



등록특허 10-2419770



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월13일  
(11) 등록번호 10-2419770  
(24) 등록일자 2022년07월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 27/32* (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H01L 27/3213* (2013.01)  
*H01L 27/3209* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7012918(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년05월12일  
심사청구일자 2022년04월18일
- (85) 번역문제출일자 2022년04월18일
- (65) 공개번호 10-2022-0054698
- (43) 공개일자 2022년05월03일
- (62) 원출원 특허 10-2018-7037058  
원출원일자(국제) 2017년05월12일  
심사청구일자 2020년05월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2017/052783
- (87) 국제공개번호 WO 2017/199142  
국제공개일자 2017년11월23일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2016-101783 2016년05월20일 일본(JP)  
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2007018902 A  
JP2012216519 A  
KR1020130051875 A

- (73) 특허권자  
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼  
일본국 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398
- (72) 발명자  
세오 사토시  
일본국 2430036 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이  
사사키 도시키  
일본국 2430036 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이  
야마오카 료헤이  
일본국 2430036 가나가와Ken 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 나이
- (74) 대리인  
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 박중현

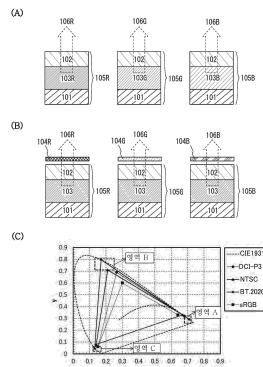
## (54) 발명의 명칭 발광 장치 및 전자 기기

## (57) 요약

넓은 색 영역으로 화상을 표시할 수 있는 발광 장치 또는 신규 발광 소자를 제공한다. 발광 장치는 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 복수의 발광 소자를 포함한다. 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은, 색도 좌표( $x, y$ )에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$

(뒷면에 계속)

## 대 표 도 - 도1



를 가진다. 제 2 컬러 필터를 통하여 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광은, 색도 좌표( $x, y$ )에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가진다. 제 3 컬러 필터를 통하여 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광은, 색도 좌표( $x, y$ )에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.

## (52) CPC특허분류

*H01L 27/322* (2013.01)

*H01L 27/323* (2013.01)

*H01L 27/3244* (2013.01)

*H01L 51/5016* (2013.01)

*H01L 51/5036* (2013.01)

## (30) 우선권주장

JP-P-2016-178920 2016년09월13일 일본(JP)

JP-P-2016-231618 2016년11월29일 일본(JP)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

발광 장치로서,

기판;

상기 기판 위의 복수의 발광 소자로서, 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자 및 제 4 발광 소자를 포함하는 상기 복수의 발광 소자;

상기 기판과 상기 제 1 발광 소자 사이의 제 1 컬러 필터;

상기 기판과 상기 제 2 발광 소자 사이의 제 2 컬러 필터; 및

상기 기판과 상기 제 3 발광 소자 사이의 제 3 컬러 필터를 포함하고,

상기 제 1 발광 소자, 상기 제 2 발광 소자, 상기 제 3 발광 소자 및 상기 제 4 발광 소자는 각각 한 쌍의 전극 및 상기 한 쌍의 전극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL 층은 상기 제 1 발광 소자, 상기 제 2 발광 소자, 상기 제 3 발광 소자 및 상기 제 4 발광 소자에 의해 공유되고,

상기 제 1 컬러 필터를 통하여 상기 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광이 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고,

상기 제 2 컬러 필터를 통하여 상기 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광이 상기 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이하 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고,

상기 제 3 컬러 필터를 통하여 상기 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광이 상기 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이하 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가지고,

상기 기판을 통하여 상기 제 4 발광 소자로부터 얻어지는 광이 백색 광인, 발광 장치.

#### 청구항 2

발광 장치로서,

기판;

화소부로서,

상기 기판 위의 복수의 발광 소자로서, 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자 및 제 4 발광 소자를 포함하는 상기 복수의 발광 소자;

상기 제 1 발광 소자와 전기적으로 접속되는 제 1 트랜지스터, 상기 제 2 발광 소자와 전기적으로 접속되는 제 2 트랜지스터, 상기 제 3 발광 소자와 전기적으로 접속되는 제 3 트랜지스터, 및 상기 제 4 발광 소자와 전기적으로 접속되는 제 4 트랜지스터;

상기 기판과 상기 제 1 발광 소자 사이의 제 1 컬러 필터;

상기 기판과 상기 제 2 발광 소자 사이의 제 2 컬러 필터; 및

상기 기판과 상기 제 3 발광 소자 사이의 제 3 컬러 필터를 포함하는 상기 화소부; 및

상기 기판 위의 제 1 구동 회로를 포함하고,

상기 제 1 트랜지스터, 상기 제 2 트랜지스터, 상기 제 3 트랜지스터 및 상기 제 4 트랜지스터는 상기 기판 위에 있고,

상기 제 1 발광 소자, 상기 제 2 발광 소자, 상기 제 3 발광 소자 및 상기 제 4 발광 소자는 각각 한 쌍의 전극

및 상기 한 쌍의 전극 사이의 EL층을 포함하고,

상기 EL 층은 상기 제 1 발광 소자, 상기 제 2 발광 소자, 상기 제 3 발광 소자 및 상기 제 4 발광 소자에 의해 공유되고,

상기 제 1 컬러 필터를 통하여 상기 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광이 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고,

상기 제 2 컬러 필터를 통하여 상기 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광이 상기 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고,

상기 제 3 컬러 필터를 통하여 상기 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광이 상기 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가지고,

상기 기판을 통하여 상기 제 4 발광 소자로부터 얻어지는 광이 백색 광인, 발광 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터, 상기 제 2 트랜지스터, 상기 제 3 트랜지스터 및 상기 제 4 트랜지스터 각각은 산화물 반도체 층을 포함하는, 발광 장치.

### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 기판 위의 제 2 구동 회로를 더 포함하고,

상기 제 2 구동 회로는 상기 화소부를 개재하여 상기 제 1 구동 회로의 반대쪽에 있고,

상기 제 1 구동 회로는 제 1 게이트 구동 회로이고 상기 제 2 구동 회로는 제 2 게이트 구동 회로인, 발광 장치.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 EL 층은 제 1 EL 층, 제 2 EL 층, 및 상기 제 1 EL 층과 상기 제 2 EL 층 사이의 전하 발생층을 포함하고,

상기 제 1 EL 층은 적색 발광 물질과 녹색 발광 물질을 함유하고,

상기 제 2 EL 층은 청색 발광 물질을 함유하는, 발광 장치.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 적색 발광 물질과 상기 녹색 발광 물질 중 적어도 하나는 인광 물질이고,

상기 청색 발광 물질은 형광 물질인, 발광 장치.

### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 컬러 필터는 600nm의 광 투과율이 60% 이하이며 650nm의 광 투과율이 70% 이상이고,

상기 제 2 컬러 필터는 480nm의 광 투과율이 60% 이하이며 580nm의 광 투과율이 60% 이하이며 530nm의 광 투과율이 70% 이상이고,

상기 제 3 컬러 필터는 510nm의 광 투과율이 60% 이하이며 450nm의 광 투과율이 70% 이상인, 발광 장치.

### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 컬러 필터를 통하여 상기 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 상기 광이 620nm 내지 680nm의 범위 내에 피크 값이 있는 발광 스펙트럼을 가지는, 발광 장치.

### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 발광 소자로부터 발광된 상기 광, 상기 제 2 발광 소자로부터 발광된 상기 광 및 상기 제 3 발광 소자로부터 발광된 상기 광의 CIE1931 색도 좌표를 연결하여 형성된 삼각형의 면적은 BT.2020 규격의 적색, 녹색 및 청색의 CIE1931 색도 좌표를 연결하여 형성된 삼각형의 면적의 80% 이상 100% 이하인, 발광 장치.

### 청구항 10

발광 장치로서,

복수의 기판;

상기 복수의 기판 사이의 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 제 3 발광 소자 및 제 4 발광 소자; 및  
상기 제 1 발광 소자, 상기 제 2 발광 소자 및 상기 제 3 발광 소자와 중첩하는 복수의 컬러 필터를 포함하고,  
상기 발광 장치는 CIE1931 색도 좌표에서 (0.713, 0.287), (0.182, 0.786), (0.141, 0.045), (0.713, 0.287)의  
색도 ( $x, y$ )를 연결하여 형성된 삼각형 내의 색 영역을 100%의 BT.2020의 면적비로 표시할 수 있는, 발광 장치.

### 청구항 11

발광 장치로서,

복수의 기판; 및

제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자 및 제 3 발광 소자를 포함하고,

상기 발광 장치는 CIE1931 색도 좌표에서 BT.2020에 의해 정의된 색 영역을 표시할 수 있는, 발광 장치.

### 청구항 12

발광 장치로서,

복수의 기판; 및

제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자 및 제 3 발광 소자를 포함하고,

상기 발광 장치는 CIE1931 색도 좌표에서 상기 제 1 발광 소자, 상기 제 2 발광 소자 및 상기 제 3 발광 소자로  
부터 발광된 광을 결합함으로써 BT.2020에 의해 정의된 색 영역을 표시할 수 있는, 발광 장치.

### 청구항 13

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 발광 장치는 BT.2020에 의해 정의된 색 영역을 초과하는, 발광 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 일 형태는 발광 소자, 발광 장치, 및 전자 기기에 관한 것이다. 또한, 본 발명의 일 형태는 이들에  
한정되지 않는다. 즉, 본 발명의 일 형태는 물건, 방법, 제작 방법, 또는 구동 방법에 관한 것이다. 본 발명  
의 일 형태는 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한  
것이다. 구체적인 예로서는, 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 및 조명 장치 등을 들 수 있다.

### 배경 기술

[0002] 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 포함하는 발광 소자(유기EL 소자라고도 함)는, 박형, 경량, 입력 신호에 대한 고속  
응답성, 및 저소비전력 등의 특성을 가지기 때문에, 이러한 발광 소자를 포함하는 디스플레이인, 차세대의 평판

디스플레이로서 주목을 받고 있다.

[0003] 발광 소자에 있어서, 한 쌍의 전극 사이에서의 전압의 인가는 전극으로부터 주입된 전자 및 정공의 EL층에서의 재결합을 일으키고, 이는 EL층에 함유되는 발광 물질(유기 화합물)을 들뜬 상태로 한다. 발광 물질이 들뜬 상태로부터 다시 바닥 상태가 될 때 광이 방출된다. 들뜬 상태는, 단일항 들뜬 상태( $S^*$ ) 또는 삼중항 들뜬 상태( $T^*$ )일 수 있다. 단일항 들뜬 상태로부터의 발광은 형광이라고 하고, 삼중항 들뜬 상태로부터의 발광은 인광이라고 한다. 발광 소자에서의  $S^*$  대  $T^*$ 의 통계적인 생성 비율은 1:3인 것으로 생각된다. 발광 물질로부터 방출되는 광의 스펙트럼은 발광 물질에 의존하기 때문에, 상이한 종류의 유기 화합물을 발광 물질로서 사용함으로써, 다양한 색을 표시하는 발광 소자를 얻을 수 있다.

[0004] 예를 들어, 디스플레이에 풀 컬러 화상을 표시하기 위해서는, 적어도 적색, 녹색, 및 청색의 3가지 색의 발광 소자가 필요하다. 또한, 소비전력이 낮은 발광 소자가 요구된다.

[0005] 풀 컬러 화상을 표시하기 위한 구체적인 방식의 예로서는, 상이한 색의 광을 발하는 발광 소자가 개별적으로 형성되는 소위 개별 화소 방식, 백색 발광 소자가 컬러 필터와 조합하여 사용되는 백색 컬러 필터 방식, 청색 발광 소자 등 단색광을 방출하는 발광 소자가 색변환 필터와 조합하여 사용되는 색변환 방식 등이 있다. 각 방식은 장점 및 단점을 가진다.

## 선행기술문현

### 특허문현

[0006] (특허문현 0001) 일본 공개특허공보 특개 2007-053090호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 개별 화소 방식에 비하여, 풀 컬러 화상을 표시하기 위한 구체적인 방식인 컬러 필터 방식은 복수의 발광 소자가 하나의 EL층을 공유하기 때문에, 고해상도화가 용이하고, 특히 디스플레이 시장에 적합하다.

[0008] 백색 컬러 필터 방식에서, 적색 광, 녹색 광, 및 청색 광을 방출하는 발광 소자는 공통의 EL층으로부터 방출되는 백색 광을 이용하기 때문에, 발광 소자의 발광색의 색도( $x, y$ )를 원하는 범위로 설정함으로써, 넓은 색 영역을 가지는 디스플레이를 얻을 수 있다.

[0009] 따라서, 본 발명의 일 형태에서는 넓은 색 영역을 가지는 화상을 표시할 수 있는 발광 장치를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에서는 신규 발광 소자를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에서는 높은 색 순도를 가지는 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0010] 또한, 이들 과제의 기재는, 다른 과제의 존재를 방해하지 않는다. 본 발명의 일 형태에서는 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없다. 다른 과제는 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 명백해질 것이며 추출될 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 형태는 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 포함하는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. CIE1931 색도 좌표( $x, y$ )(이하에서는 간단하게 색도 좌표( $x, y$ )라고 함)에서, 제 1 발광 소자로부터 방출되는 광은 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 발광 소자로부터 방출되는 광은 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 발광 소자로부터 방출되는 광은 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.

[0012] 본 발명의 다른 일 형태는, 반사 전극 및 반투과·반반사 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 색도 좌표( $x, y$ )에서, 제 1 발광 소자로부터 방출되는 광은 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 발광 소자로부터 방출되는 광은 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 발광 소자로부터 방출되는 광은 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.

- [0013] 본 발명의 다른 일 형태는, 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 컬러 필터를 통하여 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 컬러 필터를 통하여 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.
- [0014] 본 발명의 다른 일 형태는, 반사 전극 및 반투과·반반사 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 복수의 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 컬러 필터를 통하여 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 컬러 필터를 통하여 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.
- [0015] 상기 어느 구성에 있어서, 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 및 제 3 발광 소자에 포함되는 EL층은, 백색 광을 방출하고 동일한 재료를 사용하여 형성된 EL층인 것이 바람직하다. 각 EL층은 적어도 하나의 발광층을 포함한다. 복수의 EL층이 각 발광 소자에 포함되어도 좋고, EL층이 전하 발생층을 개재(介在)하여 적층되어도 좋다.
- [0016] 본 발명의 다른 일 형태는, 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 및 제 3 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. EL층은 백색 광을 방출한다. 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 컬러 필터를 통하여 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 컬러 필터를 통하여 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.
- [0017] 발광 소자에서, 백색 광을 방출하는 EL층으로부터 상이한 색을 가지는 광을 효율적으로 추출하기 위하여, 한 쌍의 전극 사이의 광학 거리를 발광색에 따라 조정하여, 소위 마이크로캐비티 구조를 형성하는 것이 바람직하다.
- [0018] 본 발명의 다른 일 형태는, 반사 전극 및 반투과·반반사 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 및 제 3 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. EL층은 백색 광을 방출한다. 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 컬러 필터를 통하여 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 컬러 필터를 통하여 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.
- [0019] 본 발명의 다른 일 형태는 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 및 제 3 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 각 EL층은 백색 광을 방출하고, 전하 발생층을 개재하여 적층된 제 1 EL층 및 제 2 EL층을 포함한다. 제 1 EL층은 적색 발광 물질 및 녹색 발광 물질을 함유한다. 제 2 EL층은 청색 발광 물질을 함유한다. 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 컬러 필터를 통하여 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 컬러 필터를 통하여 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.
- [0020] 본 발명의 다른 일 형태는, 반사 전극 및 반투과·반반사 전극 사이에 EL층을 각각 포함하는 제 1 발광 소자, 제 2 발광 소자, 및 제 3 발광 소자를 포함하는 발광 장치이다. 각 EL층은 백색 광을 방출하고, 전하 발생층을 개재하여 적층된 제 1 EL층 및 제 2 EL층을 포함한다. 제 1 EL층은 적색 발광 물질 및 녹색 발광 물질을 함유한다. 제 2 EL층은 청색 발광 물질을 함유한다. 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 2 컬러 필터를 통하여 제 2 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가지고, 제 3 컬러 필터를 통하여 제 3 발광 소자로부터 얻어지는 광은 CIE1931 색도 좌표에서 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다.

다.

[0021] 반사 전극 및 반투과·반반사 전극을 포함하는 임의의 구성에 있어서, 제 1 발광 소자에서의 반사 전극 및 반투과·반반사 전극 사이의 광학 거리는, 적색 광의 발광 강도를 높일 수 있도록 설정되어도 좋다. 제 2 발광 소자에서의 반사 전극 및 반투과·반반사 전극 사이의 광학 거리는, 녹색 광의 발광 강도를 높일 수 있도록 설정되어도 좋다. 제 3 발광 소자에서의 반사 전극 및 반투과·반반사 전극 사이의 광학 거리는, 청색 광의 발광 강도를 높일 수 있도록 설정되어도 좋다.

[0022] 상기 임의의 구성에 있어서, 제 1 컬러 필터는, 600nm의 광 투과율이 60% 이하이며 650nm의 광 투과율이 70% 이상이어도 좋다. 제 2 컬러 필터는, 480nm의 광 투과율이 60% 이하이며 580nm의 광 투과율이 60% 이하이며 530nm의 광 투과율이 70% 이상이어도 좋다. 제 3 컬러 필터는, 510nm의 광 투과율이 60% 이하이며 450nm의 광 투과율이 70% 이상이어도 좋다.

[0023] 상기 임의의 구성에 있어서, 제 1 컬러 필터를 통하여 제 1 발광 소자로부터 얻어지는 광은, 피크값이 620nm 내지 680nm인 범위 내에 있는 발광 스펙트럼을 가져도 좋다.

[0024] 본 발명의 다른 일 형태는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치 및 조작 키, 스피커, 마이크로폰, 또는 외부 접속부를 포함하는 전자 기기이다.

[0025] 본 발명의 일 형태는, 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 더하여, 발광 소자 또는 발광 장치를 포함하는 전자 기기(구체적으로는 발광 소자 또는 발광 장치와, 접속 단자 또는 조작 키를 포함하는 전자 기기) 및 발광 소자 또는 발광 장치를 포함하는 조명 장치(구체적으로는 발광 소자 또는 발광 장치와, 하우징을 포함하는 조명 장치)를 그 범주에 포함한다. 따라서, 본 명세서에서 발광 장치는 화상 표시 장치 또는 광원(조명 장치를 포함함)을 의미한다. 또한, 발광 장치는, 발광 장치에 FPC(flexible printed circuit) 또는 TCP(tape carrier package) 등의 커넥터가 장착된 모듈, TCP의 단부가 프린트 배선판을 가지는 모듈, 및 발광 소자에 COG(chip on glass) 방식으로 IC(집적 회로)가 직접 실장된 모듈을 그 범주에 포함한다.

### 발명의 효과

[0026] 본 발명의 일 형태는 넓은 색 영역으로 화상을 표시할 수 있는 발광 장치를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태는 신규 발광 소자를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태는 높은 색 순도를 가지는 발광 소자를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태는 높은 색 재현성을 가지는 발광 장치를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태는 높은 색 재현성을 가지는 표시부를 포함하는 전자 기기를 제공할 수 있다.

[0027] 또한 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하지 않는다. 본 발명의 일 형태는 반드시 상술한 모든 효과를 가질 필요는 없다. 다른 효과는 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 명백해질 것이며 추출될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0028] 도 1의 (A) 내지 (C)는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 도시한 것이다.

도 2의 (A) 내지 (D)는 각각 발광 소자의 구조를 도시한 것이다.

도 3의 (A) 및 (B)는 발광 장치를 도시한 것이다.

도 4의 (A) 및 (B)는 발광 장치를 도시한 것이다.

도 5의 (A), (B), (C), (D), (D'-1), 및 (D'-2)는 전자 기기를 도시한 것이다.

도 6의 (A) 내지 (C)는 전자 기기를 도시한 것이다.

도 7의 (A) 및 (B)는 자동차를 도시한 것이다.

도 8의 (A) 내지 (D)는 각각 조명 장치를 도시한 것이다.

도 9는 조명 장치를 도시한 것이다.

도 10의 (A) 및 (B)는 터치 패널의 예를 도시한 것이다.

도 11의 (A) 및 (B)는 터치 패널의 예를 도시한 것이다.

도 12의 (A) 및 (B)는 터치 패널의 예를 도시한 것이다.

도 13의 (A) 및 (B)는 터치 센서의 블록도 및 타이밍 차트이다.

도 14는 터치 센서의 회로도이다.

도 15의 (A), (B1), 및 (B2)는 표시 장치의 블록도이다.

도 16은 표시 장치의 회로 구성을 도시한 것이다.

도 17은 표시 장치의 단면 구조를 도시한 것이다.

도 18은 발광 소자를 도시한 것이다.

도 19는 발광 소자 1 내지 4의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 20은 발광 소자 1 내지 4의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 21은 발광 소자 1 내지 4의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 22는 발광 소자 1 내지 4의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 23은 발광 소자 1 내지 4의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 24는 컬러 필터의 투과 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 25는 발광 소자 5 내지 8의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 26은 발광 소자 5 내지 8의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 27은 발광 소자 5 내지 8의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 28은 발광 소자 5 내지 8의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 29는 발광 소자 5 내지 8의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 30은 발광 소자를 도시한 것이다.

도 31은 발광 소자 9 내지 11의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 32는 발광 소자 9 내지 11의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 33은 발광 소자 9 내지 11의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 34는 발광 소자 9 내지 11의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 35는 발광 소자 9 내지 11의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 36은 CIE1931 색도 좌표( $x, y$  색도 좌표)를 나타낸 것이다.

도 37은 CIE1976 색도 좌표( $u', v'$  색도 좌표)를 나타낸 것이다.

도 38은 발광 소자의 휘도-전류 밀도 특성을 나타낸 것이다.

도 39는 발광 소자의 휘도-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 40은 발광 소자의 전류 효율-휘도 특성을 나타낸 것이다.

도 41은 발광 소자의 전류-전압 특성을 나타낸 것이다.

도 42는 발광 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 43은 발광 소자의 신뢰성을 나타낸 것이다.

도 44는 발광 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 45는 CIE1931 색도 좌표( $x, y$  색도 좌표)를 나타낸 것이다.

도 46은 외부 양자 효율과 전류 밀도의 관계를 나타낸 것이다.

도 47은 발광 소자의 구동 시험(25°C) 결과를 나타낸 것이다.

도 48은 발광 소자의 구동 시험(85°C) 결과를 나타낸 것이다.

도 49는 발광 소자의 고온 보존 시험 결과를 나타낸 것이다.

도 50은 발광 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 51은 외부 양자 효율과 휘도의 관계를 나타낸 것이다.

도 52는 발광 소자의 구동 시험(25°C) 결과를 나타낸 것이다.

도 53은 발광 소자의 구동 시험(85°C) 결과를 나타낸 것이다.

도 54는 발광 소자의 고온 보존 시험 결과를 나타낸 것이다.

도 55는 CIE1976 색도 좌표( $u'$ ,  $v'$  색도 좌표)를 나타낸 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029]

본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 이하에서 자세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하의 실시형태의 설명에 한정하여 해석되지 말아야 한다.

[0030]

또한, 도면 등에 도시된 각 구성 요소의 위치, 크기, 또는 범위 등을 이해를 쉽게 하기 위하여, 정확하게 나타내지 않은 경우가 있다. 그러므로, 개시(開示)된 발명은 도면 등에 개시된 위치, 크기, 또는 범위 등에 반드시 한정되지는 않는다.

[0031]

본 명세서 등에서 도면을 참조하여 본 발명의 구성을 설명할 때, 상이한 도면의 같은 구성 요소는 같은 부호로 표시한다.

[0032]

(실시형태 1)

[0033]

본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 도 1의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한다.

[0034]

도 1의 (A)에 도시된 발광 장치는, 제 1 발광 소자(105R), 제 2 발광 소자(105G), 및 제 3 발광 소자(105B)를 포함한다. 제 1 발광 소자(105R)는 제 1 전극(101), EL층(103R), 및 제 2 전극(102)을 포함한다. 제 2 발광 소자(105G)는 제 1 전극(101), EL층(103G), 및 제 2 전극(102)을 포함한다. 제 3 발광 소자(105B)는 제 1 전극(101), EL층(103B), 및 제 2 전극(102)을 포함한다. 또한, 발광 소자에 포함되는 EL층(103R, 103G, 및 103B)은, 부분적으로 또는 전체적으로 상이한 재료를 함유하고, 개별 화소 방식에 의하여 형성된다. 이는 예를 들어, EL층(103R)은 적색 광을 방출하는 EL층으로, EL층(103G)은 녹색 광을 방출하는 EL층으로, EL층(103B)은 청색 광을 방출하는 EL층으로 할 수 있다는 것을 의미한다.

[0035]

각 발광 소자에 포함되는 적어도 하나의 전극(도 1의 (A) 및 (B)의 경우에는 EL층으로부터 화살표 방향으로 광이 방출되는 제 2 전극(102))은, 투광성 전극 재료를 사용하여 형성하는 것이 바람직하다.

[0036]

도 1의 (B)에 도시된 발광 장치는, 제 1 발광 소자(105R), 제 2 발광 소자(105G), 및 제 3 발광 소자(105B)를 포함한다. 제 1 발광 소자(105R)는 제 1 전극(101), EL층(103), 및 제 2 전극(102)을 포함한다. 컬러 필터(104R)는 제 1 전극(101), EL층(103), 및 제 2 전극(102)과 중첩되는 영역에 제공된다. 제 2 발광 소자(105G)는 제 1 전극(101), EL층(103), 및 제 2 전극(102)을 포함한다. 컬러 필터(104G)는 제 1 전극(101), EL층(103), 및 제 2 전극(102)과 중첩되는 영역에 제공된다. 제 3 발광 소자(105B)는 제 1 전극(101), EL층(103), 및 제 2 전극(102)을 포함한다. 컬러 필터(104B)는 제 1 전극(101), EL층(103), 및 제 2 전극(102)과 중첩되는 영역에 제공된다. 또한, 발광 소자는 같은 EL층(103)을 포함한다.

[0037]

도 1의 (B)에 도시된 각 발광 소자에 포함되는 제 2 전극(102)은 투광성 전극 재료를 사용하여 형성하는 것이 바람직하다. 이로써, EL층(103)으로부터 방출되는 광 중 적색 광(106R)을 제 1 발광 소자(105R)로부터 컬러 필터(104R)를 통하여 외부로 추출할 수 있다. 또한, EL층(103)으로부터 방출되는 광 중 녹색 광(106G)을 제 2 발광 소자(105G)로부터 컬러 필터(104G)를 통하여 외부로 추출할 수 있다. 또한, EL층(103)으로부터 방출되는 광 중 청색 광(106B)을 제 3 발광 소자(105B)로부터 컬러 필터(104B)를 통하여 외부로 추출할 수 있다. 이는 컬러 필터(104R)는 적색 광을 투과하는 기능을 가지고, 컬러 필터(104G)는 녹색 광을 투과하는 기능을 가지고, 컬러 필터(104B)는 청색 광을 투과하는 기능을 가진다는 것을 의미한다.

[0038]

도 1의 (A) 및 (B)에는 도시하지 않았지만, 본 실시형태에서 설명되는 발광 장치에서의 제 1 발광 소자(105R),

제 2 발광 소자(105G), 및 제 3 발광 소자(105B)는 각각 발광을 제어하는 트랜지스터에 전기적으로 접속되어도 좋다.

[0039] 도 1의 (A) 및 (B)에 도시된 EL층(103, 103R, 103G, 및 103B)은 발광 물질을 함유하는 발광층, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 및 전자 주입층 등의 기능층을 각각 포함한다. 적층된 EL층의 경우, EL층 사이에 전하 발생층이 배치된다.

[0040] 도 1의 (A) 및 (B)에 도시된 EL층(103, 103R, 103G, 및 103B)에 포함되는 발광층은, 발광 물질에 더하여 1종류 이상의 유기 화합물을 함유할 수 있다. 1개의 발광층 또는 적층된 발광층이 상이한 색의 발광 물질을 함유하여도 좋다. 도 1의 (A) 또는 (B)에 도시된 EL층(103, 103R, 103G, 및 103B)이 적층된 EL층으로 형성되는 경우, 상술한 바와 같이 EL층 사이에 전하 발생층이 제공된다. 이 경우, 복수의 EL층은 상이한 색의 광을 방출하는 것이 바람직하다.

[0041] 도 1의 (B)에 도시된 제 1 발광 소자(105R), 제 2 발광 소자(105G), 및 제 3 발광 소자(105B)는 EL층(103)을 공유한다. 이 경우, EL층(103)은 백색 광을 방출하지만 발광 소자로부터 상이한 색의 광을 얻을 수 있다.

[0042] 도 1의 (B)에 도시된 바와 같이, EL층(103)으로부터 방출되는 광이 복수의 파장의 광이 혼합된 광을 혼합시켜 얻어지는 백색 광인 경우, 특정의 파장의 광을 강화하기 위하여, 제 1 전극(101)을 반사 전극으로서, 제 2 전극(102)을 반투과·반반사 전극으로서 사용하여 마이크로캐비티 구조를 채용하는 것이 바람직하다. 또한, 도 1의 (A)에 도시된 바와 같이, 각 발광 소자에 대하여 EL층이 독립적으로 형성되는 경우에도 마이크로캐비티 구조를 채용하여도 좋다.

[0043] 도 1의 (A) 또는 (B)에 도시된 제 1 발광 소자(105R)는 적색 광을 방출하는 발광 소자이기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리가 적색 광의 강도를 높이는 광학 거리로 설정되도록 제 1 전극(101)의 두께를 조정하는 것이 바람직하다. 또한, 제 2 발광 소자(105G)는 녹색 광을 방출하는 발광 소자이기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리가 녹색 광의 강도를 높이는 광학 거리로 설정되도록 제 1 전극(101)의 두께를 조정하는 것이 바람직하다. 또한, 제 3 발광 소자(105B)는 청색 광을 방출하는 발광 소자이기 때문에, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 광학 거리가 청색 광의 강도를 높이는 광학 거리로 설정되도록 제 1 전극(101)의 두께를 조정하는 것이 바람직하다.

[0044] 도 1의 (B)에 도시된 바와 같이, EL층(103)으로부터 방출되는 광이 백색 광인 경우, 색 순도의 저하를 방지하기 위하여, 백색 광을 구성하는 적색 광, 녹색 광, 및 청색 광이, 서로 중첩되지 않는 독립적인 발광 스펙트럼을 가지는 것이 바람직하다. 특히 녹색 광의 발광 스펙트럼 및 적색 광의 발광 스펙트럼은 각각의 피크 파장이 서로 가깝기 때문에, 서로 중첩되기 쉽다. EL층에 함유되는 발광 물질 및 EL층의 적층 구조가, 이와 같은 발광 스펙트럼의 중첩을 억제하기 위하여 중요하다. 공통되는 EL층을 포함하는 발광 장치의 경우, 개별적으로 형성된 EL층을 포함하는 발광 장치의 경우에 비하여 공정 수를 삭감할 수 있지만, 몇 가지 어려움이 생긴다. 따라서, 본 발명의 일 형태는, 발광색마다 적합한 색도를 가지는 발광 장치뿐만 아니라, 특히 백색 광을 방출하는 공통의 발광층을 포함하는 경우, 상이한 발광 스펙트럼이 중첩되는 것을 방지하고, 발광색마다 색도가 적합한 발광 장치를 포함한다.

[0045] 본 실시형태에서 설명되는 발광 장치는 복수의 발광 소자를 포함하고 풀 컬러 화상을 표시할 수 있다. 현재로서는 풀 컬러 표시를 위한 품질의 지표로서 몇 가지 규격이 규정되어 있다.

[0046] 예를 들어, 디스플레이, 프린터, 디지털 카메라, 및 스캐너 등의 기기에서의 색재현을 표준화하기 위하여 국제 전기 표준 회의(IEC)에 의하여 규정된 색 공간에 대한 국제 표준의 규격인 sRGB 규격이 널리 사용된다. 또한, sRGB 규격에 있어서, 국제 조명 위원회(CIE)에 의하여 규정된 CIE1931 색도 좌표( $x, y$  색도 좌표)에서의 색도 ( $x, y$ )는, 적색(R)이 (0.640, 0.330)이고, 녹색(G)이 (0.300, 0.600)이고, 청색(B)이 (0.150, 0.060)이다.

[0047] 미국의 NTSC(National Television System Committee)에 의하여 규정된 아날로그 텔레비전 방식의 색 영역 규격인 NTSC 규격에 있어서, 색도( $x, y$ )는 적색(R)이 (0.670, 0.330)이고, 녹색(G)이 (0.210, 0.710)이고, 청색(B)이 (0.140, 0.080)이다.

[0048] 디지털 영화(시네마)를 배급할 때 사용되는 국제적인 통일 규격인 DCI-P3 규격(유한 책임 회사 Digital Cinema Initiatives에 의하여 규정됨)에 있어서, 색도( $x, y$ )는 적색(R)이 (0.680, 0.320)이고, 녹색(G)이 (0.265, 0.690)이고, 청색(B)이 (0.150, 0.060)이다.

[0049] 일본 방송 협회(NHK)에 의하여 규정된 초고선명 텔레비전(UHDTV, 슈퍼 하이비전이라고도 함)에 대한 BT.2020 규

격에 있어서, 색도( $x, y$ )는 적색이 (0.708, 0.292)이고, 녹색이 (0.170, 0.797)이고, 청색이 (0.131, 0.046)이다.

[0050] 상술한 바와 같이, 표시에 관한 다양한 규격이 규정되어 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치는, 도 1의 (C)의 색도 좌표로 나타내어지는 색도 범위(영역 A, 영역 B, 및 영역 C)를 차지하는 발광 소자(적색 광을 방출하는 발광 소자, 녹색 광을 방출하는 발광 소자, 및 청색 광을 방출하는 발광 소자)를 포함한다. 구체적으로는, 발광 소자는 적색 광(106R)을 얻을 수 있는 제 1 발광 소자(105R), 녹색 광(106G)을 얻을 수 있는 제 2 발광 소자(105G), 및 청색 광(106B)을 얻을 수 있는 제 3 발광 소자(105B)를 적어도 포함한다. 제 1 발광 소자(105R)로부터 얻어지는 광은, 도 1의 (C)의 색도 좌표에서 영역 A의 범위에 포함되는 색도, 즉 CIE1931 색도 좌표에서 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도  $x$  및 0.260 이상 0.320 이하인 색도  $y$ 를 가진다. 제 2 발광 소자(105G)로부터 얻어지는 광은, 도 1의 (C)의 색도 좌표에서 영역 B의 범위에 포함되는 색도, 즉 0.130 이상 0.250 이하인 색도  $x$  및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도  $y$ 를 가진다. 제 3 발광 소자(105B)로부터 얻어지는 광은, 도 1의 (C)의 색도 좌표에서 영역 C의 범위에 포함되는 색도, 즉 0.120 이상 0.170 이하인 색도  $x$  및 0.020 이상 0.060 미만인 색도  $y$ 를 가진다. 또한, 도 1의 (B)에 도시된 바와 같이, 발광 소자(105R, 105G, 및 105B) 및 컬러 필터(104R, 104G, 및 104B)를 조합시켜 사용하고, 컬러 필터(104R, 104G, 및 104B)를 통하여 발광 소자(105R, 105G, 및 105B)로부터 얻어지는 광이 상기 색도 범위를 차지하는 구성을 채용하여도 좋다. 이와 같은 발광 소자를 포함하는 발광 장치는 고품질의 풀 컬러 표시를 제공할 수 있다. 물론, 도 1의 (A)에 도시된 바와 같이, 컬러 필터를 사용하지 않고 상기 색도 범위를 차지하는 구성을 채용하여도 좋다.

[0051] 또한, 도 1의 (A)에 도시된 제 1 발광 소자(105R)의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 620nm 이상 680nm 이하가 바람직하다. 도 1의 (A)에 도시된 제 2 발광 소자(105G)의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 500nm 이상 530nm 이하가 바람직하다. 도 1의 (A)에 도시된 제 3 발광 소자(105B)의 발광 스펙트럼의 피크 파장은 430nm 이상 460nm 이하가 바람직하다. 발광 소자(105R, 105G, 및 105B)의 발광 스펙트럼의 반치폭은 각각 5nm 이상 45nm 이하, 5nm 이상 35nm 이하, 5nm 이상 25nm 이하가 바람직하다. 도 1의 (B)에 도시된 컬러 필터를 투과한 광의 발광 스펙트럼의 피크 파장 및 반치폭은, 비슷한 값을 가진다.

[0052] 본 발명의 일 형태에 있어서, CIE 색도 좌표( $x, y$ )에서의 BT.2020 색 영역에 대한 면적비가 80% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상, 또는 색 영역에 대한 커버율이 75% 이상, 더 바람직하게는 85% 이상이 되도록 상기 색도를 얻는 것이 바람직하다.

[0053] 색도는 색채 휘도계, 분광 방사 휘도계, 및 발광 스펙트럼 측정기 중 임의의 것을 사용하여 측정하여도 좋고, 상술한 색도가 어느 하나의 색도를 만족시키면 좋다. 또한, 모든 측정에서 상술한 색도를 만족시키는 것이 바람직하다.

[0054] 또한, 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명된 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.

[0055] (실시형태 2)

[0056] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 대하여 설명한다.

[0057] 《발광 소자의 기본적인 구조》

[0058] 발광 소자의 기본적인 구조에 대하여 설명한다. 도 2의 (A)는 한 쌍의 전극 사이에 발광층을 가지는 EL층을 포함하는 발광 소자를 도시한 것이다. 구체적으로는, EL층(203)이 제 1 전극(201)과 제 2 전극(202) 사이에 제공된다(싱글 구조).

[0059] 도 2의 (B)는 복수의 EL층(도 2의 (B)에서는 EL층(203a 및 203b)의 2층)이 한 쌍의 전극 사이에 제공되고, 전하 발생층(204)이 EL층의 사이에 제공되는 적층 구조(랜덤 구조)를 가지는 발광 소자를 도시한 것이다. 랜덤 발광 소자를 사용함으로써, 저전압으로, 낮은 소비전력으로 구동할 수 있는 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0060] 전하 발생층(204)은, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202)에 전압이 인가되었을 때, EL층(203a 또는 203b) 중 어느 한쪽에 전자를 주입하고, EL층(203b 또는 203a) 중 다른 한쪽에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 따라서, 도 2의 (B)에 있어서, 제 1 전극(201)의 전위가 제 2 전극(202)보다 높아지도록 전압을 인가하면, 전하 발생층(204)이 EL층(203a)으로 전자를 주입하고, EL층(203b)으로 정공을 주입한다.

[0061] 또한, 전하 발생층(204)은, 광의 추출 효율의 관점에서, 가시광에 대한 투광성(구체적으로는 40% 이상의 가시광 투과율)을 가지는 것이 바람직하다. 또한, 전하 발생층(204)은 제 1 전극(201) 또는 제 2 전극(202)보다 낮은

도전율을 가지는 경우에도 기능한다.

[0062] 도 2의 (C)는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 EL층(203)의 적층 구조를 도시한 것이다. 이 경우, 제 1 전극(201)은 양극으로서 기능하는 것으로 한다. EL층(203)은 제 1 전극(201) 위에, 정공 주입층(211), 정공 수송층(212), 발광층(213), 전자 수송층(214), 및 전자 주입층(215)이 이 순서대로 적층된 구조를 가진다. 도 2의 (B)에 도시된 텐덤 구조와 같이, 복수의 EL층이 제공되는 경우에도, 상술한 바와 같이 각 EL층에서의 층이 양극 층으로부터 순차적으로 적층된다. 제 1 전극(201)이 음극이고 제 2 전극(202)이 양극인 경우, 적층 순서는 반전된다.

[0063] EL층(203, 203a, 및 203b)에 포함되는 발광층(213)은 발광 물질 및 적절한 조합의 복수의 물질을 함유하기 때문에, 원하는 발광색의 형광 또는 인광을 얻을 수 있다. 발광층(213)은 상이한 발광색을 가지는 적층 구조를 가져도 좋다. 이 경우, 발광 물질과 기타 물질은 적층된 발광층들 사이에서 상이하다. 또는, 도 2의 (B)에서의 복수의 EL층(203a, 및 203b)은 각각의 발광색을 표시하여도 좋다. 이 경우에도, 발광 물질과 기타 물질은 적층된 발광층들 사이에서 상이하다.

[0064] 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서, 예를 들어, 도 2의 (C)에서의 제 1 전극(201)이 반사 전극이고 제 2 전극(202)이 반투과·반반사 전극인 미소광 공진기(マイクロキャビティ) 구조를 채용함으로써, EL층(203)의 발광층(213)으로부터의 발광을 전극 사이에서 공진시키고, 제 2 전극(202)으로부터 투과하는 발광을 강화할 수 있다.

[0065] 또한, 발광 소자의 제 1 전극(201)이 반사성 도전 재료 및 투광성 도전 재료(투명 도전막)가 적층된 구조를 가지는 반사 전극인 경우, 투명 도전막의 두께를 제어함으로써 광학 조정을 수행할 수 있다. 구체적으로는, 발광층(213)으로부터의 광의 파장이  $\lambda$ 일 때, 제 1 전극(201)과 제 2 전극(202) 사이의 거리를  $m\lambda/2$ ( $m$ 은 자연수) 근방으로 조정하는 것이 바람직하다.

[0066] 발광층(213)으로부터 얻어지는 원하는 광(파장:  $\lambda$ )을 증폭시키기 위하여, 제 1 전극(201)부터 발광층(213)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리 및 제 2 전극(202)부터 발광층(213)에서 원하는 광이 얻어지는 영역(발광 영역)까지의 광학 거리를,  $(2m'+1)\lambda/4$ ( $m'$ 은 자연수) 근방으로 조정하는 것이 바람직하다. 여기서, 발광 영역이란 발광층(213)에서 정공 및 전자가 재결합되는 영역을 의미한다.

[0067] 이와 같은 광학 조정에 의하여, 발광층(213)으로부터의 특정의 단색광의 스펙트럼을 좁힐 수 있어 높은 색 순도를 가지는 발광을 얻을 수 있다.

[0068] 이 경우, 제 1 전극(201)과 제 2 전극(202) 사이의 광학 거리는, 염밀하게는 제 1 전극(201)에서의 반사 영역부터 제 2 전극(202)에서의 반사 영역까지의 총 두께이다. 그러나, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202)에서의 반사 영역을 염밀하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202)의 어디에 반사 영역을 설정하여도 상술한 효과를 충분히 얻을 수 있는 것으로 한다. 또한, 제 1 전극(201)과 원하는 광을 방출하는 발광층 사이의 광학 거리는, 염밀하게는 제 1 전극(201)에서의 반사 영역과 발광층에서 원하는 광이 얻어지는 발광 영역 사이의 광학 거리이다. 그러나, 제 1 전극(201)에서의 반사 영역 및 원하는 광이 얻어지는 발광층에서의 발광 영역을 정확하게 결정하는 것은 어렵기 때문에, 제 1 전극(201) 및 원하는 광을 나타내는 발광층의 어디에 반사 영역 및 발광 영역을 설정하여도, 충분히 상술한 효과를 얻을 수 있는 것으로 한다.

[0069] 도 2의 (C)에서의 발광 소자는 마이크로캐비티 구조를 가지기 때문에, 같은 EL층이 사용되어도 상이한 파장의 광선(단색의 광선)을 추출할 수 있다. 따라서, 복수의 발광색(예를 들어 R, G, 및 B)을 얻기 위한 구분 착색이 불필요하다. 따라서, 높은 해상도를 용이하게 실현할 수 있다. 또한, 착색층(컬러 필터)과의 조합도 가능하다. 또한, 특정 파장의 정면 방향의 발광 강도를 높일 수 있어, 소비전력을 감소시킬 수 있다.

[0070] 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202) 중 적어도 하나는 투광성 전극(예를 들어 투명 전극 또는 반투과·반반사 전극)이다. 투광성 전극이 투명 전극인 경우, 투명 전극은 40% 이상의 가시광 투과율을 가진다. 투광성 전극이 반투과·반반사 전극인 경우, 반투과·반반사 전극은 20% 이상 80% 이하, 바람직하게는 40% 이상 70% 이하의 가시광의 반사율을 가진다. 이를 전극은  $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$  미만의 저항률을 가지는 것이 바람직하다.

[0071] 또한, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202) 중 하나가 반사 전극인 경우, 반사 전극의 가시광의 반사율은 40% 이상 100% 이하, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하이다. 이 전극은  $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$  미만의 저항률을 가지는 것이 바람직하다.

## [0072] 『발광 소자의 구체적인 구조 및 제작 방법』

본 발명의 실시형태의 발광 소자의 구체적인 구조 및 구체적인 제작 방법에 대하여, 도 2의 (A) 내지 (D)를 참조하여 설명한다. 여기서는, 도 2의 (B)의 텐덤 구조 및 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 소자에 대하여 도 2의 (D)를 참조하여 설명한다. 도 2의 (D)에서의 마이크로캐비티 구조를 가지는 발광 소자에서, 반사 전극으로서 제 1 전극(201)을 형성하고, 반투과·반반사 전극으로서 제 2 전극(202)을 형성한다. 따라서, 원하는 전극 재료를 1종류 이상을 사용하여 단층 구조 또는 적층 구조를 형성할 수 있다. 또한, 제 2 전극(202)은, EL층(203b)의 형성 후 상기에서 선택된 재료를 사용하여 형성한다. 이들 전극을 제작하기 위하여, 스퍼터링법 또는 진공 증착법을 사용할 수 있다.

## [0074] &lt;제 1 전극 및 제 2 전극&gt;

제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202)에 사용하는 재료로서는, 상술한 전극의 기능을 만족시킬 수 있기만 하면, 후술하는 재료 중 임의의 것을 적절한 조합으로 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, 또는 In-W-Zn 산화물 등을 사용할 수 있다. 또한, 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), 텉스텐(W), 팔라듐(Pd), 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag), 이트륨(Y), 또는 네오디뮴(Nd) 등의 금속 또는 이를 금속 중 임의의 것의 적절한 조합을 함유하는 합금을 사용할 수 있다. 또한, 상술하지 않은 원소 주기율표의 1족 원소 또는 2족 원소(예를 들어, 리튬(Li), 세슘(Cs), 칼슘(Ca), 또는 스트론튬(Sr)), 유로퓸(Eu) 또는 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 이들 원소 중 임의의 것의 적절한 조합을 함유하는 합금, 또는 그래핀 등을 사용할 수 있다.

도 2의 (D)에서의 발광 소자에 있어서, 제 1 전극(201)이 양극인 경우, EL층(203a)의 정공 주입층(211a) 및 정공 수송층(212a)이 진공 증착법에 의하여 제 1 전극(201) 위에 순차적으로 적층된다. EL층(203a) 및 전하 발생층(204)이 형성된 후, EL층(203b)의 정공 주입층(211b) 및 정공 수송층(212b)이, 마찬가지로 전하 발생층(204) 위에 순차적으로 적층된다.

## [0077] &lt;정공 주입층 및 정공 수송층&gt;

정공 주입층(211, 211a, 및 211b)은 양극인 제 1 전극(201) 또는 전하 발생층(204)으로부터 EL층(203, 203a, 및 203b)에 정공을 주입하고, 높은 정공 주입성을 가지는 재료를 각각 함유한다.

높은 정공 주입성을 가지는 재료의 예로서는, 몰리브데늄 산화물, 바나듐 산화물, 루테늄 산화물, 텉스텐 산화물, 및 망가니즈 산화물 등의 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또는, 프탈로사이아닌(약칭: H<sub>2</sub>Pc) 및 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPC) 등의 프탈로사이아닌계의 화합물, 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB) 및 N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 및 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이レン설휘산)(약칭: PEDOT/PSS) 등의 고분자 화합물 등의 재료 중 임의의 것을 사용할 수 있다.

또는, 높은 정공 주입성을 가지는 재료로서는, 정공 수송성 재료 및 억셉터 재료(전자 수용성 재료)를 함유하는 복합 재료를 사용할 수도 있다. 이 경우, 억셉터 재료에 의하여 정공 수송성 재료로부터 전자가 추출되어 정공 주입층(211, 211a, 및 211b)에서 정공이 발생되고, 정공 수송층(212, 212a, 및 212b)을 통하여 발광층(213, 213a, 및 213b)에 정공이 주입된다. 또한, 정공 주입층(211, 211a, 및 211b) 각각은 정공 수송성 재료 및 억셉터 재료(전자 수용성 재료)를 함유하는 복합 재료를 사용하여 단층 구조를 가지도록 형성하여도 좋고, 정공 수송성 재료를 포함하는 층 및 억셉터 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 층이 적층된 적층 구조를 가지도록 형성하여도 좋다.

정공 수송층(212, 212a, 및 212b)은 정공 주입층(211, 211a, 및 211b)에 의하여 제 1 전극(201)으로부터 주입된 정공을 발광층(213, 213a, 및 213b)으로 수송한다. 또한, 정공 수송층(212, 212a, 및 212b)은 각각 정공 수송성 재료를 함유한다. 정공 수송층(212, 212a, 및 212b)에 포함되는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위는, 특히 정공 주입층(211, 211a, 및 211b)의 HOMO 준위와 같거나, 또는 가까운 것이 바람직하다.

정공 주입층(211, 211a, 및 211b)에 사용하는 억셉터 재료의 예는, 주기율표의 4족 내지 8족 중 임의의 것에 속하는 금속의 산화물을 포함한다. 구체적으로는, 산화 몰리브데늄, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼,

산화 크로뮴, 산화 텉스텐, 산화 망가니즈, 및 산화 레늄을 들 수 있다. 이들 중에서, 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이고, 흡습성이 낮고, 취급하기 쉽기 때문에 특히 바람직하다. 또는, 퀴노다이메테인 유도체, 클로라닐 유도체, 및 헥사아자트라이페닐렌 유도체 등의 유기 억셉터를 사용할 수 있다. 구체적으로는, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐, 또는 2,3,6,7,10,11-헥사사이아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트라이페닐렌(약칭: HAT-CN) 등을 사용할 수 있다.

[0083] 정공 주입층(211, 211a, 및 211b) 및 정공 수송층(212, 212a, 및 212b)에 사용하는 정공 수송성 재료는, 10<sup>6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 정공 이동도를 가지는 물질인 것이 바람직하다. 또한, 전자 수송성보다 높은 정공 수송성을 가지기만 하면, 다른 물질을 사용하여도 좋다.

[0084] 정공 수송성 재료는, π 전자 과잉형 혜택으로 방향족 화합물(예를 들어 카바졸 유도체 및 인돌 유도체) 및 방향족 아민 화합물이 바람직하고, 방향족 아민 골격을 가지는 화합물을 포함하는 예로서는, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB 또는 α-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), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBA1BP), 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn), 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: PCBNB), 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: PCBAF), 4,4',4'''-트리스(카바졸-9-일)트라이페닐아민(약칭: TCTA), 4,4',4'''-트리스(N,N-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 및 4,4',4'''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA) 등의 방향족 아민 골격을 가지는 화합물, 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), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카바졸)(약칭: PCCP), 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), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 및 9-[4-(10-페닐-9-안트라센일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA) 등의 카바졸 골격을 가지는 화합물, 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), 및 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 싸이오펜 골격을 가지는 화합물, 및 4,4',4'''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II) 및 4-{3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐}다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBi-II) 등의 퓨란 골격을 가지는 화합물이 포함된다.

[0085] 폴리(N-바이닐 카바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 또는 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0086] 또한, 정공 수송성 재료는 상술한 예에 한정되지 않고, 정공 주입층(211, 211a, 및 211b) 및 정공 수송층(212, 212a, 및 212b)에 사용할 때, 다양한 공지의 재료 중 1종류 또는 상기 재료의 조합이어도 좋다. 또한, 정공 수송층(212, 212a, 및 212b)은 각각 복수의 층으로 형성되어도 좋다. 즉, 예를 들어 정공 수송층은 제 1 정공 수송층 및 제 2 정공 수송층이 적층된 구조를 각각 가져도 좋다.

[0087] 도 2의 (D)에서의 발광 소자에 있어서, 발광층(213a)이 진공 증착법에 의하여 EL층(203a)의 정공 수송층(212a) 위에 형성된다. EL층(203a) 및 전하 발생층(204)이 형성된 후, 발광층(213b)이 진공 증착법에 의하여 EL층(203b)의 정공 수송층(212b) 위에 형성된다.

[0088] <발광층>

[0089] 발광층(213, 213a, 및 213b)은 각각 발광 물질을 함유한다. 또한, 발광 물질로서는, 발광색이 청색, 보라색, 청자색, 녹색, 황녹색, 황색, 주황색, 또는 적색 등인 물질이 적절히 사용된다. 복수의 발광층(213a 및 213b)을 상이한 발광 물질을 사용하여 형성하면, 상이한 발광색을 표시할 수 있다(예를 들어, 백색 발광을 실현하기

위하여 보색의 발광색을 조합함). 또한, 1개의 발광층이 2종류 이상의 발광 물질을 함유하는 적층 구조를 채용하여도 좋다.

[0090] 발광층(213, 213a, 및 213b) 각각은 발광 물질(게스트 재료)에 더하여, 1종류 이상의 유기 화합물(호스트 재료 및 어시스트 재료)을 함유하여도 좋다. 1종류 이상의 유기 화합물로서는, 본 실시형태에서 설명되는 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료 중 한쪽 또는 양쪽을 사용할 수 있다.

[0091] 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서, 발광층(213a 및 213b) 중 한쪽의 게스트 재료로서 청색 광을 방출하는 발광 물질(청색 발광 물질)을 사용하고, 발광층의 다른 한쪽에서는 녹색 광을 방출하는 재료(녹색 발광 물질) 및 적색 광을 방출하는 재료(적색 발광 물질)를 사용하는 것이 바람직하다. 이 방법은 청색 발광 물질(청색 발광층)이 다른 색을 방출하는 재료(층)보다 발광 효율이 낮거나 수명이 짧은 경우에 효과적이다. 여기서는, 청색 발광 물질로서 단일항 들뜬 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용하고, 녹색 및 적색 발광 물질로서 삼중항 들뜬 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용하면, R, G, 및 B의 스펙트럼 밸런스가 향상되기 때문에 바람직하다.

[0092] 발광층(213, 213a, 및 213b)에 사용할 수 있는 발광 물질에는 특히 한정은 없고, 단일항 들뜬 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질 또는 삼중항 들뜬 에너지를 가시광 영역의 발광으로 변환하는 발광 물질을 사용할 수 있다. 발광 물질의 예를 이하에 나타낸다.

[0093] 단일항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질로서는, 형광을 방출하는 물질(형광 재료)을 들 수 있다. 형광을 방출하는 물질에는, 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오レン 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 및 나프탈렌 유도체가 포함된다. 특히 피렌 유도체는 발광 양자 수율이 높기 때문에 바람직하다. 피렌 유도체의 구체적인 예에는, *N,N'*-비스(3-메틸페닐)-*N,N'*-비스[3-(9-페닐-9*H*-플루오렌-9-일)페닐]피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), *N,N'*-다이페닐-*N,N'*-비스[4-(9-페닐-9*H*-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), 및 *N,N'*-(피렌-1,6-다이일)비스[(6,*N*-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)이 포함된다.

[0094] 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-(9*H*-카바졸-9-일)페닐]-*N,N'*-다이페닐스틸벤-4,4'-다이아민(약칭: YGA2S), 4-(9*H*-카바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(9*H*-카바졸-9-일)-4'-(9,10-다이페닐-2-안트릴)트라이페닐아민(약칭: 2YGAPPA), *N,9*-다이페닐-*N*[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카바졸-3-아민(약칭: PCAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9*H*-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPA), 4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-4'-(9-페닐-9*H*-카바졸-3-일)트라이페닐아민(약칭: PCBAPBA), 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(*tert*-뷰틸)페릴렌(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-*M*[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-9*H*-카바졸-3-아민(약칭: 2PCAPPA), 또는 *N*[4-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]-*N,N',N'*-트라이페닐-1,4-페닐렌다이아민(약칭: 2DPAPPA) 등을 사용할 수 있다.

[0095] 삼중항 들뜬 에너지를 발광으로 변환하는 발광 물질의 예로서는, 인광을 방출하는 물질(인광 재료) 및 열 활성화 지연 형광(TADF: Thermally activated delayed fluorescence)을 나타내는 열 활성화 지연 형광 재료를 들 수 있다.

[0096] 인광 재료의 예에는, 유기 금속 착체, 금속 착체(백금 착체), 및 희토류 금속 착체가 포함된다. 이를 물질은 각각의 발광색(발광 피크)을 나타내기 때문에, 필요에 따라 이를 중 임의의 것을 적절히 선택한다.

[0097] 청색 또는 녹색 광을 방출하고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 450nm 이상 570nm 이하인 인광 재료의 예로서는, 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0098] 예를 들어, 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-다이메틸페닐)-4*H*-1,2,4-트라이아졸-3-일-κ*N*2]페닐-κ*C*}이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)<sub>3</sub>]), 트리스(5-메틸-3,4-다이페닐-4*H*-1,2,4-트라이아졸레이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz)<sub>3</sub>]), 트리스[4-(3-바이페닐)-5-아이소프로필-3-페닐-4*H*-1,2,4-트라이아졸레이토]이리듐(III)(약칭:

[Ir(iPrptz-3b)<sub>3</sub>]), 및 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>]) 및 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, fac-트리스[1-(2,6-다이아이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭: [Ir(iPrpmi)<sub>3</sub>]) 및 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, 및 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)페리디네이토-N,C<sup>2'</sup>]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이토(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)페리디네이토-N,C<sup>2'</sup>]이리듐(III)페콜리네이트(약칭: FIRpic), 비스{2-[3',5'-비스(트라이플루오로메틸)페닐]페리디네이토-N,C<sup>2'</sup>}이리듐(III)페콜리네이트(약칭: [Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)])], 및 비스[2-(4',6'-다이플루오로페닐)페리디네이토-N,C<sup>2'</sup>]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac)) 등의 전자 흡인기를 가지는 페닐페리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0099] 녹색 또는 황색 광을 방출하고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 495nm 이상 590nm 이하인 인광 재료의 예로서는, 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

[0100] 예를 들어, 트리스(4-메틸-6-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)<sub>3</sub>]), 트리스(4-t-부틸-6-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)<sub>3</sub>]), (아세틸아세토네이토)비스(6-메틸-4-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스(6-tert-부틸-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-페리미딘일-κN3]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(dmppm-dmp)<sub>2</sub>(acac)]), 및 (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)])) 및 (아세틸아세토네이토)비스(5-아이소프로필-3-메틸-2-페닐페라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)<sub>2</sub>(acac)])) 등의 페라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체, 트리스(2-페닐페리디네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)<sub>3</sub>]), 비스(2-페닐페리디네이토-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>]), 및 비스(2-페닐퀴놀리네이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)])) 등의 페리딘 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]페리디네이토-N,C<sup>2'</sup>}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac)]), 및 비스(2-페닐벤조싸이아졸레이토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bt)<sub>2</sub>(acac)])) 등의 유기 금속 착체, 및 트리스(아세틸아세토네이토)(모노페난트롤린)터븀(III)(약칭: [Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen)]) 등의 희토류 금속 착체를 들 수 있다.

[0101] 상술한 것 중에서, 페리딘 골격(특히 페닐페리딘 골격) 또는 페리미딘 골격을 가지는 유기 금속 착체는, 본 발명의 일 형태에서의 녹색의 색도를 충족시키기 위하여 효과적인 화합물 군이다.

[0102] 황색 또는 적색 광을 방출하고 발광 스펙트럼의 피크 파장이 570nm 이상 750nm 이하인 인광 재료의 예로서는, 다음과 같은 물질을 들 수 있다.

- [0103] 예를 들어, (다이아이소뷰티릴메타네이토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)파리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dibm)]), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)파리미디네이토](다이페발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(dpm)]), 및 (다이페발로일메타네이토)비스[4,6-다이(나프탈렌-1-일)파리미디네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(d1nppm)<sub>2</sub>(dpm)]) 등의 파리미딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, (아세틸아세토네이토)비스(2,3,5-트라이페닐파라지네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac)]), 비스(2,3,5-트라이페닐파라지네이토)(다이페발로일메타네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)]), 비스{4,6-다이메틸-2-[3-(3,5-다이메틸페닐)-5-페닐-2-파라진일- $\kappa N$ ]페닐- $\kappa C$ }(2,6-다이메틸-3,5-헵테인다이오네이토- $\kappa^2 O, O'$ )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-파라진일- $\kappa N$ ]페닐- $\kappa C$ }(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토- $\kappa^2 O, O'$ )이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)]), (아세틸아세토네이토)비스[2-메틸-3-페닐퀴녹살리네이토- $N, C^{2'}$ ]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpq)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴녹살리네이토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac)]) 등의 파라진 골격을 가지는 유기 금속 착체, 트리스(1-페닐아이소퀴놀리네이토- $N, C^{2'}$ )이리듐(III)(약칭: [Ir(piq)<sub>3</sub>]) 및 비스(1-페닐아이소퀴놀리네이토- $N, C^{2'}$ )이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)]) 등의 파리딘 골격을 가지는 유기 금속 착체, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르파린백금(II)(약칭: [PtOEP]) 등의 백금 착체, 및 트리스(1,3-다이페닐-1,3-프로페인다이오네이토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen)]) 및 트리스[1-(2-페닐일)-3,3,3-트라이플루오로아세토네이토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: [Eu(TTA)<sub>3</sub>(Phen)]) 등의 희토류 금속 착체를 들 수 있다.
- [0104] 상술한 것 중에서, 파라진 골격을 가지는 유기 금속 이리듐 착체는, 본 발명의 일 형태에서의 적색의 색도를 충족시키기 위하여 효과적인 화합물 군이다. 특히, 사이아노기를 함유하는 유기 금속 이리듐 착체(예를 들어 [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)])는 안정적이기 때문에 바람직하다.
- [0105] 또한, 청색 발광 물질로서는, 포토루미네선스의 피크 파장이 430nm 이상 470nm 이하, 바람직하게는 430nm 이상 460nm 이하인 재료를 사용하면 좋다. 녹색 발광 물질로서는, 포토루미네선스의 피크 파장이 500nm 이상 540nm 이하, 바람직하게는 500nm 이상 530nm 이하인 재료를 사용하면 좋다. 적색 발광 물질로서는, 포토루미네선스의 피크 파장이 610nm 이상 680nm 이하, 바람직하게는 620nm 이상 680nm 이하인 재료를 사용하면 좋다. 또한, 포토루미네선스는 용액 또는 박막의 어느 쪽으로 측정하여도 좋다.
- [0106] 이와 같은 화합물 및 마이크로캐비티 효과를 병행 사용함으로써, 상술한 색도를 더 용이하게 충족시킬 수 있다. 여기서, 마이크로캐비티 효과를 얻기 위하여 필요한 반투과·반반사 전극(금속 박막 부분)은 20nm 이상 40nm 이하, 바람직하게는 25nm보다 크고 40nm 이하인 두께를 가지는 것이 바람직하다. 그러나, 40nm를 넘는 두께는 효율을 저하시킬 가능성이 있다.
- [0107] 발광층(213, 213a, 및 213b)에 사용하는 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료)로서는, 발광 물질(계스트 재료)보다 큰 에너지 갭을 가지는 1종류 이상의 물질을 사용한다. 또한, 상술한 정공 수송성 재료 및 후술하는 전자 수송성 재료 중 임의의 것을 유기 화합물(호스트 재료 및 어시스트 재료)로서 사용하여도 좋다.
- [0108] 발광 물질이 형광 재료인 경우, 호스트 재료로서는 단일항 들뜬 상태에서의 에너지 준위가 크고, 삼중항 들뜬 상태에서의 에너지 준위가 작은 유기 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 안트라센 유도체 또는 테트라센 유도체를 바람직하게 사용할 수 있다. 구체적인 예에는, 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: PCzPA), 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPN), 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-플루오レン-9-일)바이페닐-4'-일}안트라센(약칭: FLPPA), 5,12-다이페닐테트라센, 및 5,12-비스(바이페닐-2-일)테트라센이 포함된다.
- [0109] 발광 물질이 인광 재료인 경우, 호스트 재료로서는, 발광 물질보다 큰 삼중항 들뜬 에너지(바닥 상태와 삼중항

들뜬 상태의 에너지 차이)를 가지는 유기 화합물을 선택하는 것이 바람직하다. 이 경우에는, 아연 또는 알루미늄계 금속 착체, 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 벤즈이미다졸 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 피리미딘 유도체, 트라이아진 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 페난트롤린 유도체, 방향족 아민, 및 카바졸 유도체 등을 사용할 수 있다.

[0110] 구체적인 예에는, 트리스(8-퀴놀리노레이토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리노레이토)알루미늄(III)(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[*H*]퀴놀리네이토)베릴륨(II)(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리노레이토)(4-페닐페놀레이토)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리노레이토)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 및 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체, 2-(4-바이페닐일)-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), 3-(4-바이페닐일)-4-페닐-5-(4-*tert*-뷰틸페닐)-1,2,4-트라이아졸(약칭: TAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)-트리스(1-페닐-1*H*-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBphen), 및 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이아졸-2-일)페닐]-9*H*-카바졸(약칭: C011) 등의 헤테로 고리 화합물, 및 NPB, TPD, 및 BSPB 등의 방향족 아민 화합물이 포함된다.

[0111] 또한, 안트라센 유도체, 페난트렌 유도체, 피렌 유도체, 크리센 유도체, 및 다이벤조[*g,p*]크리센 유도체 등의 축합 다환 방향족 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), *N,N*-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카바졸-3-아민(약칭: CzA1PA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트라이페닐아민(약칭: DPhPA), YGAPA, PCAPA, *N,N*-다이페닐-*N*{4-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), 9,10-다이페닐-2-[*N,N*-페닐-*N*(9-페닐-9*H*-카바졸-3-일)아미노]안트라센(약칭: 2PCAPA), 6,12-다이메톡시-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]-9*H*-카바졸(약칭: CzPA), 3,6-다이페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9*H*-카바졸(약칭: DPCzPA), 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), 9,9'-바이안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-다이일)다이페난트렌(약칭: DPNS2), 또는 1,3,5-트라이(1-페렌일)벤젠(약칭: TPB3) 등을 사용할 수 있다.

[0112] 발광층(213, 213a, 및 213b)에 복수의 유기 화합물을 사용하는 경우, 들뜬 착체를 형성하는 화합물을 발광 물질과 조합하여 사용하는 것이 바람직하다. 이 경우, 다양한 유기 화합물 중 임의의 것을 적절히 조합하여 사용할 수 있지만, 들뜬 착체를 효율적으로 형성하기 위해서는 정공을 받아들이기 쉬운 화합물(정공 수송성 재료) 및 전자를 받아들이기 쉬운 화합물(전자 수송성 재료)을 조합하는 것이 특히 바람직하다. 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료로서, 구체적으로는 본 실시형태에서 설명되는 임의의 재료를 사용할 수 있다.

[0113] TADF 재료는 작은 열 에너지를 사용함으로써 삼중향 들뜬 상태를 단일향 들뜬 상태로 업컨버트할 수 있고(즉, 역항간 교차가 가능함), 단일향 들뜬 상태로부터의 발광(형광)을 효율적으로 나타내는 재료이다. TADF는, 삼중향 들뜬 준위와 단일향 들뜬 준위의 에너지 차이가 0eV 이상 0.2eV 이하, 바람직하게는 0eV 이상 0.1eV 이하인 조건하에서 효율적으로 얻어진다. 또한, TADF 재료에 의하여 나타내어지는 "지연 형광"이란 일반적인 형광과 같은 스펙트럼을 가지고, 수명이 매우 긴 발광을 가리킨다. 그 수명은 10<sup>-6</sup>초 이상, 바람직하게는 10<sup>-3</sup>초 이상이다.

[0114] TADF 재료의 예에는, 플러렌, 그 유도체, 프로플라빈 등의 아크리딘 유도체, 및 에오신이 포함된다. 다른 예에는, 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd)을 함유하는 포르피린 등의 금속 함유 포르피린이 포함된다. 금속 함유 포르피린의 예에는, 프로토포르피린-플루오린화 주석 착체( $\text{SnF}_2$ (Proto IX)), 메소포르피린-플루오린화 주석 착체( $\text{SnF}_2$ (Meso IX)), 혜마토포르피린-플루오린화 주석 착체( $\text{SnF}_2$ (Hemato IX)), 코프로포르피린테트라메틸 에스터-플루오린화 주석 착체( $\text{SnF}_2$ (Copro III-4Me)), 옥타에틸포르피린-플루오린화 주석 착체( $\text{SnF}_2$ (OEP)), 에티오포르피린-플루오린화 주석 착체( $\text{SnF}_2$ (Etio I)), 및 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체( $\text{PtCl}_2\text{OEP}$ )가 포함된다.

[0115] 또는, 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-*a*]카바졸-11-일)-1,3,5-트라이아진(PIC-TRZ), 2-{4-[3-(*N*-페닐-9*H*-카바졸-3-일)-9*H*-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(PCCzPTzn), 2-[4-(10*H*-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트라이아진(PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트라이아졸(PPZ-3TPT), 3-(9,9-다이메틸-9*H*-아크리딘-10-일)-9*H*-크산텐-9-온(ACRXTN),

비스[4-(9,9-다이메틸-9,10-다이하이드로아크리딘)페닐]설폰(DMAC-DPS), 또는 10-페닐-10*H*,10'*H*-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(ACRSA) 등의  $\pi$  전자 과잉형 혜테로 방향족 고리 및  $\pi$  전자 부족형 혜테로 방향족 고리를 가지는 혜테로 고리 화합물을 사용할 수 있다. 또한,  $\pi$  전자 과잉형 혜테로 방향족 고리가  $\pi$  전자 부족형 혜테로 방향족 고리에 직접적으로 결합된 물질은,  $\pi$  전자 과잉형 혜테로 방향족 고리의 도너성 및  $\pi$  전자 부족형 혜테로 방향족 고리의 억셉터성이 모두 증가되고, 단일항 들뜬 상태와 삼중항 들뜬 상태의 에너지 차이가 작아지기 때문에 특히 바람직하다.

[0116] 또한, TADF 재료를 사용하는 경우, TADF 재료를 다른 유기 화합물과 조합할 수 있다.

[0117] 도 2의 (D)에서의 발광 소자에 있어서는, 전자 수송층(214a)이 진공 증착법에 의하여 EL층(203a)의 발광층(213a) 위에 형성된다. EL층(203a) 및 전하 발생층(204)이 형성된 후, 전자 수송층(214b)이 진공 증착법에 의하여 EL층(203b)의 발광층(213b) 위에 형성된다.

[0118] <전자 수송층>

[0119] 전자 수송층(214, 214a, 및 214b)은, 전자 주입층(215, 215a, 및 215b)에 의하여 제 2 전극(202)으로부터 주입된 전자를 발광층(213, 213a, 및 213b)으로 수송한다. 또한, 전자 수송층(214, 214a, 및 214b)은 각각 전자 수송성 재료를 함유한다. 전자 수송층(214, 214a, 및 214b)에 포함되는 전자 수송성 재료는, 전자 이동도가  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 물질인 것이 바람직하다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이기만 하면, 다른 물질을 사용하여도 좋다.

[0120] 전자 수송성 재료의 예에는, 퀴놀린 배위자, 벤조 퀴놀린 배위자, 옥사졸 배위자, 및 싸이아졸 배위자를 가지는 금속 착체, 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 폐난트롤린 유도체, 피리딘 유도체, 및 바이피리딘 유도체가 포함된다. 또한, 함질소 혜테로 방향족 화합물과 같은  $\pi$  전자 부족형 혜테로 방향족 화합물을 사용할 수도 있다.

[0121] 구체적으로는, Alq<sub>3</sub>, 트리스(4-메틸-8-퀴놀리노레이토)알루미늄(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[*h*]퀴놀리네이토)베릴륨(약칭: BeBq<sub>2</sub>), BA1q, Zn(BOX)<sub>2</sub>, 및 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조싸이아졸레이토]아연(약칭: Zn(BTZ)<sub>2</sub>) 등의 금속 착체, 2-(4-바이페닐일)-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), 3-(4'-*tert*-뷰틸페닐)-4-페닐-5-(4''-바이페닐)-1,2,4-트라이아졸(약칭: TAZ), 3-(4-*tert*-뷰틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-바이페닐일)-1,2,4-트라이아졸(약칭: p-EtTAZ), 바소폐난트롤린(약칭: Bphen), 바소큐프로인(약칭: BCP), 및 4,4'-비스(5-메틸벤즈옥사졸-2-일)스틸벤(약칭: BzOs) 등의 혜테로 방향족 화합물, 및 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: 2mDBTBDBq-II), 2-[4-(3,6-다이페닐-9*H*-카바졸-9-일)페닐]다이벤조[*f,h*]퀴녹살린(약칭: 2CzPDBq-III), 7-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[*f,h*]퀴녹살린(약칭: 7mDBTPDBq-II), 6-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[*f,h*]퀴녹살린(약칭: 6mDBTPDBq-II) 등의 퀴녹살린 유도체 및 다이벤조퀴녹살린 유도체를 사용할 수 있다.

[0122] 또는, 폴리(2,5-피리딘다이일)(약칭: PPy), 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-co-(피리딘-3,5-다이일)](약칭: PF-Py), 또는 폴리[(9,9-다이옥틸플루오렌-2,7-다이일)-co-(2,2'-바이피리딘-6,6'-다이일)](약칭: PF-BPy) 등의 고분자 화합물을 사용할 수 있다.

[0123] 전자 수송층(214, 214a, 및 214b)은 각각 단층에 한정되지 않고, 상술한 재료 중 임의의 것을 각각 함유하는 2개 이상의 층의 적층이어도 좋다.

[0124] 도 2의 (D)에서의 발광 소자에 있어서, 전자 주입층(215a)이 진공 증착법에 의하여 EL층(203a)의 전자 수송층(214a) 위에 형성된다. 그 후, EL층(203a) 및 전하 발생층(204)이 형성되고, EL층(203b)의 전자 수송층(214b)까지의 구성 요소가 형성되고, 이를 위에 전자 주입층(215b)이 진공 증착법에 의하여 형성된다.

[0125] <전자 주입층>

[0126] 전자 주입층(215, 215a, 및 215b)은 각각 전자 주입성이 높은 물질을 함유한다. 전자 주입층(215, 215a, 및 215b)은 각각, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF<sub>2</sub>), 또는 리튬 산화물(LiO<sub>x</sub>)과 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용하여 형성할 수 있다. 플루오린화 어븀(ErF

<sup>3)</sup>과 같은 희토류 금속 화합물도 사용할 수 있다. 전자 주입층(215, 215a, 및 215b)에 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 전자화물의 예에는 산화 칼슘-산화 알루미늄에 전자가 고농도로 첨가된 물질을 포함한다. 상술한 전자 수송층(214, 214a, 및 214b)을 형성하는 물질 중 임의의 것을 사용할 수도 있다.

[0127] 전자 주입층(215, 215a, 및 215b)에는 유기 화합물과 전자 공여체(도너)를 혼합한 복합 재료를 사용하여도 좋다. 이러한 복합 재료는 전자 공여체에 의하여 유기 화합물에서 전자가 발생하기 때문에, 전자 주입성 및 전자 수송성이 우수하다. 여기서 유기 화합물은, 발생된 전자의 수송에 우수한 재료인 것이 바람직하고, 구체적으로는 예를 들어 전자 수송층(214, 214a, 및 214b)을 형성하기 위한 전자 수송성 재료(예를 들어 금속 캐弛 또는 헤테로 방향족 화합물)를 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는 유기 화합물에 대하여 전자 공여성을 나타내는 물질을 사용하여도 좋다. 바람직한 예로서, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 및 희토류 금속이 있다. 구체적으로는 리튬, 세슘, 마그네슘, 칼슘, 어븀, 및 이터븀 등을 들 수 있다. 또한, 알칼리 금속 산화물 및 알칼리 토금속 산화물이 바람직하고, 리튬 산화물, 칼슘 산화물, 및 바륨 산화물 등을 들 수 있다. 또는, 산화 마그네슘과 같은 루이스 염기를 사용할 수 있다. 또한, 테트라싸이아풀발렌(약칭: TTF)과 같은 유기 화합물을 사용할 수 있다.

[0128] 도 2의 (D)에 도시된 발광 소자에 있어서, 예를 들어 발광층(213b)으로부터 얻어지는 광을 증폭시키는 경우, 제 2 전극(202)과 발광층(213b) 사이의 광학 거리가, 발광층(213b)으로부터 방출되는 광의 파장  $\lambda$ 의 1/4 미만인 것이 바람직하다. 이 경우, 광학 거리는 전자 수송층(214b) 또는 전자 주입층(215b)의 두께를 변경함으로써 조정할 수 있다.

[0129] <전하 발생층>

[0130] 도 2의 (D)에 도시된 발광 소자에 있어서, 제 1 전극(양극)(201)과 제 2 전극(음극)(202) 사이에 전압이 인가될 때, 전하 발생층(204)은 EL층(203a)에 전자를 주입하고, EL층(203b)에 정공을 주입하는 기능을 가진다. 전하 발생층(204)은 정공 수송성 재료에 전자 수용체(액셉터)가 첨가된 구성 또는 전자 수송성 재료에 전자 공여체(도너)가 첨가된 구성 중 어느 하나를 가져도 좋다. 또는, 이들 구조의 양쪽이 적층되어도 좋다. 또한, 상술한 재료 중 임의의 것을 사용하여 전하 발생층(204)을 형성함으로써, EL층의 적층으로 인한 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0131] 전하 발생층(204)이, 정공 수송성 재료에 전자 수용체가 첨가된 구성을 가지는 경우, 정공 수송성 재료로서 본 실시형태에서 설명되는 재료 중 임의의 것을 사용할 수 있다. 전자 수용체로서는, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ) 및 클로라닐 등을 사용할 수 있다. 또한, 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텉스텐, 산화 망가니즈, 또는 산화 레늄 등을 사용한다.

[0132] 전하 발생층(204)이, 전자 수송성 재료에 전자 공여체가 첨가된 구성을 가지는 경우, 전자 수송성 재료로서 본 실시형태에서 설명되는 재료 중 임의의 것을 사용할 수 있다. 전자 공여체로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 주기율표의 2족 및 13족에 속하는 금속, 또는 이들의 산화물 또는 탄산염을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 리튬(Li), 세슘(Cs), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 이터븀(Yb), 인듐(In), 산화 리튬, 또는 탄산 세슘 등을 사용하는 것이 바람직하다. 또는, 전자 공여체로서 테트라싸이아나프타센과 같은 유기 화합물을 사용하여도 좋다.

[0133] <기판>

[0134] 본 실시형태에서 설명되는 발광 소자는 다양한 기판 중 임의의 것 위에 형성할 수 있다. 또한, 기판의 유형은 특정의 유형에 한정되지 않는다. 기판의 예에는 반도체 기판(예를 들어 단결정 기판 또는 실리콘 기판), SOI 기판, 유리 기판, 석영 기판, 플라스틱 기판, 금속 기판, 스테인리스강 기판, 스테인리스강 포일을 포함하는 기판, 텉스텐 기판, 텉스텐 포일을 포함하는 기판, 플렉시블 기판, 접합 필름, 섬유상의 재료를 포함하는 종이, 및 베이스 재료 필름이 포함된다.

[0135] 유리 기판의 예에는 바륨보로실리케이트 유리 기판, 알루미노보로실리케이트 유리 기판, 및 소다 석회 유리 기판이 포함된다. 플렉시블 기판, 접합 필름, 및 베이스 재료 필름의 예에는, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 및 폴리에터 셀론(PES)으로 대표되는 플라스틱, 아크릴 등의 합성 수지, 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리플루오린화 바이닐, 폴리염화 바이닐, 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시, 무기 증착 필름, 및 종이가 포함된다.

- [0136] 본 실시형태에서의 발광 소자의 제작을 위하여, 증착법 등의 진공 프로세스 또는 스픈 코팅법 또는 잉크젯법 등의 용액 프로세스를 사용할 수 있다. 증착법을 사용하는 경우에는, 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 이온 베 증착법, 문자선 증착법, 또는 진공 증착법 등의 물리 증착법(PVD법), 또는 화학 기상 증착법(CVD법) 등을 사용할 수 있다. 특히 발광 소자의 EL층에 포함되는 기능층(정공 주입층(211a 및 211b), 정공 수송층(212a 및 212b), 발광층(213a 및 213b), 전자 수송층(214a 및 214b), 및 전자 주입층(215a 및 215b)) 및 전하 발생층(204)은 증착법(진공 증착법 등), 코팅법(예를 들어 딥 코팅법, 다이 코팅법, 바 코팅법, 스픈 코팅법, 또는 스프레이 코팅법), 또는 인쇄법(예를 들어 잉크젯법, 스크린 인쇄(공판 인쇄), 오프셋 인쇄(평판 인쇄), 플렉소 인쇄(철판 인쇄), 그라비어 인쇄, 마이크로 콘택트 인쇄, 또는 나노 임프린트 리소그래피) 등에 의하여 형성할 수 있다.
- [0137] 또한, 본 실시형태에서 설명되는 발광 소자의 EL층(203a 및 203b)에 포함되는 기능층(정공 주입층(211a 및 211b), 정공 수송층(212a 및 212b), 발광층(213a 및 213b), 전자 수송층(214a 및 214b), 및 전자 주입층(215a 및 215b)) 및 전하 발생층(204)에 사용할 수 있는 재료는 상술한 재료에 한정되지 않고, 층의 기능을 만족시키기만 하면 다른 재료를 조합하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 고분자 화합물(예를 들어 올리고머, 텐드리머, 또는 폴리머), 중분자 화합물(분자량이 400 내지 4000인, 저분자 화합물과 고분자 화합물 사이의 화합물), 또는 무기 화합물(예를 들어 퀀텀닷(quantum dot) 재료) 등을 사용할 수 있다. 퀀텀닷은, 콜로이드상 퀀텀닷, 합금형 퀀텀닷, 코어·셀형 퀀텀닷, 또는 코어형 퀀텀닷 등이 사용되어도 좋다.
- [0138] 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명되는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.
- [0139] (실시형태 3)
- [0140] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 도 3의 (A)를 참조하여 설명한다. 또한, 도 3의 (A)에 도시된 발광 장치는, 제 1 기판(301) 위에서 트랜지스터(FET)(302)가 발광 소자(303R, 303G, 303B, 및 303W)에 전기적으로 접속되는 액티브 매트릭스형 발광 장치이다. 복수의 발광 소자(303R, 303G, 303B, 및 303W)는 각각, 공통의 EL층(304)을 포함하고, 발광 소자의 발광색에 따라 전극 사이의 광학 거리가 조정된 마이크로캐비티 구조를 가진다. 발광 장치는 광이 EL층(304)으로부터 제 2 기판(305)에 형성된 컬러 필터(306R, 306G, 및 306B)를 통하여 방출되는 톱 이미션형 발광 장치이다.
- [0141] 도 3의 (A)에 도시된 발광 장치는, 제 1 전극(307)이 반사 전극으로서 기능하고, 제 2 전극(308)이 반투과·반반사 전극으로서 기능하도록 제작된다. 또한, 제 1 전극(307) 및 제 2 전극(308)을 위한 전극 재료에는, 다른 실시형태 중 임의의 기재를 적절히 참조할 수 있다.
- [0142] 예를 들어, 도 3의 (A)에서의 발광 소자(303R)가 적색 발광 소자로서 기능하고, 발광 소자(303G)가 녹색 발광 소자로서 기능하고, 발광 소자(303B)가 청색 발광 소자로서 기능하고, 발광 소자(303W)가 백색 발광 소자로서 기능하는 경우, 도 3의 (B)에 도시된 바와 같이, 발광 소자(303R)에서의 제 1 전극(307)과 제 2 전극(308) 사이의 갭이 광학 거리(300R)를 가지도록 조정하고, 발광 소자(303G)에서의 제 1 전극(307)과 제 2 전극(308) 사이의 갭이 광학 거리(300G)를 가지도록 조정하고, 발광 소자(303B)에서의 제 1 전극(307)과 제 2 전극(308) 사이의 갭이 광학 거리(300B)를 가지도록 조정한다. 또한, 도 3의 (B)에 도시된 바와 같이, 발광 소자(303R)에 있어서 도전층(307R)을 제 1 전극(307) 위에 적층하고, 발광 소자(303G)에 있어서 도전층(307G)을 제 1 전극(307) 위에 적층하는 방법으로, 광학 조정을 수행할 수 있다.
- [0143] 제 2 기판(305)에는 컬러 필터(306R, 306G, 및 306B)가 제공된다. 또한, 컬러 필터는 각각 가시광에서의 특정의 파장 영역의 광을 투과시키고, 가시광에서의 특정의 파장 영역의 광을 차단하는 필터이다. 따라서, 도 3의 (A)에 도시된 바와 같이, 발광 소자(303R)와 중첩되는 위치에 적색의 파장 영역의 광만을 투과시키는 컬러 필터(306R)를 제공함으로써, 발광 소자(303R)로부터 적색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 발광 소자(303G)와 중첩되는 위치에 녹색의 파장 영역의 광만을 투과시키는 컬러 필터(306G)를 제공함으로써, 발광 소자(303G)로부터 녹색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 발광 소자(303B)와 중첩되는 위치에 청색의 파장 영역의 광만을 투과시키는 컬러 필터(306B)를 제공함으로써, 발광 소자(303B)로부터 청색 발광을 얻을 수 있다. 또한, 발광 소자(303W)는 컬러 필터 없이 백색 광을 방출할 수 있다. 또한, 각 컬러 필터 단부에 흑색층(블랙 매트릭스)(309)을 제공하여도 좋다. 컬러 필터(306R, 306G, 및 306B) 및 흑색층(309)은, 투명 재료를 사용하여 형성된 오버코트층으로 덮여 있어도 좋다.
- [0144] 도 3의 (A)에서의 발광 장치는 제 2 기판(305) 측으로부터 광을 추출하는 구조(톱 이미션 구조)를 가지지만, FET(302)가 형성되는 제 1 기판(301) 측으로부터 광을 추출하는 구조(보텀 이미션 구조)를 채용하여도 좋다. 또한, 톱 이미션 구조를 가지는 발광 장치에서, 제 1 기판(301)에는 차광성 기판 및 투광성 기판을 사용하여도

종지만, 보텀 이미션 구조를 가지는 발광 장치에서는, 제 1 기판(301)은 투광성 기판일 필요가 있다.

- [0145] 도 3의 (A)에서, 발광 소자는 적색 발광 소자, 녹색 발광 소자, 청색 발광 소자, 및 백색 발광 소자이지만, 본 발명의 일 형태의 발광 소자는 상술한 것에 한정되지 않고, 황색 발광 소자 또는 주황색 발광 소자를 사용하여도 좋다. 또한, 각 발광 소자를 제작하기 위하여 EL층(발광층, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 및 전하 발생층 등)에 사용하는 재료에 대해서는, 다른 실시형태 중 임의의 기재를 적절히 참조할 수 있다. 이 경우, 컬러 필터는 발광 소자의 발광색에 따라 적절히 선택할 필요가 있다.

[0146] 상술한 구성으로 함으로써, 복수의 발광색을 표시하는 발광 소자를 포함하는 발광 장치를 제작할 수 있다.

[0147] 또한 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명되는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.

[0148] (실시형태 4)

[0149] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 설명한다.

[0150] 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 소자 구성을 사용함으로써, 액티브 매트릭스 발광 장치 또는 패시브 매트릭스 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, 액티브 매트릭스 발광 장치는, 발광 소자와 트랜지스터(FET)의 조합을 포함하는 구성을 가진다. 따라서, 패시브 매트릭스 발광 장치 및 액티브 매트릭스 발광 장치는 각각, 본 발명의 일 형태이다. 또한, 다른 실시형태에서 설명되는 발광 소자 중 임의의 것을 본 실시형태에서 설명되는 발광 장치에 사용할 수 있다.

[0151] 본 실시형태에서는, 액티브 매트릭스 발광 장치에 대하여 도 4의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한다.

[0152] 도 4의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도이고, 도 4의 (B)는 도 4의 (A)를 쇄선 A-A'를 따라 자른 단면도이다. 액티브 매트릭스 발광 장치는, 제 1 기판(401) 위에 제공된 화소부(402), 구동 회로부(소스선 구동 회로)(403), 및 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(404a 및 404b)를 포함한다. 화소부(402) 및 구동 회로부(403, 404a, 및 404b)는 밀봉재(405)에 의하여 제 1 기판(401)과 제 2 기판(406) 사이에 밀봉된다.

[0153] 제 1 기판(401) 위에 리드 배선(407)이 제공된다. 리드 배선(407)은 외부 입력 단자인 FPC(408)에 접속된다. 또한, FPC(408)는 구동 회로부(403, 404a, 및 404b)에 외부로부터의 신호(예를 들어, 영상 신호, 클록 신호, 스타트 신호, 또는 리셋 신호) 또는 친위를 전송한다. FPC(408)에는 PWB(printed wiring board)가 제공되어 있어도 좋다. 또한, FPC 또는 PWB가 제공된 발광 장치는, 발광 장치의 범주에 포함된다.

[0154] 도 4의 (B)는 발광 장치의 단면 구조를 도시한 것이다.

[0155] 화소부(402)는, FET(스위칭용 FET)(411), FET(전류 제어용 FET)(412), 및 FET(412)에 전기적으로 접속되는 제 1 전극(413)을 각각 포함하는 복수의 화소를 포함한다. 또한, 각 화소에 포함되는 FET의 개수는 특히 한정되지 않고, 적절히 설정할 수 있다.

[0156] FET(409, 410, 411, 및 412)로서는, 예를 들어, 스태거형 트랜지스터 또는 역 스태거형 트랜지스터를 특별한 한정 없이 사용할 수 있다. 톱 게이트형 트랜지스터 또는 보텀 게이트형 트랜지스터 등을 사용하여도 좋다.

[0157] 또한, 이들 FET(409, 410, 411, 및 412)에 사용할 수 있는 반도체의 결정성 대해서는 특별한 한정은 없고, 비정질 반도체 또는 결정성을 가지는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 단결정 반도체, 또는 부분적으로 결정 영역을 포함하는 반도체)를 사용하여도 좋다. 결정성을 가지는 반도체를 사용함으로써, 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0158] 반도체에는 예를 들어, 14족 원소, 화합물 반도체, 산화물 반도체, 또는 유기 반도체 등을 사용할 수 있다. 대표적인 예로서는, 실리콘을 함유하는 반도체, 갈륨 비소를 함유하는 반도체, 또는 인듐을 함유하는 산화물 반도체 등을 사용할 수 있다.

[0159] 구동 회로부(403)는 FET(409) 및 FET(410)를 포함한다. FET(409) 및 FET(410)는 같은 도전형(n채널 트랜지스터 또는 p채널 트랜지스터 중 어느 한쪽)을 가지는 트랜지스터를 포함하는 회로로, 또는 n채널 트랜지스터 및 p채널 트랜지스터를 포함하는 CMOS 회로로 형성되어도 좋다. 또한, 구동 회로를 외부에 제공하여도 좋다.

[0160] 제 1 전극(413)의 단부는 절연체(414)로 덮여 있다. 절연체(414)는 네거티브형 감광성 수지 또는 포지티브형 감광성 수지(아크릴 수지) 등의 유기 화합물, 또는 산화 실리콘, 산화 질화 실리콘, 또는 질화 실리콘 등의 무기 화합물을 사용하여 형성할 수 있다. 절연체(414)는 이의 상단부 또는 하단부에 곡률을 가지는 곡면을 가지

는 것이 바람직하다. 이 경우, 절연체(414) 위에 형성되는 막의 양호한 괴복성을 얻을 수 있다.

[0161] EL층(415) 및 제 2 전극(416)이 제 1 전극(413) 위에 적층된다. EL층(415)은 발광층, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 및 전하 발생층 등을 포함한다.

[0162] 다른 실시형태 중 임의의 것에서 설명되는 구성 및 재료를 본 실시형태에서 설명되는 발광 소자(417)의 구성에 사용할 수 있다. 도시하지 않았지만, 제 2 전극(416)은 외부 입력 단자인 FPC(408)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0163] 도 4의 (B)의 단면도에서는 발광 소자(417)를 1개만 도시하였지만, 화소부(402)에서는 복수의 발광 소자가 매트릭스로 배치되어 있다. 화소부(402)에 3종류의 색(R, G, 및 B)의 광을 방출하는 발광 소자가 각각 선택적으로 형성됨으로써, 풀 컬러 화상을 표시할 수 있는 발광 장치를 얻을 수 있다. 또한, 3종류(R, G, 및 B)의 색의 광을 방출하는 발광 소자에 더하여, 예를 들어, 백색(W), 황색(Y), 마젠타(M), 및 시안(C) 등의 광을 방출하는 발광 소자를 형성하여도 좋다. 예를 들어, 상술한 몇 종류의 색의 광을 방출하는 발광 소자를 3종류(R, G, B)의 광을 방출하는 발광 소자와 조합하여 사용함으로써, 색 순도의 향상 및 소비전력의 저감 등의 효과를 실현할 수 있다. 또는, 컬러 필터와 조합함으로써 풀 컬러 화상을 표시할 수 있는 발광 장치를 제작하여도 좋다.

[0164] 제 2 기판(406) 및 제 1 기판(401)을 밀봉재(405)로 서로 접합하는 경우, 제 1 기판(401) 위의 FET(409, 410, 411, 및 412) 및 발광 소자(417)는 제 1 기판(401), 제 2 기판(406), 및 밀봉재(405)로 둘러싸인 공간(418)에 제공된다. 또한, 공간(418)은 불활성 가스(예를 들어 질소 또는 아르곤) 또는 유기물(밀봉재(405)를 포함함)로 충전되어도 좋다.

[0165] 밀봉재(405)에는, 에폭시계 수지 또는 유리 프릿 등을 사용할 수 있다. 밀봉재(405)에는, 수분 및 산소를 가능한 한 투과시키지 않는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 제 2 기판(406)으로서는 제 1 기판(401)으로서 사용할 수 있는 기판을 마찬가지로 사용할 수 있다. 따라서, 다른 실시형태에서 나타내어지는 다양한 기판 중 임의의 것을 적절히 사용할 수 있다. 기판으로서는 유리 기판, 석영 기판, 또는 FRP(fiber reinforced plastics), PVF(polyvinyl fluoride), 폴리 에스터, 또는 아크릴 등으로 만들어지는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 밀봉재에 유리 프릿을 사용하는 경우, 접착성의 관점에 있어서, 제 1 기판(401) 및 제 2 기판(406)은 유리 기판인 것이 바람직하다.

[0166] 이와 같이, 액티브 매트릭스 발광 장치를 얻을 수 있다.

[0167] 액티브 매트릭스 발광 장치를 플렉시블 기판 위에 제공하는 경우, FET 및 발광 소자를 플렉시블 기판 위에 직접 형성하여도 좋고, 또는 FET 및 발광 소자를 박리층이 제공된 기판에 형성한 후, 열, 힘, 또는 레이저 등을 적용함으로써 박리층에서 박리시켜, 플렉시블 기판에 옮겨 형성하여도 좋다. 박리층에는, 예를 들어, 텅스텐막 및 산화 실리콘막 등의 무기막, 또는 폴리아미드 등의 유기 수지막 등의 적층을 사용할 수 있다. 플렉시블 기판의 예에는, 트랜지스터를 형성할 수 있는 기판에 더하여, 종이 기판, 셀로판 기판, 아라미드 필름 기판, 폴리아미드 필름 기판, 직물 기판(천연 섬유(예를 들어 견, 면, 또는 마), 합성 섬유(예를 들어 나일론, 폴리 우레탄, 또는 폴리 에스터), 또는 재생 섬유(예를 들어 아세테이트, 큐프라, 레이온, 또는 재생 폴리 에스터) 등을 포함함), 피혁 기판, 및 고무 기판이 포함된다. 이와 같은 기판 중 임의의 것을 사용함으로써, 내구성의 증가, 내열성의 증가, 경량화, 및 박형화를 실현할 수 있다.

[0168] 또한, 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명되는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.

[0169] (실시형태 5)

[0170] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용하여 제작된 다양한 전자 기기 및 자동차의 예에 대하여 설명한다.

[0171] 발광 장치를 포함하는 전자 기기의 예에는, 텔레비전 장치(TV, 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 및 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라 및 디지털 비디오 카메라 등의 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화 또는 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대용 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 및 파친코기 등의 대형 게임기 등이 있다. 전자 기기의 구체적인 예를 도 5의 (A), (B), (C), (D), (D'-1), 및 (D'-2) 및 도 6의 (A) 내지 (C)에 도시하였다.

[0172] 도 5의 (A)는 텔레비전 장치의 예를 도시한 것이다. 텔레비전 장치(7100)에서는, 하우징(7101) 내에 표시부(7103)가 제공된다. 표시부(7103)는 화상을 표시할 수 있으며, 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입

출력 장치)이어도 좋다. 또한, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시부(7103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기서는, 하우징(7101)이 스팬드(7105)에 의하여 지지된다.

[0173] 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)의 조작 스위치 또는 별개의 리모트 컨트롤러(7110)로 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)의 조작 키(7109)로 채널 또는 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 화상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(7110)에는 상기 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력되는 데이터를 표시하는 표시부(7107)가 제공되어도 좋다.

[0174] 또한, 텔레비전 장치(7100)에 수신기 및 모뎀 등이 제공된다. 수신기를 사용함으로써, 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있다. 또한, 텔레비전 장치를 모뎀을 통하여 유선 또는 무선의 통신 네트워크에 접속하면, 단방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 사이 또는 수신자들 사이)의 정보 통신을 수행할 수 있다.

[0175] 도 5의 (B)는 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 및 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함하는 컴퓨터를 도시한 것이다. 또한, 이 컴퓨터는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시부(7203)에 사용하여 제작될 수 있다. 표시부(7203)는 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다.

[0176] 도 5의 (C)는, 하우징(7302), 표시부(7304), 조작 버튼(7311 및 7312), 접속 단자(7313), 뱀드(7321), 및 클래스프(7322) 등을 포함하는 스마트 위치를 도시한 것이다.

[0177] 베젤로서 기능하는 하우징(7302)에 탑재된 표시부(7304)는 직사각형이 아닌 표시 영역을 포함한다. 표시부(7304)는 시각을 가리키는 아이콘(7305) 및 기타 아이콘(7306) 등을 표시할 수 있다. 표시부(7304)는 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다.

[0178] 도 5의 (C)에 도시된 스마트 위치는 다양한 정보(예를 들어, 정지 화상, 동영상, 및 텍스트 화상)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜, 및 시각 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)로 처리를 제어하는 기능, 무선 통신 기능, 무선 통신 기능으로 다양한 컴퓨터 네트워크에 접속하는 기능, 무선 통신 기능으로 다양한 데이터를 송신 및 수신하는 기능, 및 기록 매체에 저장된 프로그램 또는 데이터를 판독하고 프로그램 또는 데이터를 표시부에 표시하는 기능 등의 다양한 기능을 가질 수 있다.

[0179] 하우징(7302)은 스피커, 센서(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기, 온도, 화학물질, 음성, 시간, 경도, 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 가지는 센서), 및 마이크로폰 등을 포함할 수 있다. 또한, 스마트 위치는 발광 장치를 표시부(7304)에 사용하여 제작될 수 있다.

[0180] 도 5의 (D)는 휴대 전화(예를 들어, 스마트폰)의 일례를 도시한 것이다. 휴대 전화(7400)는 표시부(7402), 마이크로폰(7406), 스피커(7405), 카메라(7407), 외부 접속부(7404), 및 조작 버튼(7403) 등이 제공된 하우징(7401)을 포함한다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 플렉시블 기판 위에 형성함으로써 발광 장치를 제작하는 경우, 도 5의 (D)에 도시된 바와 같이 곡면을 가지는 표시부(7402)에 발광 장치를 사용할 수 있다.

[0181] 도 5의 (D)에 도시된 휴대 전화(7400)의 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치하면, 휴대 전화(7400)에 데이터를 입력할 수 있다. 또한, 전화를 걸거나 이메일을 작성하는 등의 조작은, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 수행할 수 있다.

[0182] 표시부(7402)에는 주로 3가지 화면 모드가 있다. 제 1 모드는 주로 화상을 표시하기 위한 표시 모드이다. 제 2 모드는 주로 문자 등의 데이터를 입력하기 위한 입력 모드이다. 제 3 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2가지 모드가 조합된 표시 및 입력 모드이다.

[0183] 예를 들어, 전화를 걸거나 또는 이메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)에 대하여, 주로 문자를 입력하기 위한 문자 입력 모드를 선택하여, 화면에 표시된 문자를 입력할 수 있다. 이 경우, 표시부(7402)의 거의 전체 화면에 키보드 또는 번호 버튼을 표시하는 것이 바람직하다.

[0184] 자이로스코프 센서 또는 가속도 센서 등의 검출 장치가 휴대 전화(7400)의 내부에 제공되는 경우, 표시부(7402)의 화면에서의 표시는 휴대 전화(7400)의 방향(휴대 전화가 가로 모드가 되도록 수평으로 놓여 있는지 또는 세로 모드가 되도록 수직으로 놓여 있는지)을 판단하여 자동으로 전환될 수 있다.

[0185] 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 또는 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)으로 조작함으로써 전환된다. 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 화면 모드를 전환할 수 있다. 예를 들어, 표시부에 표시되는 화상

의 신호가 동영상 데이터의 신호이면 화면 모드는 표시 모드로 전환된다. 상기 신호가 텍스트 데이터의 신호이면 화면 모드는 입력 모드로 전환된다.

[0186] 또한, 입력 모드에 있어서, 표시부(7402)의 광 센서로 검출되는 신호가 검출되고, 표시부(7402)의 터치에 의한 입력이 일정 기간 수행되지 않는 경우에는, 화면 모드가 입력 모드에서 표시 모드로 전환되도록 제어되어도 좋다.

[0187] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능하여도 좋다. 예를 들어, 손바닥 또는 손가락으로 표시부(7402)를 터치하여, 장문 또는 지문 등의 화상을 촬영함으로써, 개인 인증을 할 수 있다. 또한, 근적외광을 발하는 백라이트 또는 센싱 광원을 표시부에 제공함으로써, 손가락 정맥 또는 손바닥 정맥 등의 화상을 촬영할 수도 있다.

[0188] 휴대 전화(예를 들어, 스마트폰)의 다른 구조인 도 5의 (D'-1) 또는 도 5의 (D'-2)에 도시된 구조를 가지는 휴대 전화에 발광 장치를 사용할 수 있다.

[0189] 또한, 도 5의 (D'-1) 또는 도 5의 (D'-2)에 도시된 구조의 경우, 텍스트 데이터 또는 화상 데이터 등을 제 1 화면(7501(1) 및 7501(2))뿐만 아니라 하우징(7500(1) 및 7500(2))의 제 2 화면(7502(1) 및 7502(2))에 표시할 수 있다. 이러한 구조에 의하여 사용자는, 사용자의 가슴 포켓에 휴대 전화를 넣은 상태에서 제 2 화면(7502(1) 및 7502(2))에 표시된 텍스트 데이터 또는 화상 데이터 등을 용이하게 볼 수 있다.

[0190] 발광 장치를 포함하는 다른 전자 기기는 도 6의 (A) 내지 (C)에 도시된 풀터블 휴대 정보 단말이다. 도 6의 (A)는 펼쳐진 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 6의 (B)는 펼쳐지거나 접어지고 있는 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 6의 (C)는 접어진 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 휴대 정보 단말(9310)은 접으면 휴대성이 높다. 휴대 정보 단말(9310)을 펼쳤을 때는 이음매가 없고 표시 영역이 크기 때문에 일람성이 높다.

[0191] 표시부(9311)는 헌지(9313)로 서로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지지되어 있다. 또한, 표시부(9311)는 터치 센서(입력 장치)를 포함하는 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 헌지(9313)를 사용하여 표시부(9311)를, 2개의 하우징(9315) 사이의 연결부에서 굴곡시킴으로써, 휴대 정보 단말(9310)을 펼쳐진 상태로부터 접어진 상태로 가역적으로 변형할 수 있다. 표시부(9311)에는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용할 수 있다. 표시부(9311)의 표시 영역(9312)은, 접어진 휴대 정보 단말(9310)의 측면에 위치하는 표시 영역이다. 표시 영역(9312)에는 정보 아이콘, 및 사용 빈도가 높은 애플리케이션 또는 프로그램의 바로가기 등을 표시할 수 있고, 정보의 확인 및 애플리케이션의 기동 등을 원활하게 수행할 수 있다.

[0192] 도 7의 (A) 및 (B)는 발광 장치를 포함하는 자동차를 도시한 것이다. 발광 장치는 자동차 내에 제공할 수 있고, 구체적으로는, 도 7의 (A)에 도시된 자동차 외측에서의, 라이트(5101)(자동차의 뒷부분의 라이트를 포함함), 휠 커버(5102), 또는 도어(5103)의 일부 또는 전체 등에 포함될 수 있다. 발광 장치는 도 7의 (B)에 도시된 자동차 내측에서의, 표시부(5104), 핸들(5105), 기어 레버(5106), 시트(5107), 또는 백미러(5108) 등, 또는 유리창의 일부에 포함될 수도 있다.

[0193] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 사용하여 전자 기기 및 자동차를 얻을 수 있다. 또한, 발광 장치는 본 실시형태에서 설명되는 전자 기기 및 자동차에 한정되지 않고 다양한 분야의 전자 기기 및 자동차에 사용될 수 있다.

[0194] 또한, 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명되는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.

[0195] (실시형태 6)

[0196] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치, 또는 발광 장치의 일부인 발광 소자를 사용하여 제작되는 조명 장치의 구성에 대하여 도 8의 (A) 내지 (D)를 참조하여 설명한다.

[0197] 도 8의 (A) 내지 (D)는 조명 장치의 단면도의 예이다. 도 8의 (A) 및 (B)는 광이 기판 측으로부터 추출되는 보텀 이미션 조명 장치를 도시한 것이고, 도 8의 (C) 및 (D)는 광이 밀봉 기판 측으로부터 추출되는 톱 이미션 조명 장치를 도시한 것이다.

[0198] 도 8의 (A)에 도시된 조명 장치(4000)는 기판(4001) 위에 발광 소자(4002)를 포함한다. 또한, 조명 장치(4000)는 기판(4001) 외측에 요철을 가지는 기판(4003)을 포함한다. 발광 소자(4002)는 제 1 전극(4004), EL층(4005), 및 제 2 전극(4006)을 포함한다.

- [0199] 제 1 전극(4004)은 전극(4007)에 전기적으로 접속되고, 제 2 전극(4006)은 전극(4008)에 전기적으로 접속된다. 또한, 제 1 전극(4004)에 전기적으로 접속되는 보조 배선(4009)을 제공하여도 좋다. 또한, 절연층(4010)은 보조 배선(4009) 위에 형성된다.
- [0200] 기판(4001)과 밀봉 기판(4011)은 밀봉재(4012)에 의하여 서로 접합된다. 건조제(4013)를 밀봉 기판(4011)과 발광 소자(4002) 사이에 제공하는 것이 바람직하다. 기판(4003)이 도 8의 (A)에 도시된 요철을 가짐으로써, 발광 소자(4002)로부터 방출되는 광의 추출 효율을 높일 수 있다.
- [0201] 기판(4003) 대신에, 도 8의 (B)에 도시된 조명 장치(4100)와 같이, 확산판(4015)을 기판(4001)의 외측에 제공하여도 좋다.
- [0202] 도 8의 (C)에 도시된 조명 장치(4200)는 기판(4201) 위에 발광 소자(4202)를 포함한다. 발광 소자(4202)는 제 1 전극(4204), EL층(4205), 및 제 2 전극(4206)을 포함한다.
- [0203] 제 1 전극(4204)은 전극(4207)에 전기적으로 접속되고, 제 2 전극(4206)은 전극(4208)에 전기적으로 접속된다. 제 2 전극(4206)에 전기적으로 접속되는 보조 배선(4209)을 제공하여도 좋다. 절연층(4210)은 보조 배선(4209) 아래에 제공하여도 좋다.
- [0204] 기판(4201)과, 요철을 가지는 밀봉 기판(4211)은 밀봉재(4212)로 서로 접합된다. 배리어막(4213) 및 평탄화막(4214)을 밀봉 기판(4211)과 발광 소자(4202) 사이에 제공하여도 좋다. 밀봉 기판(4211)이 도 8의 (C)에 도시된 요철을 가짐으로써, 발광 소자(4202)로부터 방출되는 광의 추출 효율을 높일 수 있다.
- [0205] 밀봉 기판(4211) 대신에, 도 8의 (D)에 도시된 조명 장치(4300)와 같이 발광 소자(4202) 위에 확산판(4215)을 제공하여도 좋다.
- [0206] 또한, 본 실시형태에서 설명된 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 발광 장치의 일부인 발광 소자를 사용함으로써, 원하는 색도를 가지는 조명 장치를 제공할 수 있다.
- [0207] 또한, 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에 나타내어지는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.
- [0208] (실시형태 7)
- [0209] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 발광 장치의 일부인 발광 소자를 사용하여 제작되는 조명 장치의 응용예에 대하여, 도 9를 참조하여 설명한다.
- [0210] 실내의 조명 장치로서 천장 조명(8001)을 사용할 수 있다. 천장 조명(8001)의 예에는 직접 장착형 조명 및 매립형 조명이 포함된다. 또한, 코드 웨덴트형(천장에서 코드로 매다는 조명)으로의 응용도 가능하다.
- [0211] 풋 라이트(8002)는 바닥에 빛을 비치고, 바닥의 안전성을 높일 수 있다. 예를 들어, 침실, 계단, 또는 복도 등에 효과적으로 사용할 수 있다. 이 경우, 방의 크기 또는 구조에 따라 풋 라이트의 크기 또는 형상을 적절히 변경할 수 있다.
- [0212] 시트상 조명(8003)은, 박형의 시트상의 조명 장치이다. 사용할 때 벽에 장착하는 시트상 조명은 공간을 절약할 수 있어 폭넓고 다양한 용도로 사용할 수 있다. 또한, 시트상 조명의 면적을 크게 할 수 있다. 또한, 시트상 조명을 곡면을 가지는 벽 또는 하우징에 사용할 수 있다.
- [0213] 또한, 광원으로부터의 광의 방향이 원하는 방향만으로 제어되는 조명 장치(8004)를 사용할 수 있다.
- [0214] 상술한 예에 더하여, 본 발명의 일 형태의 발광 장치 또는 발광 장치의 일부인 발광 소자를 실내의 가구의 일부로서 사용함으로써, 가구로서 기능하는 조명 장치를 얻을 수 있다.
- [0215] 상술한 바와 같이, 발광 장치를 포함하는 다양한 조명 장치를 얻을 수 있다. 또한, 이를 조명 장치는 본 발명의 일 형태이기도 하다.
- [0216] 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명되는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.
- [0217] (실시형태 8)
- [0218] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 포함하는 터치 패널에 대하여, 도 10의 (A) 및 (B), 도 11의 (A) 및 (B), 도 12의 (A) 및 (B), 도 13의 (A) 및 (B), 및 도 14를 참조하여 설명한다.

- [0219] 도 10의 (A) 및 (B)는 터치 패널(2000)의 사시도이다. 또한, 간략화를 위하여, 도 10의 (A) 및 (B)에는 터치 패널(2000)의 주된 구성 요소만을 도시하였다.
- [0220] 터치 패널(2000)은 표시 패널(2501) 및 터치 센서(2595)를 포함한다(도 10의 (B) 참조). 터치 패널(2000)은 기판(2510), 기판(2570), 및 기판(2590)을 포함한다.
- [0221] 표시 패널(2501)은 복수의 화소, 및 화소에 신호를 공급하는 복수의 배선(2511)을 기판(2510) 위에 포함한다. 복수의 배선(2511)은 기판(2510)의 외주부까지 리드되고, 복수의 배선(2511)의 일부는 단자(2519)를 형성한다. 단자(2519)는 FPC(2509(1))에 전기적으로 접속된다.
- [0222] 기판(2590)은 터치 센서(2595) 및 터치 센서(2595)에 전기적으로 접속되는 복수의 배선(2598)을 포함한다. 복수의 배선(2598)은 기판(2590)의 외주부까지 리드되고, 복수의 배선(2598)의 일부는 단자(2599)를 형성한다. 단자(2599)는 FPC(2509(2))에 전기적으로 접속된다. 또한, 도 10의 (B)에서는 명료화를 위하여, 기판(2590)의 뒷면 측(기판(2570)과 대향되는 측)에 제공되는 터치 센서(2595)의 전극 및 배선 등을 실선으로 나타내었다.
- [0223] 터치 센서(2595)로서는, 예를 들어, 정전 용량 터치 센서를 사용할 수 있다. 정전 용량 터치 센서의 예에는 표면형 정전 용량 터치 센서 및 투영형 정전 용량 터치 센서 등이 포함된다.
- [0224] 투영형 정전 용량 터치 센서의 예에는, 주로 구동 방법이 상이한 자기 용량 터치 센서 및 상호 용량 터치 센서 등이 있다. 상호 정전 용량형을 사용하는 것이 여러 지점을 동시에 검지할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0225] 우선, 투영형 정전 용량 터치 센서를 사용하는 예에 대하여, 도 10의 (B)를 참조하여 이하에서 설명한다. 또한, 투영형 정전 용량 터치 센서의 경우, 손가락 등의 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있는, 다양한 센서를 사용할 수 있다.
- [0226] 투영형 정전 용량 터치 센서(2595)는 전극(2591) 및 전극(2592)을 포함한다. 전극(2591)은 복수의 배선(2598) 중 임의의 것에 전기적으로 접속되고, 전극(2592)은 복수의 배선(2598) 중 다른 임의의 것에 전기적으로 접속된다. 전극(2592)은 각각 도 10의 (A) 및 (B)에 도시된 바와 같이, 사각형의 한 모서리가 다른 사각형의 한 모서리에 한 방향으로 배선(2594)으로 접속되어 있는, 복수의 사각형이 한 방향으로 배치된 형상을 가진다. 마찬가지로, 전극(2591)은 사각형의 한 모서리가 다른 사각형의 한 모서리에 접속되어 있는, 복수의 사각형이 배치된 형상을 가지지만, 전극(2591)이 접속되는 방향은 전극(2592)이 접속되는 방향과 교차되는 방향이다. 또한, 전극(2591)이 접속되는 방향과 전극(2592)이 접속되는 방향이 반드시 서로 수직일 필요는 없고, 전극(2591)을  $0^\circ$  보다 크고  $90^\circ$  미만의 각도로 전극(2592)과 교차하도록 배치하여도 좋다.
- [0227] 전극(2592)과 배선(2594)이 교차하는 면적은 가능한 한 작은 것이 바람직하다. 이러한 구조는, 전극이 제공되지 않은 영역의 면적을 축소할 수 있어, 투과율의 편차를 저감할 수 있다. 이 결과, 터치 센서(2595)를 투과하는 광의 휘도 편차를 저감할 수 있다.
- [0228] 또한, 전극(2591) 및 전극(2592)의 형상은 이에 한정되지 않고 다양한 형상 중 임의의 것으로 할 수 있다. 예를 들어, 복수의 전극(2591)을 전극들(2591) 사이의 공간이 가능한 한 저감되도록 제공하여도 좋고, 복수의 전극(2592)을 전극(2591)과 전극(2592) 사이에 절연층을 개재하여 제공하여도 좋다. 이 경우, 인접한 2개의 전극(2592) 사이에, 이들 전극과 전기적으로 절연된 더미 전극을 제공하면 투과율이 상이한 영역의 면적을 축소할 수 있으므로 바람직하다.
- [0229] 다음으로, 터치 패널(2000)에 대하여, 도 11의 (A) 및 (B)를 참조하여 자세히 설명한다. 도 11의 (A) 및 (B)는 도 10의 (A)의 일점쇄선 X1-X2를 따라 자른 단면도에 상당한다.
- [0230] 터치 패널(2000)은 터치 센서(2595) 및 표시 패널(2501)을 포함한다.
- [0231] 터치 센서(2595)는, 스테거 패턴으로 제공되고 기판(2590)과 접촉되는 전극(2591) 및 전극(2592), 전극(2591) 및 전극(2592)을 덮는 절연층(2593), 및 인접한 전극들(2591)을 서로 전기적으로 접속하는 배선(2594)을 포함한다. 인접한 전극들(2591) 사이에는 전극(2592)이 제공된다.
- [0232] 전극(2591) 및 전극(2592)은 투광성 도전 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 투광성 도전 재료로서는, In-Sn 산화물(ITO라고도 함), In-Si-Sn 산화물(ITSO라고도 함), In-Zn 산화물, 또는 In-W-Zn 산화물 등을 사용할 수 있다. 또한, 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 크로뮴(Cr), 망가니즈(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 갈륨(Ga), 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn), 몰리브데넘(Mo), 탄탈럼(Ta), 텉스텐(W), 팔라듐(Pd), 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag), 이트륨(Y), 또는 네오디뮴(Nd) 등의 금속 또는 이들 금속 중 임의의 것을 적절한 조합

으로 함유하는 합금을 사용할 수 있다. 그래핀 화합물을 사용하여도 좋다. 그래핀 화합물을 사용하는 경우, 예를 들어 그래핀 산화막을 환원하여 형성할 수 있다. 환원 방법으로서는, 열을 가하는 방법 또는 레이저를 조사하는 방법 등을 채용할 수 있다.

- [0233] 예를 들어, 전극(2591) 및 전극(2592)은 스퍼터링법에 의하여 기판(2590)에 투광성 도전 재료를 퇴적하고 나서, 포토리소그래피 등 다양한 패터닝 기술 중 임의의 것에 의하여 불필요한 부분을 제거함으로써 형성할 수 있다.
- [0234] 절연층(2593)의 재료의 예에는, 아크릴 수지 또는 에폭시 수지 등의 수지, 실록산 결합을 가지는 수지, 및 산화 실리콘, 산화 질화 실리콘, 또는 산화 알루미늄 등의 무기 절연 재료가 포함된다.
- [0235] 인접한 전극들(2591)은 절연층(2593)의 일부에 형성된 배선(2594)으로 서로 전기적으로 접속된다. 또한, 배선(2594)의 재료는 전기 저항을 저감하기 위하여, 전극(2591 및 2592)의 재료보다 높은 도전성을 가지는 것이 바람직하다.
- [0236] 배선(2598)은 전극들(2591 및 2592) 중 임의의 것에 전기적으로 접속된다. 배선(2598)의 일부는 단자로서 기능한다. 배선(2598)에는 알루미늄, 금, 백금, 은, 니켈, 타이타늄, 텡스텐, 크로뮴, 몰리브데늄, 철, 코발트, 구리, 또는 팔라듐 등의 금속 재료 또는 이들 금속 재료 중 임의의 것을 함유하는 합금 재료를 사용할 수 있다.
- [0237] 단자(2599)를 통하여 배선(2598)과 FPC(2509(2))는 서로 전기적으로 접속된다. 단자(2599)는 다양한 종류의 이방성 도전 필름(ACF: anisotropic conductive film) 및 이방성 도전 페이스트(ACP: anisotropic conductive paste) 등 중 임의의 것을 사용하여 형성할 수 있다.
- [0238] 접착층(2597)은 배선(2594)과 접촉하여 제공된다. 즉, 터치 센서(2595)는 접착층(2597)을 개재하여 서로 중첩되도록, 표시 패널(2501)과 접착된다. 또한, 도 11의 (A)에 도시된 바와 같이, 기판(2570)을 접착층(2597)과 접촉되는 표시 패널(2501)의 표면 위에 제공하여도 좋지만, 기판(2570)은 항상 필요한 것은 아니다.
- [0239] 접착층(2597)은 투광성을 가진다. 예를 들어, 열 경화성 수지 또는 자외선 경화 수지를 사용할 수 있고, 구체적으로는 아크릴 수지, 우레탄계 수지, 에폭시계 수지, 또는 실록산계 수지 등의 수지를 사용할 수 있다.
- [0240] 도 11의 (A)에서의 표시 패널(2501)은 기판(2510)과 기판(2570) 사이에, 매트릭스로 배치된 복수의 화소 및 그동 회로를 포함한다. 각 화소는 발광 소자 및 발광 소자를 구동시키는 화소 회로를 포함한다.
- [0241] 도 11의 (A)에서는, 표시 패널(2501)의 화소의 예로서 화소(2502R)를 나타내고, 구동 회로의 예로서 주사선 구동 회로(2503g)를 나타내었다.
- [0242] 화소(2502R)는 발광 소자(2550R) 및 발광 소자(2550R)에 전력을 공급할 수 있는 트랜지스터(2502t)를 포함한다.
- [0243] 트랜지스터(2502t)는 절연층(2521)으로 덮여 있다. 절연층(2521)은 이미 형성된 트랜지스터 등에 기인하는 요철을 덮어 평면을 제공하는 기능을 가진다. 절연층(2521)은 불순물의 확산을 방지하기 위한 충으로서도 기능하여도 좋다. 이는 불순물의 확산으로 인한 트랜지스터 등의 신뢰성의 저하를 방지할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0244] 발광 소자(2550R)는 배선을 통하여 트랜지스터(2502t)에 전기적으로 접속된다. 배선과 직접 접속되는 것은 발광 소자(2550R) 중 하나의 전극이다. 발광 소자(2550R)의 하나의 전극의 단부는 절연체(2528)로 덮여 있다.
- [0245] 발광 소자(2550R)는 한 쌍의 전극 사이에 EL층을 포함한다. 착색층(2567R)은 발광 소자(2550R)와 중첩되도록 제공되고, 발광 소자(2550R)로부터 방출되는 광의 일부는 착색층(2567R)을 투과하고, 도면의 화살표로 표시된 방향으로 추출된다. 차광층(2567BM)은 착색층의 단부에 제공되고, 밀봉층(2560)은 발광 소자(2550R)와 착색층(2567R) 사이에 제공된다.
- [0246] 또한, 발광 소자(2550R)로부터의 광을 추출하는 층에 밀봉층(2560)이 제공되는 경우, 밀봉층(2560)은 투광성을 가지는 것이 바람직하다. 밀봉층(2560)은 공기보다 큰 굴절률을 가지는 것이 바람직하다.
- [0247] 주사선 구동 회로(2503g)는 트랜지스터(2503t) 및 용량 소자(2503c)를 포함한다. 또한, 구동 회로 및 화소 회로를 같은 공정으로 같은 기판 위에 형성할 수 있다. 따라서, 화소 회로의 트랜지스터(2502t)와 비슷한식으로, 구동 회로(주사선 구동 회로(2503g))에서의 트랜지스터(2503t)도 절연층(2521)으로 덮여 있다.
- [0248] 트랜지스터(2503t)에 신호를 공급할 수 있는 배선(2511)이 제공된다. 단자(2519)는 배선(2511)과 접촉되어 제공된다. 단자(2519)는 FPC(2509(1))에 전기적으로 접속되고, FPC(2509(1))는 화상 신호 및 동기 신호 등의 신호를 공급하는 기능을 가진다. 또한, FPC(2509(1))에 프린트 배선판(PWB: printed wiring board)이 접착되어

도 좋다.

[0249] 도 11의 (A)에 도시된 표시 패널(2501)이 보텀 게이트 트랜지스터를 포함하는 경우에 대하여 설명하였지만, 트랜지스터의 구조는 이에 한정되지 않고, 다양한 구조를 가지는 트랜지스터 중 임의의 것을 사용할 수 있다. 도 11의 (A)에 도시된 트랜지스터(2502t) 및 트랜지스터(2503t) 각각에서, 산화물 반도체를 함유하는 반도체층을 채널 영역에 사용할 수 있다. 또는, 비정질 실리콘을 함유하는 반도체층 또는 레이저 어닐링 등의 결정화 처리에 의하여 얻어지는 다결정 실리콘을 함유하는 반도체층을 채널 영역에 사용할 수 있다.

[0250] 도 11의 (B)는, 도 11의 (A)에 도시된 보텀 게이트 트랜지스터 대신에, 톱 게이트 트랜지스터를 포함하는 구조를 도시한 것이다. 채널 영역에 사용할 수 있는 반도체층의 종류는 트랜지스터의 구조에 의존하지 않는다.

[0251] 도 11의 (A)에 도시된 터치 패널(2000)에서는, 도 11의 (A)에 도시된 바와 같이, 화소로부터의 광이 추출되는 측에서의 터치 패널의 표면에, 적어도 화소와 중첩되는 반사 방지층(2567p)이 제공되는 것이 바람직하다. 반사 방지층(2567p)으로서는, 원 편광판 등을 사용할 수 있다.

[0252] 도 11의 (A)에서의 기판(2510, 2570, 및 2590)에는 예를 들어, 수증기의 투과율이  $1 \times 10^{-5} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$  이하, 바람직하게는  $1 \times 10^{-6} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$  이하인 플렉시블 재료를 적합하게 사용할 수 있다. 또는, 이들 기판의 열 팽창 계수가 대략 동일한 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 재료의 선 팽창 계수는  $1 \times 10^{-3}/\text{K}$  이하, 바람직하게는  $5 \times 10^{-5}/\text{K}$  이하, 더 바람직하게는  $1 \times 10^{-5}/\text{K}$  이하이다.

[0253] 다음으로, 도 11의 (A) 및 (B)에 도시된 터치 패널(2000)의 구조와 상이한 구조를 가지는 터치 패널(2000')에 대하여, 도 12의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한다. 이는 터치 패널(2000)과 마찬가지로 터치 패널로서 사용될 수 있다.

[0254] 도 12의 (A) 및 (B)는 터치 패널(2000')의 단면도이다. 도 12의 (A) 및 도 12의 (B)에 도시된 터치 패널(2000')에서는, 표시 패널(2501)에 대한 터치 센서(2595)의 위치가 도 11의 (A) 및 (B)에 도시된 터치 패널(2000)의 위치와 상이하다. 이하에서는 상이한 구조에 대해서만 설명하고, 다른 비슷한 구조에 대해서는 상기 터치 패널(2000)의 설명을 참조할 수 있다.

[0255] 착색층(2567R)은 발광 소자(2550R)와 중첩된다. 도 12의 (A)에 도시된 발광 소자(2550R)는 트랜지스터(2502t)가 제공되어 있는 측으로 광을 방출한다. 즉, 발광 소자(2550R)로부터 방출되는 광(의 일부)은, 착색층(2567R)을 투과하고 도 12의 (A)의 화살표로 표시된 방향으로 추출된다. 또한, 차광층(2567BM)은 착색층(2567R)의 단부에 제공된다.

[0256] 터치 센서(2595)는 표시 패널(2501)의 트랜지스터(2502t) 측(발광 소자(2550R)로부터 면 측)에 제공된다(도 12의 (A) 참조).

[0257] 접착층(2597)은 표시 패널(2501)의 기판(2510)과 접촉되며, 도 12의 (A)에 도시된 구조에서는 표시 패널(2501)과 터치 센서(2595)를 서로 접착시킨다. 접착층(2597)에 의하여 서로 접착되는 표시 패널(2501)과 터치 센서(2595) 사이에, 반드시 기판(2510)을 제공할 필요는 없다.

[0258] 터치 패널(2000)에서와 같이, 다양한 구조를 가지는 트랜지스터를 터치 패널(2000')에서의 표시 패널(2501)에 사용할 수 있다. 도 12의 (A)에서는 보텀 게이트 트랜지스터가 사용되어 있지만, 도 12의 (B)에 도시된 바와 같이, 톱 게이트 트랜지스터를 사용하여도 좋다.

[0259] 터치 패널의 구동 방법의 예에 대하여, 도 13의 (A) 및 도 13의 (B)를 참조하여 설명한다.

[0260] 도 13의 (A)는 상호 용량 터치 센서의 구조를 도시한 블록도이다. 도 13의 (A)는 펠스 전압 출력 회로(2601) 및 전류 겸지 회로(2602)를 도시한 것이다. 또한, 도 13의 (A)에서, 6개의 배선(X1 내지 X6)은 펠스 전압이 인가되는 전극(2621)을 나타내고, 6개의 배선(Y1 내지 Y6)은 전류의 변화를 검출하는 전극(2622)을 나타낸다. 도 13의 (A)에는 전극(2621) 및 전극(2622)이 서로 중첩되는 영역에 각각 형성되는 용량 소자(2603)도 도시하였다. 또한, 전극(2621 및 2622)의 기능은 교체할 수 있다.

[0261] 펠스 전압 출력 회로(2601)는 배선(X1 내지 X6)에 펠스 전압을 순차적으로 인가하기 위한 회로이다. 배선(X1 내지 X6)에 펠스 전압이 인가됨으로써 용량 소자(2603)의 전극(2621 및 2622) 사이에 전계가 발생된다. 이 전극들 사이의 전계가 차폐될 때, 예를 들어 용량 소자(2603)(상호 용량)에서 변화가 일어난다. 이 변화를 이용하여, 겸지 대상의 근접 또는 접촉을 겸지할 수 있다.

- [0262] 전류 검지 회로(2602)는, 용량 소자(2603)에서의 상호 용량의 변화에 의하여 일어나는 배선(Y1 내지 Y6)을 통하여 흐르는 전류의 변화를 검출하기 위한 회로이다. 검지 대상의 근접 또는 접촉이 없으면 배선(Y1 내지 Y6)에서 전류 값의 변화가 검출되지 않지만, 검지 대상의 근접 또는 접촉에 의하여 상호 용량이 감소되면 전류 값의 감소가 검출된다. 또한, 전류 값의 검지에는 적분 회로 등을 사용한다.
- [0263] 도 13의 (B)는 도 13의 (A)에 도시된 상호 용량 터치 센서에서의 입출력 파형을 나타낸 타이밍 차트이다. 도 13의 (B)에서는, 하나의 프레임 기간에 모든 행렬에서 검지 대상의 검지가 수행된다. 도 13의 (B)는 검지 대상이 검지되지 않는 기간(터치되지 않음) 및 검지 대상이 검지되는 기간(터치됨)을 나타낸 것이다. 배선(Y1 내지 Y6)의 검지된 전류값을 전압값의 파형으로서 나타내었다.
- [0264] 배선(X1 내지 X6)에는 펄스 전압이 순차적으로 인가되고, 이 펄스 전압에 따라 배선(Y1 내지 Y6)의 파형이 변화된다. 검지 대상의 근접 또는 접촉이 없는 경우에는 배선(X1 내지 X6)의 전압의 변화에 따라 배선(Y1 내지 Y6)의 파형이 균일하게 변화된다. 검지 대상이 근접 또는 접촉되는 부분에서는 전류 값이 감소되기 때문에 전압값의 파형이 변화된다. 이러한 식으로 상호 용량의 변화를 검출함으로써 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.
- [0265] 도 13의 (A)에는 터치 센서로서 배선들의 교차부에 용량 소자(2603)만을 제공한 패시브형 터치 센서를 도시하였지만, 트랜지스터 및 용량 소자를 포함하는 액티브형 터치 센서를 사용하여도 좋다. 도 14는 액티브형 터치 센서에 포함되는 센서 회로의 예를 도시한 것이다.
- [0266] 도 14의 센서 회로는 용량 소자(2603) 및 트랜지스터(2611, 2612, 및 2613)를 포함한다.
- [0267] 트랜지스터(2613)의 게이트에는 신호(G2)가 입력된다. 트랜지스터(2613)의 소스 및 드레인 중 한쪽에는 전압(VRES)이 인가되고, 용량 소자(2603)의 한쪽의 전극 및 트랜지스터(2611)의 게이트는 트랜지스터(2613)의 소스 및 드레인 중 다른 한쪽에 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(2611)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 트랜지스터(2612)의 소스 및 드레인 중 한쪽에 전기적으로 접속되고, 트랜지스터(2611)의 소스 및 드레인 중 다른 한쪽에는 전압(VSS)이 인가된다. 트랜지스터(2612)의 게이트에는 신호(G1)가 입력되고, 배선(ML)은 트랜지스터(2612)의 소스 및 드레인 중 다른 한쪽에 전기적으로 접속된다. 용량 소자(2603)의 다른 쪽의 전극에는 전압(VSS)이 인가된다.
- [0268] 다음으로, 도 14의 센서 회로의 동작에 대하여 설명한다. 우선, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 온으로 하는 전위가 공급됨으로써, 전압(VRES)에 대응되는 전위가 트랜지스터(2611)의 게이트에 접속되는 노드(n)에 공급된다. 그리고, 신호(G2)로서 트랜지스터(2613)를 오프로 하는 전위가 인가됨으로써, 노드(n)의 전위가 유지된다. 그리고, 손가락 등의 검지 대상의 근접 또는 접촉에 의하여 용량 소자(2603)의 상호 용량이 변화됨에 따라 노드(n)의 전위가 VRES로부터 변화된다.
- [0269] 관독 동작에서, 신호(G1)로서 트랜지스터(2612)를 온으로 하는 전위가 공급된다. 노드(n)의 전위에 따라 트랜지스터(2611)를 흐르는 전류, 즉 배선(ML)을 흐르는 전류가 변화된다. 이 전류를 검지함으로써 검지 대상의 근접 또는 접촉을 검지할 수 있다.
- [0270] 트랜지스터(2611, 2612, 및 2613)는 각각 채널 영역이 형성되는 반도체층으로서 산화물 반도체층을 사용하는 것이 바람직하다. 특히 트랜지스터(2613)로서 이러한 트랜지스터 등을 사용하면, 노드(n)의 전위가 오랫동안 유지될 수 있고 노드(n)에 VRES를 다시 공급하는 동작(리프레시 동작)의 빈도를 줄일 수 있으므로 바람직하다.
- [0271] 또한, 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명되는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.
- [0272] (실시형태 9)
- [0273] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치의 구성을 포함하는 표시 장치로서, 반사 액정 소자 및 발광 소자를 포함하고, 투과 모드 및 반사 모드의 양쪽으로 화상을 표시할 수 있는 표시 장치에 대하여, 도 15의 (A), (B1), 및 (B2), 도 16, 및 도 17을 참조하여 설명한다. 이와 같은 표시 장치는, ER-hybrid display(emissive OLED and reflective LC hybrid display)라고도 할 수 있다.
- [0274] 본 실시형태에서 설명되는 표시 장치는, 옥외 등의 밝은 장소에서 반사 모드를 사용하여 화상을 표시함으로써, 매우 낮은 소비전력으로 구동될 수 있다. 한편, 실내 등의 어두운 장소 또는 야간의 환경에서는, 투과 모드를 사용함으로써 넓은 색 영역 및 높은 색 재현성을 가지는 화상을 표시할 수 있다. 따라서, 이를 모드를 조합함으로써, 표시 장치는 기존의 표시 패널의 경우에 비하여, 낮은 소비전력으로 높은 색 재현성을 가지는 화상을

표시할 수 있다.

[0275] 본 실시형태의 표시 장치의 예로서는, 반사 전극이 제공된 액정 소자와, 발광 소자가 적층되고 발광 소자와 중첩되는 위치에 반사 전극의 개구가 제공되는 표시 장치에 대하여 설명한다. 반사 모드 시에는 가시광이 반사 전극에 의하여 반사되고, 투과 모드 시에는 발광 소자로부터 방출되는 광이 반사 전극의 개구를 통하여 방출된다. 또한, 이들 소자(액정 소자 및 발광 소자)의 구동에 사용되는 트랜지스터는 동일한 평면에 형성되는 것이 바람직하다. 액정 소자 및 발광 소자는 절연층을 개재하여 적층되는 것이 바람직하다.

[0276] 도 15의 (A)는 본 실시형태에서 설명되는 표시 장치를 도시한 블록도이다. 표시 장치(3000)는, 회로(G)(3001), 회로(S)(3002), 및 표시부(3003)를 포함한다. 표시부(3003)에서는, 복수의 화소(3004)가 R 방향 및 C 방향으로 매트릭스로 배치된다. 복수의 배선(G1), 배선(G2), 배선(ANO), 및 배선(CSCOM)이 회로(G)(3001)에 전기적으로 접속된다. 이들 배선은 R 방향으로 배치된 복수의 화소(3004)에도 전기적으로 접속된다. 복수의 배선(S1) 및 배선(S2)은 회로(S)(3002)에 전기적으로 접속되고, 이들 배선은 C 방향으로 배치된 복수의 화소(3004)에도 전기적으로 접속된다.

[0277] 복수의 화소(3004) 각각은 액정 소자 및 발광 소자를 포함한다. 액정 소자 및 발광 소자는 서로 중첩되는 부분을 포함한다.

[0278] 도 15의 (B1)은 화소(3004)에 포함되는 액정 소자의 반사 전극으로서 기능하는 도전막(3005)의 형상을 나타낸 것이다. 또한, 도전막(3005)의 일부이고 발광 소자와 중첩되는 위치(3006)에 개구(3007)가 제공된다. 즉, 발광 소자로부터 방출되는 광은 개구(3007)를 통하여 방출된다.

[0279] 도 15의 (B1)에서의 화소(3004)는 R 방향으로 인접한 화소(3004)가 상이한 색을 표시하도록 배치된다. 또한, 개구(3007)는 R 방향으로 일렬로 배치되지 않도록 제공된다. 이러한 배치는 인접한 화소(3004)의 발광 소자들 사이에서의 크로스토크를 억제하는 효과를 가진다. 또한, 소자의 형성이 용이하게 된다는 장점이 있다.

[0280] 개구(3007)는 예를 들어, 다각형, 사각형, 타원형, 원형, 십자형, 줄무늬 형상, 또는 슬릿 형상을 가질 수 있다.

[0281] 도 15의 (B2)는 도전막(3005)의 배치의 다른 예를 도시한 것이다.

[0282] 도전막(3005)의 총면적(개구(3007)를 제외함)에 대한 개구(3007)의 비율은 표시 장치의 표시에 영향을 미친다. 즉, 개구(3007)의 면적이 클수록 액정 소자를 사용하는 표시가 어두워지는 한편, 개구(3007)의 면적이 작을수록 발광 소자를 사용하는 표시는 어두워진다는 문제가 발생한다. 또한, 개구의 비율의 문제에 더하여, 개구(3007) 자체의 면적이 작은 경우에도, 발광 소자로부터 방출되는 광의 추출 효율이 저하된다는 문제가 발생한다. 도전막(3005)의 총면적(개구(3007)를 제외함)에 대한 개구(3007)의 비율은, 액정 소자 및 발광 소자를 조합하여 사용할 때 표시 품질을 유지할 수 있기 때문에 5% 이상 60% 이하인 것이 바람직하다.

[0283] 다음으로, 화소(3004)의 회로 구성의 예에 대하여, 도 16을 참조하여 설명한다. 도 16은 2개의 인접한 화소(3004)를 도시한 것이다.

[0284] 화소(3004)는 트랜지스터(SW1), 용량 소자(C1), 액정 소자(3010), 트랜지스터(SW2), 트랜지스터(M), 용량 소자(C2), 및 발광 소자(3011) 등을 포함한다. 또한, 이들 구성 요소는 화소(3004)에서, 배선(G1), 배선(G2), 배선(ANO), 배선(CSCOM), 배선(S1), 및 배선(S2) 중 임의의 것에 전기적으로 접속된다. 액정 소자(3010) 및 발광 소자(3011)는 배선(VCOM1) 및 배선(VCOM2) 각각에 전기적으로 접속된다.

[0285] 트랜지스터(SW1)의 게이트는 배선(G1)에 접속된다. 트랜지스터(SW1)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 배선(S1)에 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 한쪽은 용량 소자(C1)의 한쪽의 전극 및 액정 소자(3010)의 한쪽의 전극과 접속된다. 용량 소자(C1)의 다른 쪽의 전극은 배선(CSCOM)에 접속된다. 액정 소자(3010)의 다른 쪽의 전극은 배선(VCOM1)에 접속된다.

[0286] 트랜지스터(SW2)의 게이트는 배선(G2)과 접속된다. 트랜지스터(SW2)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 배선(S2)에 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 한쪽은 용량 소자(C2)의 한쪽의 전극 및 트랜지스터(M)의 게이트에 접속된다. 용량 소자(C2)의 다른 쪽의 전극은 트랜지스터(M)의 소스 및 드레인 중 한쪽, 및 배선(ANO)에 접속된다. 트랜지스터(M)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽은 발광 소자(3011)의 한쪽의 전극에 접속된다. 또한, 발광 소자(3011)의 다른 쪽의 전극은 배선(VCOM2)과 접속된다.

[0287] 또한, 트랜지스터(M)는 사이에 반도체가 제공되고 서로 전기적으로 접속되는 2개의 게이트를 포함한다. 이러한

구조로 함으로써, 트랜지스터(M)를 흐르는 전류량을 증가시킬 수 있다.

[0288] 트랜지스터(SW1)의 온/오프 상태는 배선(G1)으로부터의 신호에 의하여 제어된다. 배선(VCOM1)으로부터는 미리 결정된 전위가 인가된다. 또한, 배선(S1)으로부터의 신호에 의하여 액정 소자(3010)의 액정의 배향을 제어할 수 있다. 배선(CSCOM)으로부터 미리 결정된 전위가 인가된다.

[0289] 트랜지스터(SW2)의 온/오프 상태는 배선(G2)으로부터의 신호에 의하여 제어된다. 배선(VCOM2) 및 배선(ANO)으로부터 인가되는 전위의 차이에 의하여, 발광 소자(3011)는 광을 방출할 수 있다. 또한, 트랜지스터(M)의 도통 상태는 배선(S2)으로부터의 신호에 의하여 제어할 수 있다.

[0290] 따라서, 본 실시형태의 구조에서는, 반사 모드의 경우에, 액정 소자(3010)는 배선(G1) 및 배선(S1)으로부터 공급되는 신호에 의하여 제어되고 광학 변조를 이용함으로써, 화상을 표시할 수 있다. 투과 모드의 경우에는, 신호가 배선(G2) 및 배선(S2)으로부터 공급될 때 발광 소자(3011)는 광을 방출할 수 있다. 양쪽 모드를 동시에 수행하는 경우에는, 배선(G1), 배선(G2), 배선(S1), 및 배선(S2)으로부터의 신호를 바탕으로 원하는 구동을 수행할 수 있다.

[0291] 다음으로, 본 실시형태에서 설명되는 표시 장치(3000)의 단면 모식도인 도 17을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0292] 표시 장치(3000)는 기판(3021)과 기판(3022) 사이에 발광 소자(3023) 및 액정 소자(3024)를 포함한다. 또한, 발광 소자(3023) 및 액정 소자(3024)는 절연층(3025)을 개재하여 형성된다. 즉, 발광 소자(3023)는 기판(3021)과 절연층(3025) 사이에 위치하고, 액정 소자(3024)는 기판(3022)과 절연층(3025) 사이에 위치한다.

[0293] 트랜지스터(3015), 트랜지스터(3016), 트랜지스터(3017), 및 착색층(3028) 등은 절연층(3025)과 발광 소자(3023) 사이에 제공된다.

[0294] 기판(3021)과 발광 소자(3023) 사이에 접합층(3029)이 제공된다. 발광 소자(3023)는 절연층(3025) 위에 이하의 순서대로 적층되는, 한쪽의 전극으로서 기능하는 도전층(3030), EL층(3031), 및 다른 한쪽의 전극으로서 기능하는 도전층(3032)을 포함한다. 보텀 이미션 발광 소자인 발광 소자(3023)에서, 도전층(3032) 및 도전층(3030)은 가시광을 반사하는 재료 및 가시광을 투과하는 재료를 각각 함유한다. 발광 소자(3023)로부터 방출되는 광은 착색층(3028) 및 절연층(3025)을 투과하고 나서, 개구(3033)를 통하여 액정 소자(3024)를 투과함으로써, 기판(3022)의 외부에 방출된다.

[0295] 절연층(3025)과 기판(3022) 사이에는, 액정 소자(3024)에 더하여, 착색층(3034), 차광층(3035), 절연층(3046), 및 구조체(3036) 등이 제공된다. 액정 소자(3024)는 한쪽의 전극으로서 기능하는 도전층(3037), 액정(3038), 다른 한쪽의 전극으로서 기능하는 도전층(3039), 및 배향막(3040 및 3041) 등을 포함한다. 또한, 액정 소자(3024)는 반사형 액정 소자이고, 도전층(3039)은 반사 전극으로서 기능하기 때문에, 도전층(3039)은 반사율이 높은 재료를 사용하여 형성된다. 또한, 도전층(3037)은 투명 전극으로서 기능하기 때문에, 가시광을 투과시키는 재료를 사용하여 형성된다. 배향막(3040 및 3041)은 도전층(3037 및 3039)에 제공되고 액정(3038)과 접촉되어 제공된다. 절연층(3046)은 착색층(3034) 및 차광층(3035)을 덮도록 제공되고 오버코트로서 기능한다. 또한, 배향막(3040 및 3041)을 반드시 제공할 필요는 없다.

[0296] 개구(3033)는 도전층(3039)의 일부에 제공된다. 도전층(3043)은 도전층(3039)과 접촉하도록 제공된다. 도전층(3043)은 투광성을 가지기 때문에, 도전층(3043)에는 가시광을 투과하는 재료가 사용된다.

[0297] 구조체(3036)는 기판(3022)이 절연층(3025)과 필요 이상으로 가까워지는 것을 방지하는 스페이서로서 기능한다. 구조체(3036)를 반드시 제공할 필요는 없다.

[0298] 트랜지스터(3015)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 발광 소자(3023)의 도전층(3030)에 전기적으로 접속된다. 예를 들어, 트랜지스터(3015)는 도 16의 트랜지스터(M)에 상당한다.

[0299] 트랜지스터(3016)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 단자부(3018)를 통하여 액정 소자(3024)의 도전층(3039) 및 도전층(3043)에 전기적으로 접속된다. 즉, 단자부(3018)는 절연층(3025)의 양면에 제공되는 도전층들을 전기적으로 접속시키는 기능을 가진다. 트랜지스터(3016)는 도 16의 트랜지스터(SW1)에 상당한다.

[0300] 기판(3021)과 기판(3022)이 서로 중첩되지 않는 영역에 단자부(3019)가 제공된다. 단자부(3018)와 마찬가지로, 단자부(3019)는 절연층(3025)의 양면에 제공되는 도전층들을 전기적으로 접속시킨다. 단자부(3019)는 도전층(3043)과 동일한 도전막을 가공함으로써 얻어진 도전층에 전기적으로 접속된다. 따라서, 단자부(3019)와 FPC(3044)는 도전층(3045)을 통하여 서로 전기적으로 접속될 수 있다.

- [0301] 접속부(3047)는 접합층(3042)이 제공되는 영역의 일부에 제공된다. 접속부(3047)에서는, 도전층(3043)과 동일한 도전막을 가공함으로써 얻어진 도전층, 및 도전층(3037)의 일부가 커넥터(3048)로 전기적으로 접속된다. 따라서, FPC(3044)로부터 입력되는 신호 또는 전위는 커넥터(3048)를 통하여 도전층(3037)에 공급될 수 있다.
- [0302] 구조체(3036)는 도전층(3037)과 도전층(3043) 사이에 제공된다. 구조체(3036)는 액정 소자(3024)의 셀 갭을 유지하는 기능을 가진다.
- [0303] 도전층(3043)으로서는, 금속 산화물, 금속 질화물, 또는 저항이 저감된 산화물 반도체 등의 산화물을 사용하는 것이 바람직하다. 산화물 반도체를 사용하는 경우에는, 수소, 봉소, 인, 질소, 및 그 이외의 불순물의 농도 및 산소 결손량 중 적어도 하나가 트랜지스터의 반도체층보다 높아진 재료가 도전층(3043)에 사용된다.
- [0304] 또한, 본 실시형태에서 설명되는 구성은 다른 실시형태에서 설명되는 구성 중 임의의 것과 적절히 조합할 수 있다.
- [0305] (실시예 1)
- [0306] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 사용되는 발광 소자의 소자 구조, 제작 방법, 및 특성에 대하여 설명한다. 또한, 도 18은 본 실시예에서 설명되는 발광 소자의 소자 구조를 도시한 것이고, 표 1은 구체적인 구조를 나타낸 것이다. 표 1에는 발광 소자와 조합된 컬러 필터(CF)도 나타내었다. 발광 소자 1은 CF-R와, 발광 소자 2는 CF-G와, 발광 소자 3 및 4는 각각 CF-B와 조합된다. 도 24는 이들 CF의 투과 특성을 나타낸 것이다. 본 실시예에서 사용되는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0307]

[ 표 1 ]

도 18에서의 부호	제 1 전극		제 1 정공 주입층	제 1 정공 수송층	발광층(A)	제 1 전자 수송층	
	901		911a	912a		913a	914a
발광 소자 1 (R)	Ag-Pd-Cu (200nm)	IISO (110nm)	PCPPn:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 10nm)	PCPPn (10nm)	*1	cgDBCzPA (10nm)	NBphen (15nm)
발광 소자 2 (G)		IISO (45nm)	PCPPn:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 20nm)				
발광 소자 3 (B1)		IISO (10nm)	PCPPn:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 12.5nm)				
발광 소자 4 (B1.5)		IISO (110nm)	PCPPn:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 16nm)				

제 1 전자 주입층	전하 발생층	제 2 정공 주입층	제 2 정공 수송층	발광층(B)		(비교)
				제 1 발광층	제 2 발광층	
915a	904	911b	912b	913(b1)	913(b2)	발광 소자 1 (R) 발광 소자 2 (G) 발광 소자 3 (B1) 발광 소자 4 (B1.5)

제 2 전자 수송층		제 2 전자 주입층	제 2 전극		CF	
914b	915b	903				
2mDBTBPDBq-II (25nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 25nm)	ITO (70nm)	CF-R	발광 소자 1 (R)
					CF-G	발광 소자 2 (G)
					CF-B	발광 소자 3 (B1)
					CF-B	발광 소자 4 (B1.5)

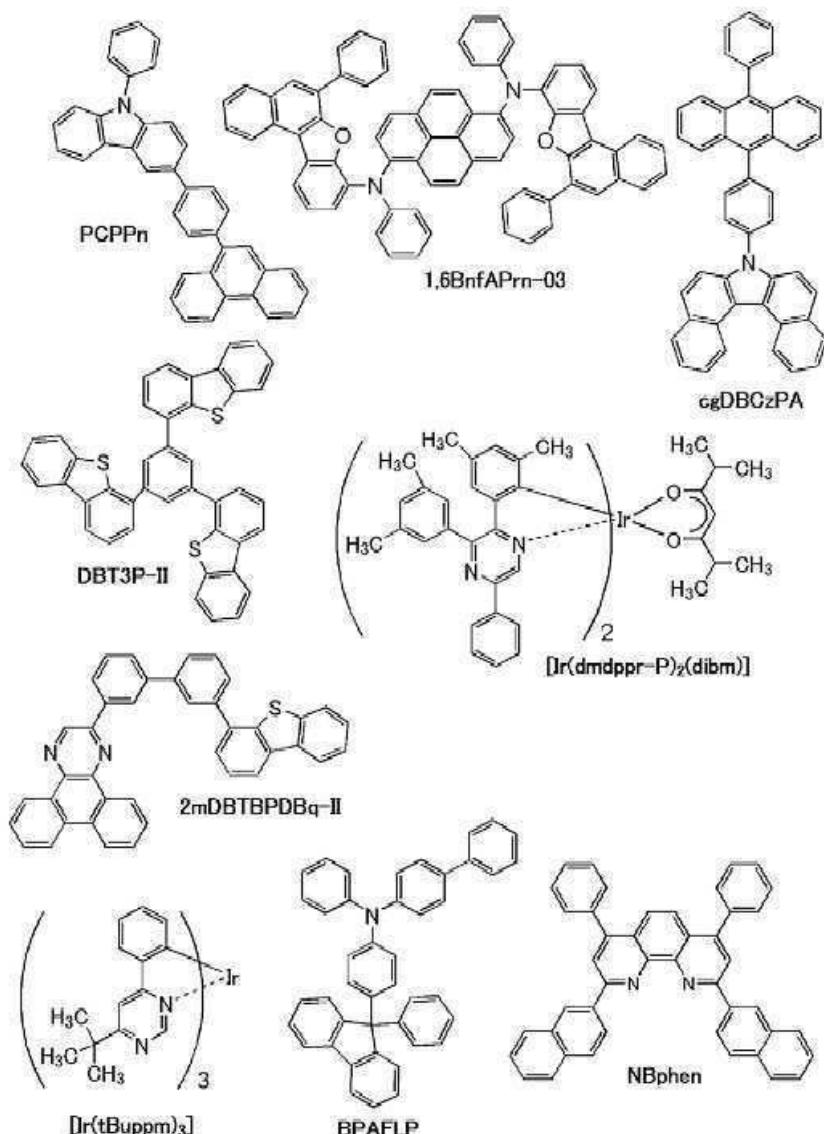
\*1 cgDBCzPA:1,6BnifAPrn-03 (1:0.03, 25nm)

\*2 2mDBTBPDBq-II:PCBBIIF: [Ir(tBuppm)<sub>3</sub>] (0.8:0.2:0.06, 20nm)\*3 2mDBTBPDBq-II: [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (1:0.04, 20nm)

[0308]

[0309]

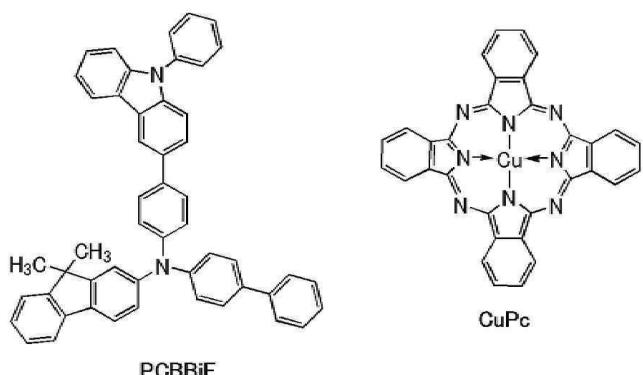
[화학식 1]



[0310]

[0311]

[화학식 2]



[0312]

[0313]

«발광 소자의 제작»

[0314]

본 실시예에 설명되는 발광 소자는 도 18에 도시된 바와 같이, 기판(900) 위의 제 1 전극(901), 제 1 전극(901) 위의 제 1 EL층(902a), 제 1 EL층(902a) 위의 전하 발생층(904), 전하 발생층(904) 위의 제 2 EL층(902b), 및

제 2 EL층(902b) 위의 제 2 전극(903)을 각각 포함한다. 또한, 본 실시예에서의 발광 소자 1은 주로 적색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 발광 소자 1(R)이라고도 하였다. 발광 소자 2는 주로 녹색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 발광 소자 2(G)라고도 하였다. 발광 소자 3 및 발광 소자 4는 각각 주로 청색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 각각 발광 소자 3(B1) 및 발광 소자 4(B1.5)라고도 하였다.

[0315] 우선, 기판(900) 위에 제 1 전극(901)을 형성하였다. 전극의 면적은  $4\text{mm}^2$ ( $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ )로 하였다. 기판(900)으로서는 유리 기판을 사용하였다. 제 1 전극(901)은 다음과 같은 방법으로 형성되었다: 두께가 200nm인 은(Ag), 팔라듐(Pd), 및 구리(Cu)의 합금막(이 합금을 Ag-Pd-Cu라고도 함)을 스퍼터링법에 의하여 형성하고, ITSO를 스퍼터링법에 의하여 형성하였다. ITSO는, 발광 소자 1의 경우 110nm의 두께를 가지도록, 발광 소자 2의 경우 45nm의 두께를 가지도록, 발광 소자 3의 경우 10nm의 두께를 가지도록, 그리고 발광 소자 4의 경우 110nm의 두께를 가지도록 형성하였다. 본 실시예에서는, 제 1 전극(901)은 양극으로서 기능하였다. 제 1 전극(901)은 광을 반사하는 기능을 가지는 반사 전극이었다. 본 실시예에서는, 발광 소자 3 및 발광 소자 4는 모두 그들 전극들 사이의 광학 거리가 상이하지만, 청색 광을 방출하는 발광 소자이었다. 발광 소자 3은 1 파장으로 조정된 전극 사이의 광학 거리를 가지고, 발광 소자 4는 1.5 파장으로 조정된 전극 사이의 광학 거리를 가졌다.

[0316] 전처리로서, 기판의 표면을 물로 세정하고, 200°C에서 1시간 동안 베이킹하고 나서, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다. 그 후, 압력이  $10^{-4}\text{Pa}$  정도까지 저감된 진공 증착 장치로 기판을 이동하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170°C에서 60분 동안 진공 베이킹하고 나서, 기판을 약 30분 동안 냉각시켰다.

[0317] 다음으로, 제 1 전극(901) 위에 제 1 정공 주입층(911a)을 형성하였다. 제 1 정공 주입층(911a)은, 진공 증착 장치 내의 압력이  $10^{-4}\text{Pa}$ 까지 저감된 후, 3-[4-(9-페난트릴)-페닐]-9-페닐-9H-카바졸(약칭: PCPPn) 대 산화 몰리브데넘의 중량비를 1:0.5가 되도록 하고, 발광 소자 1의 경우는 10nm, 발광 소자 2의 경우는 20nm, 발광 소자 3의 경우는 12.5nm, 발광 소자 4의 경우는 16nm의 두께를 가지도록 공증착함으로써 형성하였다.

[0318] 다음으로, 제 1 정공 주입층(911a) 위에 제 1 정공 수송층(912a)을 형성하였다. 제 1 정공 수송층(912a)으로서는, PCPPn을 두께 10nm로 증착함으로써 퇴적하였다. 또한, 제 1 내지 제 4 발광 소자에서의 제 1 정공 수송층(912a)은 같은 방법으로 제작하였다. 발광 소자의 제작이 공통적인 단계를 가지는 경우에는 언급하지 않는다.

[0319] 다음으로, 제 1 정공 수송층(912a) 위에 발광층(A)(913a)을 형성하였다.

[0320] 발광층(A)(913a)은, 호스트 재료로서 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[*c,g*]카바졸(약칭: cgDBCzPA)을 사용하고, 게스트 재료(형광 재료)로서 *N,N'*-(페렌-1,6-다이일)비스[(6,*N*-다이페닐벤조[*b*]나프토[1,2-*d*]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03)을 사용하여, cgDBCzPA 대 1,6BnfAPrn-03의 중량비를 1:0.03이 되도록 공증착함으로써 25nm의 두께로 형성하였다.

[0321] 다음으로, 발광층(A)(913a) 위에 제 1 전자 수송층(914a)을 형성하였다. 제 1 전자 수송층(914a)은 다음과 같은 방법으로 형성하였다: cgDBCzPA 및 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(약칭: NBphen)을 각각 10nm 및 15nm의 두께로 증착함으로써 순차적으로 퇴적시켰다.

[0322] 그 후, 제 1 전자 수송층(914a) 위에 제 1 전자 주입층(915a)을 형성하였다. 제 1 전자 주입층(915a)은, 산화 리튬(Li<sub>2</sub>O)을 증착함으로써 0.1nm의 두께로 형성하였다.

[0323] 다음으로, 제 1 전자 주입층(915a) 위에 전하 발생층(904)을 형성하였다. 전하 발생층(904)은, 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPc)을 증착함으로써 2nm의 두께로 형성하였다.

[0324] 다음으로, 전하 발생층(904) 위에 제 2 정공 주입층(911b)을 형성하였다. 제 2 정공 주입층(911b)은, 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II) 대 산화 몰리브데넘의 중량비가 1:0.5가 되도록 공증착함으로써, 10nm의 두께로 형성하였다.

[0325] 다음으로, 제 2 정공 주입층(911b) 위에 제 2 정공 수송층(912b)을 형성하였다. 제 2 정공 수송층(912b)은, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 증착함으로써, 15nm의 두께로 형성하였다.

[0326] 제 2 정공 수송층(912b) 위에 발광층(B)(913b)을 형성하였다. 발광층(B)(913b)은, 발광층(B1)(913(b1))과 발광층(B2)(913(b2))의 적층 구조를 가졌다.

[0327] 발광층(B1)(913(b1))은, 호스트 재료로서 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[*f,h*]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDQ-II)을 사용하고, 어시스트 재료로서 *N*-(1,1'-바이페닐-4-일)-*N*-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-

일)페닐]-9,9-다이메틸-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)을 사용하고, 게스트 재료(인광 재료)로서 트리스(4-t-부틸-6-페닐페리미디네이토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBu<sub>3</sub>ppm)<sub>3</sub>])을 사용하여, 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(tBu<sub>3</sub>ppm)<sub>3</sub>]의 중량비가 0.8:0.2:0.06이 되도록 공증착함으로써, 20nm의 두께로 형성하였다. 발광 층(B2)(913(b2))은, 호스트 재료로서 2mDBTBPDBq-II를 사용하고, 게스트 재료(인광 재료)로서 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>O,O')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)])을 사용하여, 2mDBTBPDBq-II 대 [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)]의 중량비가 1:0.04가 되도록 공증착함으로써, 20nm의 두께로 형성하였다.

[0328] 다음으로, 발광층(B2)(913(b2)) 위에 제2 전자 수송층(914b)을 형성하였다. 제2 전자 수송층(914b)은 다음과 같은 방법으로 형성하였다: 2mDBTBPDBq-II 및 NBphen을 각각 25nm 및 15nm의 두께로 증착함으로써 순차적으로 퇴적하였다.

[0329] 다음으로, 제2 전자 수송층(914b) 위에 제2 전자 주입층(915b)을 형성하였다. 제2 전자 주입층(915b)은, 플루오린화 리튬(LiF)을 증착함으로써 1nm의 두께로 형성하였다.

[0330] 다음으로, 제2 전자 주입층(915b) 위에 제2 전극(903)을 다음과 같은 방법으로 형성하였다: 은(Ag) 및 마그네슘(Mg)을 Ag 대 Mg의 체적비 1:0.1에서 공증착함으로써, 25nm의 두께로 형성한 후, 인듐 주석 산화물(ITO)을 스퍼터링법에 의하여 70nm의 두께로 형성하였다. 본 실시예에서, 제2 전극(903)은 음극으로서 기능하였다. 또한, 제2 전극(903)은 광을 투과하는 기능 및 광을 반사하는 기능을 가지는 반투과·반반사 전극이다.

[0331] 이상의 단계를 거쳐, 기판(900) 위의 한 쌍의 전극 사이에 각각 EL층이 제공된 발광 소자를 형성하였다. 상술한 제1 정공 주입층(911a), 제1 정공 수송층(912a), 발광층(A)(913a), 제1 전자 수송층(914a), 제1 전자 주입층(915a), 제2 정공 주입층(911b), 제2 정공 수송층(912b), 발광층(B)(913b), 제2 전자 수송층(914b), 및 제2 전자 주입층(915b)은, 본 발명의 일 형태의 EL층을 형성하는 기능층이다. 또한, 상술한 제작 방법에서의 모든 증착 단계에서는, 저항 가열법에 의하여 증착을 수행하였다.

[0332] 도 18에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서 형성된 발광 소자는 각각, 기판(900)과 기판(905) 사이에서 밀봉되었다. 기판(905)에는 컬러 필터(906)가 제공되었다. 기판(900)과 기판(905) 사이의 밀봉은, 질소 분위기를 함유하는 글로브 박스 내에서 밀봉 재료를 사용하여 기판(905)을 기판(900)에 고정하고, 기판(900) 위에 형성된 발광 소자를 둘러싸도록 밀봉재를 도포하고 나서, 365nm의 자외광 조사를 6J/cm<sup>2</sup>로 수행하고, 80°C에서 1시간 동안의 열처리를 수행하는 방법으로 수행하였다.

[0333] 본 실시예에서 형성된 발광 소자는, 각각 발광 소자의 제2 전극(903) 측으로부터 화살표로 표시된 방향으로 광이 방출되는 구조를 가진다.

#### 『발광 소자의 동작 특성』

[0335] 형성된 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 수행하였다. 결과를 도 19 내지 도 22에 나타내었다. 도 23은 발광 소자에 2.5mA/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도로 전류를 인가하였을 때의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼은 멀티채널 분광기(PMA-12, Hamamatsu Photonics K.K. 제조)로 측정하였다. 도 23에 나타낸 바와 같이, 적색 광을 방출하는 발광 소자 1의 발광 스펙트럼은 635nm 부근에 피크를 가지고, 녹색 광을 방출하는 발광 소자 2의 발광 스펙트럼은 521nm 부근에 피크를 가지고, 청색 광을 방출하는 발광 소자 3 및 4의 발광 스펙트럼은 각각 453nm 부근에 피크를 가진다. 스펙트럼의 형상은 좁아졌다. 본 실시예에서는, 발광 소자와 컬러 필터의 조합으로 얻어지는 발광의 측정 결과를 나타낸다.

[0336] 도 24는 발광 소자 1(R)과 조합하여 사용되는 적색 컬러 필터(CF-R), 발광 소자 2(G)와 조합하여 사용되는 녹색 컬러 필터(CF-G), 및 발광 소자 3(B1) 또는 4(B1.5)와 조합하여 사용되는 청색 컬러 필터(CF-B)의 투과 스펙트럼을 나타낸 것이다. 도 24를 보면 CF-R의 600nm의 광 투과율은 52%로 60% 이하이지만, CF-R의 650nm의 광 투과율은 89%로 70% 이상임을 알 수 있다. 또한, CF-G의 480nm의 광 투과율 및 580nm의 광 투과율은 각각 26% 및 52%로 60% 이하이지만, CF-G의 530nm의 광 투과율은 72%로 70% 이상이다. 또한, CF-B의 510nm의 광 투과율은 60%로 60% 이하이지만, CF-B의 450nm의 광 투과율은 80%로 70% 이상이다.

[0337] 본 실시예에서 형성된 발광 소자(발광 소자 1 내지 3)의 색도(x, y)를 색채 휘도계(BM-5A, TOPCON CORPORATION 제조)로 측정한 결과를 이하의 표 2에 나타내었다. 발광 소자 1(R), 2(G), 및 3(B1)의 색도는 각각 약

730cd/m<sup>2</sup>, 약 1800cd/m<sup>2</sup>, 및 약 130cd/m<sup>2</sup>의 휘도에서 측정되었다. 휘도비는, R의 휘도, G의 휘도, 및 B의 휘도를 합함으로써 D65 부근의 백색 발광((x, y)=(0.313, 0.329)의 색도 좌표를 가지는 광)을 얻을 수 있는 값이다.

[0338] [표 2]

	X	y
발광 소자 1 (R)	0.697	0.297
발광 소자 2 (G)	0.186	0.778
발광 소자 3 (B1)	0.142	0.046

[0339]

[0340] 표 2의 결과를 바탕으로 하면, 색도(x, y)로부터 산출된 BT.2020의 면적비 및 BT.2020의 커버율은 각각 93% 및 91%이었다. 또한, BT.2020 규격을 만족시키는 RGB의 CIE 색도 좌표(x, y)를 연결하여 형성되는 삼각형의 면적 A 및 본 실시예의 3개의 발광 소자의 CIE 색도 좌표(x, y)를 연결하여 형성되는 삼각형의 면적 B를 산출하여 면적비(B/A)를 얻었다. 커버율이란, 본 실시예의 3개의 발광 소자의 색도를 조합하여 사용함으로써, BT.2020 규격의 색 영역(상기 삼각형의 내측)의 몇 퍼센트를 재현할 수 있는지를 나타내는 값이다.

[0341] 본 실시예에서 형성된 발광 소자 중 발광 소자 1, 2, 및 4의 색도(x, y)를 색채 휘도계로 측정한 결과를 이하의 표 3에 나타내었다. 발광 소자 1(R), 2(G), 및 4(B1.5)의 색도는 각각, 약 550cd/m<sup>2</sup>, 약 1800cd/m<sup>2</sup>, 및 약 130cd/m<sup>2</sup>의 휘도에서 측정되었다. 휘도비는, R의 휘도, G의 휘도, 및 B의 휘도를 합함으로써 D65 부근의 백색 발광을 얻을 수 있는 값이다.

[0342] [표 3]

	X	y
발광 소자 1 (R)	0.697	0.297
발광 소자 2 (G)	0.186	0.778
발광 소자 4 (B1.5)	0.156	0.042

[0343]

[0344] 표 3의 결과를 바탕으로 하면, 색도(x, y)로부터 산출된 BT.2020의 면적비 및 BT.2020의 커버율은 각각 92% 및 90%이었다. 이와 같이, 청색 광의 발광 효율을 향상시킨 구조이어도, 매우 넓은 범위의 색 재현성을 실현할 수 있다.

[0345] 상술한 결과는, 본 실시예에서 발광 소자 1(R)은 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도 x 및 0.260 이상 0.320 이하인 색도 y를 가지고, 발광 소자 2(G)는 0.130 이상 0.250 이하인 색도 x 및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도 y를 가지고, 발광 소자 3(B1) 및 발광 소자 4(B1.5)는 각각 0.120 이상 0.170 이하인 색도 x 및 0.020 이상 0.060 미만인 색도 y를 가지는 것을 나타낸다. 발광 소자 1(R)은 색도 x가 0.680보다 크기 때문에, DCI-P3 규격보다 적색의 색도가 좋다. 발광 소자 2(G)는 색도 y가 0.71보다 크기 때문에, DCI-P3 규격 및 NTSC 규격보다 녹색의 색도가 좋다. 또한, 발광 소자 3(B1) 및 4(B1.5)는 각각 색도 y가 0.06보다 작기 때문에, DCI-P3 규격보다 청색의 색도가 좋다.

[0346] 또한, 도 23에 나타낸 발광 스펙트럼의 값을 사용하여 산출된 발광 소자 1, 2, 3, 및 4의 색도(x, y)는 각각, (0.693, 0.303), (0.202, 0.744), (0.139, 0.056), 및 (0.160, 0.057)이다. 따라서, 발광 소자 1(R), 2(G), 및 3(B1)을 조합한 색도를 발광 스펙트럼을 사용하여 산출한 경우, BT.2020의 면적비는 86%이고, BT.2020의 커버율은 84%이다. 또한, 발광 소자 1(R), 2(G), 및 4(B1.5)를 조합한 색도를 발광 스펙트럼을 사용하여 산출한 경우, BT.2020의 면적비는 84%이고, BT.2020의 커버율은 82%이다.

[0347] (실시예 2)

[0348] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 사용되는 발광 소자의 소자 구조, 형성 방법, 및 특성에 대하여 설명한다. 또한, 도 18은 본 실시예에서 설명되는 발광 소자의 소자 구조를 도시한 것이고, 표 4는 구체적인 구조를 나타낸 것이다. 본 실시예에서 사용되는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다. 투과 스펙트럼이 도 24에서 나타내어진 컬러 필터를 사용하였다.

[0349] [표 4]

	제 1 전극		제 1 정공 주입층	제 1 정공 수송층	발광층(A)	제 1 전자 수송층
도 18에서의 부호	901		911a	912a	913a	914a
발광 소자 5 (R)	Ag-Pd-Cu (200nm)	ITO (110nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5, 10nm)	PCPPn (10nm)	*1	cgDBCzPA (10nm) NBphen (15nm)
발광 소자 6 (G)		ITO (45nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5, 20nm)			
발광 소자 7 (BL)		ITO (10nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5, 12.5nm)			
발광 소자 8 (BL.5)		ITO (110nm)	PCPPn:MoOx (1:0.5, 19nm)			

제 1 전자 주입층	전하 발생층	제 2 정공 주입층	제 2 정공 수송층	발광층(B)		(비교)
				제 1 발광층	제 2 발광층	
915a	904	911b	912b	913(b1)	913(b2)	발광 소자 5 (R) 발광 소자 6 (G) 발광 소자 7 (BL) 발광 소자 8 (BL.5)
$\text{Li}_2\text{O}$ (0.1nm)	CuPc (2nm)	DBT3P-II:MoOx (1:0.5, 10nm)	EPAFLP (15nm)	*2	*3	

제 2 전자 수송층	제 2 전자 주입층	제 2 전극	CF	
914b	915b	903	CF-R	발광 소자 5 (R)
2mDBTEPDBq-II (25nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm) Ag:Mg (1:0.1, 30nm) ITO (70nm)	CF-G	발광 소자 6 (G)
			CF-B	발광 소자 7 (BL)
			CF-B	발광 소자 8 (BL.5)

\*1 cgDBCzPA:1,6BnIAPrn-03 (1:0.03, 25nm)

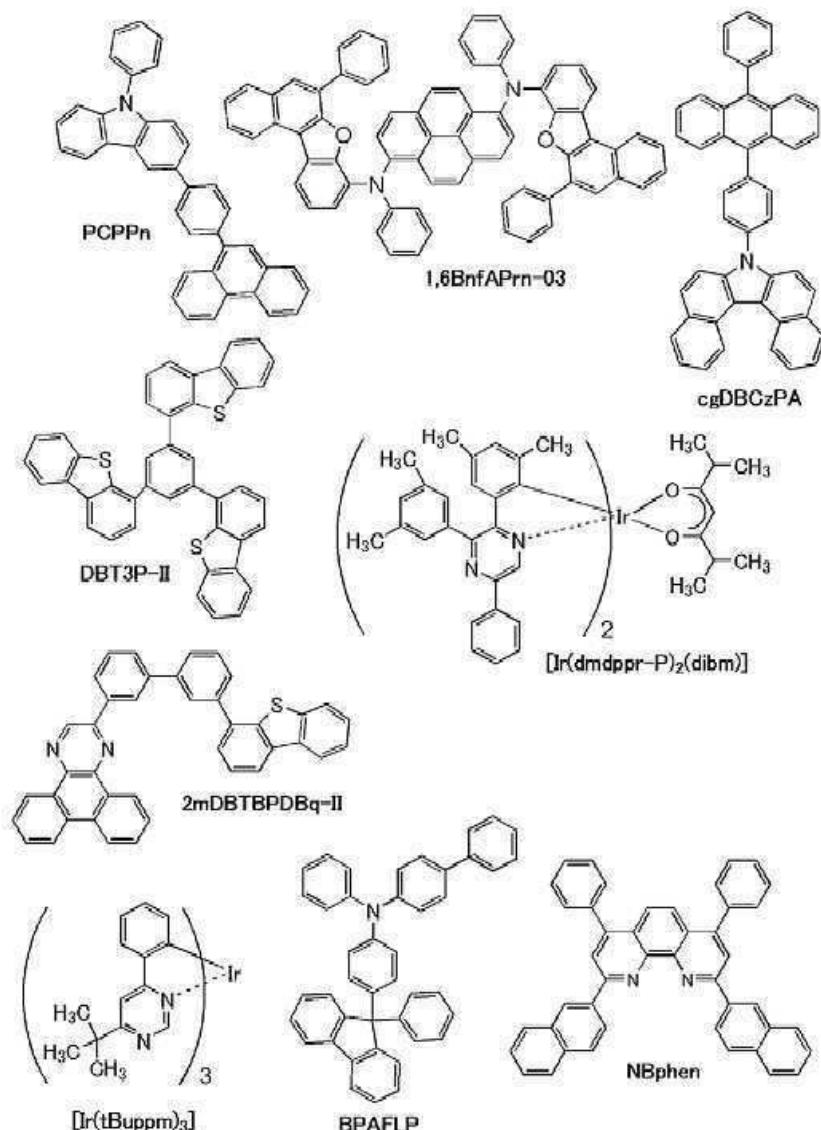
\*2 2mDBTEPDBq-II:PCBEtF: [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>] (0.8:0.2:0.06, 20nm)

\*3 2mDBTEPDBq-II: [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dbm)] (1:0.04, 20nm)

[0350]

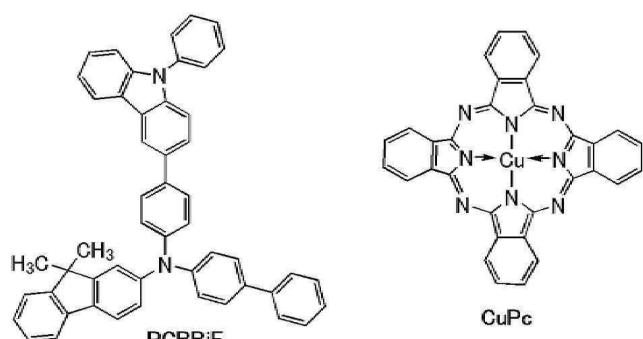
[0351]

[화학식 3]



[0352]

[0353] [화학식 4]



[0354]

«발광 소자의 제작»

[0355]

도 18에 도시된 바와 같이 본 실시예에서 설명되는 발광 소자는 실시예 1과 같이, 기판(900) 위의 제 1 전극(901), 제 1 전극(901) 위의 제 1 EL층(902a), 제 1 EL층(902a) 위의 전하 발생층(904), 전하 발생층(904) 위의 제 2 EL층(902b), 및 제 2 EL층(902b) 위의 제 2 전극(903)을 각각 포함한다. 또한, 본 실시예에서의 발광

소자 5는 주로 적색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 발광 소자 5(R)라고도 하였다. 발광 소자 6은 주로 녹색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 발광 소자 6(G)이라고도 하였다. 발광 소자 7 및 발광 소자 8은 각각 주로 청색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 각각 발광 소자 7(B1) 및 발광 소자 8(B1.5)이라고도 하였다.

[0357] 본 실시예의 발광 소자에서, 소자를 제작할 때 형성되는 층의 두께는 서로 상이하였다. 그러나 이들 층은 같은 재료를 사용하여 실시예 1과 비슷한 방법으로 형성할 수 있기 때문에, 실시예 1을 참조하고 본 실시예에서의 설명을 생략한다.

[0358] 『발광 소자의 동작 특성』

[0359] 형성된 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 수행하였다. 결과를 도 25 내지 도 28에 나타내었다. 도 29는 발광 소자에  $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 전류 밀도로 전류를 인가하였을 때의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼은 멀티채널 분광기(PMA-12, Hamamatsu Photonics K.K. 제조)로 측정하였다. 도 29에 나타낸 바와 같이, 적색 광을 방출하는 발광 소자 5의 발광 스펙트럼은 635nm 부근에 피크를 가지고, 녹색 광을 방출하는 발광 소자 6의 발광 스펙트럼은 530nm 부근에 피크를 가지고, 청색 광을 방출하는 발광 소자 7 및 8의 발광 스펙트럼은 각각 464nm 및 453nm 부근에 피크를 가진다. 스펙트럼의 형상은 좁아졌다. 본 실시예에서는, 발광 소자와 컬러 필터의 조합으로 얻어지는 발광의 측정 결과를 나타낸다.

[0360] 다음으로, 본 실시예에서 형성된 발광 소자(발광 소자 5 내지 7)의 색도( $x, y$ )를 색채 휘도계(BM-5A, TOPCON CORPORATION 제조)로 측정한 결과를 이하의 표 5에 나타내었다. 발광 소자 5(R), 6(G), 및 7(B1)의 색도는 각각 약  $650\text{cd}/\text{m}^2$ , 약  $1900\text{cd}/\text{m}^2$ , 및 약  $140\text{cd}/\text{m}^2$ 의 휘도에서 측정되었다. 휘도비는, R의 휘도, G의 휘도, 및 B의 휘도를 합함으로써 D65 부근의 백색 발광을 얻을 수 있는 값이다.

[0361] [표 5]

	$x$	$y$
발광 소자 5 (R)	0.700	0.294
발광 소자 6 (G)	0.175	0.793
발광 소자 7 (B1)	0.142	0.039

[0362]

[0363] 표 5의 결과를 바탕으로 하면, 색도( $x, y$ )로부터 산출된 BT.2020의 면적비 및 BT.2020의 커버율은 각각 97% 및 95%이었다.

[0364] 본 실시예에서 형성된 발광 소자 중 발광 소자 5 내지 8의 색도( $x, y$ )의 색채 휘도계로의 결과를 이하의 표 6에 나타내었다. 발광 소자 5(R), 6(G), 및 8(B1.5)의 색도는 각각 약  $650\text{cd}/\text{m}^2$ , 약  $1900\text{cd}/\text{m}^2$ , 및 약  $170\text{cd}/\text{m}^2$ 의 휘도에서 측정되었다. 휘도비는, R의 휘도, G의 휘도, 및 B의 휘도를 합함으로써 D65 부근의 백색 발광을 얻을 수 있는 값이다.

[0365]

[표 6]

	<i>X</i>	<i>y</i>
발광 소자 5 (R)	0.700	0.294
발광 소자 6 (G)	0.175	0.793
발광 소자 8 (B1.5)	0.153	0.046

[0366]

[0367]

표 6의 결과를 바탕으로 하면, 색도(*x*, *y*)로부터 산출된 BT.2020의 면적비 및 BT.2020의 커버율은 각각 95% 및 93%이었다. 이와 같이, 청색 광의 발광 효율을 향상시킨 구조이어도, 매우 넓은 범위의 색 재현성을 실현할 수 있다.

[0368]

상술한 결과는, 본 실시예에서 발광 소자 5(R)는 0.680보다 크고 0.720 이하인 색도 *x* 및 0.260 이상 0.320 이하인 색도 *y*를 가지고, 발광 소자 6(G)은 0.130 이상 0.250 이하인 색도 *x* 및 0.710보다 크고 0.810 이하인 색도 *y*를 가지고, 발광 소자 7(B1) 및 발광 소자 8(B1.5)은 각각 0.120 이상 0.170 이하인 색도 *x* 및 0.020 이상 0.060 미만인 색도 *y*를 가지는 것을 나타낸다. 발광 소자 6(G)은 색도 *y*가 0.71보다 크기 때문에, DCI-P3 규격 및 NTSC 규격보다 녹색의 색도가 좋다. 또한, 발광 소자 7(B1) 및 8(B1.5)은 각각 색도 *y*가 0.06보다 작기 때문에 DCI-P3 규격보다 청색의 색도가 좋다.

[0369]

또한, 도 29에 나타낸 발광 스펙트럼의 값을 사용하여 산출된 발광 소자 5, 6, 7, 및 8의 색도(*x*, *y*)는 각각, (0.696, 0.300), (0.185, 0.760), (0.140, 0.048), 및 (0.154, 0.056)이다. 따라서, 발광 소자 5(R), 6(G), 및 7(B1)을 조합한 색도를 발광 스펙트럼을 사용하여 산출한 경우, BT.2020의 면적비는 91%이고, BT.2020의 커버율은 89%이다. 또한, 발광 소자 5(R), 6(G), 및 8(B1.5)을 조합한 색도를 발광 스펙트럼을 사용하여 산출한 경우, BT.2020의 면적비는 88%이고, BT.2020의 커버율은 86%이다.

[0370]

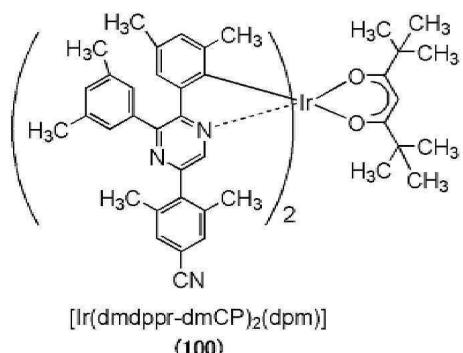
(참고예)

[0371]

본 참고예에서는, 유기 금속 촉매이고, 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 발광층에 사용할 수 있는 발광 물질인, 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일-κ*N*]페닐-κ*C*}(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인디아이오네이토-κ<sup>2</sup>0,0')이리듐(III)(약칭: [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)])(구조식 (100))의 합성 방법에 대하여 설명한다. 이 유기 금속 촉매의 발광 스펙트럼의 피크는 600nm 이상 700nm 이하이다. [Ir(dmdppr-dmCP)<sub>2</sub>(dpm)]의 구조를 이하에 나타낸다.

[0372]

[화학식 5]

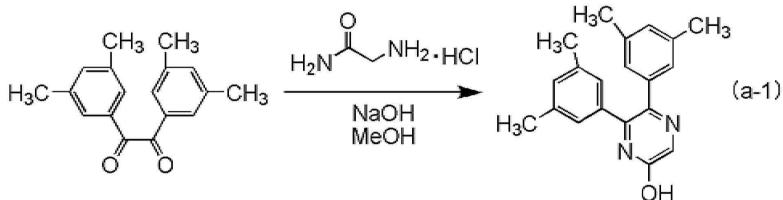


[0373]

<단계 1: 5-하이드록시-2,3-(3,5-다이메틸페닐)피라진의 합성>

[0375] 우선, 3,3',5,5'-테트라메틸벤질 5.27g, 글리신아마이드염산염 2.61g, 수산화 소듐 1.92g, 및 메탄올 50mL를 환류관을 구비한 3구 플라스크에 넣고, 플라스크 내의 공기를 질소로 치환하였다. 그 후, 상기 혼합물을 80°C에서 7시간 동안 교반하여, 반응을 일으켰다. 그리고, 이에 12M 염산 2.5mL를 가하고 30분 동안 교반하였다. 그리고, 탄산 수소 포타슘 2.02g을 가하고, 30분 동안 교반하였다. 얻어진 혼탁액을 흡인 여과한 후, 얻어진 고체를 물 및 메탄올로 세정함으로써, 목적의 피라진 유도체를 유백색 분말로서 79%의 수율로 얻었다. 단계 1의 합성 스킴을 (a-1)에 나타내었다.

[0376] [화학식 6]

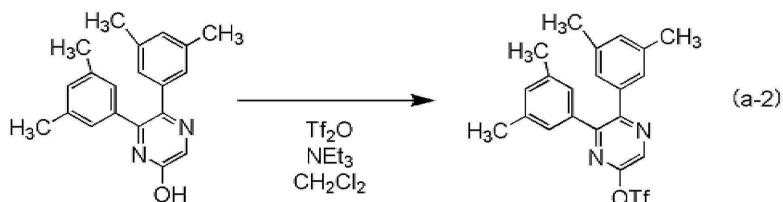


[0377]

[0378] <단계 2: 5,6-비스(3,5-다이메틸페닐)피라진-2-일트라이플루오로메테인설폰산의 합성>

[0379] 다음으로, 단계 1에서 얻어진 5-하이드록시-2,3-(3,5-다이메틸페닐)피라진 4.80g, 트라이에틸아민 4.5mL, 및 탈수 다이클로로메테인 80mL를 3구 플라스크에 넣고, 플라스크 내 공기를 질소로 치환하였다. 플라스크를 -20°C 까지 냉각하였다. 그리고, 이에 트라이플루오로메테인설폰산 무수물 3.5mL를 적하고, 실온에서 17.5시간 동안 교반을 수행하였다. 그 후, 플라스크를 0°C까지 냉각하였다. 그리고, 트라이플루오로메테인설폰산 무수물 0.7mL를 더 적하고, 실온에서 22시간 동안 교반을 수행하여 반응을 일으켰다. 반응 용액에 물 50mL 및 1M 염산 5mL를 가하고 나서, 다이클로로메테인을 가하여, 반응 용액에 함유되는 물질을 다이클로로메테인에 추출하였다. 세정을 위하여, 이 다이클로로메테인에 포화 탄산 수소 소듐 수용액 및 포화 식염수를 가하였다. 그리고, 건조시키기 위하여, 이에 황산 마그네슘을 가하였다. 건조된 후, 이 용액을 여과하고, 여과액을 농축하여 얻어진 잔류물을, 툴루엔:헥세인=1:1(체적비)을 전개 용매로서 사용하는 실리카겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하여, 목적의 피라진 유도체를 황색 오일로서 96%의 수율로 얻었다. 단계 2의 합성 스킴을 (a-2)에 나타내었다.

[0380] [화학식 7]



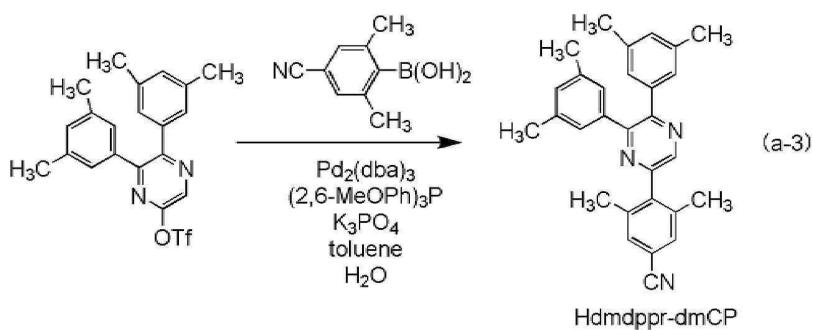
[0381]

[0382] <단계 3: 5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-2,3-비스(3,5-다이메틸페닐)피라진(약칭: Hdmdppr-dmCP)의 합성>

[0383] 다음으로, 단계 2에서 얻어진 5,6-비스(3,5-다이메틸페닐)피라진-2-일트라이플루오로메테인설폰산 2.05g, 4-사이아노-2,6-다이메틸페닐보론산 1.00g, 인산 삼포타슘 3.81g, 툴루엔 40mL, 및 물 4mL를 3구 플라스크에 넣고, 플라스크 내 공기를 질소로 치환하였다. 플라스크 내의 혼합물을 감압하에서 교반함으로써 탈기하고, 트리스(다이벤질리텐아세톤)다이팔라듐(0) 0.044g 및 트리스(2,6-다이메톡시페닐)포스핀 0.084g을 가하고, 혼합물을 7시간 동안 환류하였다. 반응 용액에 물을 가하고 나서 툴루エン을 가함으로써, 반응 용액에 함유되는 재료를 툴루엔에 추출하였다. 이 툴루엔 용액에 포화 식염수를 가하고, 툴루엔 용액을 세정하였다. 그리고, 건조시키기 위하여, 이에 황산 마그네슘을 가하였다. 건조된 후 용액을 여과하고, 여과액을 농축하여 얻어진 잔류물을, 헥세인:아세트산에틸=5:1(체적비)을 전개 용매로서 사용하는 실리카겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하여, 목적의 피라진 유도체 Hdmdppr-dmCP를 백색 분말로서 90%의 수율로 얻었다. 단계 3의 합성 스킴을 (a-3)에 나타내었다.

[0384]

[화학식 8]



[0385]

[0386]

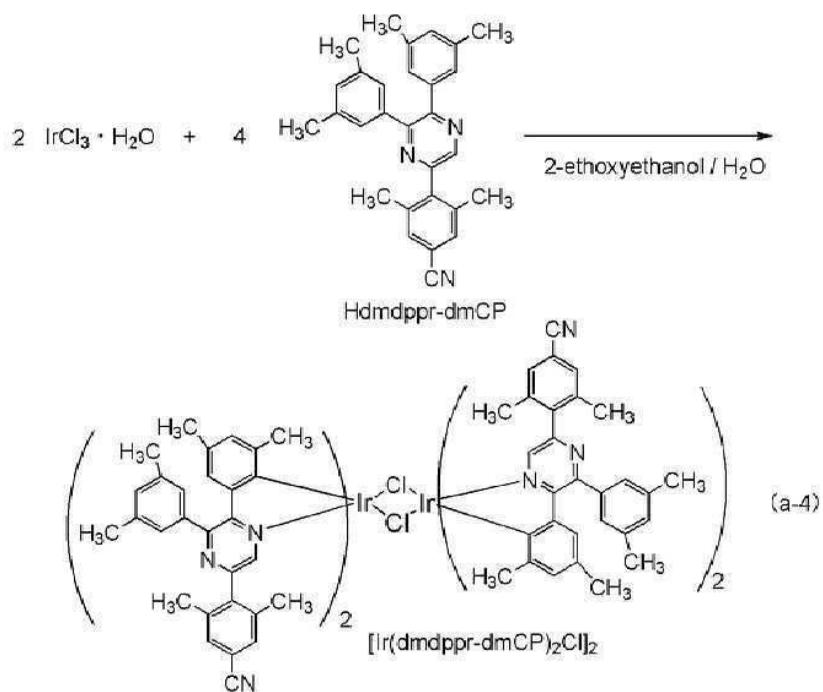
<단계 4: 다이- $\mu$ -클로로-테트라키스{4,6-다이메틸-2-[5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일- $\kappa N$ ]페닐- $\kappa C$ }다이아리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmddppr-dmCP})_2\text{Cl}]_2$ )의 합성>

[0387]

다음으로, 2-에톡시에탄올 15mL, 물 5mL, 단계 3에서 얻어진 Hdmddppr-dmCP(약칭) 1.74g, 및 염화 이리듐 수화물( $\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )(FURUYA METAL CO., Ltd. 제조) 0.60g을 환류관을 구비한 가지형 플라스크에 넣고, 플라스크 내 공기를 아르곤으로 치환하였다. 그 후, 마이크로파 조사(2.45GHz, 100W)를 1시간 동안 수행하여 반응을 일으켰다. 용매를 증류하여 제거하고 나서, 얻어진 잔류물을 헥세인을 사용하여 흡인 여과 및 세정하여, 복핵(複核) 착체  $[\text{Ir}(\text{dmddppr-dmCP})_2\text{Cl}]_2$ 를 갈색 분말로서 89%의 수율로 얻었다. 단계 4의 합성 스킴을 (a-4)에 나타내었다.

[0388]

[화학식 9]



[0389]

[0390]

<단계 5: 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일- $\kappa N$ ]페닐- $\kappa C$ }(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이토- $\kappa^2 O, O'$ )아리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmddppr-dmCP})_2(\text{dpm})]$ )의 합성>

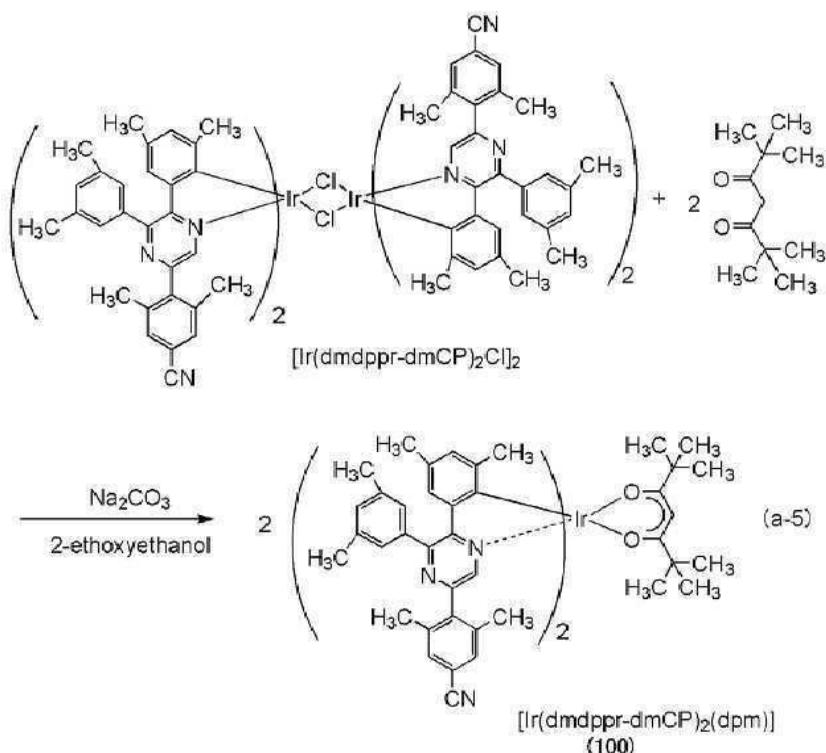
[0391]

또한, 2-에톡시에탄올 30mL, 단계 4에서 얻어진 복핵 착체  $[\text{Ir}(\text{dmddppr-dmCP})_2\text{Cl}]_2$  0.96g, 다이페발로일메테인(약칭: Hdpm) 0.26g, 및 탄산 소듐 0.48g을 환류관을 구비한 가지형 플라스크에 넣고, 플라스크 내 공기를 아르곤으로 치환하였다. 그 후, 마이크로파 조사(2.45GHz, 100W)를 60분 동안 수행하였다. 또한, 이에 Hdpm 0.13g을 가하고, 반응 용기에 마이크로파 조사(2.45GHz, 120W)를 60분 동안 수행함으로써 반응을 일으켰다. 용매를

증류하여 제거하고, 얻어진 잔류물을, 전개 용매로서 다이클로로메테인 및 헥세인을 1:1의 체적비로 사용하는 실리카겔 칼럼 크로마토그래피에 의하여 정제하였다. 얻어진 잔류물을 전개 용매로서 다이클로로메테인을 사용하는 실리카겔 칼럼 크로마토그래피에 의하여 더 정제한 후, 다이클로로메테인과 메탄올의 혼합 용매를 사용하여 재결정함으로써, 유기 금속 착체  $[Ir(dmdppr-dmCP)_2(dpm)]$ 를 적색 분말로서 37%의 수율로 얻었다. 트레인 서블리메이션법에 의하여, 얻어진 적색 분말 0.39g을 정제하였다. 승화 정제는 300°C에서, 2.6Pa의 압력하에서, 5mL/min의 아르곤 가스 유량으로 수행하였다. 승화에 의한 정제 후, 목적의 물질인 적색 고체를 85%의 수율로 얻었다. 단계 5의 합성 스킴을 (a-5)에 나타내었다.

[0392]

[화학식 10]



[0393]

[0394]

또한, 단계 5에서 얻어진 적색 분말의 핵자기 공명 분광법( $^1H$ -NMR)에 의한 분석 결과를 이하에 나타낸다. 이 결과에 의하여, 본 합성예에서 구조식(100)으로 나타내어지는 유기 금속 착체  $[Ir(dmdppr-dmCP)_2(dpm)]$ 가 얻어졌다는 것이 밝혀졌다.

[0395]

$^1H$ -NMR.  $\delta$  ( $CD_2Cl_2$ ): 0.91 (s, 18H), 1.41 (s, 6H), 1.95 (s, 6H), 2.12 (s, 12H), 2.35 (s, 12H), 5.63 (s, 1H), 6.49 (s, 2H), 6.86 (s, 2H), 7.17 (s, 2H), 7.34 (s, 4H), 7.43 (s, 4H), 8.15 (s, 2H).

[0396]

(실시예 3)

[0397]

본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 사용되는 발광 소자의 소자 구조, 제작 방법, 및 특성에 대하여 설명한다. 또한, 도 30은 본 실시예에서 설명되는 발광 소자의 소자 구조를 도시한 것이고, 표 7은 구체적인 구성을 나타낸 것이다. 본 실시예에서 사용되는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다. 또한, 표는 은(Ag), 팔라듐(Pd), 및 구리(Cu)의 합금막(예를 들어 Ag-Pd-Cu막)을 나타낸다.

[0398]

[ 표 7 ]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층		전자 주입층	제 2 전극	
발광 소자 9 (R)	APC\ ITO (10nm)	DBT3P-II:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 15nm)	BPAFLP (15nm)	*	2mDBTBPD <sub>2</sub> Bq-II (30nm)	NBphen (20nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 30nm)	ITO (70nm)
발광 소자 10 (G)	APC\ ITO (110nm)	DBT3P-II:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 25nm)	BPAFLP (15nm)	**	2mDBTBPD <sub>2</sub> Bq-II (15nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 30nm)	ITO (70nm)
발광 소자 11 (B)	APC\ ITO (85nm)	PCPPn:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 37.5nm)	PCPPn (15nm)	***	cgDBCzPA (5nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 30nm)	ITO (70nm)

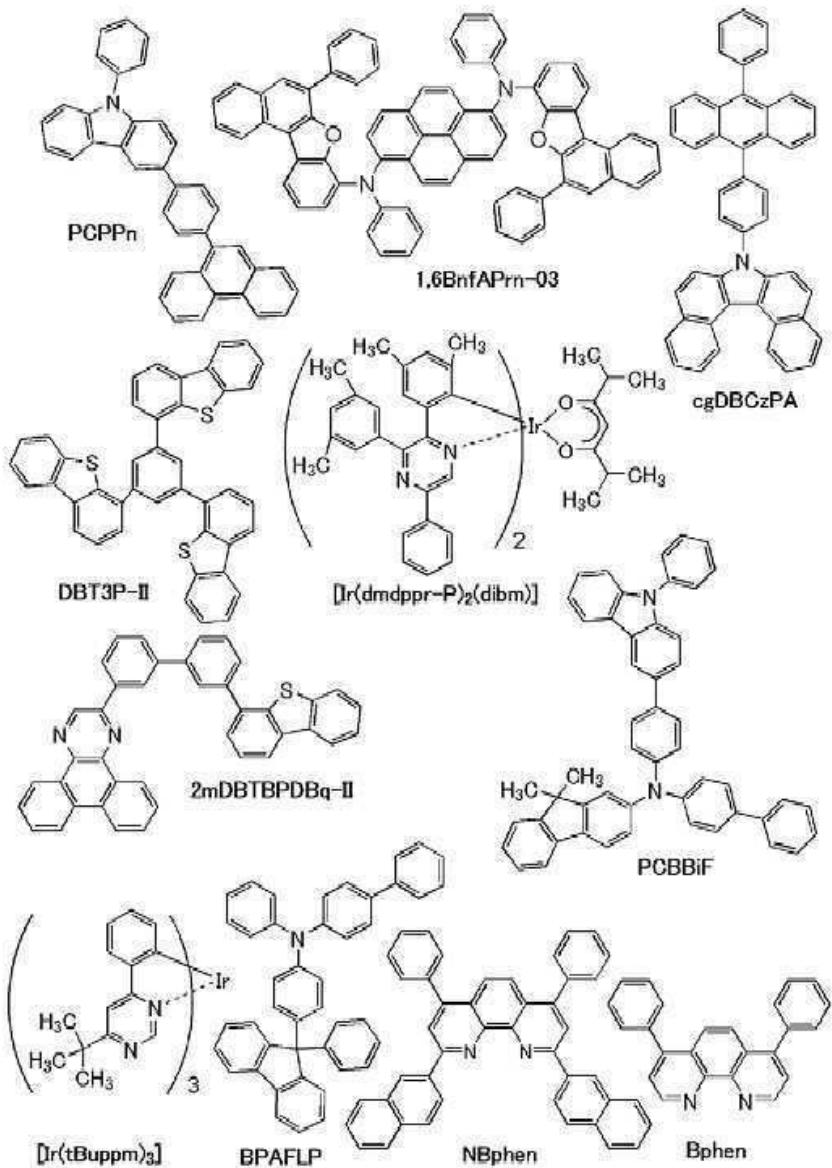
\* 2mDBTBPD<sub>2</sub>Bq-II:PCBBiF: [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (0.7:0.3:0.04 (20nm) \ 0.8:0.2:0.04 (20nm))\*\* 2mDBTBPD<sub>2</sub>Bq-II:PCBBiF: [Ir(tBu ppm)<sub>3</sub>] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

\*\*\* cgDBCzPA:1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 (25nm))

[0399]

[0400]

[ 화학식 11 ]



[0401]

[0402]

«발광 소자의 제작»

[0403]

본 실시예에서 설명되는 발광 소자는 도 30에 도시된 바와 같이, 기판(1900) 위의 제 1 전극(1901), 제 1 전극(1901) 위의 EL층(1902), 및 EL층(1902) 위의 제 2 전극(1903)을 각각 포함한다. EL층(1902)에서, 정공 주입

총(1911), 정공 수송총(1912), 발광총(1913), 전자 수송총(1914), 및 전자 주입총(1915)이 제 1 전극(1901) 측으로부터 순차적으로 적층된다. 또한, 본 실시예에서의 발광 소자 9는 주로 적색 광을 방출하는 발광 소자였고, 발광 소자 9(R)라고도 하였다. 발광 소자 10은 주로 녹색 광을 방출하는 발광 소자였고, 발광 소자 10(G)이라고도 하였다. 발광 소자 11은 주로 청색 광을 방출하는 발광 소자였고, 발광 소자 11(B)이라고도 하였다.

[0404] 본 실시예에서 설명되는 발광 소자는, 실시예 1 및 2에서 설명된 발광 소자와 소자 구조가 상이하였다. 한편, 발광 소자에 포함되는 기능층은, 실시예 1에서 설명된 것과 비슷한 방법으로 형성할 수 있기 때문에, 실시예 1을 참조하고 본 실시예에서의 설명은 생략한다.

#### 【0405】 『발광 소자의 동작 특성』

[0406] 형성된 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온( $25^{\circ}\text{C}$ 로 유지된 분위기)에서 수행하였다. 결과를 도 31 내지 도 34에 나타내었다. 도 35는 발광 소자에  $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 전류 밀도로 전류를 인가하였을 때의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼은 멀티채널 분광기(PMA-12, Hamamatsu Photonics K.K. 제조)로 측정하였다. 도 35에 나타낸 바와 같이, 적색 광을 방출하는 발광 소자 9의 발광 스펙트럼은 632nm 부근에 피크를 가지고, 녹색 광을 방출하는 발광 소자 10의 발광 스펙트럼은 524nm 부근에 피크를 가지고, 청색 광을 방출하는 발광 소자 11의 발광 스펙트럼은 462nm 부근에 피크를 가진다. 스펙트럼의 형상은 좁아졌다.

[0407] 이하의 표 8은, 색채 휘도계(BM-5AS, TOPCON CORPORATION 제조)로 측정한 본 실시예에서 제작된 발광 소자(발광 소자 9, 10, 및 11)의 색도( $x, y$ )를 나타낸 것이다. 또한, 발광 소자의 색도는  $1000\text{cd}/\text{m}^2$  부근의 휘도에서 측정되었다. 도 36은 표 8에 열거한 CIE1931 색도 좌표( $x, y$  색도 좌표)를 나타낸 것이다.

[0408] [표 8]

	$X$	$y$
발광 소자 9 (R)	0.705	0.295
발광 소자 10 (G)	0.174	0.794
발광 소자 11 (B)	0.141	0.041

[0409]

[0410] 여기서 얻어진 발광 소자의 색도( $x, y$ )는, 상술한 바와 같이 CIE1931 색도 좌표( $x, y$  색도 좌표)에서의 색도이지만, 지각되는 색차가 색 공간에서의 동등한 거리에 대응하도록 규정된 CIE1976 색도 좌표( $u'$ ,  $v'$  색도 좌표)를 이하의 변환식 (1)을 사용함으로써 얻을 수 있다.

[0411] [수학식 1]

$$\left. \begin{aligned} u' &= 4x / (12y - 2x + 3) \\ v' &= 9y / (12y - 2x + 3) \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

[0412]

[0413] 본 실시예의 발광 소자의 CIE1976 색도 좌표( $u', v'$  색도 좌표)에서의 색도는, 이하의 표 9에 열거하였다. 표 9에는, 비교를 위하여 BT.2020 규격에 따른 색도 좌표도 나타내었다.

[0414]

[표 9]

	실시예 3		BT.2020	
	<i>u'</i>	<i>v'</i>	<i>u'</i>	<i>v'</i>
R	0.552	0.517	0.557	0.517
G	0.057	0.587	0.056	0.587
B	0.174	0.120	0.159	0.126

[0415]

[0416] 표 9의 색도(*u'*, *v'*)로부터 산출된 BT.2020의 면적비는 100%이었다. 도 37은 표 9에 열거된 색 좌표를 나타낸 것이다.

[0417]

상술한 결과에 따르면, 본 실시예에서 설명된 발광 소자를 사용함으로써 매우 넓은 범위의 색 재현성을 제공할 수 있다.

[0418]

(실시예 4)

[0419]

본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 사용되는 발광 소자의 소자 구조 및 특성에 대하여 설명한다. 또한, 도 30은 본 실시예에서 설명되는 발광 소자의 소자 구조를 도시한 것이고, 표 10은 구체적인 구조를 나타낸 것이다. 본 실시예에서 사용되는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0420]

[표 10]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극		
발광 소자 12 (R)	APC \ ITO (120nm)	DBT3P-II:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 60nm)	BPAFLP (15nm)	*	2mDBTEPDBq-II (30nm)	Nbphen (20nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 25nm)	ITO (70nm)
발광 소자 13 (G)	APC \ ITO (110nm)	DBT3P-II:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 25nm)	BPAFLP (15nm)	**	2mDBTEPDBq-II (15nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 25nm)	ITO (70nm)
발광 소자 14 (B)	APC \ ITO (85nm)	PCPPn:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 37.5nm)	PCPPn (15nm)	***	cgDBCzPA (5nm)	Nbphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 25nm)	ITO (70nm)
비교 발광 소자 15 (R)	APC \ ITO (110nm)	DBT3P-II:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 70nm)	BPAFLP (15nm)	****	2mDBTEPDBq-II (15nm)	Bphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 25nm)	ITO (70nm)
비교 발광 소자 16 (B)	APC \ ITO (85nm)	PCPPn:MoO <sub>x</sub> (1:0.5, 37.5nm)	PCPPn (15nm)	*****	cgDBCzPA (5nm)	Nbphen (15nm)	LiF (1nm)	Ag:Mg (1:0.1, 25nm)	ITO (70nm)

\* 2mDBTEPDBq-II:PCBBI<sub>2</sub>[Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (0.7:0.3:0.04 (20nm) \ 0.8:0.2:0.04 (20nm))

\*\* 2mDBTEPDBq-II:PCBBI<sub>2</sub>[Ir(tBu<sub>2</sub>ppm)<sub>3</sub>] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

\*\*\* cgDBCzPA:1,6BnIAPrn-03 (1:0.03 (25nm))

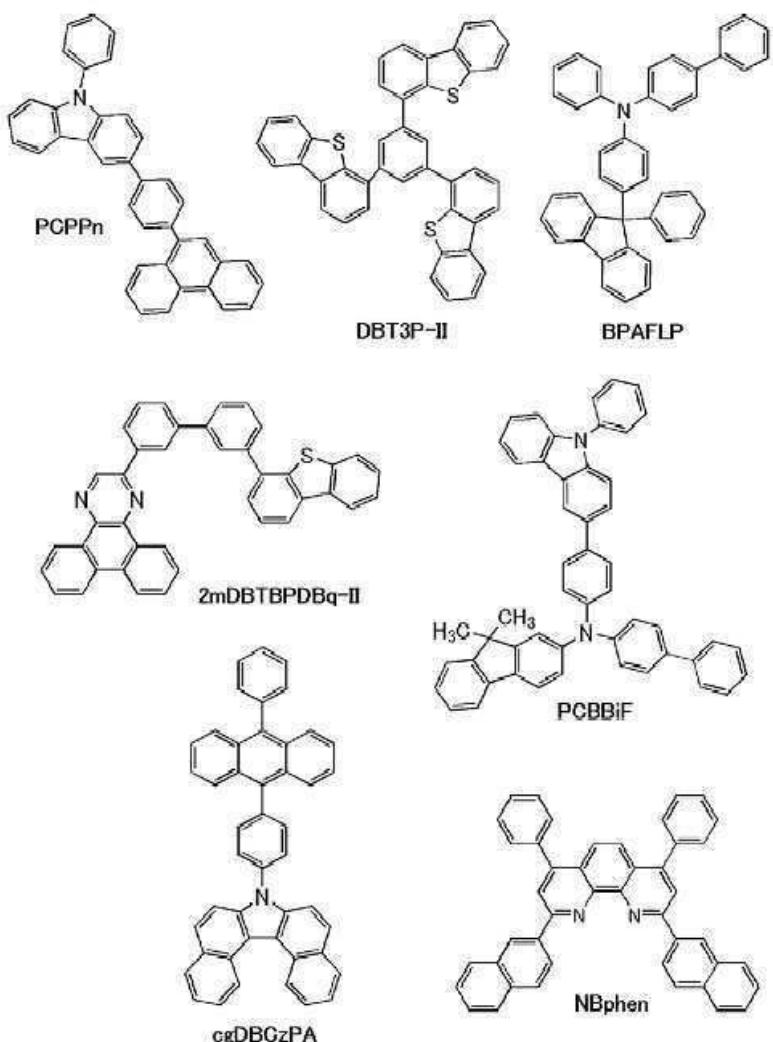
\*\*\*\* 2mDBTEPDBq-II:PCBBI<sub>2</sub>[Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(dpm)] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

\*\*\*\*\* cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 (25nm))

[0421]

[0422]

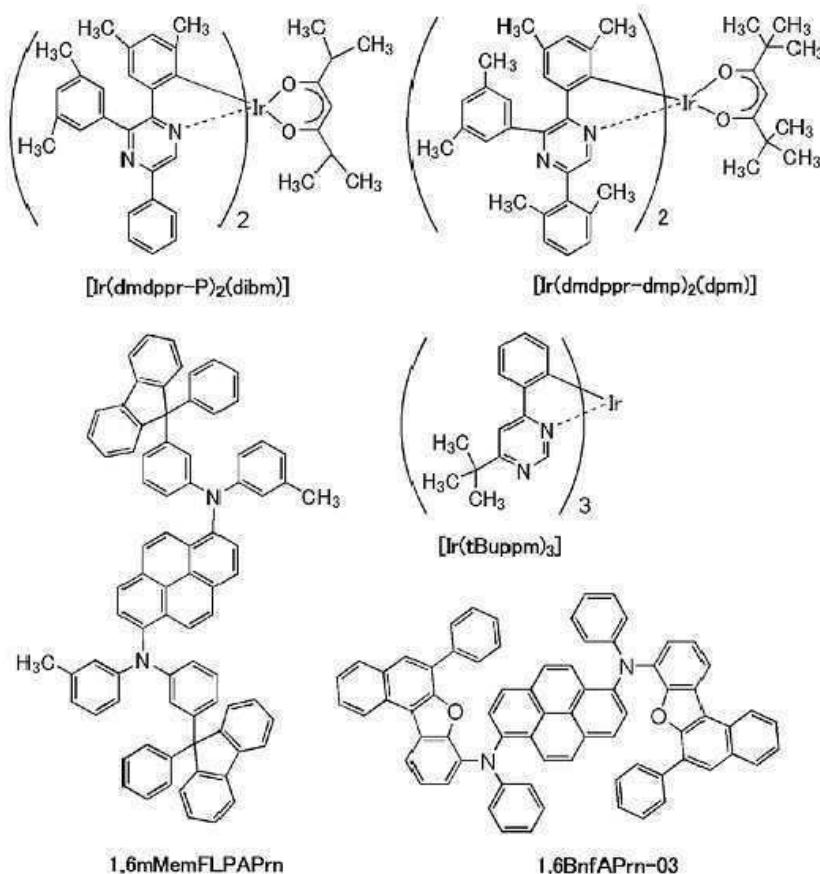
[화학식 12]



[0423]

[0424]

[화학식 13]



[0425]

[0426] 『발광 소자의 제작』

[0427]

본 실시예에서 설명되는 발광 소자는 도 30에 도시된 바와 같이, 기판(1900) 위의 제 1 전극(1901), 제 1 전극(1901) 위의 EL층(1902), 및 EL층(1902) 위의 제 2 전극(1903)을 각각 포함한다. EL층(1902)에서, 정공 주입층(1911), 정공 수송층(1912), 발광층(1913), 전자 수송층(1914), 및 전자 주입층(1915)이 제 1 전극(1901) 층으로부터 순차적으로 적층된다. 또한, 본 실시예에서 설명되는 발광 소자 12 및 비교 발광 소자 15는 주로 적색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 각각 발광 소자 12(R) 및 비교 발광 소자 15(R)라고도 하였다. 발광 소자 13은 주로 녹색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 발광 소자 13(G)이라고도 하였다. 발광 소자 14 및 비교 발광 소자 16은 주로 청색 광을 방출하는 발광 소자이었고, 각각 발광 소자 14(B) 및 비교 발광 소자 16(B)이라고도 하였다.

[0428]

본 실시예에서 설명되는 발광 소자는, 실시예 1 내지 3에서 설명된 발광 소자와 소자 구조가 상이하였다. 한편, 발광 소자에 포함되는 기능층은, 실시예 1에서 설명된 것과 비슷한 방법으로 형성할 수 있기 때문에, 실시예 1을 참조하고 본 실시예에서의 설명은 생략한다.

[0429]

『발광 소자의 동작 특성』

[0430]

형성된 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 수행하였다. 결과를 도 38 내지 도 41에 나타내었다.

[0431]

표 11은 1000cd/m<sup>2</sup> 부근에서의 발광 소자의 주된 특성의 초기값을 나타낸 것이다.

[0432]

[표 11]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도 (x, y)	최도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	전력 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 12 (R)	3.2	0.10	2.4	(0.711, 0.289)	900	38	37	44
발광 소자 13 (G)	2.7	0.04	1.1	(0.183, 0.786)	1100	99	110	24
발광 소자 14 (B)	3.3	1.20	29	(0.141, 0.044)	1100	3.6	3.5	6.9
비교 발광 소자 15 (R)	2.9	0.04	0.85	(0.670, 0.331)	840	88	96	48
비교 발광 소자 16 (B)	3.2	0.70	17	(0.188, 0.072)	1000	5.8	5.8	8.7

[0433]

[0434] 도 42는 발광 소자에 2.5mA/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도로 전류를 인가하였을 때의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼은 멀티채널 분광기(PMA-12, Hamamatsu Photonics K.K. 제조)로 측정하였다. 도 42에 나타낸 바와 같이, 적색 광을 방출하는 발광 소자 12의 발광 스펙트럼은 635nm 부근에 피크를 가지고, 녹색 광을 방출하는 발광 소자 13의 발광 스펙트럼은 525nm 부근에 피크를 가지고, 청색 광을 방출하는 발광 소자 14의 발광 스펙트럼은 462nm 부근에 피크를 가진다. 스펙트럼의 형상은 좁아졌다. 또한, 비교 발광 소자 15의 발광 스펙트럼은 612nm 부근에 피크를 가지고, 비교 발광 소자 16의 발광 스펙트럼은 467nm 부근에 피크를 가진다.

[0435]

여기서, 표 11에 열거된 발광 소자의 조합으로 각각 형성된, 3유형의 톱 이미션 패널(패널 1, 패널 2, 및 패널 3)을 상정하였다. 표 12는, 개구율이 15%(R, G, 및 B의 화소가 각각 5%)이고, 원 편광판 등에 의한 광의 감쇠가 60%인 조건하에서, D65 및 300cd/m<sup>2</sup>에서 백색을 전체로 표시하는 것으로 상정하였을 때 얻어지는 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

[0436]

[표 12]

구조	패널 1		패널 2		패널 3		
	R: 발광 소자 12(R)	R: 비교 발광 소자 15(R)	R: 발광 소자 12(R)	R: 비교 발광 소자 15(R)	G: 발광 소자 13(G)	G: 비교 발광 소자 16(G)	
	G: 발광 소자 13(G)	B: 발광 소자 14(B)	B: 발광 소자 14(B)	B: 비교 발광 소자 16(B)	B: 발광 소자 14(B)	B: 비교 발광 소자 16(B)	
색도	x	y	x	y	x	y	
	R: 0.713	0.287	R: 0.670	0.330	R: 0.713	0.287	
	G: 0.182	0.786	G: 0.182	0.786	G: 0.182	0.786	
BT.2020 면적비 (CIE(u', v'))(%)	101		83		89		
	패널 최도 (cd/m <sup>2</sup> )	R: 73	G: 209	B: 18	R: 92	G: 191	
	화소 대 최도 (cd/m <sup>2</sup> )	R: 3671	G: 10450	B: 879	R: 3720	G: 9834	
전압 (V)	R	4.0	3.5	3.2	4.0	3.4	
	G	3.4	3.4	3.2	3.4	3.2	
	B	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
전류 효율 (cd/A)	R	36.5	36.4	37.0	36.5	35.5	
	G	95.3	95.6	95.7	95.5	95.5	
	B	3.7	3.7	3.7	5.8	5.8	
소비전력 (mW/cm <sup>2</sup> )		7.7		6.5		7.8	

[0437]

[0438] 표 12에 나타내어진 바와 같이, 표 11에서의 색도로부터 얻어진 CIE1976 색도 좌표( $u'$ ,  $v'$  색도 좌표)에서의 발광 소자의 색도로부터 계산한 경우, 발광 소자 12(R), 13(G), 및 14(B)를 조합하여 형성되는 패널 1의 BT.2020의 면적비는 101%이다. 비교 발광 소자 15(R) 및 발광 소자 13(G) 및 14(B)를 조합하여 형성되는 패널 2의 BT.2020의 면적비는 83%이고, 발광 소자 12(R) 및 13(G) 및 비교 발광 소자 16(B)를 조합하여 형성되는 패널 3의 BT.2020의 면적비는 89%이다. 도 55는 CIE1976 색도 좌표( $u'$ ,  $v'$  색도 좌표)에서의 발광 소자 12(R), 13(G), 및 14(B) 및 비교 발광 소자 15(R) 및 16(B)의 색도를 나타낸 색도도이다.

[0439] 상술한 결과에 따르면, 본 실시예에서 설명되는 발광 소자를 사용함으로써 매우 넓은 범위의 색 재현성을 제공할 수 있다.

[0440] 발광 소자에 대하여 신뢰성 시험을 수행하였다. 도 43은 신뢰성 시험의 결과를 나타낸 것이다. 도 43에서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 하였을 때의 정규화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다. 또한, 신뢰성 시험에서, 초기 휘도를  $300\text{cd}/\text{m}^2$ 로 설정하고, 일정한 전류 밀도로 한 조건하에서 발광 소자를 구동시켰다.

[0441] 도 43에서의 결과는, 발광 소자 12(R)는 비교 발광 소자 15(R)보다 전류 밀도가 높은데도 불구하고, 발광 소자 12(R)의 신뢰성이 비교 발광 소자 15(R)와 같은 정도로 높은 것을 나타내고 있다. 이 결과는, 발광 소자 14(B)가 비교 발광 소자 16(B)보다 신뢰성이 높은 것도 나타내고 있다.

[0442] (실시예 5)

[0443] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 사용되는 발광 소자의 소자 구조 및 특성에 대하여 설명한다. 또한, 도 30은 본 실시예에서 설명되는 발광 소자의 소자 구조를 도시한 것이고, 표 13은 구체적인 구조를 나타낸 것이다. 본 실시예에서 사용되는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0444] [표 13]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층		전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 17 (R)	ITO (70nm)	DBT3P-II:MoOx (1:0.5, 75nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mDBTBPDQ-II (30nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
발광 소자 18 (R)				**				

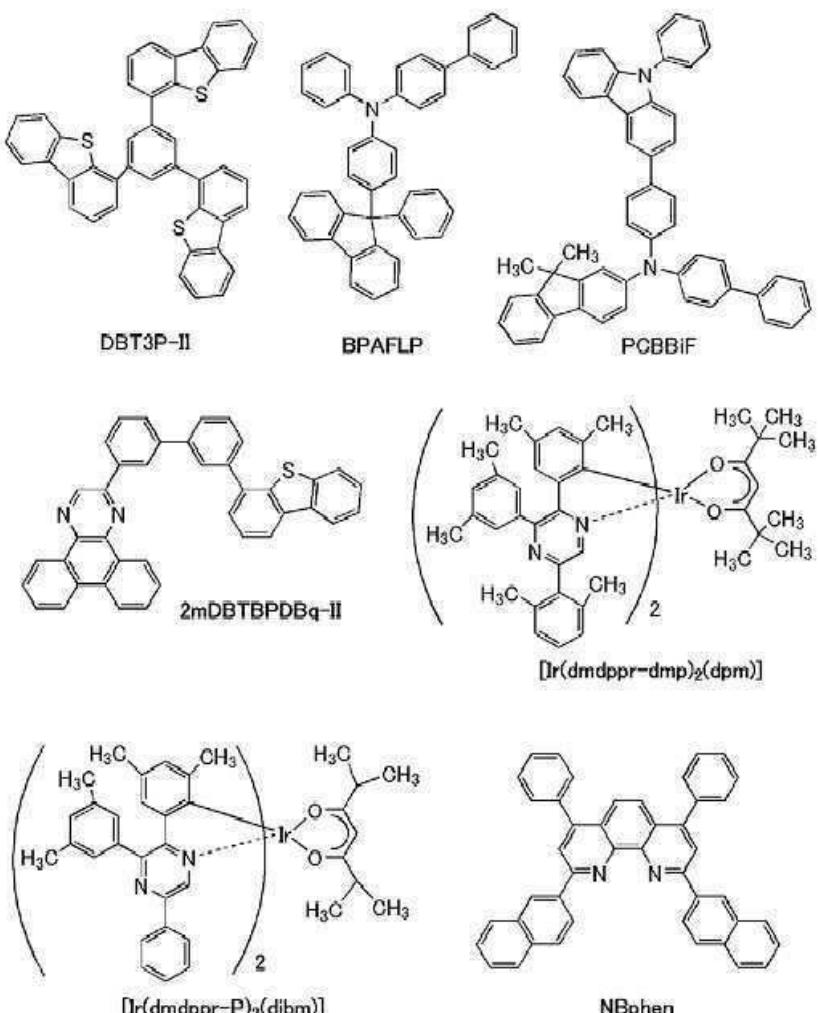
\* 2mDBTBPDQ-II:PCBBiF: [Ir(dmdppr-dmp)<sub>2</sub>(dpm)] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

\*\* 2mDBTBPDQ-II:PCBBiF: [Ir(dmdppr-P)<sub>2</sub>(dibm)] (0.7:0.3:0.06 (20nm) \ 0.8:0.2:0.06 (20nm))

[0445]

[0446]

[화학식 14]



[0447]

[0448] 『발광 소자의 제작』

[0449]

본 실시예에서 설명되는 발광 소자는 도 30에 도시된 바와 같이, 기판(1900) 위의 제 1 전극(1901), 제 1 전극(1901) 위의 EL층(1902), 및 EL층(1902) 위의 제 2 전극(1903)을 각각 포함한다. EL층(1902)에서, 정공 주입층(1911), 정공 수송층(1912), 발광층(1913), 전자 수송층(1914), 및 전자 주입층(1915)이 제 1 전극(1901) 층으로부터 순차적으로 적층된다. 또한, 본 실시예에서의 발광 소자 17 및 비교 발광 소자 18은 각각, 주로 적색 광을 방출하는 발광 소자이었다.

[0450]

본 실시예에서 설명되는 발광 소자는, 실시예 1 내지 4에서 설명된 발광 소자와 소자 구조가 상이하였다. 한편, 발광 소자에 포함되는 기능층은, 실시예 1에서 설명된 것과 비슷한 방법으로 형성할 수 있기 때문에, 실시예 1을 참조하고 본 실시예에서의 설명은 생략한다.

[0451] 『발광 소자의 동작 특성』

[0452]

형성된 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 수행하였다. 표 14는  $1000\text{cd}/\text{m}^2$  부근에서의 발광 소자의 주된 특성의 초기값을 나타낸 것이다.

[0453]

[표 14]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도 (x, y)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	전력 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 17 (R)	3.6	0.23	5.8	(0.709, 0.290)	940	16.2	14	27.4
비교 발광 소자 18 (R)	3.3	0.13	3.1	(0.669, 0.331)	1100	34.2	33	29.9

[0454]

[0455] 도 44는 발광 소자에  $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 전류 밀도로 전류를 인가하였을 때의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼은 멀티채널 분광기(PMA-12, Hamamatsu Photonics K.K. 제조)로 측정하였다. 발광 소자 17(R)은 642nm 부근에 피크 파장을 가지고, 반치폭(FWHM)은 62nm이다. 비교 발광 소자 18(R)의 발광 스펙트럼은 612nm 부근에 피크 파장을 가지고, 반치폭(FWHM)은 62nm이다. 발광 소자 17(R) 및 비교 발광 소자 18(R)은 유사한 스펙트럼 형상을 가진다.

[0456] 도 45는, 발광 소자 17(R) 및 비교 발광 소자 18(R)의 CIE1931 색도 좌표(x, y 색도 좌표)를 나타낸 것이다. 도 45에 의하여, 발광 소자 17(R)이 BT.2020 규격에서의 적색의 색도를 만족시키는 것이 시사된다.

[0457] 도 46은, 발광 소자 17(R) 및 비교 발광 소자 18(R)의 외부 양자 효율과 전류 밀도의 관계를 나타낸 것이다. 이를 소자는 유사한 결과를 나타낸다.

[0458] 발광 소자 17(R) 및 비교 발광 소자 18(R)에 대하여, 구동 전류를  $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 로 하여 구동 시험을 수행하였다. 도 47은 실온(25°C)에서 시험을 수행하였을 때 얻어진 결과를 나타낸 것이고, 도 48은 고온(85°C)에서 시험을 수행하였을 때 얻어진 결과를 나타낸 것이다. 이 결과는, 실온(25°C)에서 정규화 휘도가 50%로 감소되기까지, 비교 발광 소자 18(R)이 500시간 구동할 수 있고 발광 소자 17(R)은 1200시간 구동할 수 있음을 나타내고 있고, 발광 소자 17(R)의 수명이 비교 발광 소자 18(R)보다 2.4배 정도 긴 것이 밝혀진다. 이 결과는 또한, 고온(85°C)에서 정규화 휘도가 50%로 감소되기까지, 비교 발광 소자 18(R)이 75시간 구동할 수 있고 발광 소자 17(R)이 210시간 구동할 수 있음을 나타내고 있고, 발광 소자 17(R)의 수명이 비교 발광 소자 18(R)보다 3배 정도 긴 것이 밝혀진다. 따라서, 발광 소자 17(R)은 비교 발광 소자 18(R)보다 수명의 온도 의존성이 낮은 것을 알았다.

[0459] 또한, 도 47 및 도 48에서의 정규화 휘도가 50%로 감소되기까지의 발광 소자 17(R)의 구동 시간의 비교 결과는, 고온(85°C)에서 구동하였을 때의 수명이 실온(25°C)에서 구동하였을 때의 수명보다 고작 1/5 정도 짧다는 것을 나타내고 있다. 이는 발광 소자 17(R)이 내열성이 양호하고 고온에서도 수명이 긴 것을 의미한다.

[0460] 도 49는, 발광 소자 17(R)에 대한 고온에서의 보존 시험의 결과를 나타낸 것이다. 도 49에서 분명한 바와 같이, 발광 소자 17(R)을 고온(85°C)에서 200시간 동안 보존한 경우에도, 휘도의 변화가 작고(최대 1.5%) 구동 전압의 변화가 작다(최대 0.05%).

[0461]

(실시예 6)

[0462] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 사용되는 발광 소자의 소자 구조 및 특성에 대하여 설명한다. 또한, 도 30은 본 실시예에서 설명되는 발광 소자의 소자 구조를 도시한 것이고, 표 15는 구체적인 구조를 나타낸 것이다. 본 실시예에서 사용되는 재료의 화학식을 이하에 나타낸다.

[0463]

[표 15]

	제 1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층	전자 주입층	제 2 전극
발광 소자 19 (B)	ITO (70nm)	PCPPn:MoOX (4:2, 10nm)	PCPPn (30nm)	*	cgDBCzPA (15nm)	NBphen (10nm)	LiF (1nm)
비교 발광 소자 20 (B)			PCPPn (25nm)	**			

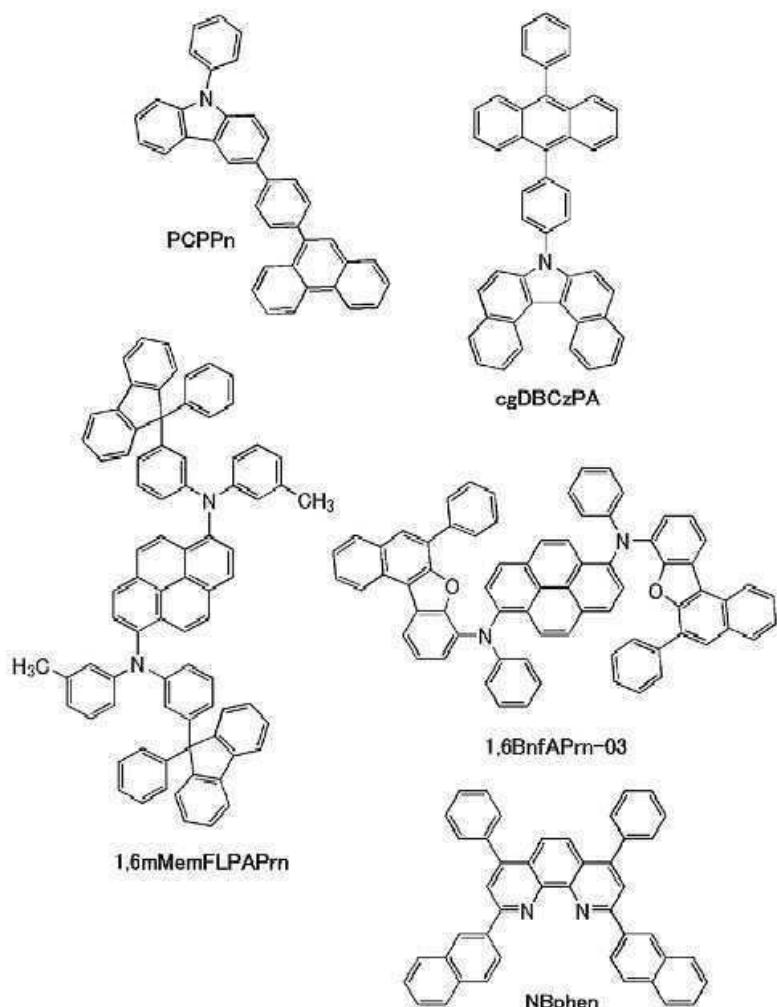
\* cgDBCzPA:1,6BnFAPrn-03 (1:0.03 (25nm))

\*\* cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn (1:0.03 (25nm))

[0464]

[0465]

[화학식 15]



[0466]

《발광 소자의 제작》

[0467]

본 실시예에서 설명되는 발광 소자는 도 30에 도시된 바와 같이, 기판(1900) 위의 제 1 전극(1901), 제 1 전극(1901) 위의 EL층(1902), 및 EL층(1902) 위의 제 2 전극(1903)을 각각 포함한다. EL층(1902)에서, 정공 주입층(1911), 정공 수송층(1912), 발광층(1913), 전자 수송층(1914), 및 전자 주입층(1915)이 제 1 전극(1901) 층으로부터 순차적으로 적층된다. 또한, 본 실시예에서의 발광 소자 19 및 비교 발광 소자 20은 각각, 주로 청색광을 방출하는 발광 소자이었다.

[0468]

본 실시예에서 설명되는 발광 소자는, 실시예 1 내지 5에서 설명된 발광 소자와 소자 구조가 상이하였다.

한편, 발광 소자에 포함되는 기능층은, 실시예 1에서 설명된 것과 비슷한 방법으로 형성할 수 있기 때문에, 실시예 1을 참조하고 본 실시예에서의 설명은 생략한다.

#### 〔0470〕 『발광 소자의 동작 특성』

형성된 발광 소자의 동작 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 수행하였다. 표 16은 1000cd/m<sup>2</sup> 부근에서의 발광 소자의 주된 특성의 초기값을 나타낸 것이다.

[표 16]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도 (x, y)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	전력 효율 (lm/W)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 19 (B)	3.1	0.36	9.0	(0.140, 0.115)	940	10.4	11	10.8
비교 발광 소자 20 (B)	3.1	0.28	7.1	(0.137, 0.177)	1100	15.7	16	12.7

[0473]

도 50은 발광 소자에 12.5mA/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도로 전류를 인가하였을 때의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 발광 스펙트럼은 멀티채널 분광기(PMA-12, Hamamatsu Photonics K.K. 제조)로 측정하였다. 발광 소자 19(B)의 발광 스펙트럼은 458nm 부근에 피크 파장을 가지고, 비교 발광 소자 20(B)의 발광 스펙트럼은 468nm 부근에 피크 파장을 가진다. 이 결과는, 발광 소자 19(B)로부터 방출되는 청색 광이 비교 발광 소자 20(B)로부터 방출되는 청색 광보다 깊은 것을 나타낸다.

도 51은 발광 소자 19(B) 및 비교 발광 소자 20(B)의 외부 양자 효율과 휘도의 관계를 나타낸 것이다. 이 결과는, 발광 소자 19(B)의 외부 양자 효율이 비교 발광 소자 20(B)보다 낮은 것을 나타내고 있다. 이는, 발광 소자 19(B)의 형광 양자 수율(77%)이 비교 발광 소자 20(B)의 형광 양자 수율(90%)보다 10% 정도 낮기 때문이다.

발광 소자 19(B) 및 비교 발광 소자 20(B)에 대하여, 구동 전류를 50mA/cm<sup>2</sup>로 하여 구동 시험을 수행하였다. 도 52는 실온(25°C)에서 시험을 수행하였을 때 얻어진 결과를 나타낸 것이고, 도 53은 고온(85°C)에서 시험을 수행하였을 때 얻어진 결과를 나타낸 것이다. 이 결과는, 실온(25°C)에서 정규화 휘도가 80%로 감소되기까지, 비교 발광 소자 20(B)이 200시간 정도 구동할 수 있고 발광 소자 19(B)는 500시간 정도 구동할 수 있음을 나타내고 있고, 발광 소자 19(B)의 수명이 비교 발광 소자 20(B)보다 2.5배 정도 긴 것이 밝혀진다. 이 결과는 또한, 고온(85°C)에서 정규화 휘도가 80%로 감소되기까지, 비교 발광 소자 20(B)가 29시간 구동할 수 있고 발광 소자 19(B)는 82시간 구동할 수 있음을 나타내고 있고, 발광 소자 19(B)의 수명이 비교 발광 소자 20(B)보다 2.8배 정도 긴 것이 밝혀진다. 따라서, 발광 소자 19(B)는 비교 발광 소자 20(B)보다 수명의 온도 의존성이 낮은 것을 알았다.

또한, 도 52 및 도 53에서의 정규화 휘도가 80%로 감소되기까지의 발광 소자 19(B)의 구동 시간의 비교 결과는, 고온(85°C)에서 구동하였을 때의 수명이 실온(25°C)에서 구동하였을 때의 수명보다 고작 1/6 정도 짧다는 것을 나타내고 있다. 이는 발광 소자 19(B)가 내열성이 양호하고 고온에서도 수명이 긴 것을 의미한다.

도 54는 발광 소자 19(B)에 대한 고온에서의 보존 시험의 결과를 나타낸 것이다. 도 54에서 분명한 바와 같이, 발광 소자 19(B)는, 고온(85°C)에서 250시간 동안 보존한 경우에도, 휘도의 변화 및 구동 전압의 변화는 작다(최대 0.8%).

#### 부호의 설명

101: 제 1 전극, 102: 제 2 전극, 103: EL층, 103R: EL층, 103G: EL층, 103B: EL층, 104R: 컬러 필터, 104G: 컬러 필터, 104B: 컬러 필터, 105R: 제 1 발광 소자, 105G: 제 2 발광 소자, 105B: 제 3 발광 소자, 106R: 적색 광, 106G: 녹색 광, 106B: 청색 광, 201: 제 1 전극, 202: 제 2 전극, 203: EL층, 203a: EL층, 203b: EL층, 204: 전하 발생층, 211: 정공 주입층, 211a: 정공 주입층, 211b: 정공 주입층, 212: 정공 수송층, 212a: 정공 수송층, 212b: 정공 수송층, 213: 발광층, 213a: 발광층, 213b: 발광층, 214: 전자 수송층, 214a: 전자 수송층, 214b: 전자 수송층, 215: 전자 주입층, 215a: 전자 주입층, 215b: 전자 주입층, 301: 제 1 기판, 302:

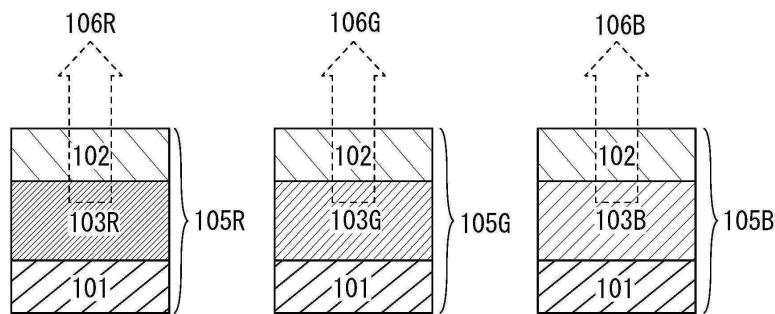
트랜지스터(FET), 303: 발광 소자, 303R: 발광 소자, 303G: 발광 소자, 303B: 발광 소자, 303W: 발광 소자, 304: EL층, 305: 제 2 기판, 306R: 컬러 필터, 306G: 컬러 필터, 306B: 컬러 필터, 307: 제 1 전극, 308: 제 2 전극, 309: 흑색층(블랙 매트릭스), 401: 제 1 기판, 402: 화소부, 403: 구동 회로부, 404a: 구동 회로부, 404b: 구동 회로부, 405: 밀봉재, 406: 제 2 기판, 407: 리드 배선, 408: FPC(flexible printed circuit), 409: FET, 410: FET, 411: FET(스위칭용 FET), 412: FET(전류 제어용 FET), 413: 제 1 전극, 414: 절연체, 415: EL층, 416: 제 2 전극, 417: 발광 소자, 418: 공간, 900: 기판, 901: 제 1 전극, 902a: 제 1 EL층, 902b: 제 2 EL층, 903: 제 2 전극, 904: 전하 발생층, 905: 기판, 906: 컬러 필터, 911a: 제 1 정공 주입층, 911b: 제 2 정공 주입층, 912a: 제 1 정공 수송층, 912b: 제 2 정공 수송층, 913a: 발광층(A), 913(b1): 발광층(B1), 913(b2): 발광층(B2), 914a: 제 1 전자 수송층, 914b: 제 2 전자 수송층, 915a: 제 1 전자 주입층, 915b: 제 2 전자 주입층, 1900: 기판, 1901: 제 1 전극, 1902: EL층, 1903: 제 2 전극, 1911: 정공 주입층, 1912: 정공 수송층, 1913: 발광층, 1914: 전자 수송층, 1915: 전자 주입층, 2000: 터치 패널, 2501: 표시 패널, 2502R: 화소, 2502t: 트랜지스터, 2503c: 용량 소자, 2503g: 주사선 구동 회로, 2503t: 트랜지스터, 2509: FPC, 2510: 기판, 2511: 배선, 2519: 단자, 2521: 절연층, 2528: 절연체, 2550R: 발광 소자, 2560: 밀봉층, 2567BM: 차광층, 2567p: 반사 방지층, 2567R: 착색층, 2570: 기판, 2590: 기판, 2591: 전극, 2592: 전극, 2593: 절연층, 2594: 배선, 2595: 터치 센서, 2597: 접착층, 2598: 배선, 2599: 단자, 2601: 웰스 전압 출력 회로, 2602: 전류 검출 회로, 2603: 용량 소자, 2611: 트랜지스터, 2612: 트랜지스터, 2613: 트랜지스터, 2621: 전극, 2622: 전극, 3000: 표시 장치, 3001: 회로(G), 3002: 회로(S), 3003: 표시부, 3004: 화소, 3005: 도전막, 3007: 개구부, 3010: 액정 소자, 3011: 발광 소자, 3015: 트랜지스터, 3016: 트랜지스터, 3017: 트랜지스터, 3018: 단자부, 3019: 단자부, 3021: 기판, 3022: 기판, 3023: 발광 소자, 3024: 액정 소자, 3025: 절연층, 3028: 착색층, 3029: 접착층, 3030: 도전층, 3031: EL층, 3032: 도전층, 3033: 개구부, 3034: 착색층, 3035: 차광층, 3036: 구조체, 3037: 도전층, 3038: 액정, 3039: 도전층, 3040: 배향막, 3041: 배향막, 3042: 접착층, 3043: 도전층, 3044: FPC, 3045: 접속층, 3046: 절연층, 3047: 접속부, 3048: 커넥터, 4000: 조명 장치, 4001: 기판, 4002: 발광 소자, 4003: 기판, 4004: 전극, 4005: EL층, 4006: 전극, 4007: 전극, 4008: 전극, 4009: 보조 배선, 4010: 절연층, 4011: 밀봉 기판, 4012: 밀봉재, 4013: 건조제, 4015: 확산판, 4100: 조명 장치, 4200: 조명 장치, 4201: 기판, 4202: 발광 소자, 4204: 전극, 4205: EL층, 4206: 전극, 4207: 전극, 4208: 전극, 4209: 보조 배선, 4210: 절연층, 4211: 밀봉 기판, 4212: 밀봉재, 4213: 배리어막, 4214: 평탄화막, 4215: 확산판, 4300: 조명 장치, 5101: 라이트, 5102: 휠 커버, 5103: 도어, 5104: 표시부, 5105: 핸들, 5106: 기어 레버, 5107: 시트, 5108: 백미러, 7100: 텔레비전 장치, 7101: 하우징, 7103: 표시부, 7105: 스탠드, 7107: 표시부, 7109: 조작 키, 7110: 리모트 컨트롤러, 7201: 본체, 7202: 하우징, 7203: 표시부, 7204: 키보드, 7205: 외부 접속 포트, 7206: 포인팅 디바이스, 7302: 하우징, 7304: 표시부, 7305: 아이콘, 7306: 아이콘, 7311: 조작 버튼, 7312: 조작 버튼, 7313: 접속 단자, 7321: 랜드, 7322: 클래스프, 7400: 휴대 전화, 7401: 하우징, 7402: 표시부, 7403: 조작용 버튼, 7404: 외부 접속부, 7405: 스피커, 7406: 마이크로폰, 7407: 카메라, 7500(1): 하우징, 7500(2): 하우징, 7501(1): 제 1 화면, 7501(2): 제 1 화면, 7502(1): 제 2 화면, 7502(2): 제 2 화면, 8001: 천장 조명, 8002: 끝 라이트, 8003: 시트상 조명, 8004: 조명 장치, 9310: 휴대 정보 단말, 9311: 표시부, 9312: 표시 영역, 9313: 헌지, 9315: 하우징.

본 출원은 2016년 5월 20일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2016-101783의 일본 특허 출원, 2016년 9월 13일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2016-178920의 일본 특허 출원, 및 2016년 11월 29일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2016-231618의 일본 특허 출원에 기초하고, 본 명세서에 그 전문이 참조로 통합된다.

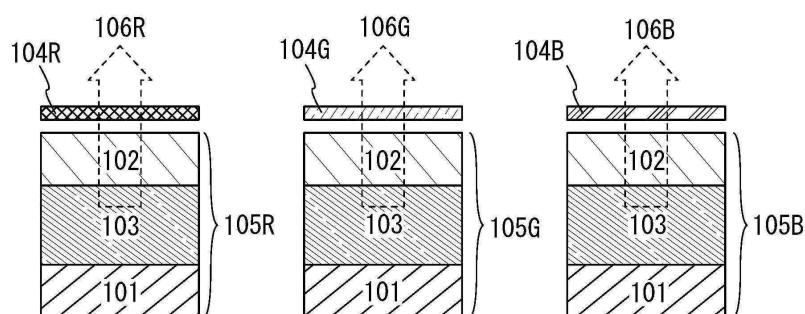
## 도면

## 도면1

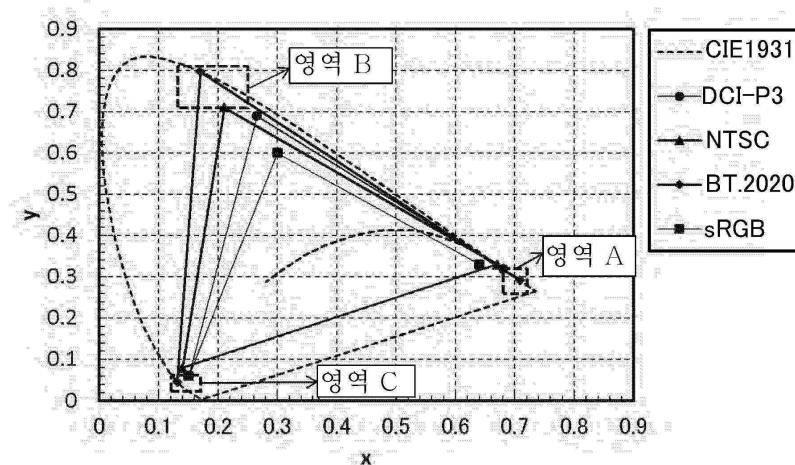
(A)



(B)

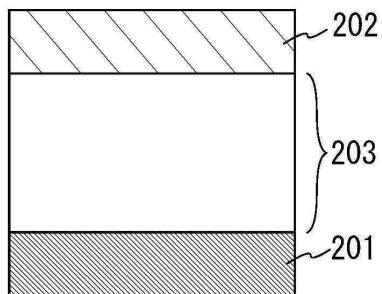


(C)

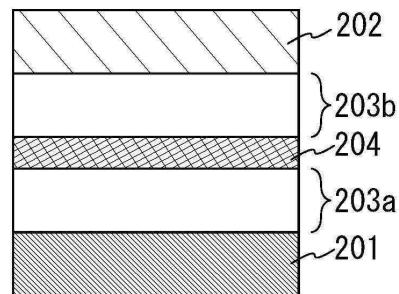


## 도면2

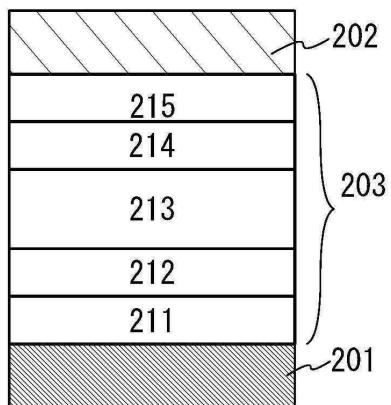
(A)



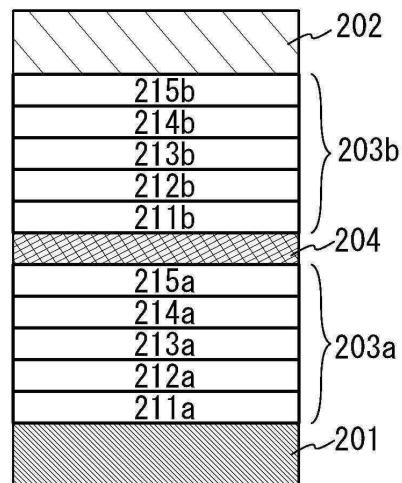
(B)



(C)

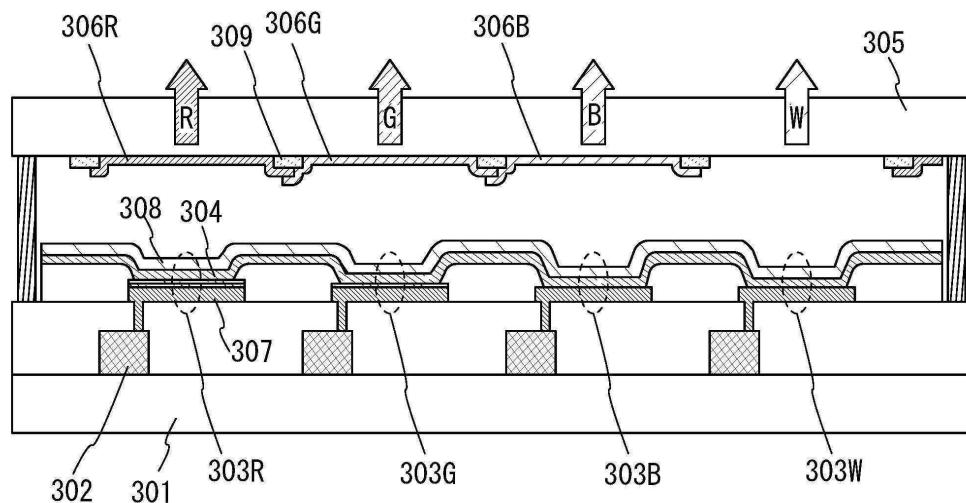


(D)

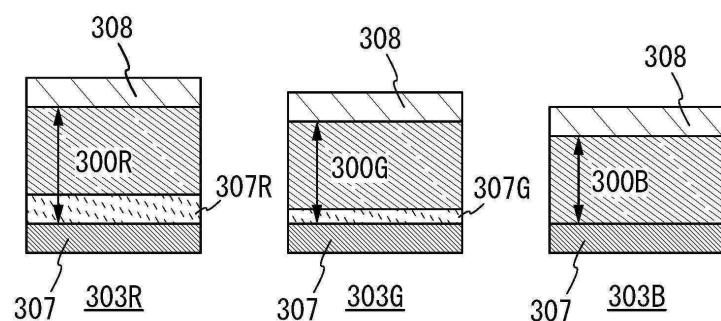


## 도면3

(A)

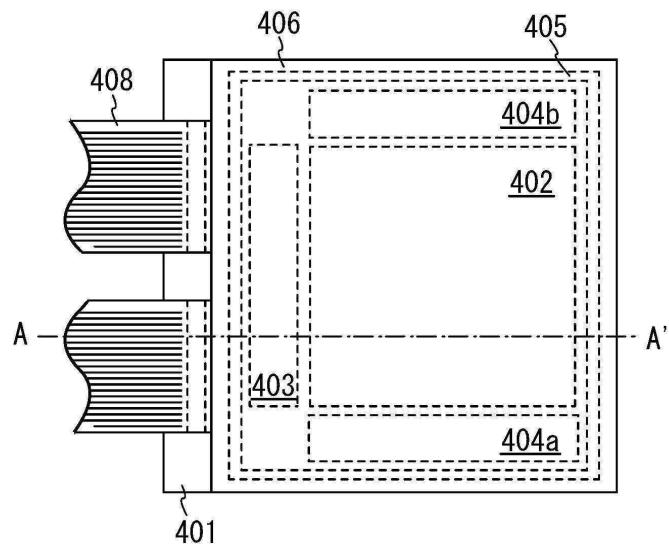


(B)

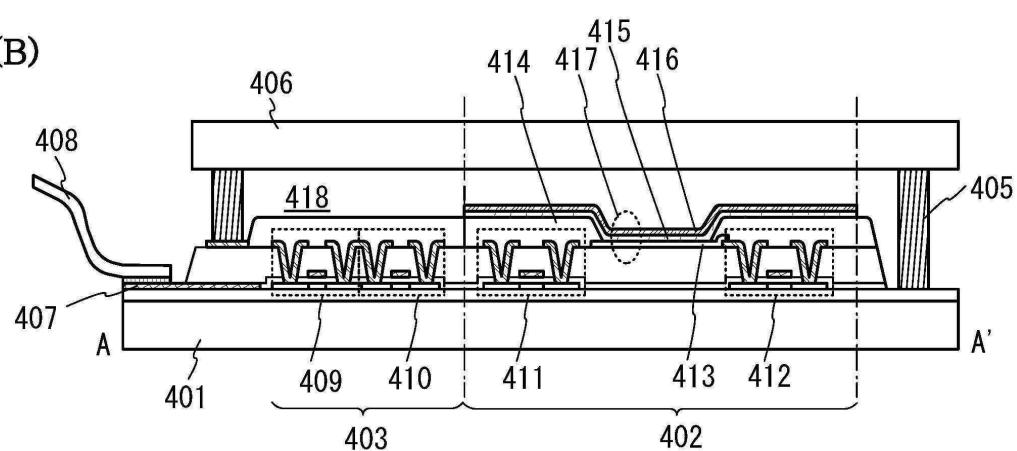


## 도면4

(A)

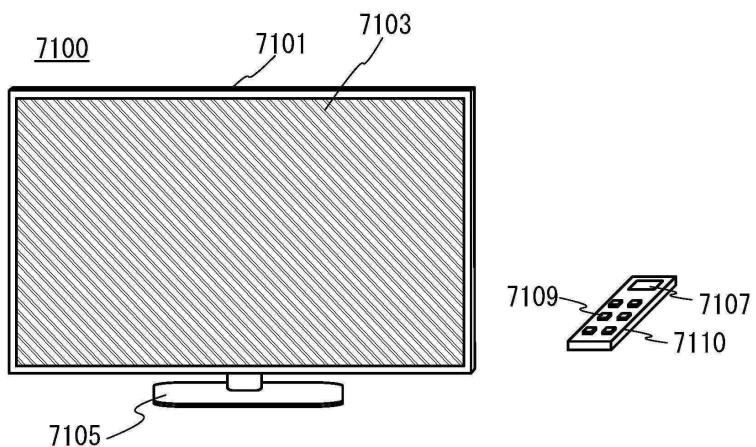


(B)

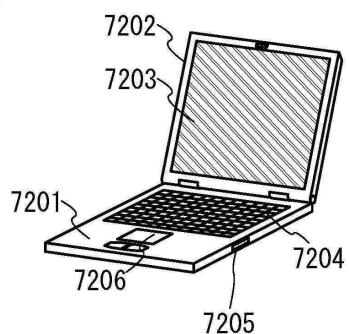


## 도면5

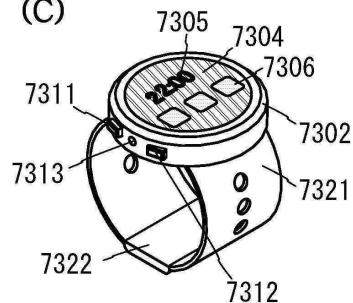
(A)



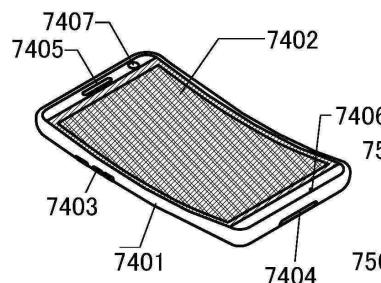
(B)



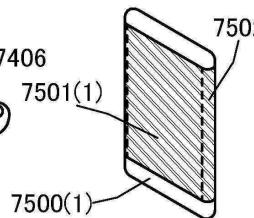
(C)



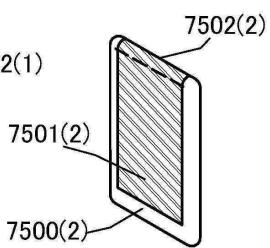
(D)

7400

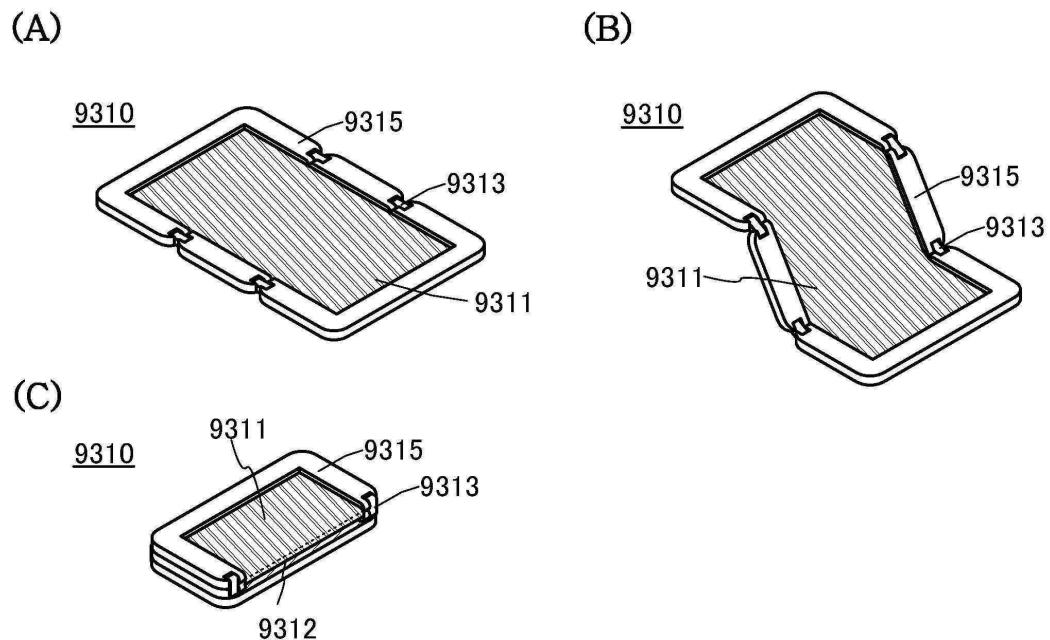
(D'-1)



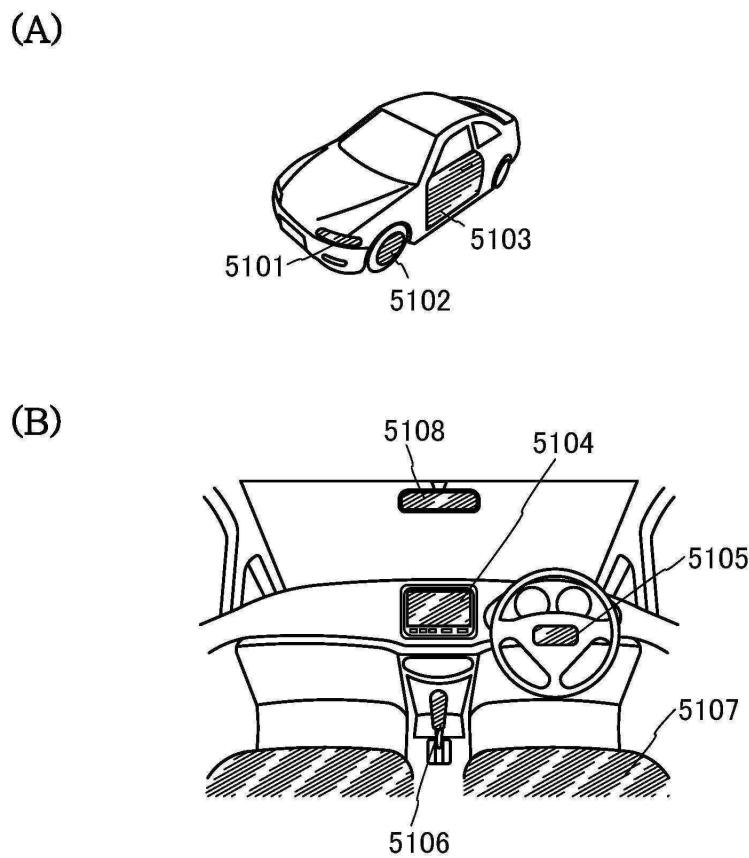
(D'-2)



도면6

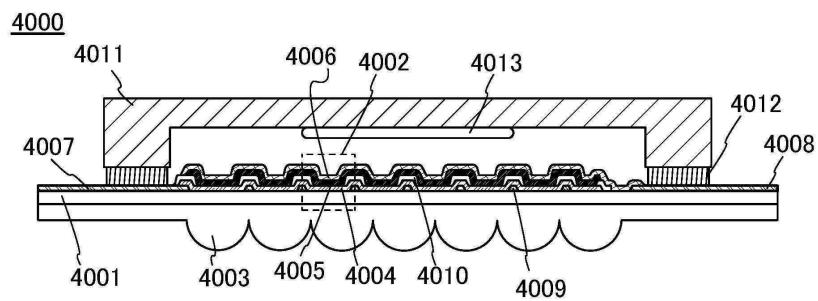


도면7

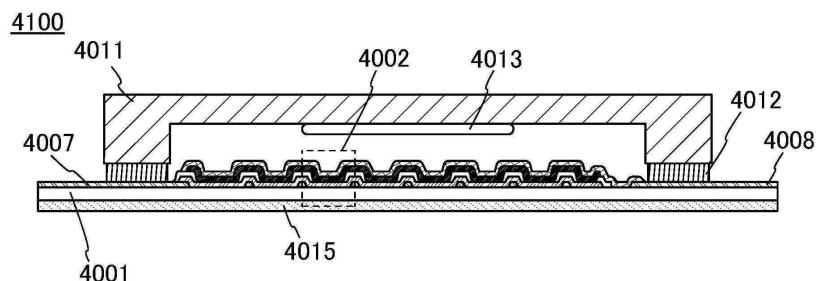


## 도면8

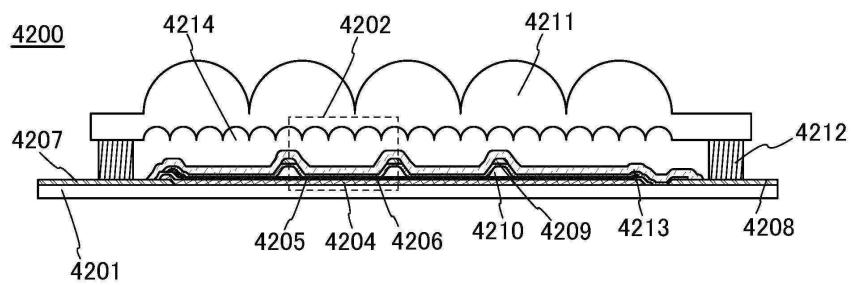
(A)



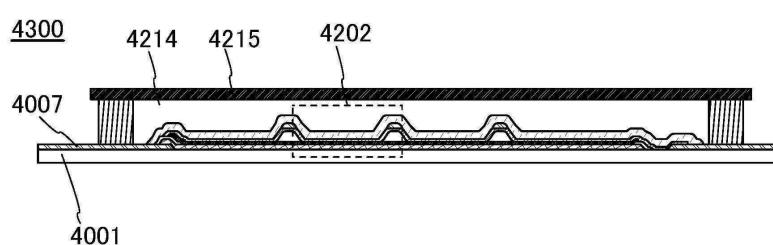
(B)



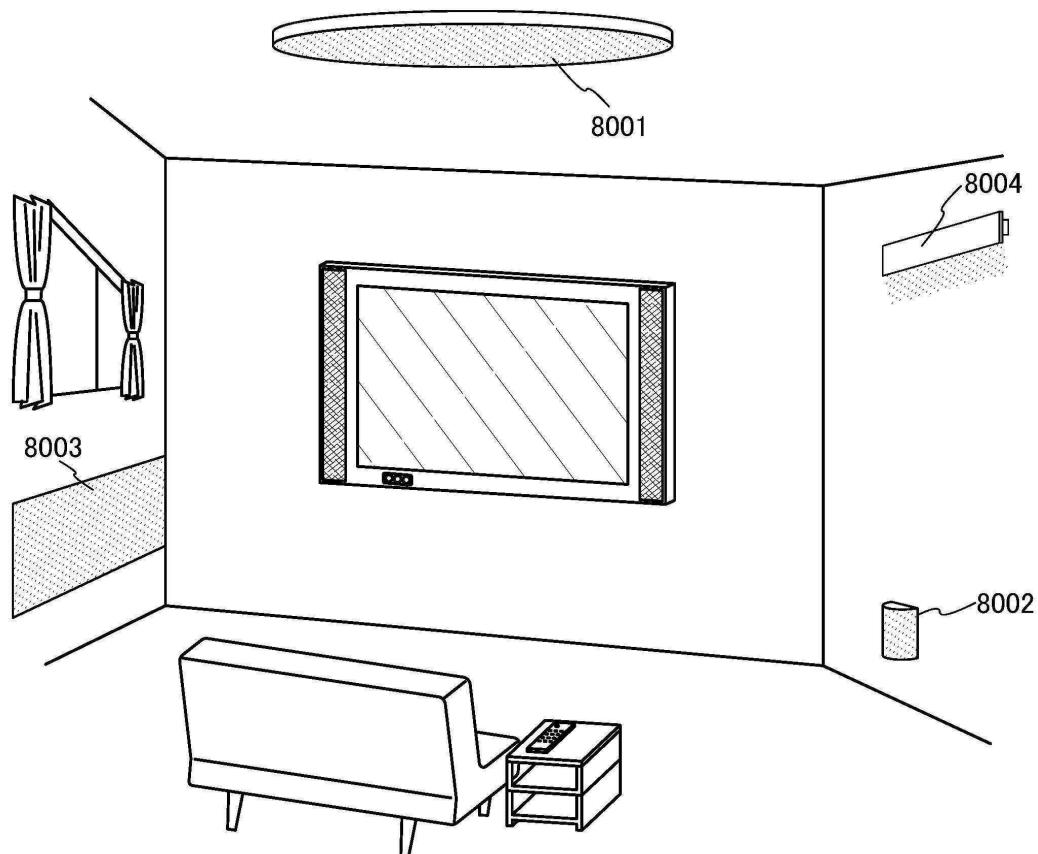
(C)



(D)

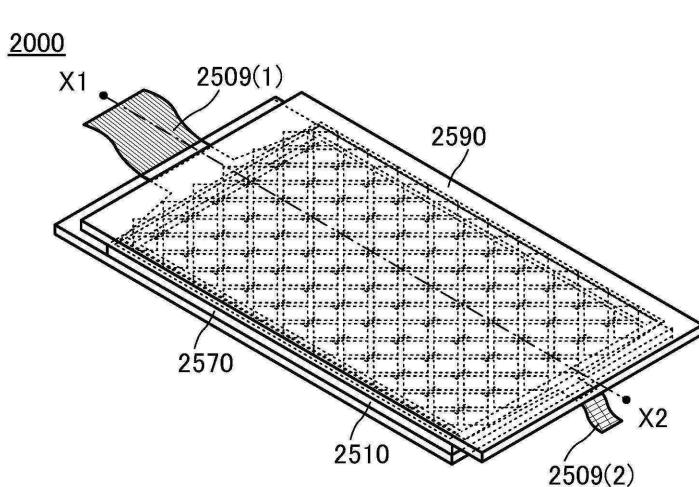


도면9

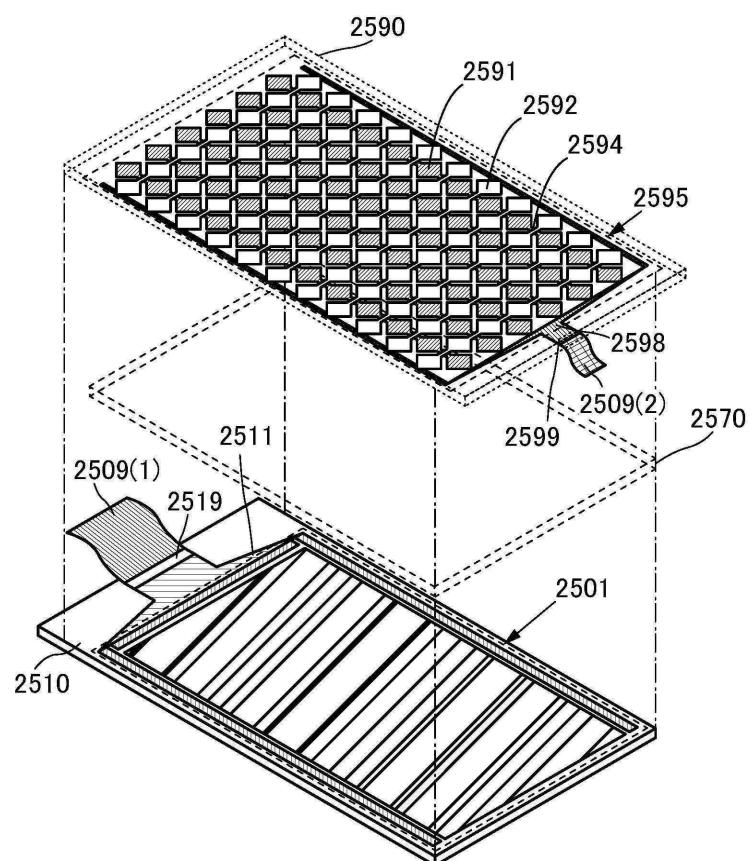


## 도면10

(A)

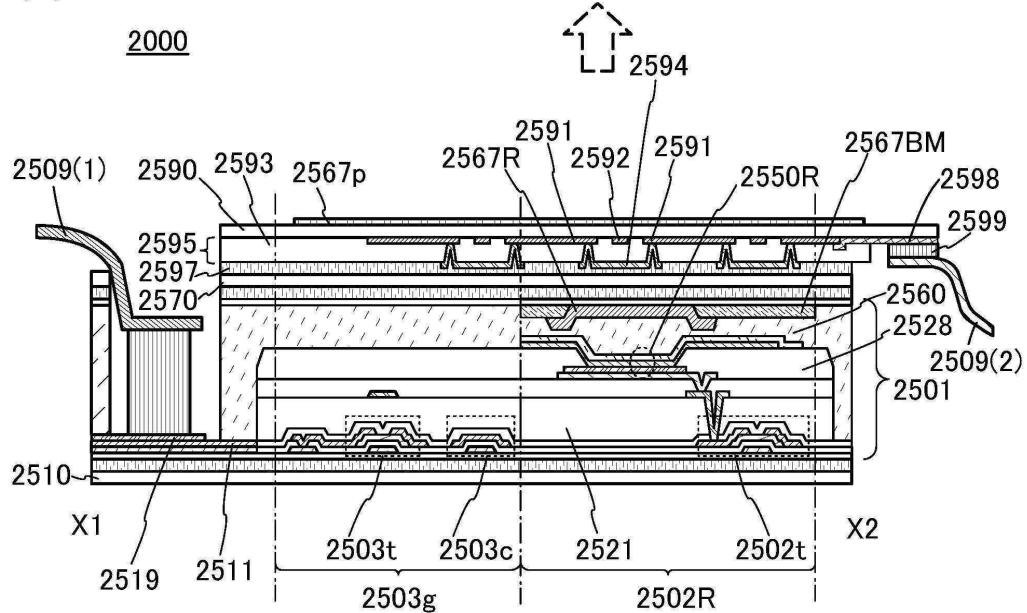


(B)

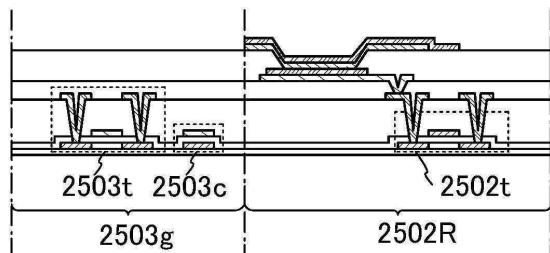


## 도면11

(A)

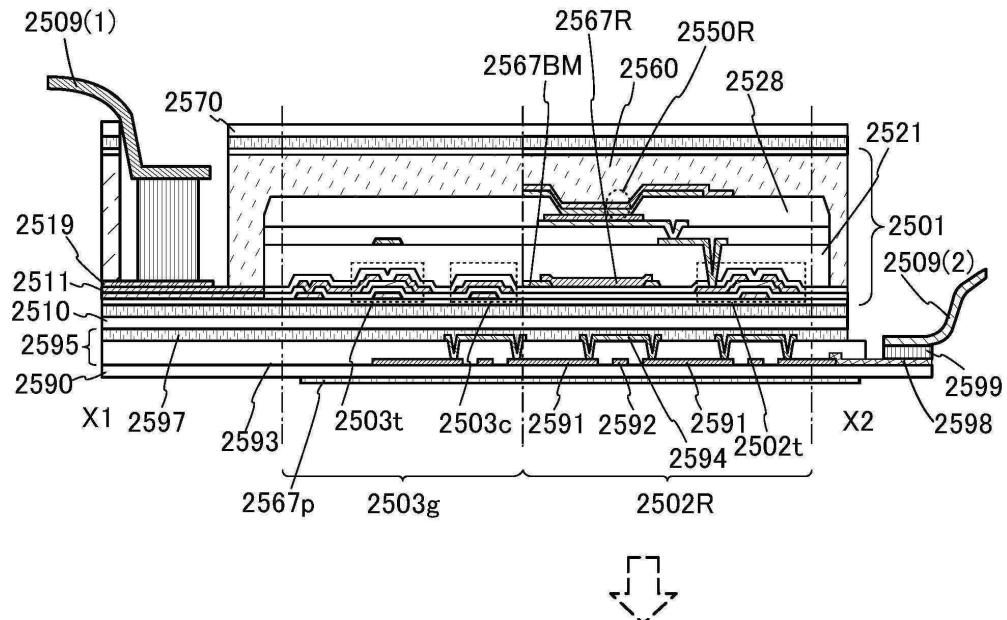


(B)

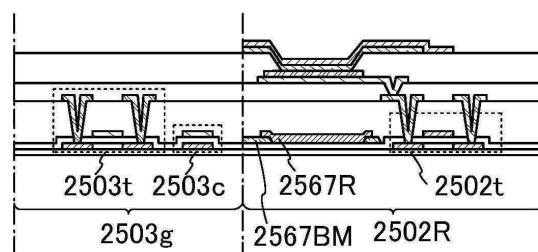


## 도면12

(A)

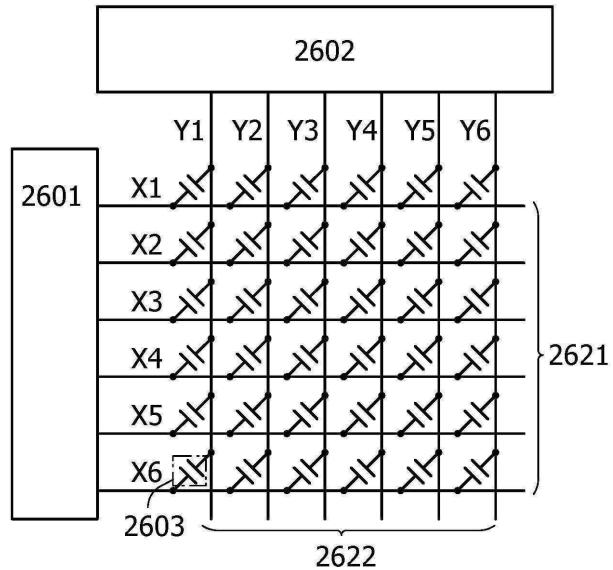
2000'

(B)

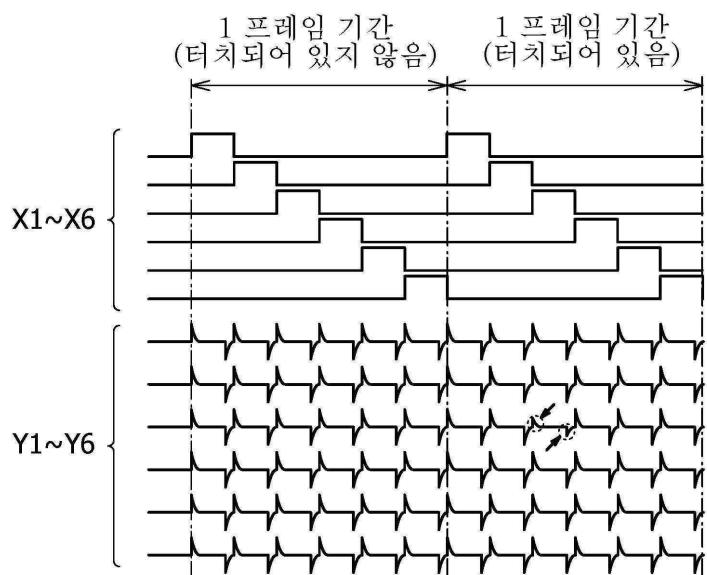


## 도면13

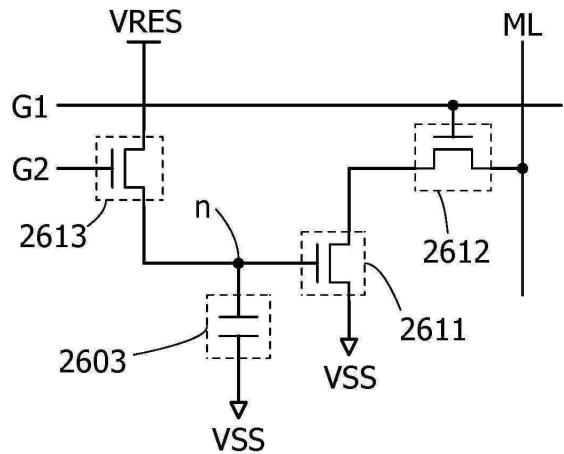
(A)



(B)

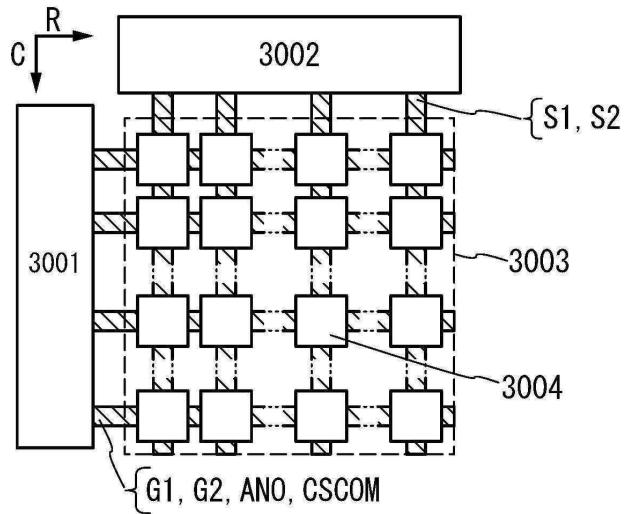


도면14



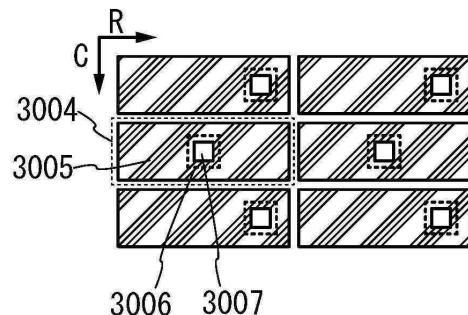
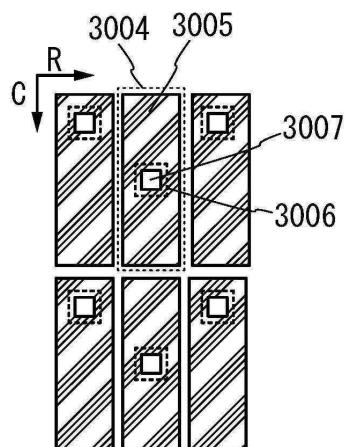
## 도면15

(A)

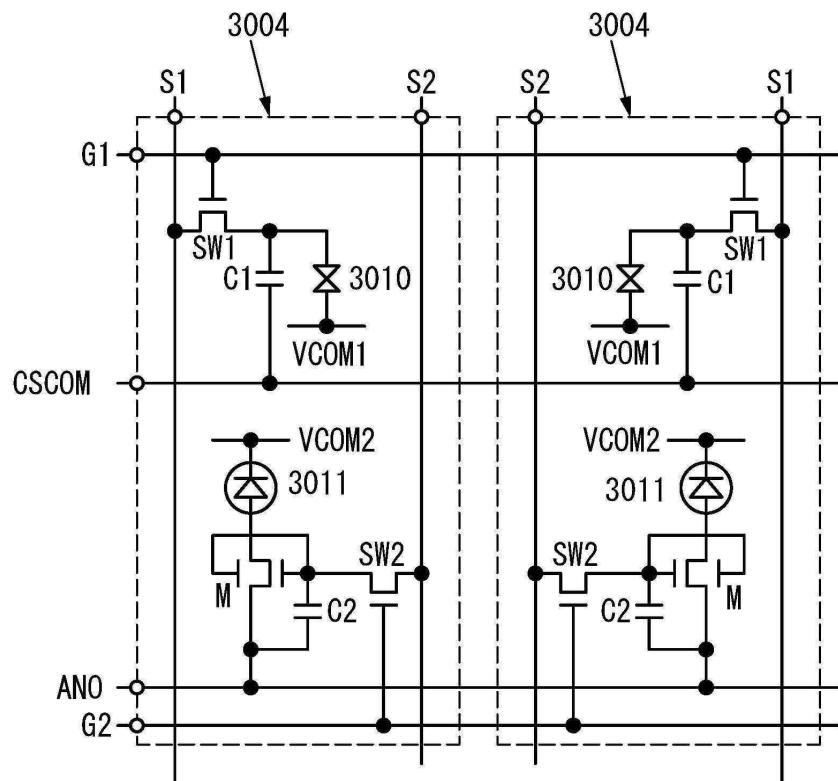
3000

(B1)

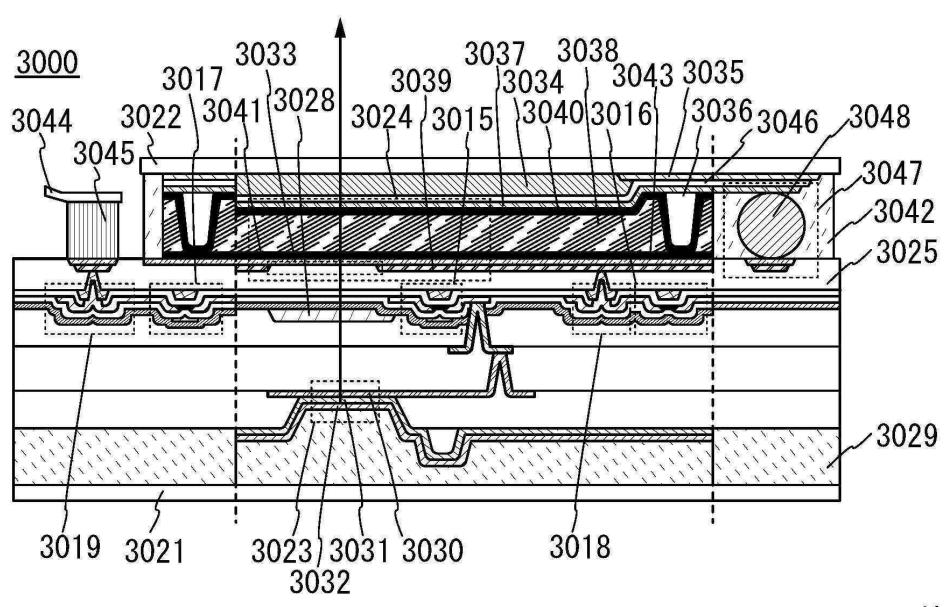
(B2)



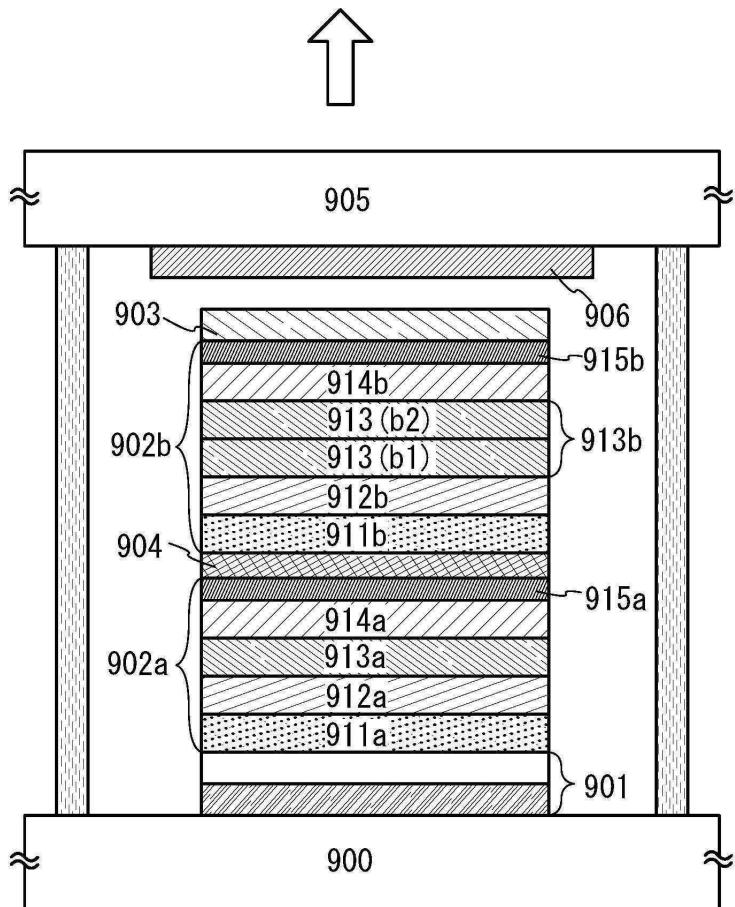
도면16



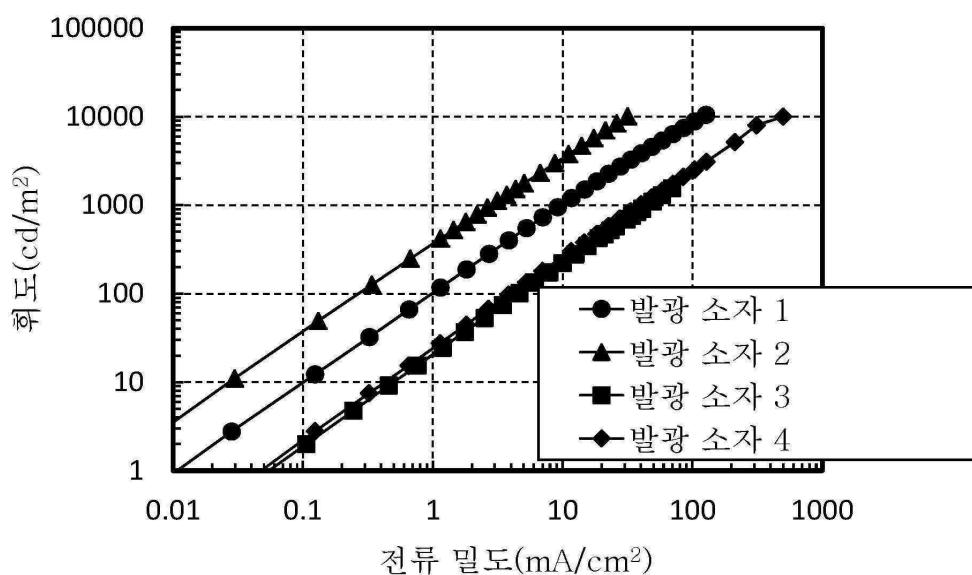
도면17



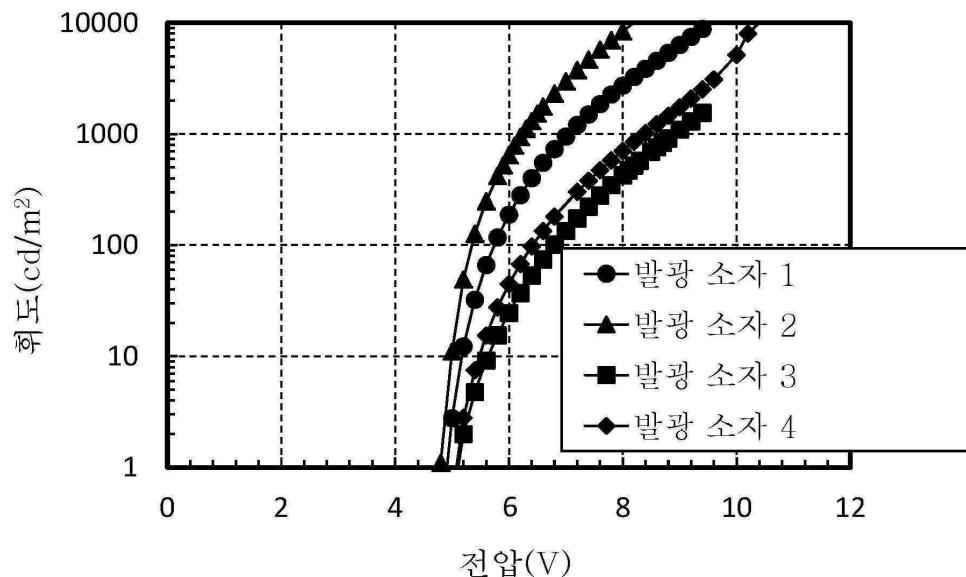
도면18



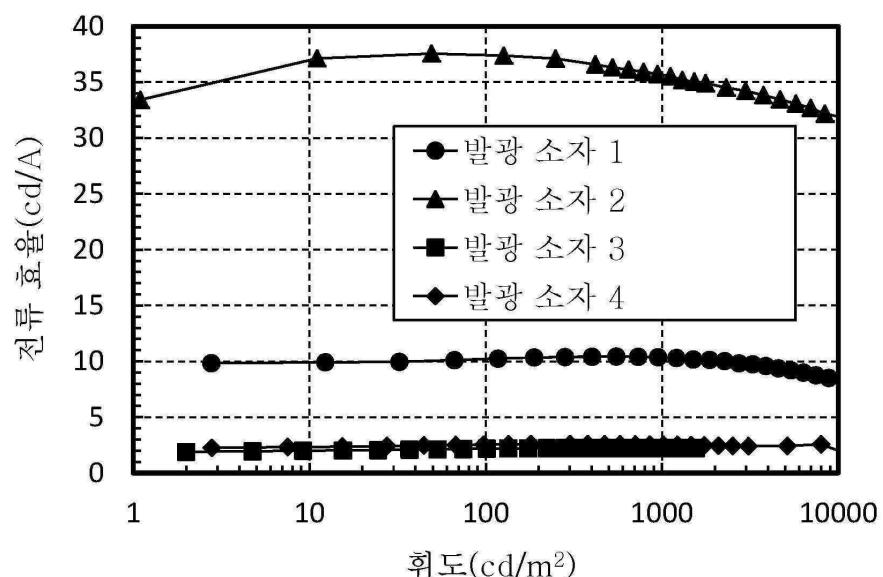
도면19



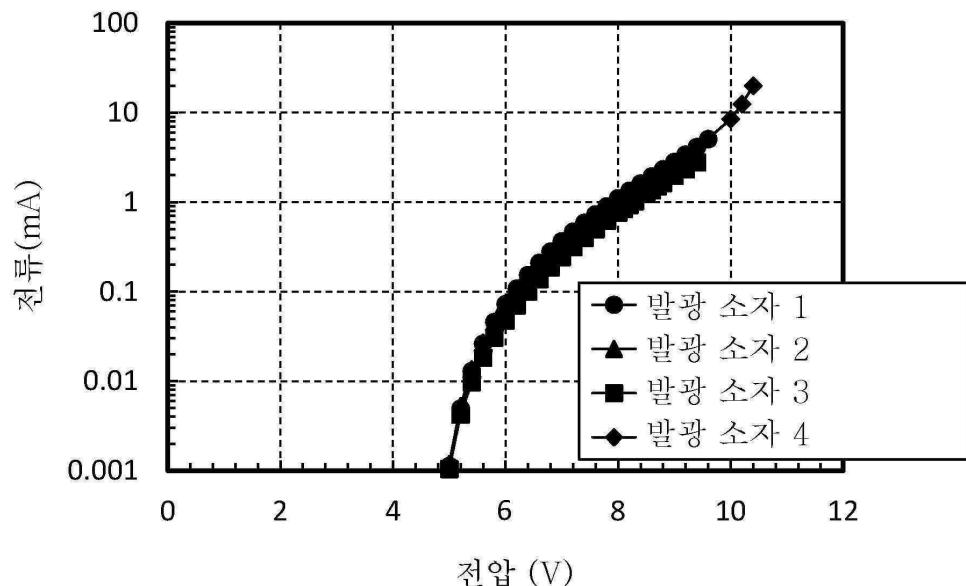
도면20



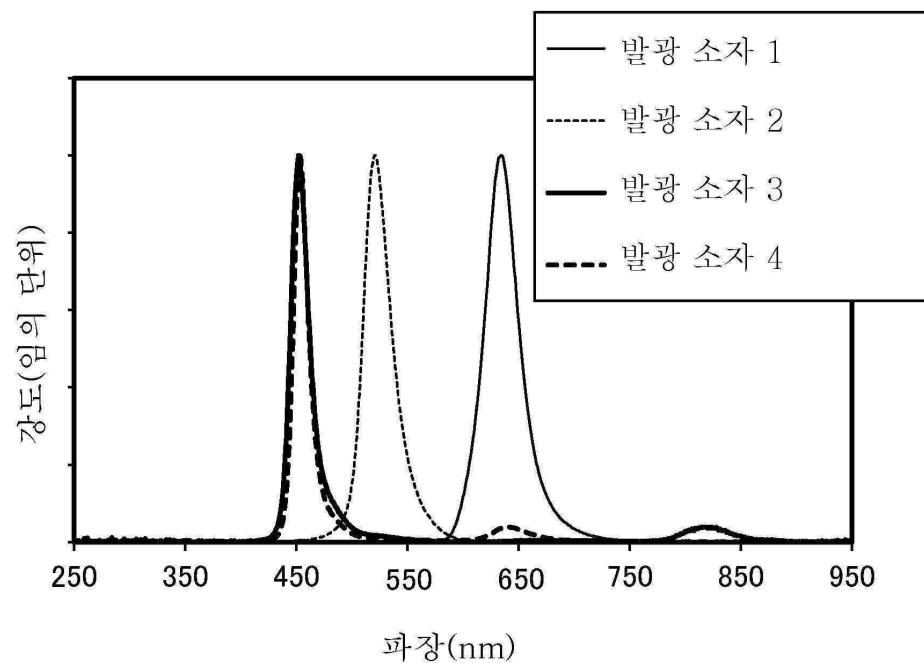
도면21



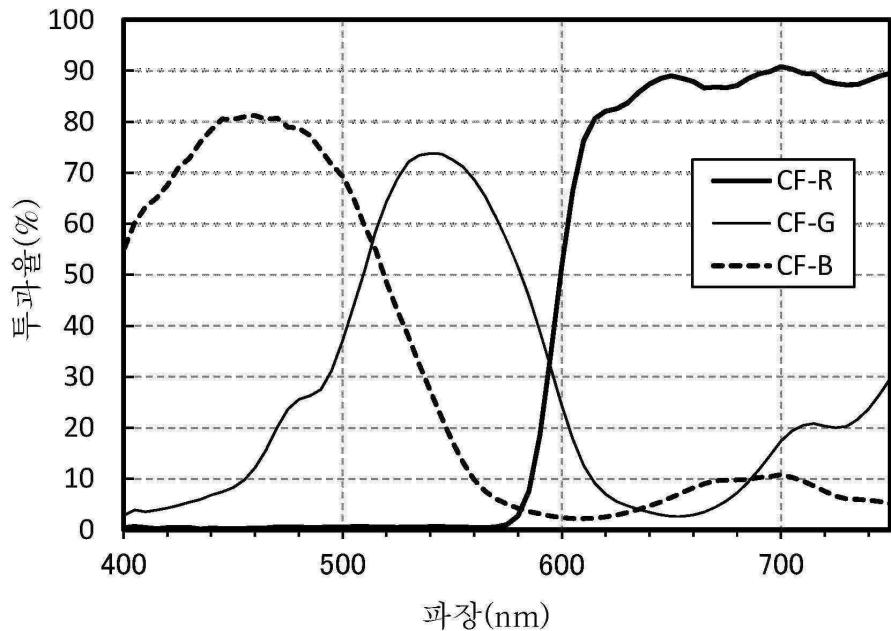
도면22



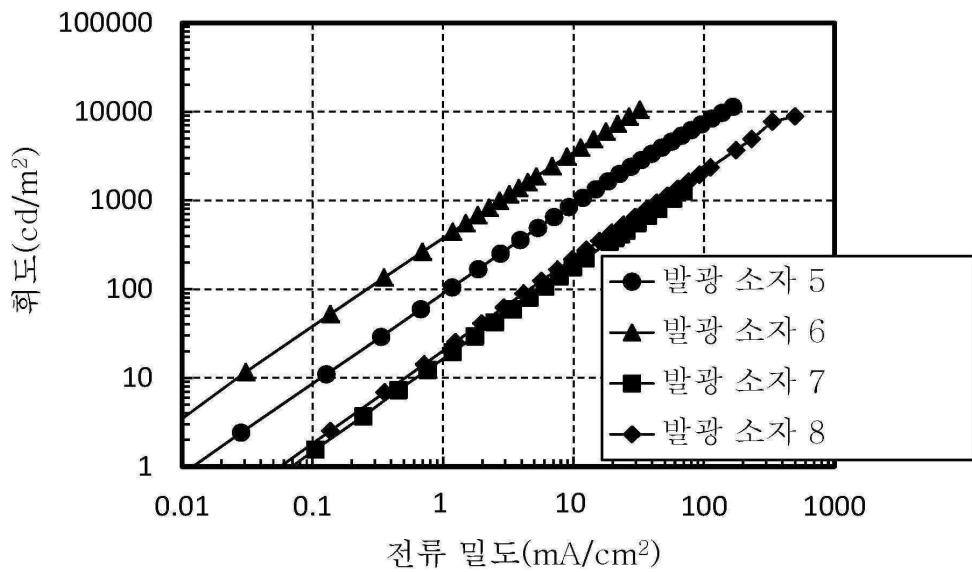
도면23



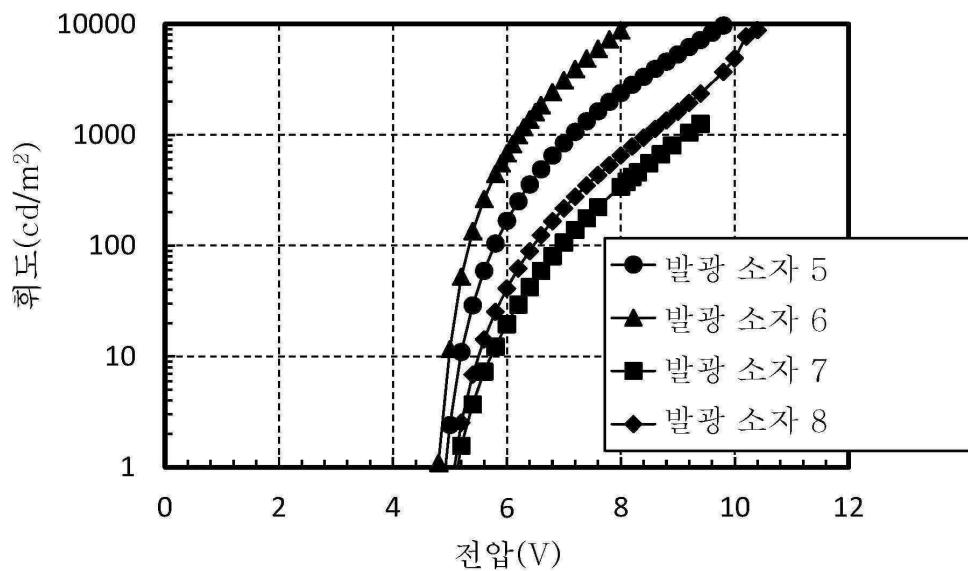
도면24



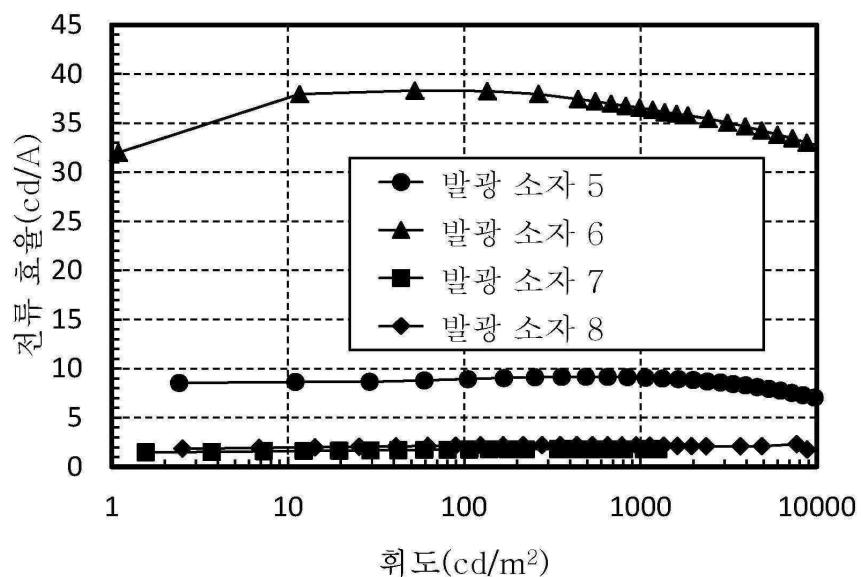
도면25



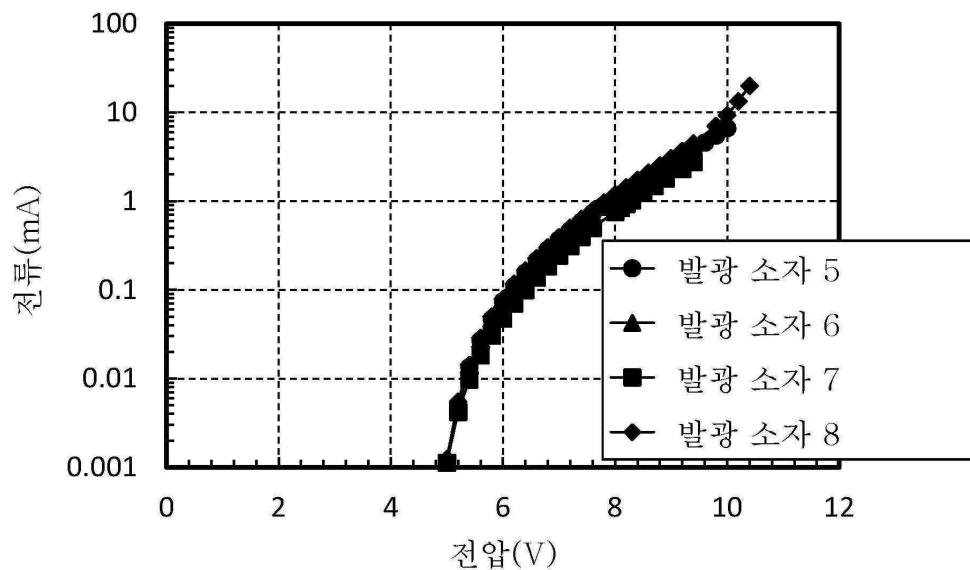
도면26



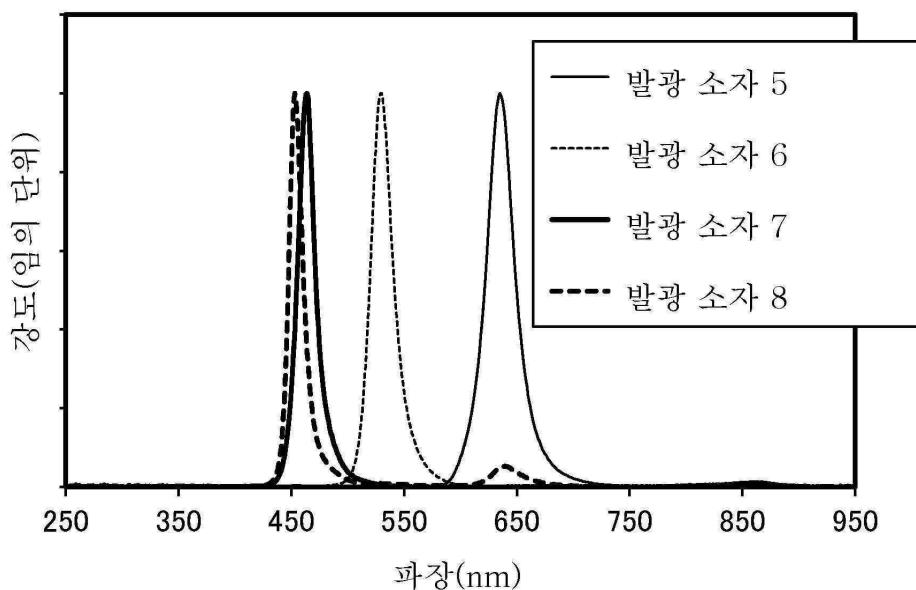
도면27



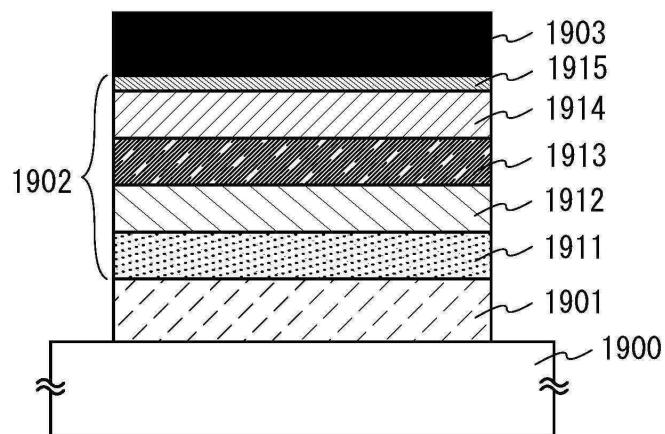
도면28



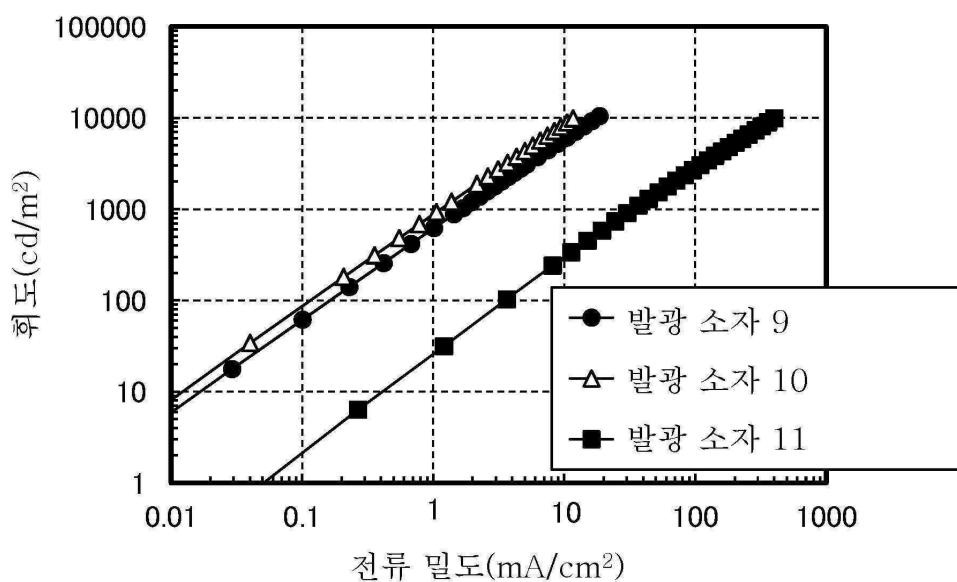
도면29



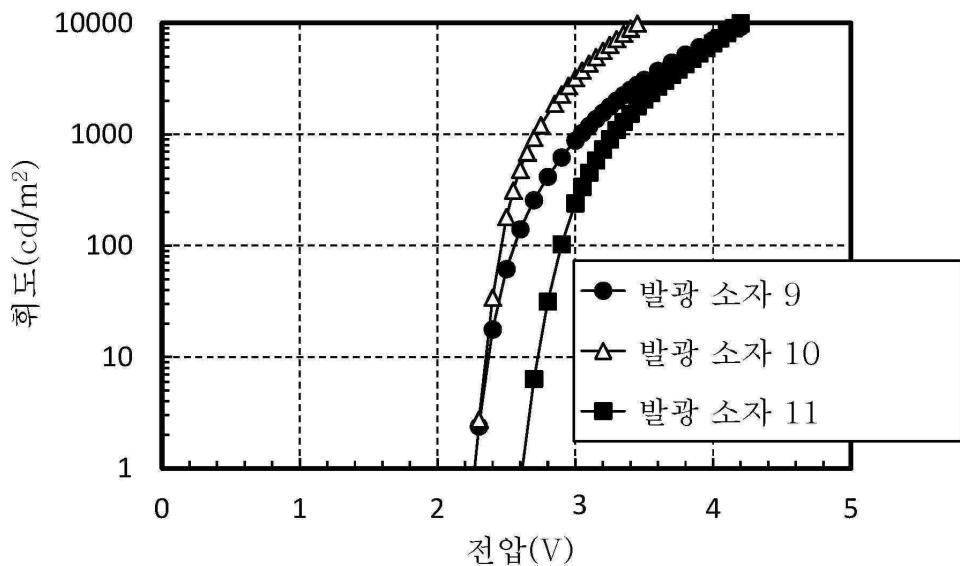
도면30



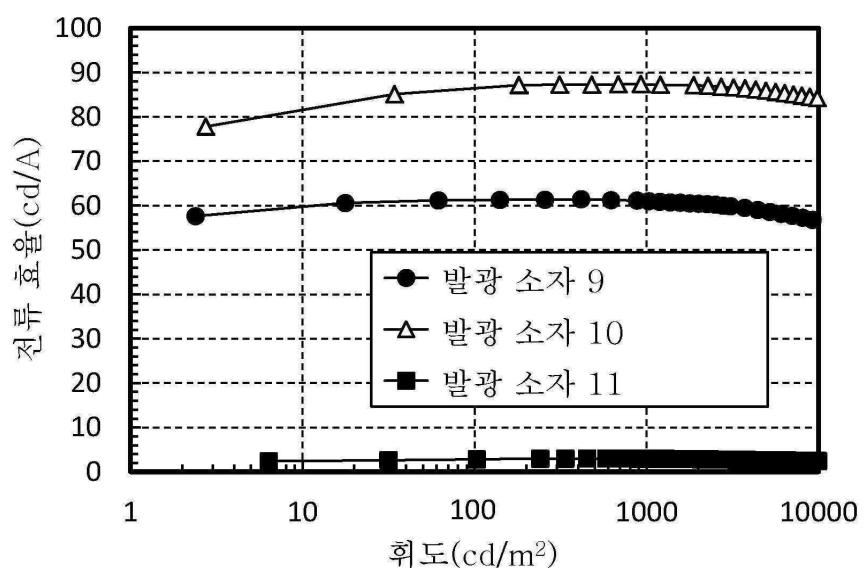
도면31



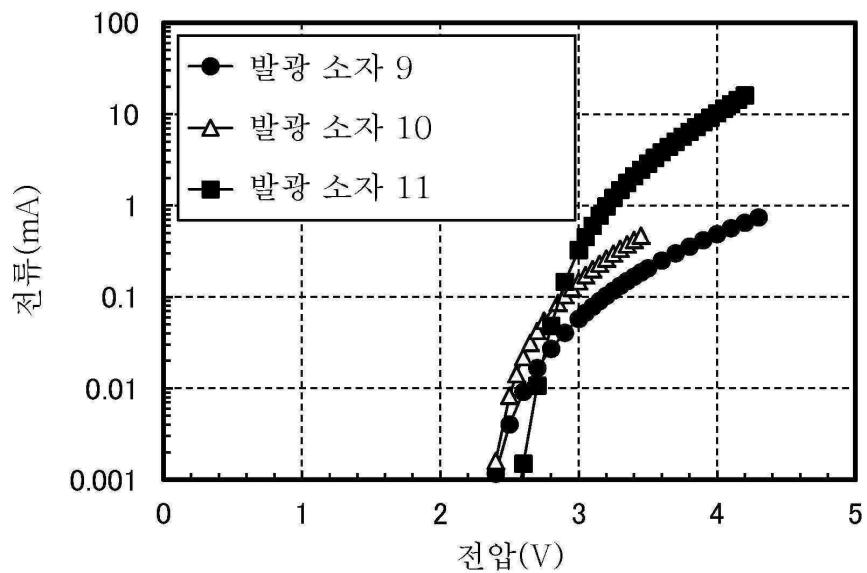
도면32



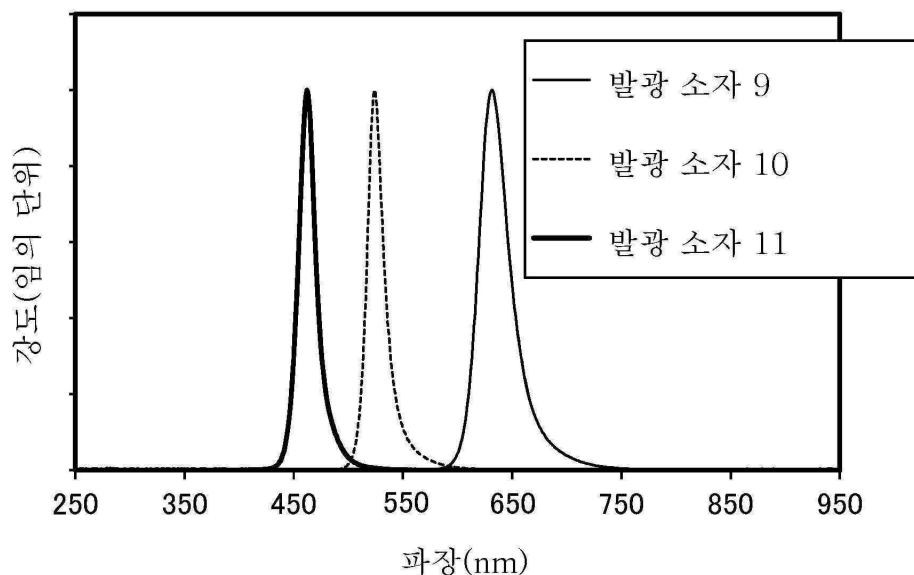
도면33



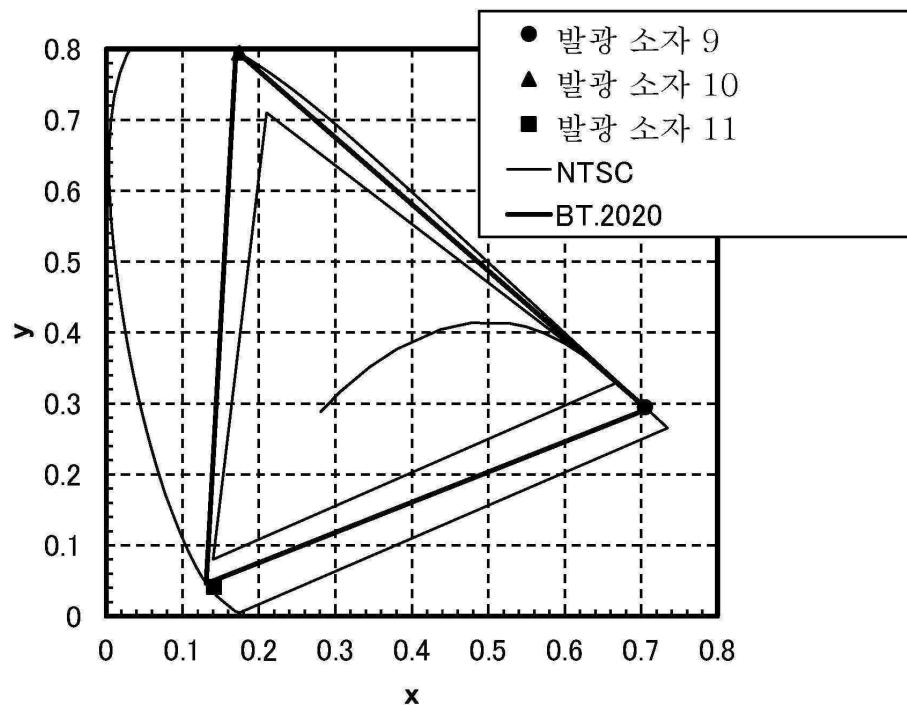
도면34



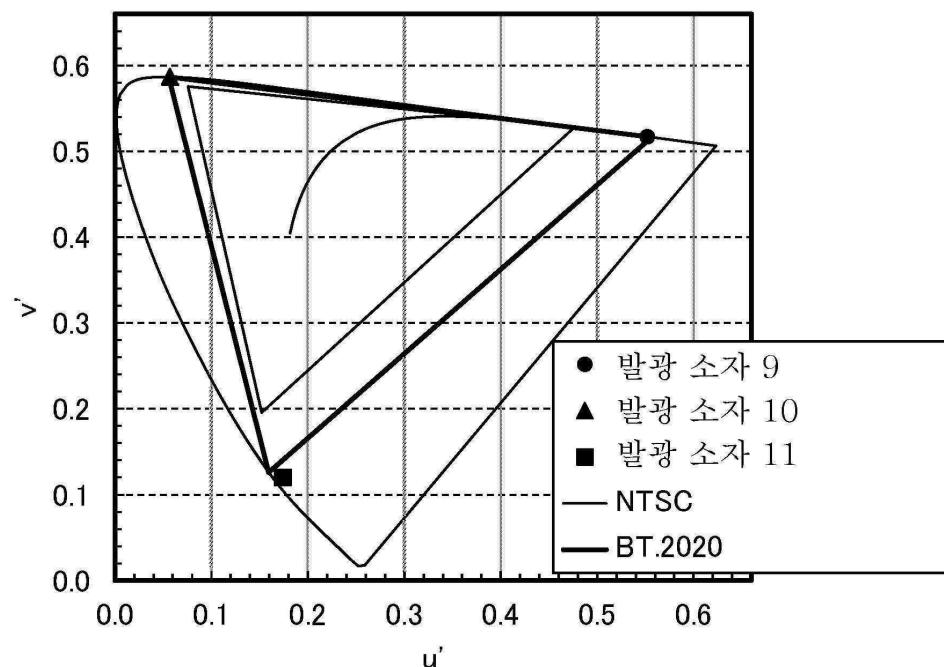
도면35



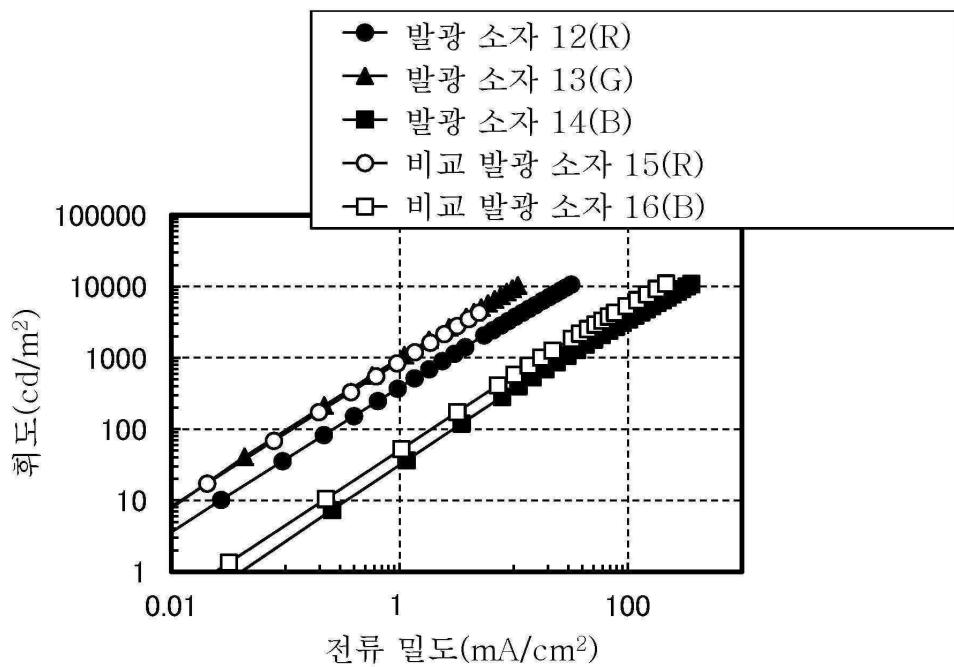
도면36



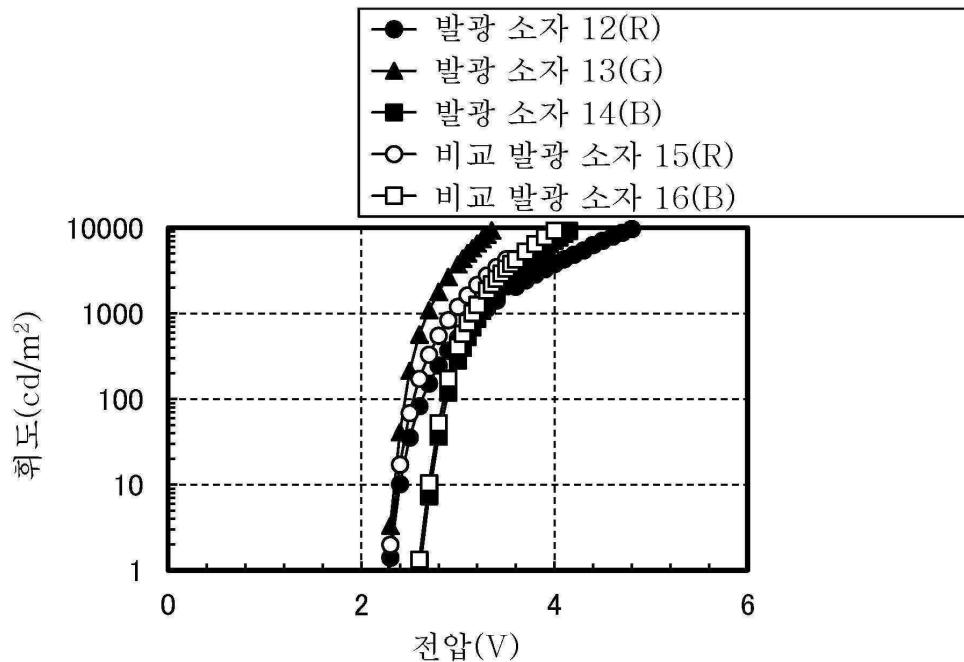
도면37



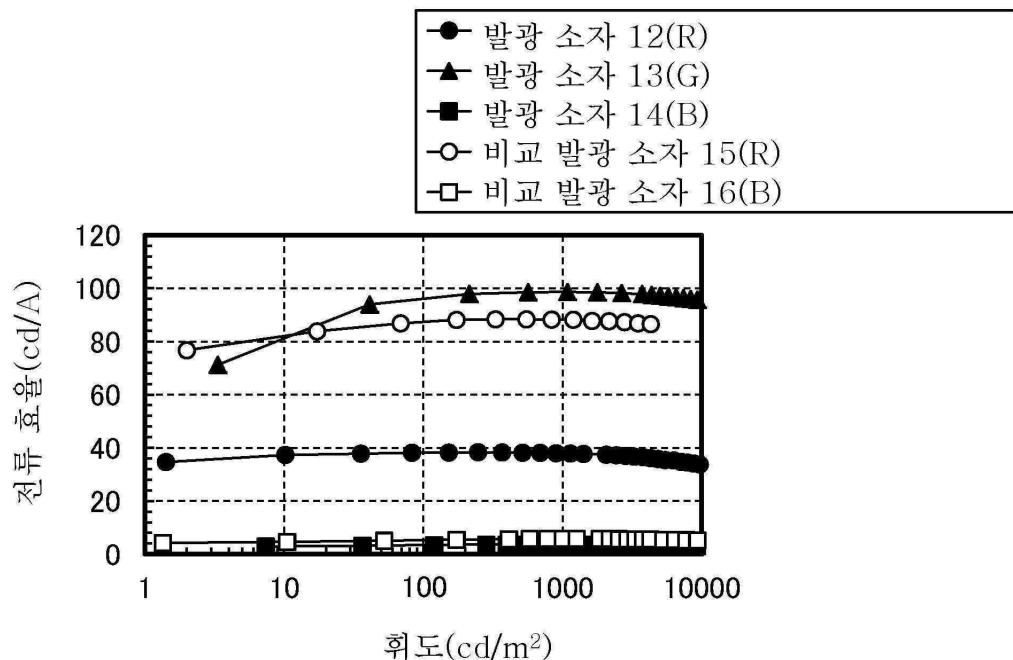
도면38



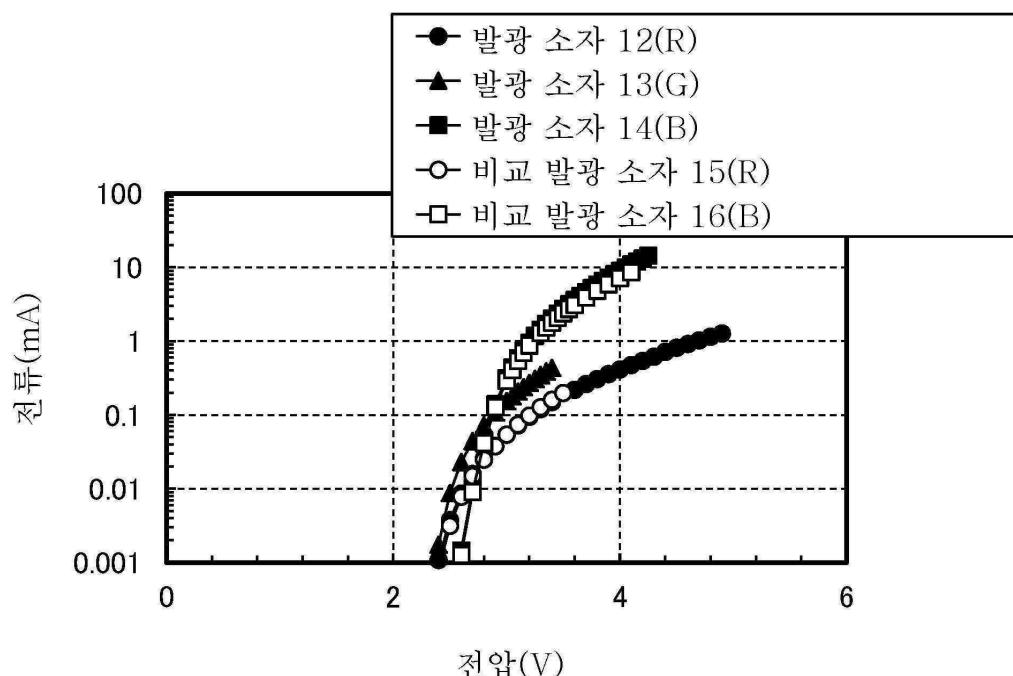
도면39



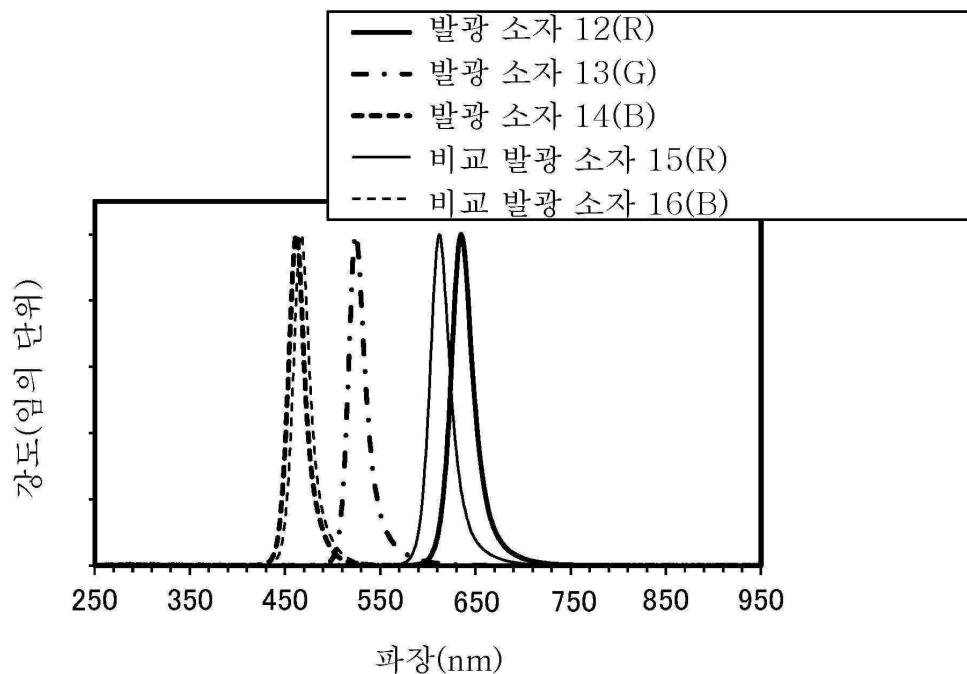
도면40



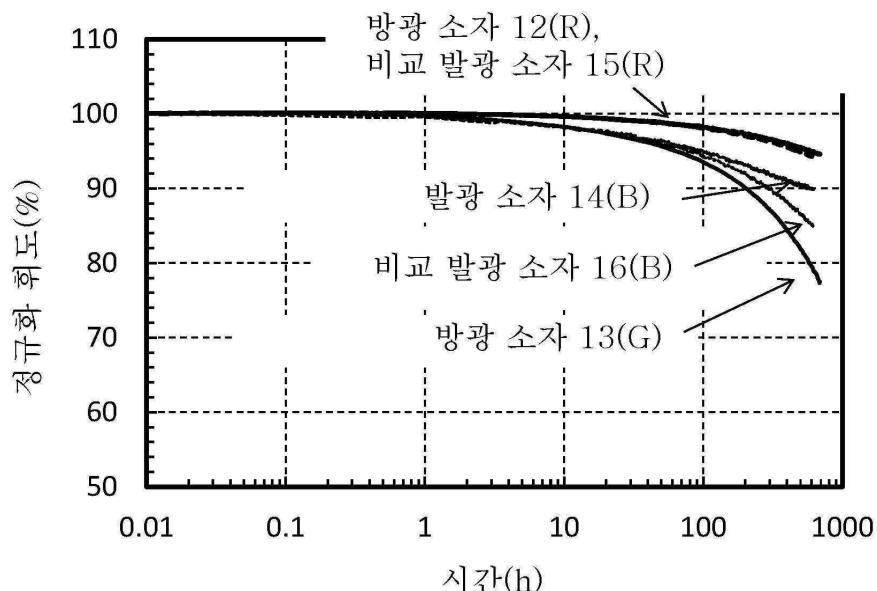
도면41



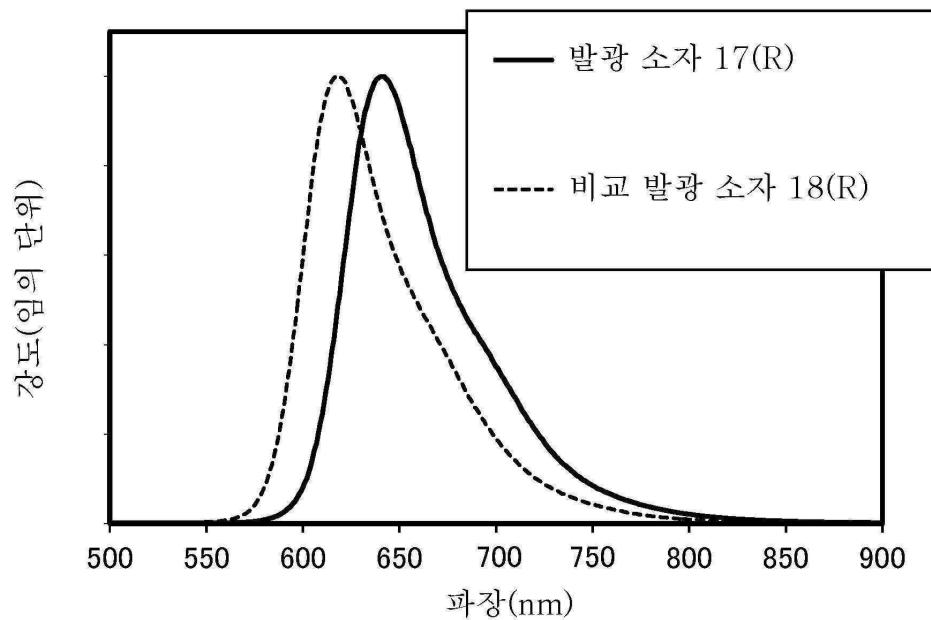
도면42



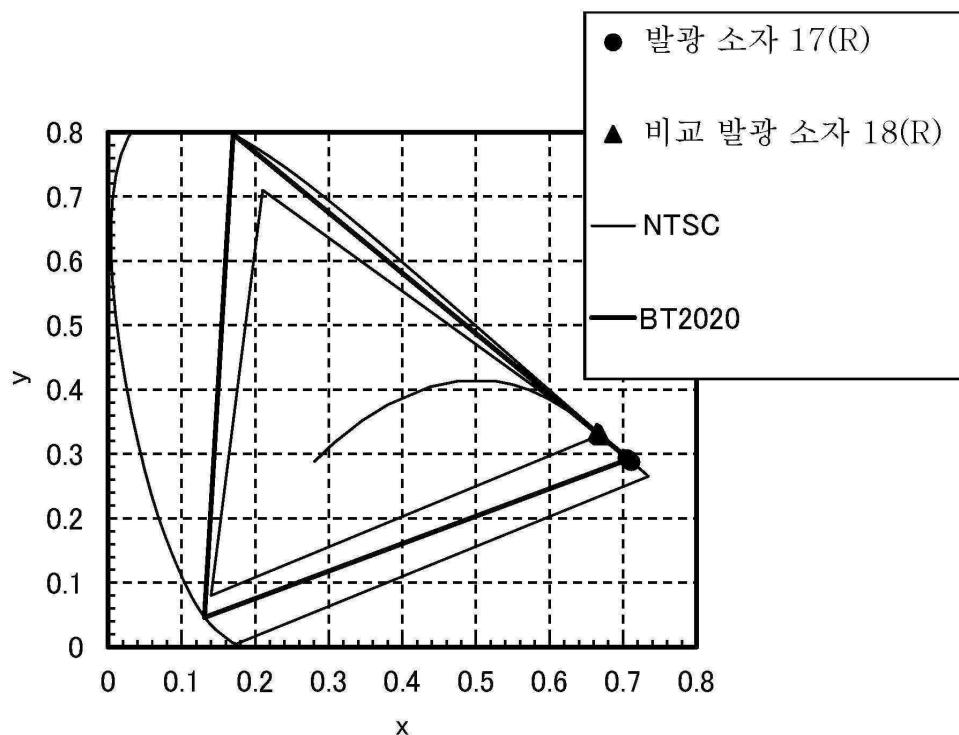
도면43



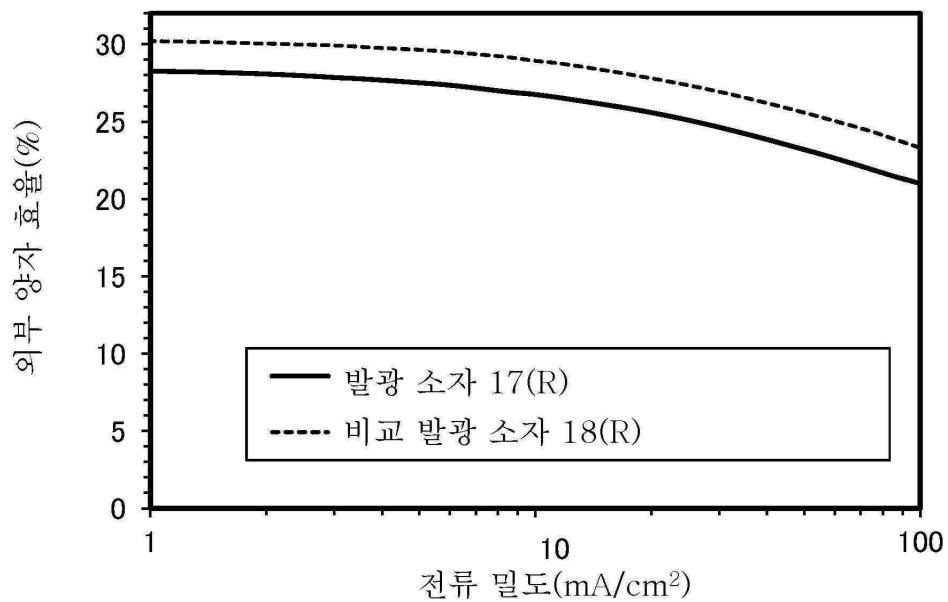
도면44



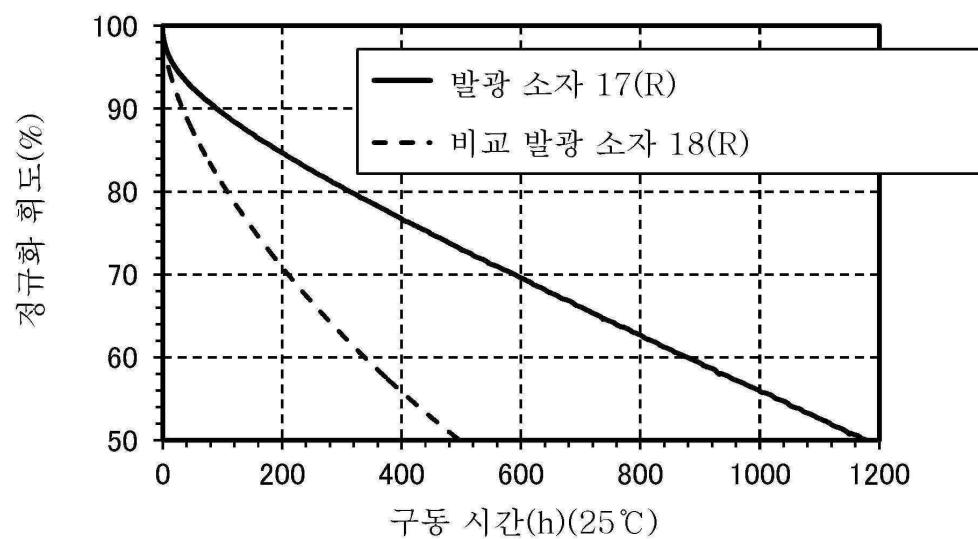
도면45



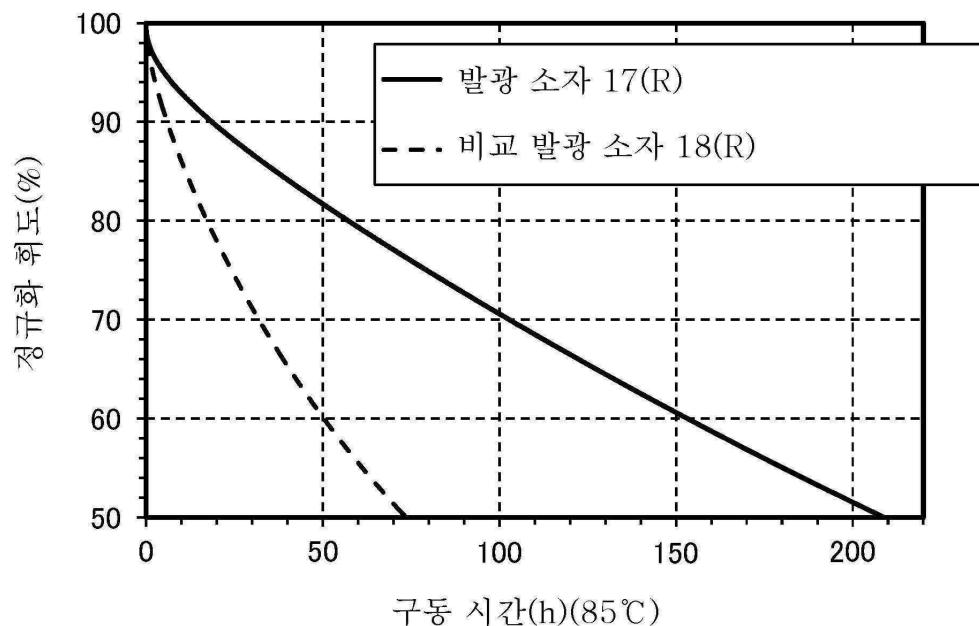
도면46



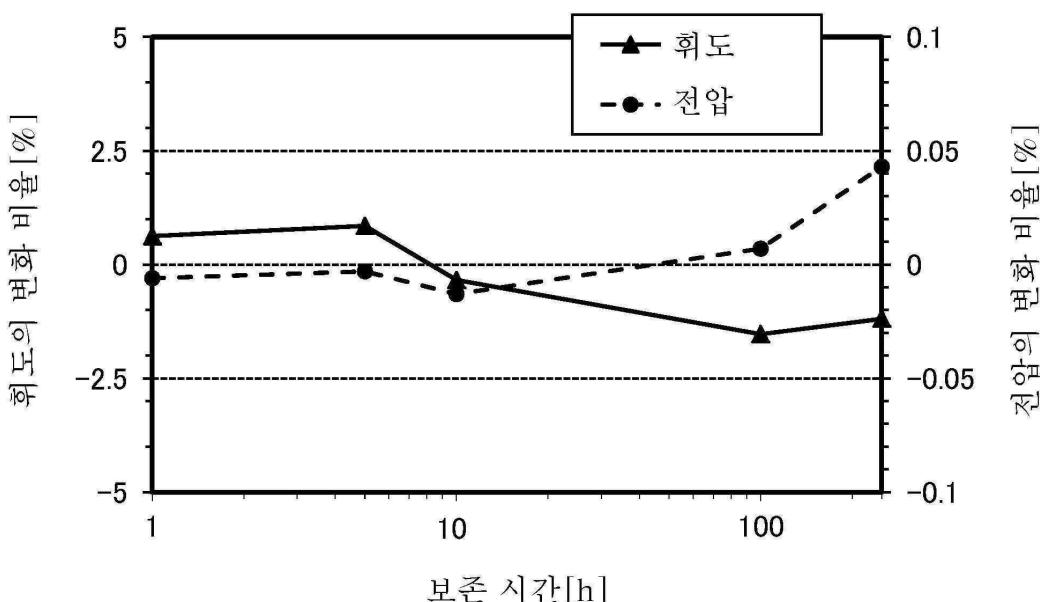
도면47



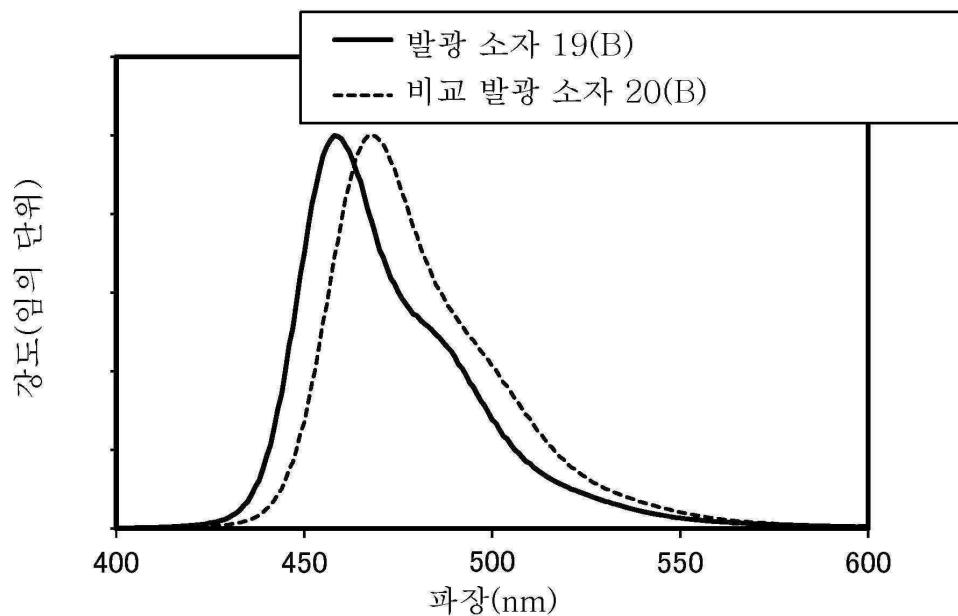
도면48



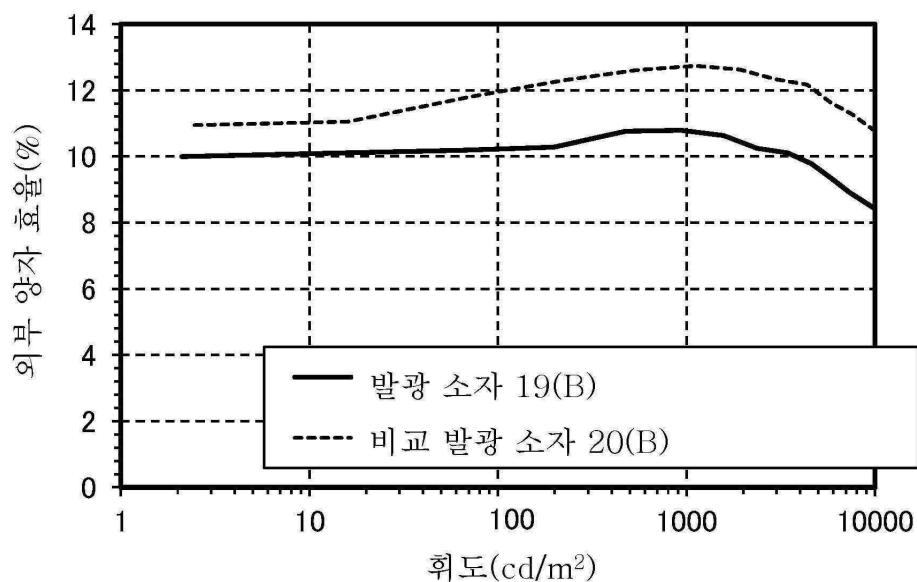
도면49



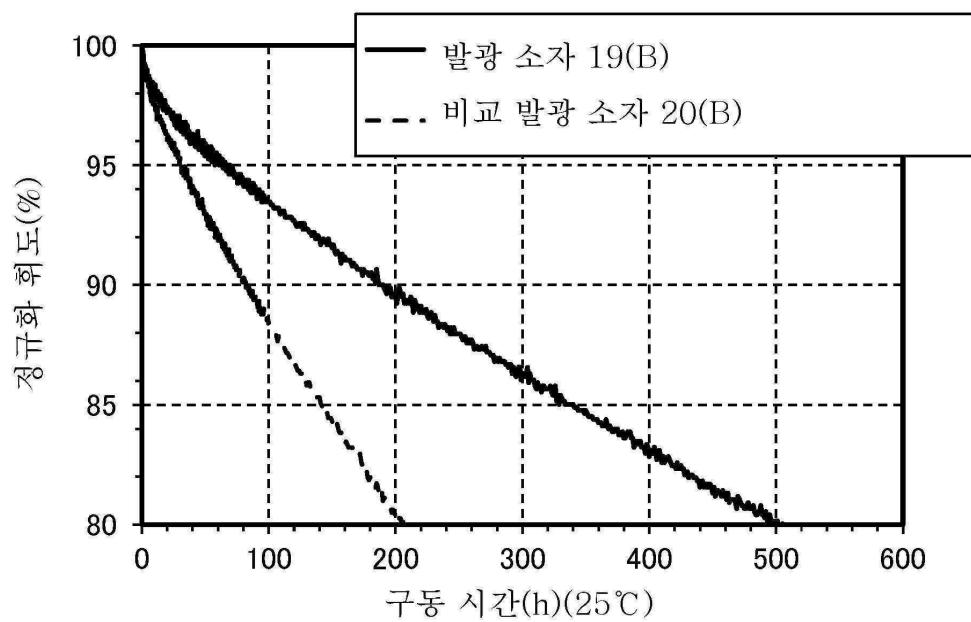
도면50



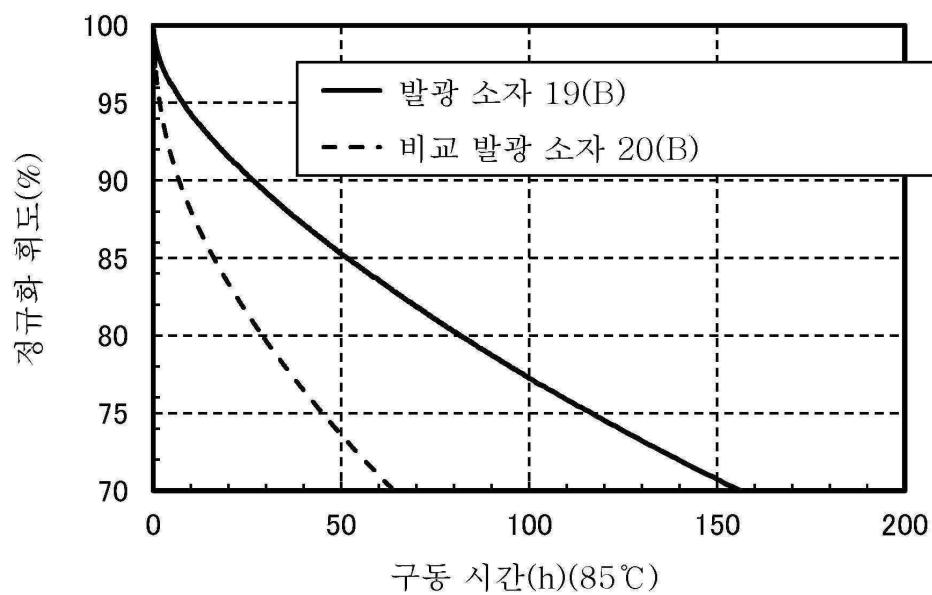
도면51



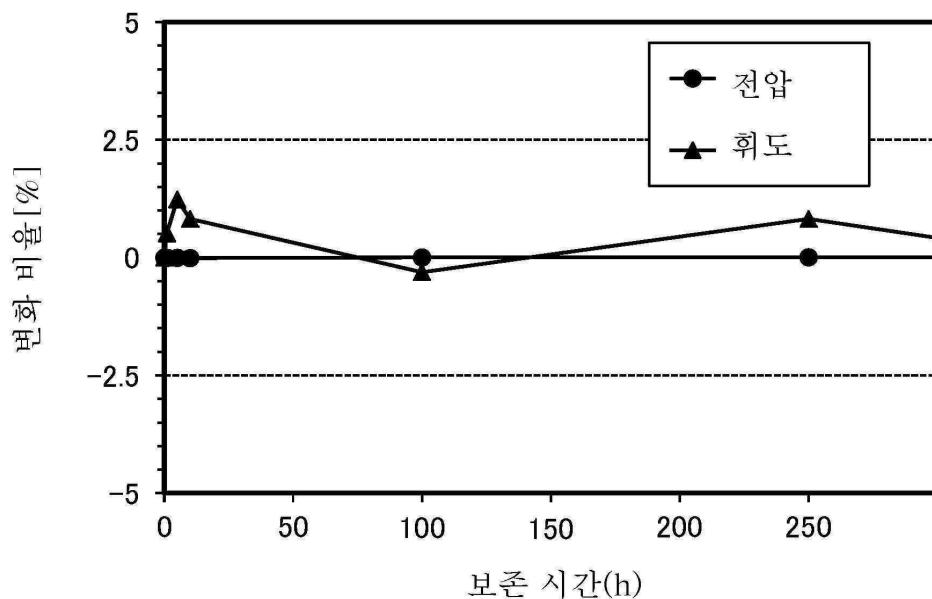
도면52



도면53



도면54



도면55

