



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0109352  
(43) 공개일자 2012년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09K 11/06 (2006.01) C07C 15/24 (2006.01)  
C07C 15/30 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0029221  
(22) 출원일자 2012년03월22일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
JP-P-2011-064629 2011년03월23일 일본(JP)  
JP-P-2011-122829 2011년05월31일 일본(JP)

(71) 출원인  
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼  
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398  
(72) 발명자  
오기타 가오리  
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내  
노와타리 히로미  
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가  
부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
장훈

전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 복합 재료, 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치

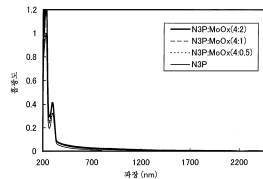
(57) 요약

유기 화합물과 무기 화합물을 복합한 복합 재료로서, 캐리어 수소성이 높은 복합 재료를 제공한다. 또한, 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 높은 복합 재료를 제공한다. 또한, 전하 이동 상호 작용에 의한 흡수가 발생하기 어려운 복합 재료를 제공한다. 또한, 가시광에 대한 투광성이 높은 복합 재료를 제공한다.

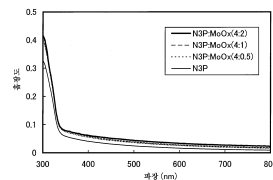
나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화 수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료를 제공한다.

대표도 - 도7

[도 7a]



[도 7b]



(72) 발명자

**오사카 하루에**

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

**우시쿠보 다카히로**

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

**세오 사토시**

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

**다카스 다카코**

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

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

나프탈렌 골격, 페난트렌 골격 및 트리페닐렌 골격으로부터 선택된 골격을 갖는 탄화수소 화합물 및 무기 화합물을 포함하고,

상기 골격은 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환 및 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 이상의 환을 갖는 치환체에 결합되고,

상기 탄화수소 화합물의 분자량은 350 이상 2000 이하이고,

상기 탄화수소 화합물은 가시광 파장보다 단파장에서 흡수 피크를 갖는, 복합 재료.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 무기 화합물이 전이 금속 산화물인, 복합 재료.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 전이 금속 산화물이 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 탄탈 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 레늄 산화물, 루테튬 산화물, 크롬 산화물, 지르코늄 산화물, 하프늄 산화물 및 은 산화물로부터 선택되는 1종 이상의 산화물 형태인, 복합 재료.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 상기 치환체가 페닐기인, 복합 재료.

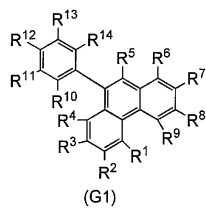
**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 치환체가 상기 나프탈렌 골격의 α- 또는 β-위치에 결합되거나, 상기 페난트렌 골격의 9-위치에 결합되거나, 상기 트리페닐렌 골격의 2-위치에 결합하는, 복합 재료.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 1로 표시되는, 복합 재료:

화학식 1



상기 화학식 1에서,

R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기 및 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기 중 어느 하나이고,

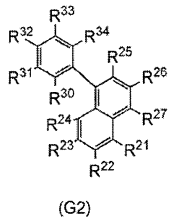
R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup> 중 하나 이상은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기 및 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기 중 어느 하나이고,

나머지 R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup>는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기 중 어느 하나이다.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 2로 표시되는, 복합 재료:

화학식 2



상기 화학식 2에서,

$R^{21}$  내지  $R^{27}$ 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기 및 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

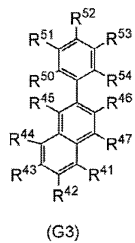
$R^{30}$  내지  $R^{34}$  중 하나 이상은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 및 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기 중 어느 하나이고,

나머지  $R^{30}$  내지  $R^{34}$ 는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기 중 어느 하나이다.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 3으로 표시되는, 복합 재료:

화학식 3



상기 화학식 3에서,

$R^{41}$  내지  $R^{47}$ 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

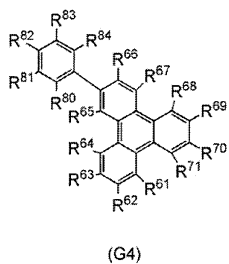
$R^{50}$  내지  $R^{54}$  중 하나 이상은, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

나머지  $R^{50}$  내지  $R^{54}$ 는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기이다.

### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 4로 표시되는, 복합 재료:

화학식 4



상기 화학식 4에서,

$R^{61}$  내지  $R^{71}$ 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

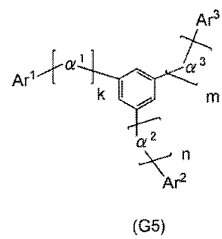
$R^{80}$  내지  $R^{84}$  중 하나 이상은, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

나머지  $R^{80}$  내지  $R^{84}$ 는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기이다.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 5로 표시되는, 복합 재료:

화학식 5



상기 화학식 5에서,

$a^1$  내지  $a^3$ 은 각각 독립적으로, 페닐렌기 또는 비페닐렌기이고,

$Ar^1$  내지  $Ar^3$ 은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

$k$ ,  $n$  및  $m$ 은 각각 독립적으로, 0 또는 1이다.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 나프틸기가  $\alpha$ -나프틸기 또는  $\beta$ -나프틸기이고, 상기 페난트릴기가 9-페난트릴기이며, 상기 트리페닐레닐기가 트리페닐렌-2-일기인, 복합 재료.

**청구항 12**

발광 소자를 포함하는 발광 장치로서, 상기 발광 소자는

제1 전극;

상기 제1 전극 위의 탄화수소 화합물과 무기 화합물과의 복합 재료를 포함하는 층; 및

상기 층 위의 제2 전극을 포함하고,

상기 탄화수소 화합물은 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격 및 트리페닐렌 골격으로부터 선택된 골격을 가지며,

상기 골격은 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환 및 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 이상의 환을 갖는 치환체에 결합되고,

상기 탄화수소 화합물의 분자량은 350 이상 2000 이하이고,

상기 탄화수소 화합물은 가시광 파장보다 단파장에서 흡수 피크를 갖는, 발광 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 무기 화합물이 전이 금속 산화물인, 발광 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 전이 금속 산화물이 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 탄탈 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅

스텐 산화물, 레늄 산화물, 루테튬 산화물, 크롬 산화물, 지르코늄 산화물, 하프늄 산화물 및 은 산화물로부터 선택되는 1종 이상의 산화물 형태인, 발광 장치.

**청구항 15**

제12항에 있어서, 상기 치환체가 페닐기인, 발광 장치.

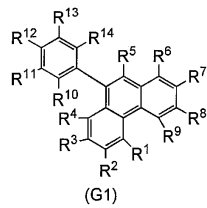
**청구항 16**

제12항에 있어서, 상기 치환체가 상기 나프탈렌 골격의 α- 또는 β-위치에 결합되거나, 상기 페난트렌 골격의 9-위치에 결합되거나, 상기 트리페닐렌 골격의 2-위치에 결합하는, 발광 장치.

**청구항 17**

제12항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 1로 표시되는, 발광 장치:

화학식 1



상기 화학식 1에서,

R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기 및 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기 중 어느 하나이고,

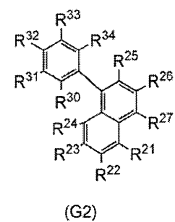
R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup> 중 하나 이상은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기 및 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기 중 어느 하나이고,

나머지 R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup>는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기 중 어느 하나이다.

**청구항 18**

제12항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 2로 표시되는, 발광 장치:

화학식 2



상기 화학식 2에서,

R<sup>21</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기 및 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

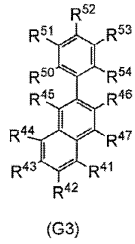
R<sup>30</sup> 내지 R<sup>34</sup> 중 하나 이상은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 및 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기 중 어느 하나이고,

나머지 R<sup>30</sup> 내지 R<sup>34</sup>는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기 중 어느 하나이다.

**청구항 19**

제12항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 3으로 표시되는, 발광 장치:

화학식 3



상기 화학식 3에서,

$R^{41}$  내지  $R^{47}$  은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

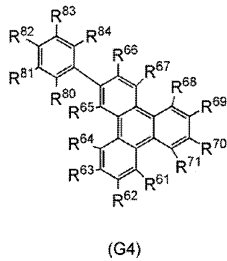
$R^{50}$  내지  $R^{54}$  중 하나 이상은, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

나머지  $R^{50}$  내지  $R^{54}$  는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기이다.

### 청구항 20

제12항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 4로 표시되는, 발광 장치:

화학식 4



상기 화학식 4에서,

$R^{61}$  내지  $R^{71}$  은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

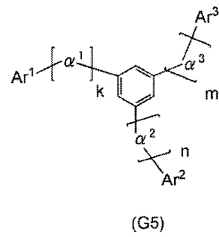
$R^{80}$  내지  $R^{84}$  중 하나 이상은, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

나머지  $R^{80}$  내지  $R^{84}$  는 각각 독립적으로, 수소 및 탄소수 1 내지 6의 알킬기이다.

### 청구항 21

제12항에 있어서, 상기 탄화수소 화합물이 화학식 5로 표시되는, 발광 장치:

화학식 5



상기 화학식 5에서,

$\alpha^1$  내지  $\alpha^3$ 은 각각 독립적으로, 페닐렌기 또는 비페닐렌기이고,

$Ar^1$  내지  $Ar^3$ 은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

$k$ ,  $n$  및  $m$ 은 각각 독립적으로, 0 또는 1이다.

**청구항 22**

제21항에 있어서, 상기 나프틸기가  $\alpha$ -나프틸기 또는  $\beta$ -나프틸기이고, 상기 페난트릴기가 9-페난트릴기이며, 상기 트리페닐레닐기가 트리페닐렌-2-일기인, 발광 장치.

**청구항 23**

제12항 내지 제22항 중 어느 한 항에 기재된 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

**청구항 24**

제12항 내지 제22항 중 어느 한 항에 기재된 발광 장치를 포함하는, 조명 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은, 유기 화합물과 무기 화합물을 복합한 복합 재료, 발광 소자, 발광 장치, 전자 기기, 및 조명 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근, 유기 일렉트로루미네선스(EL: Electroluminescence)를 이용한 발광 소자의 연구 개발이 왕성하게 이루어지고 있다. 이들 발광 소자의 기본적인 구성은, 한 쌍의 전극간에 발광성의 유기 화합물을 함유하는 층을 개제한 것이다. 이 소자에 전압을 인가함으로써, 발광성의 유기 화합물로부터의 발광을 취득할 수 있다.

[0003] 이러한 발광 소자는 자발광형이기 때문에, 액정 디스플레이에 비해 화소의 시인성(視認性)이 높고, 백라이트(backlight)가 불필요한 등의 이점이 있어 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다고 여겨지고 있다. 또한, 이러한 발광 소자는 박형 경량으로 제작할 수 있는 것도 큰 이점이다. 또한, 매우 응답 속도가 빠른 것도 특징의 하나이다.

[0004] 또한, 이러한 발광 소자는 막 형상으로 형성하는 것이 가능하기 때문에, 대면적의 소자를 용이하게 형성할 수 있다. 이것은 백열 전구나 LED로 대표되는 점광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원에서는 취득하기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 이와 같이, 유기 EL을 사용한 발광 소자는, 발광 장치나 조명 등으로의 응용이 기대되고 있다. 한편, 유기 EL을 사용한 발광 소자에는 과제도 많다. 그 과제의 하나로서, 소비 전력의 저감을 들 수 있다. 소비 전력을 저감하기 위해서는, 발광 소자의 구동 전압을 낮게 하는 것이 중요하다. 그리고, 유기 EL을 사용한 발광 소자는 흐르는 전류량에 따라 발광 강도가 결정되기 때문에, 구동 전압을 낮게 하기 위해서는, 낮은 전압으로 많은 전



류를 흘려보내는 것이 필요하게 된다.

- [0006] 지금까지, 구동 전압을 낮게 하기 위한 수법으로서, 버퍼층을 전극과 발광층의 유기 화합물을 함유하는 층 사이에 설치하는 시도가 이루어지고 있다. 예를 들면, 캄퍼설펜산을 도핑한 폴리아닐린(PANI)으로 이루어지는 버퍼층을 인듐주석 산화물(ITO: indium tin oxide)과 발광층 사이에 설치함으로써, 구동 전압을 낮게 할 수 있는 것이 알려져 있다(예를 들면, 비특허문헌 1 참조). 이것은, PANI의 발광층으로의 캐리어 주입성이 우수하기 때문이라고 설명되어 있다. 또한, 비특허문헌 1에서는, 버퍼층인 PANI도 전극의 일부로 간주하고 있다.
- [0007] 그러나, 비특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같이, PANI는 막 두께를 두껍게 하면 투과율이 나빠진다는 문제점이 있다. 구체적으로는, 250nm 정도의 막 두께에서, 투과율은 70%를 하회한다고 보고되어 있다. 즉, 버퍼층에 사용하고 있는 재료 자체의 투명성에 문제가 있기 때문에, 소자 내부에서 발생한 광을 효율적으로 추출할 수 없다.
- [0008] 또한, 특허문헌 1에 의하면, 발광 소자(특허문헌 1에서는 발광 유닛이라고 기재되어 있다)를 직렬로 접속함으로써, 어떤 전류 밀도당의 휘도, 즉 전류 효율을 높이고자 하는 시도가 이루어지고 있다. 특허문헌 1에 있어서는, 발광 소자를 직렬로 접속할 때의 접속 부분에, 유기 화합물과 금속 산화물(구체적으로는 산화바나듐 및 산화레늄)을 혼합한 층을 적용하고 있으며, 이 층은 홀(정공)이나 전자를 발광 유닛에 주입할 수 있다고 되어 있다.
- [0009] 그러나, 특허문헌 1에 개시되어 있는 유기 화합물과 금속 산화물의 혼합층은, 실시예를 보아도 알 수 있는 바와 같이, 적외 영역뿐만 아니라 가시광 영역(500nm 부근)에도 큰 흡수 피크가 나타나 역시 투명성에 문제가 생기고 있다. 이것은, 전하 이동 상호 작용에 의해 발생하는 흡수 밴드의 영향이다. 따라서, 역시 소자 내부에서 발생한 광을 효율적으로 추출할 수 없어 소자의 발광 효율이 저하된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0010] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제2003-272860호

**비특허문헌**

- [0011] (비특허문헌 0001) Y. Yang, 외 1명, 어플라이드 피직스 레터즈, Vol. 64(10), 1245-1247(1994)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0012] 그래서, 본 발명의 일 형태에서는, 유기 화합물과 무기 화합물을 복합한 복합 재료로서, 캐리어 수송성이 높은 복합 재료를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또한, 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 높은 복합 재료를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또한, 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 발생하기 어려운 복합 재료를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또한, 가시광에 대한 투광성이 높은 복합 재료를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일 형태는, 당해 복합 재료를 발광 소자에 적용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또한, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또한, 장수명의 발광 소자를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다. 또한, 당해 발광 소자를 사용한 발광 장치, 당해 발광 장치를 사용한 전자 기기 또는 조명 장치를 제공하는 것을 과제의 하나로 한다.
- [0014] 또한, 이하에 개시하는 발명은, 상기 과제의 적어도 어느 하나를 해결하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유되는 탄화수소 화합물이 갖는 환은, 특별히 기재가 없는 한, 치환 또는 무치환 중 어느 것이라도 좋다. 예를 들면, 당해 치환기가 갖는 환은, 치환 또는 무치환의 벤젠 환, 치환 또는 무치환의 나프탈렌 환, 치환 또는 무치환의 페난트렌 환, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이면 양호하다.
- [0016] 상기 복합 재료는 캐리어 수송성이 높다. 또한, 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 높다. 또한, 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 발생하기 어렵다. 또한, 가시광에 대한 투광성(이하, 단순히 투광성이라고 기재한다)이 높다.
- [0017] 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유되는, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다)가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물은, 흡수 피크가 가시광 영역(380nm 내지 760nm)보다도 단파장측에 발생한다.
- [0018] 상기 복합 재료는, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 뿐만 아니라, 탄화수소 화합물 자체의 흡수 피크가 가시광 영역(380nm 내지 760nm)보다도 단파장측에 발생하도록 제어할 수 있기 때문에, 투광성이 높은 복합 재료를 수득할 수 있다.
- [0019] 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격 및 트리페닐렌 골격은, 강직한 구조이기 때문에, 탄화수소 화합물의 분자량이 350 이상이면, 복합 재료의 막질이 안정화되어 바람직하다. 당해 분자량이 450 이상이면 특히 바람직하다. 또한, 당해 분자량의 상한에 특별히 한정은 없지만, 복합 재료를 가열 증착으로 형성하는 경우, 증착성을 고려하여 2000 이하인 것이 바람직하다.
- [0020] 또한, 본 발명의 일 형태는, 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기가 결합하고 있으며, 상기 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2위치에 치환기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일 형태는 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2위치에 치환기가 결합하고 있으며, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0023] 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2위치에 치환기를 갖는 탄화수소 화합물을 복합 재료에 사용함으로써, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 페닐기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 페닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0025] 또한, 본 발명의 일 형태는 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 페닐기가 결합하고 있고, 당해 페

닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.

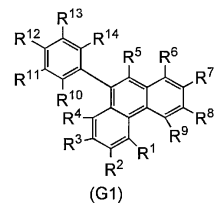
[0026] 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 공액이 작은 페닐기가 결합한 탄화수소 화합물은, 당해 페닐기에 또한 치환기를 결합시켜도 공액이 넓어지기 어렵기 때문에, 투광성을 유지할 수 있어 바람직하다. 또한, 당해 탄화수소 화합물을 복합 재료에 사용함으로써, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 복합 재료의 막질이 안정화되기 때문에 바람직하다. 또한, 공액이 넓어지기 어려워지기 때문에, 투광성 향상의 관점에서도 유효하다.

[0027] 또한, 본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격의 α 위치 또는 β 위치, 페난트렌 골격의 9 위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2 위치에 페닐기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 페닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.

[0028] 또한, 본 발명의 일 형태는, 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은, 나프탈렌 골격의 α 위치 또는 β 위치, 페난트렌 골격의 9 위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2 위치에 페닐기가 결합하고 있으며, 당해 페닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.

[0029] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 1로 표시되는 탄화수소 화합물(G1)과, 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

**화학식 1**



[0030]

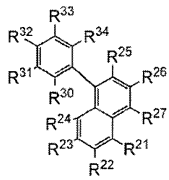
[0031] 상기 화학식 1에서,

[0032] R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0033] R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup> 중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0034] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 2로 표시되는 탄화수소 화합물(G2)과, 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

화학식 2



(G2)

[0035]

[0036]

상기 화학식 2에서,

[0037]

R<sup>21</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

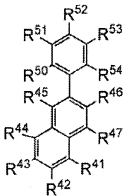
[0038]

R<sup>30</sup> 내지 R<sup>34</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단, R<sup>30</sup> 내지 R<sup>34</sup> 중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0039]

또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 3으로 표시되는 탄화수소 화합물(G3)과, 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

화학식 3



(G3)

[0040]

[0041]

상기 화학식 3에서,

[0042]

R<sup>41</sup> 내지 R<sup>47</sup>은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

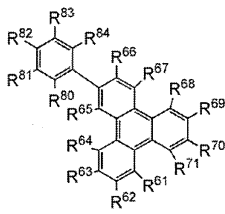
[0043]

R<sup>50</sup> 내지 R<sup>54</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단, R<sup>50</sup> 내지 R<sup>54</sup> 중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0044]

또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 4로 표시되는 탄화수소 화합물(G4)과, 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

화학식 4



(G4)

[0045]

[0046]

상기 화학식 4에서,

[0047]

$R^{61}$  내지  $R^{71}$ 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

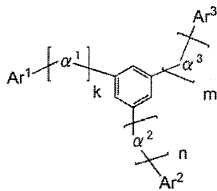
[0048]

$R^{80}$  내지  $R^{84}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단,  $R^{80}$  내지  $R^{84}$  중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0049]

또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 5로 표시되는 탄화수소 화합물(G5)과, 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

화학식 5



(G5)

[0050]

[0051]

상기 화학식 5에서,

[0052]

$a^1$  내지  $a^3$ 은 각각 독립적으로, 페닐렌기 또는 비페닐렌기이고,

[0053]

$Ar^1$  내지  $Ar^3$ 은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

[0054]

$k$ ,  $n$ ,  $m$ 은 각각 독립적으로, 0 또는 1이다.

[0055]

또한, 당해 나프틸기는  $\alpha$ -나프틸기 또는  $\beta$ -나프틸기인 것이 바람직하다. 또한, 당해 페난트릴기는 9-페난트릴기인 것이 바람직하다. 또한, 당해 트리페닐레닐기는, 트리페닐렌-2-일기인 것이 바람직하다.

[0056]

본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 상기 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.

[0057]

상기 복합 재료는 캐리어 수송성이 높다. 또한, 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 높다. 또한, 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 발생하기 어렵다. 또한, 투광성이 높다.

[0058]

본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유되는, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(당

해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다)가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물은, 흡수 피크가 가시광 영역(380nm 내지 760nm)보다도 단파장측에 발생한다.

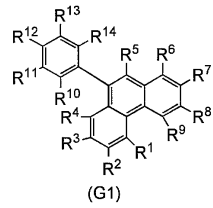
- [0059] 상기 복합 재료는, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 뿐만 아니라, 탄화수소 화합물 자체의 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하도록 제어할 수 있기 때문에, 투광성이 높은 복합 재료를 수득할 수 있다.
- [0060] 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 및 트리페닐렌 골격은, 강직한 구조이기 때문에, 탄화수소 화합물의 분자량이 350 이상이면, 복합 재료의 막질이 안정화되기 때문에 바람직하다. 당해 분자량이 450 이상이면 특히 바람직하다. 또한, 당해 분자량의 상한에 특별히 한정은 없지만, 복합 재료를 가열 증착으로 형성하는 경우, 증착성을 고려하여 2000 이하인 것이 바람직하다.
- [0061] 또한, 본 발명의 일 형태는, 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기가 결합하고 있으며, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0062] 또한, 본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2위치에 치환기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0063] 또한, 본 발명의 일 형태는, 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2위치에 치환기가 결합하고 있으며, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0064] 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2위치에 치환기를 갖는 탄화수소 화합물을 복합 재료에 사용함으로써, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 수 있다.
- [0065] 또한, 본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 페닐기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 당해 페닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0066] 또한, 본 발명의 일 형태는, 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 페닐기가 결합하고 있으며, 당해 페닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0067] 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 공액이 작은 페닐기가 결합한 탄화수소 화합물은, 당해 페닐기에 또한 치환기를 결합시켜도 공액이 넓어지기 어렵기 때문에, 투광성을 유지할 수 있어 바람직하다. 또한, 당해 탄화수소 화합물을 복합 재료에 사용함으로써, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 복합 재료의 막질이 안정화되기 때문에 바람직하다. 또한, 공액이 넓어지기 어려워지기 때문에, 투광성 향상의 관점에서도 유효하다.
- [0068] 또한, 본 발명의 일 형태는, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2위치에 페닐기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 당해 페닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.
- [0069] 또한, 본 발명의 일 형태는, 분자량이 350 이상 2000 이하이며, 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하고, 당해 탄화수소 화합물은 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는



β 위치, 페난트렌 골격의 9 위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2 위치에 페닐기가 결합하고 있으며, 당해 페닐기가 1 이상인 치환기를 가지며, 당해 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 복합 재료이다.

[0070] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 1로 표시되는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하는 복합 재료이다.

[0071] 화학식 1



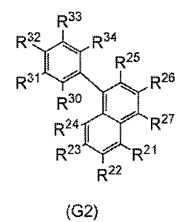
[0072] 상기 화학식 1에서,  
 [0073] 상기 화학식 1에서,

[0074] R<sup>1</sup> 내지 R<sup>9</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0075] R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단, R<sup>10</sup> 내지 R<sup>14</sup> 중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0076] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 2로 표시되는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하는 복합 재료이다.

[0077] 화학식 2



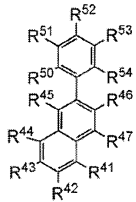
[0078] 상기 화학식 2에서,  
 [0079] 상기 화학식 2에서,

[0080] R<sup>21</sup> 내지 R<sup>27</sup>은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0081] R<sup>30</sup> 내지 R<sup>34</sup>는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단, R<sup>30</sup> 내지 R<sup>34</sup> 중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0082] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 3으로 표시되는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하는 복합 재료이다.

[0083] 화학식 3



(G3)

[0084]

상기 화학식 3에서,

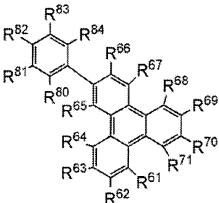
[0085]

[0086]  $R^{41}$  내지  $R^{47}$  은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0087]  $R^{50}$  내지  $R^{54}$  는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단,  $R^{50}$  내지  $R^{54}$  중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기를 나타낸다.

[0088] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 4로 표시되는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하는 복합 재료이다.

[0089] 화학식 4



(G4)

[0090]

상기 화학식 4에서,

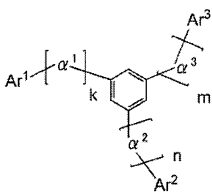
[0091]

[0092]  $R^{61}$  내지  $R^{71}$  은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0093]  $R^{80}$  내지  $R^{84}$  는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단,  $R^{80}$  내지  $R^{84}$  중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0094] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 5로 표시되는 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 함유하는 복합 재료이다.

[0095] 화학식 5



(G5)

[0096]



- [0097] 상기 화학식 5에서,
- [0098]  $\alpha^1$  내지  $\alpha^3$ 은 각각 독립적으로, 페닐렌기 또는 비페닐렌기이고,
- [0099]  $\text{Ar}^1$  내지  $\text{Ar}^3$ 은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,
- [0100] k, n, m은, 각각 독립적으로 0 또는 1이다.
- [0101] 또한, 당해 나프틸기는  $\alpha$ -나프틸기 또는  $\beta$ -나프틸기인 것이 바람직하다. 또한, 당해 페난트릴기는 9-페난트릴기인 것이 바람직하다. 또한, 당해 트리페닐레닐기는 트리페닐렌-2-일기인 것이 바람직하다.
- [0102] 또한, 상기 복합 재료에 함유되는 전이 금속 산화물로서는, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 탄탈 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 레늄 산화물, 루테튬 산화물, 크롬 산화물, 지르코늄 산화물, 하프늄 산화물, 은 산화물로부터 선택되는 1종 또는 복수종인 것이 바람직하다.
- [0103] 상기 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물의 최고준위 점유 분자 오비탈(HOMO 준위)은, 특별히 제한은 없지만, 본 발명의 일 형태에서 사용하는 탄화수소 화합물은, 비교적 깊은 HOMO 준위(구체적으로는 -5.7eV 이하)를 가진다. 이로 인해, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 수 있다. 따라서, 상기 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물의 HOMO 준위는 광전자 분광법에서의 측정값이 -5.7eV 이하인 것이 바람직하다.
- [0104] 또한, 본 발명의 일 형태는, 한 쌍의 전극간에 발광 물질을 함유하는 층(이하, EL층이라고도 한다)을 가지며, 발광 물질을 함유하는 층은, 상기 복합 재료를 함유하는 층을 갖는 발광 소자이다.
- [0105] 상기 발광 소자에 있어서, 복합 재료를 함유하는 층은, 한 쌍의 전극 중, 양극으로서 기능하는 전극과 접하는 것이 바람직하다. 또한, 복합 재료를 함유하는 층은, 한 쌍의 전극 중, 음극으로서 기능하는 전극과 접하는 것이 바람직하다.
- [0106] 또한, 상기 발광 소자는, 복합 재료를 함유하는 층을 2층 갖고 있어도 좋고, 당해 복합 재료를 함유하는 층 중, 한쪽의 층은, 1쌍의 전극 중 양극으로서 기능하는 전극과 접하고, 다른쪽의 층은, 음극으로서 기능하는 전극과 접하는 것이 바람직하다.
- [0107] 여기에서, 상기한 바와 같이, 본 발명의 일 형태에서 사용하는 탄화수소 화합물은, 비교적 깊은 HOMO 준위(구체적으로는, -5.7eV 이하)를 가진다. 따라서, 상기 복합 재료를 함유하는 층의 음극측에 접하는 층에 사용되는 유기 화합물(정공 수송층이나 발광층 등에 사용하는 유기 화합물)이, 비교적 깊은 HOMO 준위(예를 들면, -6.0eV)를 갖는 경우에도, 상기 복합 재료로부터 당해 유기 화합물로의 정공 주입을 양호하게 실시할 수 있다. 물론, 당해 유기 화합물이 얕은 HOMO 준위(예를 들면, -5.0eV)를 갖는 경우에도, 상기 복합 재료로부터 당해 유기 화합물로의 정공 주입을 양호하게 실시할 수 있다. 따라서, 상기 복합 재료를 함유하는 층의 음극측에 접하는 층(이하, 제1 층이라고 한다)이 갖는 유기 화합물의 HOMO 준위는, -6.0eV 이상 15.0eV 이하인 것이 바람직하다.
- [0108] 또한, 상기 복합 재료와 당해 유기 화합물의 HOMO 준위의 차는 작은 것이 바람직하며, 그 차는, 0.2eV 이내인 것이 바람직하다. 또한 이와 같이, 제1 층에 사용되는 유기 화합물의 HOMO 준위와, 상기 복합 재료에서 사용하는 탄화수소 화합물의 HOMO 준위의 차를 작게 한다는 관점에서, 제1 층에 사용되는 유기 화합물로서, 상기 복합 재료에서 사용하는 탄화수소 화합물과 같이, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다)가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 상기 복합 재료에서 사용하는 탄화수소 화합물과 동일한 탄화수소 화합물을 사용하면 좋다.
- [0109] 또한, 같은 관점에서 제1 층과 접하는 발광층도, 상기 복합 재료에서 사용하는 탄화수소 화합물과 같이, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다)가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물을 함유하는(특히, 호스트 재료로서 함유하는) 것이 바람직하다. 예를 들면, 상기 복합 재료에서 사용하는 탄화수소 화합물과 동일한 탄화수소 화합물을 사용하면 좋다.
- [0110] 즉, 본 발명의 일 형태는, 한 쌍의 전극간에 발광 물질을 함유하는 층을 가지며, 당해 발광 물질을 함유하는 층

은, 양극측에서부터 상기 복합 재료를 함유하는 층, 제1 층, 및 발광층을 가지며, 상기 복합 재료를 함유하는 층, 제1 층, 및 발광층은 각각 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환에서 선택되는 1종 또는 복수종이다)가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물을 함유하는 발광 소자이다.

[0111] 특히, 복합 재료를 함유하는 층, 제1 층, 및 발광층에 함유되는 당해 탄화수소 화합물이 동일한 화합물이면, 이들 층간에서의 정공 주입성이 양호하기 때문에 바람직하다. 또한, 합성 비용을 억제할 수 있어 바람직하다.

[0112] 또한, 본 발명의 일 형태는, 한 쌍의 전극간에 EL층을 복수 가지며, 복수의 EL층 사이에, 상기 복합 재료를 함유하는 층을 갖는 발광 소자이다. 즉, 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 유기 EL 발광 소자(탠덤형(tandem)의 유기 EL 발광 소자)에 있어서의 중간층(전하 발생층이라고도 한다)에, 상기 복합 재료를 사용할 수 있다. 이때, 당해 복합 재료를 함유하는 층의 음극측에 접하여, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다)가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물을 함유하는 층을 설치하는 것이 바람직하다.

[0113] 또한, 본 발명의 일 형태는, 상기 발광 소자를 갖는 발광 장치이다. 또한, 당해 발광 장치를 표시부에 갖는 전자 기기이다. 또한, 당해 발광 소자를 발광부에 갖는 조명 장치이다.

### 발명의 효과

[0114] 본 발명의 일 형태에 의하면, 유기 화합물과 무기 화합물을 복합한 복합 재료로서, 캐리어 수송성이 높은 복합 재료를 제공할 수 있다. 또한, 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 높은 복합 재료를 제공할 수 있다. 또한, 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 발생하기 어려운 복합 재료를 제공할 수 있다. 또한, 가시광에 대한 투광성이 높은 복합 재료를 제공할 수 있다.

[0115] 또한, 본 발명의 일 형태에 의하면, 당해 복합 재료를 발광 소자에 적용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 장수명의 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 당해 발광 소자를 사용한 발광 장치, 당해 발광 장치를 사용한 전자 기기 및 조명 장치를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0116] 도 1a 내지 1c는 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 도시하는 도면.
- 도 2a 및 2b는 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 도시하는 도면.
- 도 3a 및 3b는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 도시하는 도면.
- 도 4a 및 4b는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 도시하는 도면.
- 도 5a 내지 5e는 본 발명의 일 형태의 전자 기기를 도시하는 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 형태의 조명 장치를 도시하는 도면.
- 도 7a 및 7b는 실시예 1의 N3P와, 그 복합 재료의 흡광도를 도시하는 도면.
- 도 8a 및 8b는 실시예 1의 Pn3P와, 그 복합 재료의 흡광도를 도시하는 도면.
- 도 9a 및 9b는 실시예 1의 P4N과, 그 복합 재료의 흡광도를 도시하는 도면.
- 도 10a 및 10b는 실시예 1의 DPAnth와, 그 복합 재료의 흡광도를 도시하는 도면.
- 도 11은 실시예 2의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 12는 실시예 2의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 13은 실시예 2의 발광 소자의 신뢰성 시험의 결과를 도시하는 도면.

- 도 14는 실시예 3의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 15는 실시예 3의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 16은 실시예 3의 발광 소자의 신뢰성 시험의 결과를 도시하는 도면.
- 도 17은 실시예 4의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 18은 실시예 4의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 19는 실시예 4의 발광 소자의 신뢰성 시험의 결과를 도시하는 도면.
- 도 20은 실시예 5의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 21은 실시예 5의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 22는 실시예 5의 발광 소자의 신뢰성 시험의 결과를 도시하는 도면.
- 도 23은 실시예 6의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 24는 실시예 6의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 25는 실시예 6의 발광 소자의 신뢰성 시험의 결과를 도시하는 도면.
- 도 26a 및 26b는 실시예의 발광 소자를 도시하는 도면.
- 도 27a 내지 27c는 본 발명의 일 형태의 발광 장치를 도시하는 도면.
- 도 28은 실시예 7의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 29는 실시예 7의 발광 소자의 전압-전류 특성을 도시하는 도면.
- 도 30은 실시예 7의 발광 소자의 휘도-색도 좌표 특성을 도시하는 도면.
- 도 31은 실시예 7의 발광 소자의 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.
- 도 32a 및 32b는 N3P의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.
- 도 33a 및 33b는 Pn3P의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.
- 도 34a 및 34b는  $\beta$ N3P의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.
- 도 35a 및 35b는 실시예 8의  $\beta$ N3P와, 그 복합 재료의 흡광도를 도시하는 도면.
- 도 36은 실시예 9의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 37은 실시예 9의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 38은 실시예 10의 발광 소자의 전압-휘도 특성을 도시하는 도면.
- 도 39는 실시예 10의 발광 소자의 휘도-전류 효율 특성을 도시하는 도면.
- 도 40은 실시예 10의 발광 소자의 신뢰성 시험의 결과를 도시하는 도면.
- 도 41a 및 41b는 mPnBP의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼 및 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0117] 실시형태에 관해서, 도면을 사용하여 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 이탈하지 않고 그 형태 및 상세를 다양하게 변경할 수 있는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다. 또한, 이하에 설명하는 발명의 구성에 있어서, 동일 부분 또는 같은 기능을 갖는 부분에는 동일한 부호를 상이한 도면간에 공통적으로 사용하고, 그 반복 설명은 생략한다.

[0118] 우선, 본 발명의 배경이 되는 기술과 본 발명의 차이에 관해서, 개요를 설명한다. 특허문헌 1에서 나타나 있는 바와 같이, 방향족 아민과 전자 수용성의 무기 화합물이 혼합된 복합 재료는, 전자 수용성의 무기 화합물이 방향족 아민으로부터 전자를 빼앗음으로써, 방향족 아민에 홀이, 무기 화합물에 전자가 발생하는 것으로 해석되고 있다. 바꾸어 말하면, 이러한 복합 재료는, 방향족 아민과 전자 수용성의 무기 화합물이 전하 이동 착체를 형

성하고 있는 것으로 해석된다. 그리고, 이러한 현상을 이용하여 지금까지 캐리어 수송성, 캐리어 주입성이 우수한 복합 재료가 몇가지 보고되어 있다.

- [0119] 그러나 이러한 경우, 일반적으로는, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 흡수 밴드가 발생하는 것이 알려져 있다. 이 흡수 밴드는 심적색 내지 근적외 영역에 발생한다고 하지만, 실제로는, 대부분의 경우, 가시광 영역에도 흡수 밴드가 발생한다. 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는  $\alpha$ -NPD)과 산화바나듐, 또는 NPB와 산화몰리브덴을 혼합한 복합 재료는, 1300nm 부근의 흡수 밴드 이외에, 500nm 부근에도 흡수 밴드가 발생한다. 이것은, 발광 소자와 같은 광학 디바이스에 있어서는 큰 단점이 된다.
- [0120] 본 발명자들은, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다)가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물, 또는, 당해 탄화수소 화합물과 전이 금속 산화물을 복합시킴으로써, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수를 확인할 수 없음(거의 발생하지 않음)에도 불구하고, 우수한 캐리어 수송성이나 캐리어 주입성을 발현할 수 있는 것을 밝혀내었다. 종래, 전하 이동 상호 작용에 의해 발생하는 홀 및 전자가, 캐리어 수송성, 캐리어 주입성 발현의 요소라고 생각되고 있었기 때문에, 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 명확하게 관찰되지 않음에도 불구하고 우수한 캐리어 수송성이나 캐리어 주입성을 발현할 수 있는 본 발명은, 그 일반론과는 모순되고 있어 예측 불가능한 놀라운 기능이라고 할 수 있다.
- [0121] 상기 기재한 바와 같이, 본 발명의 일 형태에서 사용하는 탄화수소 화합물은, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격을 포함한다. 또한, 당해 골격에 결합하는 1 이상의 치환기가 갖는 환은 각각 독립적으로, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다. 벤젠, 나프탈렌, 페난트렌, 및 트리페닐렌은, 그 자체의 에너지갭이 크다. 따라서, 탄화수소 화합물이 갖는 환을 상기로부터 선택함으로써, 당해 탄화수소 화합물 자체가 가시광 영역에 흡수 피크를 갖지 않는(가시광 영역에 흡수를 거의 갖지 않는) 화합물이 되도록 설계할 수 있다. 따라서, 투광성 향상의 관점에서 큰 장점이 있다.
- [0122] 또한, 나프탈렌, 페난트렌, 및 트리페닐렌은, 사이클릭볼타메트리(CV) 측정에 의하면, HOMO 준위가 매우 낮다. 따라서, 본 발명의 일 형태에 사용하는 탄화수소 화합물 단체는, 다른 유기 화합물로의 정공 주입성은 우수하다고 생각되지만, Al이나 ITO로 대표되는 도전 재료(일함수가 3 내지 5eV 정도)로부터 정공을 수취하는 것은 곤란하다고 생각된다. 그러나, 본 발명의 일 형태와 같은 복합 재료를 형성함으로써, 다른 유기 화합물로의 우수한 정공 주입성을 유지하면서, 전극으로부터의 정공 주입성의 문제점을 극복할 수 있다. 이러한 복합 재료의 성질은, 발광 소자에 사용했을 때에, 구동 전압의 저감에 기여한다. 또한, 투광성이 높은 점에서, 발광 효율을 높일 수 있다. 또한, 깊은 HOMO 준위에 의해 발광 소자 중에 캐리어의 축적을 방지할 수 있다고 생각되기 때문에, 장수명화를 달성할 수 있다.
- [0123] 이하에서는, 본 발명의 형태에 관해서, 구체적인 예를 열거하면서 설명한다.
- [0124] (실시형태 1)
- [0125] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 관해서 설명한다.
- [0126] 본 발명의 일 형태의 복합 재료는 특정한 골격을 갖는 유기 화합물과 무기 화합물의 복합 재료이다. 본 발명의 일 형태의 복합 재료의 제작 방법에 한정은 없으며, 예를 들면, 당해 유기 화합물과 무기 화합물을 동시에 증착하는 공증착법에 의해 형성할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 있어서, 유기 화합물과 무기 화합물의 혼합비는 질량비로 8:1 내지 1:2(=유기 화합물:무기 화합물) 정도가 바람직하며, 더욱 바람직하게는 4:1 내지 1:1(=유기 화합물:무기 화합물)이다. 혼합비는 복합 재료를 공증착법에 의해 형성하는 경우에는, 유기 화합물과 무기 화합물의 증착 레이트를 각각 조절함으로써 제어할 수 있다.
- [0127] 우선, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 것이 가능한 유기 화합물은, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물이다. 또한, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다.
- [0128] 당해 탄화수소 화합물을 사용한 복합 재료는, 캐리어 수송성이 높다. 또한, 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 높다. 또한, 무기 화합물과의 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 발생하기 어렵다. 또한, 투광성이 높다.



- [0129] 당해 탄화수소 화합물을 사용한 복합 재료는, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 뿐만 아니라, 탄화수소 화합물 자체의 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하도록 제어할 수 있기 때문에, 높은 투광성을 획득할 수 있다.
- [0130] 나프탈렌, 페난트렌, 및 트리페닐렌은 축합환이기 때문에, 캐리어 수송성(특히 정공 수송성)을 발현하는데 중요한 공액환이다. 또한, 상기 치환기가 갖는 환(벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환)으로부터 선택되는 1종 또는 복수종)은, 모두 그 캐리어 수송성(특히 정공 수송성)을 증강시키는데 중요한 공액환이지만, 그것과 동시에, 에너지갭이 넓은 공액환이기도 한다. 따라서, 상기 치환기가 갖는 환이 이들 환 뿐이기 때문에, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 뿐만 아니라, 탄화수소 화합물의 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하도록 제어할 수 있기 때문에, 당해 탄화수소 화합물을 사용함으로써, 투광성이 높은 복합 재료를 획득할 수 있다.
- [0131] 또한, 당해 복합 재료를 제작하는 방법에는, 특별히 한정은 없지만, 당해 탄화수소 화합물과 무기 화합물을 공증착하는 것이 바람직하다. 이 경우에는 당해 탄화수소 화합물이 기화되기 쉬운 것이 요망된다. 따라서, 분자량의 관점에서, 탄화수소 화합물의 분자량은 2000 이하인 것이 바람직하다. 또한, 당해 탄화수소 화합물에 알킬쇄 등을 결합시켜 습식 프로세스(용액으로 하여 성막하는 방법) 등으로 당해 복합 재료를 형성하는 경우에는, 분자량은 2000 이상이라도 상관없다.
- [0132] 또한, 본 발명자들이 지금까지 실험 및 검토를 해 온 결과로부터, 방향족 탄화수소 화합물(예를 들면 안트라센 화합물)과, 무기 화합물을 혼합했을 때, 방향족 탄화수소 화합물과 무기 화합물의 혼합비에 있어서의 무기 화합물의 비율이 낮은 경우에는, 혼합에 의해 형성되는 복합 재료는 결정화되기 쉬운 것이 나타났다(나중에 나타내는 실시예 1의 비교예의 결과를 참조). 반대로, 무기 화합물의 비율이 높은 경우에는, 결정화는 억제할 수 있지만, 방향족 탄화수소 화합물이 갖는 골격(예를 들면 안트라센 골격)과 무기 화합물의 전하 이동 상호 작용에 유래하는 약간의 흡수 피크가 가시광 영역에서 증대된다. 한편, 본 발명의 일 형태에 나타내는 바와 같이, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기(치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환)로부터 선택되는 1종 또는 복수종)가 결합한 탄화수소 화합물을 사용하는 경우에는, 복합 재료의 결정화는 억제되고, 복합 재료의 막질이 안정화된다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료인 경우에는, 결정화를 억제할 목적으로 무기 화합물의 비율을 높게 할 필요가 없으며, 전하 이동 상호 작용에 유래하는 흡수 피크가 가시광 영역에 관측되는 것을 방지할 수 있다.
- [0133] 특히, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9 위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2 위치에 치환기가 결합한 탄화수소 화합물을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환)로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다. 이러한 탄화수소 화합물을 복합 재료에 사용함으로써, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 수 있다.
- [0134] 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9 위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2 위치에 벌키한(부피가 큰) 치환기(예를 들면 탄소수가 6 이상)를 갖는 경우, 당해 골격과 당해 치환기의 입체 장애에 의해, 분자 전체가 입체적인 구조가 된다. 이것에 의해, 복합 재료의 막질이 안정화된다.
- [0135] 또한, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 페닐기가 결합하고, 당해 페닐기가 1 이상의 치환기를 갖는 것이 바람직하다. 또한, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환)로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다.
- [0136] 페닐기는 공액이 작기 때문에, 당해 페닐기에 치환기를 결합시켜 분자량을 증대시켰다고 해도, 당해 탄화수소 화합물은 넓은 에너지갭을 유지할 수 있다. 이것은 투광성 향상의 관점에서도 유효하다. 그리고, 당해 탄화수소 화합물을 복합 재료에 사용함으로써, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0137] 또한, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치 또는  $\beta$  위치, 페난트렌 골격의 9 위치, 또는 트리페닐렌 골격의 2 위치에, 벌키한 부위(예를 들면, 상기의 페닐기를 포함시켜 탄소수의 총 합계가 12 이상인 골격)를 갖는 경우, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격과 당해 벌키한 부위의 입체 장애에 의해, 분자 전체가 입체적인 구조가 된다. 이것에 의해, 복합 재료의 막질이 안정화된다.
- [0138] 상기 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물을 보다 벌키한 구조로 하기 위해서, 3개 이상의 탄화수소 골격이 결합하고 있는 화합물인 것이 바람직하며, 그 중 2개의 골격이, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 및 트리페닐렌

골격 중 어느 하나인 것이 특히 바람직하다.

[0139] 또한, 당해 복합 재료를 제작할 때는, 당해 탄화수소 화합물과 무기 화합물을 공중착하는 것이 바람직하지만, 이 경우에는 당해 탄화수소 화합물이 기화되기 쉬운 것이 요망된다. 따라서, 당해 탄화수소 화합물의 분자량으로서, 2000 이하정도가 바람직하다.

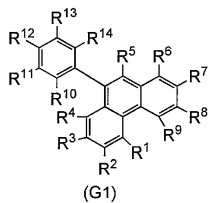
[0140] 나프탈렌, 페난트렌, 및 트리페닐렌은 축합환이기 때문에, 캐리어 수송성(특히 정공 수송성)을 발현하는데 중요한 공액환이다. 또한, 상기 치환기가 갖는 환(벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환)으로부터 선택되는 1종 또는 복수종)은, 모두 그 캐리어 수송성(특히 정공 수송성)을 증강시키는데 중요한 공액환이지만, 그것에 더하여, 에너지갭이 넓은 공액환이기도 한다. 따라서, 치환기가 갖는 환이 이들 환 뿐이기 때문에, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 광 흡수의 발생을 억제할 뿐만 아니라, 탄화수소 화합물의 흡수 피크가 가시광 영역보다도 단파장측에 발생하도록 제어할 수 있기 때문에, 탄화수소 화합물을 사용함으로써, 투광성이 높은 복합 재료를 수득할 수 있다.

[0141] 페닐기가 메타 위치에 당해 치환기를 가지면, 탄화수소 화합물의 밴드갭을 넓게 유지할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 구조가 보다 입체적이 되어 결정화되기 어려워지기 때문에 바람직하다. 페닐기가 파라 위치에 당해 치환기를 가지면, 탄화수소 화합물의 캐리어 수송성이 양호해지기 때문에 바람직하다.

[0142] 본 발명의 일 형태에서는, 페난트렌 골격을 가짐으로써, 높은 투광성을 유지하면서, 분자량이 큰 탄화수소 화합물을 설계할 수 있다. 당해 탄화수소 화합물은, 열물성이 양호하기 때문에, 바람직하다. 또한, 당해 탄화수소 화합물을 함유하는 복합 재료를 적용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 수득할 수 있다.

[0143] 따라서, 본 발명의 일 형태는, 화학식 1로 표시되는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

[0144] 화학식 1



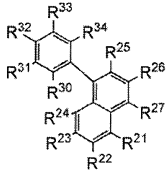
[0145] 상기 화학식 1에서,  
 [0146]  $R^1$  내지  $R^9$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0147]  $R^{10}$  내지  $R^{14}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단,  $R^{10}$  내지  $R^{14}$  중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0148] 또한, 본 발명의 일 형태에서는, 나프탈렌 골격을 가짐으로써, 에너지갭이 넓은 탄화수소 화합물을 설계할 수 있다. 당해 탄화수소 화합물은, 가시광 영역에 흡수 피크를 갖지 않기 때문에 바람직하다. 또한, 당해 탄화수소 화합물을 함유하는 복합 재료를 적용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 수득할 수 있다.

[0149] 따라서, 본 발명의 일 형태는, 화학식 2로 표시되는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

[0151] 화학식 2



(G2)

[0152]

상기 화학식 2에서,

[0153]

$R^{21}$  내지  $R^{27}$ 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0154]

[0155]

$R^{30}$  내지  $R^{34}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단,  $R^{30}$  내지  $R^{34}$  중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0156]

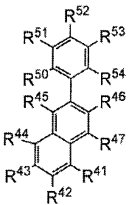
또한, 나프탈렌 골격의  $\alpha$  위치에 비해,  $\beta$  위치의 위치에서 페닐기가 결합하고 있는 편이, 다른 치환기와의 입체 장애가 적고, 합성이 용이하기 때문에, 바람직하다. 또한, 분자 구조가 입체적으로 되어 분자간 상호 작용이 작아져 결정화되기 어려워지기 때문에,  $\alpha$  위치인 것이 바람직하다. 또한, 분자내의 치환기(나프틸기)의 회전이 억제되어 열물성(유리 전이 온도)이 향상되기 때문에,  $\alpha$  위치인 것이 바람직하다.

[0157]

따라서, 본 발명의 일 형태는, 화학식 3으로 표시되는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

[0158]

화학식 3



(G3)

[0159]

상기 화학식 3에서,

[0160]

$R^{41}$  내지  $R^{47}$ 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0161]

[0162]

$R^{50}$  내지  $R^{54}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단,  $R^{50}$  내지  $R^{54}$  중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

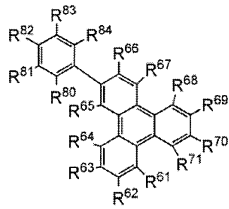
[0163]

본 발명의 일 형태에서는, 트리페닐렌 골격을 가짐으로써, 높은 투광성을 유지하면서, 분자량이 큰 탄화수소 화합물을 설계할 수 있다. 당해 탄화수소 화합물은, 열물성이 양호하기 때문에 바람직하다. 또한, 분자 구조가 입체적이 되어 분자간 상호 작용이 작아져 결정화되기 어려워지기 때문에 바람직하다.

[0164]

또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 4로 표시되는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

[0165] 화학식 4



(G4)

[0166]

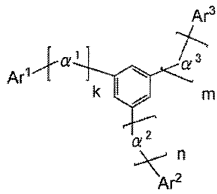
[0167] 상기 화학식 4에서,

[0168]  $R^{61}$  내지  $R^{71}$ 은 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 4의 알킬기, 또는 환을 구성하는 탄소수가 6 내지 25인 아릴기이고,

[0169]  $R^{80}$  내지  $R^{84}$ 는 각각 독립적으로, 수소, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고, 단,  $R^{80}$  내지  $R^{84}$  중 적어도 하나는, 치환 또는 무치환의 페닐기, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이다.

[0170] 또한, 본 발명의 일 형태는, 화학식 5로 표시되는 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유하는 복합 재료이다.

[0171] 화학식 5



(G5)

[0172]

[0173] 상기 화학식 5에서,

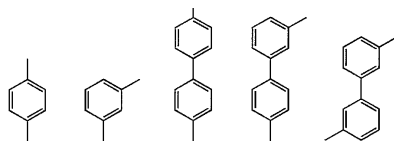
[0174]  $a^1$  내지  $a^3$ 은 각각 독립적으로, 페닐렌기 또는 비페닐렌기이고,

[0175]  $Ar^1$  내지  $Ar^3$ 은 각각 독립적으로, 치환 또는 무치환의 나프틸기, 치환 또는 무치환의 페난트릴기, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기이고,

[0176]  $k$ ,  $n$ ,  $m$ 은 각각 독립적으로, 0 또는 1이다.

[0177]  $Ar^1$  내지  $Ar^3$ 에 있어서, 나프틸기, 페난트릴기, 또는 트리페닐레닐기가 치환기를 갖는 경우, 당해 치환기로서는 각각 독립적으로, 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 또는 치환 또는 무치환의 페닐기가 바람직하다.

[0178]  $a^1$  내지  $a^3$ 의 바람직한 구조로서는, 예를 들면, 화학식 a-1 내지 화학식 a-5로 표시되는 치환기를 들 수 있다.



[0179]

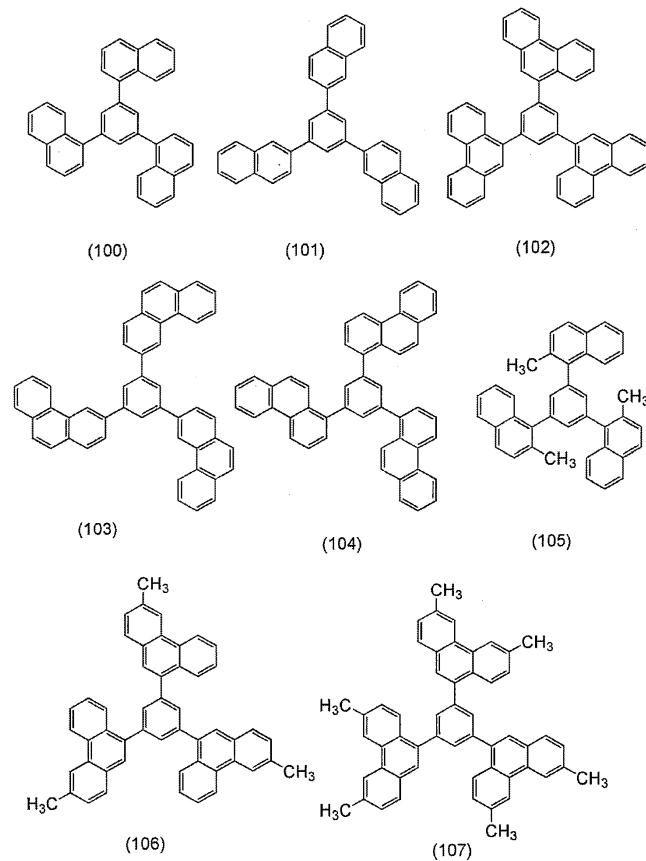
[0180]  $a^1$  내지  $a^3$ 이, 화학식 a-1 또는 화학식 a-3으로 표시되는 경우(화학식 5에 있어서,  $Ar^1$  내지  $Ar^3$ 과, 중심의 벤젠 환이, 각각 페닐렌기나 비페닐렌기를 개재하여 파라 위치에 결합하고 있는 경우), 당해 탄화수소 화합물은



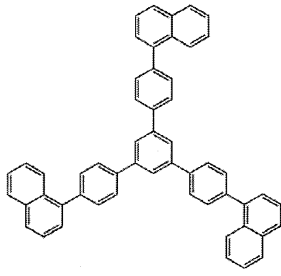
캐리어 수송성이 우수하기 때문에 바람직하다.  $\alpha^1$  내지  $\alpha^3$ 이, 화학식 a-2, 화학식 a-4, 또는 화학식 a-5로 표시되는 경우( $Ar^1$  내지  $Ar^3$ 과, 중심의 벤젠 환이, 각각 페닐렌기나 비페닐렌기를 개재하여 메타 위치에서 결합하고 있는 경우), 당해 탄화수소 화합물의 분자 구조가 입체적으로 되어 결정화되기 어려워지기 때문에 바람직하다. 화학식 a-3 내지 화학식 a-5와 같이,  $\alpha^1$  내지  $\alpha^3$ 이 비페닐렌기인 경우, 당해 탄화수소 화합물의 열물성이 향상되기 때문에 바람직하다.

[0181] 합성의 간편성을 고려하면,  $\alpha^1$  내지  $\alpha^3$ 이 모두 페닐렌기이거나, 또는 모두 비페닐렌기인 것이 바람직하다. 또한,  $Ar^1$  내지  $Ar^3$ 이 모두 치환 또는 무치환의 나프틸기이거나, 모두 치환 또는 무치환의 페난트릴기이거나, 또는 치환 또는 무치환의 트리페닐레닐기인 것이 바람직하다. 또한, k, n, m이 동일한 숫자인 것이 바람직하며, k, n, m은, 모두 0인 것이 특히 바람직하다. 또한,  $Ar^1$  내지  $Ar^3$ 이 모두 무치환의 나프틸기이거나, 모두 무치환의 페난트릴기이거나, 또는 무치환의 트리페닐레닐기이며, k, n, m은 모두 0인 것이 더욱 바람직하다. 그와 같이 하면, 동일한 치환기를 벤젠에 대해 3개 동시에 결합시키는 것만이라도 좋고, 간편하면서 저렴하게 분자량이 높은 탄화수소 화합물을 수득할 수 있다. 벤젠에 대해 프로펠러상으로 강직한 치환기가 결합하고 있기 때문에, 입체적인 구조가 되고, 열물성이 양호한 탄화수소 화합물을 수득할 수 있다.

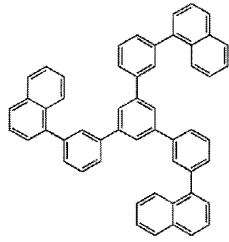
[0182] 이하의 구조식 100 내지 127 및 구조식 130 내지 145에 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 것이 가능한 유기 화합물의 일례를 나타낸다.



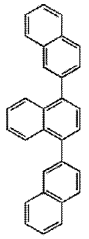
[0183]



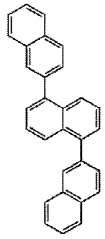
(108)



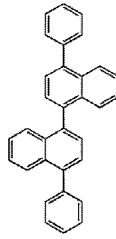
(109)



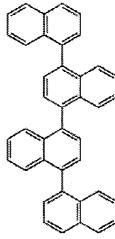
(110)



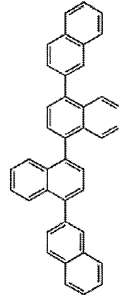
(111)



(112)

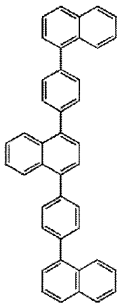


(113)

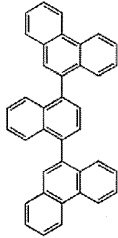


(114)

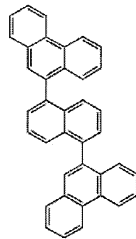
[0184]



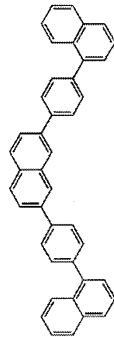
(115)



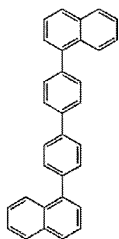
(116)



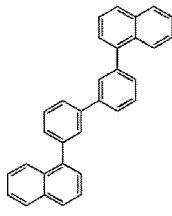
(117)



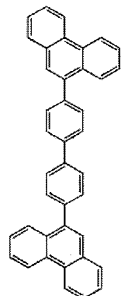
(118)



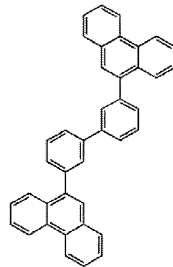
(119)



(120)

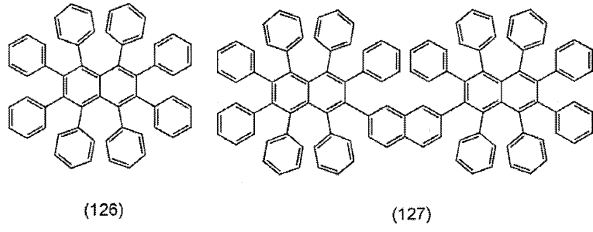
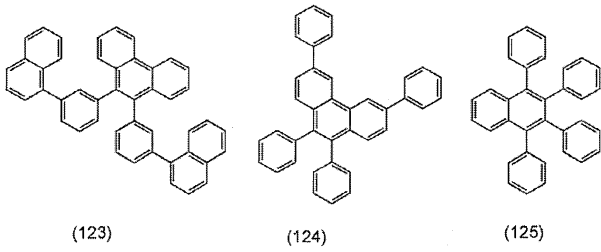


(121)

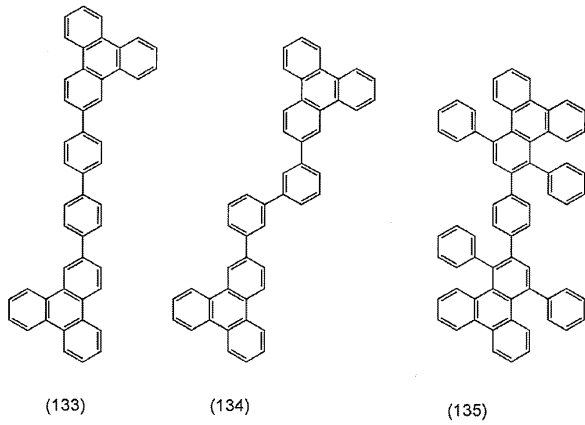
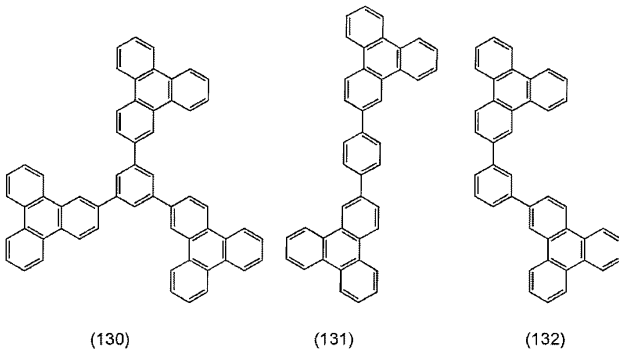


(122)

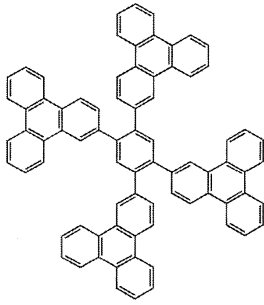
[0185]



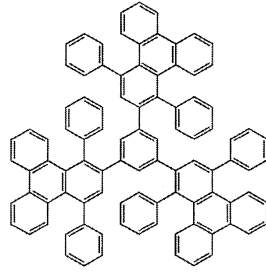
[0186]



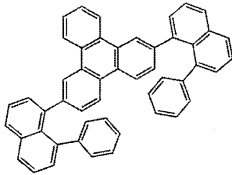
[0187]



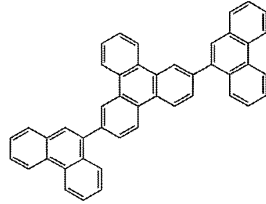
(136)



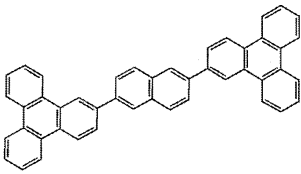
(137)



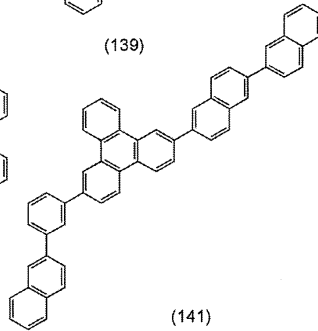
(138)



(139)

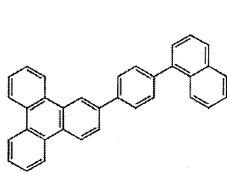


(140)

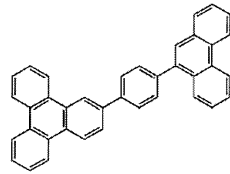


(141)

[0188]

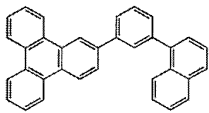


(142)

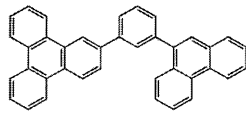


(143)

[0189]



(144)



(145)

[0190]

계속해서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 것이 가능한 무기 화합물에 관해서 설명한다.

[0191]

본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들면, 염화철(III)이나 염화알루미늄 등은, 전자 수용성이 높은 무기 화합물의 일례이다.

[0192]

또는, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에는, 무기 화합물로서 전이 금속 산화물을 사용할 수 있다. 바람직하게는 원소주기표에 있어서의 4 내지 8족에 속하는 금속의 산화물이 바람직하다. 특히 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 탄탈 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 레늄 산화물, 루테튬 산화물, 크롬 산화물, 지르코늄 산화물, hafnium 산화물, 은 산화물이 바람직하다. 이 중에서도 몰리브덴 산화물은 증착하기 쉽고, 흡습성이 낮고, 안정적인 점에서 특히 취급하기 쉬운 재료이다.

[0193]

전이 금속 산화물은, 상기한 염화철(III) 등의 강력한 루이스산과 비교하면, 전자 수용성은 그다지 높지 않은 (반응성은 낮은) 것으로 생각된다. 또한, 상기한 바와 같이, 본 발명의 일 형태인 복합 재료에 있어서는, 전하

이동 상호 작용에 기초하는 흡수의 발생이 적다(또는 거의 발생하지 않는다). 이러한 점에서, 본 발명에 있어서, 전이 금속 산화물은 일반적인 의미에서의 전자 수용체로서 작용하고 있다는 것을 증명하기는 어렵다. 그러나 한편으로, 실시예에서 후술하는 바와 같이, 실험적으로는, 전계를 인가했을 때에는 탄화수소 화합물 단체에서는 흘릴 수 없을 정도의 전류를 흘릴 수 있는 사실이 있다. 따라서, 본 발명의 일 형태인 복합 재료에 있어서 전이 금속 산화물을 사용한 경우, 적어도 전계 인가의 어시스트에 의해 용이하게 캐리어가 발생하고 있는 것으로 생각된다. 따라서 본 명세서에서는, 적어도 전계 인가의 어시스트에 의해 캐리어가 발생하고 있으면, 복합 재료 중의 무기 화합물(상기한 바와 같은 전이 금속 산화물 등)은 전자 수용성을 갖는 것으로서 취급한다.

[0194] 이상에서 서술한 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유되는 탄화수소 화합물의 HOMO 준위는, 광전자 분광법에서의 측정값이  $-5.7\text{eV}$  이하인 것이 바람직하다. 상기한 바와 같이, 나프탈렌, 페난트렌, 및 트리페닐렌은, HOMO 준위가 매우 낮다. 따라서, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격을 포함하는 본 발명의 일 형태에서 사용하는 탄화수소 화합물 단체도, HOMO 준위를  $-5.7\text{eV}$  이하라는 낮은 값을 취하는 것이 용이하다.

[0195] 탄화수소 화합물이 낮은 HOMO 준위를 갖는 경우, 다른 유기 화합물로의 정공 주입성은 우수하다고 생각되지만, Al이나 ITO로 대표되는 도전 재료(일함수가 3 내지  $5\text{eV}$  정도)로부터 정공을 수취하는 것은 곤란할 것으로 생각된다. 그러나, 본 발명의 일 형태와 같은 복합 재료를 형성함으로써, 다른 유기 화합물로의 우수한 정공 주입성을 유지하면서, 전극으로부터의 정공 주입성의 문제점을 극복할 수 있다. 이러한 복합 재료의 성질은, 발광 소자에 사용했을 때에, 구동 전압의 저감에 기여한다. 또한, 투광성이 높은 점에서, 발광 효율을 높일 수 있다. 또한, 깊은 HOMO 준위에 의해 캐리어의 축적을 방지할 수 있을 것으로 생각되기 때문에, 장수명화를 달성할 수 있다.

[0196] 이상에 서술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, HOMO 준위가 낮고, 캐리어 수송성이 높은 재료이다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 우수한 재료이다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 흡수가 발생하기 어려운 재료이다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 투광성이 높은 재료이다.

[0197] 따라서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 발광 소자나, 광전 변환 소자, 트랜지스터 등의 반도체 소자에 사용하는 것이 가능하다.

[0198] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 캐리어 수송성 및 유기 화합물로의 캐리어 주입성이 우수하기 때문에, 발광 소자 등에 사용함으로써, 낮은 구동 전압을 실현할 수 있다.

[0199] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료가 투광성을 갖기 때문에, 발광 소자 등에 사용함으로써, 높은 발광 효율을 실현할 수 있다.

[0200] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는 전하의 축적을 억제하기 때문에, 발광 소자 등에 사용함으로써, 장수명의 소자를 제작할 수 있다.

[0201] 또한, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적절히 조합하는 것이 가능하다.

[0202] (실시형태 2)

[0203] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서 도 1a 내지 1c를 사용하여 설명한다.

[0204] 본 실시형태의 발광 소자는, 한 쌍의 전극간에 EL층(발광 물질을 함유하는 층)을 협지하여 형성된다. EL층은, 적어도, 실시형태 1에서 나타낸 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유하는 층과, 발광층을 가진다. 또한, EL층은 그 외의 층을 갖고 있어도 좋다. 예를 들면, 전극으로부터 떨어진 곳에 발광 영역이 형성되도록, 즉 전극으로부터 떨어진 부위에서 캐리어의 재결합이 이루어지도록, 캐리어 주입성이 높은 물질이나 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어지는 층을 구비하고 있어도 좋다. 본 명세서에서는, 캐리어 주입성이 높은 물질이나 캐리어 수송성이 높은 물질로 이루어지는 층을 캐리어의 주입, 수송 등의 기능을 갖는 기능층이라고도 부른다. 기능층으로서, 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 전자 수송층 등을 사용할 수 있다. 또한, 본 실시형태에 있어서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유하는 층은, 정공 주입층으로서 사용한다.

[0205] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유하는 층과, 발광층 사이에, 1층 이상의 층(정공 수송층 등)을 설치하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 발광층에서 발생한 여기 에너지가, 당해 복합 재료를 함유하는 층으로 전

해짐으로써 소광(효율 저하)을 억제할 수 있어 보다 고효율의 소자를 수득할 수 있다.

- [0206] 도 1a에 도시하는 발광 소자는, 제1 전극(101) 및 제2 전극(108)의 한 쌍의 전극간에 EL층(102)이 설치되어 있다. EL층(102)은 제1 전극(101) 위에 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 전자 수송층(704), 전자 주입층(705)의 순으로 적층되어 있다. 또한, 본 실시형태에 나타내는 발광 소자에 있어서, 제1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제2 전극(108)은 음극으로서 기능한다.
- [0207] 발광 소자의 지지체(도 1a의 기판(100) 참조)로서는, 예를 들면 유리 기판, 석영 기판, 또는 플라스틱 기판 등을 사용할 수 있다. 또한, 가요성 기판을 사용해도 좋다. 가요성 기판이란, 구부릴 수 있는(플렉시블) 기판을 말하며, 예를 들면, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리에테르설폰으로 이루어지는 플라스틱 기판 등을 들 수 있다. 또한, 필름(폴리프로필렌, 폴리에스테르, 비닐, 폴리불화비닐, 염화비닐 등으로 이루어진다), 무기 증착 필름 등을 사용할 수도 있다. 또한, 발광 소자의 지지체로서 기능하는 것이면, 이들 이외의 것이라도 좋다.
- [0208] 제1 전극(101)으로서, 여러 가지 금속, 합금, 도전성 화합물, 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 예를 들면, 산화인듐-산화주석(ITO: Indium Tin Oxide), 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화인듐-산화아연(Indium Zinc Oxide), 산화텅스텐 및 산화아연을 함유한 산화인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은, 통상 스퍼터링에 의해 성막되지만, 졸겔법 등을 응용하여 제작해도 상관없다. 예를 들면, 산화인듐-산화아연은, 산화인듐에 대해 1 내지 20wt%의 산화아연을 가한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 또한, IWZO는 산화인듐에 대해 산화텅스텐을 0.5 내지 5wt%, 산화아연을 0.1 내지 1wt% 함유한 타겟을 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성할 수 있다. 이밖에, 금, 백금, 니켈, 텅스텐, 크롬, 몰리브덴, 철, 코발트, 구리, 팔라듐, 또는 금속 재료의 질화물(예를 들면, 질화티타늄) 등을 들 수 있다.
- [0209] 제1 전극(101)의 재료로서는, 일함수가 큰(일함수가 4.0eV 이상) 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 제1 전극(101)과, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유하는 층이 접하는 구성의 발광 소자에 관해서는, 제1 전극(101)에 사용하는 재료는, 일함수가 큰 재료에 한정되지 않고, 일함수가 작은 재료를 사용할 수도 있다. 예를 들면, 알루미늄, 은, 알루미늄을 함유하는 합금(예를 들면, Al-Si) 등을 사용할 수도 있다.
- [0210] 정공 주입층(701)은 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유하는 층이다.
- [0211] 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물(실시형태 1 참조)은 HOMO 준위가 낮고, 정공 수송층(702) 및 발광층(703)으로의 정공 주입성이 양호하다. 한편, 제1 전극(101)과의 사이에 주입 장벽이 발생하여 제1 전극(101)으로부터 정공이 주입되기 어렵다.
- [0212] 그러나, 본 발명의 일 형태의 발광 소자는, 정공 주입층(701)에, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용하기 위해서, 제1 전극(101)과 정공 주입층(701) 사이의 주입 장벽을 완화할 수 있다. 따라서, 제1 전극(101)으로부터 발광층(703)까지의 주입 장벽이 작아져 캐리어 주입성이 높은 소자의 실현이 가능해져 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0213] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는 캐리어의 발생 효율이 높고, 캐리어 수송성이 높다. 이로 인해, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 실현할 수 있다.
- [0214] 또한, 당해 탄화수소 화합물은, 가시광 영역에 큰 흡수 피크가 발생하지 않는다. 또한, 당해 탄화수소 화합물은, HOMO 준위가 낮고, 당해 무기 화합물과의 사이에, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 흡수가 발생하기 어렵다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 가시광 영역에 흡수 피크가 발생하기 어렵고, 높은 투광성을 가진다. 따라서, 이것으로부터도, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 실현할 수 있다고 할 수 있다.
- [0215] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 전하의 축적을 억제할 수 있기 때문에, 장수명의 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0216] 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 적용하는 발광 소자에 관해서, 발광색은 상관하지 않는다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 적용하는 발광 소자에 관해서, 형광 발광인지 인광 발광인지는 상관하지 않는다. 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 어느 발광 소자에 있어서도, 발광 에너지를 흡수하여 효율을 손상시키는 것이 거의 없어 정공 주입층에 적합하게 사용할 수 있다.
- [0217] 정공 수송층(702)은 정공 수송성이 높은 물질을 함유하는 층이다. 정공 수송층(702)의 재료로서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물을 사용해도 좋다. 그 밖에, 정공 수송성이 높은 물질로서는, 예



를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB 또는  $\alpha$ -NPD), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭: TPD), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP), 4,4'-비스[N-(9,9-디메틸플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: DFLDPBi), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: BSPB) 등의 방향족 아민 화합물을 사용할 수 있다. 여기에 서술한 물질은, 주로  $10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 단, 전자보다도 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이들 이외의 것을 사용해도 좋다. 또한, 정공 수송성이 높은 물질을 함유하는 층은, 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것으로 해도 좋다.

[0218] 또한, 정공 수송층(702)에는, 4,4'-디(N-카르바졸)비페닐(약칭: CBP), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA), 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: PCzPA)과 같은 카르바졸 유도체나, 2-tert-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth)과 같은 안트라센 유도체를 사용해도 좋다.

[0219] 특히, 본 발명의 일 형태인 복합 재료에 있어서의 탄화수소 화합물은, 낮은 HOMO 준위를 가지기 때문에, 정공 수송층에도 낮은 HOMO 준위를 갖는 재료를 적용할 수 있다. 이러한 구성으로 함으로써, 발광층과 정공 수송층의 계면에 있어서의 전하의 축적을 방지할 수 있고, 발광 소자를 장수명화할 수 있다. 구체적으로는, 정공 수송층의 HOMO 준위는 -5.6eV 이하인 것이 바람직하다. 또한, 이러한 관점에서, 정공 수송층에 사용하는 화합물로서는, 카르바졸 유도체, 디벤조티오펜 유도체, 디벤조푸란 유도체, 안트라센 유도체 등이 바람직하다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물을 사용해도 좋다. 이때, 정공 주입층과 정공 수송층에 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물을 사용하면, HOMO 준위가 가까워지기 때문에, 캐리어 주입 장벽은 보다 작아져 바람직하다. 특히, 정공 주입층에 사용하는 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물과 정공 수송층에 사용하는 탄화수소 화합물이 동일한 재료이면 바람직하다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물을 정공 수송층에 사용하고, 거기에 발광층을 접하여 설치하면, 신뢰성이 양호한 소자가 수득되어 바람직하다.

[0220] 또한, 정공 수송층(702)에는, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭: PVK), 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭: PVTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭: PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭: Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0221] 발광층(703)은 발광성의 유기 화합물을 함유하는 층이다. 발광성의 유기 화합물로서는, 예를 들면, 형광을 발광하는 형광성 화합물이나 인광을 발광하는 인광성 화합물을 사용할 수 있다.

[0222] 발광층(703)에 사용할 수 있는 형광성 화합물로서는, 예를 들면, 청색계의 발광 재료로서, N,N'-비스[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N,N'-디페닐스티벤-4,4'-디아민(약칭: YGA2S), 4-(9H-카르바졸-9-일)-4'-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: YGAPA), 4-(10-페닐-9-안트릴)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBAPA) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCABPhA), N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPAPA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-2-안트릴]-N,N',N'-트리페닐-1,4-페닐렌디아민(약칭: 2DPABPhA), N-[9,10-비스(1,1'-비페닐-2-일)-N-[4-(9H-카르바졸-9-일)페닐]-N-페닐안트라센-2-아민(약칭: 2YGABPhA), N,N,9-트리페닐안트라센-9-아민(약칭: DPhAPhA) 등을 들 수 있다. 또한, 황색색계의 발광 재료로서, 루브렌, 5,12-비스(1,1'-비페닐-4-일)-6,11-디페닐테트라센(약칭: BPT) 등을 들 수 있다. 또한, 적색계의 발광 재료로서, N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)테트라센-5,11-디아민(약칭: p-mPhTD), 7,14-디페닐-N,N,N',N'-테트라키스(4-메틸페닐)아세나프토[1,2-a]플루오란텐-3,10-디아민(약칭: p-mPhAFD) 등을 들 수 있다.

[0223] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물은, 자색 내지 청색의 형광을 발한다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물을 형광성 화합물로서 발광층(703)에 사용할 수 있다.

[0224] 또한, 발광층(703)에 사용할 수 있는 인광성 화합물로서는, 예를 들면, 청색계의 발광 재료로서, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭: FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>]이리듐(III)피콜리네이트(약칭: FIrpic), 비스{2-[3',5'-비스(트리플

루오로페닐]페닐]피리디나토-N,C<sup>2'</sup>}이리듐(III)피콜리네이트(약칭: [Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)]), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C<sup>2'</sup>}이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: FIr(acac)) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, 트리스(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: [Ir(ppy)<sub>3</sub>]), 비스(2-페닐피리디나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)), 비스(1,2-디페닐-1H-벤조이미다졸라토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pbi)<sub>2</sub>(acac)]), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)]), 트리스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(bzq)<sub>3</sub>]) 등을 들 수 있다. 또한, 황색계의 발광 재료로서, 비스(2,4-디페닐-1,3-옥사졸라토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(dpo)<sub>2</sub>(acac)]), 비스[2-(4'-피플루오로페닐)피리디나토]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac)]), 비스(2-페닐벤조티아졸라토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(bt)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)-5-메틸피라지나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdppr-Me)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토나토)비스{2-(4-메톡시페닐)-3,5-디메틸피라지나토}이리듐(III)(약칭: Ir(dmmoppr)<sub>2</sub>(acac))] 등을 들 수 있다. 또한, 주황색계의 발광 재료로서, 트리스(2-페닐퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)(약칭: Ir(pq)<sub>3</sub>), 비스(2-페닐퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(3,5-디메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(mppr-iPr)<sub>2</sub>(acac)]) 등을 들 수 있다. 또한, 적색계의 발광 재료로서, 비스[2-(2'-벤조[4,5-a]티에닐)피리디나토-N,C<sup>3'</sup>]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(btp)<sub>2</sub>(acac)]), 비스(1-페닐이소퀴놀리나토-N,C<sup>2'</sup>)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭: [Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리나토]이리듐(III)(약칭: [Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac)]), (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac)]), (디피발로일메타나토)비스(2,3,5-트리페닐피라지나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)]), 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭: PtOEP) 등의 유기 금속 착체를 들 수 있다. 또한, 트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭: Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen)), 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭: Eu(TTA)<sub>3</sub>(Phen)) 등의 희토류 금속 착체는, 희토류 금속 이온으로부터의 발광(상이한 다중도간의 전자 전이)이기 때문에, 인광성 화합물로서 사용할 수 있다.

[0225] 또한, 발광층(703)으로서는, 상기한 발광성의 유기 화합물(게스트 재료)을 다른 물질(호스트 재료)에 분산시킨 구성으로 해도 좋다. 호스트 재료로서는, 각종의 것을 사용할 수 있고, 게스트 재료보다도 최저준위 비점유 분자 오비탈(LUMO 준위)이 높고, HOMO 준위가 낮은 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 게스트 재료가 형광성 화합물인 경우에는 1중항 여기 에너지의 준위(S1 준위), 인광성 화합물인 경우에는 3중항 여기 에너지의 준위(T1 준위)가 높은 것이 바람직하다.

[0226] 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물은 LUMO 준위가 높고, HOMO 준위가 낮으며, S1 준위와 T1 준위가 각각 높다. 이로 인해, 호스트 재료에 사용할 수 있다. 구체적으로는, 가시광을 발광하는 형광성 화합물의 호스트 재료, 황색이나, 황색보다 장파장의 색을 발광하는 인광성 화합물의 호스트 재료에 사용할 수 있다.

[0227] 호스트 재료로서는, 구체적으로는, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(II)(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭: BAlq), 비스(8-퀴놀리놀라토)아연(II)(약칭: Znq), 비스[2-(2-벤조옥사졸릴)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnPBO), 비스[2-(2-벤조티아졸릴)페놀라토]아연(II)(약칭: ZnBTZ) 등의 금속 착체, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD), 1,3-비스[5-(p-



tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트리일)트리스(1-페닐-1H-벤조이미다졸)(약칭: TPBI), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등의 복소환 화합물이나, 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: CzPA), 3,6-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: DPCzPA), 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭: DPPA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: DNA), 2-tert-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭: t-BuDNA), 9,9'-비안트릴(약칭: BANT), 9,9'-(스틸벤-3,3'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS), 9,9'-(스틸벤-4,4'-디일)디페난트렌(약칭: DPNS2), 3,3',3''-(벤젠-1,3,5-트리일)트리페렌(약칭: TPB3), 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth), 6,12-디메톡시-5,11-디페닐크리센 등의 축합 방향족 화합물, N,N-디페닐-9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭: CzA1PA), 4-(10-페닐-9-안트릴)트리페닐아민(약칭: DPhPA), N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPA), N,9-디페닐-N-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]페닐]-9H-카르바졸-3-아민(약칭: PCAPBA), N-(9,10-디페닐-2-안트릴)-N,9-디페닐-9H-카르바졸-3-아민(약칭: 2PCAPA), NPB(또는  $\alpha$ -NPD), TPD, DFLDPBi, BSPB 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0228] 또한, 호스트 재료는 복수종 사용할 수 있다. 예를 들면, 결정화를 억제하기 위해서 루브렌 등의 결정화를 억제하는 물질을 또한 첨가해도 좋다. 또한, 게스트 재료로의 에너지 이동이나 캐리어 이동을 보다 효율적으로 실시하기 위해 정공 이동도가 높은 재료(예를 들면, NPB 등의 아민 골격을 갖는 재료나 CBP 등의 카르바졸 골격을 갖는 재료), 또는 전자 이동도가 높은 재료(예를 들면, Alq 등의 복소환 골격을 갖는 재료)를 또한 첨가해도 좋다.

[0229] 게스트 재료를 호스트 재료에 분산시킨 구성으로 함으로써, 발광층(703)의 결정화를 억제할 수 있다. 또한, 게스트 재료의 농도가 높은 것에 의한 농도 소광을 억제할 수 있다.

[0230] 또한, 발광층(703)으로서 고분자 화합물을 사용할 수 있다. 구체적으로는, 청색계의 발광 재료로서, 폴리(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)(약칭: PF0), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(2,5-디메톡시벤젠-1,4-디일)](약칭: PF-DMOP), 폴리{(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-[N,N'-디-(p-부틸페닐)-1,4-디아미노벤젠]}(약칭: TAB-PFH) 등을 들 수 있다. 또한, 녹색계의 발광 재료로서, 폴리(p-페닐렌비닐렌)(약칭: PPV), 폴리[(9,9-디헥실플루오렌-2,7-디일)-alt-co-(벤조[2,1,3]티아디아졸-4,7-디일)](약칭: PFBT), 폴리[(9,9-디옥틸-2,7-디비닐렌플루오레닐렌)-alt-co-(2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌)] 등을 들 수 있다. 또한, 주황색 내지 적색계의 발광 재료로서, 폴리[2-메톡시-5-(2'-에틸헥속시)-1,4-페닐렌비닐렌](약칭: MEH-PPV), 폴리(3-부틸티오펜-2,5-디일)(약칭: R4-PAT), 폴리[(9,9-디헥실-2,7-비스(1-시아노비닐렌)플루오레닐렌)-alt-co-[2,5-비스(N,N'-디페닐아미노)-1,4-페닐렌]}, 폴리[[2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-비스(1-시아노비닐렌페닐렌)-alt-co-[2,5-비스(N,N'-디페닐아미노)-1,4-페닐렌]](약칭: CN-PPV-DPD) 등을 들 수 있다.

[0231] 또한, 복수의 발광층을 설치하고, 각각의 발광층의 발광색을 상이한 것으로 함으로써, 발광 소자 전체로서, 원하는 색의 발광을 취득할 수 있다. 예를 들면, 2개의 발광층을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 발광층의 발광색과 제2 발광층의 발광색을 보색의 관계가 되도록 함으로써, 발광 소자 전체로서 백색 발광하는 발광 소자를 취득하는 것도 가능하다. 또한, 보색이란, 혼합하면 무채색이 되는 색끼리의 관계를 말한다. 즉, 보색의 관계에 있는 색을 발광하는 물질로부터 취득된 광을 혼합하면, 백색 발광을 취득할 수 있다. 또한, 3개 이상의 발광층을 갖는 발광 소자의 경우도 마찬가지이다.

[0232] 전자 수송층(704)은 전자 수송성이 높은 물질을 함유하는 층이다. 전자 수송성이 높은 물질로서는, 예를 들면, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭: Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(약칭: BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭: BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 들 수 있다. 또한, 이밖에 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭: Zn(BOX)<sub>2</sub>), 비스[2-(2-하이드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭: Zn(BTZ)<sub>2</sub>) 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 이외에도, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭: PBD)이나, 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭: OXD-7), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭: TAZ), 바소페난트롤린(약칭: BPhen), 바소큐프로인(약칭: BCP) 등도 사용할 수 있다. 여기에 말한 물질은, 주로 10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 전자 수송층은, 단층의 것 뿐만 아니라, 상기 물질로 이루어지는 층이 2층 이상 적층된 것으로 해도 좋다.

- [0233] 전자 주입층(705)은 전자 주입성이 높은 물질을 함유하는 층이다. 전자 주입층(705)에는, 리튬, 세슘, 칼슘, 불화리튬, 불화세슘, 불화칼슘, 리튬 산화물 등과 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 불화에르븀과 같은 희토류 금속 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 상기한 전자 수송층(704)을 구성하는 물질을 사용할 수도 있다.
- [0234] 또한, 상기한 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 전자 수송층(704), 전자 주입층(705)은 각각 증착법(진공 증착법을 포함), 잉크젯법, 도포법 등의 방법으로 형성할 수 있다.
- [0235] 도 2a에 도시하는 발광 소자는, 기관(100) 위에 있어서, 제1 전극(101) 및 제2 전극(108)의 한 쌍의 전극간에, EL층(102)이 설치되어 있다. EL층(102)은 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 전자 수송층(704), 전자 주입층(705)을 가지고 있다. 도 2a에 있어서의 발광 소자는, 기관(100) 위에, 음극으로서 기능하는 제2 전극(108)과, 제2 전극(108) 위에 순차적으로 적층한 전자 주입층(705), 전자 수송층(704), 발광층(703), 정공 수송층(702), 정공 주입층(701)과, 또한 그 위에 설치된 양극으로서 기능하는 제1 전극(101)으로 구성되어 있다.
- [0236] 또한, 각각의 EL층의 발광색을 상이한 것으로 함으로써, 발광 소자 전체로서, 원하는 색의 발광을 취득할 수 있다. 예를 들면, 2개의 EL층을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 EL층의 발광색과 제2 EL층의 발광색을 보색의 관계가 되도록 함으로써, 발광 소자 전체로서 백색 발광하는 발광 소자를 취득하는 것도 가능하다. 또한, 3개 이상의 EL층을 갖는 발광 소자의 경우도 마찬가지이다.
- [0237] EL층은, 도 1b에 도시하는 바와 같이, 제1 전극(101)과 제2 전극(108) 사이에 복수 적층되어 있어도 좋다. 이 경우, 적층된 제1 EL층(800)과 제2 EL층(801) 사이에는, 전하 발생층(803)을 설치하는 것이 바람직하다. 전하 발생층(803)은 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 전압 인가시에 있어서의 캐리어의 발생 효율이 높고, 정공 수송성이 높다. 이로 인해, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 실현할 수 있다. 또한, 발광 효율이 높은 발광 소자를 실현할 수 있다.
- [0238] 이 경우도, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유하는 층에 접하는 정공 수송층이나, 당해 정공 수송층에 접하는 발광층에, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물을 적합하게 사용할 수 있다.
- [0239] 또한, 당해 탄화수소 화합물은 흡수 피크가 가시광 영역에 발생하기 어렵다. 또한, 당해 탄화수소 화합물은 HOMO 준위가 낮고, 당해 무기 화합물과의 사이에, 전하 이동 상호 작용에 기초하는 흡수가 발생하기 어렵다. 따라서, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 가시광 영역에 흡수 피크가 생기기 어렵고, 높은 투광성을 가진다. 따라서, 이것으로부터도 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용함으로써, 발광 효율이 높은 발광 소자를 실현할 수 있다고 말할 수 있다.
- [0240] 또한, 전하 발생층(803)은 본 발명의 일 형태의 복합 재료로 이루어지는 층과 다른 재료로 이루어지는 층의 적층 구조라도 좋다. 이 경우, 다른 재료로 이루어지는 층으로서, 전자 공여성 물질과 전자 수송성이 높은 물질을 함유하는 층이나, 투명 도전막으로 이루어지는 층 등을 사용할 수 있다. 이러한 구성을 갖는 발광 소자는, 에너지의 이동이나 소광 등의 문제가 일어나기 어렵고, 재료의 선택의 폭이 넓어짐으로써 높은 발광 효율과 긴 수명을 모두 갖는 발광 소자로 하는 것이 용이하다. 또한, 한쪽의 EL층에서 인광 발광, 다른쪽에서 형광 발광을 취득하는 것도 용이하다. 이 구조는 상기의 EL층의 구조와 조합하여 사용할 수 있다.
- [0241] 마찬가지로, 도 2b에 도시하는 바와 같이, 3개 이상의 EL층(802)을 적층한 발광 소자도 적용하는 것이 가능하다. 본 실시형태에 따르는 발광 소자와 같이, 한 쌍의 전극간에, 전하 발생층을 개재하여 복수의 EL층을 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채, 고휘도로 발광하는 장수명 소자를 실현할 수 있다.
- [0242] EL층은, 도 1c에 도시하는 바와 같이, 제1 전극(101)과 제2 전극(108) 사이에, 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 전자 수송층(704), 전자 주입 버퍼층(706), 전자 릴레이층(707), 및 제2 전극(108)과 접하는 복합 재료층(708)을 갖고 있어도 좋다.
- [0243] 제2 전극(108)과 접하는 복합 재료층(708)을 설치함으로써, 특히 스퍼터링법을 사용하여 제2 전극(108)을 형성할 때에, EL층(102)이 받는 대미지를 저감시킬 수 있기 때문에 바람직하다. 복합 재료층(708)은 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 사용할 수 있다.
- [0244] 또한, 상기 복합 재료층(708)은 전하 발생층으로서 기능하기 때문에, 제2 전극(108)으로부터 복합 재료층(708)을 경유하여 전자 릴레이층(707)으로 양호하게 캐리어를 주입할 수 있다.

- [0245] 또한, 전자 주입 버퍼층(706)을 설치함으로써, 복합 재료층(708)과 전자 수송층(704) 사이의 주입 장벽을 완화할 수 있기 때문에, 복합 재료층(708)에서 발생한 전자를 전자 수송층(704)에 용이하게 주입할 수 있다.
- [0246] 전자 주입 버퍼층(706)에는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화리튬 등의 산화물, 할로겐화물, 탄산리튬이나 탄산세슘 등의 탄산염을 포함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함)) 등의 전자 주입성이 높은 물질을 사용하는 것이 가능하다.
- [0247] 또한, 전자 주입 버퍼층(706)이, 전자 수송성이 높은 물질과 도너성 물질을 함유하여 형성되는 경우에는, 전자 수송성이 높은 물질에 대해 질량비로, 0.001 이상 0.1 이하의 비율로 도너성 물질을 첨가하는 것이 바람직하다. 또한, 도너성 물질로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화리튬 등의 산화물, 할로겐화물, 탄산리튬이나 탄산세슘 등의 탄산염을 포함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로겐화물, 탄산염을 포함)) 외에, 테트라티아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 테카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, 전자 수송성이 높은 물질로서는, 먼저 설명한 전자 수송층(704)의 재료와 같은 재료를 사용하여 형성할 수 있다.
- [0248] 또한, 전자 주입 버퍼층(706)과 복합 재료층(708) 사이에, 전자 릴레이층(707)을 형성하는 것이 바람직하다. 전자 릴레이층(707)은, 반드시 설치할 필요는 없지만, 전자 수송성이 높은 전자 릴레이층(707)을 설치함으로써, 전자 주입 버퍼층(706)으로 전자를 신속하게 보내는 것이 가능해진다.
- [0249] 복합 재료층(708)과 전자 주입 버퍼층(706) 사이에 전자 릴레이층(707)이 개재된 구조는, 복합 재료층(708)에 함유되는 엑셉터성 물질과, 전자 주입 버퍼층(706)에 함유되는 도너성 물질이 상호 작용을 받기 어려워, 서로의 기능을 저해하기 어려운 구조이다. 따라서, 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.
- [0250] 전자 릴레이층(707)은 전자 수송성이 높은 물질을 함유하고, 당해 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위는, 복합 재료층(708)에 함유되는 엑셉터성 물질의 LUMO 준위와, 전자 수송층(704)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위 사이가 되도록 형성한다. 또한, 전자 릴레이층(707)이 도너성 물질을 함유하는 경우에는, 당해 도너성 물질의 도너 준위도 복합 재료층(708)에 함유되는 엑셉터성 물질의 LUMO 준위와, 전자 수송층(704)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위 사이가 되도록 한다. 구체적인 에너지 준위의 수치로서는, 전자 릴레이층(707)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질의 LUMO 준위는 -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하로 하면 좋다.
- [0251] 전자 릴레이층(707)에 함유되는 전자 수송성이 높은 물질로서는 프탈로시아닌계의 재료 또는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0252] 전자 릴레이층(707)에 함유되는 프탈로시아닌계 재료로서는, 구체적으로는 CuPc, SnPc(Phthalocyanine tin(II) complex), ZnPc(Phthalocyanine zinc complex), CoPc(Cobalt(II) phthalocyanine,  $\beta$ -form), FePc(Phthalocyanine Iron) 및 PhO-VOPc(Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H,31H-phthalocyanine) 중 어느 하나를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0253] 전자 릴레이층(707)에 함유되는 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체로서는, 금속-산소의 이중 결합을 갖는 금속 착체를 사용하는 것이 바람직하다. 금속-산소의 이중 결합은 엑셉터성(전자를 수용하기 쉬운 성질)을 갖기 때문에, 전자의 이동(수수(授受))이 보다 용이해진다. 또한, 금속-산소의 이중 결합을 갖는 금속 착체는 안정적이라고 생각된다. 따라서, 금속-산소의 이중 결합을 갖는 금속 착체를 사용함으로써 발광 소자를 저전압으로 보다 안정적으로 구동하는 것이 가능하게 된다.
- [0254] 금속-산소 결합과 방향족 배위자를 갖는 금속 착체로서는 프탈로시아닌계 재료가 바람직하다. 구체적으로는, VOPc(Vanadyl phthalocyanine), SnOPc(Phthalocyanine tin(IV) oxide complex) 및 TiOPc(Phthalocyanine titanium oxide complex) 중 어느 하나는, 분자 구조적으로 금속-산소의 이중 결합이 다른 분자에 대해 작용하기 쉽고, 엑셉터성이 높기 때문에 바람직하다.
- [0255] 또한, 상기한 프탈로시아닌계 재료로서는, 폐녹시기를 갖는 것이 바람직하다. 구체적으로는 PhO-VOPc과 같은, 폐녹시기를 갖는 프탈로시아닌 유도체가 바람직하다. 폐녹시기를 갖는 프탈로시아닌 유도체는, 용매에 가용이다. 이로 인해, 발광 소자를 형성하는데 있어서 취급하기 쉽다는 이점을 가진다. 또한, 용매에 가용이기 때문에, 성막에 사용하는 장치의 보수 유지가 용이해진다는 이점을 가진다.
- [0256] 전자 릴레이층(707)은 또한 도너성 물질을 함유하고 있어도 좋다. 도너성 물질로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토

금속, 희토류 금속 및 이들의 화합물(알칼리 금속 화합물(산화리튬 등의 산화물, 할로젠화물, 탄산리튬이나 탄산세슘 등의 탄산염을 포함), 알칼리 토금속 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함), 또는 희토류 금속의 화합물(산화물, 할로젠화물, 탄산염을 포함)) 외에, 테트라티아나프타센(약칭: TTN), 니켈로센, 데카메틸니켈로센 등의 유기 화합물을 사용할 수 있다. 전자 릴레이층(707)에 이들 도너성 물질을 함유시킴으로써, 전자의 이동이 용이하게 되고, 발광 소자를 보다 저전압으로 구동하는 것이 가능하게 된다.

- [0257] 전자 릴레이층(707)에 도너성 물질을 함유시키는 경우, 전자 수송성이 높은 물질로서는 상기한 재료 외에, 복합 재료층(708)에 포함되는 엑셉터성 물질의 엑셉터 준위보다 높은 LUMO 준위를 갖는 물질을 사용할 수 있다. 구체적인 에너지 준위로서는, -5.0eV 이상, 바람직하게는 -5.0eV 이상 -3.0eV 이하의 범위에 LUMO 준위를 갖는 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 물질로서는 예를 들면, 페릴렌 유도체나, 질소 함유 축합 방향족 화합물 등을 들 수 있다. 또한, 질소 함유 축합 방향족 화합물은, 안정적이기 때문에, 전자 릴레이층(707)을 형성하기 위해서 사용하는 재료로서, 바람직한 재료이다.
- [0258] 페릴렌 유도체의 구체적인 예로서는, 3,4,9,10-페릴렌테트라카복실산 2무수물(약칭: PTCDA), 3,4,9,10-페릴렌테트라카복실리비스벤조이미다졸(약칭: PTCBI), N,N'-디옥틸-3,4,9,10-페릴렌테트라카복실산 디이미드(약칭: PTCDI-C8H), N,N'-디헥실-3,4,9,10-페릴렌테트라카복실산 디이미드(약칭: Hex PTC) 등을 들 수 있다.
- [0259] 또한, 질소 함유 축합 방향족 화합물의 구체적인 예로서는, 피라지노[2,3-f][1,10]페난트롤린-2,3-디카르보닐리드(약칭: PPDN), 2,3,6,7,10,11-헥사시아노-1,4,5,8,9,12-헥사아자트리페닐렌(약칭: HAT(CN)<sub>6</sub>), 2,3-디페닐피리드[2,3-b]피라진(약칭: 2PYPR), 2,3-비스(4-플루오로페닐)피리드[2,3-b]피라진(약칭: F2PYPR) 등을 들 수 있다.
- [0260] 그 밖에도, 7,7,8,8-테트라시아노퀴노디메탄(약칭: TCNQ), 1,4,5,8-나프탈렌테트라카복실산 2무수물(약칭: NTCDA), 퍼플루오로펜타센, 구리헥사데카플루오로프탈로시아닌(약칭: F<sub>16</sub>CuPc), N,N'-비스(2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-펜타데카플루오로옥틸)-1,4,5,8-나프탈렌테트라카복실산디이미드(약칭: NTCDI-C8F), 3',4'-디부틸-5,5'-비스(디시아노메틸렌)-5,5'-디하이드로-2,2':5',2''-테르티오펜(약칭: DCMT), 메타노플라렌(예를 들면, [6,6]-페닐C<sub>61</sub>부티르산메틸에스테르) 등을 사용할 수 있다.
- [0261] 또한, 전자 릴레이층(707)에 도너성 물질을 함유시키는 경우, 전자 수송성이 높은 물질과 도너성 물질의 공증착 등의 방법에 의해 전자 릴레이층(707)을 형성하면 좋다.
- [0262] 정공 주입층(701), 정공 수송층(702), 발광층(703), 및 전자 수송층(704)은 상기의 재료를 사용하여 각각 형성하면 좋다. 특히, 정공 주입층(701)은 본 발명의 일 형태의 복합 재료로 하면 좋다. 또한, 정공 수송층(702)이나 발광층(703)은 각각 본 발명의 일 형태의 복합 재료에서 사용하는 탄화수소 화합물을 적합하게 사용할 수 있다.
- [0263] 또한, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적절히 조합하는 것이 가능하다.
- [0264] (실시형태 3)
- [0265] 본 실시형태에서는, 본 발명의 일 형태의, 발광 소자를 갖는 발광 장치에 대해서 도 3a 및 3b를 사용하여 설명한다. 또한, 도 3a는, 발광 장치를 도시하는 상면도, 도 3b는 도 3a를 A-B 및 C-D에서 절단한 단면도이다.
- [0266] 본 실시형태의 발광 장치는, 구동 회로부인 소스측 구동 회로(401) 및 게이트측 구동 회로(403)와, 화소부(402)와, 밀봉 기관(404)과, 셀재(405)와, FPC(플렉시블 프린트 서킷)(409)와, 소자 기관(410)을 가진다. 셀재(405)로 둘러싸인 내측은 공간으로 되어 있다.
- [0267] 또한, 리드 배선(lead wiring)(408)은 소스측 구동 회로(401) 및 게이트측 구동 회로(403)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부 입력 단자가 되는 FPC(409)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 수취하다. 또한, 여기에서는 FPC밖에 도시되어 있지 않지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 장착되어 있어도 좋다. 본 명세서에 있어서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체 뿐만 아니라, 여기에 FPC 또는 PWB가 장착된 상태도 포함하는 것으로 한다.
- [0268] 도 3a에 도시하는 소자 기관(410) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 도 3b에서는, 구동 회로부인 소스측 구동 회로(401)와, 화소부(402) 중의 하나의 화소가 도시되어 있다.
- [0269] 또한, 소스측 구동 회로(401)는 n채널형 TFT(423)와 p채널형 TFT(424)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로는, TFT로 형성되는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성해도 좋다. 또한, 본 실시형



태에서는, 기판 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없으며, 구동 회로를 기판 위가 아니라 외부에 형성할 수도 있다.

- [0270] 또한, 화소부(402)는 스위칭용 TFT(411)와, 전류 제어용 TFT(412)과 그 드레인에 전기적으로 접속된 제1 전극(413)을 포함하는 복수의 화소에 의해 형성된다. 또한, 제1 전극(413)의 단부를 덮고 절연물(414)이 형성되어 있다. 여기에서는, 포지티브형의 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 형성한다.
- [0271] 또한, 피복성을 양호한 것으로 하기 위해서, 절연물(414)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들면, 절연물(414)의 재료로서 포지티브형의 감광성 아크릴을 사용한 경우, 절연물(414)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 $\mu$ m 내지 3 $\mu$ m)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(414)로서, 광의 조사에 의해 에천트에 불용해성이 되는 네가티브형, 또는 광의 조사에 의해 에천트(etchant)에 용해성이 되는 포지티브형 모두 사용할 수 있다.
- [0272] 제1 전극(413) 위에는, EL층(416), 및 제2 전극(417)이 각각 형성되어 있다. 여기에서, 양극으로서 기능하는 제1 전극(413)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, ITO막, 또는 규소를 함유한 인듐주석 산화물막, 2 내지 20wt%의 산화아연을 함유하는 산화인듐막, 질화티타늄막, 크롬막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화티타늄막과의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮아 양호한 옴릭 콘택트(ohmic contact)가 수득된다.
- [0273] 또한, EL층(416)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법 등의 액적 토출법, 인쇄법, 스핀 코트법 등의 다양한 방법에 의해 형성된다. EL층(416)은 실시형태 1에서 나타낸 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유하고 있다. 또한, EL층(416)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 재료, 올리고머, 덴드리머, 또는 고분자 재료라도 좋다.
- [0274] 또한, EL층(416) 위에 형성되고, 음극으로서 기능하는 제2 전극(417)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca, 또는 이들의 합금이나 화합물, Mg-Ag, Mg-In, Al-Li 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, EL층(416)에서 발생한 광이 제2 전극(417)을 투과하기 위해서는, 제2 전극(417)으로서, 막 두께를 얇게 한 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2 내지 20wt%의 산화아연을 함유하는 산화인듐, 규소 또는 산화규소를 함유한 산화인듐-산화주석, 산화아연 등)과의 적층을 사용하는 것이 양호하다.
- [0275] 또한, 쉘재(405)로 밀봉 기판(404)을 소자 기판(410)과 접합함으로써, 소자 기판(410), 밀봉 기판(404), 및 쉘재(405)로 둘러싸여진 공간(407)에 발광 소자(418)가 구비된 구조로 되어 있다. 또한, 공간(407)에는, 충전재가 충전되어 있고, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 이외에, 쉘재(405)로 충전되는 경우도 있다.
- [0276] 또한, 쉘재(405)에는 에폭시계 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이러한 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기판(404)에 사용하는 재료로서 유리 기판이나 석영 기판 외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐플루오라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 이루어지는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.
- [0277] 이상과 같이 하여, 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 갖는 액티브 매트릭스형의 발광 장치를 수득할 수 있다.
- [0278] 또한, 본 발명의 발광 소자는, 상기한 액티브 매트릭스형의 발광 장치뿐만 아니라 패시브 매트릭스형(passive matrix)의 발광 장치에 사용할 수도 있다. 도 4a 및 4b에 본 발명의 발광 소자를 사용한 패시브 매트릭스형의 발광 장치의 사시도 및 단면도를 도시한다. 또한, 도 4a는 발광 장치를 도시하는 사시도, 도 4b는 도 4a를 X-Y에서 절단한 단면도이다.
- [0279] 도 4a 및 4b에 있어서, 기판(501) 위의 제1 전극(502)과 제2 전극(503) 사이에는 EL층(504)이 설치되어 있다. 제1 전극(502)의 단부는 절연층(505)으로 덮여 있다. 그리고, 절연층(505) 위에는 격벽층(506)이 설치되어 있다. 격벽층(506)의 측벽은, 기판면에 가까워짐에 따라, 한쪽 벽과 다른쪽 벽의 간격이 좁아지는 경사를 가진다. 즉, 격벽층(506)의 단변 방향의 단면은, 사다리꼴 형상이며, 저변(절연층(505)의 면 방향과 같은 방향)을 향하고, 절연층(505)과 접하는 변)쪽이 상변(절연층(505)의 면방향으로 같은 방향)을 향하고, 절연층(505)과 접하지 않는 변)보다도 짧다. 이와 같이, 격벽층(506)을 설치함으로써, 크로스토크(crosstalk) 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다.

- [0280] 이상에 의해, 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 갖는 패시브 매트릭스형의 발광 장치를 획득할 수 있다.
- [0281] 도 27a 내지 27c에, 본 발명의 일 형태를 적용한 발광 장치의 일례를 도시한다. 도 27a는, 발광 장치를 도시하는 상면도, 도 27b, 도 27c는 도 27a를 E-F 사이에서 절단한 단면도이다.
- [0282] 도 27a 내지 도 27c에 도시하는 발광 장치(900)는, 제1 기관(901) 위에 발광 소자(908)(제1 전극(101), EL층(102), 및 제2 전극(108))을 구비한다. 발광 소자(908)는, 실시형태 2에 나타난 재료를 사용하여 형성할 수 있다. EL층(102)은 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 함유한다.
- [0283] 본 실시형태의 발광 장치는, 발광 소자가 상부 방향으로 광을 사출하는 구조(톱 에미션(top emission) 구조라고도 한다), 상부 및 하부 방향으로 광을 사출하는 구조(듀얼 에미션(dual emission) 구조라고도 한다), 및 하부 방향으로 광을 사출하는 구조(보텀 에미션(bottom emission) 구조라고도 한다)의 어느 구조도 적용할 수 있다.
- [0284] 도 27b에 보텀 에미션 구조의 발광 장치를 도시한다.
- [0285] 도 27b에 도시하는 발광 장치는, 제1 기관(901) 위에 제1 전극(101)을 가지며, 제1 전극(101) 위에 EL층(102)을 가지며, EL층(102) 위에 제2 전극(108)을 가진다.
- [0286] 제1 단자(903)는 보조 배선(910) 및 제1 전극(101)과 전기적으로 접속하고, 제2 단자(904)는 제2 전극(108)과 전기적으로 접속한다. 또한, 제1 전극(101)의 단부 및 제2 전극(108)의 단부 사이, 및 보조 배선(910)과 EL층(102) 사이에는, 절연층(909)이 형성되어 있다. 또한, 도 27b에 있어서, 보조 배선(910) 위에 제1 전극(101)이 형성되어 있는 구성을 도시하지만, 제1 전극(101) 위에 보조 배선(910)이 형성되는 구성으로 해도 좋다.
- [0287] 그리고, 제1 기관(901) 및 제2 기관(902)은, 절재(912)에 의해 첩합되어 있다. 또한, 제1 기관(901)과 제2 기관(902) 사이에, 건조제(911)를 갖고 있어도 좋다.
- [0288] 또한, 제1 기관(901)의 상부, 하부, 또는 양쪽에, 광 추출 구조를 갖고 있어도 좋다. 광 추출 구조로서는, 광이 굴절율이 높은 측에서 낮은 측으로 투과하는 계면에, 요철 구조를 형성하면 좋다. 구체적으로는, 도 27b에 도시하는 바와 같이, 미세한 요철 구조를 갖는 광 추출 구조(913a)를 굴절율이 높은 발광 소자(908)와 그것보다 굴절율이 낮은 제1 기관(901) 사이에 형성하고, 요철 구조를 갖는 광 추출 구조(913b)를 제1 기관(901)과 대기 사이에 형성하는 구성을 들 수 있다.
- [0289] 그러나, 발광 소자에 있어서, 제1 전극(101)이 요철을 가지면, 제1 전극(101) 위에 형성되는 EL층(102)에 있어서 누설 전류가 발생할 우려가 있다. 따라서, 본 실시형태에서는, EL층(102)의 굴절율 이상의 굴절율을 갖는 평탄화층(914)을 광 추출 구조(913a)와 접하여 설치한다. 이것에 의해, 제1 전극(101)을 평탄한 막으로 할 수 있어 제1 전극(101)의 요철에 기인하는 EL층에 있어서의 누설 전류의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 평탄화층(914)과 제1 기관(901)의 계면에, 광 추출 구조(913a)를 가지기 때문에, 전반사의 영향으로 대기로 추출할 수 없는 광을 저감시켜 발광 장치의 광의 추출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0290] 또한, 도 27b에 있어서, 제1 기관(901), 광 추출 구조(913a), 및 광 추출 구조(913b)를 상이한 요소로서 나타냈지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 이들 중 2개 또는 전체가 일체로 형성되어 있어도 좋다. 또한, 광 추출 구조(913a)는 쉘 영역의 내측에 전체가 형성되어 있어도 좋다.
- [0291] 도 27c에 톱 에미션 구조의 발광 장치를 도시한다.
- [0292] 도 27c에 도시하는 발광 장치는, 제1 기관(901) 위에 제2 전극(108)을 가지며, 제2 전극(108) 위에 EL층(102)을 가지며, EL층(102) 위에 제1 전극(101)을 가진다.
- [0293] 제1 단자(903)는 제2 전극(108)과 전기적으로 접속하고, 제2 단자(904)는 제1 전극(101)과 전기적으로 접속한다. 또한, 제1 전극(101)의 단부 및 제2 전극(108)의 단부 사이에는, 절연층(909)이 형성되어 있다.
- [0294] 그리고, 제1 기관(901) 및 제2 기관(902)은, 절재(912)에 의해 첩합되어 있다. 또한, 제1 전극(101) 위에 보조 배선을 형성해도 좋다. 또한, 제1 기관(901)과 제2 기관(902) 사이에, 건조제(911)를 갖고 있어도 좋다. 건조제(911)는 발광 소자의 발광 영역과 중첩되지 않는 위치에 설치하는 것이 바람직하다. 또는, 발광 소자의 광을 투과하는 건조제를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0295] 또한, 도 27a에 도시하는 발광 장치(900)의 형상은 팔각형이지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 발광 장치(900) 및 발광 소자(908)는, 그 밖의 다각형 또는 곡선을 갖는 형상으로 해도 좋다. 특히, 발광 장치(900)의

형상으로서는, 삼각형, 사각형, 정육각형 등이 바람직하다. 왜냐하면, 한정된 면적에 복수의 발광 장치(900)를 간극없이 설치할 수 있기 때문이다. 또한, 한정된 기관 면적을 유효하게 이용하여 발광 장치(900)를 형성할 수 있기 때문이다. 또한, 기관 위에 형성하는 소자는 1개로 한정되지 않으며, 복수의 소자를 형성해도 좋다.

[0296] 제1 기관(901) 및 제2 기관(902)의 재료로서는, 유리, 석영, 유기 수지 등의 투광성을 갖는 재료를 사용할 수 있다. 제1 기관(901) 및 제2 기관(902)의 적어도 한쪽은, 발광 소자가 발하는 광을 투과한다.

[0297] 기관으로서 유기 수지를 사용하는 경우, 유기 수지로서는, 예를 들면, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 등의 폴리에스테르 수지, 폴리아크릴로니트릴 수지, 폴리이미드 수지, 폴리메틸메타크릴레이트 수지, 폴리카보네이트(PC) 수지, 폴리에테르설폰(PES) 수지, 폴리아미드 수지, 사이클로올레핀 수지, 폴리스티렌 수지, 폴리아미드 이미드 수지, 또는 폴리염화비닐 수지 등을 사용할 수 있다. 또한, 유리 섬유에 유기 수지를 함침한 기관이나, 무기 필러를 유기 수지에 혼합한 기관을 사용할 수도 있다.

[0298] 또한, 본 실시형태에서 나타낸 발광 장치는, 모두 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 사용하여 형성되기 때문에, 소비 전력이 낮은 발광 장치를 획득할 수 있다.

[0299] 또한, 본 실시형태는, 다른 실시형태와 적절히 조합하는 것이 가능하다.

[0300] (실시형태 4)

[0301] 본 실시형태에서는, 본 발명을 적용한 일 형태인 발광 장치를 사용하여 완성시킨 다양한 전자 기기 및 조명 기구의 일례에 관해서, 도 5a 내지 5e, 도 6을 사용하여 설명한다.

[0302] 발광 장치를 적용한 전자 기기로서, 예를 들면, 텔레비전 장치(텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 한다), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 한다), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들의 전자 기기 및 조명 기구의 구체적인 예를 도 5a 내지 5e에 도시한다.

[0303] 도 5a는 텔레비전 장치의 일례를 도시하고 있다. 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)에 표시부(7103)가 내장되어 있다. 표시부(7103)에 의해, 영상을 표시하는 것이 가능하고, 발광 장치를 표시부(7103)에 사용할 수 있다. 또한, 여기에서는, 스탠드(7105)에 의해 하우징(7101)을 지지한 구성을 나타내고 있다.

[0304] 텔레비전 장치(7100)의 조작은, 하우징(7101)이 구비하는 조작 스위치나, 별체의 리모트 컨트롤러(7110)에 의해 실시할 수 있다. 리모트 컨트롤러(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의해, 채널이나 음량의 조작을 실시할 수 있고, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모트 컨트롤러(7110)에, 당해 리모트 컨트롤러(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 설치하는 구성으로 해도 좋다.

[0305] 또한, 텔레비전 장치(7100)는, 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기에 의해 일반 텔레비전 방송을 수신할 수 있고, 또한 모뎀을 개재하여 유선 또는 무선에 의한 통신 네트워크에 접속함으로써, 일방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간, 또는 수신자간끼리 등)의 정보 통신을 실시하는 것도 가능하다.

[0306] 도 5b는 컴퓨터이며, 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터는 발광 장치를 그 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다.

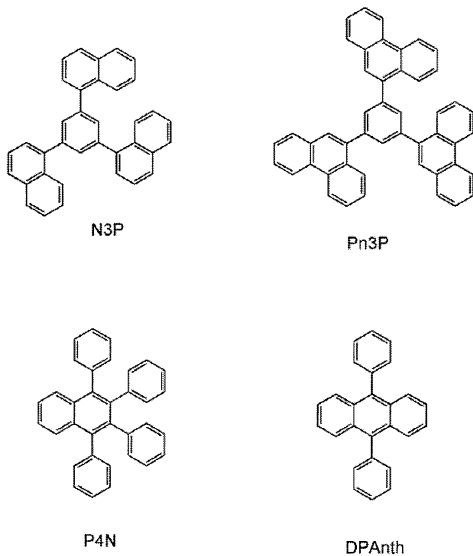
[0307] 도 5c는 휴대형 게임기이며, 하우징(7301)과 하우징(7302)의 2개의 하우징으로 구성되어 있고, 연결부(7303)에 의해, 개폐 가능하도록 연결되어 있다. 하우징(7301)에는 표시부(7304)가 내장되고, 하우징(7302)에는 표시부(7305)가 내장되어 있다. 또한, 도 5c에 도시하는 휴대형 게임기는, 그 밖에 스피커부(7306), 기록 매체 삽입부(7307), LED 램프(7308), 입력 수단(조작 키(7309), 접속 단자(7310), 센서(7311)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액(液), 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도, 전장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경도, 진동, 냄새 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(7312)) 등을 구비하고 있다. 물론, 휴대형 게임기의 구성은 상기의 것에 한정되지 않으며, 적어도 표시부(7304) 및 표시부(7305)의 양쪽, 또는 한쪽에 발광 장치를 사용하고 있으면 좋으며, 기타 부속 설비가 적절히 형성된 구성으로 할 수 있다. 도 5c에 도시하는 휴대형 게임기는, 기록 매체에 기록되어 있는 프로그램 또는 데이터를 판독하여 표시부에 표시하는 기능이나, 다른 휴대형 게임기와 무선통신을 실시하여 정보를 공유하는 기능을 가진다. 또한, 도 5c에 도시하는 휴대형 게임기가 갖는 기능은 이것에 한정되지 않으며, 여러 가지 기능을 가질 수 있다.

- [0308] 도 5d는 휴대 전화기의 일례를 도시하고 있다. 휴대 전화기(7400)는 하우징(7401)에 내장된 표시부(7402) 외에, 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크(7406) 등을 구비하고 있다. 또한, 휴대 전화기(7400)는 발광 장치를 표시부(7402)에 사용함으로써 제작된다.
- [0309] 도 5d에 도시하는 휴대 전화기(7400)는, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써, 정보를 입력할 수 있다. 또한, 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 등의 조작은, 표시부(7402)를 손가락 등으로 터치함으로써 실시할 수 있다.
- [0310] 표시부(7402)의 화면은 주로 3개의 모드가 있다. 제1은 화상의 표시를 주로 하는 표시 모드이며, 제2는, 문자 등의 정보의 입력을 주로 하는 입력 모드이다. 제3은 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합된 표시+입력 모드이다.
- [0311] 예를 들면, 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력을 주로 하는 문자 입력 모드로 하여 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 실시하면 좋다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0312] 또한, 휴대 전화기(7400) 내부에, 자이로(gyroscope), 가속도 센서 등의 경사를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 설치함으로써, 휴대 전화기(7400)의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하고, 표시부(7402)의 화면 표시를 자동적으로 전환하도록 할 수 있다.
- [0313] 또한, 화면 모드의 전환은 표시부(7402)를 터치하는 것, 또는 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)의 조작에 의해 실시된다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 의해 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들면, 표시부에 표시하는 화상신호가 동영상의 데이터이면 표시 모드, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환한다.
- [0314] 또한, 입력 모드에 있어서, 표시부(7402)의 광센서에서 검출되는 신호를 검지하여 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드에서 표시 모드로 전환하도록 제어해도 좋다.
- [0315] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들면, 표시부(7402)에 손바닥이나 손가락으로 터치하여 장문, 지문 등을 촬영함으로써, 본인인증을 실시할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광을 발광하는 백라이트 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0316] 도 5e는 탁상 조명 기구이며, 조명부(7501), 갓(傘)(7502), 가변 아암(adjustable arm)(7503), 지주(7504), 대(台)(7505), 전원(7506)을 포함한다. 또한, 탁상 조명 기구는, 발광 장치를 조명부(7501)에 사용함으로써 제작된다. 또한, 조명 기구에는 천정 고정형의 조명 기구 또는 벽걸이형의 조명 기구 등도 포함된다.
- [0317] 도 6은, 발광 장치를, 실내의 조명 장치(811)로서 사용한 예이다. 발광 장치는 대면적화도 가능하기 때문에, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 그 외, 룰형의 조명 장치(812)로서 사용할 수도 있다. 또한, 도 6에 도시하는 바와 같이, 실내의 조명 장치(811)를 구비한 방에서, 도 5e에서 설명한 탁상 조명 기구(813)를 병용해도 좋다.
- [0318] 이상과 같이 하여, 발광 장치를 적용하여 전자 기기나 조명 기구를 수득할 수 있다. 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓으며, 모든 분야의 전자 기기에 적용하는 것이 가능하다.
- [0319] 또한, 본 실시형태에 나타내는 구성은, 상기의 실시형태에 나타낸 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0320] [실시예 1]
- [0321] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 복합 재료의 구체적인 예를 예시한다. 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 나프탈렌 골격, 페난트렌 골격, 또는 트리페닐렌 골격에 치환기가 결합한, 분자량이 350 이상 2000 이하인 탄화수소 화합물과 당해 탄화수소 화합물에 대해 전자 수용성을 나타내는 무기 화합물을 함유한다. 또한, 당해 치환기가 갖는 환은, 벤젠 환, 나프탈렌 환, 페난트렌 환, 트리페닐렌 환으로부터 선택되는 1종 또는 복수종이다.
- [0322] 본 실시예의 구성예 1 내지 3, 및 비교예에 사용한 탄화수소 화합물, 및 당해 탄화수소 화합물의 HOMO 준위(eV)를 표 1에 기재한다. 또한, 당해 HOMO 준위는 광전자 분광법에서의 측정값이다. 또한, 당해 탄화수소 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.



표 1

	탄화수소 화합물	HOMO 준위 (eV)
구성예 1	N3P	-5.8
구성예 2	Pn3P	-5.9
구성예 3	P4N	-6.0
비교예	DPAnth	-5.7



[0323]

[0324]

[0325]

또한, N3P의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 32a에, 발광 스펙트럼을 도 32b에 각각 도시한다. 또한, Pn3P의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 33a에, 발광 스펙트럼을 도 33b에 각각 도시한다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(니혼분코 가부시키키가이샤 제조, V550형)를 사용하였다. 용액은 석영 셀에 넣고 측정을 실시하였다. 흡수 스펙트럼에 관해서, 석영 셀에 톨루엔만을 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타냈다. 도 32a 및 도 33a에 있어서 가로축은 파장(nm), 세로축은 흡수 강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 32b 및 도 33b에 있어서 가로축은 파장(nm), 세로축은 발광 강도(임의 단위)를 나타낸다. N3P는 295nm 부근에 흡수 피크가 나타나고, 발광 파장의 피크는, 351nm(여기 파장 300nm)이었다. 또한, Pn3P는 302nm 부근에 흡수 피크가 나타나고, 발광 파장의 피크는 356, 및 374nm(여기 파장 303nm)이었다.

[0326]

이와 같이, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼은, 가시광 영역에 흡수가 거의 나타나지 않는 것을 알 수 있었다. 또한, 발광 피크가 단파장측에 있기 때문에, 발광층에 접하는 정공 수송층의 재료나 발광층의 호스트 재료로서, 당해 탄화수소 화합물은 적합한 것을 알 수 있었다.

[0327]

또한, 후술하지만, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물의 박막의 흡수 스펙트럼도, 가시광 영역에 흡수가 거의 나타나지 않는다(도 7a 내지 도 10b 참조). 용액, 박막 모두, 가시광 영역에 흡수가 거의 나타나지 않기 때문에, 단막, 및 다른 유기 화합물과의 혼합막의 어느 쪽에 있어서도, 당해 탄화수소 화합물은 적합한 것을 알 수 있었다. 이것에 의해, 본 발명의 일 형태의 복합 재료, 정공 수송층, 및 발광층에, 각각 당해 탄화수소 화합물을 적합하게 사용할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0328]

또한, 열물성을 시차 주사 열량 분석 장치(DSC: Differential Scanning Calorimetry, 파킨엘머 제조, 형번: Pyris1 DSC)를 사용하여 측정하였다. Pn3P의 유리 전이점은 202°C이었다. 이것에 의해, Pn3P는 양호한 열물성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이로 인해, 이 재료를 사용한 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 양호한 열물성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0329]

또한, 구성예 1 내지 구성예 3, 및 비교예에 있어서, 무기 화합물로서는, 산화몰리브덴을 사용하였다.

[0330]

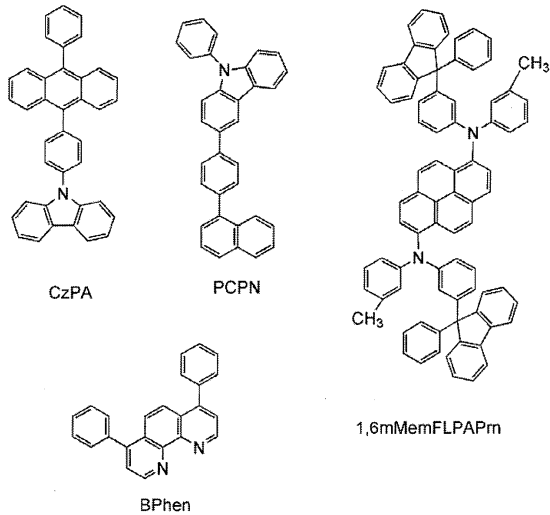
본 발명의 일 형태의 복합 재료의 제작 방법에 관해서 설명한다.

- [0331] (구성예 1)
- [0332] 우선, 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 기관 홀더에 고정시킨다. 그리고, 1-[3,5-디(나프탈렌-1-일)페닐]나프탈렌(약칭: N3P)과 산화몰리브덴(VI)을 각각 다른 저항 가열식의 증발원에 넣고, 감압 상태에서, 공증착법에 의해 N3P와 산화몰리브덴을 함유하는 막을 형성하였다. 이때, N3P와 산화몰리브덴의 비율이 질량비로 4:2, 4:1, 4:0.5(=N3P:산화몰리브덴)가 되도록 각각 공증착하였다. 또한, 막 두께는 50nm로 하였다.
- [0333] 이와 같이 하여 성막한 N3P와 산화몰리브덴의 복합막(구성예 1)의 흡수 스펙트럼을 측정된 결과를, 도 7a 및 7b에 도시한다. 또한, 비교를 위해, N3P 뿐인 막(막 두께 50nm)의 흡수 스펙트럼도 함께 도시한다.
- [0334] (구성예 2)
- [0335] 우선, 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 기관 홀더에 고정시킨다. 그리고, 9-[3,5-디(페난트렌-9-일)페닐]페난트렌(약칭: Pn3P)과 산화몰리브덴(VI)을 각각 다른 저항 가열식의 증발원에 넣고, 감압 상태에서, 공증착법에 의해 Pn3P와 산화몰리브덴을 함유하는 막을 형성하였다. 이때, Pn3P와 산화몰리브덴의 비율이 질량비로 4:2, 4:1, 4:0.5(=Pn3P:산화몰리브덴)가 되도록 각각 공증착하였다. 또한, 막 두께는 50nm로 하였다.
- [0336] 이와 같이 하여 성막한 Pn3P와 산화몰리브덴의 복합막(구성예 2)의 흡수 스펙트럼을 측정된 결과를, 도 8a 및 8b에 도시한다. 또한, 비교를 위해, Pn3P 뿐인 막(막 두께 50nm)의 흡수 스펙트럼도 함께 도시한다.
- [0337] (구성예 3)
- [0338] 우선, 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 기관 홀더에 고정시킨다. 그리고, 1,2,3,4-테트라페닐나프탈렌(약칭: P4N)과 산화몰리브덴(VI)을 각각 다른 저항 가열식의 증발원에 넣고, 감압 상태에서, 공증착법에 의해 P4N과 산화몰리브덴을 함유하는 막을 형성하였다. 이때, P4N과 산화몰리브덴의 비율이 질량비로 4:4, 4:2, 4:0.5(=P4N:산화몰리브덴)가 되도록 각각 공증착하였다. 또한, 막 두께는 50nm로 하였다.
- [0339] 이와 같이 하여 성막한 P4N과 산화몰리브덴의 복합막(구성예 3)의 흡수 스펙트럼을 측정된 결과를, 도 9a 및 9b에 도시한다. 또한, 비교를 위해, P4N 뿐인 막(막 두께 50nm)의 흡수 스펙트럼도 함께 도시한다.
- [0340] (비교예)
- [0341] 우선, 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 기관 홀더에 고정시킨다. 그리고, 9,10-디페닐안트라센(약칭: DPAnth)과 산화몰리브덴(VI)을 각각 다른 저항 가열식의 증발원에 넣고, 감압 상태에서, 공증착법에 의해 DPAnth와 산화몰리브덴을 함유하는 막을 형성하였다. 이때, DPAnth와 산화몰리브덴의 비율이 질량비로 4:2, 4:1, 4:0.5(=DPAnth:산화몰리브덴)가 되도록 각각 공증착하였다. 또한, 막 두께는 50nm로 하였다.
- [0342] 이와 같이 하여 성막한 DPAnth와 산화몰리브덴의 복합막(비교예)의 흡수 스펙트럼을 측정된 결과를, 도 10a 및 10b에 도시한다. 또한, 비교를 위해, DPAnth뿐인 막(막 두께 50nm)의 흡수 스펙트럼도 함께 도시한다.
- [0343] 도 7a 내지 도 10b에 있어서, 가로축은 파장(nm)을, 세로축은 흡광도(단위 없음)를 나타낸다.
- [0344] 비교예에 나타낸, DPAnth와 산화몰리브덴의 복합막(4:0.5=DPAnth:산화몰리브덴)은, 결정화되어 있었다.
- [0345] 비교예(도 10a 및 10b)에 사용한 탄화수소 화합물은, 안트라센 골격을 가진다. 안트라센 골격을 포함하는 탄화수소 화합물을 복합 재료에 사용하면, 후막화했을 때에, 안트라센 골격에 유래하는 약간의 흡수 피크가 가시광 영역에 관찰된다. 한편, 구성예 1 내지 구성예 3(도 7a 내지 도 9b)에 나타내는 복합 재료는, 파장이 적어도 360nm 이상인 영역에 현저한 흡수 피크가 나타나지 않아 투광성이 높은 재료인 것을 알 수 있었다.
- [0346] 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 가시광 영역에 현저한 흡수 피크가 거의 나타나지 않아 투광성이 높은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 적외 영역(파장이 700nm 이상인 영역)에 있어서도, 현저한 흡수 피크가 거의 나타나지 않았다.
- [0347] 또한, 탄화수소 화합물이 산화몰리브덴으로 이루어지는 본 발명의 일 형태의 복합 재료의 흡수 스펙트럼은, 당해 탄화수소 화합물의 흡수 스펙트럼과 거의 동일한 형상을 가지고 있으며, 산화몰리브덴의 농도가 높은 막(구체적으로는, 각 구성예에 있어서, 탄화수소 화합물과 산화몰리브덴의 비율이 질량비로 4:2인 막이나 4:4인 막)

에 있어서도, 가시광 영역에서부터 적외 영역까지 현저한 흡수 피크가 거의 나타나지 않았다. 이것에 의해, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 발생하기 어려운 것이 시사되었다.

[0348] [실시예 2]

[0349] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다. 또한, 상기의 실시예에서 사용한 재료의 구조식은 생략한다.



[0350]

[0351] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 1의 제작 방법을 나타낸다.

[0352] (발광 소자 1)

[0353] 우선, 유리 기판(1100) 위에, 산화규소를 함유하는 인듐주석 산화물(ITSO)막을 스퍼터링법으로 성막하고, 양극으로서 기능하는 제1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0354] 당해 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서는, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 실시하였다.

[0355] 그후, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분 동안의 진공 소성을 실시한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.

[0356] 다음에, 제1 전극(1101)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정시키고, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(1101) 위에, N3P와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는, 50nm로 하고, N3P와 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 4:2(=N3P:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서, 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 실시하는 증착법이다.

[0357] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, 3-[4-(1-나프틸)페닐]-9-페닐-9H-카르바졸(약칭: PCPN)을 10nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 정공 수송층(1112)을 형성하였다.

[0358] 또한, 9-[4-(N-카르바졸릴)페닐]-10-페닐안트라센(약칭: CzPA), 및 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-디아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)을 공증착하고, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성하였다. 여기에서, CzPA, 및 1,6mMemFLPAPrn의 질량비는, 1:0.04(=CzPA:1,6mMemFLPAPrn)가 되도록 조절하였다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 30nm로 하였다.

[0359] 다음에, 발광층(1113) 위에, CzPA를 막 두께 10nm가 되도록 성막하고, 제1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.

[0360] 그후, 제1 전자 수송층(1114a) 위에 바소페난트롤린(약칭: BPhen)을 막 두께 15nm가 되도록 성막하고, 제2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.

- [0361] 또한, 제2 전자 수송층(1114b) 위에, 불화리튬(LiF)을 1nm의 막 두께로 증착하고, 전자 주입층(1115)을 형성하였다.
- [0362] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 1을 제작하였다.
- [0363] 또한, 상기한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.
- [0364] 이상에 의해 수득된 발광 소자 1의 소자 구조를 표 2에 기재한다.

표 2

	제1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1 전자 수송층	제2 전자 수송층	전자 주입층	제2 전극
발광 소자 1	ITO 110nm	N3P:MoOx (=4:2) 50nm	PCPN 10nm	CzPA:1.6mMemFLPAPrn (=1:0.04) 30nm	CzPA 10nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm

- [0365]
- [0366] 발광 소자 1을, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 발광 소자 1의 동작 특성에 대해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.
- [0367] 발광 소자 1의 전압-휘도 특성을 도 11에 도시한다. 도 11에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 12에 도시한다. 도 12에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 1에 있어서의 휘도 1100cd/m<sup>2</sup>일 때의 전압(V), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 3에 기재한다.

표 3

	전압 (V)	색도 (x, y)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 1	3.3	(0.14, 0.18)	11	8.4

- [0368]
- [0369] 표 3에 기재하는 바와 같이, 1100cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 1의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.14, 0.18)이었다. 이 결과로부터, 발광 소자 1은, 1,6mMemFLPAPrn에 유래하는 청색 발광이 수득된 것을 알 수 있었다.
- [0370] 도 11, 도 12로부터, 발광 소자 1은, 구동 전압이 낮고, 발광 효율이 높은 것을 알 수 있다.
- [0371] 다음에, 발광 소자 1의 신뢰성 시험을 실시하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 13에 도시한다. 도 13에 있어서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 규격화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다.
- [0372] 신뢰성 시험은, 초기 휘도를 5000cd/m<sup>2</sup>로 설정하고, 전류 밀도 일정의 조건으로 본 실시예의 발광 소자를 구동하였다.
- [0373] 도 13으로부터, 발광 소자 1의 180시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 55%를 유지하고 있었다. 본 발명의 일 형태를 적용한 발광 소자 1은, 장수명인 것을 알 수 있다.
- [0374] 이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현되는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 정공 주입층에 사용함으로써, 장수명의 발광 소자를 제작할 수 있는 것이 나타났다.

[0375] [실시예 3]

[0376] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료는 상기의 실시예에서 사용한 재료이기 때문에, 화학식은 생략한다.

[0377] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 2의 제작 방법을 나타낸다.

[0378] (발광 소자 2)

[0379] 발광 소자 2의 정공 주입층(1111)은, Pn3P 및 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 형성하였다. 그 막 두께는, 50nm로 하고, Pn3P와 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 4:2(=Pn3P:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 정공 주입층(1111) 이외에는, 발광 소자 1과 같이 제작하였다.

[0380] 수득된 발광 소자 2의 소자 구조를 표 4에 기재한다.

표 4

	제1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1 전자 수송층	제2 전자 수송층	전자 주입층	제2 전극
발광 소자 2	ITO 110nm	Pn3P:MoOx (=4:2) 50nm	PCPN 10nm	CzPA:1,6mMemFLPAPrn (=1:0.04) 30nm	CzPA 10nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0381]

[0382] 발광 소자 2를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 발광 소자 2의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0383] 발광 소자 2의 전압-휘도 특성을 도 14에 도시한다. 도 14에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 15에 도시한다. 도 15에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 2에 있어서의 휘도 830cd/m<sup>2</sup>일 때의 전압(V), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 5에 기재한다.

표 5

	전압 (V)	색도 (x, y)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 2	3.1	(0.14, 0.17)	9.7	7.8

[0384]

[0385] 표 5에 기재하는 바와 같이, 830cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 2의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.14, 0.17)이었다. 이 결과로부터, 발광 소자 2는, 1,6mMemFLPAPrn에 유래하는 청색 발광이 수득된 것을 알 수 있었다.

[0386] 도 14, 도 15로부터, 발광 소자 2는, 구동 전압이 낮고, 발광 효율이 높은 것을 알 수 있다.

[0387] 다음에, 발광 소자 2의 신뢰성 시험을 실시하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 16에 도시한다. 도 16에 있어서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 규격화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다.

[0388] 신뢰성 시험은, 초기 휘도를 5000cd/m<sup>2</sup>으로 설정하고, 전류 밀도 일정의 조건으로 본 실시예의 발광 소자를 구동하였다.

[0389] 도 16으로부터, 발광 소자 2의 140시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 61%를 유지하고 있었다. 본 발명의 일 형태를 적용한 발광 소자 2는, 장수명인 것을 알 수 있었다.

[0390] 이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입

층에 사용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 정공 주입층에 사용함으로써, 장수명의 발광 소자를 제작할 수 있는 것이 나타났다.

[0391] [실시예 4]

[0392] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료는 상기의 실시예에서 사용한 재료이기 때문에, 화학식은 생략한다.

[0393] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 3의 제작 방법을 나타낸다.

[0394] (발광 소자 3)

[0395] 발광 소자 3의 정공 수송층(1112)은, N3P를 10nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써 형성하였다. 정공 수송층(1112) 이외에는, 발광 소자 1과 같이 제작하였다.

[0396] 수득된 발광 소자 3의 소자 구조를 표 6에 기재한다.

표 6

	제1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1 전자 수송층	제2 전자 수송층	전자 주입층	제2 전극
발광 소자 3	ITO 110nm	N3P:MoOx (=4:2) 50nm	N3P 10nm	CzPA:1,6mMemFLPAPrn (=1:0.04) 30nm	CzPA 10nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0397]

[0398] 발광 소자 3을, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 발광 소자 3의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0399] 발광 소자 3의 전압-휘도 특성을 도 17에 도시한다. 도 17에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 18에 도시한다. 도 18에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 3에 있어서의 휘도 1000cd/m<sup>2</sup>일 때의 전압(V), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 7에 기재한다.

표 7

	전압 (V)	색도 (x, y)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 3	3.7	(0.14, 0.18)	11	8.4

[0400]

[0401] 표 7에 기재하는 바와 같이, 1000cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 3의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.14, 0.18)이었다. 이 결과로부터, 발광 소자 3은, 1,6mMemFLPAPrn에 유래하는 청색 발광이 수득된 것을 알 수 있었다.

[0402] 도 17, 도 18로부터, 발광 소자 3은 발광 효율이 높은 것을 알 수 있다.

[0403] 다음에, 발광 소자 3의 신뢰성 시험을 실시하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 19에 도시한다. 도 19에 있어서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 규격화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다.

[0404] 신뢰성 시험은, 초기 휘도를 5000cd/m<sup>2</sup>으로 설정하고, 전류 밀도 일정의 조건으로 본 실시예의 발광 소자를 구동하였다.

[0405] 도 19로부터, 발광 소자 3의 140시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 70%를 유지하고 있었다. 본 발명의 일 형태를



적용한 발광 소자 3은, 장수명인 것을 알 수 있었다.

[0406] 이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용하고, 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유하는 탄화수소 화합물을 정공 수송층에 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 정공 주입층에 사용하고, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유하는 탄화수소 화합물을 정공 수송층에 사용함으로써, 장수명의 발광 소자를 제작할 수 있는 것이 나타났다.

[0407] [실시에 5]

[0408] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료는 상기의 실시예에서 사용한 재료이기 때문에, 화학식은 생략한다.

[0409] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 4의 제작 방법을 나타낸다.

[0410] (발광 소자 4)

[0411] 발광 소자 4의 정공 수송층(1112)은, Pn3P를 10nm의 막 두께가 되도록 성막함으로써 형성하였다. 정공 수송층(1112) 이외에는, 발광 소자 2와 같이 제작하였다.

[0412] 수득된 발광 소자 4의 소자 구조를 표 8에 기재한다.

표 8

	제1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1 전자 수송층	제2 전자 수송층	전자 주입층	제2 전극
발광 소자 4	ITO 110nm	Pn3P:MoOx (=4:2) 50nm	Pn3P 10nm	CzPA:1,6mMemFLPAPrn (=1:0.04) 30nm	CzPA 10nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0413]

[0414] 발광 소자 4를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 발광 소자 4의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0415] 발광 소자 4의 전압-휘도 특성을 도 20에 도시한다. 도 20에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 21에 도시한다. 도 21에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 4에 있어서의 휘도 1000cd/m<sup>2</sup>일 때의 전압(V), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 9에 기재한다.

표 9

	전압 (V)	색도 (x, y)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 4	3.3	(0.14, 0.17)	9.4	7.5

[0416]

[0417] 표 9에 기재하는 바와 같이, 1000cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 4의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.14, 0.17)이었다. 이 결과로부터, 발광 소자 4는, 1,6mMemFLPAPrn에 유래하는 청색 발광이 수득된 것을 알 수 있었다.

[0418] 도 20, 도 21로부터, 발광 소자 4는 발광 효율이 높은 것을 알 수 있다.

[0419] 다음에, 발광 소자 4의 신뢰성 시험을 실시하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 22에 도시한다. 도 22에 있어서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 규격화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다.

[0420] 신뢰성 시험은, 초기 휘도를 5000cd/m<sup>2</sup>으로 설정하고, 전류 밀도 일정의 조건으로 본 실시예의 발광 소자를 구동하였다.

[0421] 도 22로부터, 발광 소자 4의 140시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 64%를 유지하고 있었다. 본 발명의 일 형태를 적용한 발광 소자 4는, 장수명인 것을 알 수 있었다.

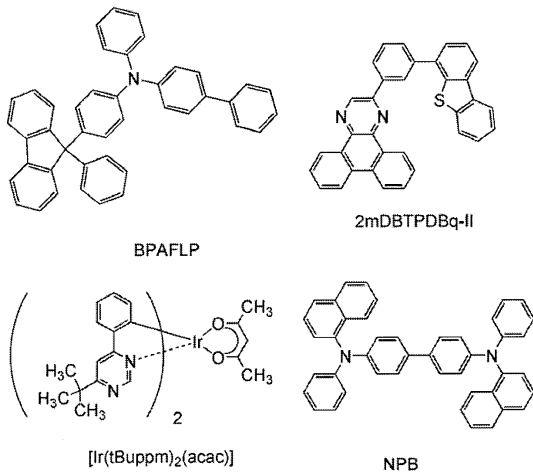
[0422] 이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용하고, 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유하는 탄화수소 화합물을 정공 수송층에 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를 정공 주입층에 사용하고, 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유하는 탄화수소 화합물을 정공 수송층에 사용함으로써, 장수명의 발광 소자를 제작할 수 있는 것이 나타났다.

[0423] 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용하고, 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유하는 탄화수소 화합물을 상기 복합 재료에 접하여 형성함으로써, 양호한 소자 특성이 획득되는 것을 알 수 있었다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 함유하는 탄화수소 화합물을 발광층과 접하여 형성함으로써, 양호한 소자 특성이 획득되는 것을 알 수 있었다.

[0424] 실시예 2 내지 실시예 5에 있어서의 발광 소자 1 내지 발광 소자 4의 실험 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 청색의 형광 발광 소자에 적합하게 사용할 수 있는 것이 나타났다.

[0425] [실시예 6]

[0426] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다. 또한, 상기의 실시예에서 사용한 재료의 구조식은 생략한다.



[0427] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 5, 발광 소자 6, 및 비교 발광 소자 7의 제작 방법을 나타낸다.

[0429] (발광 소자 5)

[0430] 우선, 유리 기판(1100) 위에, ITS막을 스퍼터링법으로 성막하고, 양극으로서 기능하는 제1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0431] 당해 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서는, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 실시하였다.

[0432] 그후, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분 동안의 진공 소성을 실시한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.

[0433] 다음에, 제1 전극(1101)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정시키고, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(1101) 위에, P4N과 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는 40nm로 하고, P4N과 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 4:2(=P4N:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다.

- [0434] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 정공 수송층(1112)을 형성하였다.
- [0435] 또한, 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II), 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: NPB), 및 (아세틸아세토나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)])을 공증착하고, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성하였다. 여기에서, 2mDBTPDBq-II, NPB, 및 [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]의 질량비는, 0.8:0.2:0.05(=2mDBTPDBq-II:NPB:[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)])가 되도록 조절하였다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40nm로 하였다.
- [0436] 다음에, 발광층(1113) 위에, 2mDBTPDBq-II를 막 두께 10nm가 되도록 성막하고, 제1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.
- [0437] 그후, 제1 전자 수송층(1114a) 위에 BPhen을 막 두께 20nm가 되도록 성막하고, 제2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.
- [0438] 또한, 제2 전자 수송층(1114b) 위에, LiF를 1nm의 막 두께로 증착하고, 전자 주입층(1115)을 형성하였다.
- [0439] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 5를 제작하였다.
- [0440] 또한, 상기한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.
- [0441] (발광 소자 6)
- [0442] 발광 소자 6의 정공 주입층(1111)은, Pn3P 및 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 형성하였다. 그 막 두께는, 40nm로 하고, Pn3P와 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 4:2(=Pn3P:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 정공 주입층(1111) 이외에는, 발광 소자 5와 같이 제작하였다.
- [0443] (비교 발광 소자 7)
- [0444] 비교 발광 소자 7의 정공 주입층(1111)은 DPAnth 및 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 형성하였다. 그 막 두께는 40nm로 하고, DPAnth와 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 4:2(=DPAnth:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 정공 주입층(1111) 이외에는, 발광 소자 5와 같이 제작하였다.
- [0445] 이상에 의해 수득된 발광 소자 5, 발광 소자 6, 및 비교 발광 소자 7의 소자 구조를 표 10에 기재한다.

표 10

	제1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1 전자 수송층	제2 전자 수송층	전자 주입층	제2 전극
발광 소자 5	ITO 110nm	P4N:MoOx (=4:2) 40nm	BPAFLP 10nm	2mDBTPDBq-II: NPB:[Ir(tBuppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.8:0.2:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm
발광 소자 6	ITO 110nm	Pn3P:MoOx (=4:2) 40nm	BPAFLP 10nm	2mDBTPDBq-II: NPB:[Ir(tBuppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.8:0.2:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm
비교 발광 소자 7	ITO 110nm	DPAnth:MoOx (=4:2) 40nm	BPAFLP 10nm	2mDBTPDBq-II: NPB:[Ir(tBuppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.8:0.2:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

- [0446]
- [0447] 이러한 발광 소자를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 이들 발광 소자의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.
- [0448] 발광 소자 5, 발광 소자 6, 및 비교 발광 소자 7의 전압-휘도 특성을 도 23에 도시한다. 도 23에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 24에 도시한다. 도 24에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 각 발광 소자에 있어서의 휘도 1000cd/m<sup>2</sup> 부근일 때의 전압(V), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 11에 기재한다.

다.

표 11

	전압 (V)	색도 (x, y)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 5	2.8	(0.45, 0.54)	840	69	20
발광 소자 6	2.9	(0.45, 0.55)	890	70	20
비교 발광 소자 7	3.2	(0.45, 0.55)	1100	64	18

[0449]

[0450]

표 11에 기재하는 바와 같이, 840cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 5의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.45, 0.54)이었다. 890cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 6의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.45, 0.55)이었다. 1100cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 비교 발광 소자 7의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.45, 0.55)이었다. 이 결과로부터, 본 실시예의 발광 소자는, [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]에 유래하는 주황색 발광이 수득된 것을 알 수 있었다.

[0451]

도 23, 도 24로부터, 발광 소자 5 및 발광 소자 6은, 비교 발광 소자 7에 비해, 구동 전압이 낮고, 발광 효율이 높은 것을 알 수 있다.

[0452]

다음에, 발광 소자의 신뢰성 시험을 실시하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 25에 도시한다. 도 25에 있어서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 규격화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다.

[0453]

신뢰성 시험은, 초기 휘도를 5000cd/m<sup>2</sup>으로 설정하고, 전류 밀도 일정의 조건으로 본 실시예의 발광 소자를 구동하였다.

[0454]

도 25로부터, 발광 소자 5의 150시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 80%를 유지하고 있고, 발광 소자 6의 150시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 77%를 유지하고 있고, 비교 발광 소자 7의 150시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 78%를 유지하고 있었다.

[0455]

발광 소자 5 및 발광 소자 6은, 비교 발광 소자 7과 동정도로 높은 신뢰성을 갖는 것을 알 수 있었다.

[0456]

이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 사용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 사용함으로써, 장수명의 발광 소자를 제작할 수 있는 것이 나타났다.

[0457]

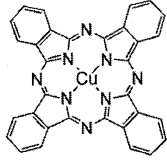
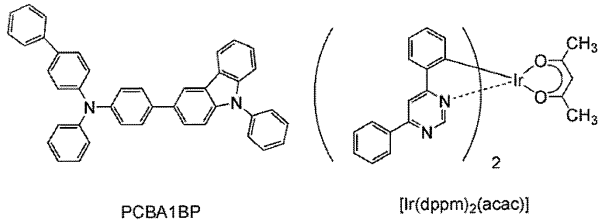
또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 주황색의 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 양호하게 사용할 수 있는 것이 나타났다. 이로 인해, 주황색을 포함하는 그것보다 장파장의 인광을 발하는 발광 소자에서 양호하게 사용할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0458]

[실시예 7]

[0459]

본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26b를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다. 또한, 상기의 실시예에서 사용한 재료의 구조식은 생략한다.



CuPc

- [0460]
- [0461] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 8의 제작 방법을 나타낸다.
- [0462] (발광 소자 8)
- [0463] 우선, 유리 기판(1100) 위에, ITSO막을 스퍼터링법으로 성막하고, 양극으로서 기능하는 제1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.
- [0464] 당해 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서는, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 실시하였다.
- [0465] 그후, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분 동안의 진공 소성을 실시한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.
- [0466] 다음에, 제1 전극(1101)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정시키고, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(1101) 위에, Pn3P와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 제1 정공 주입층(1111a)을 형성하였다. 그 막 두께는, 33nm로 하고, Pn3P와 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 1:0.5(=Pn3P:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다.
- [0467] 다음에, 제1 정공 주입층(1111a) 위에, PCPN을 30nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 제1 정공 수송층(1112a)을 형성하였다.
- [0468] 또한, CzPA, 및 1,6mMemFLPAPrn을 공증착하고, 제1 정공 수송층(1112a) 위에 제1 발광층(1113a)을 형성하였다. 여기에서, CzPA, 및 1,6mMemFLPAPrn의 질량비는, 1:0.05(=CzPA:1,6mMemFLPAPrn)가 되도록 조절하였다. 또한, 제1 발광층(1113a)의 막 두께는 30nm로 하였다.
- [0469] 다음에, 제1 발광층(1113a) 위에, CzPA를 막 두께 5nm, BPhen을 막 두께 15nm가 되도록 성막하고, 제1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.
- [0470] 또한, 제1 전자 수송층(1114a) 위에, 산화리튬(Li<sub>2</sub>O)을 0.1nm의 막 두께로 증착하고, 제1 전자 주입층(1115a)을 형성하였다.
- [0471] 그후, 제1 전자 주입층(1115a) 위에, 구리프탈로시아닌(약칭: CuPc)을 막 두께 2nm로 증착하고, 전자 릴레이층(1116)을 형성하였다.
- [0472] 다음에, 전자 릴레이층(1116) 위에, Pn3P와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 제2 정공 주입층(1111b)을 형성하였다. 그 막 두께는 40nm로 하고, Pn3P와 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 1:0.5(=Pn3P:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 또한, 본 실시예의 제2 정공 주입층(1111b)은, 상기의 실시형태에서 설명한 전하 발생층으로서 기능한다.
- [0473] 다음에, 제2 정공 주입층(1111b) 위에, PCPN을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 제2 정공 수송층(1112b)을 형성하였다.
- [0474] 또한, 2mDBTPDBq-II, 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBA1BP), 및

(아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])을 공증착하고, 제2 정공 수송층(1112b) 위에 제2 발광층(1113b)을 형성하였다. 여기에서, 2mDBTPDBq-II, PCBA1BP, 및 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]의 질량비는, 0.8:0.2:0.06(=2mDBTPDBq-II:PCBA1BP:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])이 되도록 조절하였다. 또한, 제2 발광층(1113b)의 막 두께는 40nm로 하였다.

[0475] 다음에, 제2 발광층(1113b) 위에, 2mDBTPDBq-II를 막 두께 15nm, BPhen을 막 두께 15nm가 되도록 성막하고, 제2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.

[0476] 또한, 제2 전자 수송층(1114b) 위에, LiF를 1nm의 막 두께로 증착하고, 제2 전자 주입층(1115b)을 형성하였다.

[0477] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 8을 제작하였다.

[0478] 또한, 상기한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0479] 이상에 의해 수득된 발광 소자 8의 소자 구조를 표 12에 기재한다.

표 12

제1 전극							
ITSO 110 nm							
제1 정공 주입층	제1 정공 수송층	제1 발광층	제1 전자 수송층		제1 전자 주입층	전자 릴레이층	
Pn3P:MoOx (=1:0.5) 33 nm	PCPN 30 nm	CzPA:1,6mMemFLPAPrn (=1:0.05) 30 nm	CzPA 5 nm	Bphen 15 nm	Li <sub>2</sub> O 0.1 nm	CuPc 2 nm	
제2 정공 주입층	제2 정공 수송층	제2 발광층	제2 전자 수송층		제2 전자 주입층	제2 전극	
Pn3P:MoOx (=1:0.5) 40 nm	PCPN 20 nm	2mDBTPDBq-II:PCBA1BP:Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac) (=0.8:0.2:0.06) 40 nm	2mDBTPDBq-II 15 nm	Bphen 15 nm	LiF 1 nm	Al 200nm	

[0480]

[0481] 발광 소자 8을, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 발광 소자 8의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25°C로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0482] 발광 소자 8의 휘도-전류 효율 특성을 도 28에 도시한다. 도 28에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 전압-전류 특성을 도 29에 도시한다. 도 29에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 전류(mA)를 나타낸다. 또한, 휘도-색도 좌표 특성을 도 30에 도시한다. 도 30에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 색도 좌표(x 좌표, 또는 y 좌표)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 8에 0.1mA의 전류를 흘려보냈을 때의 발광 스펙트럼을, 도 31에 도시한다. 도 31에 있어서, 가로축은 파장(nm), 세로축은 발광 강도(임의 단위)를 나타낸다. 또한, 발광 소자 8에 있어서의 휘도 890cd/m<sup>2</sup>일 때의 전압(V), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%), 상관색 온도(K)를 표 13에 기재한다.

표 13

	전압 (V)	색도 (x, y)	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)	상관색 온도 (K)
발광 소자 8	5.8	(0.43, 0.38)	86	36	2800

[0483]

[0484] 표 13에 기재하는 바와 같이, 890cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 8의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.43, 0.38)이었다. 또한, 도 31에 도시하는 바와 같이, 발광 소자 8은, 청색 발광 재료(1,6mMemFLPAPrn) 및 주황색 발광 재료([Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])가 균형적으로 발광하고 있는 것을 알 수 있었다. 도 30에 도시하는 바와 같이, 발광 소자 8은, 휘도에 의한 색도의 변화가 작고, 캐리어 밸런스가 양호한 소자인 것을 알 수 있었다.

[0485] 이것으로부터 발광 소자 8은 조명 장치에 사용하는 것이 적합한 것을 알 수 있었다. 또한, 표 3에 기재하는 바와 같이, 상관색 온도가 2800K이었다. 발광 소자 8에서는, 전구색의 발광이 수득되고, 이것으로부터도, 조명



장치에 사용하는 것이 적합한 것을 알 수 있었다.

[0486] 이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 탠덤형의 발광 소자의 정공 주입층, 전하 발생층에 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 탠덤형의 발광 소자의 정공 주입층, 전하 발생층에 사용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 백색의 발광 소자에 적합하게 사용할 수 있는 것이 나타났다.

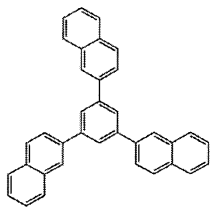
[0487] [실시에 8]

[0488] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 복합 재료의 구체적인 예를 예시한다. 본 실시예의 구성에 4에 사용한 탄화수소 화합물, 및 당해 탄화수소 화합물의 HOMO 준위(eV)를 표 14에 기재한다. 또한, 당해 HOMO 준위는, 광전자 분광법에서의 측정값이다. 또한, 당해 탄화수소 화합물의 구조식을 이하에 나타낸다.

표 14

	탄화수소 화합물	HOMO 준위 (eV)
구성예 4	$\beta$ N3P	-6.0

[0489]



$\beta$  N3P

[0490]

[0491] 또한,  $\beta$  N3P의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 34a에, 발광 스펙트럼을 도 34b에 각각 도시한다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(니혼분코 가부시카가이샤 제조, V550형)를 사용하였다. 용액은 석영 셀에 넣고 측정을 실시하였다. 흡수 스펙트럼에 관해서, 석영 셀에 톨루엔만을 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타냈다. 도 34a에 있어서 가로축은 파장(nm), 세로축은 흡수 강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 34b에 있어서 가로축은 파장(nm), 세로축은 발광 강도(임의 단위)를 나타낸다.  $\beta$  N3P는 296nm 부근에 흡수 피크가 나타나고, 발광 파장의 피크는 363nm(여기 파장 291nm)이었다.

[0492] 이와 같이, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼은, 가시광 영역에 거의 흡수가 나타나지 않는 것을 알 수 있었다. 또한, 발광 피크가 단파장측에 있기 때문에, 발광층에 접하는 정공 수송층의 재료나 발광층의 호스트 재료로서, 당해 탄화수소 화합물은 적합한 것을 알 수 있었다.

[0493] 또한, 후술하지만, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물의 박막의 흡수 스펙트럼도, 가시광 영역에 거의 흡수가 나타나지 않는다(도 35a 및 35b 참조). 용액, 박막 모두, 가시광 영역에 흡수가 거의 나타나지 않기 때문에, 단막, 및 다른 유기 화합물의 혼합막 중 어느 쪽에 있어서도, 당해 탄화수소 화합물은 적합한 것을 알 수 있었다. 이것으로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료, 정공 수송층, 및 발광층 중 어느 것에 관해서도, 당해 탄화수소 화합물을 적합하게 사용할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0494] 또한, 구성에 4에 있어서, 무기 화합물로서는, 산화몰리브덴을 사용하였다.

[0495] 본 발명의 일 형태의 복합 재료의 제작 방법에 관해서 설명한다.

[0496] (구성예 4)

[0497] 우선, 유리 기판을 진공 증착 장치 내의 기관 홀더에 고정시킨다. 그리고, 2-[3,5-디-(나프탈렌-2-일)-페닐]-나프탈렌(약칭:  $\beta$  N3P)과 산화몰리브덴(VI)을 각각 다른 저항 가열식의 증발원에 넣고, 진공으로 한 상태에서, 공증착법에 의해  $\beta$  N3P와 산화몰리브덴을 함유하는 막을 형성하였다. 이때,  $\beta$  N3P와 산화몰리브덴의 비율이 질

량비로 4:2(=βN3P:산화몰리브덴), 4:1, 4:0.5가 되도록 각각 공증착하였다. 또한, 막 두께는 50nm로 하였다.

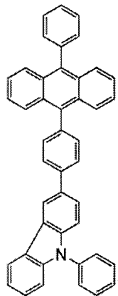
[0498] 이와 같이 하여 성막한 βN3P와 산화몰리브덴의 복합막(구성예 4)의 흡수 스펙트럼을 측정된 결과를, 도 35a 및 35b에 도시한다. 또한, 비교를 위해, βN3P 뿐인 막(막 두께 50nm)의 흡수 스펙트럼도 함께 도시한다. 또한, 도 35a 및 35b에 있어서, 가로축은 파장(nm)을, 세로축은 흡광도(단위 없음)를 나타낸다.

[0499] 구성예 4(도 35a 및 35b)에 나타내는 복합 재료는, 파장이 적어도 360nm 이상인 영역에 현저한 흡수 피크가 나타나지 않아 투광성이 높은 재료인 것을 알 수 있었다. 이것으로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 가시광 영역에 현저한 흡수 피크가 거의 나타나지 않아 투광성이 높은 재료인 것을 알 수 있었다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 적외 영역(파장이 700nm 이상인 영역)에 있어서도, 현저한 흡수 피크가 거의 나타나지 않았다.

[0500] 또한, 탄화수소 화합물이 산화몰리브덴으로 이루어지는 본 발명의 일 형태의 복합 재료의 흡수 스펙트럼은, 당해 탄화수소 화합물의 흡수 스펙트럼과 거의 동일한 형상을 가지고 있으며, 산화몰리브덴의 농도가 높은 막(구체적으로는, 탄화수소 화합물과 산화몰리브덴의 비율이 질량비로 4:2인 막)에 있어서도, 가시광 영역에서부터 적외 영역까지 현저한 흡수 피크가 거의 나타나지 않았다. 이것으로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 전하 이동 상호 작용에 의한 광 흡수가 발생하기 어려운 것이 시사되었다.

[0501] [실시예 9]

[0502] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료의 구조식을 이하에 나타낸다. 또한, 상기의 실시예에서 사용한 재료의 구조식은 생략한다.



PCzPA

[0503] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 9의 제작 방법을 나타낸다.

[0505] (발광 소자 9)

[0506] 우선, 유리 기판(1100) 위에, ITSO막을 스퍼터링법으로 성막하고, 양극으로서 기능하는 제1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.

[0507] 당해 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서는, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 실시하였다.

[0508] 그후, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분 동안의 진공 소성을 실시한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.

[0509] 다음에, 제1 전극(1101)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정시키고, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(1101) 위에, βN3P와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는, 50nm로 하고, βN3P와 산화몰리브덴(VI)의 비율은, 질량비로 4:2(=βN3P:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다.

[0510] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, 9-페닐-3-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭: PCzPA)을 10nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 정공 수송층(1112)을 형성하였다.

[0511] 또한, CzPA, 및 1,6MemFLPAPrn을 공증착하고, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성하였다.

여기에서, CzPA, 및 1,6mMemFLPAPrn의 질량비는, 1:0.04(=CzPA:1,6mMemFLPAPrn)가 되도록 조절하였다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 30nm로 하였다.

[0512] 다음에, 발광층(1113) 위에, CzPA를 막 두께 10nm가 되도록 성막하고, 제1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.

[0513] 그후, 제1 전자 수송층(1114a) 위에 BPhen을 막 두께 15nm가 되도록 성막하고, 제2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.

[0514] 또한, 제2 전자 수송층(1114b) 위에, LiF를 1nm의 막 두께로 증착하고, 전자 주입층(1115)을 형성하였다.

[0515] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 9를 제작하였다.

[0516] 또한, 상기한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0517] 이상에 의해 수득된 발광 소자 9의 소자 구조를 표 15에 기재한다.

표 15

	제1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1 전자 수송층	제2 전자 수송층	전자 주입층	제2 전극
발광 소자 9	ITO 110nm	$\beta$ -N3P:MoOx (=4:2) 50nm	PCzPA 10nm	CzPA:1,6mMemFLPAPrn (=1:0.04) 30nm	CzPA 10nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0518]

[0519] 발광 소자 9를, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 발광 소자 9의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.

[0520] 발광 소자 9의 전압-휘도 특성을 도 36에 도시한다. 도 36에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 37에 도시한다. 도 37에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 9에 있어서의 휘도 1100cd/m<sup>2</sup>일 때의 전압(V), CIE 색도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 16에 기재한다.

표 16

	전압 (V)	색도 (x, y)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 9	3.1	(0.14, 0.18)	1100	7.7	5.8

[0521]

[0522] 표 16에 기재하는 바와 같이, 1100cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 9의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.14, 0.18)이었다. 이 결과로부터, 발광 소자 9는, 1,6mMemFLPAPrn에 유래하는 청색 발광이 수득된 것을 알 수 있었다.

[0523] 도 36, 도 37로부터, 발광 소자 9는, 구동 전압이 낮고, 발광 효율이 높은 것을 알 수 있다.

[0524] 이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 발광 소자의 정공 주입층에 사용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있는 것이 나타났다.

[0525] 또한, 본 실시예에 있어서의 발광 소자 9의 실험 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 청색의 형광 발광 소자에 적합하게 사용할 수 있는 것이 나타났다.

[0526] [실시예 10]

- [0527] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 관해서, 도 26a를 사용하여 설명한다. 본 실시예에서 사용한 재료는 상기의 실시예에서 사용한 재료이기 때문에, 화학식은 생략한다.
- [0528] 이하에, 본 실시예의 발광 소자 10의 제작 방법을 나타낸다.
- [0529] (발광 소자 10)
- [0530] 우선, 유리 기판(1100) 위에, ITSO막을 스퍼터링법으로 성막하고, 양극으로서 기능하는 제1 전극(1101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다.
- [0531] 당해 기판(1100) 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서는, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 동안 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 동안 실시하였다.
- [0532] 그후, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분 동안의 진공 소성을 실시한 후, 기판(1100)을 30분 정도 방랭하였다.
- [0533] 다음에, 제1 전극(1101)이 형성된 면이 아래 쪽이 되도록, 제1 전극(1101)이 형성된 기판(1100)을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정시키고, 10<sup>-4</sup>Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(1101) 위에, P4N과 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 정공 주입층(1111)을 형성하였다. 그 막 두께는, 40nm로 하고, P4N과 산화몰리브덴의 비율은, 질량비로 4:2(=P4N:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다.
- [0534] 다음에, 정공 주입층(1111) 위에, BPAFLP를 10nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 정공 수송층(1112)을 형성하였다.
- [0535] 또한, 2mDBTPDBq-II, NPB, 및 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]를 공증착하고, 정공 수송층(1112) 위에 발광층(1113)을 형성하였다. 여기에서, 2mDBTPDBq-II, NPB, 및 [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]의 질량비는, 0.8:0.2:0.05(=2mDBTPDBq-II:NPB:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])이 되도록 조절하였다. 또한, 발광층(1113)의 막 두께는 40nm로 하였다.
- [0536] 다음에, 발광층(1113) 위에, 2mDBTPDBq-II를 막 두께 10nm가 되도록 성막하고, 제1 전자 수송층(1114a)을 형성하였다.
- [0537] 그후, 제1 전자 수송층(1114a) 위에 BPhen을 막 두께 20nm가 되도록 성막하고, 제2 전자 수송층(1114b)을 형성하였다.
- [0538] 또한, 제2 전자 수송층(1114b) 위에, LiF를 1nm의 막 두께로 증착하고, 전자 주입층(1115)을 형성하였다.
- [0539] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(1103)으로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 10을 제작하였다.
- [0540] 또한, 상기한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.
- [0541] 이상에 의해 수득된 발광 소자 10의 소자 구조를 표 17에 기재한다.

표 17

	제1 전극	정공 주입층	정공 수송층	발광층	제1 전자 수송층	제2 전자 수송층	전자 주입층	제2 전극
발광 소자 10	ITSO 110nm	P4N:MoOx (=4:2) 40nm	BPAFLP 10nm	2mDBTPDBq-II: NPB:[Ir(dppm) <sub>2</sub> (acac)] (=0.8:0.2:0.05) 40nm	2mDBTPDBq-II 10nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm

- [0542]
- [0543] 발광 소자 10을, 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 발광 소자가 대기에 노출되지 않도록 밀봉하는 작업을 실시한 후, 발광 소자 10의 동작 특성에 관해서 측정을 실시하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 실시하였다.
- [0544] 발광 소자 10의 전압-휘도 특성을 도 38에 도시한다. 도 38에 있어서, 가로축은 전압(V)을, 세로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를 나타낸다. 또한, 휘도-전류 효율 특성을 도 39에 도시한다. 도 39에 있어서, 가로축은 휘도(cd/m<sup>2</sup>)를, 세로축은 전류 효율(cd/A)을 나타낸다. 또한, 발광 소자 10에 있어서의 휘도 940cd/m<sup>2</sup>일 때의 전압(V), CIE 색

도 좌표(x, y), 전류 효율(cd/A), 외부 양자 효율(%)을 표 18에 기재한다.

표 18

	전압 (V)	색도 (x, y)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	전류 효율 (cd/A)	외부 양자 효율 (%)
발광 소자 10	2.8	(0.57, 0.42)	940	67	28

[0545]

[0546]

표 18에 기재하는 바와 같이, 940cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 발광 소자 10의 CIE 색도 좌표는 (x, y)=(0.57, 0.42)이었다. 발광 소자 10은, [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]에 유래하는 주황색 발광이 수득된 것을 알 수 있었다.

[0547]

도 38, 도 39로부터, 발광 소자 10은, 구동 전압이 낮고, 발광 효율이 높은 것을 알 수 있었다. 또한, 발광 소자 10은, 940cd/m<sup>2</sup>의 휘도일 때의 외부 양자 효율이, 28%로 지극히 높은 값을 나타내었다.

[0548]

다음에, 발광 소자의 신뢰성 시험을 실시하였다. 신뢰성 시험의 결과를 도 40에 도시한다. 도 40에 있어서, 세로축은 초기 휘도를 100%로 했을 때의 규격화 휘도(%)를 나타내고, 가로축은 소자의 구동 시간(h)을 나타낸다.

[0549]

신뢰성 시험은, 초기 휘도를 5000cd/m<sup>2</sup>으로 설정하고, 전류 밀도 일정의 조건으로 본 실시예의 발광 소자를 구동하였다.

[0550]

도 40으로부터, 발광 소자 10의 330시간 후의 휘도는, 초기 휘도의 90%를 유지하고 있었다. 본 발명의 일 형태를 적용한 발광 소자 10은, 장수명이며, 높은 신뢰성을 갖는 것을 알 수 있었다.

[0551]

이상의 결과로부터, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 사용함으로써, 높은 발광 효율의 소자를 실현할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 사용함으로써, 구동 전압이 낮은 발광 소자를 제공할 수 있는 것이 나타났다. 또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료를, 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 사용함으로써, 장수명의 발광 소자를 제작할 수 있는 것이 나타났다.

[0552]

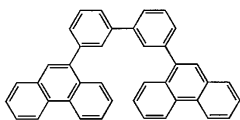
또한, 본 발명의 일 형태의 복합 재료는, 주황색의 인광을 발광하는 발광 소자의 정공 주입층으로서 양호하게 사용할 수 있는 것이 나타났다. 이로 인해, 주황색을 포함하는 그것보다 장파장의 인광을 발하는 발광 소자에서 양호하게 사용할 수 있는 것을 알 수 있었다.

[0553]

[실시예 11]

[0554]

본 실시예에서는, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용할 수 있는 탄화수소 화합물인, 9,9'-(비페닐-3,3'-디일)-디페난트렌(약칭: mPnBP)에 관해서 설명한다. mPnBP의 구조식을 이하에 나타낸다.



mPnBP

[0555]

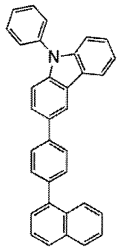
[0556]

또한, mPnBP의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼을 도 41a에, 발광 스펙트럼을 도 41b에 각각 도시한다. 흡수 스펙트럼의 측정에는 자외 가시 분광 광도계(니혼분코 가부시키가이샤 제조 V550형)를 사용하였다. 용액은 석영 셀에 넣고 측정을 실시하였다. 흡수 스펙트럼에 관해서 석영 셀에 톨루엔만을 넣고 측정한 흡수 스펙트럼을 뺀 흡수 스펙트럼을 나타냈다. 도 41a에 있어서 가로축은 파장(nm), 세로축은 흡수 강도(임의 단위)를 나타낸다. 도 41b에 있어서 가로축은 파장(nm), 세로축은 발광 강도(임의 단위)를 나타낸다. mPnBP는 282nm, 298nm 및 348nm 부근에 흡수 피크가 나타나고, 발광 파장의 피크는 356nm, 373nm 및 394nm(여기 파장 306nm)이었다.

[0557] 이와 같이, mPnBP의 톨루엔 용액의 흡수 스펙트럼은, 가시광 영역에 흡수가 나타나지 않기 때문에, 본 발명의 일 형태의 복합 재료에 사용하는 탄화수소 화합물로서 적합한 것을 알 수 있었다. 또한, 발광 피크가 단파장측에 있기 때문에, 발광층에 접하는 정공 수송층의 재료나 발광층의 호스트 재료로서, 당해 탄화수소 화합물은 적합한 것을 알 수 있었다.

[0558] (참고예 1)

[0559] 상기 실시예에서 사용한 3-[4-(1-나프틸)페닐]-9-페닐-9H-카르바졸(약칭: PCPN)을 제조하는 합성예를 나타낸다.

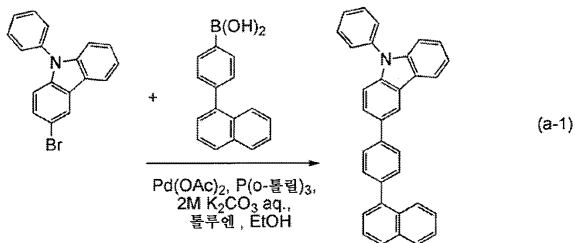


PCPN

[0560]

[0561] PCPN의 합성 도식을 반응식 a-1에 나타낸다.

[0562] 반응식 a-1



[0563]

[0564] 200mL 3구 플라스크에서, 3-브로모-9-페닐-9H-카르바졸 5.0g(15.5mmol), 4-(1-나프틸)-페닐보론산 4.2g(17.1mmol), 아세트산팔라듐(II) 38.4mg(0.2mmol), 트리(오르토-톨릴)포스피린 104mg(0.3mmol), 톨루엔 50mL, 에탄올 5mL, 2mol/L 탄산칼륨 수용액 30mL의 혼합물을, 감압하에서 교반하면서 탈기한 후, 질소 분위기하, 85℃에서 9시간 동안 가열 교반하여 반응시켰다.

[0565] 반응후, 이 반응 혼합액에 톨루엔 500mL를 첨가하고, 이 혼합액의 유기층을 플로리실(와코순야쿠고교 가부시키가이샤, 카탈로그 번호: 540-00135), 알루미나, 셀라이트(와코순야쿠고교 가부시키가이샤, 카탈로그 번호: 531-16855)를 통과시켜 여과하였다. 수득된 여과액을 물로 세정하고, 황산마그네슘을 가하여 수분을 흡착시켰다. 이 현탁액을 여과하여 여과액을 수득하였다. 수득된 여과액을 농축하고, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의한 정제를 실시하였다. 이때, 크로마토그래피의 전개 용매로서, 톨루엔과 헥산의 혼합 용매(톨루엔:헥산=1:4)를 사용하였다. 수득된 프랙션(fraction)을 농축하고, 메탄올을 가하고 초음파를 가한 후, 재결정화한 결과, 목적물의 백색 분말을 수량 6.24g, 수율 90%로 수득하였다.

[0566] 핵 자기 공명 분광법(<sup>1</sup>H-NMR)에 의해, 이 화합물이 목적물인 3-[4-(1-나프틸)-페닐]-9-페닐-9H-카르바졸(약칭: PCPN)인 것을 확인하였다.

[0567] 수득된 물질의 <sup>1</sup>H NMR 데이터를 이하에 나타낸다.

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300

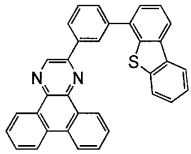
MHz): δ (ppm) = 7.30-7.35 (m, 1H), 7.44-7.67 (m, 14H), 7.76 (dd, J = 8.7 Hz, 1.8 Hz, 1H), 7.84-7.95 (m, 4H), 8.04 (d, J = 7.8, 1H), 8.23 (d, J = 7.8, 1H), 8.46 (d, J = 1.5, 1H).

[0568]



[0569] (참고예 2)

[0570] 상기 실시예에서 사용한 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II)의 합성 방법에 관해서 설명한다.

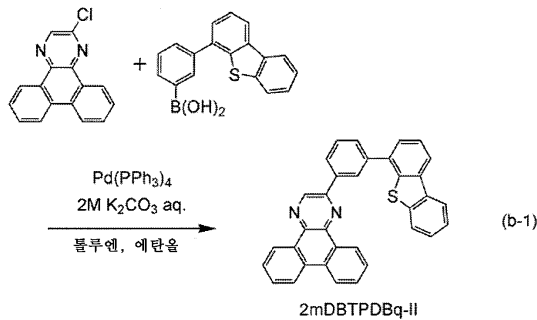


2mDBTPDBq-II

[0571]

[0572] 2mDBTPDBq-II의 합성 도식을 반응식 b-1에 나타낸다.

[0573] 반응식 b-1



[0574]

[0575] 2L 3구 플라스크에 2-클로로디벤조[f,h]퀴녹살린 5.3g(20mmol), 3-(디벤조티오펜-4-일)페닐보론산 6.1g(20mmol), 테트라키스(트리페닐포스핀)팔라듐(0) 460mg(0.4mmol), 톨루엔 300mL, 에탄올 20mL, 2M의 탄산칼륨 수용액 20mL를 가하였다. 이 혼합물을, 감압하에서 교반함으로써 탈기하고, 3구 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물을 질소 기류하, 100℃에서 7.5시간 동안 교반하였다. 실온까지 냉각시킨 후, 수득된 혼합물을 여과하여 백색의 여과물을 수득하였다. 수득된 여과물을 물, 에탄올의 순으로 잘 헹군 후, 건조시켰다. 수득된 고체를 약 600mL의 열 톨루엔에 용해하고, 셀라이트?플로리실을 통과시켜 여과하여, 무색 투명한 여과액을 수득하였다. 수득된 여과액을 농축하고, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 크로마토그래피는 열 톨루엔을 전개 용매에 사용하여 실시하였다. 여기에서 수득된 고체에 아세톤과 에탄올을 첨가하고 초음파를 조사한 후, 생성된 현탁물을 여취하여 건조시킨 결과, 목적물인 백색 분말을 수량 7.85g, 수율 80%로 수득하였다.

[0576] 수득된 백색 분말 4.0g을 트레인 서블리메이션법(train sublimation method)에 의해 승화 정제하였다. 승화 정제는, 압력 5.0Pa, 아르곤 유량 5mL/min의 조건으로, 백색 분말을 300℃에서 가열하여 실시하였다. 승화 정제 후, 목적물인 백색 분말을 수량 3.5g, 수율 88%로 수득하였다.

[0577] 핵 자기 공명 분광법(<sup>1</sup>H-NMR)에 의해, 이 화합물이 목적물인 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭: 2mDBTPDBq-II)인 것을 확인하였다.

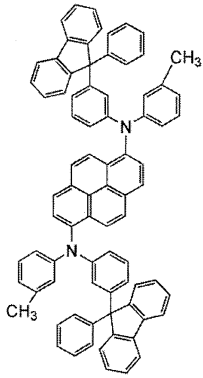
[0578] 수득된 물질의 <sup>1</sup>H NMR 데이터를 이하에 나타낸다.

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz): δ (ppm) = 7.45-7.52 (m, 2H), 7.59-7.65 (m, 2H), 7.71-7.91 (m, 7H), 8.20-8.25 (m, 2H), 8.41 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 8.65 (d, J = 7.5 Hz, 2H), 8.77-8.78 (m, 1H), 9.23 (dd, J = 7.2 Hz, 1.5 Hz, 1H), 9.42 (dd, J = 7.8 Hz, 1.5 Hz, 1H), 9.48 (s, 1H).

[0579]

[0580] (참고예 3)

[0581] 상기 실시예에서 사용한 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-디아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)의 합성 방법에 관해서 설명한다.



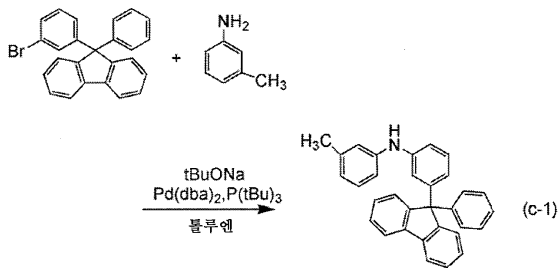
1,6mMemFLPAPrn

[0582]

[0583] [스텝 1: 3-메틸페닐-3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐아민(약칭: mMemFLPA)의 합성법]

[0584] 스텝 1의 합성 도식을 반응식 c-1에 나타낸다.

[0585] 반응식 c-1



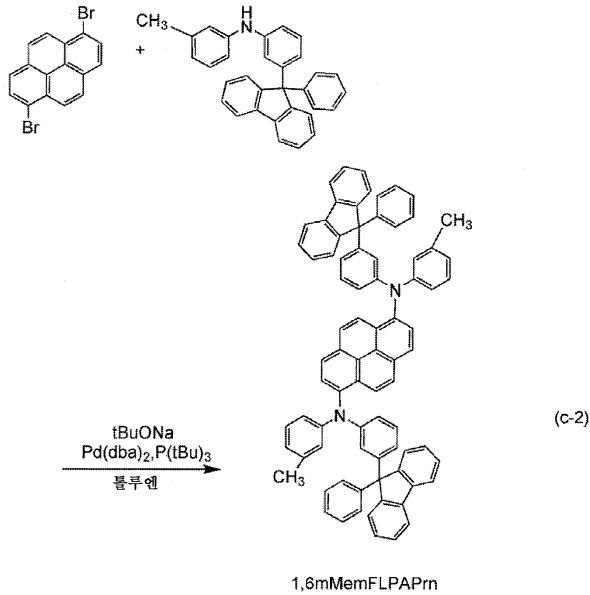
[0586]

[0587] 9-(3-브로모페닐)-9-페닐플루오렌 3.2g(8.1mmol), 나트륨 tert-부톡사이드 2.3g(24.1mmol)을 200mL 3구 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물에 톨루엔 40.0mL, m-톨루이딘 0.9mL(8.3mmol), 트리(tert-부틸)포스핀의 10% 헥산 용액 0.2mL를 첨가하였다. 이 혼합물을 60℃로 하고, 비스(디벤질리덴아세톤)팔라듐(0) 44.5mg(0.1mmol)을 가하고, 이 혼합물을 80℃로 하고, 2.0시간 동안 교반하였다. 교반 후, 플로리실, 셀라이트, 알루미나를 통과시켜서 흡인 여과하여 여과액을 수득하였다. 수득된 여과액을 농축하여 수득한 고체를, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매는 헥산:톨루엔=1:1)에 의해 정제하고, 톨루엔과 헥산의 혼합 용매로 재결정화하여, 목적의 백색 고체를, 수량 2.8g, 수율 82%로 수득하였다.

[0588] [스텝 2: 1,6mMemFLPAPrn)의 합성법]

[0589] 스텝 2의 합성 도식을 반응식 c-2에 나타낸다.

[0590] 반응식 c-2



[0591]

[0592] 1,6-디브로모피렌 0.6g(1.7mmol), 상기 스텝 1에서 수득한 mMemFLPA 1.4g(3.4mmol), 나트륨 tert-부톡사이드 0.5g(5.1mmol)을 100mL 3구 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 질소 치환하였다. 이 혼합물에 톨루엔 21.0mL, 트리(tert-부틸)포스핀의 10% 헥산 용액 0.2mL를 첨가하였다. 이 혼합물을 60℃로 하고, 비스(디벤질리덴아세트)팔라듐(0) 34.9mg(0.1mmol)을 가하고, 이 혼합물을 80℃로 하고 3.0시간 동안 교반하였다. 교반 후, 톨루엔을 400mL 가하여 가열하고, 뜨거운 채로, 플로리실, 셀라이트, 알루미나를 통과시켜서 흡인 여과하여, 여과액을 수득하였다. 수득된 여과액을 농축하여 수득한 고체를, 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피(전개 용매는 헥산:톨루엔=3:2)에 의해 정제하고, 황색 고체를 수득하였다. 수득된 황색 고체를 톨루엔과 헥산의 혼합 용매로 재결정화하여 목적의 황색 고체를, 수량 1.2g, 수율 67%로 수득하였다.

[0593] 수득된 황색 고체 1.0g을, 트레인 서블리메이션법에 의해 승화 정제하였다. 승화 정제 조건은, 압력 2.2Pa, 아르곤 가스를 유량 5.0mL/min으로 흘러보내면서, 317℃에서 황색 고체를 가열하였다. 승화 정제후, 목적물인 황색 고체를, 수량 1.0g, 수율 93%로 수득하였다.

[0594] 핵 자기 공명법(NMR) 및 MS 스펙트럼에 의해, 이 화합물이 목적물인 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-비스[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-피렌-1,6-디아민(약칭: 1,6mMemFLPAPrn)인 것을 확인하였다.

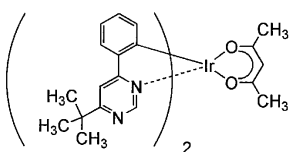
[0595] 수득된 화합물의 <sup>1</sup>H NMR 데이터를 이하에 나타낸다.

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz):δ = 2.21 (s, 6H), 6.67 (d, J = 7.2 Hz, 2H), 6.74 (d, J = 7.2 Hz, 2H), 7.17-7.23 (m, 34H), 7.62 (d, J = 7.8 Hz, 4H), 7.74 (d, J = 7.8 Hz, 2H), 7.86 (d, J = 9.0 Hz, 2H), 8.04 (d, J = 8.7 Hz, 4H).

[0596]

[0597] (참고예 4)

[0598] 상기 실시예에서 사용한 (아세틸아세트나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)])의 합성 방법에 관해서 설명한다.



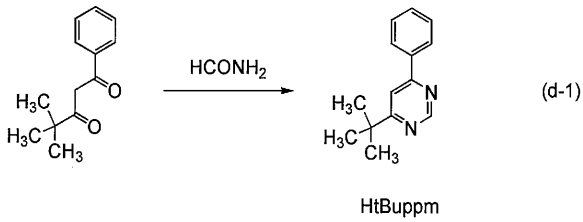
[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)]

[0599]

[0600] [스텝 1; 4-tert-부틸-6-페닐피리미딘(약칭: HtBuppm)의 합성]

[0601] 스텝 1의 합성 도식을 반응식 d-1에 나타낸다.

[0602] 반응식 d-1



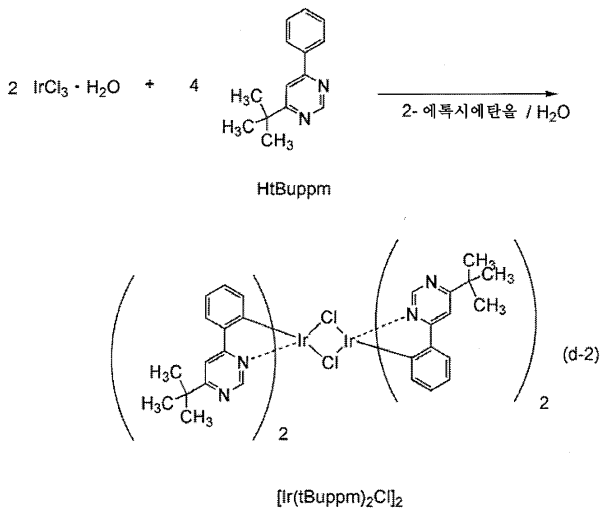
[0603]

[0604] 우선, 4,4-디메틸-1-페닐펜탄-1,3-디온 22.5g과 포름아미드 50g을, 환류관을 장착한 가지 플라스크에 넣고, 내부를 질소 치환하였다. 이 반응 용기를 가열함으로써 반응 용액을 5시간 동안 환류시켰다. 그후, 이 용액을 수산화나트륨 수용액에 붓고, 디클로로메탄으로 유기층을 추출하였다. 수득된 유기층을 물, 포화 식염수로 세정하고, 황산마그네슘으로 건조시켰다. 건조시킨 후의 용액을 여과하였다. 이 용액의 용매를 증류 제거한 후, 수득된 잔사를, 헥산:아세트산에틸=10:1(체적비)을 전개 용매로 하는 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하고, 피리미딘 유도체 HtBuppm을 수득하였다(무색 유상물, 수율 14%).

[0605] [스텝 2; 디- $\mu$ -클로로-비스[비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)](약칭:  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2\text{Cl}]_2$ )의 합성]

[0606] 스텝 2의 합성 도식을 반응식 d-2에 나타낸다.

[0607] 반응식 d-2



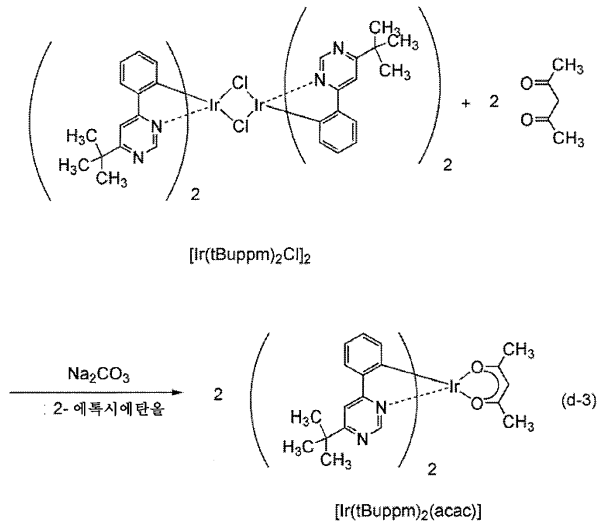
[0608]

[0609] 다음에, 2-에톡시에탄올 15mL와 물 5mL, 상기 스텝 1에서 수득한 HtBuppm 1.49g, 염화이리듐 수화물( $\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) 1.04g을, 환류관을 장착한 가지 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 그후, 마이크로파(2.45GHz 100W)를 1시간 동안 조사하고, 반응시켰다. 용매를 증류 제거한 후, 수득된 잔사를 에탄올로 흡인 여과, 세정하고, 복핵 착체  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2\text{Cl}]_2$ 를 수득하였다(황녹색 분말, 수율 73%).

[0610] [스텝 3;  $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 의 합성]

[0611] 스텝 3의 합성 도식을 반응식 d-3에 나타낸다.

[0612] 반응식 d-3



[0613]

[0614] 또한, 2-에톡시에탄올 40mL, 상기 스텝 2에서 취득한 복핵 착체 [Ir(tBupp)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub> 1.61g, 아세틸아세톤 0.36g, 탄산나트륨 1.27g을, 환류관을 장착한 가지 플라스크에 넣고, 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 그 후, 마이크로파(2.45GHz 120W)를 60분 동안 조사하고, 반응시켰다. 용매를 증류 제거하고, 취득된 잔사를 에탄올로 흡인 여과하고, 물, 에탄올로 세정하였다. 이 고체를 디클로로메탄에 용해시키고, 셀라이트(와코순야쿠고교 가부시키가이샤, 카탈로그 번호: 531-16855), 알루미나, 셀라이트의 순으로 적층한 여과 보조제를 통과시켜 여과하였다. 용매를 증류 제거하여 취득된 고체를 디클로로메탄과 hexan의 혼합 용매로 재결정함으로써, 목적물을 황색 분말로서 취득하였다(수율 68%).

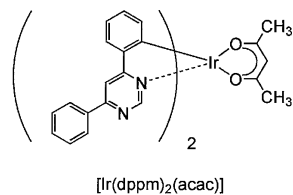
[0615] 상기 스텝 3에서 취득된 황색 분말의 핵 자기 공명 분광법(<sup>1</sup>H-NMR)에 의한 분석 결과를 하기에 나타낸다. 이 결과로부터, 본 합성예에 있어서, [Ir(tBupp)<sub>2</sub>(acac)]이 취득된 것을 알 수 있었다.

<sup>1</sup>H NMR. δ (CDCl<sub>3</sub>): 1.50 (s, 18H), 1.79 (s, 6H), 5.26 (s, 1H), 6.33 (d, 2H), 6.77 (t, 2H), 6.85 (t, 2H), 7.70 (d, 2H), 7.76 (s, 2H), 9.02 (s, 2H).

[0616]

[0617] (참고예 5)

[0618] 상기 실시예에서 사용한 (아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])의 합성 방법에 관해서 설명한다.



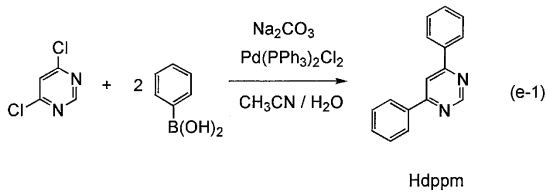
[0619]

[0620] <스텝 1: 4,6-디페닐피리미딘(약칭: Hdppm)의 합성>

[0621] 우선, 4,6-디클로로피리미딘 5.02g, 페닐보론산 8.29g, 탄산나트륨 7.19g, 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II)디클로라이드(약칭: Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) 0.29g, 물 20mL, 아세토니트릴 20mL를, 환류관을 장착한 가지 플라스크에 넣고, 내부를 아르곤 치환하였다. 이 반응 용기에 마이크로파(2.45GHz 100W)를 60분 동안 조사함으로써 가열하였다. 여기에 또한 페닐보론산 2.08g, 탄산나트륨 1.79g, Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 0.070g, 물 5mL, 아세토니트릴 5mL를 플라스크에 넣고, 다시 마이크로파(2.45GHz 100W)를 60분 동안 조사함으로써 가열하였다. 그 후 이 용액에 물을 첨가하고, 디클로로메탄으로 유기층을 추출하였다. 취득된 추출액을 물로 세정하고, 황산마그네슘으로 건조시켰다. 건조시킨 후의 용액을 여과하였다. 이 용액의 용매를 증류 제거한 후, 취득된 잔사를, 디클로로메탄을 전개 용매로 하는 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하여, 피리미딘 유도체 Hdppm을 취득하였다(황백색 분말, 수율 38%). 또한, 마이크로파의 조사는, 마이크로파 합성 장치(CEM사 제조 Discover)를 사용하였다. 이하에 스텝 1

의 합성 도식을 반응식 e-1에 나타낸다.

[0622] 반응식 e-1

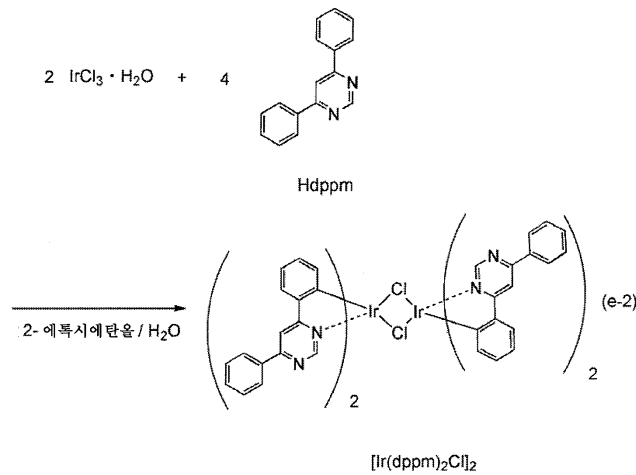


[0623]

[0624] <스텝 2; 디-μ-클로로-비스[비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)](약칭: [Ir(dppm)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub>)의 합성>

[0625] 다음에, 2-에톡시에탄올 15mL, 물 5mL, 상기 스텝 1에서 수득한 Hdppm 1.10g, 염화이리듐 수화물(IrCl<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O) 0.69g을, 환류관을 장착한 가지 플라스크에 넣고, 가지 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 그후, 마이크로파(2.45GHz 100W)를 1시간 동안 조사하고, 반응시켰다. 용매를 증류 제거한 후, 수득된 잔사를 에탄올로 여과하고, 이어서 세정하고, 복핵 착체[Ir(dppm)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub>를 수득하였다(적갈색 분말, 수율 88%). 이하에 스텝 2의 합성 도식을 반응식 e-2로 나타낸다.

[0626] 반응식 e-2



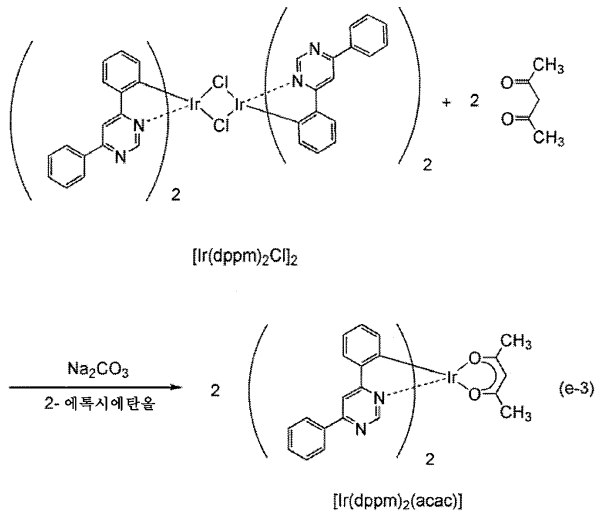
[0627]

[0628] <스텝 3; (아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])의 합성>

[0629] 또한, 2-에톡시에탄올 40mL, 상기 스텝 2에서 수득한 [Ir(dppm)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub> 1.44g, 아세틸아세톤 0.30g, 탄산나트륨 1.07g을, 환류관을 장착한 가지 플라스크에 넣고, 가지 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 그후, 마이크로파(2.45GHz 120W)를 60분 동안 조사하고, 반응시켰다. 용매를 증류 제거하고, 수득된 잔사를 디클로로메탄에 용해하고 여과하여 불용물을 제거하였다. 수득된 여과액을 물, 이어서 포화 식염수로 세정하고, 황산마그네슘으로 건조시켰다. 건조시킨 후의 용액을 여과하였다. 이 용액의 용매를 증류 제거한 후, 수득된 잔사를, 디클로로메탄:아세트산에틸=50:1(체적비)을 전개 용매로 하는 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하였다. 그후, 디클로로메탄과 헥산의 혼합 용매로 재결정화함으로써, 목적물인 주황색 분말을 수득하였다(수율 32%). 이하에 스텝 3의 합성 도식을 반응식 e-3에 나타낸다.



[0630] 반응식 e-3



[0631]

[0632] 상기 스텝 3에서 수득된 주황색 분말의 핵 자기 공명 분광법(<sup>1</sup>H-NMR)에 의한 분석 결과를 하기에 나타낸다. 이 결과로부터, 본 합성예에 있어서, [Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)]이 수득된 것을 알 수 있었다.

<sup>1</sup>H NMR. δ (CDCl<sub>3</sub>): 1.83 (s, 6H), 5.29 (s, 1H), 6.48 (d, 2H), 6.80 (t, 2H), 6.90 (t, 2H), 7.55-7.63 (m, 6H), 7.77 (d, 2H), 8.17 (s, 2H), 8.24 (d, 4H), 9.17 (s, 2H).

[0633]

**부호의 설명**

[0634]

- 100 기관
- 101 제1 전극
- 102 EL층
- 108 제2 전극
- 401 소스측 구동 회로
- 402 화소부
- 403 게이트측 구동 회로
- 404 밀봉 기관
- 405 절재
- 407 공간
- 408 배선
- 409 FPC(플렉시블 프린트 서킷)
- 410 소자 기관
- 411 스위칭용 TFT
- 412 전류 제어용 TFT
- 413 제1 전극
- 414 절연물
- 416 EL층
- 417 제2 전극

- 418 발광 소자
- 423 n채널형 TFT
- 424 p채널형 TFT
- 501 기관
- 502 제1 전극
- 503 제2 전극
- 504 EL층
- 505 절연층
- 506 격벽층
- 701 정공 주입층
- 702 정공 수송층
- 703 발광층
- 704 전자 수송층
- 705 전자 주입층
- 706 전자 주입 버퍼층
- 707 전자 릴레이층
- 708 복합 재료층
- 800 제1 EL층
- 801 제2 EL층
- 802 EL층
- 803 전하 발생층
- 811 조명 장치
- 812 조명 장치
- 813 탁상 조명 기구
- 900 발광 장치
- 901 제1 기관
- 902 제2 기관
- 903 제1 단자
- 904 제2 단자
- 908 발광 소자
- 909 절연층
- 910 보조 배선
- 911 건조제
- 912 실재
- 913a 광 추출 구조
- 913b 광 추출 구조

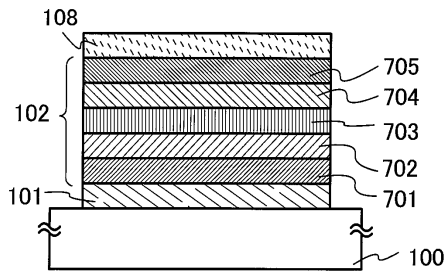
- 1100 기관
- 1101 제1 전극
- 1103 제2 전극
- 1111 정공 주입층
- 1111a 제1 정공 주입층
- 1111b 제2 정공 주입층
- 1112 정공 수송층
- 1112a 제1 정공 수송층
- 1112b 제2 정공 수송층
- 1113 발광층
- 1113a 제1 발광층
- 1113b 제2 발광층
- 1114a 제1 전자 수송층
- 1114b 제2 전자 수송층
- 1115 전자 주입층
- 1115a 제1 전자 주입층
- 1115b 제2 전자 주입층
- 1116 전자 릴레이층
- 7100 텔레비전 장치
- 7101 하우징
- 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
- 7301 하우징
- 7302 하우징
- 7303 연결부
- 7304 표시부
- 7305 표시부

- 7306 스피커부
- 7307 기록 매체 삽입부
- 7308 LED 램프
- 7309 조작 키
- 7310 접속 단자
- 7311 센서
- 7312 마이크로폰
- 7400 휴대 전화기
- 7401 하우징
- 7402 표시부
- 7403 조작 버튼
- 7404 외부 접속 포트
- 7405 스피커
- 7406 마이크
- 7501 조명부
- 7502 갓(傘)
- 7503 가변 아암(adjustable arm)
- 7504 지주
- 7505 대(台)
- 7506 전원

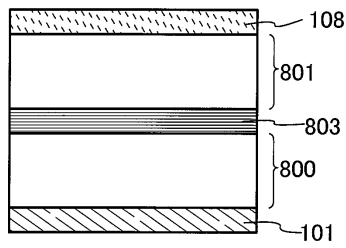
도면

도면1

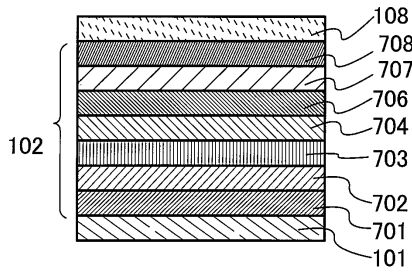
[도 1a]



[도 1b]

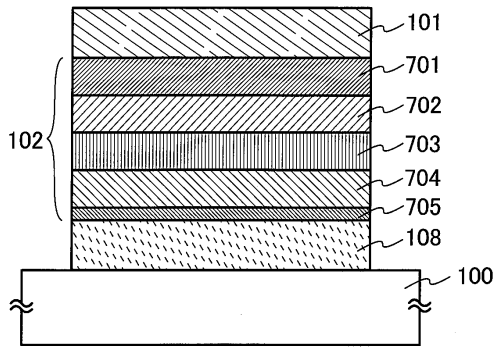


[도 1c]

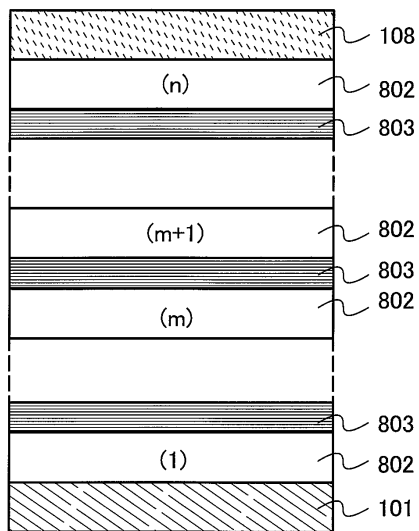


도면2

[도 2a]



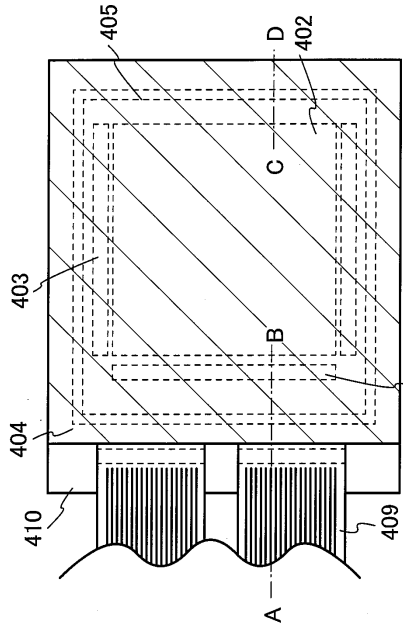
[도 2b]



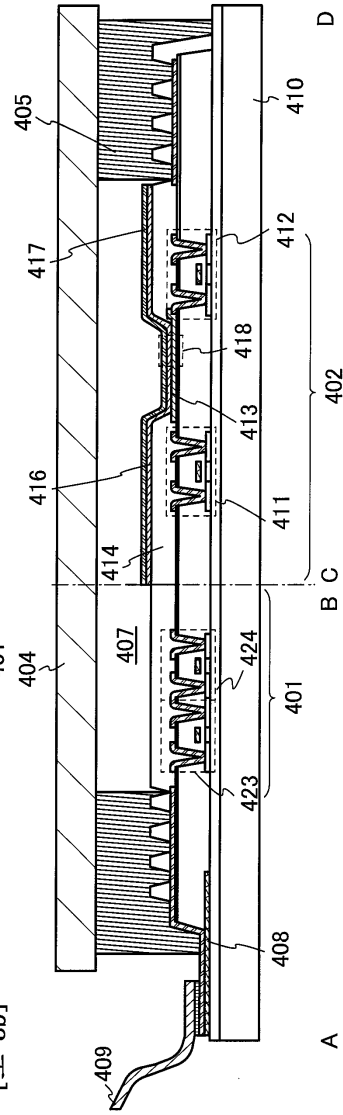


도면3

[도 3a]

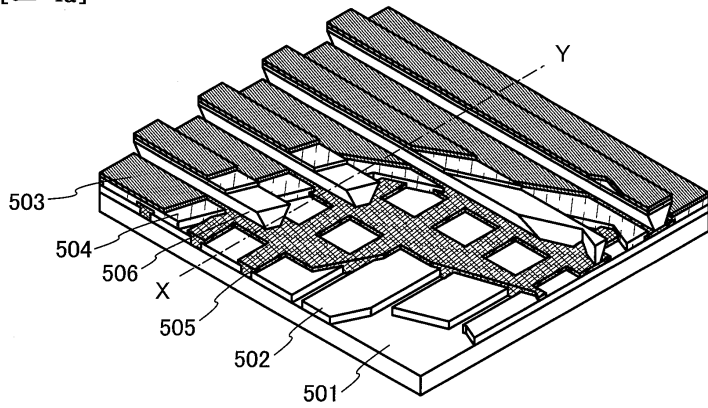


[도 3b]

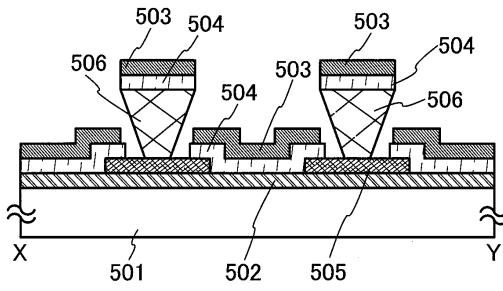


도면4

[도 4a]

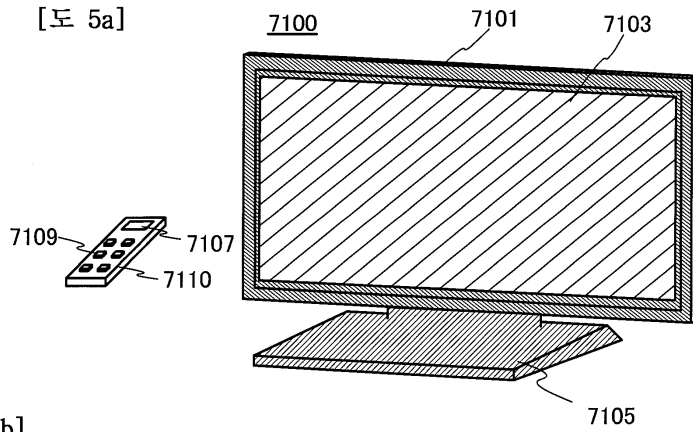


[도 4b]

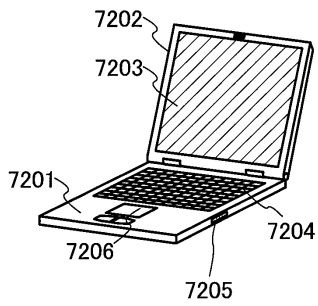


도면5

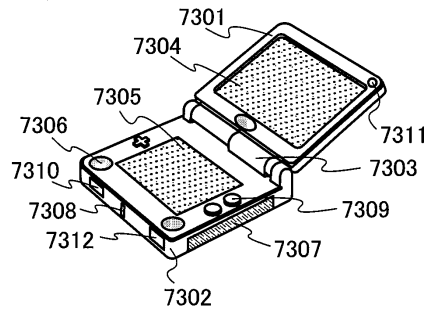
[도 5a]



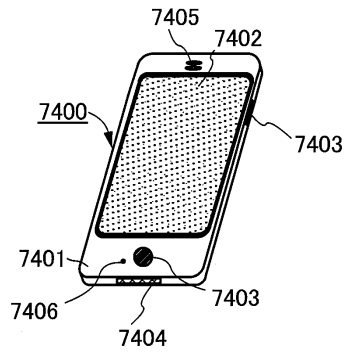
[도 5b]



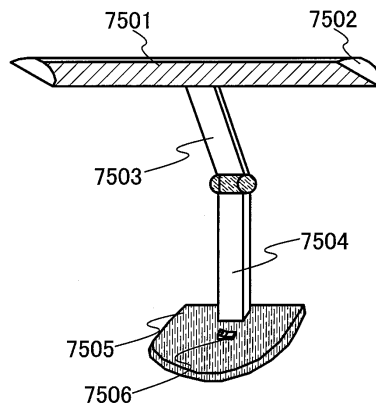
[도 5c]



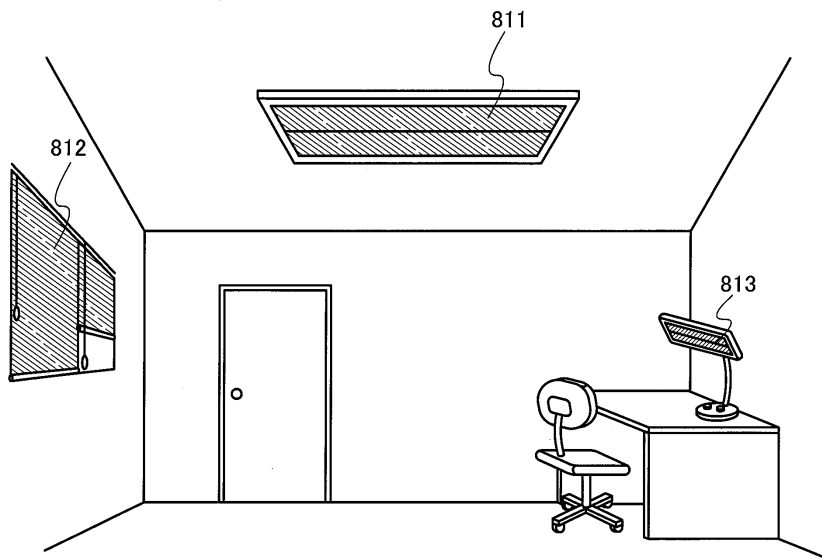
[도 5d]



[도 5e]

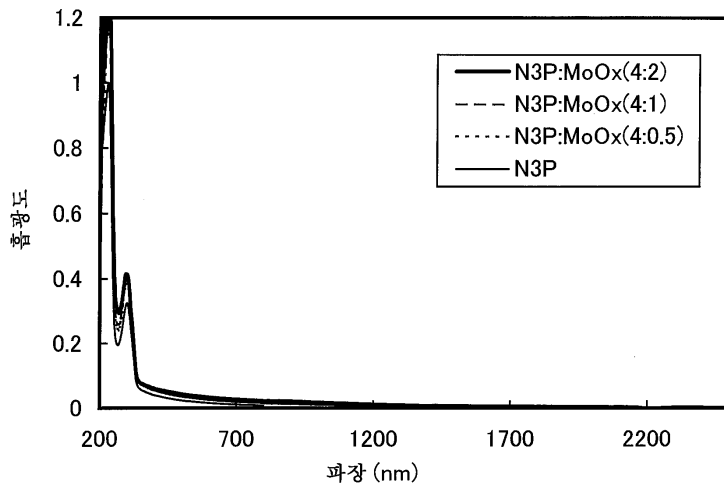


도면6

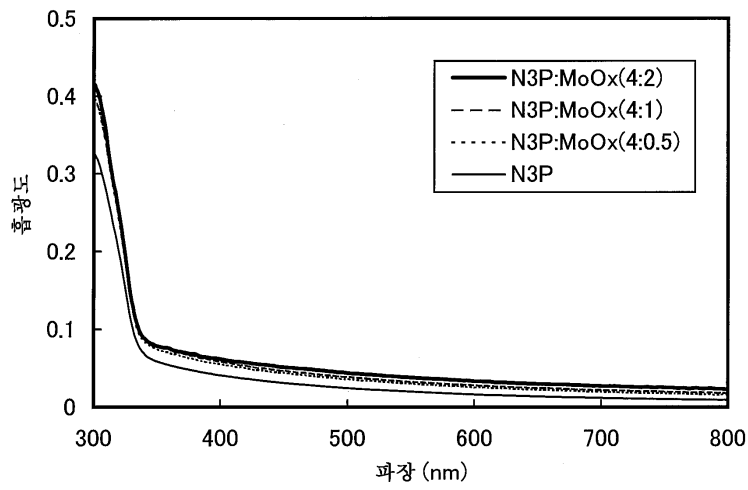


도면7

[도 7a]

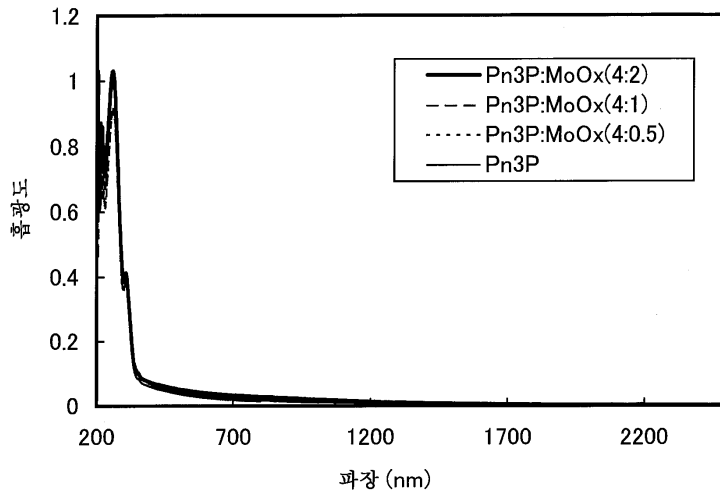


[도 7b]

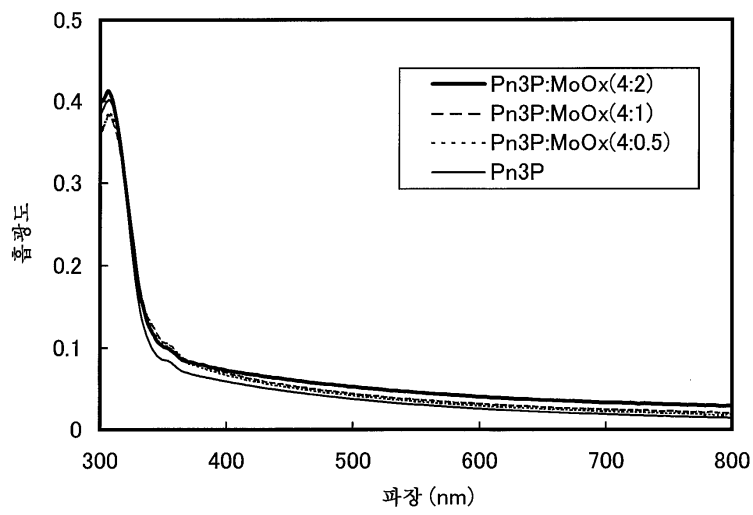


도면8

[도 8a]



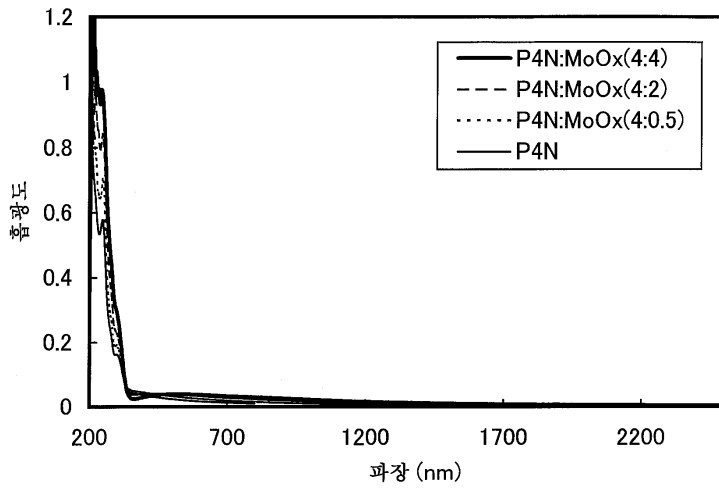
[도 8b]



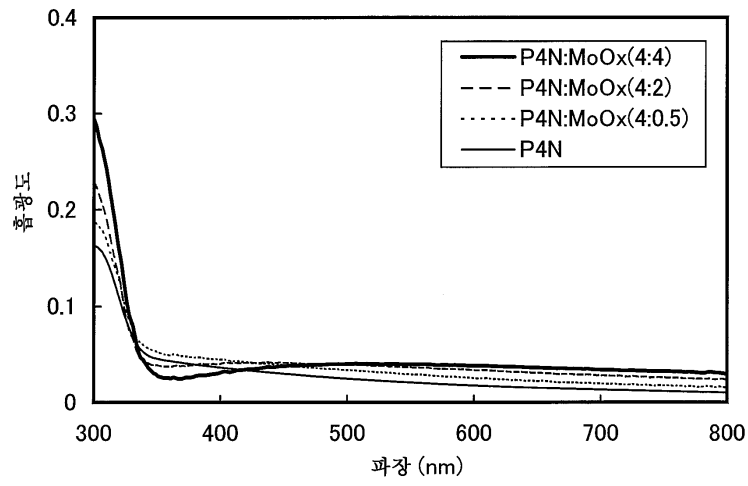


도면9

[도 9a]

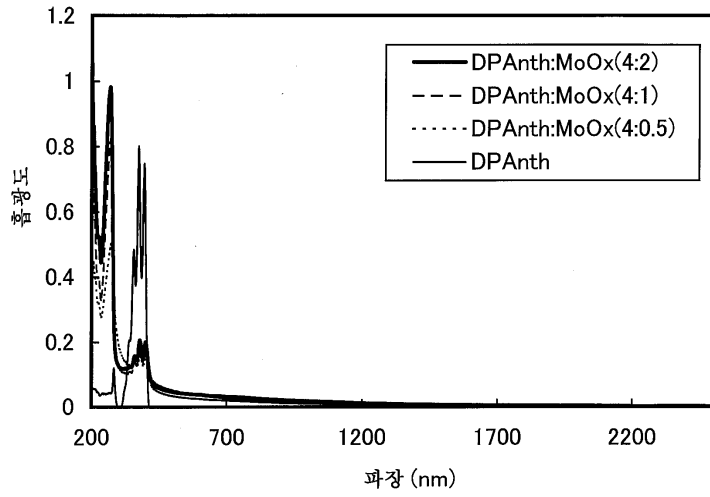


[도 9b]

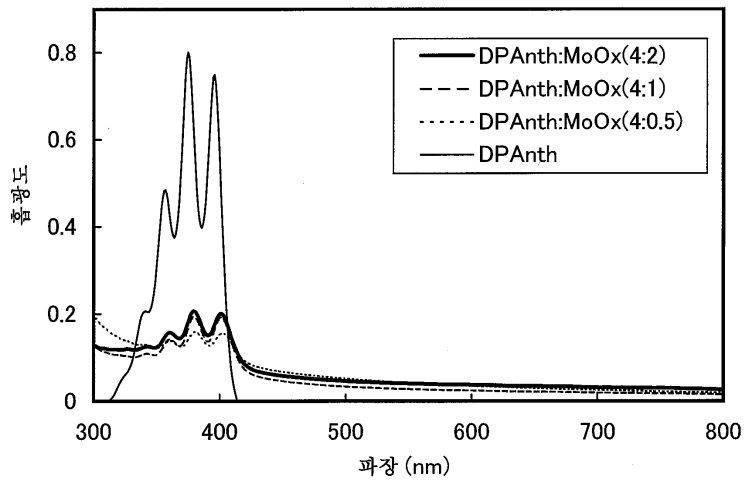


도면10

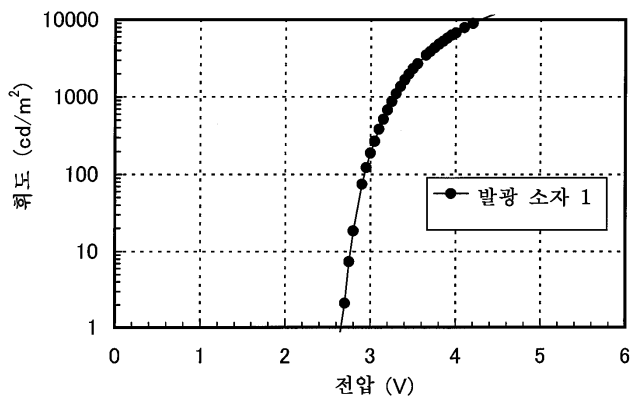
[도 10a]



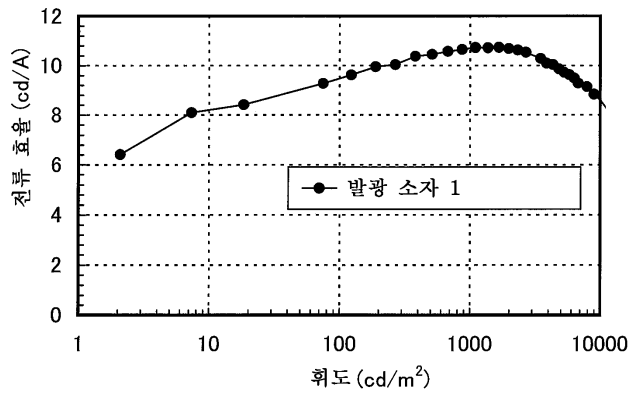
[도 10b]



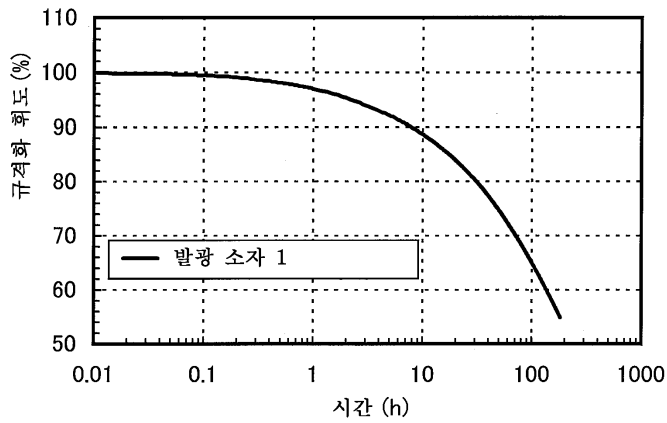
도면11



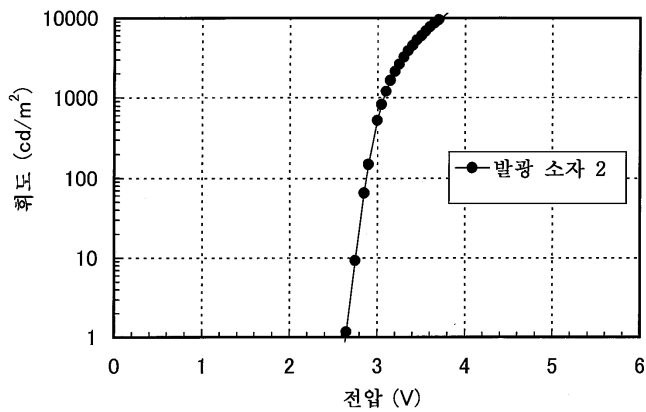
도면12



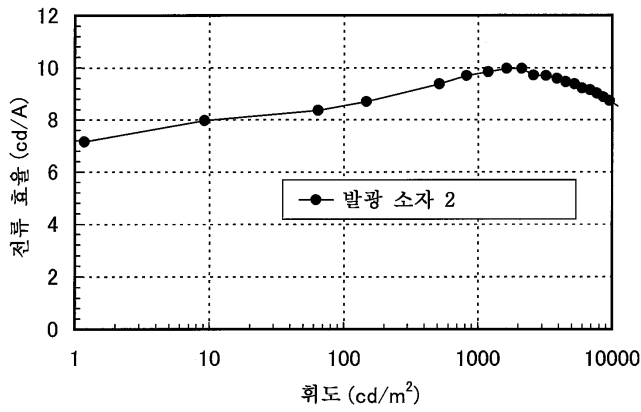
도면13



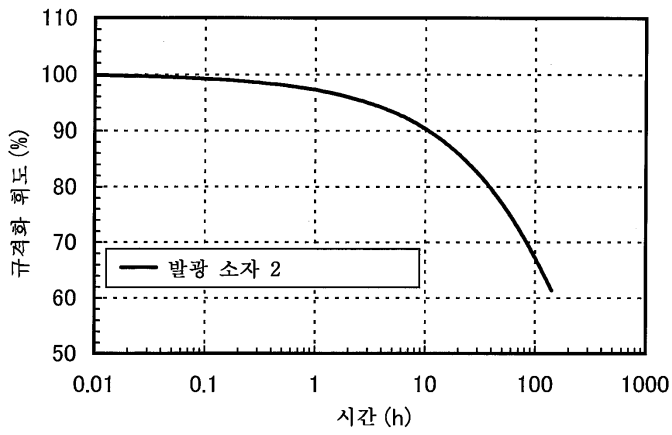
도면14



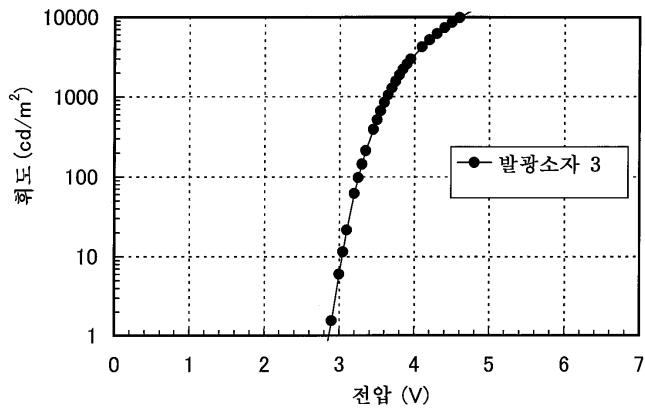
도면15



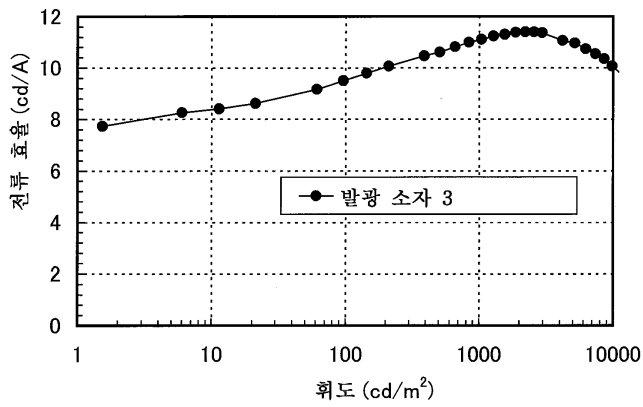
도면16



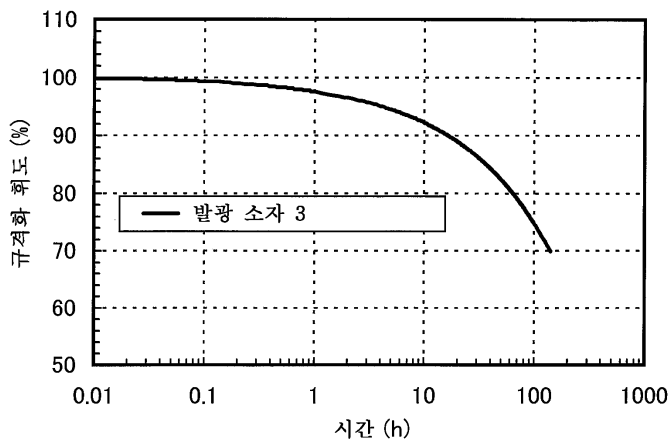
도면17



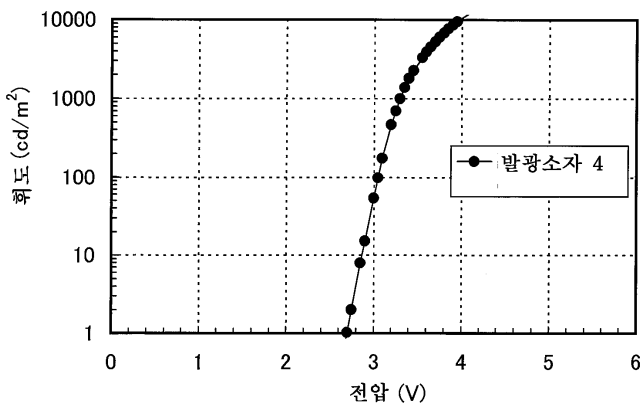
도면18



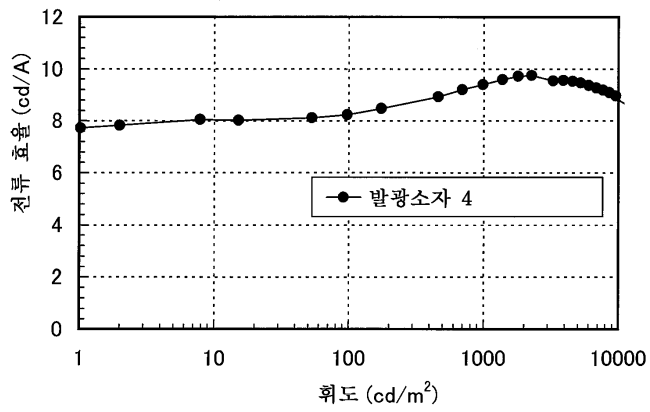
도면19



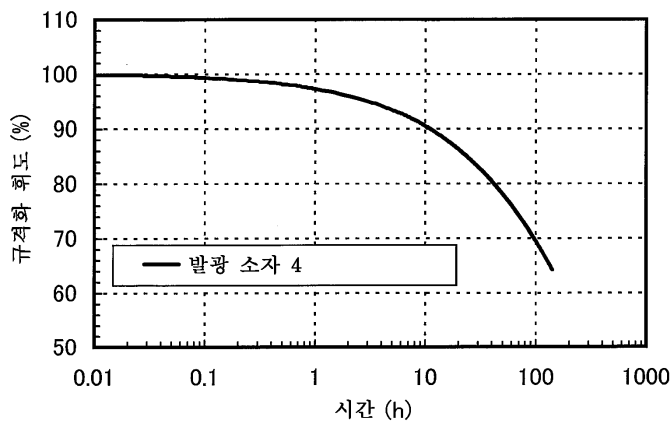
도면20



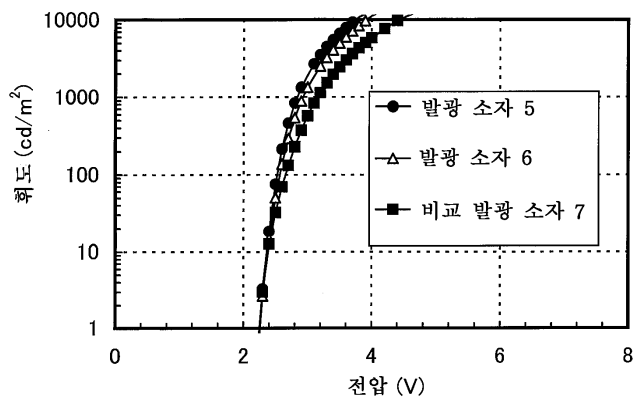
도면21



도면22

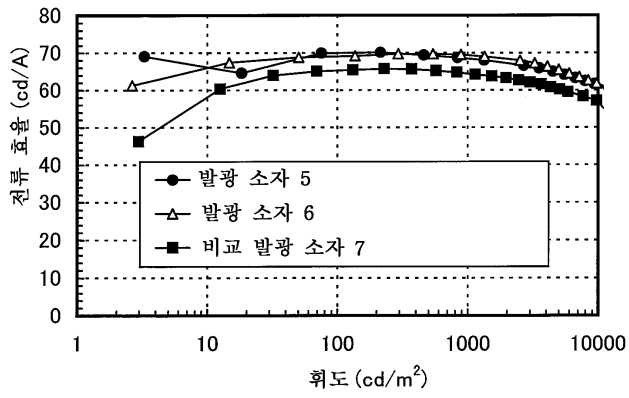


도면23

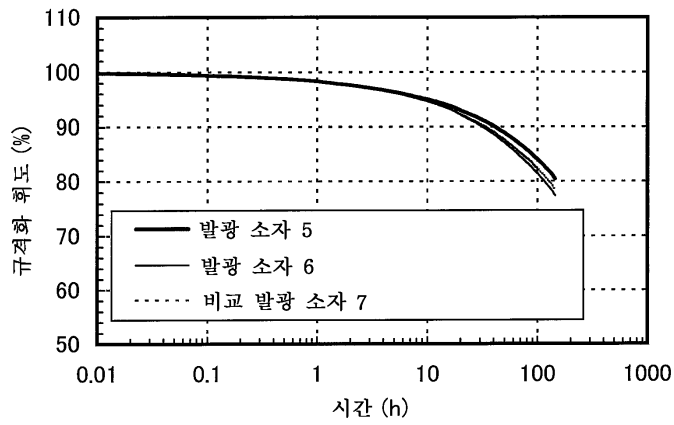




도면24

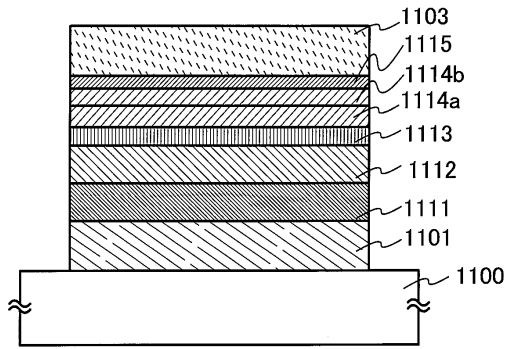


도면25

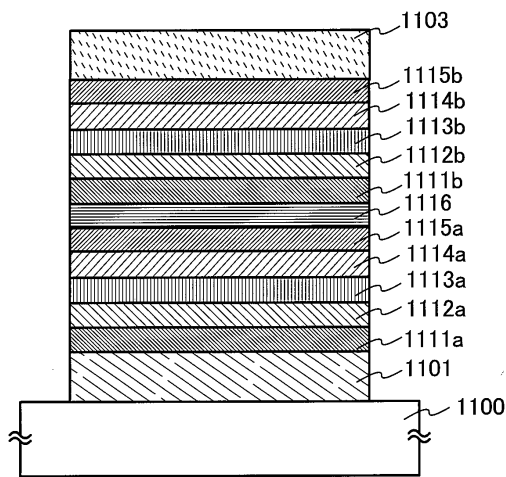


도면26

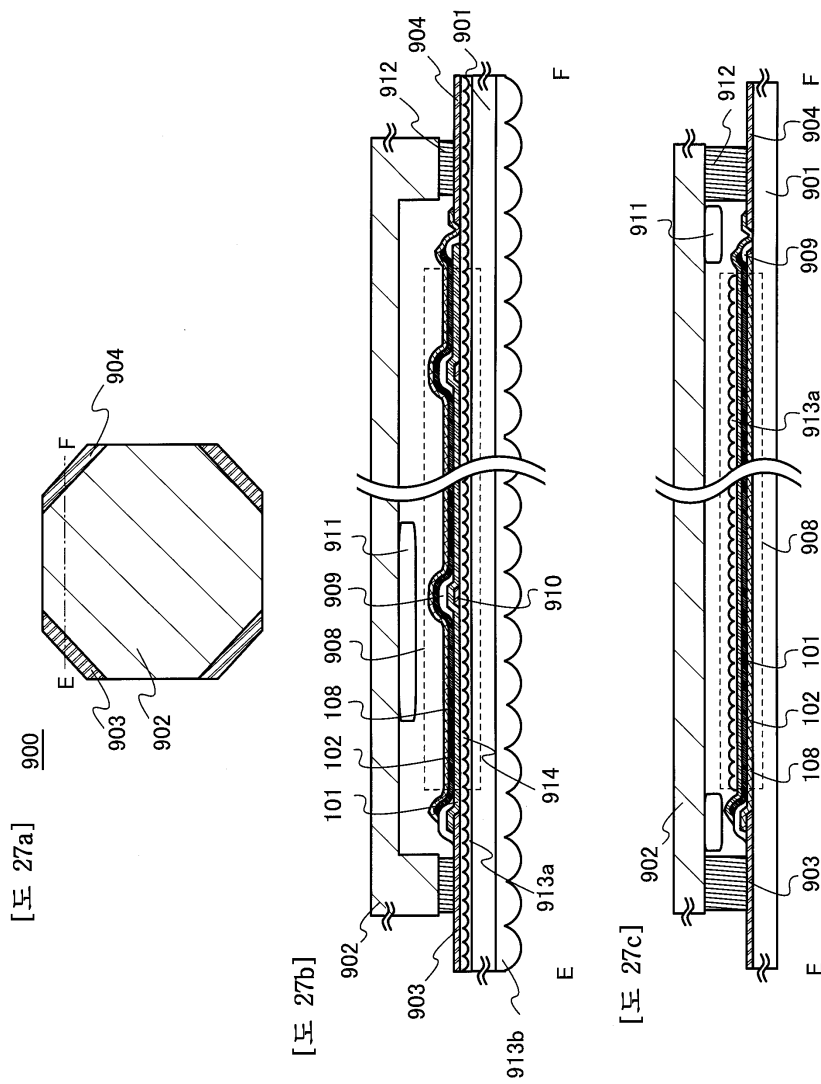
[도 26a]



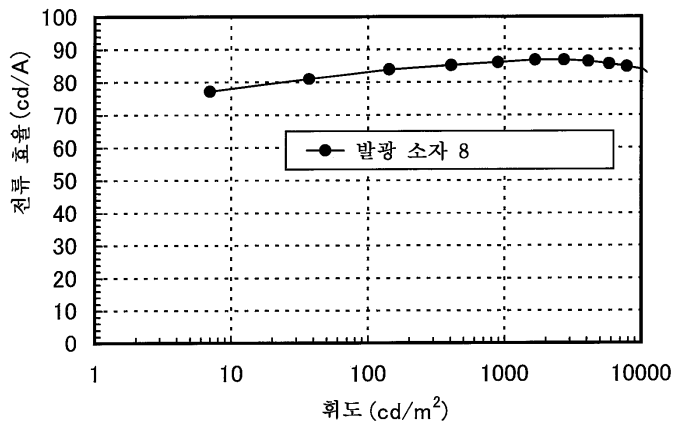
[도 26b]



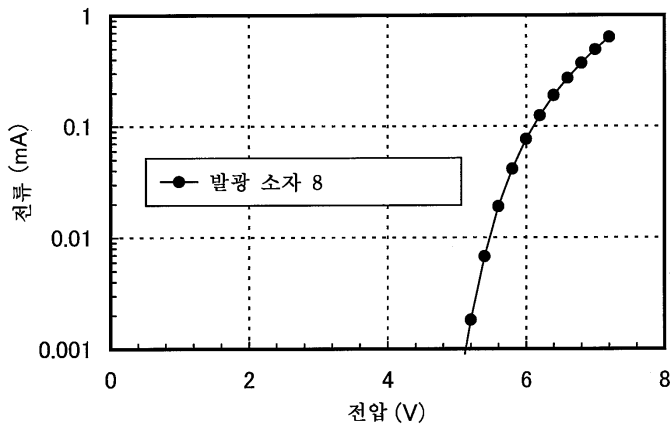
도면27



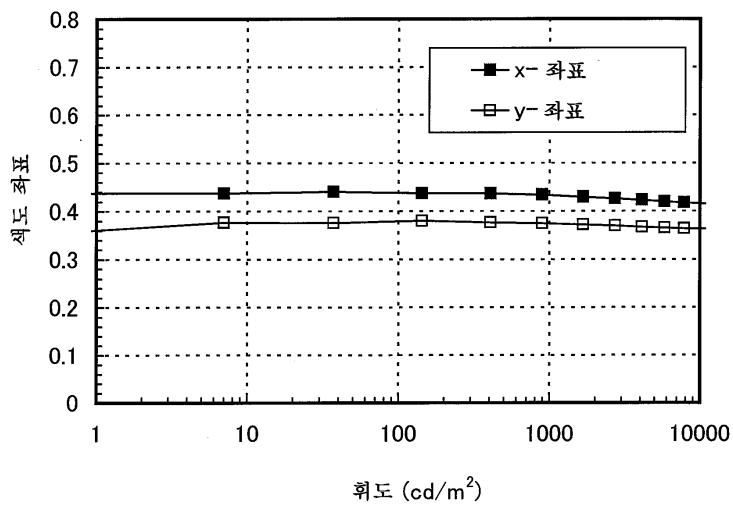
도면28



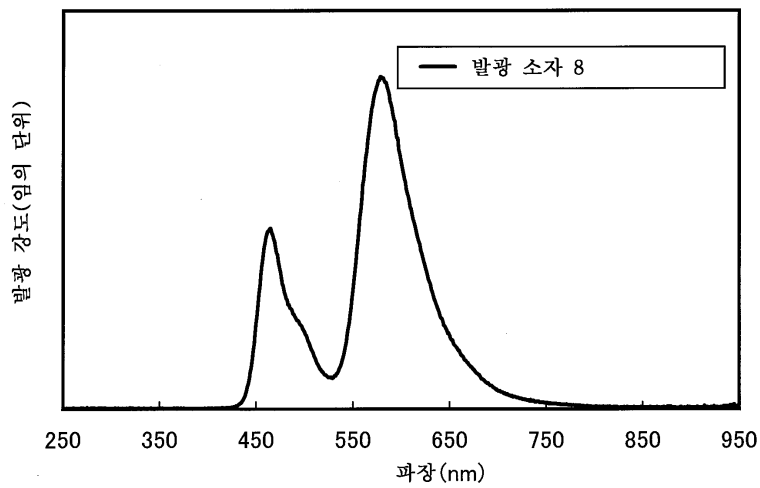
도면29



도면30

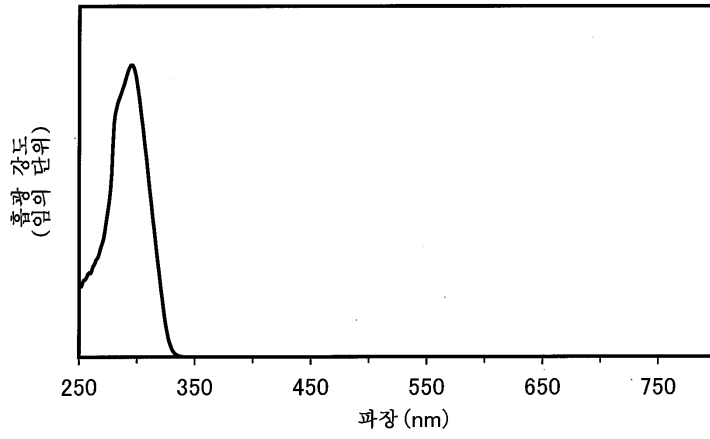


도면31

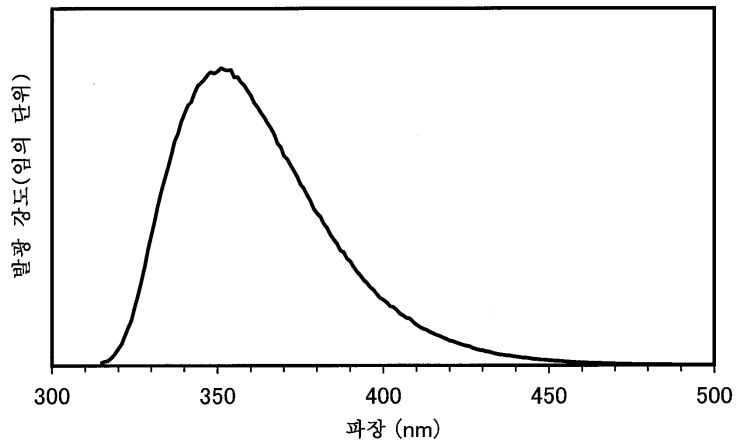


도면32

[도 32a]

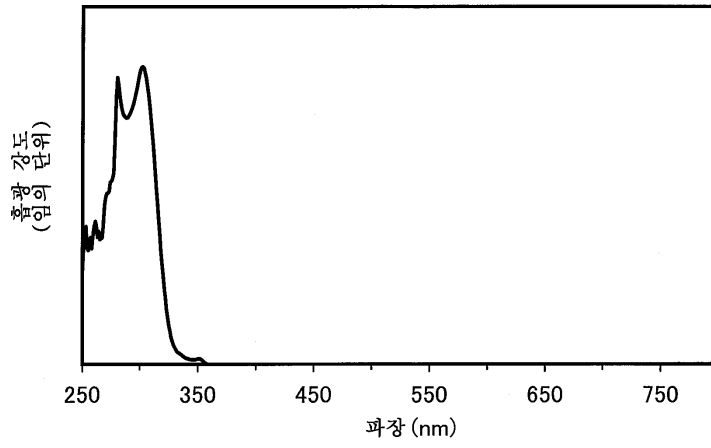


[도32b]

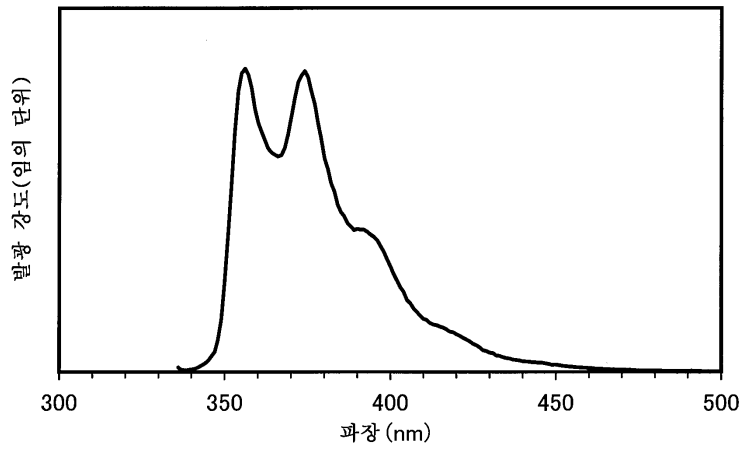


도면33

[도 33a]

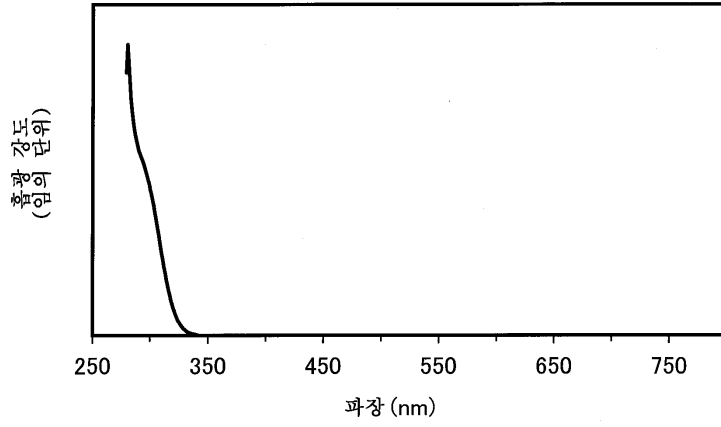


[도33b]

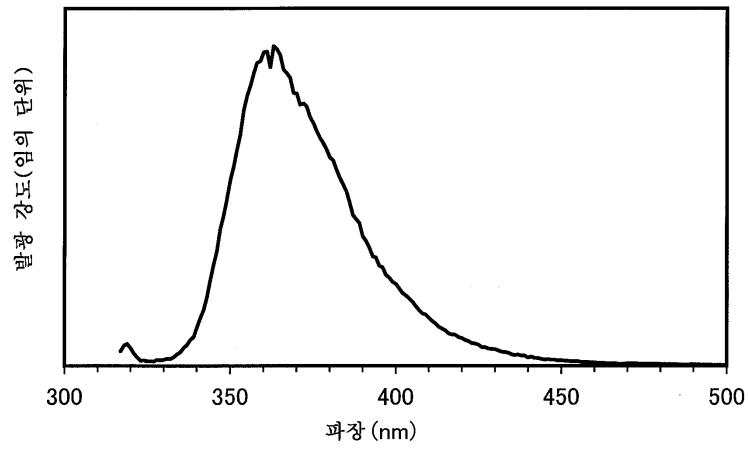


도면34

[도 34a]



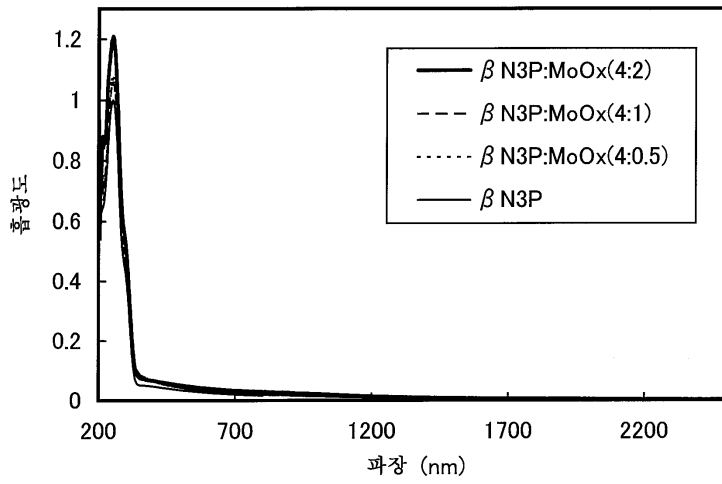
[도 34b]



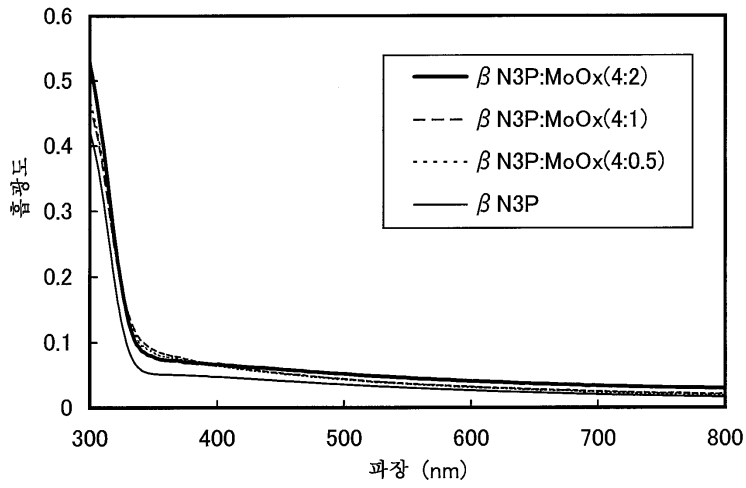


도면35

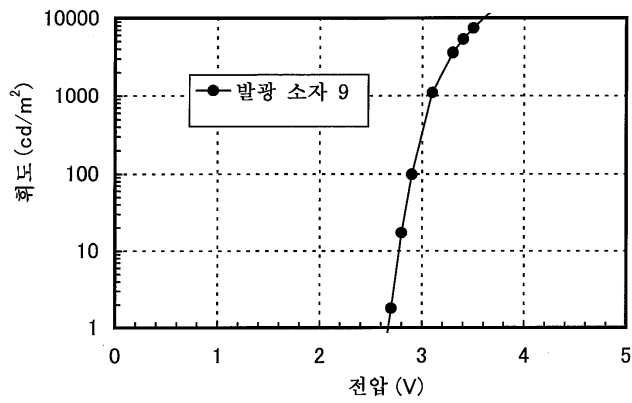
[도 35a]



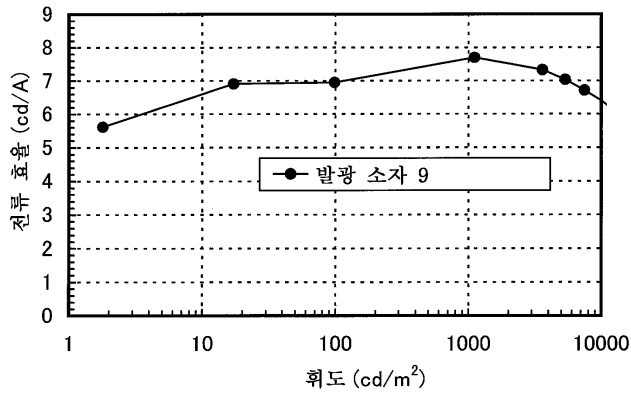
[도35b]



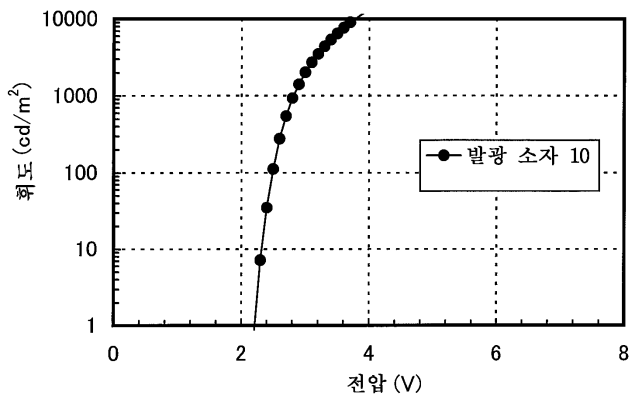
도면36



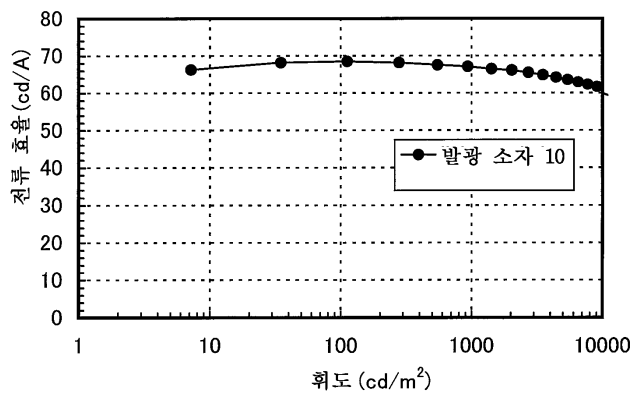
도면37



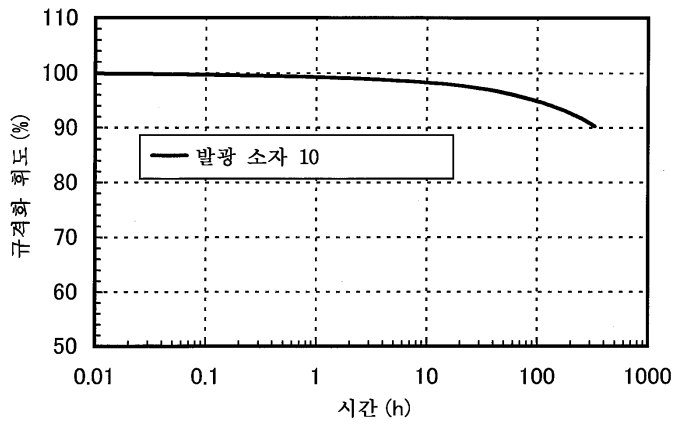
도면38



도면39

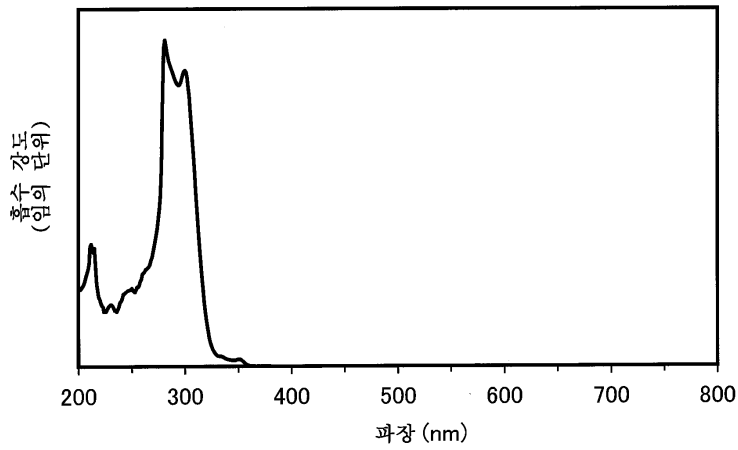


도면40



도면41

[도 41a]



[도41b]

