



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0002505  
 (43) 공개일자 2018년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 51/56* (2006.01) *H01L 51/00* (2006.01)  
*H01L 51/50* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*H01L 51/56* (2013.01)  
*H01L 51/0008* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0076806  
 (22) 출원일자 2017년06월16일  
 심사청구일자 없음  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2016-128991 2016년06월29일 일본(JP)

(71) 출원인  
**가부시키키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼**  
 일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398  
 (72) 발명자  
**세오 사토시**  
 일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398  
**가부시키키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내**  
**세오 히로미**  
 일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398  
**가부시키키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내**  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**황의만**

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **발광 소자의 제작 방법**

**(57) 요약**

본 발명의 일 형태는 발광 소자의 제작 방법, 특히 발광 효율이 양호한 발광 소자의 제작 방법을 제공한다.

발광 재료로서 유기 화합물 또는 유기 금속 착체를 사용하고, 상기 발광 재료 및 호스트 재료를 포함하는 발광층을 갖는 발광 소자의 제작 방법이며, 상기 발광층은 상기 발광 재료와 상기 호스트 재료를 공증착함으로써 형성되고, 상기 발광층을 성막할 때 공증착이 수행되는 증착실의 체임버 내의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율을 대기 중보다 크게 유지하면서 증착한다.

(52) CPC특허분류

*H01L 51/0085* (2013.01)

*H01L 51/5024* (2013.01)

(72) 발명자

**스즈키 츠네히로**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

---

**키도 히로미츠**

일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

발광층을 포함하는 발광 소자의 제작 방법으로서,

발광 재료와 호스트 재료의 공증착(co-evaporation)에 의하여 상기 발광층을 형성하는 공정을 포함하고,

상기 발광 재료는 유기 화합물 또는 유기 금속 착체이고,

상기 공증착을 위한 증착실 내의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율을, 대기 중의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율보다 크게 유지하면서 상기 발광층을 성막하는, 발광 소자의 제작 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 공증착을 위한 상기 증착실 내의 전체 압력에 대한 상기 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.1% 이상인, 발광 소자의 제작 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 공증착을 위한 상기 증착실 내의 전체 압력에 대한 상기 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.1% 이상 10% 이하인, 발광 소자의 제작 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 추가로 어시스트 재료를 함유하는, 발광 소자의 제작 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 발광 재료는 이리듐 착체인, 발광 소자의 제작 방법.

#### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 호스트 재료와 상기 어시스트 재료가 들뜬 복합체를 형성하는, 발광 소자의 제작 방법.

#### 청구항 7

기판 위의 발광층을 포함하는 발광 소자의 제작 방법으로서,

발광 재료와 호스트 재료의 공증착에 의하여 상기 발광층을 형성하는 공정을 포함하고,

상기 발광 재료는 유기 화합물 또는 유기 금속 착체이고,

상기 공증착을 위한 증착실 내의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율을, 대기 중의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율보다 크게 유지하면서 상기 발광층을 성막하고,

상기 발광층은 상기 기판을 냉각하면서 성막되는, 발광 소자의 제작 방법.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 공증착을 위한 상기 증착실 내의 전체 압력에 대한 상기 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.1% 이상인,

발광 소자의 제작 방법.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서,

상기 공증착을 위한 상기 증착실 내의 전체 압력에 대한 상기 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.1% 이상 10% 이하인, 발광 소자의 제작 방법.

**청구항 10**

제 7 항에 있어서,

상기 발광층은 추가로 어시스트 재료를 함유하는, 발광 소자의 제작 방법.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 발광 재료는 이리듐 착체인, 발광 소자의 제작 방법.

**청구항 12**

제 10 항에 있어서,

상기 호스트 재료와 상기 어시스트 재료가 들뜬 복합체를 형성하는, 발광 소자의 제작 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명의 일 형태는 발광 소자, 디스플레이 모듈, 조명 모듈, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다. 다만, 본 발명의 일 형태는 상기 기술 분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 개시(開示)하는 발명의 일 형태의 기술 분야는 물건, 방법, 또는 제작 방법에 관한 것이다. 또는, 본 발명의 일 형태는 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 본 명세서에서 개시하는 본 발명의 일 형태의 더 구체적인 기술분야의 일례로서는 반도체 장치, 표시 장치, 액정 표시 장치, 발광 장치, 조명 장치, 축전 장치, 기억 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제작 방법을 들 수 있다.

**배경 기술**

[0002] 박형, 경량, 입력 신호에 대한 고속 응답성, 저소비전력 등의 퍼텐셜을 갖기 때문에, 조명 장치나 표시 장치로서 유기 화합물 또는 유기 금속 착체를 발광 물질로 함유하는 발광 소자(유기 EL 소자)를 사용한 표시 장치가 개발되고 있다.

[0003] 유기 EL 소자는 전극 사이에 발광층을 두고 전압을 인가함으로써, 전극으로부터 주입된 전자 및 정공이 재결합되어 발광 물질이 들뜬 상태가 되고, 그 들뜬 상태가 기저 상태로 돌아갈 때 발광한다. 발광 물질이 발하는 광의 스펙트럼은 그 발광 물질에 특유한 것이며, 상이한 종류의 발광 물질을 사용하여 다양한 색의 발광을 나타내는 발광 소자를 얻을 수 있다.

[0004] 이와 같이, 발광 소자를 포함하는 디스플레이나 조명 장치는 다양한 전자 기기에 적합하게 적용할 수 있지만, 그 성능은 아직 개선할 여지가 있다. 예를 들어, 소자의 전류 효율은 높을수록 좋지만, 그 내부 양자 효율은 형광 및 인광 둘 다 이론 한계값에 도달되고 있다. 특히, 형광 발광을 이용하는 소자에 대해서는 삼중항 여기 상태를 이용하면, 그 내부 양자 효율의 이론 한계값인 25% 이상의 내부 양자 효율을 나타내는 소자도 실현되어 있다.

[0005] 내부 양자 효율이 개선된 발광 소자의 전류 효율을 더 향상시키기 위해서는 추출 효율의 개선이 필수적이다.

[0006] 특허문헌 1은 발광 물질을 배향시켜 성막함으로써 발광 방향을 제어하여, 추출 효율을 개선한 발광 소자에 대해

여 개시한 것이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개2012-129509호

**비특허문헌**

[0008] (비특허문헌 0001) D. Yokoyama, 'Journal of Materials Chemistry', 21, 19187 (2011)

(비특허문헌 0002) P. Liehm 외 5명, 'Applied Physics Letters', 101, 253304 (2012)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명의 일 형태에서는, 발광 소자의 제작 방법, 특히 발광 효율이 양호한 발광 소자의 제작 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 본 발명의 일 형태는 상술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 되는 것으로 한다. 또한, 상술한 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는, 반드시 이들 과제를 모두 해결할 필요는 없다. 또한, 상술한 것 외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 상술한 것 외의 과제가 추출될 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명의 일 형태는 발광 재료로서 유기 화합물 또는 유기 금속 착체를 포함하고, 상기 발광 재료와 호스트 재료를 포함하는 발광층을 갖는 발광 소자의 제작 방법으로서, 상기 발광층은 상기 발광 재료와 상기 호스트 재료를 공증착(co-evaporation)함으로써 형성하고, 상기 발광층을 성막할 때 공증착이 수행되는 증착실의 챔버 내의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율을 대기 중보다 크게 유지하면서 증착하는, 발광 소자의 제작 방법이다.

[0012] 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 발광층을 성막할 때 공증착이 수행되는 증착실의 챔버 내의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.1% 이상인, 발광 소자의 제작 방법이다.

[0013] 본 발명의 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 발광층을 성막할 때 공증착이 수행되는 증착실의 챔버 내의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.1% 이상 10% 이하인, 발광 소자의 제작 방법이다.

[0014] 본 발명의 일 형태는 상기 구성에 있어서, 증착할 때 상기 발광층이 성막되는 기판을 냉각하면서 수행하는, 발광 소자의 제작 방법이다.

[0015] 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 발광층에 추가로 어시스트 재료를 포함하는, 발광 소자의 제작 방법이다.

[0016] 본 발명의 다른 일 형태는 상기 구성에 있어서, 상기 발광 재료가 이리듐 착체인, 발광 소자의 제작 방법이다.

**발명의 효과**

[0017] 본 발명의 일 형태에서는, 발광 소자의 제작 방법, 특히 발광 효율이 양호한 발광 소자의 제작 방법을 제공할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 형태는 상술한 효과 중 어느 하나를 가지면 된다. 또한, 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 반드시 이들 효과 모두를 가질 필요는 없다. 또한, 이들 외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 저절로 명백해지는 것이며 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 이들 외의 효과가 추출될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0019]

- 도 1은 형광 발광 소자의 외부 양자 효율 산출의 흐름을 도시한 도면.
- 도 2는 전이 쌍극자의 방향과 관측 각도에 의한 발광 강도 변화를 도시한 도면.
- 도 3은 발광 소자의 개념도.
- 도 4는 발광 소자의 제작 방법의 일례를 도시한 도면.
- 도 5는 발광 소자의 제작 장치의 일례를 도시한 도면.
- 도 6은 액티브 매트릭스 발광 장치의 개념도.
- 도 7은 액티브 매트릭스 발광 장치의 개념도.
- 도 8은 액티브 매트릭스 발광 장치의 개념도.
- 도 9는 패시브 매트릭스 발광 장치의 개념도.
- 도 10은 조명 장치를 도시한 도면.
- 도 11은 전자 기기를 도시한 도면.
- 도 12는 광원 장치를 도시한 도면.
- 도 13은 조명 장치를 도시한 도면.
- 도 14는 조명 장치를 도시한 도면.
- 도 15는 차량 탑재 표시 장치 및 조명 장치를 도시한 도면.
- 도 16은 전자 기기를 도시한 도면.
- 도 17은 전자 기기를 도시한 도면.
- 도 18은 표시 패널의 구성예를 설명하기 위한 도면.
- 도 19는 표시 패널의 구성예를 설명하기 위한 도면.
- 도 20은 발광 소자 1의 외부 양자 효율-휘도 특성.
- 도 21은 발광 소자 1-1의 검출기의 각도( $\theta$ )에 대한 EL 발광 스펙트럼 면적 강도(실측 및 계산)를 나타낸 도면.
- 도 22는 발광 소자 1-1의 EL 발광 스펙트럼의 각도 의존성을 측정한 2D 등고선도.
- 도 23은 발광 소자 1-1의 계산에 의하여 얻어진 2D 등고선도.
- 도 24는 발광 소자 2의 외부 양자 효율-휘도 특성을 나타낸 도면.
- 도 25는 발광 소자 2-1의 검출기의 각도( $\theta$ )에 대한 EL 발광 스펙트럼 면적 강도(실측 및 계산)를 나타낸 도면.
- 도 26은 발광 소자 2-1의 EL 발광 스펙트럼의 각도 의존성을 측정한 2D 등고선도.
- 도 27은 발광 소자 2-1의 계산에 의하여 얻어진 2D 등고선도.
- 도 28은 측정용 발광 소자의 개념도.
- 도 29는 발광 스펙트럼의 각도 의존성 측정 방법을 설명하기 위한 도면.
- 도 30은 발광 소자 1-1의 발광층을 증착할 때의 전체 압력과 이산화 탄소의 부분 압력에 대한 Q-MASS 측정 데이터.
- 도 31은 발광 소자 2-1의 발광층을 증착할 때의 전체 압력과 이산화 탄소의 부분 압력에 대한 Q-MASS 측정 데이터.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 아래에서, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 아래의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 다양하게 변경될 수 있는 것은 통상의 기술자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 아래에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것이 아니다.
- [0021] 형광 발광을 나타내는 유기 EL 소자의 캐리어 재결합으로부터 발광까지의 과정을 도 1을 참조하여 설명한다. 우선, 유기 EL 소자에 전압을 인가하면, 양극으로부터는 정공이, 음극으로부터는 전자가 각각 EL층에 주입된다. 주입된 캐리어(정공 및 전자)는 EL층 내를 발광층을 향하여 수송되고 어떤 위치에서 상대함으로써 재결합이 일어난다. 이 재결합이 일어나는 비율을 캐리어 밸런스( $\gamma$ )라고 한다. 캐리어가 재결합된 에너지에 의하여 유기 재료가 여기되지만 그 여기자의 생성 비율은 단일항 여기자:삼중항 여기자=1:3이 된다. 이 비율을 단일항 여기자 생성 비율( $\alpha$ )이라고 부른다. 발광 재료에서 생성된 단일항 여기자는 유기 화합물의 형광 양자 수율( $\Phi_f$ )에 따라 발광하고, 그 외의 유기 화합물에서 생성된 단일항 여기자는 발광 재료로의 에너지 이동을 거쳐  $\Phi_f$ 에 따라 발광한다. 이와 같이 발광한 광이 발광 소자의 외부에서 관측되는 비율이 이 유기 EL 소자의 광 추출 효율( $\chi$ )이 되고, 형광 발광 소자의 외부 양자 효율( $\mu_{ext}$ )은 캐리어 밸런스( $\gamma$ ), 단일항 여기자 생성 비율( $\alpha$ ), 형광 양자 수율( $\Phi_f$ ), 광 추출 효율( $\chi$ )의 곱이 되며, 다음 수학적 식 1로 표현된다.
- [0022] [수학적 식 1]
- [0023] 외부 양자 효율( $\mu_{ext}$ )= $\chi \cdot \Phi_f \cdot \alpha \cdot \gamma$  (1)
- [0024] 이 중에서  $\Phi_f$ 는 발광 재료 특유의 값이며 발광 재료마다 정해진 값이 있다. 또한,  $\gamma$ 는 적층 구조의 EL 소자에서는 거의 1이라고 가정할 수 있다. 그러므로, 동일 재료를 사용한 경우, 소자 구조에 의하여 발광 효율의 향상이 기대되는 항은 광 추출 효율( $\chi$ )과 단일항 여기자 생성 비율( $\alpha$ )의 2가지이다.
- [0025] 단일항 여기자 생성 비율( $\alpha$ )은 삼중항 여기자를 단일항 여기자로 업컨버전하는 삼중항-삼중항 소멸(triplet-triplet annihilation: TTA) 등의 기구(機構)가 존재하면 향상시킬 수 있다.
- [0026] 광 추출 효율( $\chi$ )은 발광 장치의 구조나 적층 등에 따라 변동되지만, 유리 기판 위의 유기 EL 소자는 일반적으로 20% 내지 30%라고 알려져 있다. 그러나, 이것은 발광이 등방적이라고 가정한 경우의 값이기 때문에, 발광이 이방성인 경우에는 이 값은 변화된다.
- [0027] 발광 재료의 발광은 분자의 전이 쌍극자에 대하여 수직 방향으로 생기는 것이 알려져 있기 때문에, 분자의 배향 상태를 제어하면 추출 효율( $\chi$ )을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 비정질 유기 박막에서의 분자의 배향 상태의 평가 방법으로서, 분광 엘립소메트리(ellipsometry)를 이용하는 방법이 있다. 이것은 유기 재료의 굴절률(n), 소광 계수(extinction coefficient)(k)를 측정함으로써 개략적인 값을 해석할 수 있다. 실제로 발광 소자에 사용되는 재료 중, 긴 선상 분자나 면상으로 넓어진 분자에서는 박막면에 평행한 분자 배향이 존재하는 것이 보고되어 있다(비특허문헌 1 참조).
- [0029] 그러나, 실제의 발광 소자는 다층의 유기 박막을 적층하여 구성되며, 발광 재료는 호스트 재료 중에 소량 분산된 상태이다. 그러므로, 실제의 발광 소자에서는 발광 재료의 소광 계수(k)를 높은 정밀도로 산출할 수 없어, 발광층 내의 농도가 10wt% 이하인 발광 재료는 상기 방법에 의하여 분자 배향을 알아보는 것은 어렵다.
- [0030] 여기서, 본 발명자들은 소자의 발광 상태로부터 분자 배향을 어렵잡을 방법을 채용하였다. 상기 발광 소자의 발광 강도의 방사 각도 의존성(공간 발광 패턴)은 발광 재료의 평균적인 전이 쌍극자의 방향을 반영한다. 이 공간 분포를 해석할 수 있으면 발광 소자의 배향 상태를 알아볼 수 있다. 이 방법은, 발광 소자의 발광 자체를 관측하고 해석하므로, 발광 재료가 발광하면 그 농도가 열은 상태라도 발광층 내에서 발광 재료가 어떤 배향 상태에 있는지를 알아볼 수 있다.
- [0031] 실제로는 측정된 발광 강도의 각도 의존성과, 디바이스 시뮬레이터로 발광 분자의 배향을 나타내는 파라미터 a (수학적 식 2 참조)를 가정하여 산출되는 발광 강도의 각도 의존성의 계산값을 비교함으로써, 타당한 분자 배향 파라미터 a의 값을 어렵잡아 발광 소자에서의 발광 물질의 배향 상태를 알아볼 수 있다(비특허문헌 2 참조). 또한, 본 발명자들은 디바이스 시뮬레이터에서 얻어지는 발광 스펙트럼의 형상에도 착안하며, 발광 스펙트럼 형상, 및 각도에 따른 발광 스펙트럼의 형상 변화에 대해서도 실측값과 계산값을 비교하여, 적절한 값을 예측한

다. 또한, 실측 및 시뮬레이션에서의 발광 강도로서는, 어느 특정 파장의 발광 강도가 아니라 발광 스펙트럼의 면적 강도를 사용한다. 본 발명자들이 새로 적용한 이들 방법에 의하여, 비특허문헌 2와 달리 파라미터 a를 높은 정밀도로 어림잡을 수 있다.

[0032] 다음에, 분자 배향 파라미터 a에 대하여 설명한다. 도 2는 발광 강도의 공간분포의 측정에서의 측정기의 관측 방향(150)과, 기관 위의 서로 직교하는 각 전이 쌍극자의 성분의 관계를 나타낸 것이다. 도면에 나타낸 바와 같이, 발광층 내의 발광 재료에서의 평균적인 전이 쌍극자로부터의 발광(즉, 발광 소자에서 실제로 관측되는 발광)을, 서로 직교하는 x축 방향의 성분(TEh 성분), y축 방향의 성분(TMh 성분), z축 방향의 성분(TMv 성분)의 각 전이 쌍극자로부터의 발광의 기여로 분해하였다. 바꿔 말하면, x축, y축, 및 z축 방향의 3가지 전이 쌍극자의 배향이 어떤 비율로 존재하는 것을 가정하고 있으며, 이 경우 각 전이 쌍극자로부터의 발광을 서로 더함으로써 발광 소자의 발광 패턴이 결정된다. 아래에 기재된 바와 같이, 그 비율에 관한 파라미터가 a이다.

[0033] 여기서, 상술한 바와 같이 분자로부터의 발광은 전이 쌍극자 모멘트에 대하여 수직인 방향(수직인 면 내 중 어느 방향)으로 방출되는 것이 알려져 있다. 상기 3방향으로 분할된 성분 중 TEh 성분 및 TMh 성분(x축 방향 및 y축 방향(151))은 기관면에 수평인 전이 쌍극자이므로 그 발광 방향은 기관에 대하여 수직이며, 추출하기 쉬운 발광을 나타내는 성분이라고 할 수 있다. 한편, TMv 성분(z축 방향(152))은 기관면에 수직인 전이 쌍극자이므로 그 발광 방향은 기관에 대하여 수평이며, 추출하기 어려운 발광을 나타내는 성분이다.

[0034] 도 2 중, 각 성분의 전이 쌍극자의 배향을 나타내는 화살표의 중심에 접촉한 도형은 검출기의 방향을 기관 정면( $\theta=0^\circ$ )으로부터 기관과 거의 수평( $\theta=90^\circ$ )까지 바꿨을 때 그 방향에 있는 검출기에 들어갈 발광 강도를 나타낸 모식도이며, 중심으로부터의 직선 거리가 강도에 비례한다.

[0035] TEh 성분은 광이 방출되는 방향으로 검출기가 존재하므로 기관의 각도를 바꿔도 검출되는 광의 강도(즉, 도면 중 화살표의 중심에 접촉한 도형의 화살표 중심으로부터의 직선 거리)는 일정하고, 도면 중 화살표의 중심에 접촉한 도형은 부채 형상이다. 한편, TMh 성분과 TMv 성분에서의 도면 중 화살표의 중심에 접촉한 도형은 일그러진 부채 형상이며, 기관에 대한 검출기의 각도  $\theta$ 에 따라 검출되는 광의 강도가 크게 변화되는 것을 나타내었다. 도면에서 알 수 있듯이, TMh 성분은  $\theta$ 가 작은 영역(기관의 정면 방향에 더 가까운 방향)에서 관측되면 강도가 강하고, TMv 성분은  $\theta$ 가 큰 영역(기관에 대하여 평행한 방향에 더 가까운 방향)에서 관측되면 강도가 강하다. 이때, 측정기로 측정하는 발광 강도(어떤 각도  $\theta$ 에서의 파장  $\lambda$ 에 관한 발광 강도:  $I_\lambda(\theta, \lambda)$ )는 수학적 식 2로 표현할 수 있다.

[0036] [수학적 식 2]

[0037] 
$$I_\lambda(\theta, \lambda) = a \cdot I_{TMv} + (1-a) \cdot (I_{TMh} + I_{TEh}) \quad (2)$$

[0038] 수학적 식 중  $I_{TMv}$ ,  $I_{TMh}$ ,  $I_{TEh}$ 는 도 2에서 배치된 전이 쌍극자로부터 발한 광의 공간 강도 분포를 나타내고, 수학적 식 중 a는 기관면에 수직 배치된 전이 쌍극자(TMv 성분)가 존재하는 비율을 나타낸다. 한편, 1-a는 기관면에 수평으로 배치된 전이 쌍극자(TMh 성분, TEh 성분)가 존재하는 비율을 나타낸다. 즉, a는 발광 분자의 전이 쌍극자의 배향을 나타내는 파라미터라고 간주할 수도 있다.

[0039] 또한, 수학적 식 중 a는 전이 쌍극자가 기관면에 대하여 완전히 수평 방향으로만 배치되어 있으면 TMv 성분은 없으므로 a=0이 된다. 한편, 전이 쌍극자가 기관면에 대하여 수직 방향으로만 배치되어 있으면 a=1이 된다. 또한, 전이 쌍극자의 방향이 랜덤인 경우에는 전이 쌍극자의 각 성분의 비율은 x축, y축, z축에 대하여 1:1:1로 등방적인 것으로 생각되기 때문에 기관에 수직인 성분(TMv 성분)에 대한 기관에 수평인 성분(TMh 성분 및 TEh 성분)은 1:2가 되므로, a=1/3(약 0.33)이 된다.

[0040] 여기서, 상술한 바와 같이  $I_{TEh}$ 는 각도에 상관없이 그 강도가 일정하지만,  $I_{TMv}$ ,  $I_{TMh}$ 는 상술한 바와 같이 검출기에 대한 기관의 각도( $\theta$ )에 따라 그 크기가 변화되기 때문에,  $\theta$ 를 바꿔서 발광 강도를 측정함으로써 그 강도의  $\theta$ 에 대한 변화에서 a의 값을 산출할 수 있다.

[0041] 또한, 이때, 각도에 따라 그 강도가 변화되지 않는  $I_{TEh}$ 는 측정의 방해가 된다. 그러나, 방출되는 광의 전기장의 진폭 방향은 전이 쌍극자 모멘트의 방향과 같기 때문에,  $I_{TEh}$ 는 S파,  $I_{TMv}$ ,  $I_{TMh}$ 는 P파인 것을 이용하여 S파를 절단하도록 직선 편광자를 기관과 검출기 사이에 삽입함으로써 TEh 성분을 제외하고 측정할 수 있다.

[0042] 또한, TMv 성분과 TMh 성분을 비교하면, TMh 성분의 발광 방향이 주로 기관에 대하여 수직 방향, TMv 성분의 발



광 방향이 주로 기판면에 대하여 수평 방향이지만, 고체로부터의 발광을 얻는 발광 소자에서는 TMv 성분의 발광의 대부분은 전반사되어 외부로 추출할 수 없다. 한편, TMh 성분의 발광은 TMv 성분에 비하여 외부로 추출되기 더 쉽다. 또한, 막 두께가 광학적으로 최적화된 발광 소자에서는 발광 방향이 주로 기판에 대하여 수직 방향인 TMh 성분의 발광이 간섭에 의하여 강하게 되기 때문에, TMh 성분의 발광 강도가 높아진다(따라서, 발광 효율이 최대화된다). 즉, 배향 파라미터 a가 1에 지나치게 가까운 값이 아닌 한, 막 두께가 광학적으로 최적화된 소자에서는, TMv 성분과 TMh 성분의 발광 강도에 매우 큰 차이가 생긴다. 막 두께가 광학적으로 최적화된 소자, 즉 발광 효율이 최대화된 발광 소자에서는 관측되는 발광의 대부분이 TMh 성분이다. 이와 같이 TMv 성분과 TMh 성분의 발광 강도의 차이가 큰 경우, 강도가 더 작은 성분(이 경우에는 TMv 성분)의 기여를 발광 강도의 각도 분포로부터 실험적으로 추출하는 것은 어렵다.

[0043] 그러므로, 본 실시형태에서는, 간섭 효과를 이용하여 기판 정면 방향의 발광 강도를 가능한 한 억제함(즉, TMh 성분의 발광을 광학 간섭을 이용하여 가능한 한 저하시킴)으로써 TMv 성분에 대한 TMh 성분의 비율, 즉 파라미터 a의 값을 쉽게 산출할 수 있도록 막 두께를 조절한 소자를 사용하여 측정한다. 구체적으로는 발광 영역과 음극 사이의 거리를 2분의  $n\lambda$  ( $n\lambda/2$ )로 함으로써 기판 정면 방향의 휘도를 약하게 한 소자를 사용한다. 막 두께의 조절은 일반적으로 알칼리 금속을 첨가한 전자 수송층의 막을 두껍게 하는 것 등에 의하여 행하지만 막의 도전성에 한계가 있으므로 구동 전압의 상승이나 캐리어 밸런스의 무너짐 등을 초래하기 쉽다. 그러므로, 이 막 두께의 조절에는, 정공 수송성 재료와, 상기 정공 수송성 재료에 억셉터성을 나타내는 재료를 함유시킨 복합 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 복합 재료는 EL층에서의 정공 주입층에 사용하는 것이 바람직하다. 또는, 전자 주입층과 음극 사이에 사용하여도 좋다.

[0044] 복합 재료에 사용하는 정공 수송성 재료로서는, 방향족 아민 화합물, 카바졸 유도체, 방향족 탄화수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 폴리머 등) 등 다양한 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합 재료에 사용하는 정공 수송성 물질로서는,  $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$  이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 아래에서는, 복합 재료에서의 정공 수송성 재료로서 사용할 수 있는 유기 화합물의 예를 구체적으로 열거한다.

[0045] 복합 재료에 사용할 수 있는 정공 수송성 재료로서는, N,N'-다이(p-트릴)-N,N'-다이페닐-p-페닐렌디아민(약칭: DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭: DPA3B) 등의 방향족 아민 화합물, 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), 4,4'-다이(N-카바졸릴)바이페닐(약칭: CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카바졸릴)페닐]벤젠(약칭: TCPB), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카바졸(약칭: CzPA), 1,4-비스[4-(N-카바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등의 카바졸 유도체, 2-tert-부틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 2-tert-부틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-다이페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 2-tert-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭: t-BuDBA), 9,10-다이(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-다이페닐안트라센(약칭: DPAnth), 2-tert-부틸안트라센(약칭: t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭: DMNA), 2-tert-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-다이(2-나프틸)안트라센, 9,9'-바이안트릴, 10,10'-다이페닐-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-바이안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-바이안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(tert-부틸)페릴렌 등의 방향족 탄화수소를 들 수 있다. 또한, 이 외에, 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다. 바이닐 골격을 갖는 방향족 탄화수소라도 좋고, 바이닐 골격을 갖는 방향족 탄화수소로서는, 예를 들어, 4,4'-비스(2,2-다이페닐바이닐)바이페닐(약칭: DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-다이페닐바이닐)페닐]안트라센(약칭: DPVPA) 등이 있다.

[0046] 또한, 특히 정공 수송성 재료로서, 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV), 1,3,5-트라이(다이벤조싸이오펜-4-일)-벤젠(약칭: DBT3P-II), 4,4'-(바이페닐-2,2'-다이일)-비스-다이벤조싸이오펜(약칭: oDBTBP-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[3-(트라이페닐렌-2-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: mDBTTP-II), 3,6-다이-(다이벤조싸이오펜-4-일)-9-페닐-9H-카바졸(약칭: DBT2PC-II), 4-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: 2mDBTPPA-II), 4-[3-(9,10-다이페닐-2-안트릴)페닐]다이벤조퓨란(약칭: 2mDBFPPA-II), 4-[4-(9-페닐안트라센-10-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: mDBTPA-II) 등의 다이벤조싸이오펜 유도체 또는 다이벤조퓨란 유도체, 및 1-[3,5-다이(나프탈렌-1-일)페닐]나프

탈렌(약칭: N3P), 9-[3,5-다이(페난트렌-9-일)페닐]페난트렌(약칭: Pn3P), 1,2,3,4-테트라페닐나프탈렌(약칭: P4N), 2-[3,5-다이-(나프탈렌-2-일)-페닐]-나프탈렌(약칭:  $\beta$ N3P), 및 9,9'-(바이페닐-3,3'-다이일)-다이-페난트렌(약칭: mPnBP) 등의 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트라이페닐렌 골격에 치환기가 결합된, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물을 사용한 복합 재료는 가시광 영역으로부터 근적외 영역에 걸쳐 흡수가 없기 때문에 상기 복합 재료를 사용하여 제작한 발광 소자를 측정할 결과는 계산 결과와 잘 맞았고, 높은 정밀도로 a의 값을 산출할 수 있다.

- [0047] 또한, 폴리(N-바이닐카바졸)(약칭: PVK)이나 폴리(4-바이닐트라이페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-다이페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노)페닐]메타크릴아마이드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-뷰틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0048] 역셉터성 물질로서는, 7,7,8,8-테트라시아아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한, 원소 주기율표의 4족 내지 8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 크로뮴, 산화 몰리브데넘, 산화 텅스텐, 산화 망가니즈, 산화 레늄은 전자 수용성이 높으므로 바람직하다. 그 중에서도 특히 산화 몰리브데넘은 대기 중에서도 안정적이며, 흡습성이 낮아 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.
- [0049] 상기 복합 재료는 도전성이 높으므로, 막을 두껍게 하여도 구동 전압이 상승되기 어렵고, 캐리어 밸런스로 유지할 수 있다는 장점이 있다.
- [0050] 또한, 이와 같이, 측정에는 일부 특별한 구조를 갖는 발광 소자를 사용하지만, 발광층의 구성은 일반적인 발광 소자와 마찬가지로 형성하기 때문에, 배향의 평가 결과는 같은 발광층의 구성을 갖는 발광 소자의 배향 상태에도 적용할 수 있다.
- [0051] 이와 같은 발광 소자를 실제로 EL 발광시켜, 직선 편광자를 기판에 수직 방향으로 삽입하여 발광 강도의 각도 의존성을 측정한다. 발광 강도는 어느 하나의 파장에서의 강도로서 나타내어도 좋지만 본 발명의 일 형태에서는 발광 스펙트럼 강도를 적분한 값으로 나타내는 것이 더 정확히 검증할 수 있어 바람직하다.
- [0052] 이 실험값을 유기 디바이스 시뮬레이터(semiconducting emissive thin film optics simulator:setfos; 사이버넷 시스템 주식회사 제조)에 의한 계산 결과와 비교함으로써, 상기 발광 소자에서의 a의 값을 산출할 수 있다. 상기 계산에서는, 발광 재료의 스펙트럼 형상, 적층 구조의 막 두께, 굴절률, 소광 계수, 및 발광 영역의 위치·폭을 입력함으로써, 입력한 임의의 a의 값에서 각도  $\theta$ 에 대한 발광 강도(스펙트럼)를 산출할 수 있다.
- [0053] 또한, 계산할 때에는 발광 영역의 위치를 결정할 필요가 있지만, 발광 영역의 위치는 측정할 수 없으므로 상정하여 계산한다. 발광 영역의 위치는 발광층의 캐리어 수송성 등으로부터 경험적으로 상정할 수 있으나 막 두께 방향의 한 곳에 고정하기보다 재결합 확률이 가장 높다고 생각되는 발광 위치(예를 들어 발광층의 전자 수송성이 정공 수송성보다 높으면, 정공 수송층\발광층 계면 근방)를 먼저 고정하고, 그 위치에서 지수 함수적으로 재결합 확률이 감소되도록 발광 영역이 확장된다고 가정하여 계산하면, 실측에 가까운 스펙트럼 형상의 양호한 계산 결과를 얻을 수 있다.
- [0054] 본 발명자들은 발광 소자에서, 상기 방법에 의하여 산출한 a의 값을 0.2 이하, 바람직하게는 0 이상 0.2 이하로 함으로써 발광 효율이 매우 양호한 발광 소자를 얻을 수 있다는 것을 발견하였다.
- [0055] 여기서, 각 배향 상태에서의 광 추출 효율을 생각한다. 전이 쌍극자 모멘트가 랜덤 배향( $a=1/3 \approx 0.33$ )될 때에 비하여, 기판에 대하여 완전히 수평으로 배향( $a=0$ )될 때는, 랜덤 배향 시에 기판에 수직인 3분의 1의 분자의 전이 쌍극자 모멘트가 수평 상태가 된다. 그러므로, 기판면에 수평인 전이 쌍극자 모멘트의 비율은 랜덤 배향 시의 1.5배가 된다.
- [0056] 여기서, 상술한 바와 같이, 최적화된 발광 소자에서 관측되는 발광은 그 대부분이 수평 배향된 분자로부터 방출되는 발광 성분에서 유래하고, 수직 배향되는 분자로부터 방출되는 발광(즉, TMv 성분)은 상대적으로 무시할 수 있을 만큼 미약하다. 따라서, 랜덤 배향인 경우, 3분의 1의 분자로부터의 발광은 실질적으로 추출되지 않았다고 생각할 수 있다. 한편, a가 0인 경우에는 상술한 바와 같이 기판에 수평인 전이 쌍극자 모멘트의 비율이 랜덤 배향인 경우의 1.5배가 되므로, 관측되는 발광에 기여하는 분자의 비율도 약 1.5배가 되고, 발광의 추출 효율도 약 1.5배가 된다.
- [0057] 이와 같이, 본 발명의 일 형태의 발광 소자는 발광층의 a의 값이 0.2 이하임으로써, 랜덤 배향인 경우에 비하여 외부로 추출할 수 있는 발광이 더 증가되어, 외부 양자 효율의 양호한 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, a의

값이 0.2인 경우, 수평 배향의 전이 쌍극자 모멘트의 비율은 랜덤 배향의 1.2배가 되고, 1.2배의 추출 효율을 실현한다.

[0058] 또한, 발광 소자의 전극은 기관에 수평으로 제공되기 때문에, 기관에 수평인 전이 쌍극자 모멘트는 발광 소자의 제 1 전극 또는 제 2 전극에도 수평이라고 할 수 있다.

[0059] 또한, 여기까지 발광 재료가 형광 발광 물질인 형광 발광 소자를 예로 들어 설명하였지만, 물론 발광 재료가 인광 발광 물질인 경우에도 적용할 수 있다. 발광 재료가 인광 발광 물질임으로써, 매우 양호한 발광 효율을 나타내는 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 인광 발광 물질은 이리듬 착체인 것이 바람직하다. a의 값이 0.2 이하인 발광층을 갖는 발광 소자임으로써, 인광 발광 소자에서는 외부 양자 효율이 25% 이상이라는 양호한 효율을 나타내는 발광 소자를 제공하기 쉬워진다. 또한, 발광 재료의 인광 양자 수율이 매우 높으면(예를 들어 0.84 이상, 바람직하게는 0.9 이상이면), 외부 양자 효율 30% 이상으로 이론 한계를 넘은 외부 양자 효율을 나타내는 매우 양호한 효율을 나타내는 발광 소자를 제공하는 것도 가능하다. 또한, 인광 발광 소자에서는 발광층에 호스트 재료 및 발광 재료 외에 제 3 물질을 함유시켜 호스트 재료와 제 3 물질이 들뜬 복합체를 형성하는 바와 같은 구성이 에너지 이동의 효율화나 구동 전압의 저감 등의 효과를 가지므로 바람직하다.

[0060] 발광 재료가 형광 발광 재료인 경우에, 상기 발광 재료는 분자 배향을 생각하면 축합 방향족 탄화수소 골격을 포함하는 물질인 것이 바람직하다. a의 값이 0.2 이하인 발광층을 갖는 발광 소자임으로써, 추출 효율이 1.2배 이상이 되기 때문에, 형광 발광 소자에서는 발광 재료의 형광 양자 수율이 매우 높으면(예를 들어 0.84 이상, 바람직하게는 0.9 이상이면), 외부 양자 효율 7.5% 이상으로 이론 한계를 넘은 외부 양자 효율을 갖는 양호한 효율을 나타내는 발광 소자를 제공하는 것도 가능하다. 이에 더하여, TTA 등의 기구를 동시에 가짐으로써 외부 양자 효율 10% 이상으로 매우 양호한 효율을 나타내는 발광 소자를 제공하는 것도 가능하다. TTA를 동시에 갖는 발광 소자에서는 지연 형광 성분이 관측된다.

[0061] <<발광 소자>>

[0062] 이어서, 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 예에 대하여 도 3의 (A)를 참조하여 아래에서 자세히 설명한다.

[0063] 본 실시형태의 발광 소자는 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)으로 이루어지는 한 쌍의 전극과, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이의 EL층(103)을 포함한다. 또한, 제 1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제 2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로 하여 아래에서 설명한다.

[0064] 제 1 전극(101)을 양극으로서 기능시키기 위해서는 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용하여 형성하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 예를 들어, 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 실리콘 또는 산화 실리콘을 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이들의 도전성 금속 산화물막은 일반적으로 스퍼터링법에 의하여 형성되지만, 졸-겔법 등을 응용하여 제작하여도 좋다. 제작 방법의 예로서는 산화 인듐에 대하여 1wt% 내지 20wt%의 산화 아연이 첨가된 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여, 산화 인듐-산화 아연을 형성하는 방법 등이 있다. 또한, 산화 인듐에 대하여 산화 텅스텐이 0.5wt% 내지 5wt%, 산화 아연이 0.1wt% 내지 1wt% 함유된 타깃을 사용하여 스퍼터링법에 의하여, 산화 텅스텐 및 산화 아연이 함유된 산화 인듐(IWZO)을 형성할 수도 있다. 이 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크로뮴(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd), 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어, 질화 타이타늄) 등을 들 수 있다. 또한, 그래핀을 사용할 수도 있다. 또한, 후술하는 복합 재료를 EL층(103)에서 제 1 전극(101)과 접촉하는 층에 사용함으로써 일함수에 상관없이 전극 재료를 선택할 수 있게 된다.

[0065] EL층(103)은 적층 구조를 갖고, 적어도 발광층을 갖는다. 그 외의 층으로서 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어 블로킹층, 중간층 등이 있고, 발광 소자는 이들을 적절히 조합하여 구성할 수 있다. 본 실시형태에서는 제 1 전극(101) 위에 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 및 전자 주입층(115)이 이 순서대로 적층된 EL층(103)의 구성에 대하여 설명한다. 각 층을 구성하는 재료의 예를 아래에서 구체적으로 기재한다.

[0066] 정공 주입층(111)은 정공 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 몰리브덴 산화물, 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망가니즈 산화물 등을 사용할 수 있다. 이들 외에, 프탈로사이아닌(약칭: H<sub>2</sub>Pc)이나 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPC) 등의 프탈로사이아닌계 화합물, 4,4'-비스[N-(4-다이페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-다이페닐-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민(약칭: DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(스타이렌

설폰산)(약칭: PEDOT/PSS) 등의 고분자 등, 7,7,8,8-테트라사이아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노다이메테인(약칭: F<sub>4</sub>-TCNQ), 클로라닐 등에 의해서도 정공 주입층(111)을 형성할 수 있다.

[0067] 또한, 정공 주입층(111)에, 정공 수송성 물질에 엑셉터성 물질을 포함시킨 복합 재료를 사용할 수 있다. 복합 재료는 발광 소자의 막 두께를 조절할 때에 적합하게 사용할 수 있는 상술한 복합 재료와 동일하므로 반복 설명을 생략한다. 또한, 복합 재료를 정공 주입층에 사용함으로써 제 1 전극 재료를 일함수에 상관없이 선택할 수 있게 된다.

[0068] 정공 주입층(111)을 형성함으로써, 정공 주입성이 양호하게 되어, 구동 전압이 작은 발광 소자를 얻을 수 있게 된다.

[0069] 정공 수송층(112)은 정공 수송성 물질을 포함하는 층이다. 정공 수송성 물질로서는, 예를 들어, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB)이나 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-다이페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-다이아민(약칭: TPD), 4,4',4''-트리스(N,N'-다이페닐아미노)트라이페닐아민(약칭: TDATA), 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트라이페닐아민(약칭: MTDATA), 4,4'-비스[N-(스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: BSPB), 4-페닐-4''-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기에 열거한 물질은 정공 수송성이 높고, 주로 10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 상술한 복합 재료에서의 정공 수송성 물질로서 열거한 유기 화합물도 정공 수송층(112)에 사용할 수 있다. 또한, 정공 수송성 물질을 포함하는 층은 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어진 층이 2층 이상 적층된 것으로 하여도 좋다.

[0070] 발광층(113)은 형광 발광을 나타내는 층이어도 좋고, 인광 발광을 나타내는 층이나 열활성화 지연 형광(TADF)을 나타내는 층이어도 좋다. 또한, 단층이어도 좋고, 상이한 발광 물질이 포함되는 복수의 층으로 이루어져도 좋다. 복수의 층으로 이루어지는 발광층을 형성하는 경우, 인광 발광 물질이 포함되는 층과 형광 발광 물질이 포함되는 층이 적층되어도 좋다. 이때, 인광 발광 물질이 포함되는 층에는, 후술하는 들뜬 복합체를 이용하는 것이 바람직하다.

[0071] 형광 발광 물질로서는, 예를 들어 다음과 같은 물질을 사용할 수 있다. 또한, 이 외의 형광 발광 물질도 사용할 수 있다. N,N'-다이페닐-N,N'-비스[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]필렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FLPAPrn), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]필렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn), N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-N,N'-다이페닐필렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mFLPAPrn), N,N'-비스(2,6-다이메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]필렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6oDmMemFLPAPrn), N,N'-비스[4-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-N,N'-다이페닐-필렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6FrBAPrn-II), N,N'-비스[3-(다이벤조퓨란-4-일)페닐]-N,N'-다이페닐-필렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mFrBAPrn-II), N,N'-(필렌-1,6-다이일)비스[(N-페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-02), N,N'-(필렌-1,6-다이일)비스[(6,N-다이페닐벤조[b]나프토[1,2-d]퓨란)-8-아민](약칭: 1,6BnfAPrn-03), 9,10-비스[N-페닐-N-(9-페닐카바졸-3-일)아미노]안트라센(약칭: PCA2A), 쿠마린 545T, 등을 들 수 있다. 특히, 1,6FLPAPrn이나 1,6mMemFLPAPrn과 같은 필렌다이아민 화합물로 대표되는 축합 방향족 다이아민 화합물은 정공 트랩성이 높고, 발광 효율이나 신뢰성이 우수하고, 또한 분자 배향되기 쉬우므로 바람직하다.

[0072] 발광층(113)에서 인광 발광 물질로서 사용할 수 있는 재료의 예로서는 다음과 같은 재료를 들 수 있다. 트리스{2-[4-(2-아다만틸)-3-메틸-4H-1,2,4-트리아졸-5-일-κN]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: [Ir(Mptz-Adm2)<sub>3</sub>]), 트리스{2-[4-(4-사이아노-2,6-다이아이소뷰틸페닐)-5-(2-메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN<sup>2</sup>]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: Ir(mpptz-diBuCNp)<sub>3</sub>), 트리스{2-[4-(4-사이아노-2,6-다이메틸페닐)-5-(2-메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN<sup>2</sup>]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: Ir(mpptz-dmCNp)<sub>3</sub>), 트리스{2-[1-(4-사이아노-2,6-다이아이소뷰틸페닐)-1H-이미다졸-2-일-κN<sup>3</sup>]페닐-κC}이리듐(III)(약칭: Ir(pim-diBuCNp)<sub>3</sub>)와 같은 아졸(특히 트리아졸이나 이미다졸) 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토네이트)비스(6-tert-뷰틸-4-페닐피리미디네이트)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[6-(2-노보닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(nbppm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디네이트]이리듐(III)(약칭: [Ir(mpmpm)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토네이트)비스(4,6-다이페닐피리미디네이트)이

리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ), (아세틸아세토네이트)비스(4,5,6-트라이페닐피리미디네이트)이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{tppm})_2(\text{acac})]$ ), 비스{2-[6-(3,5-다이메틸페닐)-4-피리미딘일- $\kappa\text{N}3$ ]-4,6-다이메틸페닐- $\kappa\text{C}$ }(2,6-다이메틸-3,5-헵테인다이오네이트- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$ )이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmdppm})_2(\text{dibm})]$ ), 비스{2-[6-(3,5-다이메틸페닐)-4-피리미딘일- $\kappa\text{N}3$ ]-4,6-다이메틸페닐- $\kappa\text{C}$ }(2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이트- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$ )이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmdppm})_2(\text{dpm})]$ )와 같은 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리튬 착체나, 비스(2,3,5-트라이페닐피라지네이트)(다이피발로일메타네이트)이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ ), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일- $\kappa\text{N}$ ]페닐- $\kappa\text{C}$ }(2,4-펜탄다이오네이트- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$ )이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{acac})]$ ), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일- $\kappa\text{N}$ ]페닐- $\kappa\text{C}$ }(2,8-다이메틸-4,6-노난다이오네이트- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$ )이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{divm})]$ ), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(2,6-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일- $\kappa\text{N}$ ]페닐- $\kappa\text{C}$ }(2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이트- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$ )이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmp})_2(\text{dpm})]$ ), 비스{4,6-다이메틸-2-[5-(2,5-다이메틸페닐)-3-(3,5-다이메틸페닐)-2-피라진일- $\kappa\text{N}$ ]페닐- $\kappa\text{C}$ }(2,2,6,6-테트라메틸-3,5-헵테인다이오네이트- $\kappa^2\text{O},\text{O}'$ )이리튬(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{dmdppr-25dmp})_2(\text{dpm})]$ )과 같은 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리튬 착체를 들 수 있다. 이들 유기 금속 이리튬 착체는 발광 효율이나 신뢰성이 우수하고, 또한 분자 배향하기 쉬우므로 바람직하다.

[0073] 또한, 상술한 인광성 화합물 외에, 다양한 인광성 발광 재료를 선택하여 사용하여도 좋다.

[0074] TADF 재료로서는 2-(바이페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인돌로[2,3-a]카바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(약칭: PIC-TRZ)이나, 9-(4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-9'-페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(약칭: PCCzTzn), 2-{4-[3-(N-페닐-9H-카바졸-3-일)-9H-카바졸-9-일]페닐}-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-페녹사진-10-일)페닐]-4,6-다이페닐-1,3,5-트리아진(약칭: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-페닐-5,10-다이하이드로페나진-10-일)페닐]-4,5-다이페닐-1,2,4-트리아졸(약칭: PPZ-3TPT), 3-(9,9-다이메틸-9H-아크리딘-10-일)-9H-크산텐-9-온(약칭: ACRXTN), 비스[4-(9,9-다이메틸-9,10-다이하이드로아크리딘)페닐]설폰(약칭: DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온(약칭: ACRSA) 등의  $\pi$  전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와  $\pi$  전자 부족형 헤테로 방향족 고리 양쪽을 갖는 헤테로 고리 화합물을 사용할 수 있다. 상기 헤테로 고리 화합물은  $\pi$  전자 과잉형 헤테로 방향족 고리 및  $\pi$  전자 부족형 헤테로 방향족 고리를 갖기 때문에, 전자 수송성 및 정공 수송성이 둘 다 높아 바람직하다. 또한,  $\pi$  전자 과잉형 헤테로 방향족 고리와  $\pi$  전자 부족형 헤테로 방향족 고리가 직접 결합된 물질은,  $\pi$  전자 과잉형 헤테로 방향족 고리의 도너성(donor property) 및  $\pi$  전자 부족형 헤테로 방향족 고리의 억셉터성이 둘 다 증가되어  $S_1$  준위와  $T_1$  준위의 에너지 차이가 작아지기 때문에 열활성화 지연 형광을 효율적으로 얻을 수 있어 특히 바람직하다. 또한,  $\pi$  전자 부족형 헤테로 방향족 고리 대신에 사이아노기와 같은 전자 흡인기가 결합된 방향족 고리를 사용하여도 좋다.

[0075] 발광층의 호스트 재료로서는, 전자 수송성을 갖는 재료나 정공 수송성을 갖는 재료 등 다양한 캐리어 수송 재료를 사용할 수 있다.

[0076] 전자 수송성을 갖는 재료로서는 예를 들어, 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리네이트)베릴륨(II)(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)(4-페닐페놀레이트)알루미늄(III)(약칭: BA1q), 비스(8-퀴놀리놀레이트)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤즈옥사졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조싸이아졸릴)페놀레이트]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체나, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸(약칭: PBD), 3-(4-바이페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-뷰틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 1,3-비스[5-(p-tert-뷰틸페닐)-1,3,4-옥사다이아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사다이아졸-2-일)페닐]-9H-카바졸(약칭: CO11), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트라이일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭: TPBI), 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭: mDBTBIm-II) 등의 폴리아졸 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물이나 2-[3-(다이벤조싸이오펜-4-일)페닐]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II), 2-[3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f, h]퀴놀살린(약칭: 2mCzBPDBq), 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-다이벤조싸이엔일)페닐]피리미딘(약칭: 4,6mDBTP2Pm-II) 등의 다이아진 골격을 갖

는 헤테로 고리 화합물이나, 3,5-비스[3-(9H-카바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy), 1,3,5-트라이[3-(3-피리딜)페닐]벤젠(약칭: TmPyPB) 등의 피리딘 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도 다이아진 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물이나 피리딘 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물은 신뢰성이 양호하기 때문에 바람직하다. 특히, 다이아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 갖는 헤테로 고리 화합물은 전자 수송성이 높고, 구동 전압 저감에도 기여한다.

[0077] 정공 수송성을 갖는 재료로서는, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(약칭: NPB), 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), 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: PCBANB), 9,9-다이메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]플루오렌-2-아민(약칭: PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]스파이로-9,9'-바이플루오렌-2-아민(약칭: PCBASF) 등의 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나, 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) 등의 카바졸 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II), 2,8-다이페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐다이벤조싸이오펜(약칭: DBTFLP-IV) 등의 싸이오펜 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조퓨란)(약칭: DBF3P-II), 4-[3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐]다이벤조퓨란(약칭: mmDBFFLBI-II) 등의 퓨란 골격을 갖는 화합물을 들 수 있다. 상술한 것 중에서도 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나 카바졸 골격을 갖는 화합물은 신뢰성이 양호하고, 또한 정공 수송성이 높고, 구동 전압 저감에도 기여하기 때문에 바람직하다. 또한, 상술한 정공 수송 재료 외에, 다양한 물질 중에서 정공 수송 재료를 사용하여도 좋다.

[0078] 발광 물질로서 형광 발광 물질을 사용하는 경우에는, 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-플루오렌-9-일)-바이페닐-4'-일}-안트라센(약칭: FLPPA) 등의 안트라센 골격을 갖는 재료가 적합하다. 안트라센 골격을 갖는 물질을 형광 발광 물질의 호스트 재료로서 사용하면, 발광 효율 및 내구성 둘 다 양호한 발광층을 구현할 수 있다. 특히, CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA, 및 PCzPA는 특성이 우수하기 때문에 바람직하다.

[0079] 또한, 호스트 재료는 복수 종류의 물질을 혼합한 재료라도 좋고, 혼합된 호스트 재료를 사용하는 경우에는 전자 수송성을 갖는 재료와 정공 수송성을 갖는 재료를 혼합하는 것이 바람직하다. 전자 수송성을 갖는 재료와 정공 수송성을 갖는 재료를 혼합함으로써, 발광층(113)의 수송성을 쉽게 조정할 수 있어 재결합 영역을 쉽게 제어할 수 있다. 정공 수송성을 갖는 재료와 전자 수송성을 갖는 재료의 함유량의 비율은 정공 수송성을 갖는 재료:전자 수송성을 갖는 재료= 1:9 내지 9:1로 하면 좋다.

[0080] 또한, 이들 혼합된 호스트 재료끼리로 들뜬 복합체를 형성하여도 좋다. 상기 들뜬 복합체는 형광 발광 물질, 인광 발광 물질, 및 TADF 재료의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 겹치는 바와 같은 발광을 나타내는 들뜬 복합체를 형성하는 조합을 선택함으로써, 에너지 이동이 더 원활하게 수행되어 발광을 효율적으로 얻을 수 있게 된다. 또한, 상기 구성은 구동 전압도 저하되기 때문에 바람직하다.

[0081] 또한, 발광 재료의 배향 상태를 나타내는 a의 값은 호스트 재료의 종류나 수에는 영향을 많이 받지 않는다는 것이 알려져 있으므로 호스트 재료로서 어떤 재료를 선택하여도 상관없다.

[0082] 상술한 바와 같은 구성을 갖는 발광층(113)은 진공 증착법에 의한 공증착을 이용하여 제작할 수 있다. 이때, 증착실에 설치한 4중극형 질량 분석기(Q-MASS)로 측정된 증착실 내의 분위기로써, 증착실 내의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 대기 중보다 큰 것이 유효한 조건이다. 대기 중에서, 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율(즉, 체적 비율)은 약 0.03%이다. 한편, 감압하의 진공 챔버에서, 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.03%보다 큰 상태, 바람직하게는 0.1% 이상인 상태로 발광층을 성막함으로써 발광 재료의 a가 0.2 이하의 배향 상태가 되는 발광층을 갖는 발광 소자의 제작이 쉬워진다. 또한, 이산화 탄소는 캐리어 수송성을 저해하므로 상기 비율은 10% 이하가 바람직하다.

- [0083] 이산화 탄소는 C-O 결합 상에  $\pi$  결합을 가지며 탄소의  $\sigma$  결합이 sp 혼성 궤도로 형성되기 때문에, 막대기 모양(직선상)을 갖는다. 또한, 직선상 분자(또는 평판상 분자)는 기관에 퇴적될 때, 그 장축 방향이 기관면에 대하여 수평으로 배향되는 것이 알려져 있다. 한편, 발광 재료의 전이 쌍극자 모멘트는 발광단의  $\pi$  공액계에 대하여 수평 방향인 경우가 많다. 따라서, 이산화 탄소 분자가 기관 위에 흡착된 상태에서 발광 재료가 성막되면,  $\pi$  궤도 상호 작용에 의하여  $\pi$ - $\pi$  적층 결합이 생겨, 발광 재료의 전이 쌍극자가 기관면에 대하여 수평으로 배향되기 쉬워진다고 생각된다. 또는, 발광 재료가 이산화 탄소 분자와  $\pi$  궤도 상호 작용에 의하여 커플링한 상태에서 성막되는 경우에도, 발광 재료의 전이 쌍극자가 기관면에 대하여 수평으로 배향되기 쉬워지는 것으로 생각된다. 또한, 성막 시의 평형 상태에서는 이산화 탄소 분자는 쉽게 이탈되기 때문에, 이산화 탄소가 소자 특성에 영향을 미칠 정도로 잔류하는 일은 별로 없다.
- [0084] 이때, 기관의 온도를 증착실에서의 기관 주변의 분위기의 온도 이하로 하면, 상기 a의 값이 작은 발광 소자를 얻기 쉬워진다. 즉, 기관을 냉각하면서 발광층을 증착하면, 상기 효과를 얻기 쉬워진다. 기관의 냉각 방법으로서, 예를 들어, 기관을 설치하는 스테이지를 열 전도율이 양호한 부재로 형성하고, 상기 스테이지에서의 기관이 설치되는 면과 반대 면에, 냉매가 통과하는 파이프를 놓혀 기관을 냉각시킬 수 있는 방법이 있다.
- [0085] 진공 증착에 의하여 성막된 막에서, 기관면에 대하여 거의 수평으로 배향된 분자는 유리 전이점 이상으로 가열하면, 랜덤 배향으로 변화되는 것이 알려져 있다. 그리고 이 변화는 비가역이다. 진공 증착막은 본질적으로 준안정 상태이며, 상전이를 일으키는 온도(예를 들어 상기와 같은 유리 전이 온도)를 가함으로써 최안정 상태로 변화된다고 생각되기 때문에, 수평 배향은 준안정 상태, 랜덤 배향이 최안정 상태인 것이 시사된다. 즉, 깎스 자유 에너지가 가장 낮아지는 것은 랜덤 배향의 상태인 한편, 증착 시에 수평 배향되는 분자는 자유 에너지가 약간 높은 상태이다. 이것은 다음과 같이 설명할 수 있다.
- [0086] 우선, 진공 증착 시에 큰 열 에너지를 가져 기체가 된 분자는 기관에 충돌되었을 때 기관면 위에서 급속히 냉각되고(열 에너지를 잃고), 기관 위를 운동한 후 고착한다. 이때, 예를 들어 평판상 분자(전이 쌍극자는 그 면 방향)라면, 기관에 충돌되고 나서 고착할 때 각 분자에 안정된 상태는 그 분자의 평면(즉, 전이 쌍극자)이 기관에 대하여 실질적으로 수평인 상태이다. 이것은 형상에 의존하는 문제라고 할 수 있다. 그러나, 이것은 분자가 각각 냉각되기 때문에 생기는 준안정 상태에 불과하다. 분자의 집합체인 막 전체로 보면, 원래 랜덤 배향이 최안정 상태이기 때문이다. 예를 들어, 사면체 주사위를 기관 위에 던지면, 사면체의 어느 면이 기관과 수평으로 되어 멈춘다. 이 상태는 주사위 하나에 있어서는 안정 상태이지만, 주사위의 집합체에 있어서는 준안정 상태이다. 왜냐하면, 많은 사면체 주사위를 자유로이 움직일 수 있는 상태에서 상자에 놓으면, 주사위의 방향은 랜덤 배향이 최안정 상태가 되기 때문이다(그리고 이 상태는 비가역이다). 전자(前者)가 성막 직후의 준안정 상태, 후자가 성막 후에 열 에너지를 가하여 형성할 수 있는(상전이를 거쳐 얻을 수 있는) 최안정 상태라고 생각할 수 있다. 이것을 고려하면, 급격한 냉각에 의하여, 열적인 영향보다 분자 각각의 형상 의존의 영향을 지배적으로 함으로써, 수평 배향되기 더 쉬워진다고 생각된다. 즉, 기관은 냉각하는 것이 바람직하다.
- [0087] 전자 수송층(114)은 전자 수송성을 갖는 물질을 포함하는 층이다. 전자 수송성을 갖는 물질로서는, 상기 호스트 재료에 사용할 수 있는 전자 수송성을 갖는 재료로서 예로 든 재료나, 안트라센 골격을 갖는 재료를 사용할 수 있다.
- [0088] 또한, 전자 수송층과 발광층 사이에 전자 캐리어의 이동을 제어하는 층을 제공하여도 좋다. 이것은 상술한 전자 수송성이 높은 재료에 전자 트랩성이 높은 물질을 소량 첨가한 층이고, 전자 캐리어의 이동을 억제함으로써 캐리어 밸런스를 조절할 수 있다. 이와 같은 구성은, 전자가 발광층을 지나가는 것으로 인하여 발생하는 문제(예를 들어 소자 수명의 저하)의 억제에 큰 효과를 발휘한다.
- [0089] 또한, 전자 수송층(114)과 제 2 전극(102) 사이에, 제 2 전극(102)과 접촉하는 전자 주입층(115)을 제공하여도 좋다. 전자 주입층(115)으로서, 플루오린화 리튬(LiF), 플루오린화 세슘(CsF), 플루오린화 칼슘(CaF<sub>2</sub>) 등의 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어지는 층 내에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 이들의 화합물을 함유시킨 것을 사용할 수 있다. 또한, 전자 주입층(115)에 전자화물(electride)을 사용하여도 좋다. 전자화물로서는, 예를 들어, 칼슘과 알루미늄의 혼합 산화물에 전자를 고농도로 첨가한 물질 등을 들 수 있다. 또한, 전자 주입층(115)으로서, 전자 수송성을 갖는 물질로 이루어지는 층 내에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유시킨 것을 사용함으로써, 제 2 전극(102)으로부터의 전자 주입이 효율적으로 수행되므로 더 바람직하다.
- [0090] 또한, 전자 주입층(115) 대신에 전하 발생층(116)을 제공하여도 좋다(도 3의 (B) 참조). 전하 발생층(116)은

전위의 인가에 의하여 상기 층의 음극 측에 접촉하는 층에 정공을, 양극 측에 접촉하는 층에 전자를 주입할 수 있는 층을 말한다. 전하 발생층(116)에는 적어도 P형층(117)이 포함된다. P형층(117)은 상술한 정공 주입층(111)을 구성할 수 있는 재료로서 열거한 복합 재료를 사용하여 형성하는 것이 바람직하다. 또한, P형층(117)은 복합 재료를 구성하는 재료로서 상술한 억셉터 재료를 포함하는 막과 정공 수송 재료를 포함하는 막을 적층하여 구성하여도 좋다. P형층(117)에 전위를 인가함으로써, 전자 수송층(114)에 전자가, 음극인 제 2 전극(102)에 정공이 주입되어, 발광 소자가 동작한다.

- [0091] 또한, 전하 발생층(116)에는 P형층(117) 외에, 전자 릴레이층(118) 및 전자 주입 버퍼층(119) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두가 제공되는 것이 바람직하다.
- [0092] 전자 릴레이층(118)은 적어도 전자 수송성을 갖는 물질을 포함하고, 전자 주입 버퍼층(119)과 P형층(117)의 상호 작용을 방지하여 전자를 원활하게 이동시키는 기능을 갖는다. 전자 릴레이층(118)에 포함되는 전자 수송성을 갖는 물질의 LUMO 준위는 P형층(117)에서의 억셉터성 물질의 LUMO 준위와, 전자 수송층(114)에서의 전하 발생층(116)에 접촉하는 층에 포함되는 물질의 LUMO 준위 사이인 것이 바람직하다. 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 갖는 물질에서의 LUMO 준위의 구체적인 에너지 준위는  $-5.0\text{eV}$  이상, 바람직하게는  $-5.0\text{eV}$  이상  $-3.0\text{eV}$  이하인 것이 좋다. 또한, 전자 릴레이층(118)에 사용되는 전자 수송성을 갖는 물질로서는 프탈로사이아닌계 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0093] 전자 주입 버퍼층(119)에는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함)) 등 전자 주입성이 높은 물질을 사용할 수 있다.
- [0094] 또한, 전자 주입 버퍼층(119)이 전자 수송성을 갖는 물질과 도너성 물질을 포함하여 형성되는 경우에는, 도너성 물질로서 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화 리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산 리튬이나 탄산 세슘 등의 탄산염을 포함함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함함))을 사용할 수 있고, 이 외에도 테트라싸이아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다.
- [0095] 제 2 전극(102)을 형성하는 물질로서는, 일함수가 작은(구체적으로는  $3.8\text{eV}$  이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이와 같은 음극 재료의 구체적인 예로서는, 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속, 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 원소 주기율표의 1족 또는 2족에 속하는 원소, 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유퀴륨(Eu), 이터븀(Yb) 등의 희토류 금속, 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 다만, 제 2 전극(102)과 전자 수송층 사이에 전자 주입층을 제공함으로써, 일함수의 크기에 상관없이 Al, Ag, ITO, 실리콘, 또는 산화 실리콘을 함유하는 산화 인듐-산화 주석 등 다양한 도전성 재료를 제 2 전극(102)에 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는 진공 증착법이나 스퍼터링법 등의 건식법, 잉크젯법, 스핀 코팅법 등을 이용하여 성막할 수 있다. 또한, 졸-겔법을 이용하여 습식법으로 형성하여도 좋고, 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다.
- [0096] 또한, 발광층 이외의 EL층(103)의 형성 방법으로서, 건식법, 습식법을 불문하고 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어, 진공 증착법, 그라비어 인쇄법, 오프셋 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯법, 또는 스핀 코팅법 등을 이용하여도 좋다.
- [0097] 여기서, 액적 토출법을 이용하여 EL층(786)을 형성하는 방법에 대하여 도 4를 참조하여 설명한다. 도 4의 (A) 내지 (D)는 EL층(786)의 제작 방법을 설명하기 위한 단면도이다.
- [0098] 우선, 평탄화 절연막(770) 위에 도전막(772)이 형성되고, 도전막(772)의 일부를 덮도록 절연막(730)이 형성된다(도 4의 (A) 참조).
- [0099] 다음에, 절연막(730)의 개구인 도전막(772)의 노출 부분에 액적 토출 장치(783)에서 액적(784)을 토출하여, 조성물을 포함하는 층(785)을 형성한다. 액적(784)은 용매를 포함하는 조성물이며 도전막(772) 위에 부착된다(도 4의 (B) 참조).
- [0100] 또한 액적(784)을 토출하는 공정을 감압하에서 수행하여도 좋다.
- [0101] 다음에, 조성물을 포함하는 층(785)으로부터 용매를 제거하여 고체화함으로써 EL층(786)을 형성한다(도 4의 (C)



참조).

- [0102] 또한 용매의 제거 방법으로서는 건조 공정 또는 가열 공정을 수행하면 좋다.
- [0103] 다음에, EL층(786) 위에 도전막(788)을 형성하여 발광 소자(782)를 형성한다(도 4의 (D) 참조).
- [0104] 이와 같이 EL층(786)의 형성을 액적 토출법으로 수행하면 선택적으로 조성물을 토출할 수 있기 때문에, 재료의 낭비를 삭감할 수 있다. 또한, 형상을 가공하기 위한 리소그래피 공정 등도 필요 없어 공정도 간략화할 수 있으므로, 저비용화를 달성할 수 있다.
- [0105] 또한 상술한 액적 토출법이란, 조성물의 토출구를 갖는 노즐, 또는 하나 또는 복수의 노즐을 갖는 헤드 등 액적을 토출하는 수단을 갖는 것의 총칭으로 한다.
- [0106] 다음에, 액적 토출법에 사용하는 액적 토출 장치에 대하여 도 5를 참조하여 설명한다. 도 5는 액적 토출 장치(1400)를 설명하는 개념도이다.
- [0107] 액적 토출 장치(1400)는 액적 토출 수단(1403)을 갖는다. 또한 액적 토출 수단(1403)은 헤드(1405), 헤드(1412), 및 헤드(1416)를 갖는다.
- [0108] 헤드(1405) 및 헤드(1412)는 제어 수단(1407)에 접속되고, 이 제어 수단이 컴퓨터(1410)에 의하여 제어됨으로써, 미리 프로그래밍된 패턴으로 묘화할 수 있다.
- [0109] 또한 묘화하는 타이밍으로서, 예를 들어 기관(1402) 위에 형성된 마커(1411)를 기준으로 수행하면 좋다. 또는, 기관(1402)의 가장자리를 기준으로 하여 기준점을 확정시켜도 좋다. 여기서는, 마커(1411)를 촬상 수단(1404)으로 검출하여, 화상 처리 수단(1409)에 의하여 디지털 신호로 변환한 것을 컴퓨터(1410)로 인식하여 제어 신호를 발생시켜 제어 수단(1407)에 보낸다.
- [0110] 촬상 수단(1404)으로서, 전하 결합 소자(CCD)나 상보성 금속 산화물 반도체(CMOS)를 이용한 이미지 센서 등을 사용할 수 있다. 또한, 기관(1402) 위에 형성되어야 할 패턴의 정보는 기억 매체(1408)에 저장되어 있고, 이 정보에 의거하여 제어 수단(1407)에 제어 신호를 보내고, 액적 토출 수단(1403) 각각의 헤드(1405), 헤드(1412), 및 헤드(1416)를 개별로 제어할 수 있다. 토출되는 재료는 재료 공급원(1413), 재료 공급원(1414), 및 재료 공급원(1415)으로부터 배관을 통하여 헤드(1405), 헤드(1412), 및 헤드(1416)에 각각 공급된다.
- [0111] 헤드(1405), 헤드(1412), 및 헤드(1416) 내부는 점선(1406)으로 도시된 바와 같이 액상 재료를 충전하는 공간과, 토출구인 노즐을 갖는 구조가 되어 있다. 도시되지는 않았지만, 헤드(1412)도 헤드(1405)와 같은 내부 구조를 갖는다. 헤드(1405) 및 헤드(1412)의 노즐을 상이한 크기로 하면, 상이한 재료를 상이한 폭으로 동시에 묘화할 수 있다. 하나의 헤드로 복수 종류의 발광 재료 등을 각각 토출하여 묘화할 수 있고, 넓은 범위에 묘화하는 경우에는, 스루풋을 향상시키기 위하여 복수의 노즐로부터 같은 재료를 동시에 토출하여 묘화할 수 있다. 대형 기관을 사용하는 경우, 헤드(1405), 헤드(1412), 및 헤드(1416)는 기관 위를, 도 5의 X, Y, Z의 화살표 방향으로 자유롭게 주사하여, 묘화하는 영역을 자유롭게 설정할 수 있으므로, 같은 패턴을 하나의 기관에 복수 묘화할 수 있다.
- [0112] 또한, 조성물을 토출하는 공정을 감압하에서 수행하여도 좋다. 토출 시에 기관을 가열하여도 좋다. 조성물을 토출한 후, 건조 및 소성 중 한쪽 또는 양쪽 공정을 수행한다. 건조와 소성의 공정은 양쪽 모두 가열 처리 공정이지만, 그 목적, 온도, 및 시간이 다르다. 건조 공정 및 소성 공정은 상압하 또는 감압하에서 레이저 광 조사나 순간 열 어닐, 가열로 등에 의하여 수행한다. 또한, 이 가열 처리를 수행하는 타이밍, 가열 처리 횟수는 특별히 한정되지 않는다. 건조와 소성의 공정을 양호하게 수행하기 위한 온도는 기관의 재질 및 조성물의 성질에 의존한다.
- [0113] 상술한 바와 같이 하여, 액적 토출 장치를 사용하여 EL층(786)을 제작할 수 있다.
- [0114] 액적 토출 장치를 사용하여 EL층(786)을 제작하는 경우, 다양한 유기 용제를 사용하여 도포용 조성물을 제작할 수 있다. 상기 조성물에 사용할 수 있는 유기 용제로서는 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 메시틸렌, 테트라하이드로퓨란, 다이옥세인, 에탄올, 메탄올, n-프로판올, 아이소프로판올, n-부탄올, t-부탄올, 아세트나이트릴, 다이메틸설폭사이드, 다이메틸폼아마이드, 클로로폼, 메틸렌클로라이드, 사염화 탄소, 아세트산 에틸, 헥세인, 사이클로헥세인 등 다양한 유기 용제를 사용할 수 있다. 특히, 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 메시틸렌 등 극성이 낮은 벤젠 유도체를 사용하면, 바람직한 농도의 용액을 만들 수 있고, 또한 잉크 내에 포함되는 재료가 산화 등으로 인하여 열화되는 것을 방지할 수 있어 바람직하다. 또한 제작 후의 막의 균일성이나 막 두께의 균일성 등을 고려하

면 끓는점이 100℃ 이상인 것이 바람직하고, 툴루엔, 자일렌, 메시틸렌이 더 바람직하다.

- [0115] 또한, 상기 구성은 본 실시형태 중의 다른 구성과 적절히 조합할 수 있다.
- [0116] 전극에 관해서도, 졸-겔법을 이용하여 습식법으로 형성하여도 좋고 금속 재료의 페이스트를 사용하여 습식법으로 형성하여도 좋다. 또한, 스퍼터링법이나 진공 증착법 등의 건식법을 이용하여 형성하여도 좋다.
- [0117] 상기 발광 소자의 발광은 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두를 통과하여 외부로 추출된다. 따라서, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102) 중 어느 한쪽 또는 양쪽 모두를 투광성을 갖는 전극으로 형성한다.
- [0118] 또한, 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 제공되는 층의 구성은 상술한 것에 한정되지 않는다. 다만, 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접하여 일어나는 소광이 억제되도록, 제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)으로부터 떨어진 곳에 정공과 전자가 재결합되는 발광 영역을 제공하는 구성이 바람직하다.
- [0119] 또한, 발광층(113)과 접촉하는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에서 재결합 영역에 가까운 쪽에 접촉하는 캐리어 수송층에는, 발광층에서 생성된 여기자로부터의 에너지 이동을 억제하기 위하여, 발광층을 구성하는 발광 물질 또는 발광층에 포함되는 발광 중심 물질이 갖는 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 물질을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0120] 이어서, 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광 소자(적층형 소자, 탠덤 발광 소자라고도 함)의 형태에 대하여도 3의 (C)를 참조하여 설명한다. 이 발광 소자는 양극과 음극 사이에 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이다. 하나의 발광 유닛은 도 3의 (A) 또는 (B)에 도시된 EL층(103)과 같은 구성을 갖는다. 즉, 도 3의 (A) 또는 (B)에 도시된 발광 소자는 하나의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이고, 도 3의 (C)에 도시된 발광 소자는 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자라고 할 수 있다.
- [0121] 도 3의 (C)에서, 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502) 사이에는 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512) 사이에는 전하 발생층(513)이 제공되어 있다. 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)은 각각 도 3의 (A)에서의 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)에 상당하고, 도 3의 (A)의 설명에서 기재한 것과 같은 것을 적용할 수 있다. 또한, 제 1 발광 유닛(511)과 제 2 발광 유닛(512)의 구성은 같아도 좋고 달라도 좋다.
- [0122] 전하 발생층(513)은, 제 1 전극(501)과 제 2 전극(502)에 전압이 인가되었을 때에 한쪽 발광 유닛에 전자를 주입하고 다른 쪽 발광 유닛에 정공을 주입하는 기능을 갖는다. 즉, 도 3의 (C)에서, 제 1 전극의 전위가 제 2 전극의 전위보다 높게 되도록 전압을 인가한 경우, 전하 발생층(513)은 제 1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고 제 2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 좋다.
- [0123] 전하 발생층(513)은, 도 3의 (B)에서 설명한 전하 발생층(116)과 비슷한 구성으로 형성되는 것이 바람직하다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 우수하므로 저전압 구동, 저전류 구동을 실현할 수 있다. 또한, 발광 유닛의 양극 측의 면이 전하 발생층(513)과 접촉하는 경우에는, 전하 발생층(513)이 발광 유닛의 정공 주입층의 역할도 할 수 있기 때문에, 이 발광 유닛에는 정공 주입층을 제공하지 않아도 된다.
- [0124] 또한, 전자 주입 버퍼층(119)을 제공하는 경우에는 이 층이 양극 측의 발광 유닛에서의 전자 주입층의 역할을 하기 때문에, 상기 발광 유닛에 중복하여 전자 주입층을 반드시 형성할 필요는 없다.
- [0125] 도 3의 (C)에서는 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대하여 설명하였지만, 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 소자에 대해서도, 마찬가지로 적용할 수 있다. 본 실시형태의 발광 소자와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층(513)으로 칸막이하어 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지하면서 고효도 발광을 가능하게 하고 수명이 긴 소자를 구현할 수 있다. 또한, 저전압 구동이 가능하고 소비전력이 낮은 발광 장치를 구현할 수 있다.
- [0126] 또한, 각 발광 유닛의 발광색을 다르게 함으로써, 발광 소자 전체로 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에서, 제 1 발광 유닛으로 적색과 녹색의 발광색, 제 2 발광 유닛으로 청색의 발광색을 얻음으로써, 발광 소자 전체로 백색 발광하는 발광 소자를 얻는 것도 용이하다.
- [0127] <<미소광 공진기(마이크로캐비티) 구조>>
- [0128] 마이크로캐비티 구조를 갖는 발광 소자는 상기 한 쌍의 전극을, 반사 전극과 반투과·반반사 전극으로 구성하는

것에 의하여 얻어진다. 반사 전극과 반투과·반반사 전극은 상술한 제 1 전극과 제 2 전극에 상당한다. 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에는 적어도 EL층을 갖고, EL층은 적어도 발광 영역이 되는 발광층을 갖는다.

[0129] EL층에 포함되는 발광층으로부터 사출되는 발광은, 반사 전극과 반투과·반반사 전극에 의하여 반사되어 공진한다. 또한, 반사 전극은 가시광의 반사율이 40% 내지 100%, 바람직하게는 70% 내지 100%이고, 또한 그 저항률이  $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$  이하인 것으로 한다. 또한, 반투과·반반사 전극은 가시광 반사율이 20% 내지 80%, 바람직하게는 40% 내지 70%이고, 또한 그 저항률이  $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$  이하인 것으로 한다.

[0130] 또한, 상기 발광 소자는 투명 도전막이나 상술한 복합 재료, 캐리어 수송 재료 등의 두께를 바꿈으로써 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이의 광학적 거리를 변경할 수 있다. 이로써, 반사 전극과 반투과·반반사 전극 사이에서, 공진하는 파장의 광을 강하게 하고, 공진하지 않는 파장의 광을 감쇠시킬 수 있다.

[0131] 또한, 발광층이 발하는 광 중, 반사 전극에 의하여 반사되어 되돌아온 광(제 1 반사광)은, 발광층으로부터 반투과·반반사 전극에 직접 입사하는 광(제 1 입사광)과 큰 간섭을 일으키기 때문에, 반사 전극과 발광층의 광학적 거리를  $(2n-1)\lambda/4$ (다만, n은 1 이상의 자연수,  $\lambda$ 는 증폭하고자 하는 색의 파장)로 조절하는 것이 바람직하다. 이로써, 제 1 반사광과 제 1 입사광의 위상을 맞춰 발광층으로부터의 발광을 더 증폭시킬 수 있다.

[0132] 또한, 상기 구성에서는, EL층에 복수의 발광층을 갖는 구조이어도 좋고, 단일의 발광층을 갖는 구조이어도 좋다. 예를 들어, 상술한 텐덤 발광 소자의 구성과 조합하여, 하나의 발광 소자에 전하 발생층을 끼우는 복수의 EL층을 제공하고, EL층 각각이 하나 또는 복수의 발광층으로 형성되는 구성으로 하여도 좋다.

[0133] <<발광 장치>>

[0134] 본 발명의 일 형태의 발광 장치에 대하여 도 6을 참조하여 설명한다. 또한, 도 6의 (A)는 발광 장치를 도시한 상면도, 도 6의 (B)는 도 6의 (A)를 A-B 및 C-D를 따라 절단한 단면도이다. 이 발광 장치는, 점선으로 나타낸 구동 회로부(소스선 구동 회로)(601), 화소부(602), 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(603)를 발광 소자의 발광을 제어하는 것으로서 포함한다. 또한, 도면에서 604는 밀봉 기관, 605는 실란트를 나타내고, 실란트(605)로 둘러싸인 안쪽은 공간(607)이다.

[0135] 또한, 리드 배선(608)은 소스선 구동 회로(601) 및 게이트선 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부 입력 단자가 되는 FPC(Flexible Printed Circuit)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 받는다. 또한, 여기서는 FPC만 도시하였지만, 이 FPC에 인쇄 배선판(PWB)이 부착되어 있어도 좋다. 본 명세서에서는, 발광 장치 본체뿐만 아니라, 이에 FPC 또는 PWB가 부착된 상태도 발광 장치에 포함되는 것으로 한다.

[0136] 다음에, 단면 구조에 대하여 도 6의 (B)를 참조하여 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되지만, 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601)와, 화소부(602)에서의 하나의 화소를 도시하였다.

[0137] 또한, 소스선 구동 회로(601)에는 n채널형 FET(623)와 p채널형 FET(624)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로를 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로, 또는 NMOS 회로로 형성하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는, 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형에 대하여 설명하지만, 반드시 그렇게 할 필요는 없고 구동 회로를 기관 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.

[0138] 또한, 화소부(602)는 스위칭용 FET(611)와, 전류 제어용 FET(612)와 그 드레인에 전기적으로 접속된 제 1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소로 형성되어 있지만, 이에 한정되지 않고 3개 이상의 FET와, 커패시터를 조합한 화소부로 하여도 좋다.

[0139] FET에 사용하는 반도체의 종류 및 결정성은 특별히 한정되지 않고, 비정질 반도체를 사용하여도 좋고, 결정성 반도체를 사용하여도 좋다. FET에 사용하는 반도체의 예로서는, 13족 반도체, 14족 반도체, 화합물 반도체, 산화물 반도체, 유기 반도체 재료를 사용할 수 있지만, 산화물 반도체를 사용하는 것이 특히 바람직하다. 상기 산화물 반도체로서는 예를 들어, In-Ga 산화물, In-M-Zn 산화물(M은 Al, Ga, Y, Zr, La, Ce, 또는 Nd) 등을 들 수 있다. 또한, 에너지 갭이 2eV 이상, 바람직하게는 2.5eV 이상, 더 바람직하게는 3eV 이상인 산화물 반도체 재료를 사용하면, 트랜지스터의 오프 전류를 저감할 수 있으므로 바람직한 구성이 된다.

[0140] 또한, 제 1 전극(613)의 단부를 덮어 절연물(614)이 형성된다. 여기서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용하여 형성할 수 있다.

- [0141] 또한, 피복성을 양호하게 하기 위하여, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴을 사용하는 경우, 절연물(614)의 상단부만이 곡률 반경 0.2 $\mu$ m 내지 3 $\mu$ m의 곡면을 가지도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서, 네거티브형 감광성 수지 및 포지티브형 감광성 수지 중 어느 쪽이나 사용할 수 있다.
- [0142] 제 1 전극(613) 위에는 EL층(616) 및 제 2 전극(617)이 각각 형성된다. 이들은 각각 도 3의 (A) 또는 (B)에서 설명한 제 1 전극(101), EL층(103), 및 제 2 전극(102), 또는 도 3의 (C)에서 설명한 제 1 전극(501), EL층(503), 및 제 2 전극(502)에 상당한다.
- [0143] EL층(616)에는 유기 금속 착체가 포함되는 것이 바람직하다. 상기 유기 금속 착체는 발광층에서의 발광 중심 물질로서 사용되는 것이 바람직하다.
- [0144] 또한, 실란트(605)로 밀봉 기관(604)을 소자 기관(610)과 접합함으로써, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604), 및 실란트(605)로 둘러싸인 공간(607)에 발광 소자(618)가 구비된 구조가 되어 있다. 또한, 공간(607)에는 충전제가 충전되어 있고, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우뿐만 아니라 실란트(605)로 충전되는 경우도 있다. 밀봉 기관에는 오목부를 형성하고, 거기에 건조제를 제공하면 수분의 영향으로 인한 열화를 억제할 수 있으므로 바람직한 구성이 된다.
- [0145] 실란트(605)에는 에폭시계 수지나 유리 프릿을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과시키지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 소자 기관(610) 및 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서는 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiber Reinforced Plastics), PVF(polyvinyl fluoride), 폴리에스터, 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0146] 예를 들어, 본 명세서 등에서, 다양한 기관을 사용하여 트랜지스터나 발광 소자를 형성할 수 있다. 기관의 종류는 특정한 것에 한정되지 않는다. 그 기관의 일례로서는, 반도체 기관(예를 들어 단결정 기관 또는 실리콘 기관), SOI 기관, 유리 기관, 석영 기관, 플라스틱 기관, 금속 기관, 스테인리스강 기관, 스테인리스강·포일을 갖는 기관, 텅스텐 기관, 텅스텐 포일을 갖는 기관, 가요성 기관, 접합 필름, 섬유상 재료를 포함하는 종이, 또는 기재(base) 필름 등이 있다. 유리 기관의 일례로서는, 바륨boro실리케이트 유리, 알루미늄boro실리케이트 유리, 또는 소다 석회 유리 등이 있다. 가요성 기관, 접합 필름, 기재 필름 등의 예는 다음과 같다. 예를 들어, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에테르설폰(PES)으로 대표되는 플라스틱이 있다. 또는, 일례로서는, 아크릴 등의 합성 수지 등이 있다. 또는, 일례로서는, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리플루오린화바이닐, 또는 폴리염화바이닐 등이 있다. 또는, 일례로서는, 폴리아마이드, 폴리이미드, 아라미드, 에폭시, 무기 증착 필름, 또는 종이류 등이 있다. 특히 반도체 기관, 단결정 기관, 또는 SOI 기관 등을 사용하여 트랜지스터를 제작함으로써, 특성, 크기, 또는 형상 등의 편차가 적고 전류 능력이 높고, 크기가 작은 트랜지스터를 제조할 수 있다. 이러한 트랜지스터로 회로를 구성하면, 회로의 저소비전력화 또는 회로의 고집적화를 도모할 수 있다.
- [0147] 또한, 기관으로서 가요성 기관을 사용하고, 가요성 기관 위에 트랜지스터나 발광 소자를 직접 형성하여도 좋다. 또는, 기관과 트랜지스터 사이나 기관과 발광 소자 사이에 박리층을 제공하여도 좋다. 박리층은 그 위에 반도체 장치의 일부 또는 전부를 완성시킨 후, 기관으로부터 분리하고, 다른 기관으로 전재(轉載)하기 위하여 사용할 수 있다. 이때, 트랜지스터는 내열성이 낮은 기관이나 가요성 기관에도 전재될 수 있다. 또한, 상술한 박리층에는 예를 들어, 텅스텐막과 산화 실리콘막의 무기막의 적층 구조의 구성이나, 기관 위에 폴리이미드 등의 유기 수지막이 형성된 구성 등을 사용할 수 있다.
- [0148] 즉, 어떤 기관을 사용하여 트랜지스터나 발광 소자를 형성한 후, 트랜지스터나 발광 소자를 다른 기관으로 전재함으로써, 다른 기관 위에 트랜지스터나 발광 소자를 배치하여도 좋다. 트랜지스터나 발광 소자가 전재되는 기관의 일례로서는, 상술한 트랜지스터를 형성할 수 있는 기관에 더하여, 종이 기관, 셀로판 기관, 아라미드 필름 기관, 폴리이미드 필름 기관, 석재 기관, 목재 기관, 천 기관(천연 섬유(비단(silk), 면(cotton), 삼(hemp)), 합성 섬유(나일론, 폴리우레탄, 폴리에스터) 또는 재생 섬유(아세테이트, 큐프라, 레이온, 재생 폴리에스터) 등을 포함함), 피혁 기관, 또는 고무 기관 등이 있다. 이들 기관을 사용함으로써, 특성이 좋은 트랜지스터의 형성, 소비전력이 낮은 트랜지스터의 형성, 파괴되기 어려운 장치의 제조, 내열성의 부여, 경량화, 또는 박형화를 도모할 수 있다.
- [0149] 도 7에는, 백색 발광을 나타내는 발광 소자를 형성하고, 착색층(컬러 필터) 등을 제공함으로써 풀 컬러화한 발광 장치의 예를 도시하였다. 도 7의 (A)에는 기관(1001), 하지 절연막(1002), 게이트 절연막(1003), 게이트 전

극(1006, 1007, 1008), 제 1 층간 절연막(1020), 제 2 층간 절연막(1021), 주변부(1042), 화소부(1040), 구동 회로부(1041), 발광 소자의 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 소자의 제 2 전극(1029), 밀봉 기관(1031), 실란트(1032) 등이 도시되었다.

[0150] 또한, 도 7의 (A)에서는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이 투명한 기재(1033)에 제공되어 있다. 또한, 흑색층(블랙 매트릭스)(1035)을 더 제공하여도 좋다. 착색층 및 흑색층이 제공된 투명한 기재(1033)는 위치를 맞춰 기관(1001)에 고정한다. 또한, 착색층 및 흑색층은 오버코트층으로 덮여 있다. 또한, 도 7의 (A)에서는, 광이 착색층을 투과하지 않고 외부로 나가는 발광층과, 광이 각 색의 착색층을 투과하여 외부로 나가는 발광층이 있고, 착색층을 투과하지 않는 광이 백색, 착색층을 투과하는 광이 적색, 청색, 녹색이 되기 때문에, 4색의 화소로 영상을 표현할 수 있다.

[0151] 도 7의 (B)에는 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 게이트 절연막(1003)과 제 1 층간 절연막(1020) 사이에 형성하는 경우의 예를 도시하였다. 이와 같이, 착색층은 기관(1001)과 밀봉 기관(1031) 사이에 제공되어도 좋다.

[0152] 또한, 상술한 발광 장치는 FET가 형성된 기관(1001) 측으로 광이 추출되는 구조(보텀 이미션)의 발광 장치로 하였지만, 밀봉 기관(1031) 측으로 광이 추출되는 구조(탑 이미션)의 발광 장치로 하여도 좋다. 탑 이미션 발광 장치의 단면도를 도 8에 도시하였다. 이 경우, 기관(1001)에는 광을 투과시키지 않는 기관을 사용할 수 있다. FET와 발광 소자의 양극을 접속하는 접속 전극을 제작하는 단계까지는 보텀 이미션 발광 장치와 마찬가지로 형성한다. 그 후, 제 3 층간 절연막(1037)을 전극(1022)을 덮도록 형성한다. 이 절연막이 평탄화의 역할을 하여도 좋다. 제 3 층간 절연막(1037)은 제 2 층간 절연막과 같은 재료 외에도, 다양한 재료를 사용하여 형성할 수 있다.

[0153] 여기서는 발광 소자의 제 1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B)이 양극인 것으로 하지만, 음극이어도 좋다. 또한, 도 8과 같은 탑 이미션 발광 장치의 경우, 제 1 전극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은 도 3의 (A) 또는 (B)의 EL층(103) 또는 도 3의 (C)의 EL층(503)과 같은 구성으로 하고, 백색 발광이 얻어지는 바와 같은 소자 구조로 한다.

[0154] 도 8과 같은 탑 이미션 구조의 경우, 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))을 제공한 밀봉 기관(1031)에 의하여 밀봉할 수 있다. 밀봉 기관(1031)에는 화소와 화소 사이에 위치하도록 흑색층(1035)을 제공하여도 좋다. 착색층(적색 착색층(1034R), 녹색 착색층(1034G), 청색 착색층(1034B))이나 흑색층은 오버코트층에 의하여 덮여 있어도 좋다. 또한, 밀봉 기관(1031)에는 투광성을 갖는 기관을 사용한다.

[0155] 또한, 여기서는 적색, 녹색, 청색, 백색의 4색으로 풀 컬러 표시를 하는 경우를 예시하였지만 이에 한정되지 않으며, 적색, 녹색, 청색의 3색이나 적색, 녹색, 청색, 황색의 4색으로 풀 컬러 표시를 하여도 좋다.

[0156] 도 9에는 본 발명의 일 형태의 패시브 매트릭스 발광 장치를 도시하였다. 또한, 도 9의 (A)는 발광 장치를 도시한 사시도이고, 도 9의 (B)는 도 9의 (A)를 X-Y를 따라 절단한 단면도이다. 도 9에서 기관(951) 위에는 전극(952)과 전극(956) 사이에 EL층(955)이 제공되어 있다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고, 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 제공되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기관 면에 가까워질수록 한쪽 측벽과 다른 쪽 측벽의 간격이 좁아지는 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은 사다리꼴 형상이고, 밀변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접촉하는 변)이 윗변(절연층(953)의 면 방향과 같은 방향을 향하고, 절연층(953)과 접촉하지 않는 변)보다 짧다. 이와 같이 격벽층(954)을 제공함으로써 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다.

[0157] 상술한 발광 장치는 매트릭스 형태로 배치된 많은 미소한 발광 소자를, 화소부에 형성된 FET로 각각 제어할 수 있기 때문에, 화상을 표현하는 표시 장치로서 바람직하게 이용할 수 있는 발광 장치이다.

[0158] <<조명 장치>>

[0159] 본 발명의 일 형태의 조명 장치에 대하여 도 10을 참조하여 설명한다. 도 10의 (B)는 조명 장치의 상면도이고, 도 10의 (A)는 도 10의 (B)의 e-f를 따른 단면도이다.

[0160] 상기 조명 장치는 지지체인 투광성을 갖는 기관(400) 위에 제 1 전극(401)이 형성되어 있다. 제 1 전극(401)은 도 3의 (A) 및 (B)에서의 제 1 전극(101)에 상당한다. 제 1 전극(401) 측으로부터 발광을 추출하는 경우, 투광성을 갖는 재료로 제 1 전극(401)을 형성한다.

- [0161] 제 2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)가 기판(400) 위에 형성된다.
- [0162] 제 1 전극(401) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)은 도 3의 (A), (B), 및 (C)에서의 EL층(103) 또는 EL층(503) 등에 상당한다. 또한, 이들의 구성에 대해서는 상술한 기재를 참조하기 바란다.
- [0163] EL층(403)을 덮도록 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 도 3의 (A) 및 (B)에서의 제 2 전극(102)에 상당한다. 발광을 제 1 전극(401) 측으로부터 추출하는 경우, 반사율이 높은 재료를 포함하도록 제 2 전극(404)을 형성한다. 제 2 전극(404)은 패드(412)와 접촉됨으로써 전압이 공급된다.
- [0164] 제 1 전극(401), EL층(403), 및 제 2 전극(404)으로 발광 소자가 형성된다. 실란트(405) 및 실란트(406)를 사용하여 상기 발광 소자를 밀봉 기판(407)에 고착하여 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 실란트(405) 및 실란트(406) 중 한쪽만을 사용하여도 좋다. 또한, 내측의 실란트(406)(도 10의 (B)에는 미도시)에 건조제를 섞을 수도 있고, 이로써 수분을 흡착할 수 있으므로 신뢰성 향상으로 이어진다.
- [0165] 또한, 패드(412)와 제 1 전극(401)의 일부를 실란트(405, 406) 밖으로 연장시켜 제공함으로써, 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한, 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC 칩(420) 등을 제공하여도 좋다.
- [0166] <<표시 장치>>
- [0167] 여기서는, 본 발명의 일 형태의 반도체 장치를 사용한 표시 장치의 표시부 등에 사용할 수 있는 표시 패널의 일례에 대하여 도 18 및 도 19를 참조하여 설명한다. 아래에서 예시되는 표시 패널은 반사형 액정 소자 및 발광 소자를 둘 다 가지고 있으며, 투과 모드 표시 및 반사 모드 표시의 양쪽이 가능한 표시 패널이다.
- [0168] <6-1. 표시 패널의 구성예>
- [0169] 도 18은 본 발명의 일 형태의 표시 패널(688)의 사시 개략도이다. 표시 패널(688)은 기판(651)과 기판(661)이 접합된 구성을 갖는다. 도 18에서는 기판(661)을 파선으로 명시하였다.
- [0170] 표시 패널(688)은 표시부(662), 회로(659), 배선(666) 등을 갖는다. 기판(651)에는, 예를 들어, 회로(659), 배선(666), 및 화소 전극으로서 기능하는 도전막(663) 등이 제공된다. 또한, 도 18에서는 기판(651) 위에 IC(673) 및 FPC(672)가 실장된 예를 도시하였다. 그러므로, 도 18에 도시된 구성을 표시 패널(688)과 FPC(672) 및 IC(673)를 갖는 표시 모듈이라고도 할 수 있다.
- [0171] 회로(659)는 예를 들어 주사선 구동 회로로서 기능하는 회로를 사용할 수 있다.
- [0172] 배선(666)은 표시부(662)나 회로(659)에 신호나 전력을 공급하는 기능을 갖는다. 상기 신호나 전력은 FPC(672)를 통하여 외부로부터, 또는 IC(673)로부터 배선(666)에 입력된다.
- [0173] 또한, 도 18은 COG(Chip On Glass) 방식 등으로 기판(651)에 IC(673)가 제공된 예를 도시한 것이다. IC(673)로서는 예를 들어 주사선 구동 회로, 또는 신호선 구동 회로 등으로서의 기능을 갖는 IC를 적용할 수 있다. 또한 표시 패널(688)이 주사선 구동 회로 및 신호선 구동 회로로서 기능하는 회로를 구비하는 경우나, 주사선 구동 회로나 신호선 구동 회로로서 기능하는 회로를 외부에 제공하고, FPC(672)를 통하여 표시 패널(688)을 구동하기 위한 신호를 입력하는 경우 등에는 IC(673)를 제공하지 않는 구성으로 하여도 좋다. 또한, IC(673)를 COF(Chip On Film) 방식 등으로 FPC(672)에 실장하여도 좋다.
- [0174] 도 18에는 표시부(662)의 일부의 확대도도 도시하였다. 표시부(662)에는 복수의 표시 소자가 갖는 도전막(663)이 매트릭스 형태로 배치되어 있다. 도전막(663)은 가시광을 반사하는 기능을 갖고, 후술하는 액정 소자(640)의 반사 전극으로서 기능한다.
- [0175] 또한, 도 18에 도시된 바와 같이, 도전막(663)은 개구를 갖는다. 또한 도전막(663)보다 기판(651) 측에 발광 소자(660)를 갖는다. 발광 소자(660)로부터의 광은 도전막(663)의 개구를 통하여 기판(661) 측에 사출된다.
- [0176] <6-2. 단면 구성예>
- [0177] 도 18에서 예시된 표시 패널의 FPC(672)를 포함하는 영역의 일부, 회로(659)를 포함하는 영역의 일부, 및 표시부(662)를 포함하는 영역의 일부를 각각 절단하였을 때의 단면의 일례를 도 19에 도시하였다.
- [0178] 표시 패널은 기판(651)과 기판(661) 사이에 절연막(697)을 갖는다. 또한, 기판(651)과 절연막(697) 사이에 발광 소자(660), 트랜지스터(689), 트랜지스터(691), 트랜지스터(692), 착색층(634) 등을 갖는다. 또한, 절연막(697)과 기판(661) 사이에 액정 소자(640), 착색층(631) 등을 갖는다. 또한, 기판(661)과 절연막(697)은 접촉

층(641)을 개재(介在)하여 접촉되고, 기관(651)과 절연막(697)은 접촉층(642)을 개재하여 접촉된다.

- [0179] 트랜지스터(692)는 액정 소자(640)와 전기적으로 접속되고, 트랜지스터(691)는 발광 소자(660)와 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(691) 및 트랜지스터(692)는 둘 다 절연막(697)의 기관(651) 측의 면 위에 형성되기 때문에, 이들은 동일한 공정을 이용하여 제작할 수 있다.
- [0180] 기관(661)에는, 착색층(631), 차광막(632), 절연막(698), 및 액정 소자(640)의 공통 전극으로서 기능하는 도전막(695), 배향막(633b), 절연막(696) 등이 제공된다. 절연막(696)은 액정 소자(640)의 셀 갭을 유지하기 위한 스페이서로서 기능한다.
- [0181] 절연막(697)의 기관(651) 측에는 절연막(681), 절연막(682), 절연막(683), 절연막(684), 절연막(685) 등의 절연층이 제공된다. 절연막(681)은 그 일부가 각 트랜지스터의 게이트 절연층으로서 기능한다. 절연막(682), 절연막(683), 및 절연막(684)은 각 트랜지스터를 덮도록 제공된다. 또한 절연막(684)을 덮도록 절연막(685)이 제공된다. 절연막(684) 및 절연막(685)은 평탄화층으로서의 기능을 갖는다. 또한, 여기서는 트랜지스터 등을 덮는 절연층으로서, 절연막(682), 절연막(683), 절연막(684)의 3층을 갖는 경우를 제시하였지만, 이에 한정되지 않으며 4층 이상이나 단층 또는 2층이어도 좋다. 또한 평탄화층으로서 기능하는 절연막(684)은 필요 없으면 제공하지 않아도 된다.
- [0182] 또한, 트랜지스터(689), 트랜지스터(691), 및 트랜지스터(692)는 일부가 게이트로서 기능하는 도전막(654), 일부가 소스 또는 드레인으로서 기능하는 도전막(652), 반도체막(653)을 갖는다. 여기서는 동일한 도전막을 가공하여 얻어지는 복수의 층에 같은 해치 패턴을 적용하였다.
- [0183] 액정 소자(640)는 반사형 액정 소자이다. 액정 소자(640)는 도전막(635), 액정층(694), 도전막(695)이 적층된 적층 구조를 갖는다. 또한, 도전막(635)의 기관(651) 측에 접촉하도록 가시광을 반사하는 도전막(663)이 제공된다. 도전막(663)은 개구(655)를 갖는다. 또한, 도전막(635) 및 도전막(695)은 가시광을 투과시키는 재료를 포함한다. 또한, 액정층(694)과 도전막(635) 사이에 배향막(633a)이 제공되고, 액정층(694)과 도전막(695) 사이에 배향막(633b)이 제공된다. 또한, 기관(661)의 바깥쪽 면에는 편광판(656)이 제공된다.
- [0184] 액정 소자(640)에 있어서, 도전막(663)은 가시광을 반사하는 기능을 갖고, 도전막(695)은 가시광을 투과시키는 기능을 갖는다. 기관(661) 측으로부터 입사한 광은 편광판(656)에 의하여 편광되고, 도전막(695), 액정층(694)을 투과하고 도전막(663)에서 반사된다. 그리고 액정층(694) 및 도전막(695)을 다시 투과하고 편광판(656)에 도달한다. 이때, 도전막(663)과 도전막(695) 사이에 인가되는 전압에 의하여 액정의 배향을 제어하여 광의 광학 변조를 제어할 수 있다. 즉, 편광판(656)을 통하여 사출되는 광의 강도를 제어할 수 있다. 또한, 광은 착색층(631)에 의하여 특정 파장 영역 이외의 광이 흡수됨으로써, 추출되는 광은 예를 들어 적색을 나타내는 광이 된다.
- [0185] 발광 소자(660)는 보텀 이미션 발광 소자이다. 발광 소자(660)는 절연막(697) 측으로부터 도전막(643), EL층(644), 및 도전막(645b)이 이 순서대로 적층된 적층 구조를 갖는다. 또한, 도전막(645b)을 덮도록 도전막(645a)이 제공된다. 도전막(645b)은 가시광을 반사하는 재료를 포함하고, 도전막(643) 및 도전막(645a)은 가시광을 투과시키는 재료를 포함한다. 발광 소자(660)가 발하는 광은 착색층(634), 절연막(697), 개구(655), 도전막(695) 등을 통하여 기관(661) 측에 사출된다.
- [0186] 여기서, 도 19에 도시된 바와 같이 개구(655)에는 가시광을 투과시키는 도전막(635)이 제공되는 것이 바람직하다. 이로써, 개구(655)와 중첩되는 영역에서도 그 이외의 영역과 마찬가지로 액정층(694)이 배향되기 때문에, 이들 영역의 경계부에서 액정의 배향 불량이 일어나, 의도하지 않은 광이 누설되는 것을 억제할 수 있다.
- [0187] 여기서, 기관(661)의 바깥쪽 면에 배치하는 편광판(656)으로서 직선 편광판을 사용하여도 좋지만, 원 편광판을 사용할 수도 있다. 원 편광판으로서는, 예를 들어 직선 편광판과 1/4 파장 위상차판을 적층한 것을 사용할 수 있다. 이로써, 외광 반사를 억제할 수 있다. 또한, 편광판의 종류에 따라, 액정 소자(640)에 사용하는 액정 소자의 셀 갭, 배향, 구동 전압 등을 조정함으로써, 원하는 명암비가 실현되도록 하면 좋다.
- [0188] 또한, 도전막(643)의 단부를 덮는 절연막(646) 위에 절연막(647)이 제공된다. 절연막(647)은 절연막(697)과 기관(651)이 필요 이상으로 접근하는 것을 억제하는 스페이서로서의 기능을 갖는다. 또한, EL층(644)이나 도전막(645a)을 차폐 마스크(금속 마스크)를 사용하여 형성하는 경우에는, 상기 차폐 마스크가 피형성면에 접촉하는 것을 억제하기 위한 스페이서로서의 기능을 가져도 좋다. 또한, 절연막(647)은 필요 없으면 제공하지 않아도 된다.

- [0189] 트랜지스터(691)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 도전막(648)을 통하여 발광 소자(660)의 도전막(643)과 전기적으로 접속되어 있다.
- [0190] 트랜지스터(692)의 소스 및 드레인 중 한쪽은 접속부(693)를 통하여 도전막(663)과 전기적으로 접속된다. 도전막(663)과 도전막(635)은 접촉하도록 제공되고, 이들은 전기적으로 접속된다. 여기서, 접속부(693)는 절연막(697)에 제공된 개구를 통하여 절연막(697)의 양면에 제공되는 도전층들을 접속하는 부분이다.
- [0191] 기판(651)과 기판(661)이 중첩되지 않는 영역에 접속부(690)가 제공된다. 접속부(690)는 접속층(649)을 통하여 FPC(672)와 전기적으로 접속된다. 접속부(690)는 접속부(693)와 같은 구성을 갖는다. 접속부(690)의 상면은 도전막(635)과 동일한 도전막을 가공하여 얻어진 도전층이 노출되어 있다. 이로써, 접속부(690)와 FPC(672)를 접속층(649)을 통하여 전기적으로 접속할 수 있다.
- [0192] 접착층(641)이 제공되는 일부의 영역에 접속부(687)가 제공된다. 접속부(687)에서 도전막(635)과 동일한 도전막을 가공하여 얻어진 도전층과, 도전막(695)의 일부가 접속체(686)에 의하여 전기적으로 접속된다. 따라서, 기판(661) 측에 형성된 도전막(695)에, 기판(651) 측에 접속된 FPC(672)로부터 입력되는 신호 또는 전위를 접속부(687)를 통하여 공급할 수 있다.
- [0193] 접속체(686)로서는, 예를 들어 도전성 입자를 사용할 수 있다. 도전성 입자로서는, 유기 수지 또는 실리카 등의 입자의 표면을 금속 재료로 피복한 것을 사용할 수 있다. 금속 재료로서 니켈 또는 금을 사용하면 접촉 저항을 저감할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 니켈을 금으로 더 피복하는 등, 2종류 이상의 금속 재료를 층상으로 피복한 입자를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 접속체(686)로서 탄성 변형, 또는 소성(塑性) 변형하는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이때 도전성 입자인 접속체(686)는 도 19에 도시된 바와 같이 좌우로 긴 타원 형상으로 되는 경우가 있다. 이와 같이 함으로써, 접속체(686)와, 이와 전기적으로 접속되는 도전층의 접촉 면적이 증대되어 접촉 저항을 저감할 수 있을 뿐만 아니라, 접속 불량 등의 불량의 발생을 억제할 수 있다.
- [0194] 접속체(686)는 접착층(641)으로 덮이도록 배치되는 것이 바람직하다. 예를 들어 경화 전의 접착층(641)에 접속체(686)를 분산시키는 것이 좋다.
- [0195] 도 19에서는 회로(659)의 예로서 트랜지스터(689)가 제공된 예를 도시하였다.
- [0196] 도 19에서는, 트랜지스터(689) 및 트랜지스터(691)의 예로서, 채널이 형성되는 반도체막(653)을 2개의 게이트로 끼우는 구성이 적용되어 있다. 한쪽 게이트는 도전막(654)으로 구성되고, 다른 쪽 게이트는 절연막(682)을 개재하여 반도체막(653)과 중첩되는 도전막(699)으로 구성된다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 트랜지스터의 문턱 전압을 제어할 수 있다. 이때, 2개의 게이트를 접속하고, 이들에 동일한 신호를 공급함으로써 트랜지스터를 구동시켜도 좋다. 이와 같은 트랜지스터는 다른 트랜지스터에 비하여 전계 효과 이동도를 높일 수 있으며, 온 전류를 증대시킬 수 있다. 그 결과, 고속 구동이 가능한 회로를 제작할 수 있다. 또한, 회로부의 점유 면적을 축소할 수 있다. 온 전류가 큰 트랜지스터를 적용함으로써, 표시 패널을 대형화 또는 고해상도화한 경우에 배선 수가 증가되더라도, 각 배선의 신호 지연을 저감할 수 있어, 표시 얼룩을 억제할 수 있다.
- [0197] 또한, 회로(659)가 갖는 트랜지스터와 표시부(662)가 갖는 트랜지스터는 같은 구조라도 좋다. 또한, 회로(659)가 갖는 복수의 트랜지스터는 모두 같은 구조라도 좋고, 상이한 구조의 트랜지스터를 조합하여 사용하여도 좋다. 또한, 표시부(662)가 갖는 복수의 트랜지스터는 모두 같은 구조라도 좋고, 상이한 구조의 트랜지스터를 조합하여 사용하여도 좋다.
- [0198] 각 트랜지스터를 덮는 절연막(682) 및 절연막(683) 중 적어도 한쪽은 물이나 수소 등의 불순물이 확산되기 어려운 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 즉, 절연막(682) 또는 절연막(683)은 배리어막으로서 기능할 수 있다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 트랜지스터에 대하여 외부로부터 불순물이 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있어, 신뢰성이 높은 표시 패널을 실현할 수 있다.
- [0199] 기판(661) 측에서 착색층(631), 차광막(632)을 덮도록 절연막(698)이 제공된다. 절연막(698)은 평탄화층으로서의 기능을 가져도 좋다. 절연막(698)에 의하여 도전막(695)의 표면을 실질적으로 평탄하게 할 수 있기 때문에, 액정층(694)의 배향 상태를 균일하게 할 수 있다.
- [0200] 표시 패널(688)을 제작하는 방법의 일례에 대하여 설명한다. 예를 들어 박리층을 갖는 지지 기판 위에, 도전막(635), 도전막(663), 절연막(697)을 이 순서대로 형성하고 나서 트랜지스터(691), 트랜지스터(692), 발광 소자(660) 등을 형성한 후, 접착층(642)을 사용하여 기판(651)과 지지 기판을 접합한다. 그 후, 박리층과 절연막(697), 및 박리층과 도전막(635)의 각각의 계면에서 박리함으로써, 지지 기판 및 박리층을 제거한다. 또한 별



도로 착색층(631), 차광막(632), 도전막(695) 등을 미리 형성한 기판(661)을 마련한다. 그리고 기판(651) 또는 기판(661)에 액정을 적하하고, 접착층(641)에 의하여 기판(651)과 기판(661)을 접합함으로써, 표시 패널(688)을 제작할 수 있다.

[0201] 박리층으로서, 절연막(697) 및 도전막(635)과의 계면에서 박리가 일어나는 재료를 적절히 선택할 수 있다. 특히 박리층으로서 텅스텐 등의 고용점 금속 재료를 포함하는 층과 상기 금속 재료의 산화물을 포함하는 층을 적층한 것을 사용하여 박리층 위의 절연막(697)으로서, 질화 실리콘이나 산화질화 실리콘, 질화산화 실리콘 등을 복수 적층한 층을 사용하는 것이 바람직하다. 박리층에 고용점 금속 재료를 사용하면, 이보다 나중에 형성하는 층의 형성 온도를 높일 수 있어, 불순물의 농도가 저감되어, 신뢰성이 높은 표시 패널을 실현할 수 있다.

[0202] 도전막(635)으로서, 금속 산화물, 금속 질화물, 또는 저저항화된 산화물 반도체 등의 산화물 또는 질화물을 사용하는 것이 바람직하다. 산화물 반도체를 사용하는 경우에는, 수소, 붕소, 인, 질소, 및 기타 불순물의 농도, 및 산소 빈자리의 양 중 적어도 하나가, 트랜지스터에 사용되는 반도체층과 비교하여 높은 재료를 도전막(635)에 사용하면 좋다.

[0203] <6-3. 각 구성요소에 대하여>

[0204] 아래에서는, 상술한 각 구성요소에 대하여 설명한다. 또한, 상술한 기능과 같은 기능을 갖는 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0205] [접착층]

[0206] 접착층으로서, 자외선 경화성 등의 광경화성 접착제, 반응 경화성 접착제, 열경화성 접착제, 혐기성 접착제 등의 각종 경화성 접착제를 사용할 수 있다. 이들 접착제로서는 에폭시 수지, 아크릴 수지, 실리콘 수지 (silicone resin), 페놀 수지, 폴리이미드 수지, 이미드 수지, PVC(폴리비닐클로라이드) 수지, PVB(폴리비닐부티랄) 수지, EVA(에틸렌바이닐아세테이트) 수지 등을 들 수 있다. 특히 에폭시 수지 등 투습성이 낮은 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 2성분 혼합형(two-component-mixture-type) 수지를 사용하여도 좋다. 또한, 접착 시트 등을 사용하여도 좋다.

[0207] 또한, 상기 수지에 건조제를 포함하여도 좋다. 예를 들어, 알칼리 토금속의 산화물(산화 칼슘이나 산화 바륨 등)과 같이, 화학 흡착에 의하여 수분을 흡착하는 물질을 사용할 수 있다. 또는, 제올라이트나 실리카 겔 등과 같이 물리 흡착에 의하여 수분을 흡착하는 물질을 사용하여도 좋다. 건조제가 포함되면, 수분 등 불순물이 소자에 침입되는 것을 억제할 수 있기 때문에, 표시 패널의 신뢰성이 향상되어 바람직하다.

[0208] 또한, 상기 수지에 굴절률이 높은 필러나 광 산란 부재를 혼합함으로써, 광 추출 효율을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 산화 타이타늄, 산화 바륨, 제올라이트, 지르코늄 등을 사용할 수 있다.

[0209] [접속층]

[0210] 접속층에는, 이방성 도전 필름(ACF: anisotropic conductive film)이나 이방성 도전 페이스트(ACP: anisotropic conductive paste) 등을 사용할 수 있다.

[0211] [착색층]

[0212] 착색층에 사용할 수 있는 재료로서는, 금속 재료, 수지 재료, 안료 또는 염료가 포함된 수지 재료 등을 들 수 있다.

[0213] [차광층]

[0214] 차광층으로서 사용할 수 있는 재료로서는, 카본 블랙, 타이타늄 블랙, 금속, 금속 산화물, 복수의 금속 산화물의 고용체를 포함하는 복합 산화물 등을 들 수 있다. 차광층은 수지 재료를 포함하는 막이어도 좋고, 금속 등 무기 재료의 박막이어도 좋다. 또한, 차광층에, 착색층의 재료를 포함하는 막의 적층막을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 어떤 색의 광을 투과시키는 착색층에 사용되는 재료를 포함하는 막과, 다른 색의 광을 투과시키는 착색층에 사용되는 재료를 포함하는 막의 적층 구조를 사용할 수 있다. 착색층과 차광층의 재료를 공통화함으로써, 장치를 공통화할 수 있을 뿐만 아니라 공정을 간략화할 수 있어 바람직하다.

[0215] 이상이 각 구성요소에 관한 설명이다.

[0216] <6-4. 제작 방법에>

- [0217] 여기서는 가요성을 갖는 기판을 사용한 표시 패널의 제작 방법의 예에 대하여 설명한다.
- [0218] 여기서는, 표시 소자, 회로, 배선, 전극, 착색층이나 차광층 등의 광학 부재, 및 절연층 등이 포함되는 층을 통틀어 소자층이라고 부른다. 예를 들어, 소자층은 표시 소자를 포함하고, 표시 소자 이외에 표시 소자와 전기적으로 접속되는 배선, 화소나 회로에 사용되는 트랜지스터 등의 소자를 구비하여도 좋다.
- [0219] 또한, 여기서는, 표시 소자가 완성된(제작 공정이 종료된) 단계에서 소자층을 지지하고 가요성을 갖는 부재를 기판이라고 부른다. 예를 들어 기판에는, 두께가 10nm 이상 300 μm 이하로 매우 얇은 필름 등도 포함된다.
- [0220] 가요성을 갖고, 절연 표면을 갖는 기판 위에 소자층을 형성하는 방법으로서, 대표적으로 다음 2가지 방법이 있다. 하나는 기판 위에 직접 소자층을 형성하는 방법이다. 또 하나는 기판과는 상이한 지지 기판 위에 소자층을 형성한 후, 소자층과 지지 기판을 박리하고, 소자층을 기판으로 전치하는 방법이다. 또한, 여기서는 상세히 설명하지 않지만, 상기 2가지 방법 이외에도, 가요성을 갖지 않는 기판 위에 소자층을 형성하고 상기 기판을 연마 등에 의하여 얇게 함으로써 가요성을 부여하는 방법도 있다.
- [0221] 기판을 구성하는 재료가 소자층의 형성 공정에서 가해지는 열에 대하여 내열성을 갖는 경우에는, 기판 위에 직접 소자층을 형성하면, 공정이 간략화되므로 바람직하다. 이때, 기판을 지지 기판에 고정된 상태에서 소자층을 형성하면, 장치 내 및 장치 간에서의 반응이 쉬워지기 때문에 바람직하다.
- [0222] 또한, 소자층을 지지 기판 위에 형성한 후에, 기판으로 전치하는 방법을 사용하는 경우에는, 먼저 지지 기판 위에 박리층과 절연층을 적층하고, 상기 절연층 위에 소자층을 형성한다. 이어서, 지지 기판과 소자층 사이에서 박리하고 소자층을 기판으로 전치한다. 이때, 지지 기판과 박리층의 계면, 박리층과 절연층의 계면, 또는 박리층 내에서 박리가 발생되도록 재료를 선택하면 좋다. 이 방법으로는, 지지 기판이나 박리층에 내열성이 높은 재료를 사용함으로써, 소자층을 형성할 때의 온도의 상한을 높일 수 있어, 신뢰성이 더 높은 소자를 갖는 소자층을 형성할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0223] 예를 들어, 박리층으로서 텅스텐 등 고용점 금속 재료를 포함하는 층과 상기 금속 재료의 산화물을 포함하는 층을 적층하여 사용하고, 박리층 위의 절연층으로서, 산화 실리콘, 질화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화산화 실리콘 등을 복수 적층한 층을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0224] 소자층과 지지 기판을 박리하는 방법으로서, 기계적인 힘을 가하는 것, 박리층을 에칭하는 것, 또는 박리 계면에 액체를 침투시키는 것 등을 일례로 들 수 있다. 또는, 박리 계면을 형성하는 2층의 열 팽창률의 차이를 이용하여 가열 또는 냉각함으로써 박리를 수행하여도 좋다.
- [0225] 또한, 지지 기판과 절연층의 계면에서 박리할 수 있는 경우에는 박리층을 제공하지 않아도 된다.
- [0226] 예를 들어, 지지 기판으로서 유리를 사용하고, 절연층으로서 폴리이미드 등의 유기 수지를 사용할 수 있다. 이때, 레이저 광 등을 사용하여 유기 수지의 일부를 국소적으로 가열하는 것, 또는 예리한 부재에 의하여 물리적으로 유기 수지의 일부를 절단 또는 관통하는 것 등에 의하여 박리의 기점을 형성하고, 유리와 유기 수지의 계면에서 박리를 수행하여도 좋다. 또한, 상기 유기 수지로서는, 감광성 재료를 사용하면, 개구부 등의 형상을 용이하게 제작할 수 있기 때문에 적합하다. 또한, 상기 레이저 광으로서, 가시광선~자외선의 파장 영역의 광인 것이 바람직하다. 예를 들어 파장이 200nm 이상 400nm 이하인 광, 바람직하게는 파장이 250nm 이상 350nm 이하인 광을 사용할 수 있다. 특히, 파장이 308nm인 엑시머 레이저를 사용하면 생산성이 우수하므로 바람직하다. 또한, Nd:YAG 레이저의 제 3 고조파인 파장이 355nm인 UV 레이저 등의 고체 UV 레이저(반도체 UV 레이저라고도 함)를 사용하여도 좋다.
- [0227] 또는, 지지 기판과, 유기 수지로 이루어진 절연층 사이에 발열층을 제공하고, 상기 발열층을 가열함으로써 상기 발열층과 절연층의 계면에서 박리를 수행하여도 좋다. 발열층으로서, 전류를 흘림으로써 발열하는 재료, 광을 흡수함으로써 발열하는 재료, 자기장을 인가함으로써 발열하는 재료 등 다양한 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 발열층으로서, 반도체, 금속, 절연체 중에서 선택하여 사용할 수 있다.
- [0228] 또한, 상술한 방법에서, 유기 수지로 이루어진 절연층은 박리 후에 기판으로서 사용할 수 있다.
- [0229] 이상이 가요성을 갖는 표시 패널을 제작하는 방법에 대한 설명이다.
- [0230] 본 실시형태는 적어도 그 일부를 본 명세서에 기재된 다른 구성과 적절히 조합하여 실시할 수 있다.
- [0231] <<전자 기기>>

- [0232] 본 발명의 일 형태의 전자 기기의 예에 대하여 설명한다. 전자 기기로서는 예를 들어, 텔레비전 장치(텔레비전 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라 등의 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대용 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파친코기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체적인 예에 대하여 아래에서 설명한다.
- [0233] 도 11의 (A)는 텔레비전 장치의 일례를 도시한 것이다. 텔레비전 장치는 하우징(7101)에 표시부(7103)가 제공되어 있다. 또한, 여기서는 스탠드(7105)에 의하여 하우징(7101)을 지탱한 구성을 도시하였다. 표시부(7103)에 영상을 표시할 수 있고, 표시부(7103)는 매트릭스 형태로 배열된 발광 소자를 포함한다.
- [0234] 텔레비전 장치는 하우징(7101)이 구비하는 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤러(7110)로 조작할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의하여 채널이나 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(7110)에, 상기 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 제공하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0235] 또한, 텔레비전 장치는 수신기나 모뎀 등을 구비하는 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 모뎀을 통하여 유선 또는 무선 통신 네트워크에 접속함으로써, 단방향(송신자로부터 수신자로) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 간, 또는 수신자들끼리 등)의 정보 통신을 하는 것도 가능하다.
- [0236] 도 11의 (B1)에 도시된 컴퓨터는 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 이 컴퓨터는 매트릭스 형태로 배열된 발광 소자를 표시부(7203)에 사용하여 제작된다. 도 11의 (B1)의 컴퓨터는 도 11의 (B2)에 도시된 바와 같은 형태이어도 좋다. 도 11의 (B2)의 컴퓨터에는 키보드(7204) 및 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제 2 표시부(7210)가 제공되어 있다. 제 2 표시부(7210)는 터치 패널식이기 때문에, 제 2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용 펜으로 조작함으로써 입력을 할 수 있다. 또한, 제 2 표시부(7210)는 입력용 표시뿐만 아니라 기타 화상을 표시할 수도 있다. 또한, 표시부(7203)도 터치 패널이어도 좋다. 2개의 화면이 한지로 연결되어 있음으로써, 수납하거나 운반할 때에 화면을 손상시키거나 파손시키는 등의 문제의 발생도 방지할 수 있다.
- [0237] 도 11의 (C) 및 (D)는 휴대 정보 단말의 일례를 도시한 것이다. 휴대 정보 단말은 하우징(7401)에 제공된 표시부(7402)와, 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크로폰(7406) 등을 갖는다. 또한, 휴대 정보 단말은 발광 소자를 매트릭스 형태로 배열하여 제작된 표시부(7402)를 갖는다.
- [0238] 도 11의 (C) 및 (D)에 도시된 휴대 정보 단말은 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 등의 조작은 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치하여 수행할 수 있다.
- [0239] 표시부(7402)의 화면에는 주로 3가지 모드가 있다. 첫 번째 모드는 화상의 표시를 주로 하는 표시 모드이고, 두 번째 모드는 글자 등의 정보의 입력을 주로 하는 입력 모드이다. 세 번째 모드는 표시 모드와 입력 모드의 2가지 모드가 혼합된 표시+입력 모드이다.
- [0240] 예를 들어, 전화를 걸거나 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 글자의 입력을 주로 하는 글자 입력 모드로 하고, 화면에 표시된 글자의 입력 조작을 하면 좋다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0241] 또한, 자이로스코프, 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 휴대 정보 단말 내부에 제공함으로써, 휴대 정보 단말의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여, 표시부(7402)의 화면 표시가 자동적으로 전환되도록 할 수 있다.
- [0242] 또한, 화면 모드는 표시부(7402)를 터치하거나 또는 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)을 조작함으로써 전환된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 따라 전환되도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시되는 화상 신호가 동영상 데이터이면 표시 모드, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환된다.
- [0243] 또한, 입력 모드에서 표시부(7402)의 광센서로 검출되는 신호를 검지하여, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어하여도 좋다.
- [0244] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능할 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)를 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문, 지문 등을 촬상함으로써, 본인 인증을 할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광을 발하는 백라이트 또는

근적외광을 발하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.

- [0245] 또한, 상기 전자 기기는 본 명세서에 기재된 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0246] 또한, 표시부에 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 사용하는 것이 바람직하다. 상기 발광 소자는 발광 효율이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 할 수 있다. 그러므로, 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 포함하는 전자 기기는 소비전력이 낮은 전자 기기로 할 수 있다.
- [0247] 도 12는 발광 소자를 백라이트에 적용한 액정 표시 장치의 일례이다. 도 12에 도시된 액정 표시 장치는 하우징(901), 액정층(902), 백라이트 유닛(903), 하우징(904)을 갖고, 액정층(902)은 드라이버 IC(905)와 접속된다. 백라이트 유닛(903)에는 발광 소자가 제공되고, 단자(906)에 의하여 전류가 공급된다.
- [0248] 발광 소자에는 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 사용하는 것이 바람직하고, 상기 발광 소자를 액정 표시 장치의 백라이트에 적용함으로써, 소비전력이 저감된 백라이트를 얻을 수 있다.
- [0249] 도 13은 본 발명의 일 형태의 전기 스탠드의 예이다. 도 13에 도시된 전기 스탠드는 하우징(2001) 및 광원(2002)을 갖고, 광원(2002)으로서 발광 소자를 사용한 조명 장치가 제공되어 있다.
- [0250] 도 14는 실내 조명 장치(3001)의 예이다. 상기 조명 장치(3001)에는 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0251] 본 발명의 일 형태의 자동차를 도 15에 도시하였다. 상기 자동차는 앞유리나 대시보드에 발광 소자가 탑재되어 있다. 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5005)은 발광 소자를 사용하여 제공된 표시 영역이다. 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 사용하는 것이 바람직하고, 이에 의하여 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5005)의 소비전력을 억제할 수 있으므로 차량용으로서 바람직하다.
- [0252] 표시 영역(5000)과 표시 영역(5001)은 자동차의 앞유리에 제공된, 발광 소자를 사용한 표시 장치이다. 이 발광 소자의 제 1 전극과 제 2 전극을 투광성을 갖는 전극으로 제작함으로써, 반대편이 비쳐 보이는 소위 시스루 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시이면, 자동차의 앞유리에도 시야를 가리지 않고 설치할 수 있다. 또한, 구동을 위한 트랜지스터 등을 제공하는 경우에는 유기 반도체 재료를 사용한 유기 트랜지스터나 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등, 투광성을 갖는 트랜지스터를 사용하면 좋다.
- [0253] 표시 영역(5002)은 필러 부분에 제공된 발광 소자를 사용한 표시 장치이다. 차체에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시 영역(5002)에 표시함으로써, 필러로 가려진 시야를 보완할 수 있다. 또한, 마찬가지로, 대시보드 부분에 제공된 표시 영역(5003)은 자동차의 외측에 제공된 촬상 수단으로부터의 영상을 표시함으로써 차체로 가려진 시야를 보완하여, 사각을 보완하고 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 표시함으로써, 더 자연스럽게 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.
- [0254] 표시 영역(5004)이나 표시 영역(5005)은 내비게이션 정보, 속도계나 회전수, 주행 거리, 급유량, 기어 상태, 에어컨디셔너의 설정 등, 기타 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시 항목이나 레이아웃은 사용자의 취향에 맞춰 적절히 변경할 수 있다. 또한, 이들 정보는 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5003)에도 표시할 수 있다. 또한, 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5005)을 조명 장치로서 사용할 수도 있다.
- [0255] 도 16의 (A) 및 (B)는 반으로 접을 수 있는 태블릿 단말의 일례이다. 도 16의 (A)는 펼친 상태를 도시한 것이고, 태블릿 단말은 하우징(9630), 표시부(9631a), 표시부(9631b), 표시 모드 전환 스위치(9034), 전원 스위치(9035), 절전 모드 전환 스위치(9036), 및 잠금부(9033), 조작 스위치(9038)를 갖는다. 또한, 상기 태블릿 단말은 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 포함하는 발광 장치를 표시부(9631a) 및 표시부(9631b) 중 한쪽 또는 양쪽 모두에 사용하여 제작된다.
- [0256] 표시부(9631a)의 일부를 터치 패널 영역(9632a)으로 할 수 있고, 표시된 조작 키(9637)를 터치함으로써 데이터를 입력할 수 있다. 또한, 표시부(9631a)의 일례로서, 절반 영역이 표시 기능만을 갖는 구성, 나머지 절반 영역이 터치 패널의 기능을 갖는 구성을 도시하였지만 이 구성에 한정되지 않는다. 표시부(9631a)의 전체 영역이 터치 패널의 기능을 갖는 구성으로 하여도 좋다. 예를 들어, 표시부(9631a)의 전체 면에 키보드 버튼을 표시시켜 터치 패널로 하고, 표시부(9631b)를 표시 화면으로서 사용할 수 있다.
- [0257] 또한, 표시부(9631b)도 표시부(9631a)와 마찬가지로, 표시부(9631b)의 일부를 터치 패널 영역(9632b)으로 할 수 있다. 또한, 터치 패널에서 키보드 표시 전환 버튼(9639)이 표시되어 있는 위치를 손가락이나 스타일러스 등으로 터치함으로써 표시부(9631b)에 키보드 버튼을 표시시킬 수 있다.

- [0258] 또한, 터치 패널 영역(9632a)과 터치 패널 영역(9632b)에 동시에 터치 입력을 할 수도 있다.
- [0259] 또한, 세로 표시 또는 가로 표시 등의 표시 방향의 전환, 흑백 표시나 컬러 표시의 전환 등을 표시 모드 전환 스위치(9034)로 선택할 수 있다. 절전 모드 전환 스위치(9036)에 의하여 태블릿 단말에 내장된 광센서로 검출되는 사용 시의 외광의 광량에 따라 표시의 휘도를 최적화할 수 있다. 태블릿 단말에는 광센서뿐만 아니라 자이로스코프, 가속도 센서 등 기울기를 검출하는 센서 등 다른 검출 장치가 내장되어도 좋다.
- [0260] 또한, 도 16의 (A)에는 표시부(9631b)와 표시부(9631a)의 표시 면적이 같은 경우의 예를 도시하였지만 이에 특별히 한정되지 않고, 한쪽 크기와 다른 쪽 크기가 달라도 좋고, 표시의 품질도 달라도 좋다. 예를 들어, 한쪽이 다른 쪽보다 고해상도 표시가 가능한 표시 패널이어도 좋다.
- [0261] 도 16의 (B)는 닫은 상태이며, 본 실시형태의 태블릿 단말이 하우징(9630), 태양 전지(9633), 충방전 제어 회로(9634), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636)를 갖는 경우의 예를 도시한 것이다. 또한, 도 16의 (B)에는 충방전 제어 회로(9634)의 일례로서 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636)를 갖는 구성을 도시하였다.
- [0262] 또한, 태블릿 단말은 반으로 접을 수 있기 때문에, 사용하지 않을 때에 하우징(9630)을 닫은 상태로 할 수 있다. 따라서, 표시부(9631a) 및 표시부(9631b)를 보호할 수 있어, 내구성이 우수하고 장기 사용의 관점에서도 신뢰성이 우수한 태블릿 단말을 제공할 수 있다.
- [0263] 또한, 이 외에도 도 16의 (A) 및 (B)에 도시된 태블릿 단말은 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시하는 기능, 달력, 날짜, 또는 시각 등을 표시부에 표시하는 기능, 표시부에 표시된 정보를 터치 입력 조작하거나 편집하는 터치 입력 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의하여 처리를 제어하는 기능 등을 가질 수 있다.
- [0264] 태블릿 단말의 표면에 장착된 태양 전지(9633)에 의하여 터치 패널, 표시부, 또는 영상 신호 처리부 등에 전력을 공급할 수 있다. 또한, 태양 전지(9633)가 하우징(9630)의 하나의 면 또는 2개의 면에 제공되어 있으면 배터리(9635)의 충전을 효율적으로 수행하는 구성으로 할 수 있으므로 적합하다.
- [0265] 또한, 도 16의 (B)에 도시된 충방전 제어 회로(9634)의 구성, 및 동작에 대하여 도 16의 (C)의 블록도를 참조하여 설명한다. 도 16의 (C)에는 태양 전지(9633), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1) 내지 스위치(SW3), 표시부(9631)를 도시하였고, 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1) 내지 스위치(SW3)가, 도 16의 (B)에 도시된 충방전 제어 회로(9634)에 대응하는 개소이다.
- [0266] 먼저, 외광에 의하여 태양 전지(9633)로 발전하는 경우의 동작의 예에 대하여 설명한다. 태양 전지로 발전된 전력은 배터리(9635)를 충전하기 위한 전압이 되도록 DCDC 컨버터(9636)에 의하여 승압 또는 강압된다. 그리고, 표시부(9631)의 동작에 태양 전지(9633)에 의하여 충전된 전력이 사용될 때에는 스위치(SW1)를 온으로 하여, 컨버터(9638)에 의하여 표시부(9631)에 필요한 전압으로 승압 또는 강압한다. 또한, 표시부(9631)에서 표시를 하지 않을 때에는, 스위치(SW1)를 오프로 하고 스위치(SW2)를 온으로 하여 배터리(9635)를 충전하는 구성으로 하면 좋다.
- [0267] 또한, 발전 수단의 일례로서 태양 전지(9633)에 대하여 설명하였지만, 발전 수단은 특별히 한정되지 않고 압전 소자(피에조 소자)나 열전 변환 소자(펠티어 소자) 등 다른 발전 수단으로 배터리(9635)를 충전하는 구성이어도 좋다. 무선(비접촉)으로 전력을 송수신하여 충전하는 무접점 전력 전송 모듈이나, 또 다른 충전 수단을 조합하여 충전을 하는 구성으로 하여도 좋고, 발전 수단을 갖지 않아도 된다.
- [0268] 또한, 상술한 표시부(9631)를 갖기만 하면, 도 16에 도시된 형상의 태블릿 단말에 한정되지 않는다.
- [0269] 또한, 도 17의 (A) 내지 (C)에 접을 수 있는 휴대 정보 단말(9310)을 도시하였다. 도 17의 (A)는 펼친 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 17의 (B)는 펼친 상태에서부터 접은 상태로 또는 그 반대로 변화되는 도중의 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 도 17의 (C)는 접은 상태의 휴대 정보 단말(9310)을 도시한 것이다. 접은 상태의 휴대 정보 단말(9310)은 들고 다니기 쉽고, 펼친 상태에서는 이음매가 없는 넓은 표시 영역을 가지므로 표시 일람성(一覽性)이 우수하다.
- [0270] 표시 패널(9311)은 힌지(9313)로 연결된 3개의 하우징(9315)에 의하여 지탱되어 있다. 또한, 표시 패널(9311)은 터치 센서(입력 장치)가 탑재된 터치 패널(입출력 장치)이어도 좋다. 또한, 표시 패널(9311)은 힌지(9313)를 이용하여 2개의 하우징(9315) 사이를 굴곡시켜, 휴대 정보 단말(9310)을 펼친 상태에서부터 접은 상태로 가역적으로 변형시킬 수 있다. 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 표시 패널(9311)에 사용할 수 있다. 표시 패널(9311)의 표시 영역(9312)은 휴대 정보 단말(9310)을 접은 상태로 하였을 때에 측면에 위치하는 표시 영역이다.

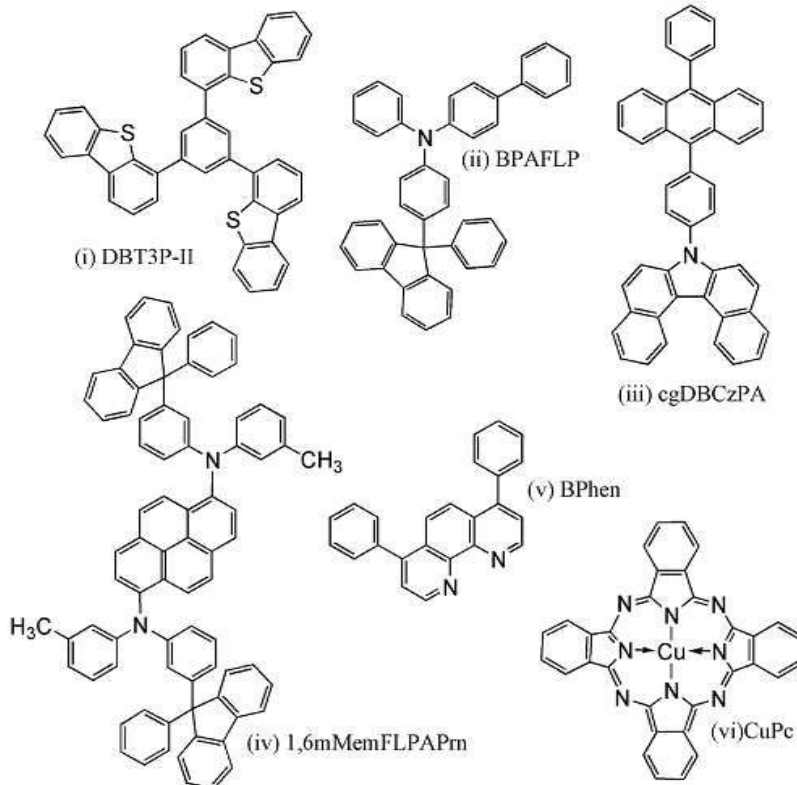
표시 영역(9312)에는 정보 아이콘이나 사용 빈도가 높은 애플리케이션 및 프로그램의 바로가기 등을 표시할 수 있어, 정보의 확인이나 애플리케이션 등의 기능을 원활하게 할 수 있다.

[0271] (실시예 1)

[0272] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 제작 방법을 이용하여 제작한 발광 소자(발광 소자 1)의 파라미터 a를 산출한 결과에 대하여 자세히 설명한다. 그 설명에서는, 발광 소자 1과 같은 제작 방법으로 제작하고 정면 휘도를 가능한 한 작게 한 구성을 갖는 측정용 발광 소자(발광 소자 1-1)를 사용한다.

[0273] 먼저, 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 제작 방법 및 제작된 발광 소자의 구조에 대하여 설명한다. 제작한 발광 소자에 사용한 유기 화합물을 아래에 나타낸다. 또한, 측정용 발광 소자의 구조를 도 28에 도시하였다.

[0274] [화학식 1]



[0275]

[0276] (발광 소자 1의 제작 방법)

[0277] 우선, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 70nm로 하고 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0278] 다음에, 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전(前)처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0279] 이 후, 내부 압력이 약 10<sup>-4</sup>Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭(放冷)하였다.

[0280] 다음에, 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 구조식(i)으로 표현되는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II)와 산화 몰리브덴(VI)을 중량비 4:2(=DBT3P-II:산화 몰리브덴)가 되도록 저항 가열을 이용한 증착법에 의하여 10nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0281] 다음에, 정공 주입층(111) 위에, 구조식(ii)으로 표현되는 4-페닐-4''-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 막 두께 30nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0282] 이어서, 구조식(iii)으로 표현되는 7-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-7H-다이벤조[c,g]카바졸(약칭: cgDBCzPA)과

구조식(iv)으로 표현되는 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-다이아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)을 중량비 1:0.03(=cgDBCzPA:1,6mMemFLPAPrn)이 되도록 15nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다. 또한, 발광층(113)을 형성할 때(증착 중), 증착실 내에 설치된 Q-MASS(ULVAC사 제조, 잔류 가스 분석기 Qulee BGM-202)에 의한 측정에서, 전체 압력은  $1 \times 10^{-4}$  Pa 부근을 추이(推移)하고, 분자량 44로 검출되는 이산화 탄소의 부분 압력은  $6 \times 10^{-7}$  Pa 부근을 추이하였다(도 30 참조. 또한 도 30에서는 증착 시작부터 경과된 시간을 나타내는 가로축에서 00:18:00 내지 00:23:00가 발광층을 형성한 기간에 상당함). 즉, 증착 시의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율은 약 0.6%이었다. 이와 같이 증착 시의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.03%보다 큰 것, 구체적으로는 0.1% 이상인 것이 중요하다. 또한, Q-MASS는 분자량 1 내지 200의 가스밖에 검출하지 않기 때문에, Q-MASS의 전체 압력은 엄밀하게 말하면 챔버 내의 실제의 전체 압력과 다르다. 그러나, 분자량이 200을 넘는 가스 성분의 부분 압력은 무시할 수 있을 만큼 작으므로 어느 전체 압력을 사용하여도 마찬가지로의 결과가 얻어진다.

[0283] 이 후, 발광층(113) 위에 cgDBCzPA를 막 두께가 20nm가 되도록 증착한 후, 구조식(v)으로 표현되는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께가 15nm가 되도록 증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0284] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 산화 리튬(Li<sub>2</sub>O)을 막 두께가 0.1nm가 되도록 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 이어서 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써 발광 소자 1을 제작하였다.

[0285] (발광 소자 1-1의 제작 방법)

[0286] 발광 소자 1-1은 상기 발광 소자 1의 전자 주입층(115)을 형성한 후, 구조식(vi)으로 표현되는 구리 프탈로사이아닌(약칭: CuPC)을 2nm가 되도록 증착하여 전자 릴레이층(118)을 형성하고, DBT3P-II와 산화 몰리브데넘(VI)을 중량비 2:1(=DBT3P-II: 산화 몰리브데넘)이 되도록 60nm 공증착하여 P형층(117)을 형성하여 막 두께 조절층을 형성하였다.

[0287] 발광 소자 1 및 발광 소자 1-1의 소자 구조를 아래의 표에 정리하였다.

[표 1]

	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층		전자 주입층	막 두께 조절층	
	10nm	30nm		20nm	15nm		2nm	60nm
발광 소자 1	DBT3P-II: MoOx (4:2)	BPAFLP	cgDBCzPA : 1,6mMemFLPAPrn (1:0.03)	cgDBCzPA	BPhen	Li <sub>2</sub> O	-	-
발광 소자 1-1							CuPC	DBT3P-II: MoOx (4:2)

[0289] 발광 소자 1 및 발광 소자 1-1을 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실란트를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간 열 처리)을 행한 후, 발광 소자 1 및 발광 소자 1-1의 초기 특성을 측정하였다. 또한, 측정은 25℃로 유지된 분위기에서 행하였다.

[0291] 발광 소자 1의 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 20에 나타내었다. 또한, 발광 소자 1 및 발광 소자 1-1의 휘도 1000cd/m<sup>2</sup> 부근에서의 주요한 특성을 표 2에 정리하였다.

[표 2]

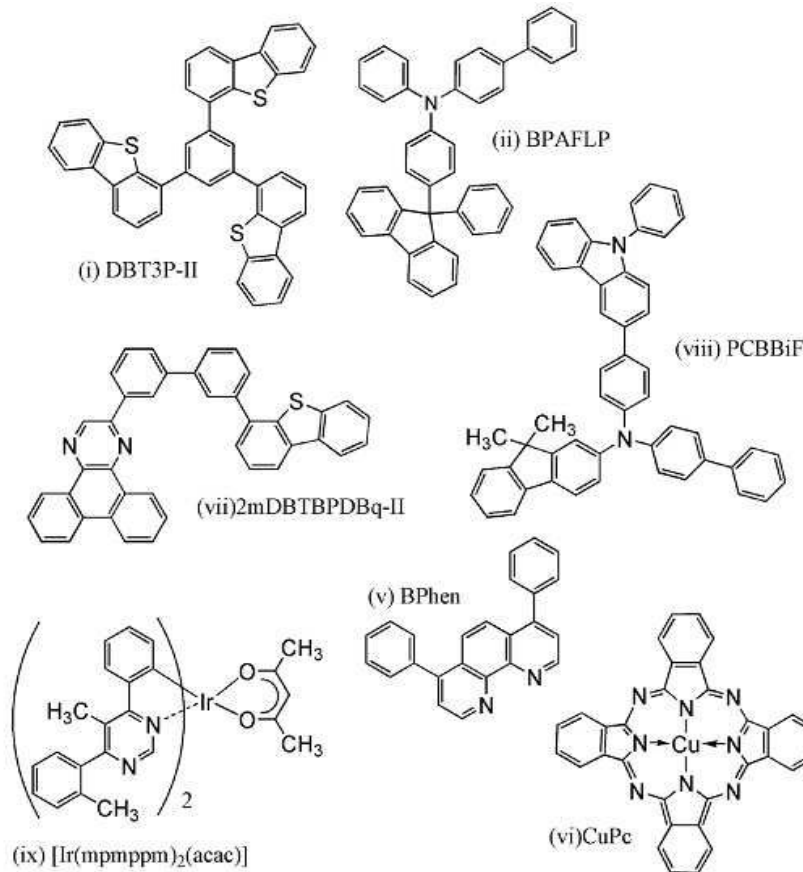
	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 1	3.3	0.27	6.9	0.14	0.18	14	11
발광 소자 1-1	4.6	4.38	110	0.23	0.36	1.0	0.4

[0293] 이와 같이 발광 소자 1은 외부 양자 효율 11%라는 매우 양호한 효율을 나타내는 발광 소자인 것을 알 수 있다.

- [0295] 발광 소자 1-1은 발광 소자 1에 추가로 막 두께 조절층을 형성한 소자이다. 발광 소자의 광로 길이를 조정하여 정면 방향으로 향하는 광을 감소시킴으로써, 배향 상태를 나타내는  $a$ 의 값을 산출하기 쉽게 하였다. 또한, 발광 소자 1과 발광 소자 1-1은 그 구성 및 제작 방법에 있어서 막 두께 조절층의 유무만 다르기 때문에 발광층에서의 발광 물질의 배향 상태는 같은 것으로 추찰할 수 있다.
- [0296] 발광 소자 1-1을 사용하여 발광층에서의 발광 재료의 배향 상태에 대하여 조사하였다. 우선, 도 29에 도시된 바와 같이 발광 소자 1-1이 제공된 기판을 검출기(Hamamatsu Photonics Corporation 제조, 멀티 채널 분광기 PMA-12)에 대하여  $\theta=0^\circ$  부터  $80^\circ$  까지 기울이면서  $1^\circ$  마다 EL 발광 스펙트럼을 측정하여 EL 발광의 스펙트럼 형상의 각도 의존성을 측정하였다. 이 측정에서는 발광 소자 1-1과 검출기 사이에는 기판면에 수직으로 직선 편광자(글렌 테일러 편광 프리즘)를 삽입하여, 발광 소자 1-1이 발하는 광으로부터 S편광을 제거하여 P편광만의 스펙트럼을 측정하였다.
- [0297] 도 21에, 세로축에 각도( $\theta$ )에서의 EL 발광 스펙트럼의 440nm 내지 956nm의 면적 강도, 가로축에 검출기의 각도( $\theta$ )를 나타낸 그래프를 나타내었다. 도면에서 □의 플롯으로 나타낸 그래프가 실측값, 실선이나 파선으로 나타낸 그래프가 유기 디바이스 시뮬레이터인 setfos에 의한 계산 결과이다. 상기 계산은 소자에서 사용하는 각 층의 막 두께, 굴절률 및 소광 계수의 실측값, 도펀트의 발광 스펙트럼의 실측값, 발광 영역의 위치 및 폭, 및 배향 파라미터  $a$ 를 입력하여 행하였다. 이들 중, 각 층의 막 두께, 굴절률, 소광 계수는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN사 제조 M-2000U)를 이용하여 측정하였다. 측정에는, 석영 기판 위에 상기 재료를 진공 증착법에 의하여 형성한 두께 150nm의 막을 사용하였다. 도펀트의 발광 스펙트럼은 형광 광도계(Hamamatsu Photonics Corporation 제조 FS920)를 이용하여 측정하였다. 측정에는, 석영 기판 위에 cgDBCzPA와 1,6mMemFLPAPrn을 중량비 1:0.03, 막 두께는 cgDBCzPA가 50nm가 되도록 진공 증착법에 의하여 공증착하여 형성한 막을 사용하였다. setfos에 의한 계산에서는, 이에 더하여 발광 영역의 설정을 한다. 여기서는, 정공 수송층과 발광층의 계면을 정점으로 하여 재결합 확률이 음극 방향에 대하여 지수 함수적인 감소 곡선을 나타내는 발광 영역의 상태(exponential)를 가정하고, 재결합 확률이  $1/e$ 로 감소하는 막 두께가 10nm가 되도록 발광 영역이 넓어져 있는 것으로 설정하였다. 이로써, 파라미터  $a$ 마다 그 발광 스펙트럼의 면적 강도의 각도 의존성을 산출할 수 있다. 발광 소자 1-1의 측정값은  $a=0.16$ 일 때의 계산값과 잘 맞았다.
- [0298] 또한, 도 22에 발광 소자 1-1의 EL 발광 스펙트럼의 각도 의존성을 측정한 2D 등고선도(실측)를 나타내었다. 또한, 도 23에는 계산에 의하여 얻어진 2D 등고선도를 나타내었다. 도면에서 이들은 잘 맞는 것을 알 수 있으며, 이것은 본 실험과 계산으로 발광 소자 1 및 발광 소자 1-1에서의 발광 재료의 배향이 정확하게 산출된 것을 시사한다.
- [0299] 여기서, 전이 쌍극자의 방향이 랜덤인 경우의  $a$ 의 값은  $1/3 \approx 0.33$ 이고, 기판에 대하여 완전히 수평인 경우의  $a$ 의 값은 0이다.  $a=0$ 인 경우의 추출 효율이,  $a=1/3 \approx 0.33$ 인 경우의 광 추출 효율의 1.5배가 되는 것을 감안하면, 이번의  $a=0.16$ 이라는 값을 갖는 발광 소자는 랜덤 배향인 발광 소자의 1.26배의 광 추출 효율이 되는 것을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 발광 소자는 랜덤 배향인 소자의 1.26배의 발광 효율을 나타낸다는 말이다.
- [0300] 또한, 발광 소자 1과 발광 소자 1-1은 그 발광층의 재료도, 성막 방법도 같기 때문에 발광 소자 1은 발광 소자 1-1과 마찬가지로  $a=0.16$ 의 배향을 갖는다고 할 수 있다. 발광 소자 1은 외부 양자 효율 11%라는 매우 양호한 값을 나타내는 발광 소자이며,  $a$ 의 값을 0.2 이하로 하면, 양호한 발광 효율을 갖는 발광 소자를 얻을 수 있는 것을 알았다. 또한 전이(transient) EL 측정의 결과에서 이 소자는 TTA가 발생하는 것도 알았다. 또한, cgDBCzPA와 1,6mMemFLPAPrn을 중량비 1:0.03, 막 두께는 cgDBCzPA가 50nm가 되도록 진공 증착법에 의하여 공증착하여 형성한 막의 양자 수율은 360nm 여기광에서 평균 0.85였다. 즉, 본 실시예의 발광층은  $a$ 가 0.2 이하이고 형광 양자 수율이 0.84 이상이기 때문에, TTA가 발생하지 않았다고 하여도, 외부 양자 효율이 7.5% 이상일 수 있는 이론적 조건을 만족시킨다. 또한 본 실시예에서는, 이에 더하여, TTA가 발생한 덕분에 외부 양자 효율이 10%를 넘는, 매우 양호한 특성을 갖는 발광 소자를 얻을 수 있었다.
- [0301] (실시예 2)
- [0302] 본 실시예에서는 본 발명의 일 형태의 제작 방법을 이용하여 제작한 발광 소자(발광 소자 2)의 파라미터  $a$ 를 산출한 결과에 대하여 자세히 설명한다. 그 설명에서는, 발광 소자 2와 같은 제작 방법으로 제작하고 정면 휘도를 가능한 한 작게 한 구성을 갖는 측정용 발광 소자(발광 소자 2-1)를 사용한다.
- [0303] 먼저, 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 제작 방법 및 제작된 발광 소자의 구조에 대하여 설명한다. 제작한 발광 소자에 사용한 유기 화합물을 아래에 나타낸다. 또한, 측정용 발광 소자의 구조를 도 28에 도시하였다.



[0304] [화학식 2]



[0305]

[0306] (발광 소자 2의 제작 방법)

[0307] 먼저, 유리 기판 위에, 산화 실리콘을 포함하는 인듐 주석 산화물(ITSO)을 스퍼터링법에 의하여 성막하여 제 1 전극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 70nm로 하고 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0308] 이어서, 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 동안 소성한 후에 UV 오존 처리를 370초 동안 수행하였다.

[0309] 다음에, 내부 압력이 약  $10^{-4}$ Pa까지 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에서 170℃에서 30분 동안 진공 소성한 후, 기판을 약 30분 동안 방랭하였다.

[0310] 다음에, 제 1 전극(101)이 형성된 면이 아래쪽을 향하도록, 제 1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 제 1 전극(101) 위에, 저항 가열을 이용한 증착법에 의하여 구조식(i)으로 표현되는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트라이일)트라이(다이벤조싸이오펜)(약칭: DBT3P-II)와 산화 몰리브데넘(VI)을 중량비 4:2(=DBT3P-II:산화 몰리브데넘)가 되도록 50nm 공증착하여 정공 주입층(111)을 형성하였다.

[0311] 다음에, 정공 주입층(111) 위에, 구조식(ii)으로 표현되는 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트라이페닐아민(약칭: BPAFLP)을 막 두께가 20nm가 되도록 증착하여 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0312] 이어서, 구조식(vii)으로 표현되는 2-[3'-(다이벤조싸이오펜-4-일)바이페닐-3-일]다이벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTBPDBq-II)과 구조식(viii)으로 표현되는 N-(1,1'-바이페닐-4-일)-9,9-다이메틸-N-[4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐]-9H-플루오렌-2-아민(약칭: PCBBiF)과 구조식(ix)으로 표현되는 비스{2-[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-피리미딘일-κN3]페닐-κC}(2,4-펜탄다이오네이트-κ<sup>2</sup>O,0')이리듐(III)(약칭:  $[\text{Ir}(\text{mpmpm})_2(\text{acac})]$ )을 중량비 0.8:0.2:0.05(=2mDBTBPDBq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{mpmpm})_2(\text{acac})]$ )가 되도록 40nm 공증착하여 발광층(113)을 형성하였다. 또한, 발광층(113)을 형성할 때(증착중), 증착실 내에 설치된 Q-MASS의 측정에서, 전체 압력은  $2 \times 10^{-4}$ Pa 부근을 추이하고, 분자량 44로 검출되는 이산화 탄소의 부분 압력은  $1 \times 10^{-6}$ Pa 부근을 추이하였다(도 31 참조).

또한 도 31에서는 증착 시작부터 경과된 시간을 나타내는 가로축에서 00:18:00 내지 00:19:20이 발광층을 형성한 기간에 상당함). 즉, 증착 시의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율은 약 0.5%이었다. 이와 같이 증착 시의 전체 압력에 대한 이산화 탄소의 부분 압력의 비율이 0.03%보다 큰 것, 구체적으로는 0.1% 이상인 것이 중요하다. 또한, Q-MASS는 분자량 1 내지 200의 가스밖에 검출하지 않았기 때문에, Q-MASS의 전체 압력은 엄밀하게 말하면 챔버 내의 실제의 전체 압력과 다르다. 그러나, 분자량이 200을 넘는 가스 성분의 부분 압력은 무시할 수 있을 만큼 작으므로 어느 전체 압력을 사용하여도 마찬가지로의 결과가 얻어진다.

[0313] 그 후, 발광층(113) 위에, 2mDBTBPDq-II를 막 두께가 25nm가 되도록 증착한 후, 구조식(v)으로 표현되는 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께가 10nm가 되도록 증착하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0314] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 산화 리튬(Li<sub>2</sub>O)을 막 두께가 0.1nm가 되도록 증착하여 전자 주입층(115)을 형성하고, 이어서 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착하여 제 2 전극(102)을 형성함으로써, 본 실시예의 발광 소자 2를 제작하였다.

[0315] (발광 소자 2-1의 제작 방법)

[0316] 발광 소자 2-1은 상기 발광 소자 2의 전자 주입층(115)을 형성한 후, 구조식(vi)으로 표현되는 구리 프탈로시아닌(약칭: CuPc)을 2nm 형성하고, DBT3P-II와 산화 몰리브데넘(VI)을 중량비 2:1(=DBT3P-II: 산화 몰리브데넘)이 되도록 85nm 공증착하여 막 두께 조절층을 형성하였다.

[0317] 발광 소자 2 및 발광 소자 2-1의 소자 구조를 아래의 표에 정리하였다.

[표 3]

	정공 주입층	정공 수송층	발광층	전자 수송층		전자 주입층	막 두께 조절층	
	50nm	20nm	40nm	25nm	10nm	0.1nm	2nm	85nm
발광 소자 2	DBT3P-II		2mDBTBPDq-II : PCBBiF				-	-
발광 소자 2-1	MoOx (4:2)	BPAFLP	[Ir(mpmpm) <sub>2</sub> (acac)] (0.8:0.2:0.05)	2mDBTBPDq-II	BPhen	Li <sub>2</sub> O	CuPc	DBT3P-II: MoOx (4:2)

[0319]

[0320] 발광 소자 2 및 발광 소자 2-1을 질소 분위기의 글로브 박스 내에서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 유리 기판에 의하여 밀봉하는 작업(실란트를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉 시에 UV 처리, 80℃에서 1시간 열 처리)을 행한 후, 발광 소자 2 및 발광 소자 2-1의 초기 특성에 대하여 측정하였다. 또한, 측정은 25℃로 유지된 분위기에서 행하였다.

[0321] 발광 소자 2의 외부 양자 효율-휘도 특성을 도 24에 나타내었다. 또한, 발광 소자 2 및 발광 소자 2-1의 휘도 1000cd/m<sup>2</sup> 부근에서의 주요한 특성을 표 4에 정리하였다.

[표 4]

	전압 (V)	전류 (mA)	전류 밀도 (mA/cm <sup>2</sup> )	색도 x	색도 y	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 2	2.8	0.03	0.8	0.49	0.50	105	30
발광 소자 2-1	4.2	0.90	23	0.49	0.50	4.1	2.5

[0323]

[0324] 이와 같이 발광 소자 2는 외부 양자 효율 30%라는 매우 양호한 효율을 나타내는 발광 소자인 것을 알 수 있다. 여기서, 이번에 사용한 발광 재료인[Ir(mpmpm)<sub>2</sub>(acac)]의 발광 양자 수율( $\Phi$ )은 0.84인 것을 알고 있다. 캐리어 밸런스( $\gamma$ )가 1, 여기자 생성 비율( $\alpha$ )이 1인 것으로 하면, 광 추출 효율( $\chi$ )은 35.7%로 산출된다. 이것은 일반적으로 알려져 있는 광 추출 효율의 이론값인 20% 내지 30%보다 매우 큰 값이다.

[0325] 발광 소자 2-1은 발광 소자 2에 막 두께 조절층을 더 형성한 소자이다. 발광 소자의 광로 길이를 조정하여 정면 방향으로 향하는 광을 감소시킴으로써, 배향 상태를 나타내는 a의 값을 산출하기 쉽게 하였다. 또한, 발광 소자 2와 발광 소자 2-1은 그 구성 및 제작 방법에서 막 두께 조절층의 유무만이 다른 것이기 때문에 발광층에서의 발광 물질의 배향 상태는 같은 것으로 추찰할 수 있다.

[0326] 발광 소자 2-1을 사용하여 발광층에서의 발광 재료의 배향 상태에 대하여 조사하였다. 우선, 도 29에 도시된 바와 같이 발광 소자 2-1이 제공된 기판을 검출기(Hamamatsu Photonics Corporation 제조, 멀티 채널 분광기 PMA-12)에 대하여  $\theta=0^\circ$  부터  $80^\circ$  까지 기울이면서  $1^\circ$  마다 EL 발광 스펙트럼을 측정하여 EL 발광의 스펙트럼 형상의 각도 의존성을 측정하였다. 이 측정에서는 발광 소자 2-1과 검출기 사이에, 기판면에 수직으로 직선 편광자(글렌 테일러 편광 프리즘)를 삽입하여, 발광 소자 2-1이 발하는 광으로부터 S편광을 제거하여 P편광만의 스펙트럼을 측정하였다.

[0327] 도 25에, 세로축에 각도( $\theta$ )에서의 EL 발광 스펙트럼의 440nm 내지 956nm의 면적 강도, 가로축에 검출기의 각도( $\theta$ )를 나타낸 그래프를 나타내었다. 도면 중 □의 플롯으로 나타낸 그래프가 실측값, 실선이나 파선으로 나타낸 그래프가 유기 디바이스 시뮬레이터인 setfos에 의한 계산 결과이다. 상기 계산은 소자 내의 각 층의 막 두께, 굴절률 및 소광 계수의 실측값, 도펀트의 발광 스펙트럼의 실측값, 발광 영역의 위치 및 폭, 및 배향 파라미터 a를 입력하여 행하였다. 이들 중, 각 층의 막 두께, 굴절률, 소광 계수는 분광 엘립소미터(J.A. Woollam JAPAN사 제조 M-2000U)를 이용하여 측정하였다. 측정에는, 석영 기판 위에 상기 재료를 진공 증착법에 의하여 형성한 두께 150nm의 막을 사용하였다. 도펀트의 발광 스펙트럼은 형광 광도계(Hamamatsu Photonics Corporation 제조 FS920)를 이용하여 측정하였다. 측정에는, 석영 기판 위에 2mDBTBPDq-II와 PCBBiF와  $\text{Ir}(\text{mpmpm})_2(\text{acac})$ 를 중량비 0.8:0.2:0.05, 막 두께는 50nm가 되도록 진공 증착법에 의하여 공증착하여 형성한 막을 사용하였다. setfos에 의한 계산에서는, 이에 더하여 발광 영역의 설정을 한다. 여기서는, 정공 수송층과 발광층 사이의 계면을 정점으로 하여, 재결합 확률이 음극 방향에 대하여 지수 함수적인 감소 곡선을 나타내는 발광 영역의 상태(exponential)를 가정하고, 재결합 확률이  $1/e$ 로 감소하는 막 두께가 25nm가 되도록 발광 영역이 넓어져 있는 것으로 설정하였다. 이로써, 파라미터 a마다 그 발광 스펙트럼의 면적 강도의 각도 의존성을 산출할 수 있다. 발광 소자 2-1의 측정값은  $a=0.18$ 일 때의 계산값과 잘 맞았다.

[0328] 또한, 도 26에 발광 소자 2-1의 EL 발광 스펙트럼의 각도 의존성을 측정한 2D 등고선도(실측)를 나타내었다. 또한, 도 27에는 계산에 의하여 얻어진 2D 등고선도를 나타내었다. 도면에서 이들은 잘 맞는 것을 알 수 있으며, 이것은 본 실험과 계산으로 발광 소자 2 및 발광 소자 2-1에서의 발광 재료의 배향이 정확하게 산출된 것을 시사한다.

[0329] 여기서, 전이 쌍극자의 방향이 랜덤인 경우의 a의 값은  $1/3 \approx 0.33$ 이고, 기판에 대하여 완전히 수평인 경우의 a의 값은 0이다.  $a=0$ 인 경우의 추출 효율이,  $a=1/3 \approx 0.33$ 인 경우의 광 추출 효율의 1.5배가 되는 것을 감안하면, 이번의  $a=0.18$ 이라는 값을 갖는 발광 소자는 랜덤 배향인 발광 소자의 1.23배의 광 추출 효율이 되는 것을 알 수 있다.

[0330] 또한, 발광 소자 2와 발광 소자 2-1은 그 발광층의 재료도 성막 방법도 같기 때문에 발광 소자 2의 발광층은 발광 소자 2-1과 마찬가지로  $a=0.18$ 의 배향을 갖는다고 할 수 있다. 발광 소자 2는 외부 양자 효율 30%라는 매우 양호한 값을 나타내는 발광 소자이며, a의 값을 0.2 이하로 하면, 양호한 발광 효율을 갖는 발광 소자를 얻을 수 있는 것을 알았다. 또한, 2mDBTBPDq-II와 PCBBiF와  $\text{Ir}(\text{mpmpm})_2(\text{acac})$ 를 중량비 0.8:0.2:0.05, 막 두께는 50nm가 되도록 진공 증착법에 의하여 공증착하여 형성한 막의 양자 수율은 370nm 여기광에서 평균 0.84이었다. 즉, 본 실시예의 발광층은 a가 0.2 이하이고 인광 양자 수율이 0.84 이상이기 때문에, 외부 양자 효율이 30% 이상이 될 수 있는 이론적 조건을 만족시킨다.

**부호의 설명**

- [0331] 101: 제 1 전극
- 102: 제 2 전극
- 103: EL층
- 111: 정공 주입층
- 112: 정공 수송층
- 113: 발광층
- 114: 전자 수송층
- 115: 전자 주입층

- 116: 전하 발생층
- 117: P형 층
- 118: 전자 릴레이층
- 119: 전자 주입 버퍼층
- 150: 관측 방향
- 151: x축 방향 및 y축 방향
- 152: z축 방향
- 400: 기관
- 401: 제 1 전극
- 403: EL층
- 404: 제 2 전극
- 405: 실란트
- 406: 실란트
- 407: 밀봉 기관
- 412: 패드
- 420: IC 칩
- 501: 제 1 전극
- 502: 제 2 전극
- 503: EL층
- 511: 제 1 발광 유닛
- 512: 제 2 발광 유닛
- 513: 전하 발생층
- 601: 구동 회로부(소스선 구동 회로)
- 602: 화소부
- 603: 구동 회로부(게이트선 구동 회로)
- 604: 밀봉 기관
- 605: 실란트
- 607: 공간
- 608: 배선
- 609: FPC(Flexible Printed Circuit)
- 610: 소자 기관
- 611: 스위칭용 FET
- 612: 전류 제어용 FET
- 613: 제 1 전극
- 614: 절연물
- 616: EL층

- 617: 제 2 전극
- 618: 발광 소자
- 623: n채널형 FET
- 624: p채널형 FET
- 631: 착색층
- 632: 차광막
- 633a: 배향막
- 633b: 배향막
- 634: 착색층
- 635: 도전막
- 640: 액정 소자
- 641: 접착층
- 642: 접착층
- 643: 도전막
- 644: EL층
- 645a: 도전막
- 645b: 도전막
- 646: 절연막
- 647: 절연막
- 648: 도전막
- 649: 접속층
- 651: 기관
- 652: 도전막
- 653: 반도체막
- 654: 도전막
- 655: 개구
- 656: 편광판
- 659: 회로
- 660: 발광 소자
- 661: 기관
- 662: 표시부
- 663: 도전막
- 666: 배선
- 672: FPC
- 673: IC
- 681: 절연막

- 682: 절연막
- 683: 절연막
- 684: 절연막
- 685: 절연막
- 686: 접속체
- 687: 접속부
- 688: 표시 패널
- 689: 트랜지스터
- 690: 접속부
- 691: 트랜지스터
- 692: 트랜지스터
- 693: 접속부
- 694: 액정층
- 695: 도전막
- 696: 절연막
- 697: 절연막
- 698: 절연막
- 699: 도전막
- 730: 절연막
- 770: 평탄화 절연막
- 772: 도전막
- 782: 발광 소자
- 783: 액적 토출 장치
- 784: 액적
- 785: 층
- 786: EL층
- 788: 도전막
- 901: 하우징
- 902: 액정층
- 903: 백라이트 유닛
- 904: 하우징
- 905: 드라이버 IC
- 906: 단자
- 951: 기관
- 952: 전극
- 953: 절연층

- 954: 격벽층
- 955: EL층
- 956: 전극
- 1001: 기관
- 1002: 하지 절연막
- 1003: 게이트 절연막
- 1006: 게이트 전극
- 1007: 게이트 전극
- 1008: 게이트 전극
- 1020: 제 1 층간 절연막
- 1021: 제 2 층간 절연막
- 1022: 전극
- 1024W: 발광 소자의 제 1 전극
- 1024R: 발광 소자의 제 1 전극
- 1024G: 발광 소자의 제 1 전극
- 1024B: 발광 소자의 제 1 전극
- 1025: 격벽
- 1028: EL층
- 1029: 발광 소자의 제 2 전극
- 1031: 밀봉 기관
- 1032: 실란트
- 1033: 투명한 기재
- 1034R: 적색 착색층
- 1034G: 녹색 착색층
- 1034B: 청색 착색층
- 1035: 흑색층(블랙 매트릭스)
- 1037: 제 3 층간 절연막
- 1040: 화소부
- 1041: 구동 회로부
- 1042: 주변부
- 1400: 액적 토출 장치
- 1402: 기관
- 1403: 액적 토출 수단
- 1404: 활상 수단
- 1405: 헤드
- 1406: 점선

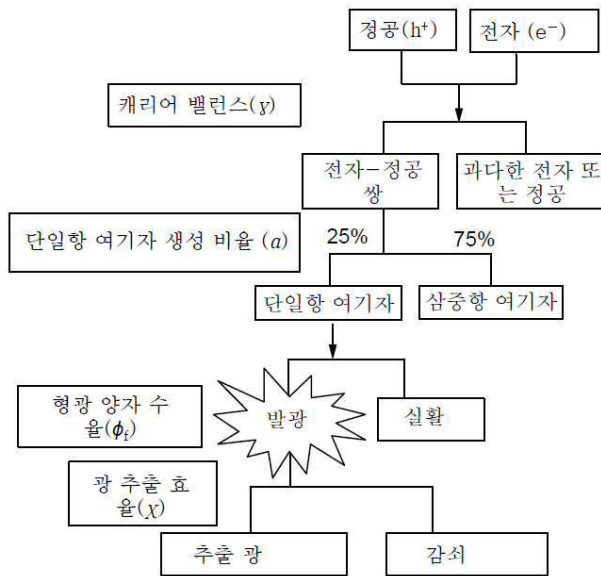
1407: 제어 수단  
1408: 기억 매체  
1409: 화상 처리 수단  
1410: 컴퓨터  
1411: 마커  
1412: 헤드  
1413: 재료 공급원  
1414: 재료 공급원  
1415: 재료 공급원  
1416: 헤드  
2001: 하우징  
2002: 광원  
3001: 조명 장치  
5000: 표시 영역  
5001: 표시 영역  
5002: 표시 영역  
5003: 표시 영역  
5004: 표시 영역  
5005: 표시 영역  
7101: 하우징  
7103: 표시부  
7105: 스탠드  
7107: 표시부  
7109: 조작 키  
7110: 리모트 컨트롤러  
7201: 본체  
7202: 하우징  
7203: 표시부  
7204: 키보드  
7205: 외부 접속 포트  
7206: 포인팅 디바이스  
7210: 제 2 표시부  
7401: 하우징  
7402: 표시부  
7403: 조작 버튼  
7404: 외부 접속 포트



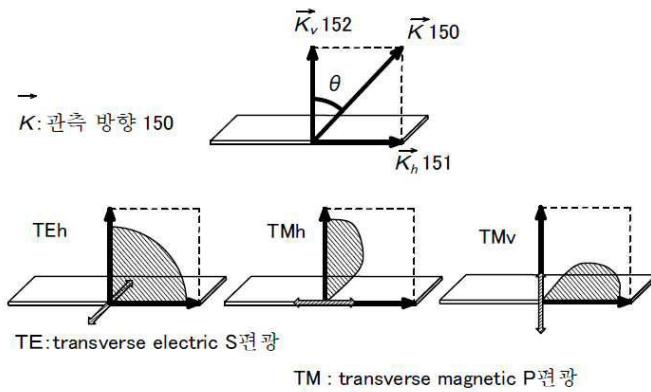
- 7405: 스피커
- 7406: 마이크론
- 9033: 잠금부
- 9034: 스위치
- 9035: 전원 스위치
- 9036: 스위치
- 9038: 조작 스위치
- 9310: 휴대 정보 단말
- 9311: 표시 패널
- 9312: 표시 영역
- 9313: 힌지
- 9315: 하우징
- 9630: 하우징
- 9631: 표시부
- 9631a: 표시부
- 9631b: 표시부
- 9632a: 터치 패널 영역
- 9632b: 터치 패널 영역
- 9633: 태양 전지
- 9634: 충방전 제어 회로
- 9635: 배터리
- 9636: DCDC컨버터
- 9637: 조작 키
- 9638: 컨버터
- 9639: 버튼

도면

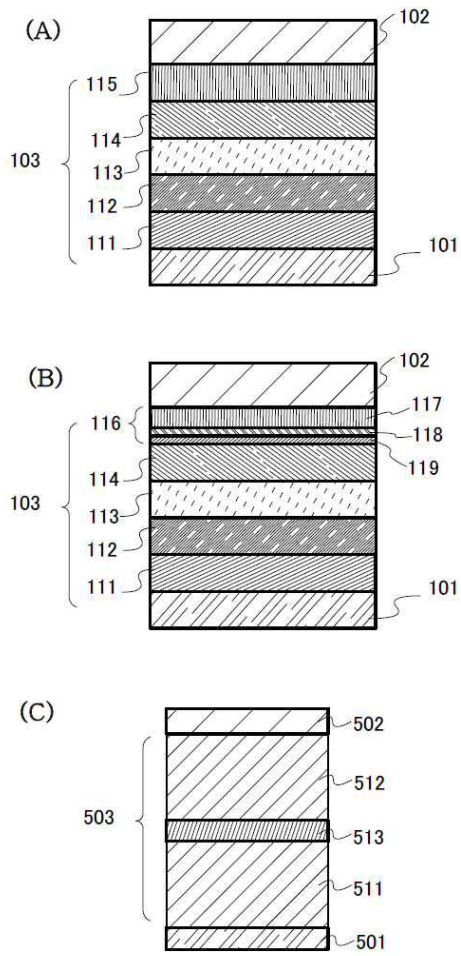
도면1



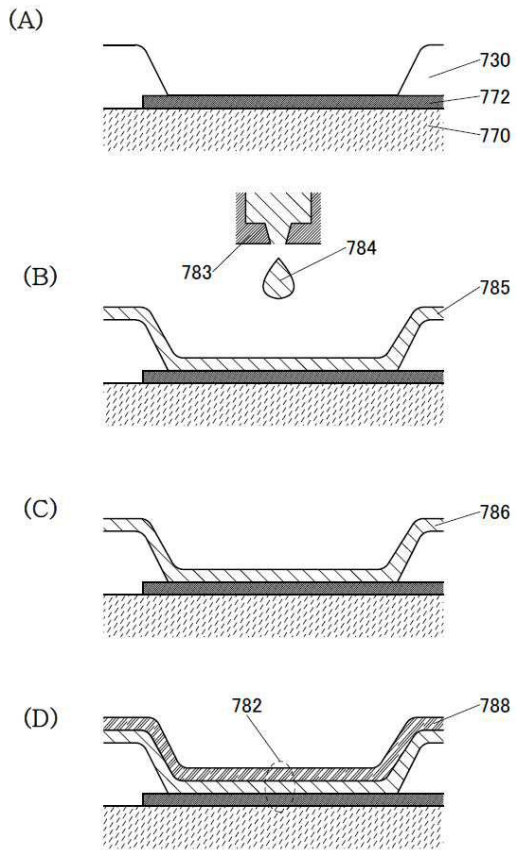
도면2



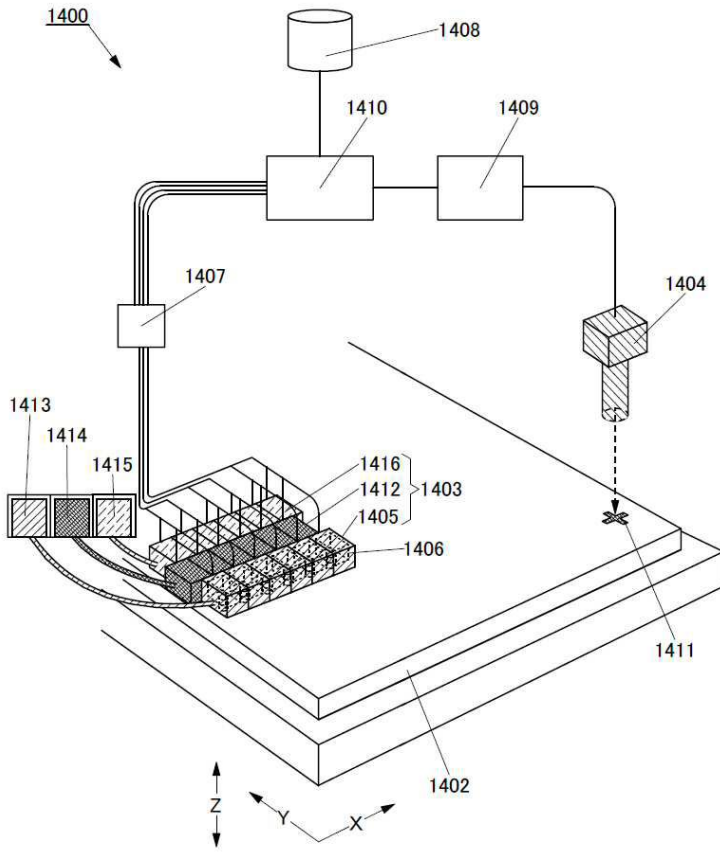
도면3



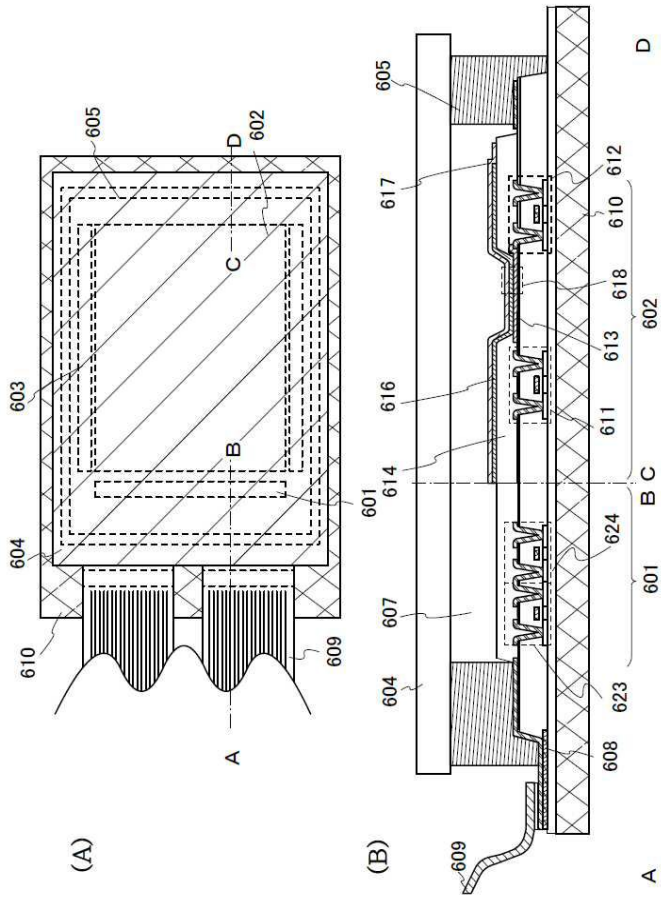
도면4



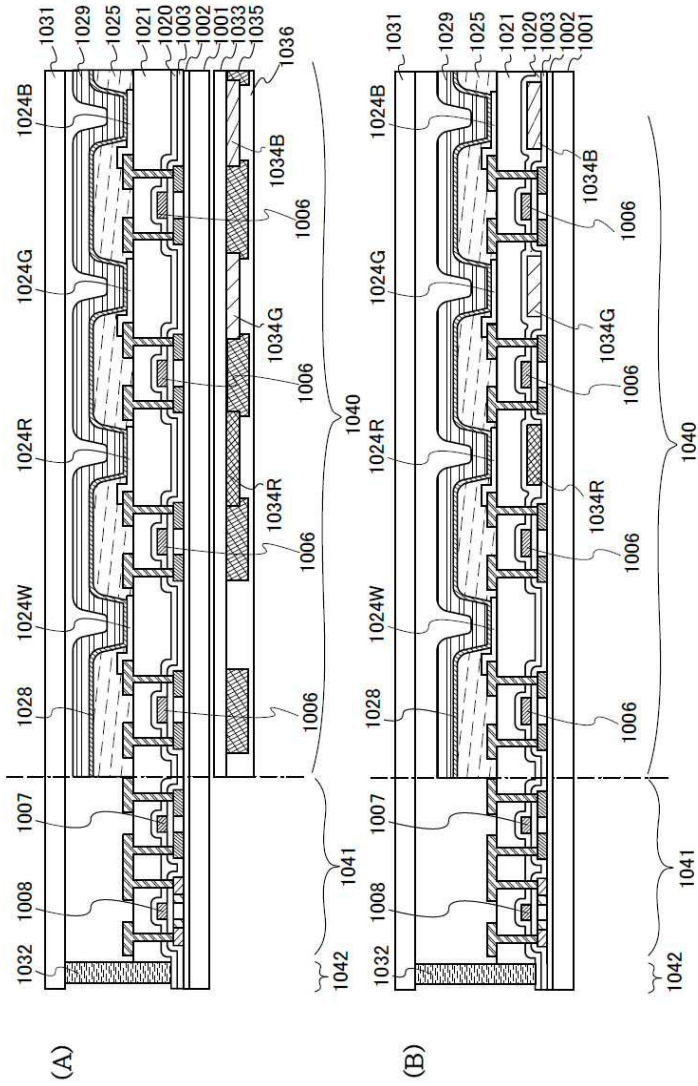
도면5



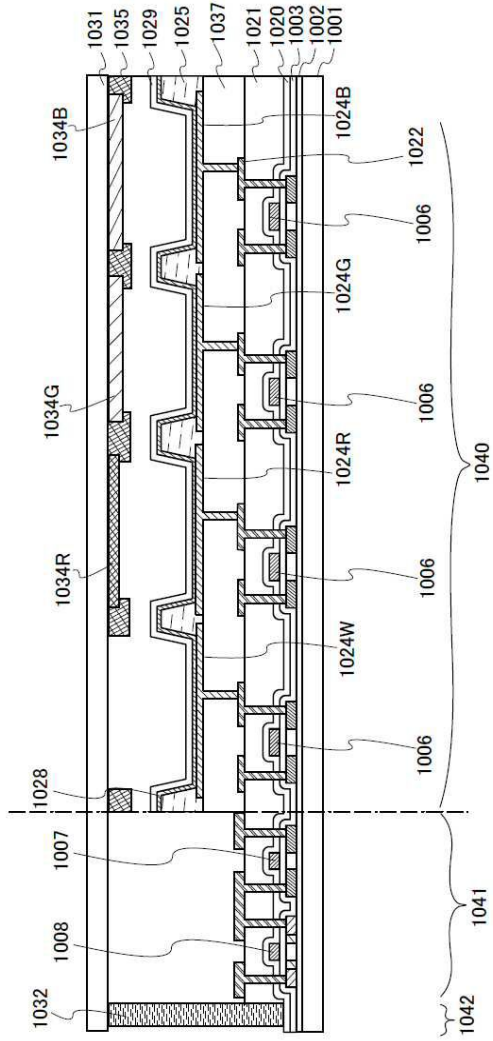
도면6



도면7

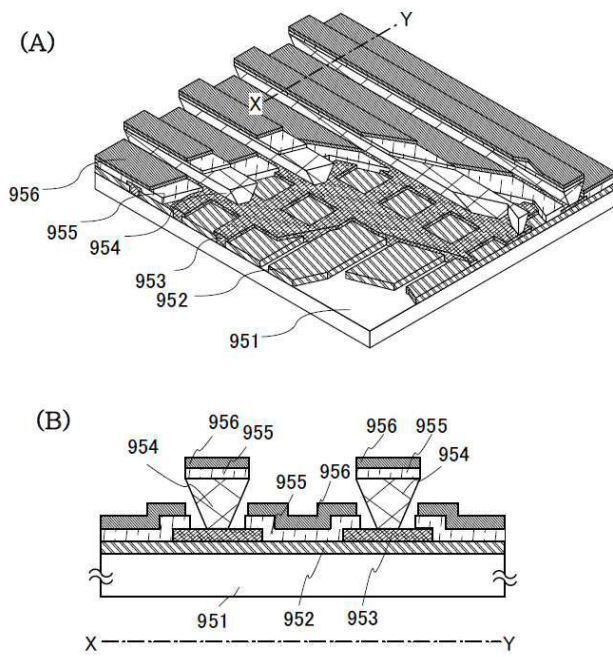


도면8

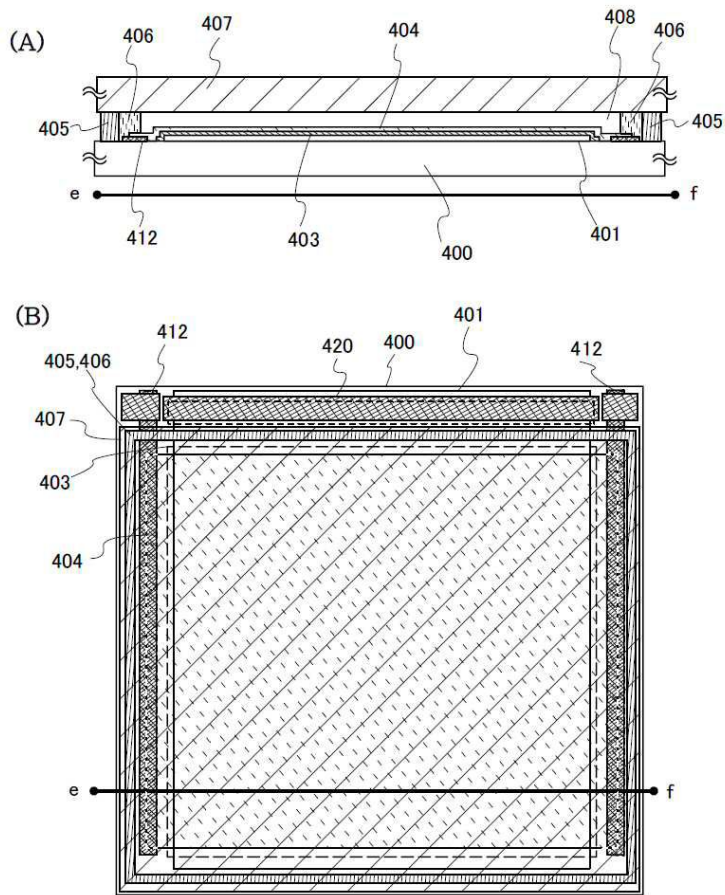




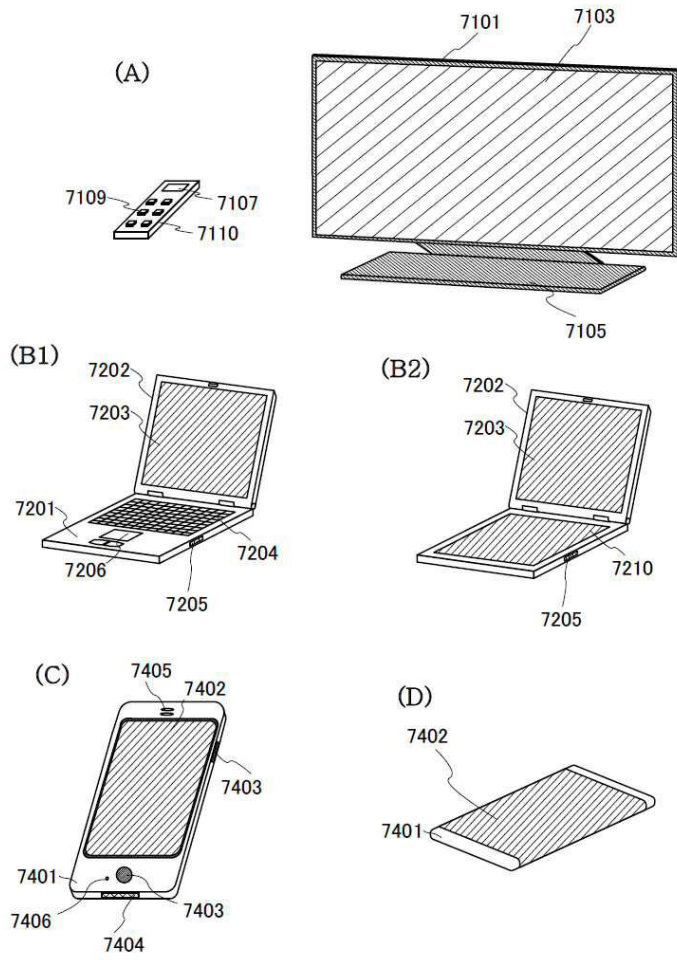
도면9



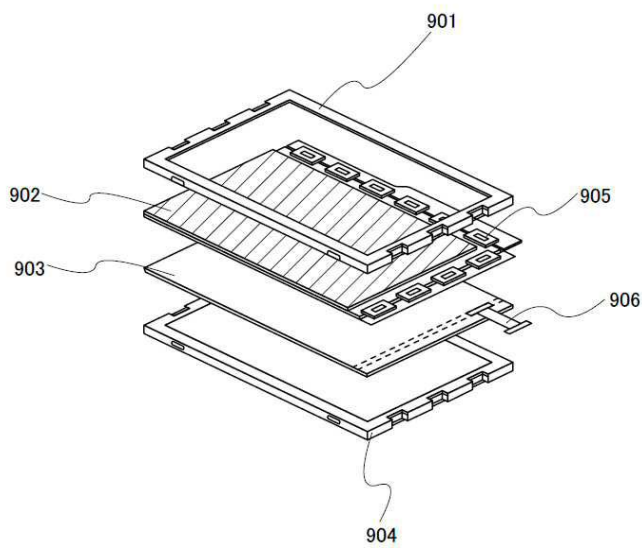
도면10



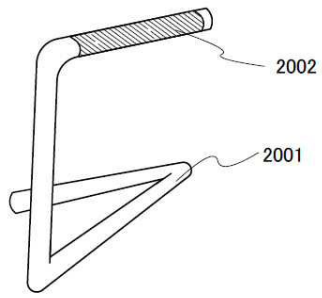
도면11



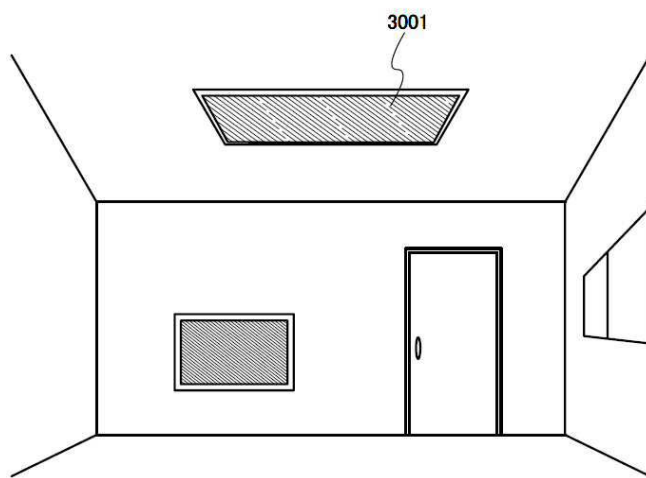
도면12



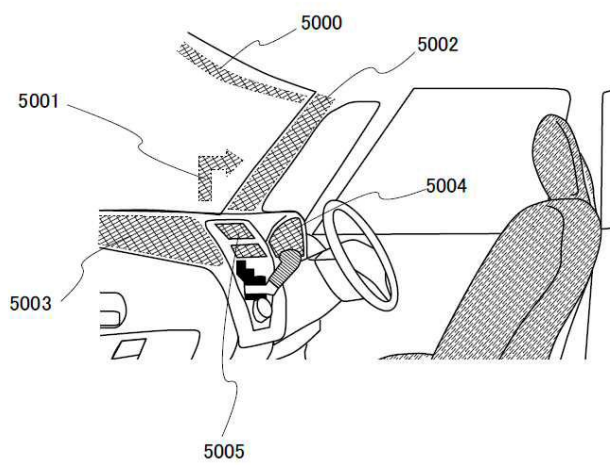
도면13



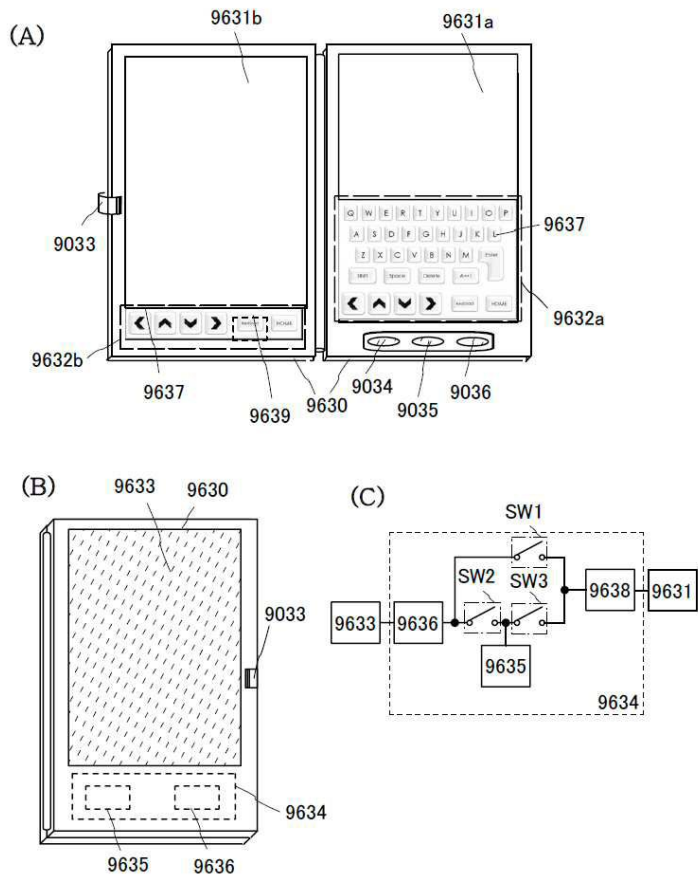
도면14



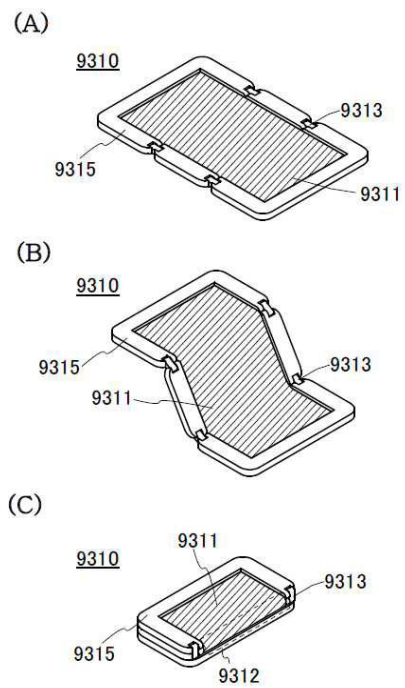
도면15



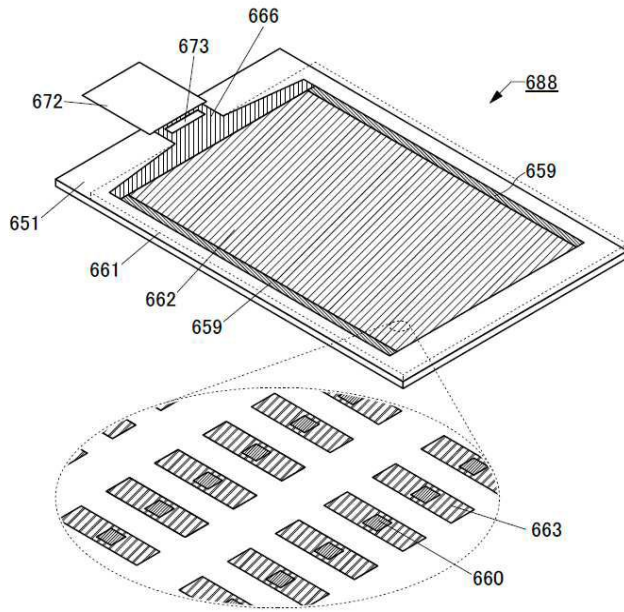
도면16



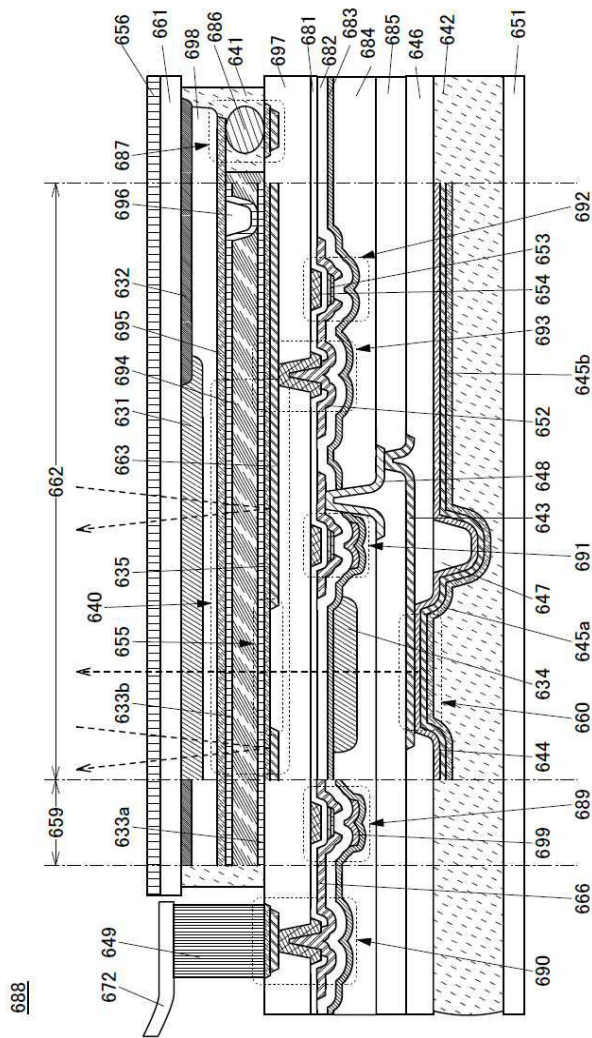
도면17



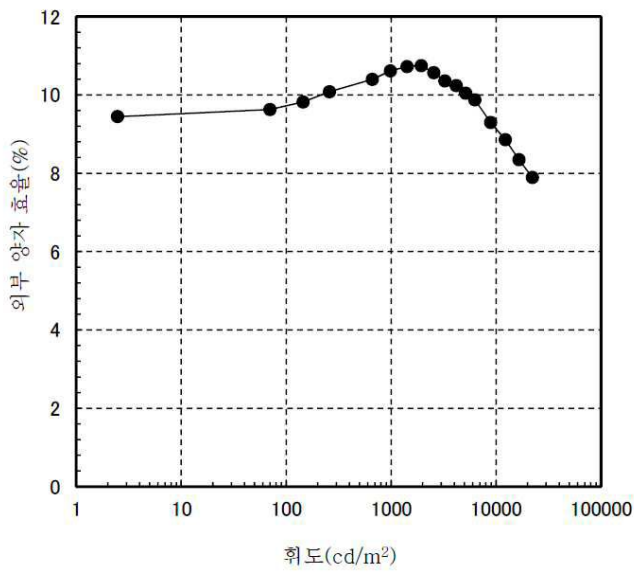
도면18



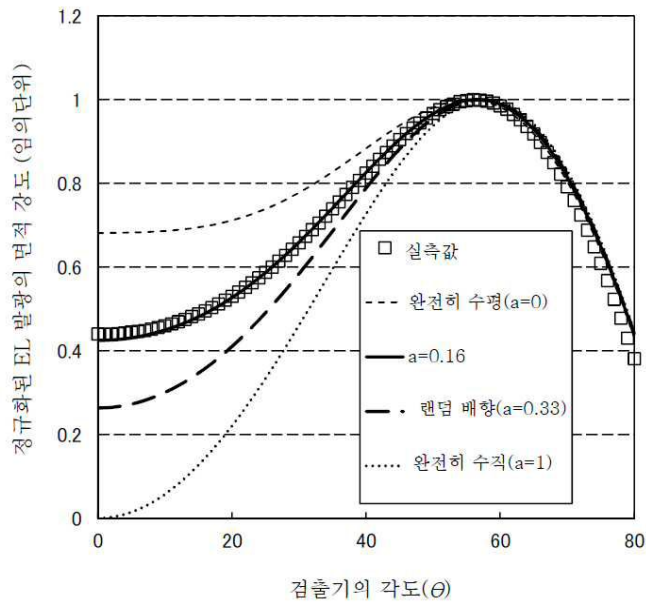
도면19



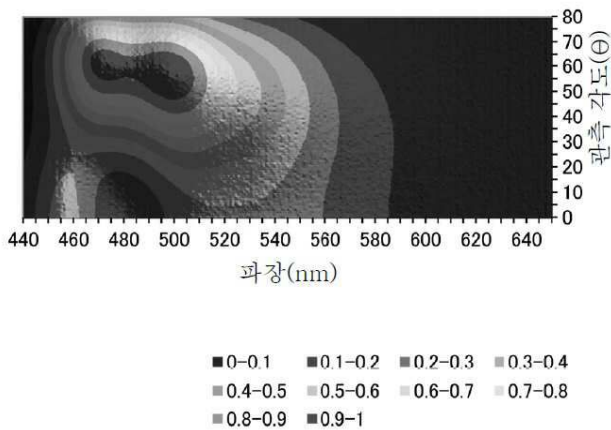
도면20



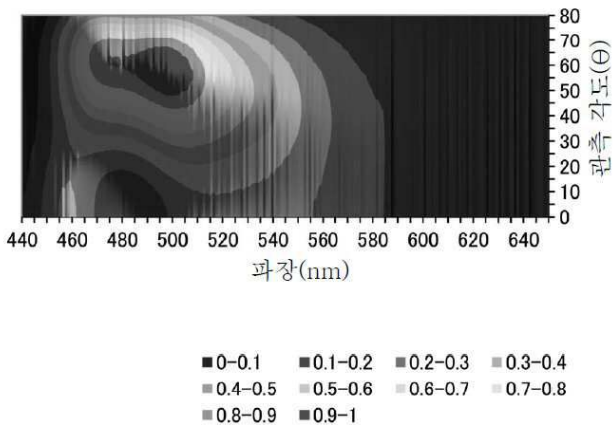
도면21



도면22

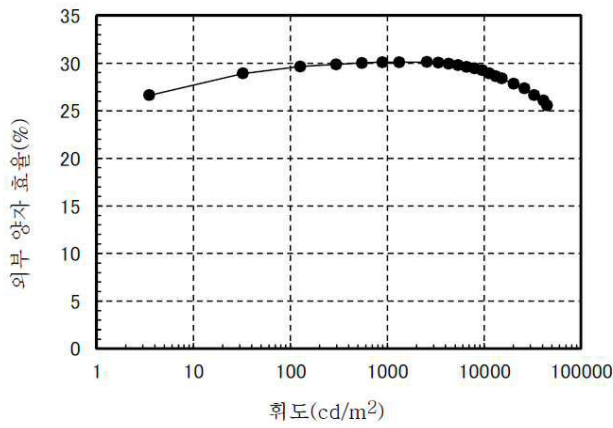


도면23

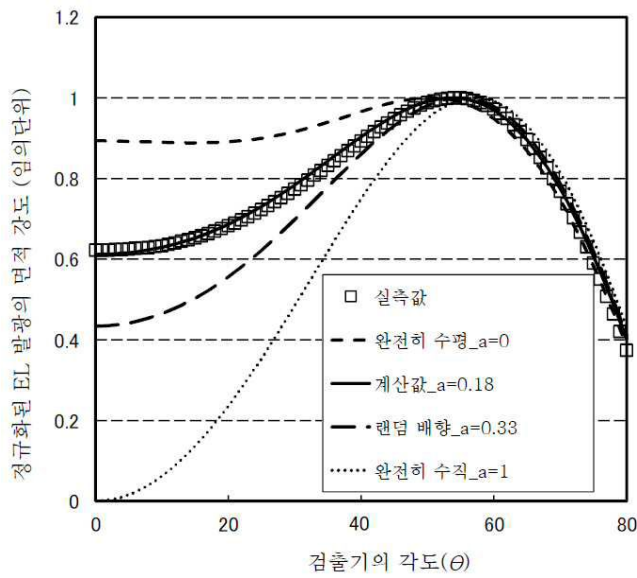




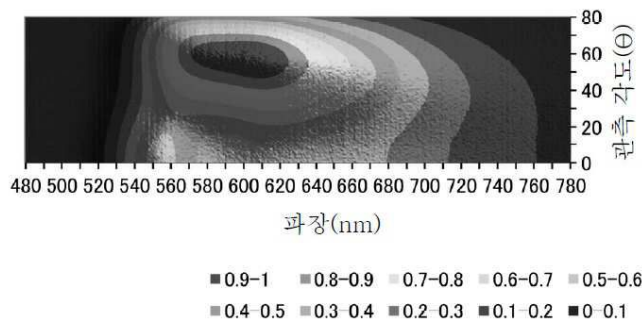
도면24



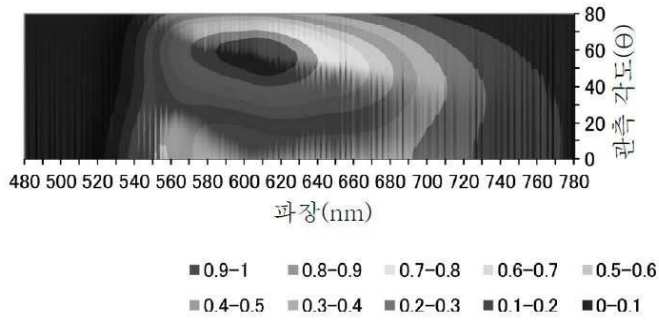
도면25



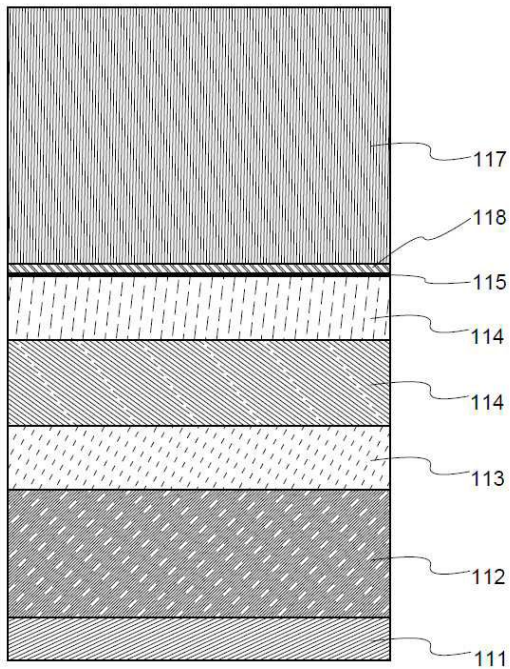
도면26



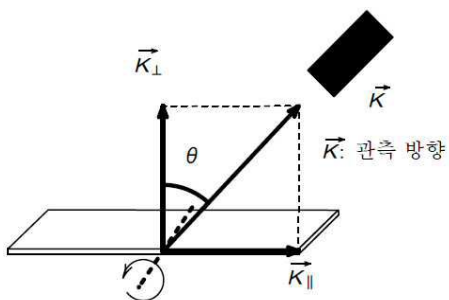
도면27



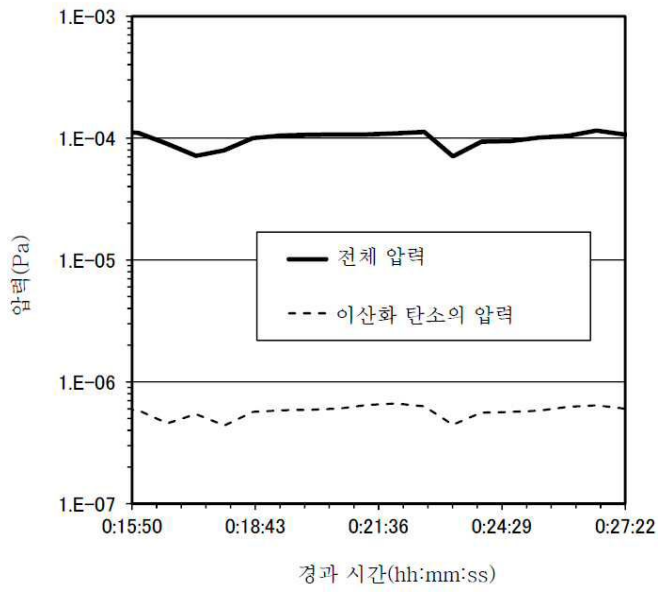
도면28



도면29



도면30



도면31

