



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월30일
(11) 등록번호 10-1691673
(24) 등록일자 2016년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
H05B 33/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0025177
(22) 출원일자 2011년03월22일
심사청구일자 2015년10월12일
(65) 공개번호 10-2011-0108271
(43) 공개일자 2011년10월05일
(30) 우선권주장
JP-P-2010-073200 2010년03월26일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003123987 A*
JP2007294266 A*
JP2009277507 A
JP2009295581 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
유디씨 아일랜드 리미티드
아일랜드 더블린 15 발리쿨린 블랜차즈타운 코퍼
레이트 파크 2
(72) 발명자
이마다 유우키
일본국 카나가와켄 아시가라카미군 카이세이마치
우시지마 577 후지필름 가부시기가이샤 나이
기타무라 요시타카
일본국 카나가와켄 아시가라카미군 카이세이마치
우시지마 577 후지필름 가부시기가이샤 나이
(74) 대리인
특허법인코리어나

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이옥우

(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자 및 이것을 사용한 유기 전계 발광 디스플레이

(57) 요약

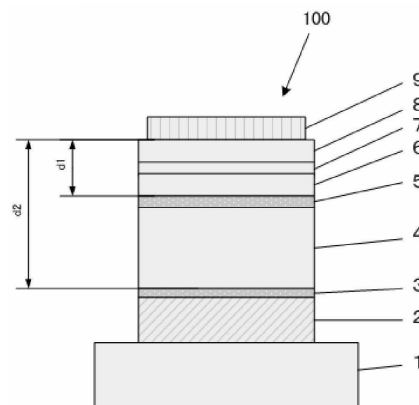
제 1 전극과, 발광층과, 반투과성 제 2 전극과, 중간층과, 반투과층과, 광투과층을 이 순서로 적어도 갖는 유기 전계 발광 소자로서,

상기 발광층으로부터 출사되는 광을 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 1 공진기 구조와,

상기 광을 상기 제 1 전극과 상기 반투과층 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 2 공진기 구조를 갖고 이루어지 고,

상기 광투과층의 두께는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 1/4의 길이를 t로 하고, 상기 광투과층의 굴절률을 n으로 했을 때, 다음 식 $0.9 \times t/n$ 이상 $1.1 \times t/n$ 이하를 만족시키는 유기 전계 발광 소자이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

제 1 전극과, 발광층과, 반투과성 제 2 전극과, 중간층과, 반투과층과, 광투과층을 이 순서로 적어도 갖는 유기 전계 발광 소자로서:

상기 발광층으로부터 출사되는 광을 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 1 공진기 구조와,

상기 광을 상기 제 1 전극과 상기 반투과층 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 2 공진기 구조를 갖고 이루어지고;

상기 광투과층의 두께는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 1/4의 길이를 t 로 하고, 상기 광투과층의 굴절률을 n 으로 했을 때, 다음 식 $0.9 \times t/n$ 이상 $1.1 \times t/n$ 이하를 만족시키는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광투과층과 상기 광투과층과 인접하는 층의 굴절률차는 0.1 이상인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 반투과층의 재료는 금속인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 금속은 은, 마그네슘-은 합금, 및 알루미늄으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 1종 이상의 인광 발광 재료를 함유하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 유기 전계 발광 소자는 보텀 이미션형인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 7

제 1 항에 있어서

상기 제 2 전극과 상기 중간층 사이에 광투과층을 더 갖고, 상기 광투과층의 두께는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 1/4의 길이를 t 로 하고, 상기 광투과층의 굴절률을 n 으로 했을 때, 다음 식 $0.9 \times t/n$ 이상 $1.1 \times t/n$ 이하를 만족시키는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 발광층 중의 발광 재료의 발광 스펙트럼에 있어서 정면 공진 파장은 상기 발광 스펙트럼의 단파장측으로부터 세어서 1번째의 피크 파장보다 짧고,

상기 발광 스펙트럼은 다음 식, 하기 수식 1로 나타내어지는 $\Delta\lambda < 25\text{nm}$ 를 만족시키는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

<수식 1>

$$\Delta\lambda = \lambda(I_0) - \lambda(0.2 \times I_0)$$

[단, 상기 수식 1 중, $\lambda(I_0)$ 는 정면 공진 파장, I_0 은 그 파장에 있어서의 발광 강도를 나타내고, $\lambda(0.2 \times I_0)$ 는 $\lambda(I_0)$ 의 발광 강도의 0.2배의 발광 강도가 되는 파장을 나타내고, $\lambda(I_0) > \lambda(0.2 \times I_0)$ 이다.]

청구항 9

제 1 전극과, 발광층과, 반투과성 제 2 전극과, 중간층과, 반투과층과, 광투과층을 이 순서로 적어도 갖는 유기 전계 발광 소자로서,

상기 발광층으로부터 출사되는 광을 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 1 공진기 구조와,

상기 광을 상기 제 1 전극과 상기 반투과층 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 2 공진기 구조를 갖고 이루어지고;

상기 광투과층의 두께는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 1/4의 길이를 t 로 하고, 상기 광투과층의 굴절률을 n 으로 했을 때, 다음 식 $0.9 \times t/n$ 이상 $1.1 \times t/n$ 이하를 만족시키는 유기 전계 발광 소자를 서브 화소로 한 적색, 녹색, 청색의 각 단화소를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 디스플레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 공진 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자(이하, 「유기 EL 소자」라고 부르는 경우가 있다) 및 이것을 사용한 유기 전계 발광 디스플레이에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 전계 발광 소자는 자발광형 표시 장치이며, 디스플레이나 조명의 용도로 이용된다. 유기 전계 발광 디스플레이는 종래의 CRT나 LCD와 비교해서 시인성이 높고, 시야각 의존성이 없다는 표시 성능의 이점이 있다. 또한, 디스플레이를 경량화, 박층화할 수 있다는 이점도 있다. 또한, 유기 EL 조명은 경량화, 박층화라는 이점에 추가해서 플렉시블 기판을 사용함으로써 지금까지 실현할 수 없었던 형상의 조명을 실현할 수 있는 가능성을 갖고 있다.

[0003] 이렇게 유기 전계 발광 소자는 우수한 특징을 갖지만, 일반적으로 발광층을 포함해서 표시 장치를 구성하는 각 층의 굴절률은 공기보다 높다. 예를 들면, 유기 전계 발광 소자에서는 발광층 등의 유기 박막층의 굴절률은 1.6~2.1이다. 이 때문에, 발광된 광은 계면에서 전반사되기 쉬워 그 광 인출 효율은 20%에 미치지 못하는 경우도 있고, 대부분의 광을 손실하고 있다.

[0004] 예를 들면, 일반적으로 알려지는 유기 전계 발광 소자에 있어서의 유기 전계 발광 표시부는 기판 상에 1쌍의 전극층 사이에 배치되는 유기 화합물층을 구비해서 구성되어 있다. 상기 유기 화합물층은 발광층을 포함하고, 유기 전계 발광 소자는 상기 발광층으로부터 출사되는 광을 광 인출면측으로부터 출사시키고 있다.

[0005] 그러나, 이 경우, 광 인출면이나 전극층과 유기 화합물층의 계면에 있어서 임계각 이상의 광인 전반사 성분을 인출할 수 없기 때문에 광의 인출 효율이 낮다는 문제가 있었다.

[0006] 이러한 점에서, 광 인출 효율을 향상시키기 위해서, 예를 들면 발광 소자로부터 방출되는 광을 공진시키는 광 공진층과, 광 공진층 및 발광 소자 사이에 개재되는 중간층을 갖는 마이크로 캐비티 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자가 제안되어 있다(일본 특허 공개 2006-140130호 공보 참조). 상기 유기 전계 발광 소자에 의하면 마이

크로 캐비티 구조가 아닌 유기 전계 발광 소자와 비교하면 광 인출 효율이 향상된다.

[0007] 그러나, 상기 유기 전계 발광 소자에서는 광 출사측의 반사면을 굴절률이 다른 투명재를 사용하고 있으므로 수직 입사 부근의 반사량을 충분히 얻을 수 없어 정면방향에 대한 광 인출 효율의 향상을 그다지 기대할 수 없다는 문제가 있었다. 또한, 공진 효과에 의해 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응해서 색이 변동되어 버린다(색도 변화)는 문제도 있었다.

[0008] 또한, 마이크로 캐비티 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자에 관해서 공진 구조를 2중으로 갖는 다중 공진 구조의 유기 전계 발광 소자가 제안되어 있다(일본 특허 공개 2003-123987호 공보 참조). 이 유기 전계 발광 소자는 전 반사 미러와, 제 1 파장을 선택적으로 반사하는 제 1 하프 미러층과, 상기 제 1 파장과 다른 제 2 파장을 선택적으로 반사하는 제 2 하프 미러층을 구비하고, 이들로 구성되는 제 1 공진부와 제 2 공진부에서 각각 다른 기본 파장에 대해서 공진시키는 것으로 되어 있다.

[0009] 상기 유기 전계 발광 소자는 제 1 공진부와 제 2 공진부에 있어서의 다른 기본 파장을 합성하여, 예를 들면 청색(λ_1)과 주황색(λ_2)을 나타내는 기본 파장의 광을 가볍 혼합해서 백색 발광시킨다.

[0010] 그러나, 상기 유기 전계 발광 소자는 보색으로 백색을 실현하고 있기 때문에, 예를 들면 컬러 필터를 사용한 색 선택 수단을 병용하면 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응해서 색도 변화가 생긴다는 문제가 있었다.

[0011] 이와 같이, 마이크로 캐비티 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자에 대해서는 아직 광 인출 효율의 향상과 색도 변화의 억제 효과는 불충분하며, 새로운 개선이 요망되고 있는 것이 현상이다.

발명의 내용

[0012] 본 발명은 우수한 광 인출 효율을 가짐과 아울러 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응해서 발생하는 색도 변화를 억제할 수 있는 유기 전계 발광 소자, 및 이 유기 전계 발광 소자를 사용한 유기 전계 발광 디스플레이를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서는 이하와 같다. 즉,

[0014] <1> 제 1 전극과, 발광층과, 반투과성 제 2 전극과, 중간층과, 반투과층과, 광투과층을 이 순서로 적어도 갖는 유기 전계 발광 소자로서,

[0015] 상기 발광층으로부터 출사되는 광을 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 1 공진기 구조와,

[0016] 상기 광을 상기 제 1 전극과 상기 반투과층 사이에서 공진시켜서 출사시키는 제 2 공진기 구조를 갖고 이루어지고,

[0017] 상기 광투과층의 두께는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 1/4의 길이를 t 로 하고, 상기 광투과층의 굴절률을 n 으로 했을 때, 다음 식 $0.9 \times t/n$ 이상 $1.1 \times t/n$ 이하를 만족시키는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자이다.

[0018] 상기 <1>에 기재된 유기 전계 발광 소자에 있어서는, 상기 제 1 전극으로부터 전자가 상기 발광층에 주입되고, 상기 제 2 전극으로부터 정공이 상기 발광층에 주입되어 상기 발광층 내에서 상기 전자와 상기 정공이 충돌된다. 상기 전자와 상기 정공이 충돌하면 상기 발광층 내의 발광 재료가 에너지를 얻어서 여기상태로 되고, 기저상태로 되돌아올 때에 광이 출사된다. 상기 광의 일부는 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에서 반사를 반복해서 공진되어 광이 출사되고, 상기 중간층, 상기 반투과층 및 상기 광투과층을 거쳐 외부로 출사된다.

[0019] 또한, 상기 광의 다른 일부는 상기 제 1 전극과 상기 반투과층 사이에서 반사를 반복해서 공진되어 광이 출사되고, 상기 중간층, 상기 반투과층 및 상기 광투과층을 거쳐 외부로 출사된다. 이 구성일 때, 광 인출 효율은 향상된다.

[0020] 상기 광투과층은 두께가 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 4분의 1의 광학 길이와 대략 같게 되는 두께이므로 상기 구성에 의한 광 인출 효율의 향상에 추가해서 광 인출 효율이 더욱 향상된다. 또한, 상기 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응해서 발생하는 색도 변화도 억제된다.

[0021] <2> <1>에 있어서, 광투과층과 상기 광투과층과 인접하는 층의 굴절률차는 적어도 0.1인 유기 전계 발광 소자이

다.

- [0022] <3> <1> 또는 <2>에 있어서, 반투과층의 재료는 금속인 유기 전계 발광 소자이다.
- [0023] <4> <3>에 있어서, 금속은 은, 마그네슘-은 합금, 및 알루미늄으로부터 선택되는 적어도 1종인 유기 전계 발광 소자이다.
- [0024] <5> <1> 내지 <4> 중 어느 하나에 있어서, 발광층은 적어도 1종의 인광 발광 재료를 함유하는 유기 전계 발광 소자이다.
- [0025] <6> <1> 내지 <5> 중 어느 하나에 있어서, 유기 전계 발광 소자는 보텀 이미션형인 유기 전계 발광 소자이다.
- [0026] <7> <1> 내지 <6> 중 어느 하나에 있어서, 제 2 전극과 중간층 사이에 광투과층을 더 갖고, 상기 광투과층의 두께는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 1/4 길이를 t 로 하고, 상기 광투과층의 굴절률을 n 으로 했을 때, 다음 식 $0.9 \times t/n$ 이상 $1.1 \times t/n$ 이하를 만족시키는 유기 전계 발광 소자이다.
- [0027] <8> <1> 내지 <7> 중 어느 하나에 있어서, 발광층 중의 발광 재료의 발광 스펙트럼에 있어서 정면 공진 파장은 발광 스펙트럼의 단파장측으로부터 세어서 1번째의 피크 파장보다 짧고,
- [0028] 상기 발광 스펙트럼은 다음 식, 하기 수식 1로 나타내어지는 $\Delta \lambda < 25\text{nm}$ 를 만족시키는 유기 전계 발광 소자이다.
- [0029] <수식 1>
- [0030] $\Delta \lambda = \lambda(I_0) - \lambda(0.2 \times I_0)$
- [0031] 단, 상기 수식 1 중, $\lambda(I_0)$ 는 정면 공진 파장, I_0 은 그 파장에 있어서의 발광 강도를 나타내고, $\lambda(0.2 \times I_0)$ 는 $\lambda(I_0)$ 의 발광 강도의 0.2배의 발광 강도가 되는 파장을 나타내고, $\lambda(I_0) > \lambda(0.2 \times I_0)$ 이다.
- [0032] <9> 상기 <1> 내지 <8> 중 어느 하나에 기재된 유기 전계 발광 소자를 서브 화소로 한 적색, 녹색, 청색의 각 단화소를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 디스플레이이다.
- [0033] 본 발명에 의하면, 종래에 있어서의 상기 여러 문제를 해결할 수 있고, 상기 목적을 달성할 수 있고, 우수한 광 인출 효율을 가짐과 아울러 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응해서 생기는 색도 변화를 억제할 수 있는 유기 전계 발광 소자, 및 이 유기 전계 발광 소자를 사용한 유기 전계 발광 디스플레이를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명의 유기 전계 발광 소자의 일례를 나타내는 개략 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 유기 전계 발광 소자의 다른 일례를 나타내는 개략 단면도이다.
- 도 3은 발광층으로부터 출사되는 광 중 제 2 전극에 반사되지 않고 투과되는 광의 발광 스펙트럼의 형상의 일례를 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 발광층으로부터 출사되는 광 중 제 2 전극에 반사되지 않고 투과되는 광의 발광 스펙트럼의 형상의 다른 일례를 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 유기 전계 발광 디스플레이의 일례를 나타내는 개략 단면도이다.
- 도 6은 실시예 1~3 및 비교예 1~비교예 2의 색도의 각도 의존성의 일례를 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 $\Delta u' \cdot v'$ 값과 시야각의 관계의 일례를 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 비교예 1의 시야각에 의존한 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 실시예 1의 시야각에 의존한 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

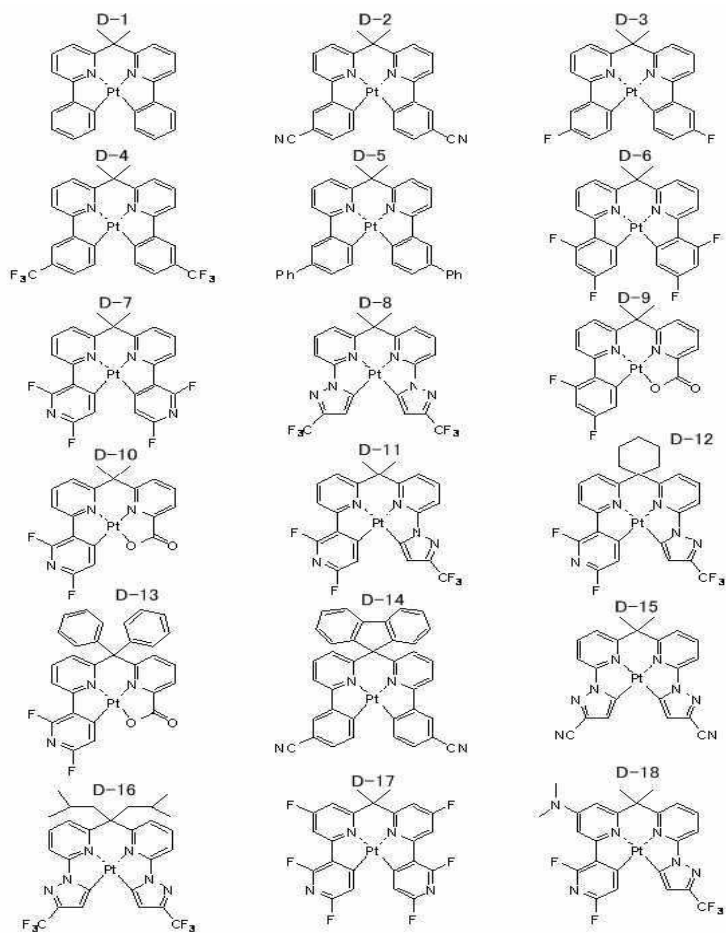
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] (유기 전계 발광 소자)
- [0036] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 제 1 전극과, 발광층과, 반투과성 제 2 전극과, 중간층과, 반투과층과, 광투과층을 이 순서로 적어도 갖고 이루어지고, 필요에 따라 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층, 및 전자 수송층으로부터 선택되는 기능층을 갖고, 그 밖에 필요에 따라 기판, 배리어층, 그 밖의 부재 등을 갖고

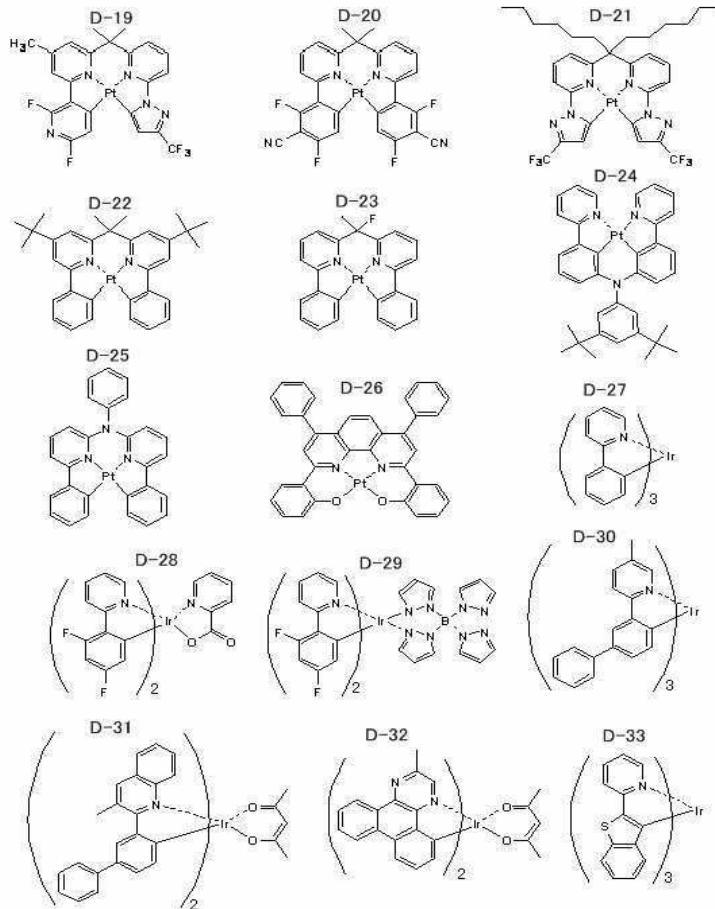
이루어진다.

- [0037] 상기 유기 전계 발광 소자는 제 1 공진기 구조와 제 2 공진기 구조를 갖는다.
- [0038] - 제 1 전극, 제 2 전극-
- [0039] 상기 제 1 전극은 반사 전극으로 구성되고, 상기 제 2 전극은 반투과 전극으로 구성된다.
- [0040] 상기 제 1 전극으로서는 상기 발광층으로부터 출사되는 광을 광 인출면측에 반사시키는 기능을 갖는 전극으로서 구성된다.
- [0041] 상기 제 1 전극의 평균 두께로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있지만, 50nm 이상이 바람직하다.
- [0042] 상기 평균 두께가 50nm 미만이면 충분한 광반사율을 얻을 수 없는 경우가 있다.
- [0043] 상기 제 2 전극의 평균 두께로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있지만, 10nm 이상이 바람직하고, 20nm 이상이 보다 바람직하다.
- [0044] 상기 평균 두께가 10nm 미만이면 상기 제 1 전극으로 반사되는 광의 일부를 투과시킴과 아울러 상기 각 광의 다른 일부를 반사시킬 수 없는 경우가 있다. 또한, 고저항인 전극으로 되어 소비 전력이 높아져 버리는 경우가 있다.
- [0045] 상기 평균 두께로서는, 예를 들면 축침식 표면 형상 측정기(알바크사 제, Dektak 등)나 유기 전계 발광 소자의 FIB법으로 작성한 단면시료의 전자현미경(히타치 세이사쿠쇼 제) 사진을 사용해서 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극의 두께를 10점 측정하고, 그 평균값을 평균 두께로 한다.
- [0046] 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극으로서는 양극 및 음극 중 어느 하나로 해서 형성되고, 각각의 전극에 의해 상기 유기 전계 발광 소자에 있어서의 양극과 음극을 구성한다.
- [0047] --양극--
- [0048] 상기 양극은 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층 등에 정공을 공급하는 것이며, 금속, 합금, 금속산화물 등을 사용할 수 있고, 바람직하게는 일 함수가 4eV 이상인 재료이다.
- [0049] 상기 양극을 형성하는 재료로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있지만, 예를 들면 알루미늄, 금, 은, 크롬, 니켈 등을 들 수 있다.
- [0050] 상기 양극의 형성 방법으로서는 상기 재료에 의해 여러가지 방법이 이용되지만, 예를 들면 전자빔법, 스퍼터링법, 저항 가열 증착법 등의 방법으로 형성된다.
- [0051] --음극--
- [0052] 상기 음극은 전자 주입층, 전자 수송층, 발광층 등에 전자를 공급하는 것이며, 전자 주입층, 전자 수송층, 발광층 등의 음극과 인접하는 층과의 밀착성이나 이온화 포텐셜, 안정성 등을 고려해서 선택된다.
- [0053] 상기 음극의 재료로서는 금속, 합금, 금속산화물 등을 사용할 수 있고, 바람직하게는 일 함수가 4eV 이하인 재료이다.
- [0054] 상기 재료로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면 알칼리 금속, 알칼리 토류 금속, 희토류 금속, 금, 은, 납, 알루미늄, 나트륨-칼륨 합금, 리튬-알루미늄 합금, 마그네슘-은 합금, 이들의 혼합 금속 등을 들 수 있다.
- [0055] 상기 알칼리 금속으로서는, 예를 들면 리튬, 나트륨, 칼륨, 또는 이들의 불화물 등을 들 수 있다.
- [0056] 상기 알칼리 토류 금속으로서는, 예를 들면 마그네슘, 칼슘, 또는 이들의 불화물 등을 들 수 있다.
- [0057] 상기 희토류 금속으로서는, 예를 들면 인듐, 이테르븀 등을 들 수 있다.
- [0058] 상기 음극의 형성 방법으로서는 재료에 따라 여러가지 방법이 사용되지만, 예를 들면 전자빔법, 스퍼터링법, 저항 가열 증착법 등의 방법으로 형성된다.
- [0059] 상기 양극 및 음극의 시트 저항은 낮은 쪽이 바람직하고, 수백Ω/□ 이하가 바람직하다.

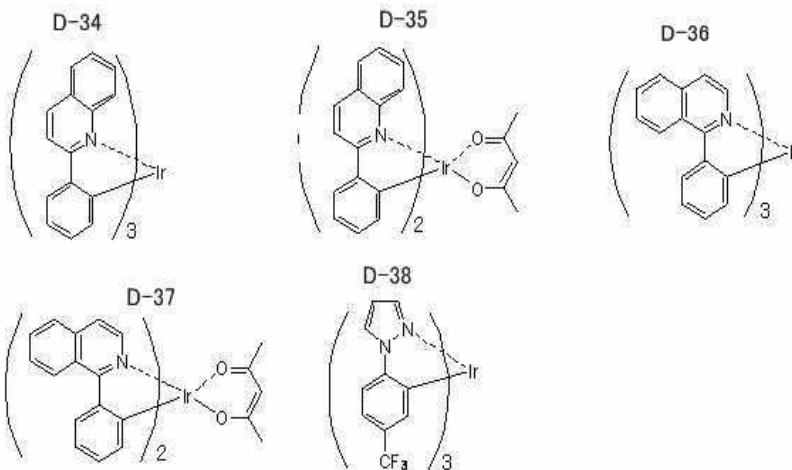
- [0060] -발광층-
- [0061] 상기 발광층의 재료로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 전계 인가시에 양극 또는 정공 주입층, 정공 수송층으로부터 정공을 주입할 수 있음과 아울러 음극 또는 전자 주입층, 전자 수송층으로부터 전자를 주입할 수 있는 기능이나, 주입된 전하를 이동시키는 기능, 정공과 전자의 재결합의 장을 제공해서 발광시키는 기능을 갖는 층을 형성할 수 있는 것 등을 사용할 수 있다.
- [0062] 상기 발광층의 평균 두께로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 1nm~5 μ m가 바람직하고, 5nm~1 μ m가 보다 바람직하고, 10nm~500nm가 특히 바람직하다. 여기에서, 상기 평균 두께는, 예를 들면 단면의 전자현미경사진을 사용해서 상기 발광층의 두께를 10점 측정하고, 그 평균값을 평균 두께로 할 수 있다.
- [0063] 상기 발광층으로서 발광 재료를 포함한다. 상기 발광층으로서 발광 재료만으로 구성되어 있어도 좋고, 호스트 재료와 발광 재료의 혼합층이어도 좋다(후자의 경우, 발광 재료를 「발광성 도펀트」 또는 「도펀트」라고 칭하는 경우가 있다.).
- [0064] 상기 발광 재료로서는 형광 발광 재료이어도 인광 발광 재료이어도 좋고, 2종 이상이 혼합되어 있어도 좋지만, 높은 효율이 얻어진다는 점에서 인광 발광 재료를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0065] 상기 인광 발광 재료로서는 일반적으로 천이 금속 원자 또는 란타노이드 원자를 포함하는 착체를 들 수 있다.
- [0066] 상기 천이 금속 원자로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면 루테튬, 로듐, 팔라듐, 텅스텐, 레늄, 오스뮴, 이리듐, 금, 은, 구리, 백금 등을 들 수 있고, 이들 중에서도 레늄, 이리듐, 백금이 보다 바람직하고, 이리듐, 백금이 특히 바람직하다.
- [0067] 상기 착체의 배위자로서는, 예를 들면 G. Wilkinson 등 저, Comprehensive Coordination Chemistry, Pergamon Press사 1987년 발행, H. Yersin 저, 「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」 Springer-Verlag사 1987년 발행, 야마모토 아키오 저 「유기 금속 화학-기초와 응용-」 쇼카보사 1982년 발행 등에 기재된 배위자 등을 들 수 있다.
- [0068] 상기 착체는 화합물 중에 천이 금속 원자를 1개 가져도 좋고, 또한 2개 이상 갖는 소위 복합 착체이어도 좋다. 이중의 금속 원자를 동시에 함유하고 있어도 좋다.
- [0069] 이들 중에서도 상기 인광 발광 재료의 구체예로서는, 예를 들면 US6303238B1, US6097147, WO00/57676, WO00/70655, WO01/08230, WO01/39234A2, WO01/41512A1, WO02/02714A2, WO02/15645A1, WO02/44189A1, WO05/19373A2, WO2004/108857A1, WO2005/042444A2, WO2005/042550A1, 일본 특허 공개 2001-247859, 일본 특허 공개 2002-302671, 일본 특허 공개 2002-117978, 일본 특허 공개 2003-133074, 일본 특허 공개 2002-235076, 일본 특허 공개 2003-123982, 일본 특허 공개 2002-170684, EP1211257, 일본 특허 공개 2002-226495, 일본 특허 공개 2002-234894, 일본 특허 공개 2001-247859, 일본 특허 공개 2001-298470, 일본 특허 공개 2002-173674, 일본 특허 공개 2002-203678, 일본 특허 공개 2002-203679, 일본 특허 공개 2004-357791, 일본 특허 공개 2006-93542, 일본 특허 공개 2006-261623, 일본 특허 공개 2006-256999, 일본 특허 공개 2007-19462, 일본 특허 공개 2007-84635, 일본 특허 공개 2007-96259 등의 각 공보에 기재된 인광 발광 화합물 등을 들 수 있다. 이들 중에서도 Ir 착체, Pt 착체, Cu 착체, Re 착체, W 착체, Rh 착체, Ru 착체, Pd 착체, Os 착체, Eu 착체, Tb 착체, Gd 착체, Dy 착체, Ce 착체가 바람직하고, Ir 착체, Pt 착체, Re 착체가 보다 바람직하고, 금속-탄소 결합, 금속-질소 결합, 금속-산소 결합, 금속-유황 결합 중 적어도 하나의 배위 양식을 포함하는 Ir 착체, Pt 착체, Re 착체가 더욱 바람직하고, 발광 효율, 구동 내구성, 색도 등의 관점에서 3좌 이상의 다좌 배위자를 포함하는 Ir 착체, Pt 착체, Re 착체가 특히 바람직하다.
- [0070] 본 발명에 사용할 수 있는 인광 발광 재료의 구체예로서 이하의 화합물을 들 수 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.



[0071]



[0072]



[0073]

[0074]

상기 발광 재료의 함유량으로서는 발광층 중에 일반적으로 발광층을 형성하는 전체 화합물 질량에 대해서 0.1질량%~50질량% 함유되지만, 내구성, 외부 양자 효율의 관점에서 1질량%~50질량% 함유되는 것이 바람직하고, 2질량%~40질량% 함유되는 것이 보다 바람직하다.

[0075]

상기 호스트 재료로서는 정공 수송성이 우수한 정공 수송성 호스트 재료 및 전자 수송성이 우수한 전자 수송성 호스트 재료를 사용할 수 있다.

[0076]

상기 정공 수송성 호스트로서는, 예를 들면 피롤, 인돌, 카르바졸, 아자인돌, 아자카르바졸, 트리아졸, 옥사졸, 옥사디아졸, 피라졸, 이미다졸, 티오펜, 폴리아릴알칸, 피라졸린, 파라졸론, 페닐렌디아민, 아릴아민, 아미노

치환 칼콘, 스티릴안트라센, 플루오레논, 히드라존, 스티벤, 실라잔, 방향족 제3급 아민 화합물, 스티릴아민 화합물, 방향족 디메틸리덴계 화합물, 포르피린계 화합물, 폴리실란계 화합물, 폴리(N-비닐카르바졸), 아닐린계 공중합체, 티오펜올리고머, 폴리티오펜 등의 도전성 고분자 올리고머, 유기 실란, 카본막, 또는 이들의 유도체 등을 들 수 있다. 이들 중에서도 인돌 유도체, 카르바졸 유도체, 방향족 제삼급 아민 화합물, 티오펜 유도체가 바람직하고, 분자 내에 카르바졸기를 갖는 것이 보다 바람직하고, t-부틸 치환 카르바졸기를 갖는 화합물이 특히 바람직하다.

[0077] 상기 전자 수송성 호스트 재료로서는 내구성 향상, 구동 전압 저하의 관점에서 전자친화력(E_a)이 2.5eV 이상 3.5eV 이하가 바람직하고, 2.6eV 이상 3.4eV 이하가 보다 바람직하고, 2.8eV 이상 3.3eV 이하가 특히 바람직하다. 또한, 내구성 향상, 구동 전압 저하의 관점에서 이온화 포텐셜(I_p)이 5.7eV 이상 7.5eV 이하가 바람직하고, 5.8eV 이상 7.0eV 이하가 보다 바람직하고, 5.9eV 이상 6.5eV 이하가 특히 바람직하다.

[0078] 상기 전자 수송성 호스트 재료로서는, 예를 들면 피리딘, 피리미딘, 트리아진, 이미다졸, 피라졸, 트리아졸, 옥사졸, 옥사디아졸, 플루오레논, 안트라퀴노디메탄, 안트론, 디페닐퀴논, 티오피란디옥시드, 카르보다이미드, 플루오레닐리덴메탄, 디스티릴피라진, 불소 치환 방향족 화합물, 나프탈렌페닐렌 등의 복소환 테트라카르복실산 무수물, 프탈로시아닌, 또는 이들의 유도체(다른 환과 축합환을 형성해도 좋다), BAlq 등의 8-퀴놀리놀 유도체의 금속 착체나 메탈프탈로시아닌, 벤조옥사졸이나 벤조티아졸을 배위자로 하는 금속 착체로 대표되는 각종 금속 착체 등을 들 수 있다.

[0079] 상기 전자 수송성 호스트 재료로서는 금속 착체, 아졸 유도체(벤즈이미다졸 유도체, 이미다조피리딘 유도체 등), 아진 유도체(피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 트리아진 유도체 등)가 바람직하고, 그 중에서도 내구성의 점으로부터 금속 착체 화합물이 보다 바람직하다. 금속 착체 화합물(A)은 금속에 배위하는 질소 원자, 산소 원자 및 유황 원자 중 적어도 어느 하나를 갖는 배위자를 갖는 금속 착체가 바람직하다.

[0080] 금속 착체 중의 금속 이온은 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면 베릴륨 이온, 마그네슘 이온, 알루미늄 이온, 갈륨 이온, 아연 이온, 인듐 이온, 주석 이온, 백금 이온, 또는 팔라듐 이온 등을 들 수 있다. 이들 중에서도 베릴륨 이온, 알루미늄 이온, 갈륨 이온, 아연 이온, 백금 이온, 또는 팔라듐 이온이 바람직하고, 알루미늄 이온, 아연 이온, 또는 팔라듐 이온이 특히 바람직하다.

[0081] 상기 금속 착체 중에 포함되는 배위자로서는 각종 공지의 배위자이면 좋고, 「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」, Springer-Verlag사, H. Yersin 저, 1987년 발행, 「유기 금속 화학-기초와 응용-」, 쇼카보사, 야마모토 아키오 저, 1982년 발행 등에 기재된 배위자를 들 수 있다.

[0082] 상기 배위자로서는 질소 함유 헤테로환 배위자(탄소수 1~30이 바람직하고, 탄소수 2~20이 보다 바람직하고, 탄소수 3~15가 특히 바람직하다)가 바람직하다. 또한, 상기 배위자로서는 단좌 배위자이어도 2좌 이상의 배위자이어도 좋지만, 2좌 이상 6좌 이하의 배위자가 바람직하다. 또한, 2좌 이상 6좌 이하의 배위자와 단좌의 혼합 배위자도 바람직하다.

[0083] 상기 배위자로서는, 예를 들면 아진 배위자(예를 들면, 피리딘 배위자, 비피리딘 배위자, 터피리딘 배위자 등을 들 수 있다.), 히드록시페닐아졸 배위자(예를 들면, 히드록시페닐벤즈이미다졸 배위자, 히드록시페닐벤조옥사졸 배위자, 히드록시페닐이미다졸 배위자, 히드록시페닐이미다조피리딘 배위자 등을 들 수 있다.), 알콕시 배위자(예를 들면, 메톡시, 에톡시, 부톡시, 2-에틸헥실옥시 등을 들 수 있고, 탄소수 1~30이 바람직하고, 탄소수 1~20이 보다 바람직하고, 탄소수 1~10이 특히 바람직하다.), 아릴옥시 배위자(예를 들면, 페닐옥시, 1-나프틸옥시, 2-나프틸옥시, 2,4,6-트리메틸페닐옥시, 4-비페닐옥시 등을 들 수 있고, 탄소수 6~30이 바람직하고, 탄소수 6~20이 보다 바람직하고, 탄소수 6~12가 특히 바람직하다), 헤테로아릴옥시 배위자(예를 들면, 피리딜옥시, 피라질옥시, 피리미딜옥시, 퀴놀릴옥시 등을 들 수 있고, 탄소수 1~30이 바람직하고, 탄소수 1~20이 보다 바람직하고, 탄소수 1~12가 특히 바람직하다.), 알킬티오 배위자(예를 들면, 메틸티오, 에틸티오 등을 들 수 있고, 탄소수 1~30이 바람직하고, 탄소수 1~20이 보다 바람직하고, 탄소수 1~12가 특히 바람직하다.), 아릴티오 배위자(예를 들면, 페닐티오 등을 들 수 있고, 탄소수 6~30이 바람직하고, 탄소수 6~20이 보다 바람직하고, 탄소수 6~12가 특히 바람직하다.), 헤테로아릴티오 배위자(예를 들면, 피리딜티오, 2-벤즈이미졸릴티오, 2-벤조옥사졸릴티오, 2-벤조티아졸릴티오 등을 들 수 있고, 탄소수 1~30이 바람직하고, 탄소수 1~20이 보다 바람직하고, 탄소수 1~12가 특히 바람직하다.), 실록시 배위자(예를 들면, 트리페닐실록시기, 트리에톡시실록시기, 트리아이소프로필실록시기 등을 들 수 있고, 탄소수 1~30이 바람직하고, 탄소수 3~25가 보다 바람직하고, 탄소수 6~20이 특히 바람직하다.), 방향족 탄화수소 음이온 배위자(예를 들면, 페닐 음이온, 나프틸 음이온, 및 안트라닐 음이온 등을 들 수 있고, 탄소수 6~30이 바람직하고, 탄소수 6~25가 보다 바람직하고, 탄소수 6

~20이 특히 바람직하다.), 방향족 헤테로환 음이온 배위자(예를 들면, 피롤 음이온, 피라졸 음이온, 트리아졸 음이온, 옥사졸 음이온, 벤조옥사졸 음이온, 티아졸 음이온, 벤조티아졸 음이온, 티오펜 음이온, 및 벤조티오펜 음이온 등을 들 수 있고, 탄소수 1~30이 바람직하고, 탄소수 2~25가 보다 바람직하고, 탄소수 2~20이 특히 바람직하다.), 인돌레닌 음이온 배위자 등을 들 수 있고, 질소 함유 헤테로환 배위자, 아릴옥시 배위자, 헤테로 아릴옥시기, 실록시 배위자 등이 바람직하고, 질소 함유 헤테로환 배위자, 아릴옥시 배위자, 실록시 배위자, 방향족 탄화수소 음이온 배위자, 방향족 헤테로환 음이온 배위자 등이 더욱 바람직하다.

[0084] 상기 금속 착체 전자 수송성 호스트의 예로서는, 예를 들면 일본 특허 공개 2002-235076, 일본 특허 공개 2004-214179, 일본 특허 공개 2004-221062, 일본 특허 공개 2004-221065, 일본 특허 공개 2004-221068, 일본 특허 공개 2004-327313 등의 각 공보에 기재된 화합물을 들 수 있다.

[0085] 상기 호스트 재료의 3중항 최저 여기 준위(T1)로서는 상기 인광 발광 재료의 T1보다 높은 것이 색순도, 발광 효율, 구동 내구성의 점에서 바람직하다.

[0086] 상기 호스트 재료의 함유량으로서는 특별히 제한되는 것은 아니지만, 발광 효율, 구동 전압의 관점에서 발광층을 형성하는 전체 화합물 질량에 대하여 15질량% 이상 95질량% 이하가 바람직하다.

[0087] 상기 발광층의 형성 방법으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면 저항 가열 증착, 전자빔, 스퍼터링, 분자 적층법, 코팅법, LB법 등의 방법을 들 수 있다. 이들 중에서도 저항 가열 증착, 코팅법이 특히 바람직하다.

[0088] 상기 코팅법으로는, 예를 들면 스핀코팅법, 캐스트법, 딥코팅법 등을 들 수 있다.

[0089] -정공 주입층, 정공 수송층-

[0090] 상기 정공 주입층 및 정공 수송층의 재료로서는 양극으로부터 정공을 주입하는 기능, 정공을 수송하는 기능, 음극으로부터 주입된 전자를 장벽하는 기능 중 어느 하나를 갖고 있는 것이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있다.

[0091] 상기 정공 주입층 및 정공 수송층의 재료로서는, 예를 들면 카르바졸 유도체, 트리아졸 유도체, 옥사졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 폴리아릴알칸 유도체, 피라졸린 유도체, 파라졸론 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 아릴아민 유도체, 아미노 치환 칼콘 유도체, 스티릴안트라센 유도체, 플루오레논 유도체, 히드라존 유도체, 스티벤 유도체, 실라잔 유도체, 방향족 제삼급 아민 화합물, 스티릴아민 화합물, 방향족 디메틸리텐계 화합물, 포르피린계 화합물, 폴리실란계 화합물, 폴리(N-비닐카르바졸) 유도체, 아닐린계 공중합체, 티오펜 올리고머, 폴리티오펜 등의 도전성 고분자 올리고머 등을 들 수 있다. 이들은 1종 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다.

[0092] 상기 정공 주입층 및 정공 수송층으로서의 상기 재료의 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 단층 구조이어도 좋고, 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 다층 구조이어도 좋다.

[0093] 상기 정공 주입층 및 정공 수송층의 형성 방법으로는, 예를 들면 진공 증착법, LB법, 정공 주입제 및 정공 수송제를 용매에 용해 또는 분산시켜서 코팅하는 방법(스핀코팅법, 캐스트법, 딥코팅법 등)이 사용된다. 코팅법의 경우, 수지 성분과 함께 용해 내지 분산시킬 수 있다.

[0094] 상기 수지성분으로는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면, 폴리염화비닐 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리스티렌 수지, 폴리메틸메타크릴레이트 수지, 폴리부틸메타크릴레이트 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리술폰 수지, 폴리페닐렌옥시드 수지, 폴리부타디엔, 폴리(N-비닐카르바졸) 수지, 탄화수소 수지, 케톤 수지, 폐녹시 수지, 폴리아미드 수지, 에틸셀룰로오스, 아세트산 비닐 수지, ABS 수지, 폴리우레탄 수지, 멜라민 수지, 불포화 폴리에스테르 수지, 알키드 수지, 에폭시 수지, 실리콘 수지 등을 들 수 있다. 이들은 1종 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다.

[0095] 상기 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면 1nm~5μm가 바람직하고, 5nm~1μm가 보다 바람직하고, 10nm~500nm가 특히 바람직하다. 상기 평균 두께로서는, 예를 들면 단면의 전자현미경 사진을 사용해서 상기 정공 주입층 또는 정공 수송층의 두께를 10점 측정하고, 그 평균값을 평균 두께로 할 수 있다.

[0096] -전자 주입층, 전자 수송층-

[0097] 상기 전자 주입층 및 전자 수송층의 재료로서는 음극으로 전자를 주입하는 기능, 전자를 수송하는 기능, 양극으

로부터 주입된 정공을 장벽하는 기능 중 어느 하나를 갖고 있는 것이면 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있다.

[0098] 상기 전자 주입층 및 전자 수송층의 재료로서는, 예를 들면 트리아졸 유도체, 옥사졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 플루오레논 유도체, 안트라퀴노디메탄 유도체, 안트론 유도체, 디페닐퀴논 유도체, 티오피란디옥시드 유도체, 카르보다이미드 유도체, 플루오레닐리덴메탄 유도체, 디스티릴피라진 유도체, 나프탈렌페릴렌 등의 복소환 테트라카르복실산 무수물, 프탈로시아닌 유도체, 8-퀴놀리놀 유도체의 금속 착체나 메탈프탈로시아닌, 벤조옥사졸이나 벤조티아졸을 배위자로 하는 금속 착체로 대표되는 각종 금속 착체 등을 들 수 있다. 이들은 1종 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다.

[0099] 상기 전자 주입층 및 전자 수송층으로서의 상기 재료의 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 단층 구조이어도 좋고, 동일 조성 또는 이종 조성의 복수층으로 이루어지는 다층 구조이어도 좋다.

[0100] 상기 전자 주입층 및 전자 수송층의 형성 방법으로서, 예를 들면 진공 증착법이나 LB법, 전자 주입제 및 전자 수송제를 용매에 용해 내지 분산시켜서 코팅하는 방법(스핀코팅법, 캐스트법, 딥코팅법 등) 등이 이용된다. 코팅법의 경우, 수지 성분과 함께 용해 내지 분산시킬 수 있고, 상기 수지 성분으로서, 예를 들면 정공 주입층 및 정공 수송층의 경우에 예시한 것을 적용할 수 있다.

[0101] 상기 전자 주입층 및 전자 수송층의 두께로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 1nm~5μm가 바람직하고, 5nm~1μm가 보다 바람직하고, 10nm~500nm가 특히 바람직하다. 상기 평균 두께로서는, 예를 들면 단면의 전자현미경 사진을 사용해서 상기 전자 주입층 또는 전자 수송층의 두께를 10점 측정하고, 그 평균값을 평균 두께로 할 수 있다.

[0102] -중간층-

[0103] 상기 중간층으로서의 상기 제 2 전극의 광 인출면측에 갖고, 입사되는 광의 광로길이인 상기 중간층 내를 진행하는 광의 길이를 조정하는 기능을 갖는다.

[0104] 상기 중간층으로서의 상기 기능을 갖는 것이면 특별히 제한은 없고, 예를 들면, 제 1 전극과 반투과층에서 반사시킬 때의 위상차의 합이 2π 의 정수배일 때, 상기 제 1 전극으로부터 상기 반투과층까지의 광로길이를 발광층에 있어서의 발광 피크 파장을 λ 로 했을 때, $\lambda/2$ 의 정수배가 되도록 조정하는 것 등을 들 수 있다.

[0105] 상기 중간층으로서의 이러한 형태이면, 형상, 구조, 크기 등에 대해서 특별히 제약은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있다.

[0106] 상기 중간층의 재료로서는 입사광의 파장이나 광강도에 유의한 영향을 주지 않는 것이면, 특별히 제한은 없고, 광학적으로 투명한 무기 및 유기 각종 재료, 예를 들면, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴산 메틸, 폴리이미드 등의 투명수지를 들 수 있다.

[0107] 상기 중간층의 형성 방법으로서 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면, 진공법, 스퍼터링법, 저항 가열 증착법, 스핀 코팅법, 스프레이 코팅법, 잉크젯법 등의 방법을 들 수 있다.

[0108] 상기 중간층의 두께로서는 소정 파장의 광이 관찰되는 각도에 의한 색도 변화를 억제할 수 있도록 조정되고, 구체적으로는 하기 일반식(1) 및 일반식(2)로부터 제 1 전극과 중간층 사이에 협지되는 재료의 굴절률과 그 조성, 두께 등에 따라 결정된다.

$$nd_1 = \frac{(2\pi m - \phi_0(\theta) - \phi_1(\theta))\lambda l}{4\pi \cos \theta} = \frac{(2\pi m - \phi_0(0) - \phi_1(0))\lambda l}{4\pi} \quad \theta = 0^\circ \quad \text{일반식 (1)}$$

[0109]

[0110] 단, 상기 일반식(1) 중, n은 각 층의 굴절률을 나타내고, d_1 은 상기 제 1 전극의 발광층측 표면과 상기 제 2 전극의 상기 발광층측 표면 사이의 거리를 나타내고, m은 차수를 나타내고, ϕ_0 은 제 1 전극에서의 반사 위상 어긋남량을 나타내고, ϕ_1 은 제 2 전극에서의 반사 위상 어긋남량을 나타내고, ϕ_2 는 반투과층에서의 반사 위상 어긋남량을 나타내고, λ 1은 발광시키는 광의 피크 파장을 나타낸다.

$$nd_2 = \frac{(2\pi m - \phi_0(\theta) - \phi_2(\theta))\lambda_1}{4\pi \cos \theta} = \frac{(2\pi m - \phi_0(45^\circ) - \phi_2(45^\circ))\lambda_1}{4\pi \cos 45^\circ} \quad \theta = 45^\circ \quad \text{일반식 (2)}$$

[0111]

[0112]

단, 상기 일반식(2) 중 n 은 각 층의 굴절률을 나타내고, d_2 는 상기 제 1 전극의 발광층측의 표면과 상기 중간층의 상기 발광층측의 표면 사이의 거리를 나타내고, m 은 차수를 나타내고, ϕ_0 은 제 1 전극에서의 반사 위상 어긋남량을 나타내고, ϕ_1 은 제 2 전극에서의 반사 위상 어긋남량을 나타내고, ϕ_2 는 반투과층에서의 반사 위상 어긋남량을 나타내고, λ_1 은 발광시키는 광의 피크 파장을 나타낸다.

[0113]

상기 일반식(1)은 파장(λ_1)의 광을 정면방향($\theta=0^\circ$)로부터 관찰했을 때의 공진 조건을 나타낸다. 상기 정면방향이란 상기 기판으로부터 상기 발광층에 수선을 그리고, 이 방향으로부터 본 시야각(θ)이 0° 일 때를 말한다.

[0114]

상기 일반식(2)는 파장(λ_1)의 광을 45° 방향($\theta=45^\circ$)으로부터 관찰했을 때의 공진 조건을 나타낸다. 상기 45° 방향이란 상기 기판으로부터 상기 발광층에 수선을 그리고, 이 방향의 시야각(θ)을 0° 로 했을 때 시야각(θ)이 45° 일 때의 방향을 말한다.

[0115]

상기 중간층의 두께를 상기 일반식(1) 및 일반식(2)의 관계를 만족시키도록 함으로써 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치를 45° (시야각 45°)와 같은 고각도측으로 시프트(이동)시켜도 고각도로부터의 관찰에 대한 거리(d_2)의 공진기 길이의 작용으로 계속해서 고각도측에 있어서도 파장(λ_1)의 광이 방사된다.

[0116]

상기 기판의 정면방향에서는 거리(d_1)의 공진기 길이에 의해 공진효과를 얻은 파장(λ_1)이 인출지지만, 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치가 고각도측으로 시프트해 가면 공진 파장은 단파장측으로 시프트해 간다. 그렇게 하면 거리(d_1)에 의한 공진효과는 작아져 가므로 광강도는 작아져 간다.

[0117]

그러나, 상기 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치가 상기 유기 전계 발광 소자의 면에 근접하는 고각도측에 있어서는 상기 일반식(2)에 있어서 거리(d_2)가 파장(λ_1)의 공진기 길이를 만족시키는 관계에 있으므로 거리(d_2)에 의한 공진효과에 의해 다시 파장(λ_1)광이 서로 강화되어 인출되므로 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치를 바꾸어도 스펙트럼 변화량을 억제할 수 있다.

[0118]

단, 스펙트럼의 피크 또는 색도의 각도 변화량은 도 3 및 도 4에 일례를 나타낸 바와 같이 발광 재료의 발광 스펙트럼의 형태에 의존한다. 공진 파장은, 예를 들면, 도 8에 나타낸 바와 같이, 시야각이 커짐에 따라서 단파장으로 시프트해 간다. 발광 재료는 단파장측으로부터도 발광하고 있으므로 단파장측에서의 발광 강도가 서로 강화되게 되어 시야각 의존 특성(관찰자의 위치에 대응한 색도 변화)이 바뀐다. 그 때문에, 정면 공진 파장은 상기 발광 스펙트럼의 단파장측으로부터 세어서 1번째의 피크 파장보다 짧은 파장에 맞추는 것이 바람직하다. 발광 재료의 피크 파장의 광강도를 1로 하고, 상기 피크 파장보다 단파장측이며, 광강도가 0.2가 될 때까지의 상기 발광 스펙트럼의 단파장측의 경사를 하기 수식 1로 표현할 수 있다.

[0119]

<수식 1>

[0120]

$$\Delta \lambda = \lambda(I_0) - \lambda(0.2 \times I_0)$$

[0121]

단, 상기 수식 1 중 $\lambda(I_0)$ 는 정면 공진 파장, I_0 은 그 파장에 있어서의 발광 강도를 나타내고, $\lambda(0.2 \times I_0)$ 는 $\lambda(I_0)$ 의 발광 강도의 0.2배의 발광 강도가 되는 파장을 나타내고, $\lambda(I_0) > \lambda(0.2 \times I_0)$ 이다.

[0122]

또한, 광강도가 0.2가 될 때까지의 $\Delta \lambda$ 로 정의한 것은 0.2 이하에서는 발광 성분의 SN비가 나빠져 노이즈가 많아지기 때문이다.

[0123]

상기 수식 1의 $\Delta \lambda$ 가 작으면 색도 변화를 억제할 수 있다. $\Delta \lambda$ 는 도 3, 도 4에 나타낸 바와 같이, 발광 스펙트럼의 피크 파장보다 단파장측의 경사를 나타낸다. $\Delta \lambda$ 가 작을수록 도 3에 나타낸 바와 같이 경사가 급해지고, $\Delta \lambda$ 가 클수록 도 4에 나타낸 바와 같이 경사가 완만해진다.

[0124]

$\Delta \lambda$ 가 크면 시야각이 변화(유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치가 변화)해도 공진할 수 있는 발광 성분이 많이 존재하기 때문에 단파장측에서 발광 강도가 서로 강화되게 되고, 시야각 의존 특성이 바뀐다.

[0125]

본 발명자들의 예의연구의 성과에 의해, 본 발명의 유기 전계 발광 소자에서는 $\Delta \lambda$ 를 25nm 미만으로 하면 색미의 변화가 억제되어 디스플레이로서의 성능을 충족시키는 것을 지견했다.

- [0126] 상기 색도 변화로서는 도 7에 나타낸 바와 같이, $\Delta u'v'$ 값을 사용한다. 상기 색도 변화로서는 정면(시야각 0°)에서의 $u'v'$ 값으로부터의 각도마다의 변화량으로 나타낸다. 디스플레이 등 표시 디바이스에 있어서는 일반적으로 $\Delta u'v'$ 값이 0.02를 초과하면 바람직하지 못한 것이 알려져 있다.
- [0127] 예를 들면, 적색(도 7 중, $\Delta \lambda=25\text{nm}$ (공진 파장이 단파장측))에서는 $\Delta \lambda<25\text{nm}$ 에 있어서 색도 변화의 지표 $\Delta u'v'$ 를 시야각 $0\sim 80^\circ$ 의 범위에서 측정하면 0.02 이하로 색도 변화량이 억제되었다. 또한, 도 7에 나타낸 바와 같이, 청색(도 7 중, $\Delta \lambda=20\text{nm}$)이나 녹색(도 7 중, $\Delta \lambda=15\text{nm}$)에서도 마찬가지로 효과가 얻어진다. 또한, 발광 스펙트럼의 피크 파장보다 장파장측에 공진 파장을 설정하면 도 7에 나타낸 바와 같이, $\Delta u'v'$ 값이 0.02를 초과해 버린다. 이렇게, 공진 파장을 피크 파장보다 단파장측으로 하고, $\Delta \lambda$ 를 25nm 미만으로 함으로써 색도 변화를 억제할 수 있다.
- [0128] 구체적으로는 상기 중간층의 평균 두께로서는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 색에 의해 바꿀 수 있고, 예를 들면, 적색의 경우 이하와 같이 결정된다.
- [0129] 정면방향으로 인출되는 광의 피크 파장을 620nm로 했을 때, 발광층 등을 포함하는 제 1 공진기 구조의 두께의 합계가 일반식(1)에 따라 324nm로 되고, 중간층의 굴절률을 1.8로 했을 때, 제 2 공진기 구조의 두께를 일반식(2)에 따라 구하면 465nm가 된다.
- [0130] 따라서, 그 차분으로부터 제 2 전극의 평균 두께를 뺀 두께가 중간층의 평균 두께가 되고, 이 경우 130nm가 최적이다.
- [0131] 상기 중간층에 있어서는 발광 스펙트럼이 넓기 때문에 $\pm 5\text{nm}$ 정도는 허용 오차 범위이다. 시야각에 의존한 피크 파장 시프트를 억제하는 각도역을 45° 방향보다 저각측으로 설정해도 좋고, 40° 방향에서 일반식(2)에 따르면 중간층의 평균 두께는 90nm가 된다. 더 이상 저각으로 하면 피크 파장 시프트가 고각측에서 커져 높은 시야각의 색미를 손상시키는 문제가 생긴다.
- [0132] 따라서, 이 경우, 중간층의 두께는 85~135nm가 바람직하고, 125~135nm가 보다 바람직하다.
- [0133] 상기 평균 두께가 85nm 미만이거나 135nm를 초과하면 관찰자의 위치에 따라서는 색도 변화나 색 어긋남이 커지거나, 효율의 향상이 적어 본 발명의 효과가 얻어지지 않는 경우가 있다.
- [0134] 여기에서, 상기 평균 두께로서는, 예를 들면 단면의 전자현미경 사진을 사용해서 상기 중간층의 두께를 10점 측정하고, 그 평균값을 평균 두께로 할 수 있다.
- [0135] 또한, 녹색, 및 청색의 경우도 적색의 경우와 동일한 원리로 평균 두께를 구할 수 있다.
- [0136] -반투과층-
- [0137] 상기 반투과층은 상기 중간층과 상기 광투과층 사이에 갖고, 상기 발광층으로부터 출사되는 광 및 상기 제 1 전극으로 반사되는 광의 일부를 투과시킴과 아울러 상기 각 광의 다른 일부를 반사시키는 기능을 갖는다.
- [0138] 상기 반투과층의 재료로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있지만, 예를 들면, 금속 등을 들 수 있다.
- [0139] 상기 금속으로서, 예를 들면 은, 마그네슘-은 합금, 알루미늄 등을 들 수 있다.
- [0140] 상기 반투과층의 형성 방법으로서 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면, 전자빔법, 스퍼터링법, 저항 가열 증착법 등의 방법을 들 수 있다.
- [0141] 상기 반투과층의 평균 두께로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면, 3nm~50nm가 바람직하고, 5nm~40nm가 보다 바람직하고, 10nm~30nm가 특히 바람직하다.
- [0142] 상기 평균 두께가 3nm 미만이면 반사율이 낮기 때문에 본 발명의 효과가 얻어지지 않는 경우가 있고, 10nm를 초과하면 투과율이 낮기 때문에 본 발명의 효과가 얻어지지 않는 경우가 있다.
- [0143] 여기에서, 상기 평균 두께로서는, 예를 들면 단면의 전자현미경 사진을 사용해서 상기 반투과층의 두께를 10점 측정하고, 그 평균값을 평균 두께로 할 수 있다.
- [0144] 또한, 상기 반투과층의 평균 두께로서는 광학 거리(d_1)의 공진효과를 높이기 위해서 상기 제 2 전극보다 평균 두께를 얇게 하는 것이 바람직하다. 상기 반투과층의 평균 두께와 상기 제 2 전극의 평균 두께의 비(반투과층의 평균 두께/제 2 전극의 평균 두께)로서는 0.1~2가 바람직하고, 0.2~1.5가 보다 바람직하고, 0.4~1이 특히 바

람직하다.

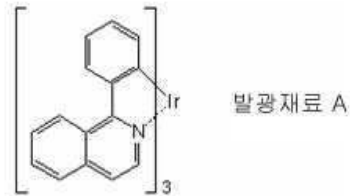
- [0145] 상기 평균 두께의 비가 0.1 미만이면 반사율이 불충분하여 본 발명의 효과가 얻어지지 않는 경우가 있고, 2를 초과하면 목적으로 하는 파장이 강화되지 않거나 또는 고각측에서 보았을 때의 색도 억제 효과가 얻어지지 않는 경우가 있다.
- [0146] -광투과층-
- [0147] 상기 광투과층은 기판과 상기 반투과층 사이에 적어도 갖고, 상기 반투과층과 기판 계면의 반사광의 위상을 상쇄하고, 상기 기판에의 광의 투과량을 증대시키고, 아울러 관찰하는 각도에 의한 색도 변화를 억제하는 기능을 갖는다.
- [0148] 상기 광투과층으로서는 이러한 기능을 가지면 형상, 구조, 크기 등에 대해서 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있다.
- [0149] 상기 광투과층의 재료로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택하면 좋고, 예를 들면, 불화 마그네슘, Alq, 사이통(아사히가라스사 제), SiNx 등을 들 수 있다.
- [0150] 상기 광투과층으로서는, 예를 들면 도 2에 일례를 나타내는 바와 같이, 상기 기판과 상기 반투과층 사이 외에 또한 상기 제 2 전극과 상기 중간층 사이에 갖도록 해도 좋다. 이러한 구성으로 함으로써 제 2 전극의 계면에 있어서의 반사 방지 효과를 향상시킬 수 있어 보다 광 인출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0151] 상기 광투과층의 평균 두께로서는 상기 발광층으로부터 출사되는 광의 피크 파장의 1/4의 길이를 t 로 하고, 상기 광투과층의 굴절률을 n 으로 했을 때, $0.9 \times t/n$ 이상 $1.1 \times t/n$ 이하가 바람직하다.
- [0152] 상기 평균 두께가 $0.9 \times t/n$ 미만이면 본 발명의 효과에 의한 광 인출 효율 향상 효과가 얻어지지 않는 경우가 있고, $1.1 \times t/n$ 을 초과하면 재료에 따라서는 흡수에 의해 반대로 광 인출 효율이 떨어지는 경우가 있다.
- [0153] 구체적으로는, 예를 들면 피크 파장을 적색의 620nm로 하고, MgF_2 를 재료로 했을 경우, MgF_2 는 굴절률이 1.38이기 때문에 101nm~123.5nm가 바람직하게 된다. 반사에 의한 위상변화 등의 구조 전체로서 최적화하면 101nm~123.5nm보다 10nm 얇은 쪽이 좋으므로 91nm~113.5nm가 바람직하다.
- [0154] 상기 광투과층에 있어서는 발광 스펙트럼이 넓기 때문에 $\pm 5nm$ 정도는 두께의 변화로서 허용된다. 따라서, 광투과층의 평균 두께로서는 86nm~118.5nm가 보다 바람직하다.
- [0155] 상기 평균 두께로서는, 예를 들면 단면의 전자현미경 사진을 사용해서 상기 광투과층의 두께를 10점 측정하고, 그 평균값을 평균 두께로 할 수 있다.
- [0156] 상기 광투과층과 인접하고 있는 층의 굴절률차(Δn)로서는 (Δn)이 크면 계면반사율이 향상되므로 효과가 보다 강조되므로 적어도 0.1이 바람직하다.
- [0157] 상기 굴절률차가 0.1 미만이면 반사율이 낮기 때문에 본 발명이 의도하는 공진구조가 얻어지지 않는 경우가 있다. 여기에서, 상기 인접하고 있는 층이란 도 1에 있어서는 기판, 반투과층을 말하고, 도 2에 있어서는 기판, 반투과층, 중간층 및 제 2 전극을 말한다. 상기 굴절률은 엘립소미터(호리바 세이사쿠쇼 제)를 사용해서 측정할 수 있다.
- [0158] -기판-
- [0159] 상기 기판으로서는 그 형상, 구조, 크기 등을 적당히 선택하면 좋고, 일반적으로는 기판의 형상으로서는 판상이 바람직하다. 기판의 구조로서는 단층 구조이어도 좋고, 적층 구조이어도 좋고, 또한 단일부재로 형성되어 있어도 좋고, 2개 이상의 부재로 형성되어 있어도 좋다.
- [0160] 상기 기판으로서는 무색 투명이어도, 유색투명이어도 좋지만, 발광층으로부터 발생하는 광을 산란 또는 쇠퇴시키거나 하는 일이 없는 점에서 무색 투명이 바람직하다.
- [0161] 상기 기판의 재료로서는 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 예를 들면, 이트리아 안정화 지르코니아(YSZ), 유리 등의 무기재료, 폴리에틸렌테레프탈레이트 수지, 폴리부틸렌테레프탈레이트 수지, 폴리에틸렌나프탈레이트 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리스티렌 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리에테르술폰 수지, 폴리아릴레이트 수지, 폴리이미드 수지, 폴리시클로올레핀 수지, 노르보르넨 수지, 폴리(클로로트리플루오로에틸렌) 수지 등을 들 수 있다. 이들은 1종 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다.

- [0162] 상기 기관으로서 유리를 사용할 경우에는 그 재질에 대해서는 유리로부터의 용출 이온을 적게 하기 위해서 무알칼리 유리를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 소다라임 유리를 사용할 경우에는 실리카 등의 배리어 코팅을 실시한 것(예를 들면, 배리어 필름 기관)을 사용하는 것이 바람직하다. 유기재료의 경우에는 내열성, 치수 안정성, 내용제성, 전기절연성, 및 가공성이 우수한 것이 바람직하다.
- [0163] 상기 열가소성 기관을 사용할 경우에는 필요에 따라 하드 코트층, 언더코트층 등을 더 형성해도 좋다.
- [0164] 상기 기관의 상면에 상기 상면 형상을 평탄화시키는 평탄화층을 배치하고, 상기 평탄화층 상에 상기 광투과층 등이 배치되는 것으로 해도 좋다.
- [0165] 상기 평탄화층의 재료로서는 특별히 제한은 없지만, 목적에 따라서 적당히 변경할 수 있고, 예를 들면, SiO_2 , SiON , 폴리이미드 등을 들 수 있다.
- [0166] 이상과 같이 구성되는 본 발명의 유기 전계 발광 소자의 실시형태의 일례에 대해서 도 2를 사용해서 설명한다.
- [0167] 상기 유기 전계 발광 소자(100)는 제 1 전극(9), 전자 수송층(8), 발광층(7), 정공 수송층(6), 제 2 전극(5), 중간층(4), 반투과층(3), 광투과층(2), 기관(1)의 순서대로 배치되어 있다.
- [0168] 이 유기 전계 발광 소자(100)에 있어서는 제 1 전극(9), 전자 수송층(8), 발광층(7), 정공 수송층(6), 및 제 2 전극(5)으로 구성되는 제 1 공진기 구조로서 기능함과 아울러 제 1 전극(9), 전자 수송층(8), 발광층(7), 정공 수송층(6), 제 2 전극(5), 중간층(4), 및 반투과층(3)으로 구성되는 제 2 공진기 구조로서 기능한다.
- [0169] 이렇게 구성되는 유기 전계 발광 소자(100)에 있어서는 상기 정면방향($\theta=0^\circ$)에서는 광학 거리(d_1)의 공진기 길이로부터 선택된 파장(λ_1)의 광이 출사된다. 이것에 대해서 광축방향으로부터의 관찰하는 각도가 커지는 방향에서는 고각도로부터의 관찰에 대한 광학 거리(d_2)의 공진기 길이의 작용으로 계속해서 고각도측에 있어서는 파장(λ_1)의 광이 출사된다. 이 결과로서, 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응해서 생기는 색도 변화를 억제할 수 있다.
- [0170] 본 발명의 유기 전계 발광 소자로서는 대면적의 발광 디바이스를 생각했을 때, 투명전극의 시트 저항 등의 전기 특성 상, 상기 기관(1)측으로부터 광을 인출하는 보텀 이미션형의 구성으로 하는 것이 바람직하다.
- [0171] (유기 전계 발광 디스플레이)
- [0172] 본 발명의 유기 전계 발광 디스플레이는 상기 유기 전계 발광 소자를 갖고 이루어지고, 필요에 따라서 그 밖의 구성을 적용할 수 있다. 상기 그밖의 구성으로서 특별히 제한은 없고, 목적에 따라서 적당히 선택할 수 있고, 디스플레이에 필요한 사항으로서 공지의 수단 전체를 적용할 수 있다.
- [0173] 상기 유기 전계 발광 디스플레이로서는 도 5에 일례를 나타내는 바와 같이, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)에 대응하는 상기 중간층의 두께를 변화시킴으로써 각 색의 광을 인출한다. 이러한 구성으로 함으로써 우수한 광 인출 효율을 가짐과 아울러 소비 전력이 낮아 관찰하는 각도에 의한 색도 변화를 억제할 수 있다.
- [0174] 실시예
- [0175] 이하, 본 발명의 실시예를 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 조금도 한정되는 것은 아니다. 또한, 실시예 중의 재료 굴절률에 대해서는 특별히 언급하지 않는 한, 엘립소메트리(ellipsometry)법에 의한 측정값이다. 엘립소메트리법은 단색광원으로 편광자의 각도 스캔에 의한 측정 방법이기 때문에 그 광원파장에서의 굴절률을 기재했다. 광원은 파장 632.8nm의 He-Ne 레이저를 사용했다.
- [0176] (실시예 1)
- [0177] <유기 전계 발광 소자의 제작>
- [0178] 두께가 0.7mm, 굴절률이 1.51인 유리 기관 상에 광투과층으로서 MgF_2 를 두께가 100nm가 되도록 진공증착에 의해 형성했다. 광투과층의 굴절률을 엘립소미터를 사용해서 측정한 결과 1.38이었다.
- [0179] 광투과층 상에 반투과층으로서 은(Ag)을 두께가 12nm가 되도록 진공증착에 의해 형성했다.
- [0180] 반투과층 상에 중간층으로서 Alq(트리스(8-트히드록시퀴놀리나토)알루미늄)을 두께가 130nm가 되도록 진공증착에 의해 형성했다. Alq의 굴절률을 엘립소미터를 사용해서 측정한 결과 1.74였다.
- [0181] 이어서, 중간층 상에 제 2 전극(양극)으로서 은(Ag)을 두께가 20nm가 되도록 진공증착에 의해 형성하고, 형성한

은막을 전극단자와 접촉시켰다.

[0182] 제 2 전극 상에 정공 수송층으로서 2-TNATA(4,4',4''-트리스(2-나프틸페닐아미노)트리페닐아민)에 F4-TCNQ(2,3,5,6-테트라플루오로-7,7,8,8-테트라시아노퀴노디메탄)을 1.0% 도핑해서 두께가 235nm가 되도록 진공증착에 의해 형성하고, 또한, 정공 수송층 상에 NPD(N,N'-디페닐-N,N'-디(α-나프틸)-벤지딘)를 두께가 10nm가 되도록 진공증착했다.

[0183] 이어서, NPD 상에 발광층을 호스트 재료로서 BA1q(알루미늄(III)비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)4-페닐페놀레이트), 발광 재료로서 하기 구조식으로 나타내어지는 발광 재료 A를 질량비 95:5의 비율로 두께가 30nm가 되도록 진공증착에 의해 형성했다. 또한, 수정 진동자의 신호를 CRTM9000(알바쿠사제)로 모니터한 비율을 질량비로 했다.



[0184]

[0185] 이어서, 발광층 상에 전자 수송층으로서 BA1q(알루미늄(III)비스(2-메틸-8-퀴놀리나토)4-페닐페놀레이트)를 두께가 39nm가 되도록 진공증착에 의해 형성했다. 전자 주입성을 좋게 하기 위해서 BCP(2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트론)을 두께가 1nm가 되도록 진공증착시키고, 또한 LiF를 두께가 1nm가 되도록 진공증착시켰다.

[0186] 이어서, LiF 상에 제 1 전극(음극)으로서 Al을 두께가 100nm가 되도록 진공증착에 의해 형성함으로써 유기 전계 발광 소자(1)를 제작했다.

[0187] 얻어진 유기 전계 발광 소자(1)는 2차의 마이크로 캐비티 구조를 갖고 있으며, 제작한 유기 전계 발광 소자(1)는 적색(약 620nm)의 발광에 최적화된 것이었다.

[0188] (실시예 2)

[0189] <유기 전계 발광 소자의 제작>

[0190] 실시예 1에 있어서, 광투과층을 이하와 같이 형성한 이외는 실시예 1과 동일하게 해서 유기 전계 발광 소자(2)를 제작했다.

[0191] -광투과층의 형성-

[0192] 두께가 0.7mm, 굴절률이 1.51인 유리 기판 상에 광투과층으로서 MgF₂를 두께가 112nm가 되도록 진공증착에 의해 형성했다. 광투과층의 굴절률을 엘립소미터를 사용해서 측정한 결과 1.38이었다.

[0193] 얻어진 유기 전계 발광 소자(2)는 2차의 마이크로 캐비티 구조를 갖고 있으며, 제작한 유기 전계 발광 소자(2)는 적색(약 620nm)의 발광에 최적화된 것이었다.

[0194] (실시예 3)

[0195] <유기 전계 발광 소자의 제작>

[0196] 실시예 1에 있어서, 중간층을 이하와 같이 형성한 이외는 실시예 1과 동일하게 해서 유기 전계 발광 소자(3)를 제작했다.

[0197] -중간층의 형성-

[0198] 반투과층 상에 중간층으로서 MgF₂막을 두께 30nm 증착하고, 계속해서 ITO를 두께가 100nm가 되도록 진공증착에 의해 형성했다. 각각의 굴절률을 엘립소미터를 사용해서 측정한 결과 MgF₂가 1.38, ITO가 1.98이었다.

[0199] 얻어진 유기 전계 발광 소자(3)는 2차의 마이크로 캐비티 구조를 갖고 있으며, 제작한 유기 전계 발광 소자(3)는 적색(약 620nm)의 발광에 최적화된 것이었다.

[0200] (비교예 1)

[0201] <유기 전계 발광 소자의 제작>

- [0202] 실시예 1에 있어서, 광투과층, 반투과층, 및 중간층을 갖지 않는 구성으로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 해서 유기 전계 발광 소자(4)를 제작했다.
- [0203] (비교예 2)
- [0204] <유기 전계 발광 소자의 제작>
- [0205] 실시예 1에 있어서, 광투과층을 갖지 않는 구성으로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 해서 유기 전계 발광 소자(5)를 제작했다.
- [0206] (평가)
- [0207] 제작한 각 유기 전계 발광 소자의 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응한 색도 변화 및 광 인출 효율을 이하와 같이 평가했다. 또한, 실시예 1 및 비교예 1에 대해서 이하와 같이 해서 발광 스펙트럼을 측정했다.
- [0208] -유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응한 색도 변화-
- [0209] 제작한 각 유기 전계 발광 소자를 세워서 배치하고, 각 각도(상기 기관으로부터 상기 발광층에 수선을 그리고, 이 방향으로부터 본 시야각을 0° 로 하고, 상기 수선을 기준으로 좌우방향으로 $\pm 85^\circ$ 까지 5° 씩)에 있어서의 CIE 색도 좌표의 u', v' 를 스펙트럼으로부터 산출해 낸 x, y 색도 좌표로부터 CIE1976의 규격에 의거해서 구했다. 결과를 도 6에 나타낸다.
- [0210] -광 인출 효율-
- [0211] 제작한 각 유기 전계 발광 소자를 발광시키고, 그 광량을 광량계(멀티 채널 분광기, 오션포토닉스 가부시키키가이샤 제)로 측정했다. 측정한 광량에 의거해서 광 인출 효율을 산출했다. 결과를 표 1에 나타낸다.
- [0212] <시야각을 바꾼 발광 스펙트럼의 측정>
- [0213] 제작한 실시예 1 및 비교예 1의 유기 전계 발광 소자에 대해서 고니오 스테이지로 샘플 소자를 회전시키면서 분광 휘도계 CS2000(코니카 미놀타사 제)에 의해 발광 스펙트럼을 측정했다. 실시예 1의 결과를 도 8, 비교예 1의 결과를 도 9에 나타낸다.

표 1

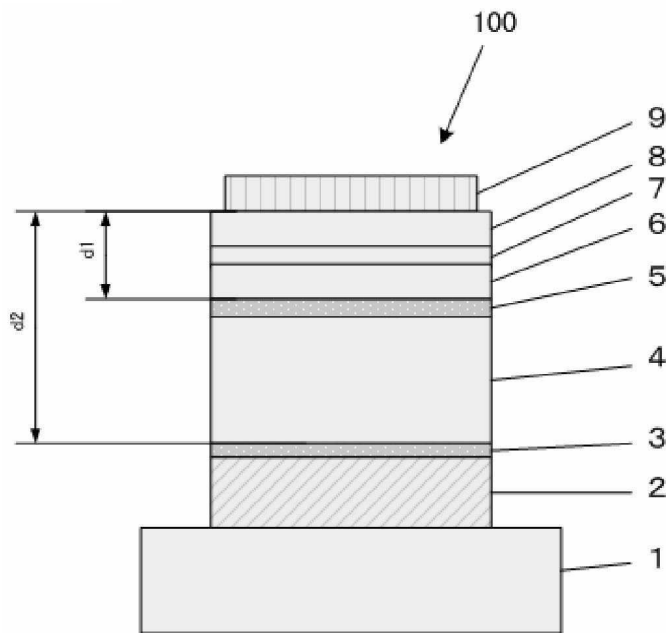
	실시예1	실시예2	실시예3	비교예1	비교예2
효율 (cd/A)	18.08	18.11	18.26	14.83	17.28

- [0214]
- [0215] 단, 표 1 중의 효율이란 $1,000\text{cd/m}^2$ 에서의 전류 휘도 효율을 나타낸다.
- [0216] 표 1로부터 실시예 1~3은 비교예 1~2와 비교해서 광 인출 효율이 향상되어 있는 것을 알 수 있었다.
- [0217] 또한, 도 6으로부터 실시예 1~3은 $\Delta u'v'$ 값이 0.02인 것에 대해서 비교예 1~비교예 2에서는 $\Delta u'v'$ 값이 0.02를 크게 상회하고 있는 것을 알 수 있었다. 이것에 의해 실시예 1~3에서는 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응한 색도 변화가 크게 억제되어 있는 것을 알 수 있었다.
- [0218] 또한, 도 8에 나타난 바와 같이, 비교예 1의 발광 스펙트럼은 시야각이 커짐에 따라 스펙트럼의 피크 위치가 단파장측으로 시프트해서 스펙트럼의 형상도 변화되어 있는 것을 알 수 있었다.
- [0219] 또한, 도 9에 나타난 바와 같이, 실시예 1의 발광 스펙트럼은 비교예 1과 비교하면 스펙트럼의 피크 위치의 시프트가 작고, 시야각이 바뀌어도 비교적 같은 형상을 하고 있는 것을 알 수 있었다. 스펙트럼의 형상 변화는 색미의 변화와 상관되는 것이 알려져 있으며, 피크 위치의 시프트량, 스펙트럼 형상 모두 변화가 적은 쪽이 우수한 것이 된다. 즉, 실시예 1과 같은 구성이 색도 변화에 추가해서 광투과층의 효과에 의해 광 인출의 휘도가 향상되어 있는 것을 알 수 있었다.

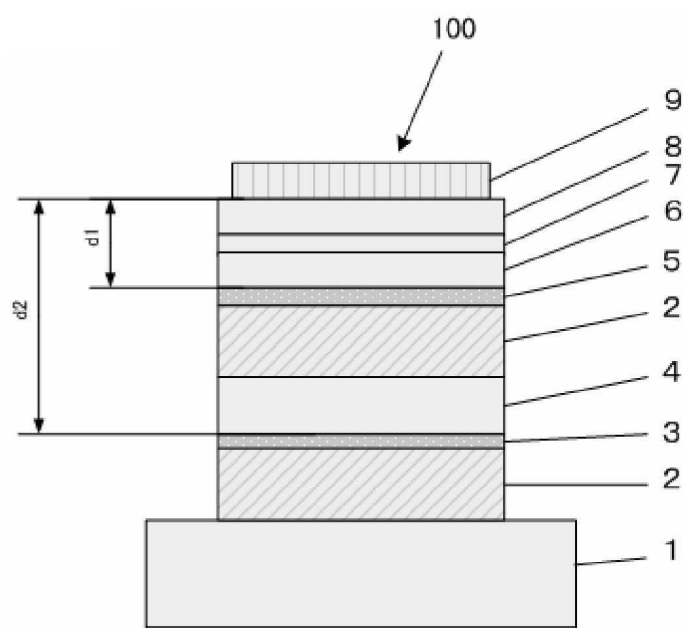
[0220] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 우수한 광 인출 효율을 가짐과 아울러 유기 전계 발광 소자에 대한 관찰자의 위치에 대응해서 색도 변화를 억제할 수 있으므로, 예를 들면, 디스플레이, 컴퓨터, 차재용 표시기, 야외 표시기, 가정용 기기, 업무용 기기, 가전용 기기, 교통 관계 표시기, 시계 표시기, 캘린더 표시기, 루미네선트 스크린, 음향 기기 등을 비롯한 각종 분야에 있어서 바람직하게 사용할 수 있다.

도면

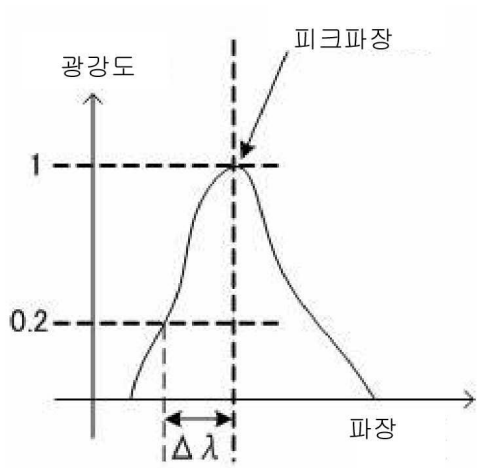
도면1



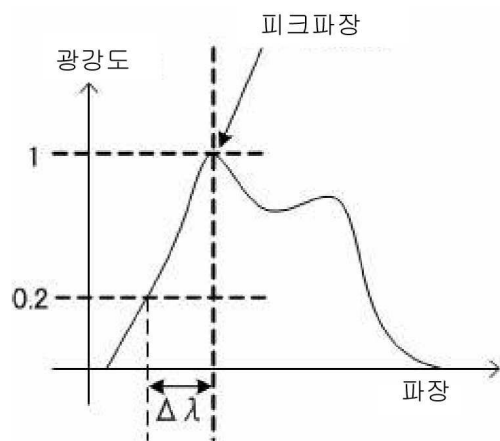
도면2



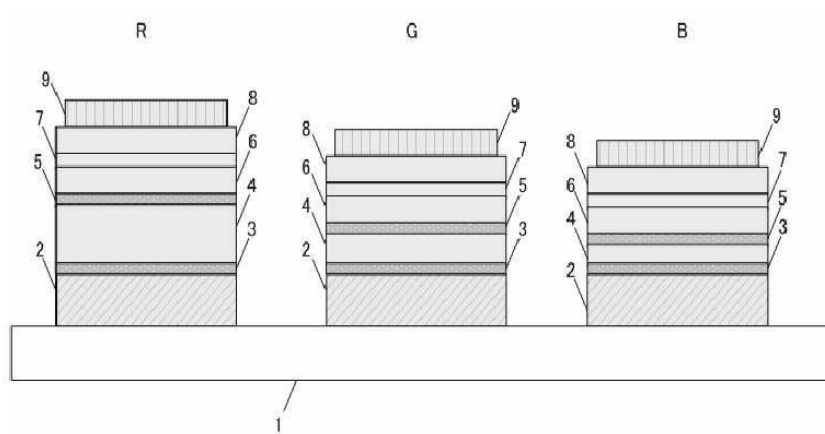
도면3



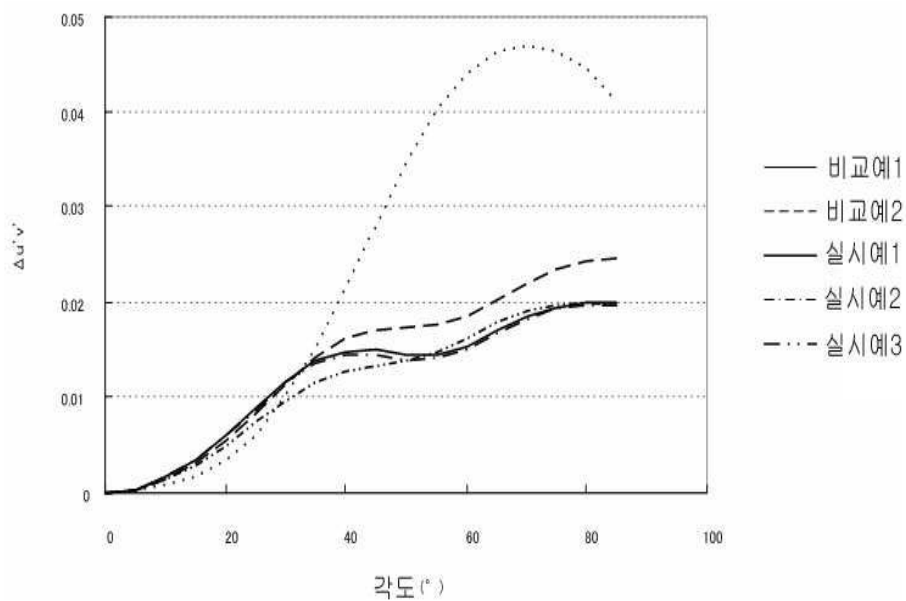
도면4



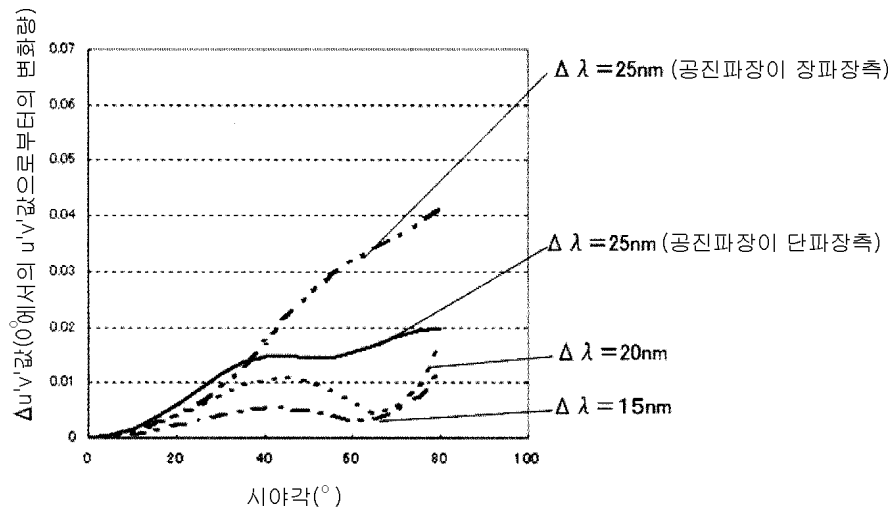
도면5



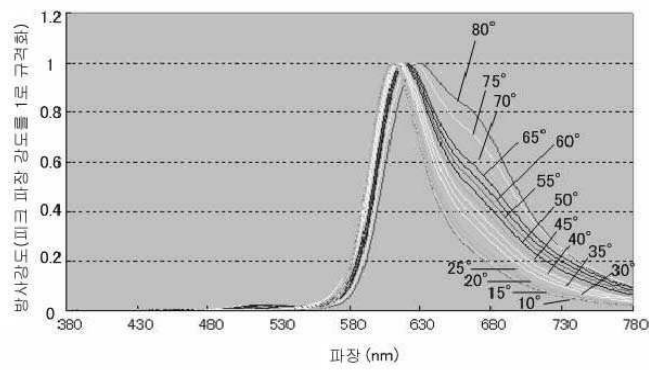
도면6



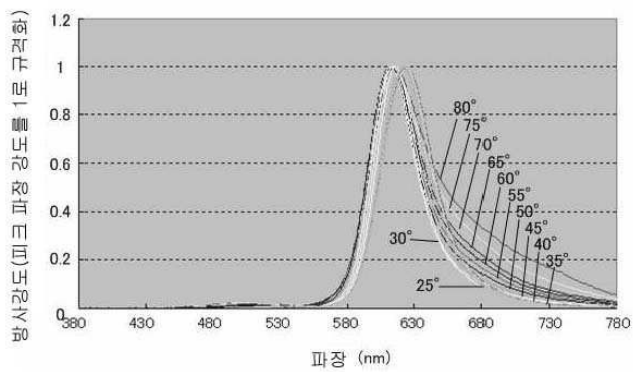
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	标题：有机电致发光器件和使用其的有机电致发光显示器		
公开(公告)号	KR101691673B1	公开(公告)日	2016-12-30
申请号	KR1020110025177	申请日	2011-03-22
[标]申请(专利权)人(译)	UDC爱尔兰有限公司		
申请(专利权)人(译)	玉，DC爱尔兰有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	玉，DC爱尔兰有限公司		
[标]发明人	IMADA YUUKI 이마다유우키 KITAMURA YOSHITAKA 기타무라요시타카		
发明人	이마다유우키 기타무라요시타카		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/02 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/5265 H01L27/3211 H01L27/3206		
优先权	2010073200 2010-03-26 JP		
其他公开文献	KR1020110108271A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用途：提供一种有机电场发光元件和使用该有机电场发光元件的有机电场发光显示器，通过抑制颜色变化来提高透光层的光提取效率。组成：在有机电场发光元件中以及使用其的有机电场发光显示器，在基板（1）上形成光透射层（2），半透射层（3）和中间层（4）。在中间层上形成第二电极（5）。在第二电极上形成空穴传输层（6）。在空穴传输层上形成发光层（7）。在发光层上形成电子传输层（8）。在电子传输层上形成第一电极（9）。COPYRIGHT KIPO 2012

