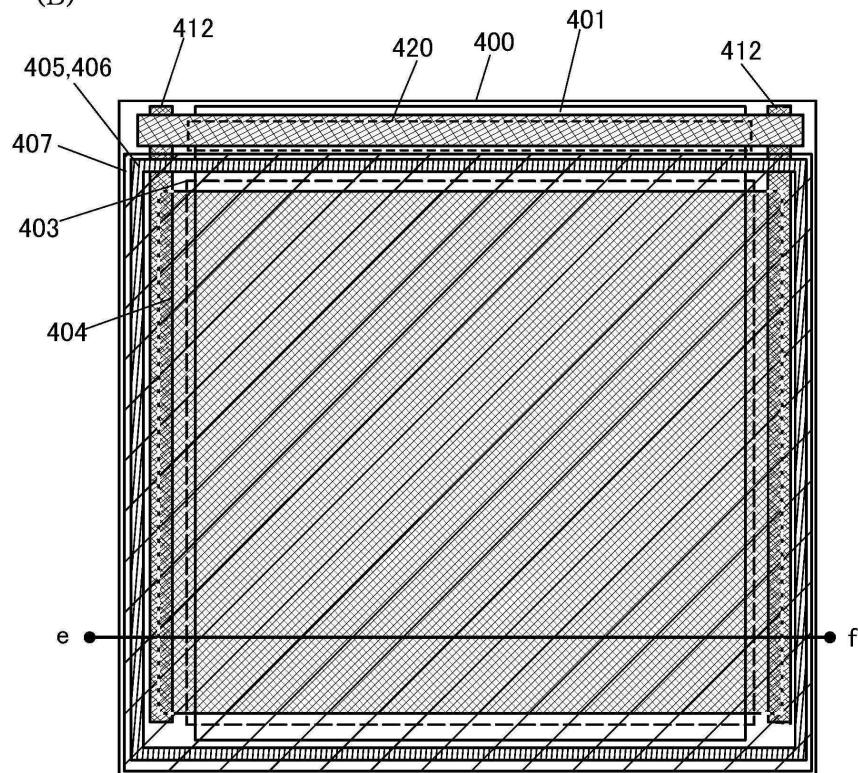


## 도면15

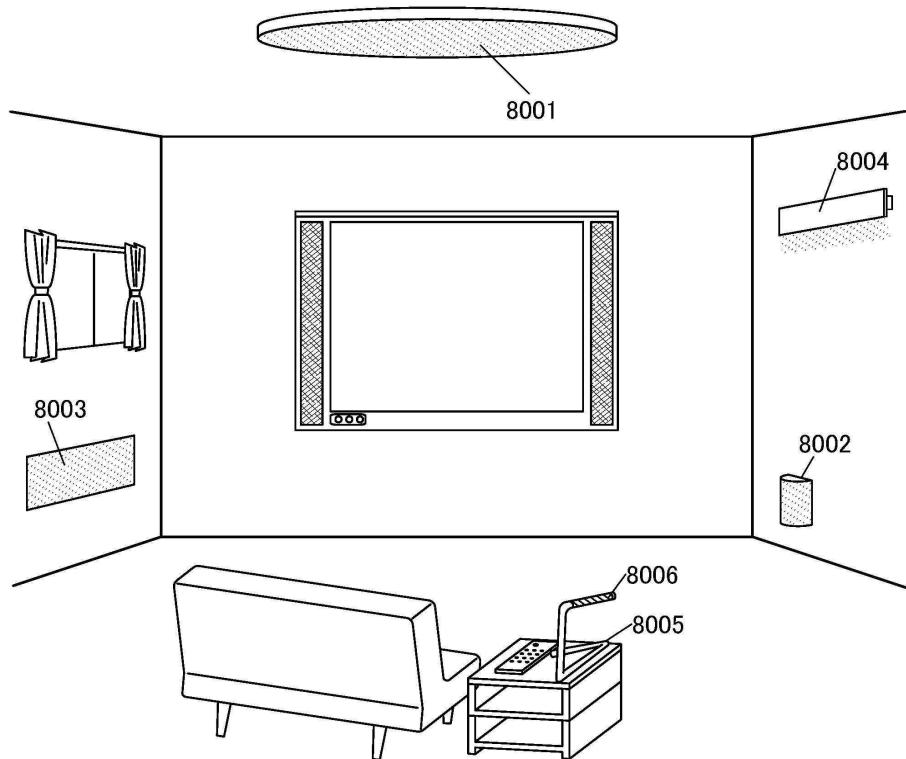
(A)



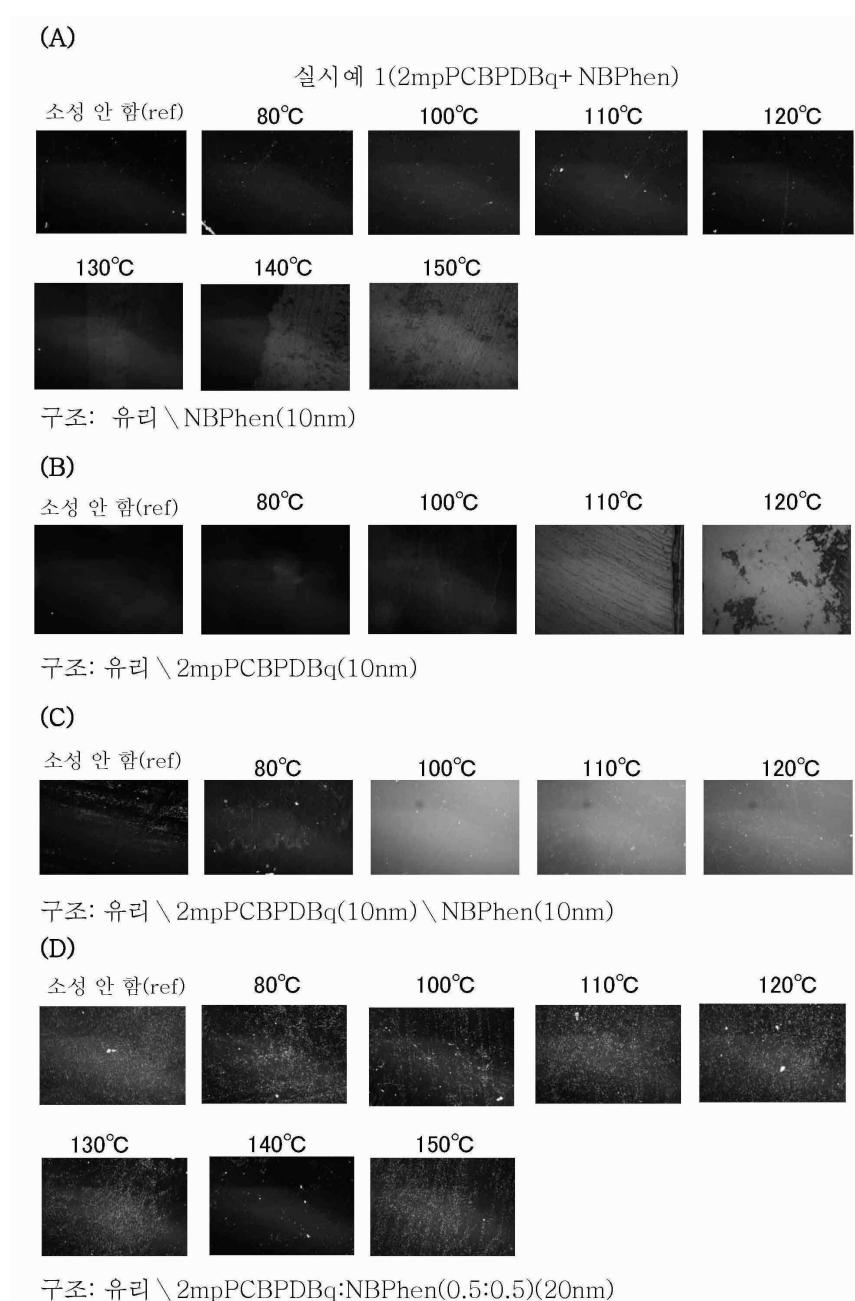
(B)



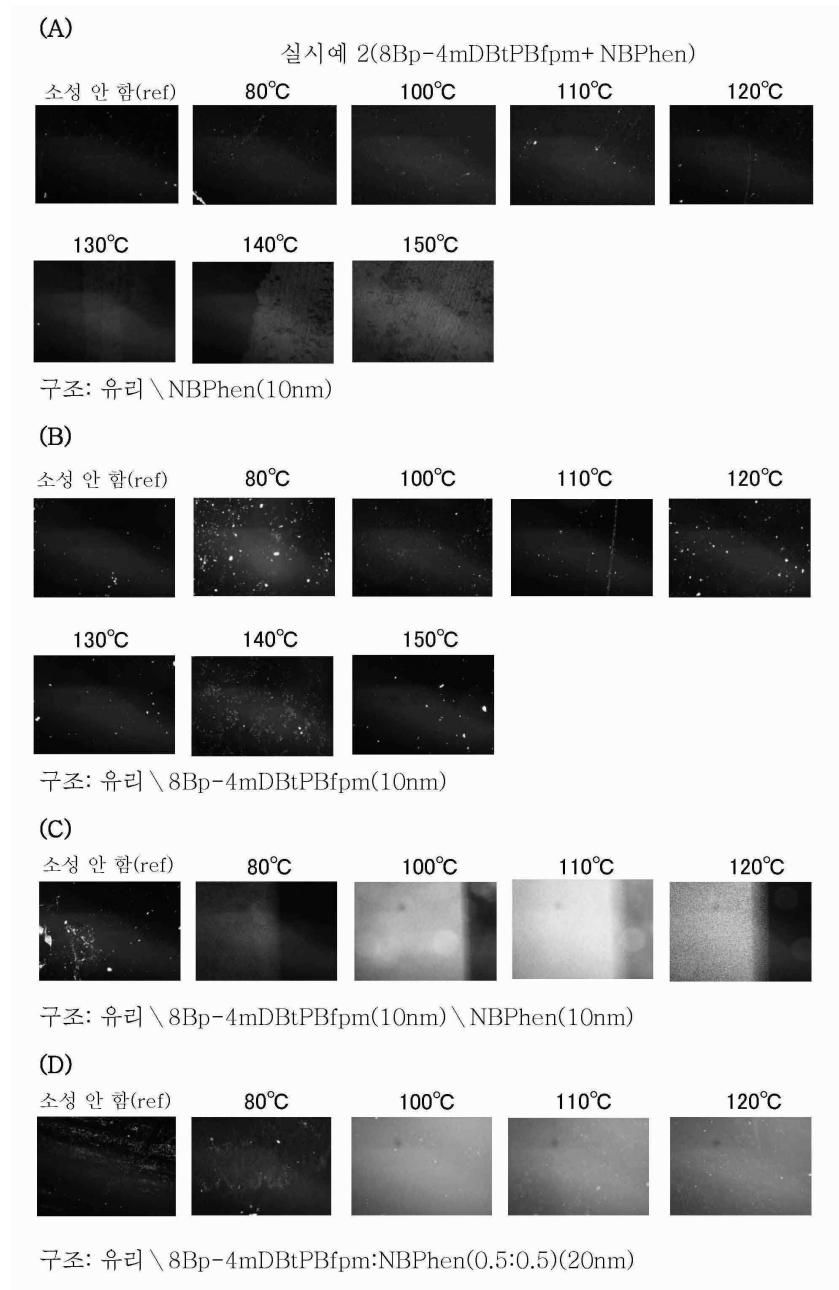
도면16



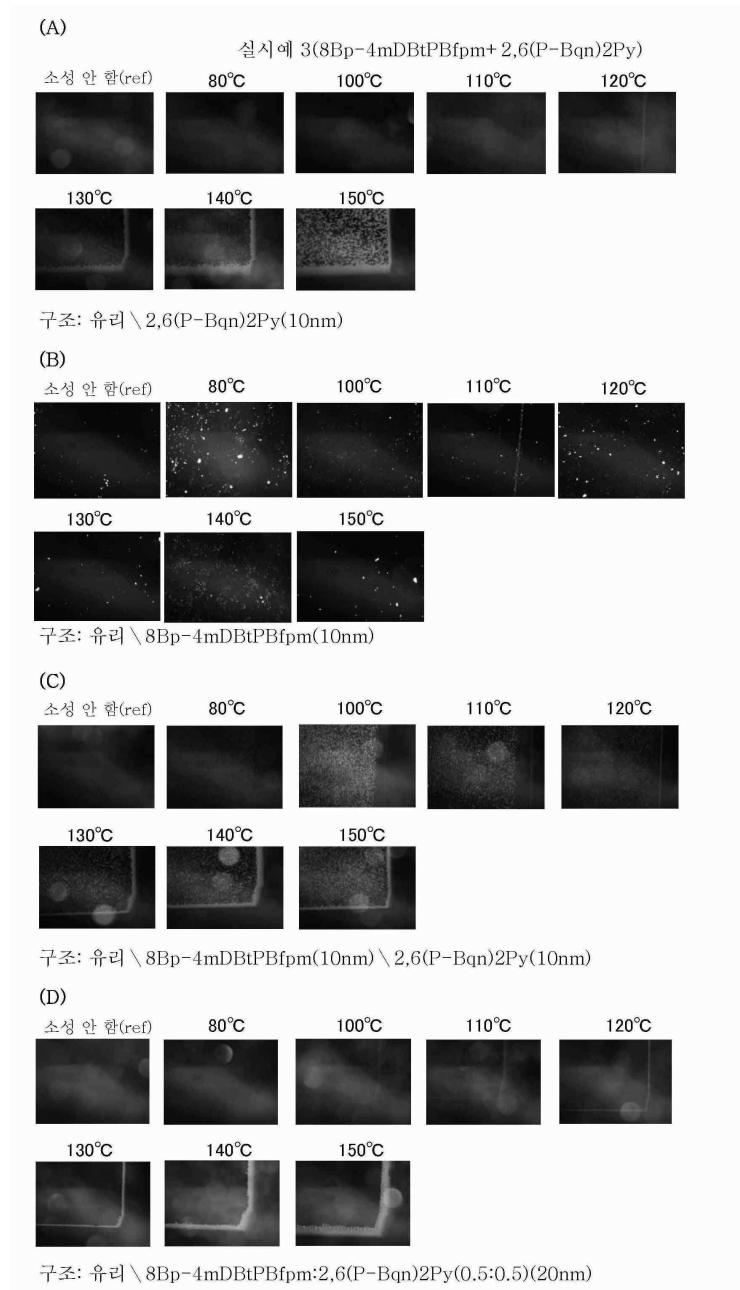
## 도면17



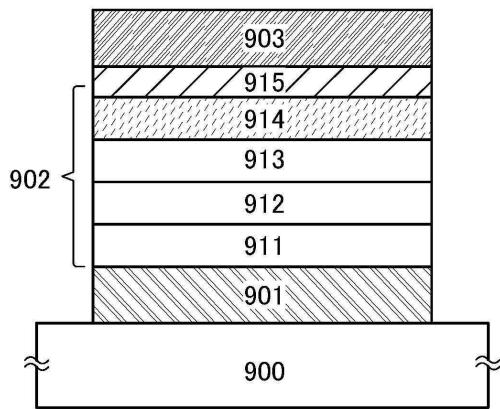
## 도면18



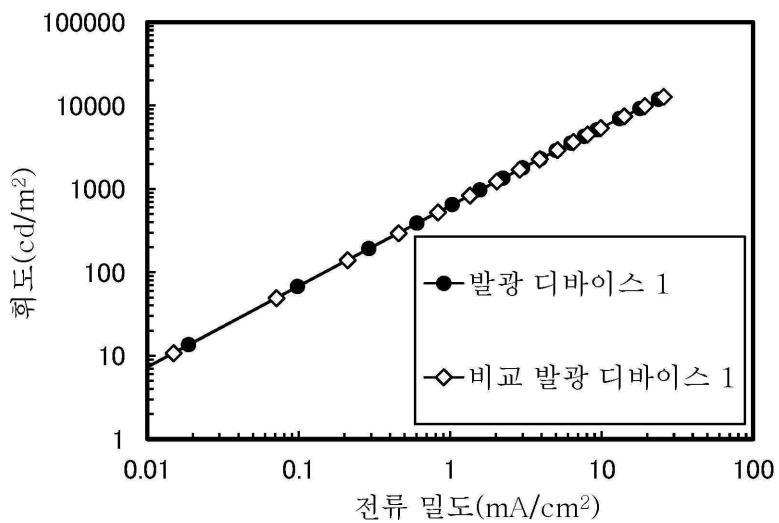
## 도면19



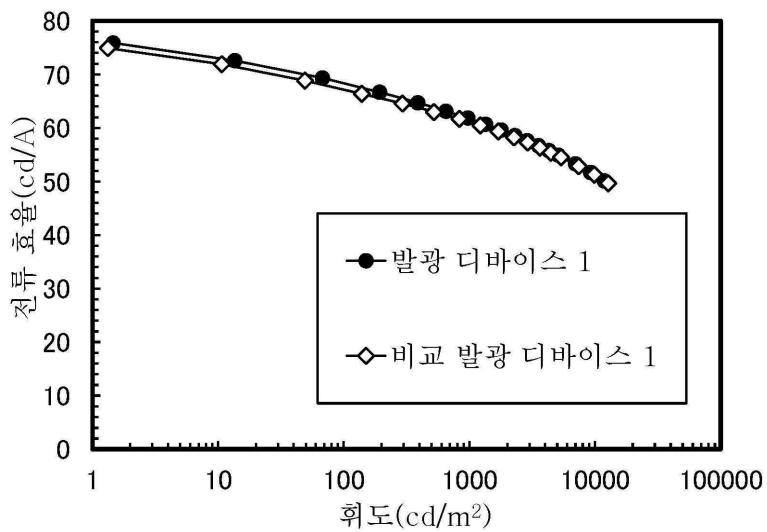
도면20



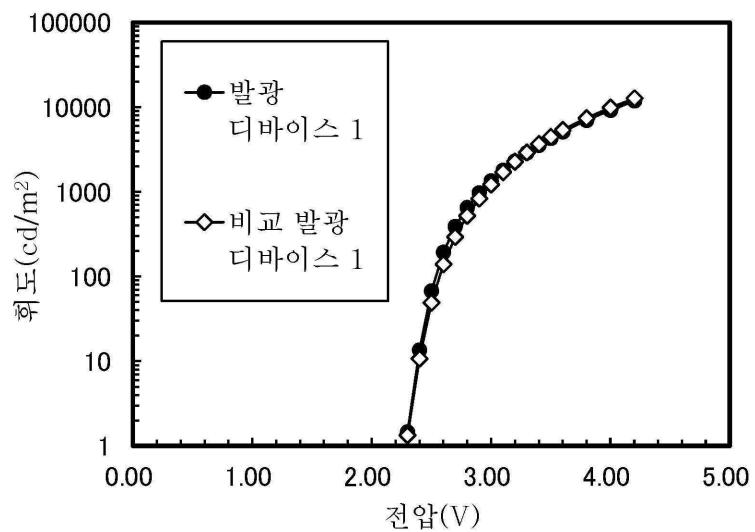
도면21



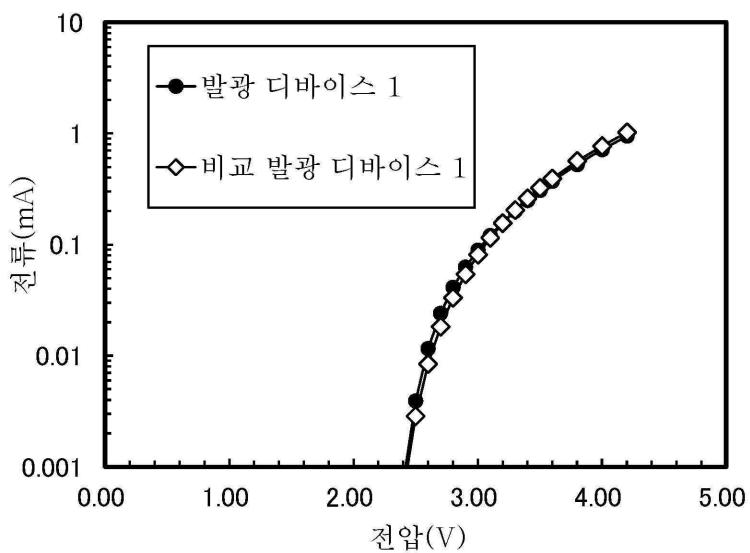
도면22



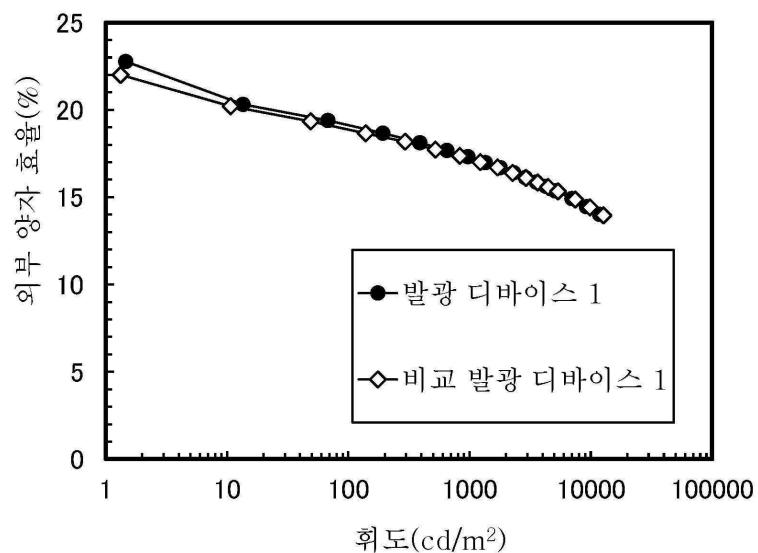
도면23



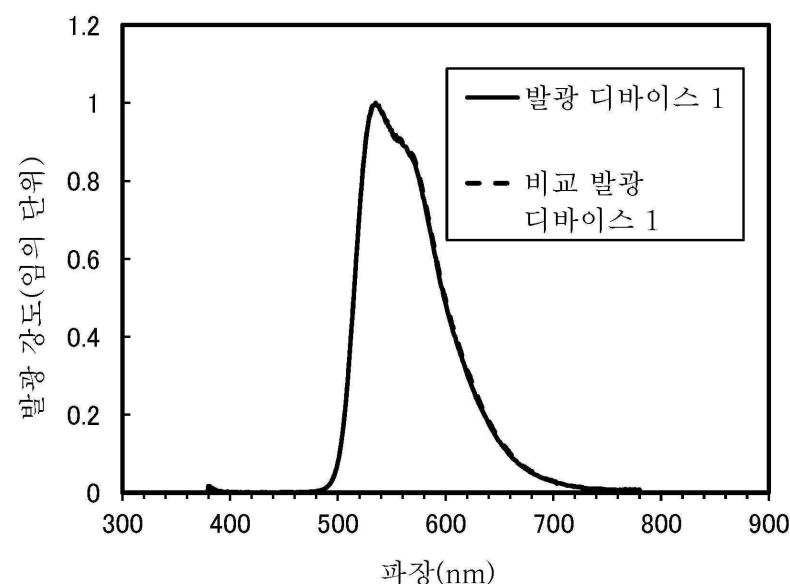
도면24



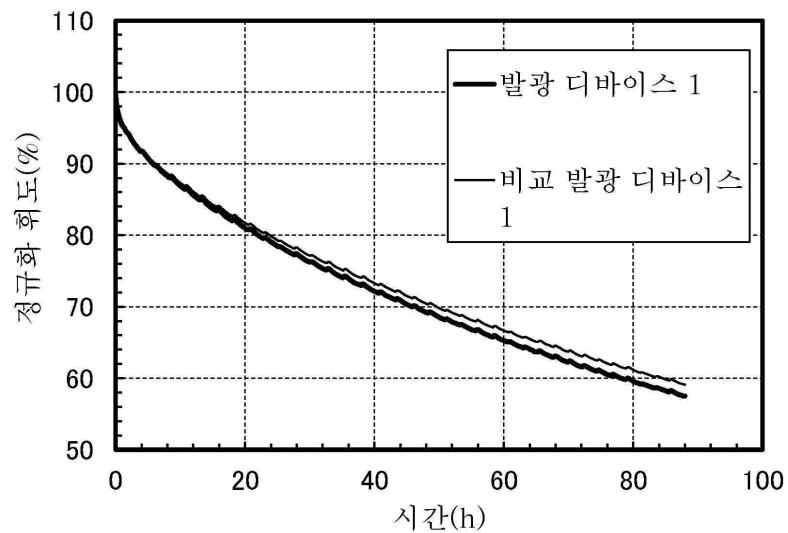
도면25



도면26

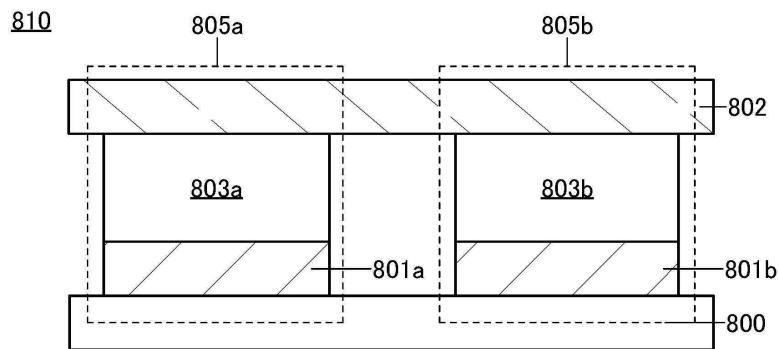


도면27

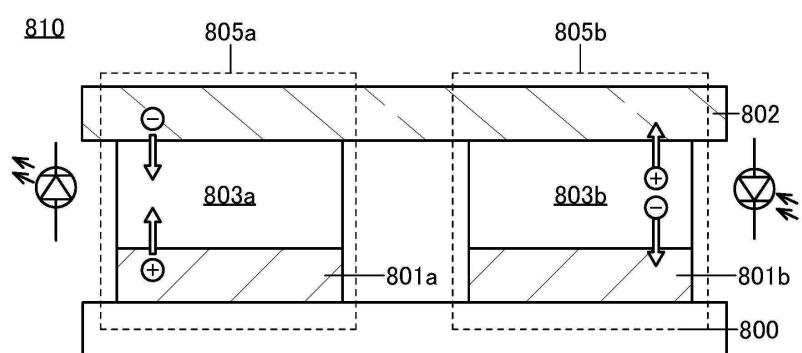


## 도면28

(A)



(B)



(C)

