



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월12일  
(11) 등록번호 10-1273767  
(24) 등록일자 2013년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H05B 33/22 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2006-0071521  
(22) 출원일자 2006년07월28일  
심사청구일자 2011년07월28일  
(65) 공개번호 10-2007-0015085  
(43) 공개일자 2007년02월01일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2005-00221105 2005년07월29일 일본(JP)  
(뒷면에 계속)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR100329571 B1\*  
KR1020010062711 A\*  
KR1020030039100 A\*  
KR1020040028480 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
산요덴키가부시키가이샤  
일본 오사카후 모리구치시 게이한 혼도오리 2쵸메  
5반 5고  
(72) 발명자  
니시무라, 가즈끼  
일본 519-4561 미에켄 구마노시 아스카쵸 오마따  
226-1  
하마다, 유지  
일본 636-0934 나라켄 이코마군 헤구리쵸 하쓰까  
다이 2-6-36  
(74) 대리인  
주성민, 장수길

전체 청구항 수 : 총 19 항

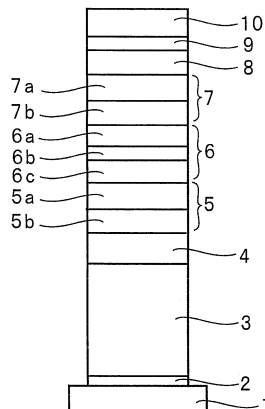
심사관 : 추장희

(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자 및 유기 전계 발광 표시 장치

(57) 요약

본 발명은 음극; 양극; 음극 및 양극 사이에 중간 유닛을 통해 적층되는 복수의 발광 유닛; 양극에 가장 가까운 발광 유닛과 양극 사이에 설치되는 캐비티 조정층; 및 캐비티 조정층에 인접하여 발광 유닛측에 설치되는 전자 인출층을 구비하고, 캐비티 조정층의 막 두께를 조정함으로써, 각 발광 유닛의 발광 위치로부터 양극까지의 광학적 거리가 조정되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(30) 우선권주장

JP-P-2005-00345887 2005년11월30일 일본(JP)

JP-P-2006-00085321 2006년03월27일 일본(JP)

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

삭제

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

음극; 양극; 상기 음극 및 상기 양극 사이에 배치되는 중간 유닛; 상기 음극 및 상기 중간 유닛 사이에 배치되는 제1 발광 유닛; 상기 양극 및 상기 중간 유닛 사이에 배치되는 제2 발광 유닛; 및 상기 중간 유닛 및 상기 제2 발광 유닛 사이에 배치되고, 상기 중간 유닛에 인접하여 설치되는 캐비티 조정 유닛을 구비하고,

상기 중간 유닛은 상기 캐비티 조정 유닛으로부터 전자를 인출하기 위한 제1 전자 인출층, 및 상기 제1 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층을 갖고,

상기 캐비티 조정 유닛은 상기 제1 전자 인출층의 음극측에 인접하여 설치되고, 상기 제1 전자 인출층에 전자가 인출되는 제1 캐비티 조정층, 및 음극측에 인접하는 전자 공급층으로부터 전자를 인출하기 위한 제2 전자 인출층을 갖고,

상기 제1 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(B)|$  와 상기 제1 캐비티 조정층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(A)|$  가  $|HOMO(A)| - |LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 상기 전자 주입층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$  는  $|LUMO(B)|$  보다 작고,

상기 제2 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(D)|$  와 상기 전자 공급층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(E)|$  가  $|HOMO(E)| - |LUMO(D)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 상기 제1 캐비티 조정층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$  와  $|LUMO(D)|$  가  $|LUMO(A)| < |LUMO(D)|$ 의 관계에 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 전자 공급층이 상기 제1 발광 유닛 내에 설치되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 5

제3항에 있어서, 상기 전자 공급층이 상기 캐비티 조정 유닛 내에 설치된 제2 캐비티 조정층인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 6

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 캐비티 조정층이 홀 수송성 재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 홀 수송성 재료가 3급 아릴아민계 재료인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 8

제3항에 있어서, 상기 캐비티 조정 유닛이 상기 제1 캐비티 조정층과 상기 제2 전자 인출층을 조합하여 복수의 반복 단위로 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 9

제3항에 있어서, 상기 중간 유닛 내의 상기 전자 주입층과 상기 제2 발광 유닛 사이에 전자 수송층이 설치되어

있고, 상기 전자 수송층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(F)|$  가  $|LUMO(C)|$  또는  $|WF(C)|$  보다 작은 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 10

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전자 인출층이 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 피라진 유도체로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

<화학식 1>

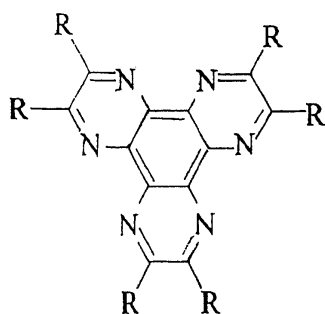


(식 중, Ar은 아릴기를 나타내고, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제1 및(또는) 제2 전자 인출층이 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 헥사아자트리페닐렌 유도체로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

<화학식 2>



(식 중, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

#### 청구항 12

반사 전극; 광 취출층 전극; 및 상기 반사 전극 및 상기 광 취출층 전극 사이에 배치되는 제1 발광층 및 제2 발광층을 구비하는 유기 전계 발광 소자이며,

상기 제1 발광층의 발광 위치와 상기 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리가  $(n/x)\lambda$  이고, 상기 제2 발광층의 발광 위치와 상기 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리가  $[(n+m)/2x]\lambda$  ( $\lambda$ 는 취출하고자 하는 발광의 중심 파장, n은 홀수, m은 짝수, x는 자연수이다)이며, 상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층이 중간 유닛을 통해 적층되고, 상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층 각각이 적층된 구조를 갖는 백색 발광층인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 반사 전극과 상기 중간 유닛 사이에 상기 제1 발광층이 배치되고, 상기 광 취출층 전극

과 상기 중간 유닛 사이에 상기 제2 발광층이 배치되어 있는 경우에서, 상기 반사 전극과 상기 제1 발광층 사이에 제1 캐비티 조정층이 설치되고, 상기 중간 유닛과 상기 제2 발광층 사이에 제2 캐비티 조정층이 설치되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 15

제12항 또는 제14항에 있어서,

상기 반사 전극 및 상기 광 추출층 전극 중의 한쪽이 양극이고, 다른 쪽이 음극이고,

상기 중간 유닛이 음극측에 설치되는 전자 인출층; 상기 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층; 및 상기 전자 주입층의 양극측에 인접하는 전자 수송층으로 구성되어 있고,

상기 전자 인출층이 그 양극측에 인접하는 인접층으로부터 전자를 인출하고, 인출한 전자를 상기 전자 주입층 및 상기 전자 수송층을 통해 양극측에 공급하는 동시에, 전자의 인출에 의해 상기 인접층에 발생한 홀이 음극측에 공급되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 16

제14항에 있어서, 상기 제1 캐비티 조정층 및(또는) 상기 제2 캐비티 조정층이 홀 수송성 재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 17

제12항 또는 제14항에 있어서, 상기 백색 발광층이 오렌지색 발광층과 청색 발광층을 적층한 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 18

양극과 음극에 협지된 소자 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자, 및 표시 화소마다 대응한 표시 신호를 상기 유기 전계 발광 소자에 공급하기 위한 능동 소자가 설치된 활성 매트릭스 구동 기판을 구비하고, 상기 유기 전계 발광 소자를 상기 활성 매트릭스 구동 기판 상에 배치하고, 상기 음극 및 상기 양극 중 상기 기판측에 설치되는 전극을 투명 전극으로 한 배면 발광형의 유기 전계 발광 표시 장치이며,

상기 유기 전계 발광 소자로서, 제3항 내지 제5항, 제12항 및 제14항 중 어느 한 항에 기재된 유기 전계 발광 소자를 이용한 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 유기 전계 발광 소자가 백색 발광 소자이고, 상기 유기 전계 발광 소자와 상기 기판 사이에 컬러 필터가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

#### 청구항 20

양극과 음극에 협지된 소자 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자; 표시 화소마다 대응한 표시 신호를 상기 유기 전계 발광 소자에 공급하기 위한 능동 소자가 설치된 활성 매트릭스 구동 기판; 및 상기 활성 매트릭스 구동 기판과 대향하여 설치되는 투명한 밀봉 기판을 구비하고, 상기 유기 전계 발광 소자를 상기 활성 매트릭스 구동 기판과 상기 밀봉 기판 사이에 배치하고, 상기 음극 및 상기 양극 중 상기 밀봉 기판측에 설치되는 전극을 투명 전극으로 한 전면 발광형의 유기 전계 발광 표시 장치이며,

상기 유기 전계 발광 소자로서, 제3항 내지 제5항, 제12항 및 제14항 중 어느 한 항에 기재된 유기 전계 발광 소자를 이용하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

#### 청구항 21

제20항에 있어서, 상기 유기 전계 발광 소자가 백색 발광 소자이고, 상기 유기 전계 발광 소자와 상기 밀봉 기판 사이에 컬러 필터가 배치되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

#### 청구항 22

제3항 내지 제5항, 제12항 및 제14항 중 어느 한 항에 기재된 유기 전계 발광 소자를 이용하는 것을 특징으로

하는 유기 전계 발광 장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 종래기술의 문헌 정보

- [0055] [문헌 1] 일본 특허 공개 제2003-272860호 공보
- [0056] [문헌 2] 일본 특허 공개 제2004-342614호 공보
- [0057] [문헌 3] 일본 특허 공개 제2003-151776호 공보
- [0058] [문헌 4] 일본 특허 공개 제2004-207000호 공보
- [0059] [문헌 5] 일본 특허 공개 제2003-229269호 공보
- [0060] [문헌 6] 일본 특허 공개 제2006-49396호 공보
- [0061] [문헌 7] 일본 특허 공개 제2003-272860호 공보
- [0062] [문헌 8] SYNTHESIS, April, 1994, 378 내지 380 페이지 "Improved Synthesis of 1,4,5,8,9,12-Hexaazatriphenylenehexacarboxylic Acid"

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0063] 본 발명은 유기 전계 발광 소자 및 유기 전계 발광 표시 장치에 관한 것이다.
- [0064] 유기 전계 발광 소자(유기 EL 소자)는 디스플레이나 조명으로의 응용 측면에서 활발히 개발이 이루어지고 있다. 유기 EL 소자의 구동 원리는 이하와 같은 것이다. 즉, 양극 및 음극으로부터 각각 홀과 전자가 주입되고, 이들이 유기 박막 내에 수송되고, 발광층에서 재결합하여 여기 상태가 생기고, 이 여기 상태에서부터 발광이 얻어진다. 발광 효율을 높이기 위해서는 효율적으로 홀 및 전자를 주입시켜 유기 박막 내로 수송시키는 것이 필요하다. 그러나, 유기 EL 소자 내의 캐리어 이동은 전극과 유기 박막 간의 에너지 장벽이나 유기 박막 내의 낮은 캐리어 이동도에 의해 제한을 받기 때문에 발광 효율의 향상에도 한계가 있다.
- [0065] 한편, 발광 효율을 향상시키는 다른 방법으로서 복수의 발광층을 적층하는 방법을 들 수 있다. 예를 들면, 보색 관계에 있는 오렌지색 발광층과 청색 발광층을 직접 접하도록 적층함으로써 1층의 경우보다 높은 발광 효율을 얻을 수 있는 경우가 있다. 예를 들면, 청색 발광층의 발광 효율이 10 cd/A이고, 오렌지색 발광층의 발광 효율이 8 cd/A인 경우에, 이들을 적층하여 백색 발광 소자로 한 경우, 15 cd/A의 발광 효율을 얻을 수 있었다.
- [0066] 그러나, 복수의 발광층을 적층한 경우, 발광 영역이 복수 존재하기 때문에 캐비티 조정이 곤란해진다는 문제가 있었다. 즉, 발광층으로부터의 광에는 양극측에 출사되는 광과 음극측에 출사되는 광이 있고, 음극은 일반적으로 반사성 전극으로 형성되기 때문에, 음극측에 출사된 광은 음극에서 반사되어 양극측에 출사된다. 이와 같이, 유기 EL 소자에서는 이중 경로에 의한 광학 간섭이 존재하기 때문에, 소자 내의 광학적 거리를 조정하여 소자로부터 출사되는 광량을 높이는 것이 설계상 중요해진다.
- [0067] 일본 특허 공개 제2003-272860호 공보 및 일본 특허 공개 제2004-342614호 공보에서는 복수의 발광 유닛을 적층한 유기 EL 소자에 있어서 각 발광 유닛마다 각각의 광학적 막 두께를 조정함으로써 상기한 캐비티 조정을 행하고 있다. 그러나, 각 발광 유닛마다 발광 유닛을 구성하는 층의 두께를 조정하면, 각 발광 유닛에서의 캐리어 균형이 변화되고, 소자 특성 자체가 크게 변화되어 원하는 특성을 얻을 수 없다는 문제가 있었다.
- [0068] 또한, 유기 EL 소자에서는 전극과 발광층 사이에 홀 또는 전자를 이송시키기 위한 전하 수송층이나 전하 주입층 등이 일반적으로 설치된다.
- [0069] 일본 특허 공개 제2003-151776호 공보에서는 양극측으로부터 음극측에 걸쳐 홀 주입층, 홀 수송층, 전자 포획층, 발광층, 및 전자 수송층이 적층된 구조에 있어서, 전자 포획층 소재의 전도대 최저 준위를 홀 수송층 소재의 전도대 최저 준위 및 발광층 소재의 전도대 최저 준위보다 낮게 하는 것이 제안되어 있다. 이에 따라,

양극층의 홀 수송층 소재의 열화를 방지하고 있다.

[0070] 일본 특허 공개 제2004-207000호 공보에서는 인접하는 2층의 홀 수송층의 계면에, 인접하는 홀 수송층의 구성 재료가 혼합되어 이루어지는 혼합층을 개재시키는 것이 제안되어 있고, 이에 따라 인접하는 2층의 전하 수송층 간의 밀착성을 향상시키고, 발광 효율이나 휘도 수명을 향상시킬 수 있다고 설명되어 있다.

[0071] 일본 특허 공개 제2003-229269호 공보에서는 음극과 발광층 사이에 음극 완충층과 전자 수송층을 교대로 적어도 2회 이상 적층함으로써 전자 수송 효율을 제어하는 것이 제안되어 있다.

[0072] 종래부터 홀 수송층으로서는 NPB(N,N'-디(나프타센-1-일)-N,N'-디페닐벤지딘) 등의 3급 아릴아민계 재료가 이용되고 있지만, 캐비티를 조정하기 위해 상기 NPB 등으로 이루어지는 홀 수송층의 막 두께를 두껍게 하면, NPB 등의 홀 수송성 재료의 캐리어 이동도가 낮기 때문에 구동 전압이 높아진다는 문제가 있었다. 따라서, 종래부터 NPB 등의 막 두께를 두껍게 하더라도 구동 전압을 감소시킬 수 있는 유기 EL 소자의 소자 구조가 요구되었다.

[0073] 또한, 유기 EL 디스플레이에서는 시야각 의존성이 존재하여 화상의 색조가 정면과 비스듬한 경우에는 약간 변화된다는 문제가 있다. 유기 EL 디스플레이에서의 시야각 의존성은 액정 디스플레이와 같이 비스듬하게 보면 화상이 반전될 만큼 큰 것은 아니다. 그 이유는 유기 EL 소자를 구성하는 유기층과 무기층(ITO막) 등의 굴절률 차이가 큰 점과, 유기 EL 소자에서의 음극이 미러의 역할을 하여 소자 내에서 광학 간섭이 생기기 때문이다. 이 미소한 시야각 의존성은 유기 EL 디스플레이의 표시 품질을 손상시키는 것이기 때문에 감소시키는 것이 바람직하다. 그러나, 시야각 의존성을 충분히 감소시킬 수 있는 제안은 아직 이루어지지 않았다.

[0074] 한편, 유기 EL 디스플레이는 휴대 기기용 디스플레이로서 기대되고 있고, 저소비 전력 및 긴 수명이 요구되고 있다. 본 출원인은 복수의 발광층을 중간 유닛을 통해 적층함으로써 소비전력의 감소 및 수명의 향상을 도모할 수 있다는 것을 발견하였다(일본 특허 공개 제2006-49396호 공보). 그러나, 이 특허 문헌에는 시야각 의존성에 대하여 전혀 개시되어 있지 않다.

[0075] 일본 특허 공개 제2003-272860호 공보에서는 복수의 발광층을 적층하는 것이 개시되어 있으며, 2개의 광원에 있어서, 반사 전극에 가까운 쪽의 광원과 반사 전극의 거리를  $1/4\lambda$ 로 하고, 반사 전극으로부터 먼 쪽의 광원과 반사 전극의 거리를  $3/4\lambda$ (으)로 함으로써 휘도 및 발광 효율이 향상된다고 기재되어 있다. 이와 같이 설정하면, 확실히 정면 방향으로의 광의 강도는 최대가 되지만, 경사 방향(예를 들면  $60^\circ$ )에서는 반대로 강도가 저하되어 시야각 의존성이 커지고, 표시 품질이 현저히 저하된다.

[0076] 문헌[SYNTHESIS, April, 1994, 378 내지 380페이지 "Improved Synthesis of 1,4,5,8,9,12-Hexaazatriphenylenehexacarboxylic Acid"]에는 본 발명에서 이용하는 헥사아자트리페닐렌 유도체의 합성법이 개시되어 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0077] 본 발명의 제1 목적은 복수의 발광 유닛을 적층한 유기 EL 소자에 있어서, 각 발광 유닛 내에서의 막 두께를 바꾸지 않고 용이하게 캐비티를 조정할 수 있는 유기 EL 소자 및 이를 이용한 유기 EL 표시 장치를 제공하는 데에 있다.

[0078] 본 발명의 제2 목적은 캐비티를 조정할 수 있으면서 높은 발광 효율을 갖고, 구동 전압을 감소시키고, 신뢰성을 높일 수 있는 유기 EL 소자 및 유기 EL 표시 장치를 제공하는 데에 있다.

[0079] 본 발명의 제3 목적은 시야각 의존성을 감소시킬 수 있는 유기 EL 소자를 제공하는 데에 있다.

### 발명의 구성 및 작용

[0080] <본 발명의 제1 국면>

[0081] 본 발명의 유기 EL 소자는 음극; 양극; 및 음극 및 양극 사이에 중간 유닛을 통해 배치되는 복수의 발광 유닛을 구비하고, 양극에 가장 가까운 발광 유닛과 양극 사이에 각 발광 유닛의 발광 위치로부터 양극까지의 광학적 거리를 조정하는 캐비티 조정층, 및 캐비티 조정층에 인접하여 발광 유닛측에 설치되는 전자 인출층을 추가로 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0082] 본 발명에서는 양극에 가장 가까운 발광 유닛과 음극 사이에 캐비티 조정층이 설치되어 있어 캐비티 조정층의 막 두께를 조정함으로써 각 발광 유닛의 발광 위치로부터 양극까지의 광학적 거리를 조정할 수 있다. 이 때

에, 각 발광 유닛 내의 막 두께를 변화시키지 않고 캐비티를 조정할 수 있다. 이 때문에, 소자 특성에 큰 변화를 제공하지 않고 캐비티를 조정할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 각 발광 유닛의 발광 위치로부터 투명 전극인 양극층에 출사되었을 때의 광로, 및 음극층에 출사되고 반사성 전극인 음극에 반사되어 양극층을 향하는 광로에 의한 광학 간섭을 조정할 수 있어 소자로부터의 광 추출량을 높일 수 있다.

[0083] 본 발명에서는 캐비티 조정층의 발광 유닛측에 캐비티 조정층에 인접하여 전자 인출층이 설치된다. 이 전자 인출층은 발광 유닛측에 인접하는 층으로부터 전자를 인출하고, 이에 따라 발생한 홀을 발광 유닛측에 공급하는 동시에, 인출한 전자를 양극층에 공급한다. 이 전자 인출층에 인접하는 층은 발광 유닛 내의 층일 수도 있고, 발광 유닛에 포함되지 않는 층일 수도 있다. 즉, 전자 인출층은 발광 유닛에 인접할 수도 있고, 발광 유닛 이외의 층에 인접할 수도 있다.

[0084] 캐비티 조정층의 발광 유닛측에 전자 인출층을 설치함으로써 유기 EL 소자의 수명 특성을 길게 할 수 있다.

[0085] 본 발명에서는 캐비티 조정층의 막 두께를 조정함으로써 각 발광 유닛의 발광 위치로부터 양극층까지의 광학적 거리를 조정하고 있다. 이 때문에, 캐비티 조정층을 구성하는 재료는 막 두께의 변화에 따른 발광 특성에 대한 영향이 적은 재료인 것이 바람직하다. 일반적으로, 유기 EL 소자를 구성하는 유기층의 막 두께가 두꺼워지면, 구동 전압이 증대되거나 발광 효율이 저하된다. 이러한 영향을 감소시키는 측면에서, 본 발명에서의 캐비티 조정층을 구성하는 재료는 캐리어 이동도가  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 재료가 바람직하고, 더욱 바람직하게는  $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상의 캐리어 이동도를 갖는 재료가 이용된다. 본 발명에서의 캐비티 조정층은 홀 수송성 재료로 형성되는 것이 바람직하고, 따라서, 그 홀 이동도는  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는  $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  이상이다. 캐리어 이동도는 비행 시간(Time of Flight)법에 의해 측정할 수 있다.

[0086] 또한, 본 발명에서의 캐비티 조정층은 발광 유닛으로부터의 광을 외부로 인출할 때 손실없이 외부로 추출할 수 있도록 하기 위해, 그 굴절률은 다른 유기층과의 정합성을 고려하여 1.6 내지 1.8 범위 내인 것이 바람직하다. 굴절률은 예를 들면 실리콘 기판 상에 막 두께 100 nm의 측정 대상의 박막을 형성하여 엘립소미터로 측정할 수 있다. 엘립소미터의 광원으로는 예를 들면 출력 1 mW의 He-Ne 레이저(파장 632.8 nm)를 사용할 수 있다.

[0087] 또한, 본 발명에서의 캐비티 조정층을 구성하는 재료는 1  $\mu\text{m}$ 의 막 두께 이고, 파장 400 nm 내지 700 nm 범위의 가시광을 50% 이상 투과하는 재료인 것이 바람직하다. 이에 따라, 각 발광 유닛으로부터의 광이 캐비티 조정층에서 흡수되어 큰 폭으로 감소하는 것을 방지할 수 있다.

[0088] 본 발명에서의 캐비티층은 상술한 바와 같이 예를 들면 홀 수송성 재료로 형성할 수 있다. 이러한 홀 수송성 재료로서는 아릴아민계 홀 수송성 재료를 들 수 있다.

[0089] 또한, 본 발명에서는 캐비티 조정층에 인접하여 양극층에 제2 전자 인출층이 설치될 수 있다. 양극층에 제2 전자 인출층을 설치함으로써 유기 EL 소자의 내열성 및 내광성을 향상시킬 수 있다.

[0090] 본 발명에서의 전자 인출층은 예를 들면 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 피라진 유도체로 형성할 수 있다.

### 화학식 1



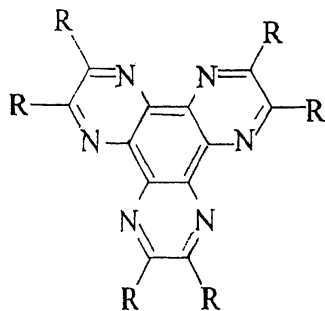
[0091]

[0092] (식 중, Ar은 아릴기를 나타내고, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

[0093] 본 발명에 있어서, 더욱 바람직하게는 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 헥사아자트리페닐렌 유도체로 전자 인출층을 형성할 수 있다.



화학식 2



[0094]

[0095]

(식 중, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

[0096]

본 발명의 유기 EL 소자에서는 음극 및 양극 사이에 복수의 발광 유닛이 설치된다. 이들 복수의 발광 유닛은 중간 유닛을 통해 적층되어 있다. 중간 유닛으로서의 음극측에 인접하는 인접층으로부터 전자를 인출하기 위한 전자 인출층과 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$ 와 인접층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(B)|$ 가  $|HOMO(B)| - |LUMO(A)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 전자 주입층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$ 는  $|LUMO(A)|$ 보다 작은 것이 바람직하다.

[0097]

중간 유닛은 중간 유닛 내에 설치된 전자 인출층에 의한 인접층으로부터의 전자의 인출에 의해 발생한 홀을 음극측에 위치하는 발광 유닛에 공급하는 동시에, 인출한 전자를 전자 주입층을 통해 양극측에 위치하는 발광 유닛에 공급한다.

[0098]

이하, 중간 유닛의 설명에 있어서 음극측에 위치하는 발광 유닛을 제1 발광 유닛, 양극측에 위치하는 발광 유닛을 제2 발광 유닛으로 하여 설명한다.

[0099]

상술한 바와 같이, 중간 유닛에 있어서, 인접층의 HOMO의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(B)|$ 와 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$ 는  $|HOMO(B)| - |LUMO(A)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨은 인접층의 HOMO의 에너지 레벨에 가까운 값으로 되어 있는 것이 바람직하다. 이에 따라, 전자 인출층은 인접층으로부터 전자를 인출할 수 있다. 이 인접층으로부터의 전자의 인출에 의해 인접층에는 홀이 발생한다. 인접층이 제1 발광 유닛 내에 설치되는 경우에는 제1 발광 유닛에 홀이 발생한다. 또한, 인접층이 전자 인출층과 제1 발광 유닛 사이에 설치되는 경우, 즉 중간 유닛 내에 설치되는 경우에는 인접층에 발생한 홀이 제1 발광 유닛에 공급된다. 제1 발광 유닛에 공급된 홀은 음극으로부터의 전자와 재결합하고, 이에 따라 제1 발광 유닛이 발광한다.

[0100]

한편, 전자 인출층에 인출된 전자는 전자 주입층으로 이동하고, 전자 주입층으로부터 제2 발광 유닛에 공급되고, 양극으로부터 공급된 홀과 재결합하고, 이에 따라 제2 발광 유닛이 발광한다.

[0101]

또한, 중간 유닛에 있어서, 전자 인출층이 인접층으로부터 전자를 인출하기 위해서는 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨이 인접층의 LUMO의 에너지 레벨보다 인접층의 HOMO의 에너지 레벨에 가까운 것이 바람직하다. 즉, 인접층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(B)|$ 는 이하의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다.

[0102]

$$|HOMO(B)| - |LUMO(A)| < |LUMO(A)| - |LUMO(B)|$$

[0103]

또한, 전자 인출층으로서 사용하는 재료의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치는 일반적으로 인접층의 HOMO의 에너지 레벨의 절대치보다 작기 때문에, 이러한 경우, 각각의 에너지 레벨의 절대치는 이하의 관계식으로 표시된다.

[0104]

$$0\text{eV} < |HOMO(B)| - |LUMO(A)| \leq 1.5\text{eV}$$

[0105]

전자 주입층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$ 는 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$ 보다 작은 것이 바람직하고, 이에 따라, 전자 인출층으로부터 인출된 전자는 전자 주입층으로 이동하고, 전자 주입층으로부터 제2 발광 유닛에 공급된다.

[0106]

중간 유닛 내의 전자 주입층과 제2 발광 유닛 사이에는 전자 수송층이 설치되는 것이 바람직하다. 전자 수송층

의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치 |LUMO(D)|는 전자 주입층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치 |LUMO(C)| 또는 일함수의 절대치 |WF(C)|보다 작은 것이 바람직하다. 전자 수송층이 설치되는 경우에는 전자 주입층으로 이동한 전자는 전자 수송층을 통과하여 제2 발광 유닛에 공급된다. 따라서, 중간 유닛은 전자 인출층이 인출한 전자를 전자 주입층 및 전자 수송층을 통해 제2 발광 유닛에 공급한다.

[0107] 중간 유닛에서의 전자 인출층은 상기 본 발명의 캐비티 조정층에 인접하여 설치되는 전자 인출층과 동일한 재료로 형성할 수 있다. 즉, 상기 구조식으로 표시되는 피라진 유도체로 형성할 수 있고, 더욱 바람직하게는 상기 구조식으로 표시되는 헥사아자트리페닐렌 유도체로 형성할 수 있다.

[0108] 또한, 중간 유닛 내의 전자 주입층은 예를 들면, Li 및 Cs 등의 알칼리 금속, Li<sub>2</sub>O 등의 알칼리 금속 산화물, 알칼리 토금속, 알칼리 토금속 산화물 등으로 형성하는 것이 바람직하다.

[0109] 또한, 중간 유닛 내의 전자 수송층은 유기 EL 소자에서 일반적으로 전자 수송성 재료로서 사용되고 있는 재료로 형성할 수 있다. 예를 들면, 트리스(8-퀴놀리네이트)알루미늄 유도체 등의 킬레이트 금속 착체, 또는 o- 또는 m- 또는 p-페난트롤린 유도체, 또는 시롤 유도체, 또는 옥사디아졸 유도체, 또는 트리아졸 유도체 등을 들 수 있다.

[0110] 본 발명에서의 발광 유닛은 각각 단일 발광층으로 형성될 수도 있고, 복수의 발광층을 직접 접하도록 적층하여 구성될 수도 있다. 예를 들면, 청색 발광층과 오렌지색 발광층을 적층한 백색 발광 유닛일 수도 있다.

[0111] 또한, 본 발명에서의 발광 유닛을 구성하는 발광층은 호스트 재료와 도펀트 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 필요에 따라 캐리어 수송성의 제2 도펀트 재료가 함유될 수도 있다. 도펀트 재료로서는 일중항 발광 재료일 수도 있고, 삼중항 발광 재료(인광 발광 재료)일 수도 있다.

[0112] 본 발명에 따른 배면 발광형 유기 전계 발광 표시 장치는 양극과 음극에 협지된 소자 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자, 및 표시 화소마다 대응한 표시 신호를 유기 전계 발광 소자에 공급하기 위한 능동 소자가 설치된 활성 매트릭스 구동 기관을 구비하며, 유기 전계 발광 소자를 활성 매트릭스 구동 기관 상에 배치하고, 음극 및 양극 중 기관측에 설치되는 전극을 투명 전극으로 한 배면 발광형의 유기 전계 발광 표시 장치이며, 유기 전계 발광 소자가 음극; 양극; 음극 및 양극 사이에 중간 유닛을 통해 배치되는 복수의 발광 유닛; 양극에 가장 가까운 발광 유닛과 양극 사이에 설치되는 캐비티 조정층; 및 캐비티 조정층에 인접하여 발광 유닛측에 설치되는 전자 인출층을 구비하고, 캐비티 조정층의 막 두께를 조정함으로써 각 발광 유닛의 발광 위치로부터 양극까지의 광학적 거리가 조정되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치이다.

[0113] 본 발명에 따른 전면 발광형의 유기 전계 발광 표시 장치는 양극과 음극에 협지된 소자 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자; 표시 화소마다 대응한 표시 신호를 유기 전계 발광 소자에 공급하기 위한 능동 소자가 설치된 활성 매트릭스 구동 기관; 및 상기 활성 매트릭스 구동 기관과 대향하여 설치되는 투명한 밀봉 기관을 구비하고, 유기 전계 발광 소자를 활성 매트릭스 구동 기관과 밀봉 기관 사이에 배치하고, 음극 및 양극 중 밀봉 기관측에 설치되는 전극을 투명 전극으로 한 전면 발광형의 유기 전계 발광 표시 장치이며, 유기 전계 발광 소자가 음극; 양극; 음극 및 양극 사이에 중간 유닛을 통해 배치되는 복수의 발광 유닛; 양극에 가장 가까운 발광 유닛과 양극 사이에 설치되는 캐비티 조정층; 및 캐비티 조정층에 인접하여 발광 유닛측에 설치되는 전자 인출층을 구비하고, 캐비티 조정층의 막 두께를 조정함으로써 각 발광 유닛의 발광 위치로부터 양극까지의 광학적 거리가 조정되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치이다.

[0114] 유기 전계 발광 소자가 백색 발광 소자인 경우, 컬러 필터가 배치되는 것이 바람직하다. 배면 발광형의 유기 EL 표시 장치의 경우, 활성 매트릭스 구동 기관과 유기 EL 소자 사이에 컬러 필터가 배치되는 것이 바람직하다. 또한, 전면 발광형 유기 EL 표시 장치의 경우, 밀봉 기관과 유기 EL 소자의 사이에 컬러 필터가 배치되는 것이 바람직하다.

[0115] 전면 발광형의 표시 장치의 경우, 유기 EL 소자에서 발광한 광은 활성 매트릭스가 설치되는 측과 반대측의 밀봉 기관으로부터 출사된다. 일반적으로 활성 매트릭스 회로는 다수의 층을 적층하여 형성하는 것으로, 배면 발광형의 경우에는 이러한 활성 매트릭스 구동 기관의 존재에 의해 출사광이 감쇠되지만, 전면 발광형의 경우, 이러한 활성 매트릭스 회로에 의한 영향을 받지 않고 광을 출사할 수 있다.

[0116] 본 발명의 발광 장치는 상기 본 발명의 유기 전계 발광 소자를 이용한 것을 특징으로 한다.

[0117] <본 발명의 제2 국면>

- [0118] 본 발명의 유기 EL 소자는 음극; 양극; 음극 및 양극 사이에 배치되는 중간 유닛; 음극 및 중간 유닛 사이에 배치되는 제1 발광 유닛; 양극 및 중간 유닛 사이에 배치되는 제2 발광 유닛; 및 중간 유닛 및 제2 발광 유닛 사이에 배치되고, 중간 유닛에 인접하여 설치되는 캐비티 조정 유닛을 구비하고,
- [0119] 중간 유닛은 캐비티 조정 유닛으로부터 전자를 인출하기 위한 제1 전자 인출층, 및 제1 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층을 갖고,
- [0120] 캐비티 조정 유닛은 제1 전자 인출층의 음극측에 인접하여 설치되고, 제1 전자 인출층에 전자가 인출되는 제1 캐비티 조정층, 및 음극측에 인접하는 전자 공급층으로부터 전자를 인출하기 위한 제2 전자 인출층을 갖고,
- [0121] 제1 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(B)|$  와 제1 캐비티 조정층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(A)|$  가  $|HOMO(A)| - |LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 전자 주입층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$  는  $|LUMO(B)|$  보다 작고,
- [0122] 제2 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(D)|$  와 전자 공급층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(E)|$  가  $|HOMO(E)| - |LUMO(D)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 제1 캐비티 조정층의 최저 공분자 궤도의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$  와  $|LUMO(D)|$  가  $|LUMO(A)| < |LUMO(D)|$ 의 관계에 있는 것을 특징으로 한다.
- [0123] 본 발명에서는 제1 발광 유닛과 제2 발광 유닛 사이에 중간 유닛이 설치되고, 중간 유닛과 제1 발광 유닛 사이에 중간 유닛과 인접하도록 캐비티 조정 유닛이 설치된다. 따라서, 이 캐비티 조정 유닛의 막 두께를 조정함으로써 캐비티를 조정할 수 있다. 제2 발광 유닛에서 발광된 광은 중간 유닛, 캐비티 조정 유닛, 및 제1 발광 유닛을 통과하여 일반적으로 금속 박막으로 형성되는 음극에서 반사되고, 다시 제1 발광 유닛, 캐비티 조정 유닛, 중간 유닛, 제1 발광 유닛, 및 양극을 통과하여 외부로 출사된다. 따라서, 캐비티 조정 유닛의 막 두께를 조정함으로써, 제2 발광 유닛에서 발광된 광의 캐비티를 유효하게 조정할 수 있다.
- [0124] 중간 유닛에는 캐비티 조정 유닛으로부터 전자를 인출하기 위한 제1 전자 인출층, 및 제1 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층이 설치된다.
- [0125] 캐비티 조정 유닛에는 제1 전자 인출층의 음극측에 인접하여 설치되고, 제1 전자 인출층에 전자가 인출되는 제1 캐비티 조정층, 및 음극측에 위치하는 전자 공급층으로부터 전자를 인출하기 위한 제2 전자 인출층이 설치된다.
- [0126] 중간 유닛에 있어서, 제1 전자 인출층의  $|LUMO(B)|$  와 제1 캐비티 조정층의  $|HOMO(A)|$  는 하기 수학식의 관계에 있다.

### 수학식 1

- [0127]  $|HOMO(A)| - |LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$
- [0128] 따라서, 제1 전자 인출층은 인접하는 제1 캐비티 조정층으로부터 용이하게 전자를 인출할 수 있다.
- [0129] 또한, 제1 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층의  $|LUMO(C)|$  또는  $|WF(C)|$  와 제1 전자 인출층의  $|LUMO(B)|$  는 하기 수학식의 관계에 있다.

### 수학식 2

- [0130]  $|LUMO(C)|$  또는  $|WF(C)| < |LUMO(B)|$
- [0131] 따라서, 제1 전자 인출층에 의해 인출된 전자는 전자 주입층에 공급되고, 전자 주입층으로부터 제2 발광 유닛에 공급된다.
- [0132] 캐비티 조정 유닛에서의 제2 전자 인출층의  $|LUMO(D)|$  와 이 제2 전자 인출층의 음극측에 인접하는 전자 공급층  $|HOMO(E)|$  은 하기 수학식의 관계에 있다.

### 수학식 3

- [0133]  $|HOMO(E)| - |LUMO(D)| \leq 1.5\text{eV}$

- [0134] 따라서, 제2 전자 인출층은 전자 공급층으로부터 용이하게 전자를 인출할 수 있다.
- [0135] 또한, 제1 캐비티 조정층의  $|LUMO(A)|$  과 제2 전자 인출층의  $|LUMO(D)|$  는 하기 수학식의 관계에 있다.
- 수학식 4**
- [0136]  $|LUMO(A)| < |LUMO(D)|$
- [0137] 따라서, 제2 전자 인출층에 의해 인출된 전자는 제1 캐비티 조정층에 의해 블록되고, 제2 전자 인출층 중에 전자가 축적된다. 이 때문에, 국소적으로 높은 전계가 걸리고, 이 높은 전계에 의해 에너지 밴드가 변화되어 제1 캐비티 조정층의 막 두께를 두껍게 하더라도 구동 전압이 높아지는 것을 억제할 수 있을 것으로 여겨진다.
- [0138] 본 발명의 중간 유닛에서는 제1 전자 인출층이 캐비티 조정 유닛의 제1 캐비티 조정층으로부터 전자를 인출하고, 이 인출한 전자를 전자 주입층을 통해 양극층의 제2 발광 유닛에 공급한다. 제2 발광 유닛에서는 양극으로부터 공급된 홀과 상기 전자가 결합하여 발광한다. 한편, 전자가 인출된 제1 캐비티 조정층에서는 홀이 발생한다.
- [0139] 캐비티 조정 유닛에서는 제2 전자 인출층이 인접하는 전자 공급층으로부터 전자를 인출하고, 인출된 전자는 상술한 바와 같이 제2 전자 인출층에 축적되고, 이에 따라 국소적으로 높은 전계가 발생한다. 제2 전자 인출층에 축적된 전자는 제1 캐비티 조정층에 발생한 홀과 결합한다. 전자가 인출된 전자 공급층에서는 홀이 발생하고, 이 홀이 음극층의 제1 발광 유닛에 공급되고, 음극으로부터 공급된 전자와 결합하여 제1 발광 유닛이 발광한다.
- [0140] 이상과 같이, 본 발명에서는 중간 유닛 및 캐비티 조정 유닛으로부터 양극층의 제2 발광 유닛에 전자가 공급되고, 음극층의 제1 발광 유닛에 홀이 공급되기 때문에, 각각의 발광 유닛에서 효율적으로 발광시킬 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이 제2 전자 인출층에 전자가 축적됨으로써 국소적으로 높은 전계가 걸린다. 이 때문에, 캐비티 조정 유닛에서의 제1 캐비티 조정층의 막 두께를 두껍게 하더라도 구동 전압의 상승을 억제할 수 있기 때문에 높은 발광 효율이 얻어진다.
- [0141] 또한, 본 발명에서는 상술한 바와 같이 캐비티 조정 유닛의 제1 캐비티 조정층에 의해 전자가 블록된다. 따라서, 양극층에 과잉으로 전자가 공급되는 것을 방지할 수 있기 때문에, 소자 수명을 길게 할 수 있고, 소자의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0142] 본 발명에 있어서, 전자 공급층은 홀 수송성 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 제1 발광 유닛 내에 설치되는 발광층이 홀 수송성 재료를 호스트 재료로 하는 것이면, 이 발광층을 전자 공급층으로 할 수 있다. 따라서, 본 발명에 있어서, 전자 공급층은 제1 발광 유닛 내에 설치될 수도 있다.
- [0143] 또한, 본 발명에 있어서, 전자 공급층은 캐비티 조정 유닛 내에 설치되는 제2 캐비티 조정층일 수도 있다. 이 경우, 제1 캐비티 조정층 뿐 아니라 제2 캐비티 조정층의 막 두께도 두껍게 할 수 있어 캐비티 조정에 사용될 수 있다.
- [0144] 본 발명에 있어서, 제1 및 제2 캐비티 조정층은 홀 수송성 재료로 형성되어 있는 것이 바람직하다. 이러한 홀 수송성 재료로서는 3급 아릴아민계 재료를 들 수 있다.
- [0145] 또한, 본 발명에 있어서, 캐비티 조정 유닛은 제1 캐비티 조정층과 제2 전자 인출층을 조합하여 이들 층을 복수의 반복 단위로 가질 수도 있다. 즉, 캐비티 조정 유닛 내에 제1 캐비티 조정층/제2 전자 인출층/제1 캐비티 조정층/제2 전자 인출층의 적층 구조, 또는 제1 캐비티 조정층/제2 전자 인출층/제1 캐비티 조정층/제2 전자 인출층/제1 캐비티 조정층/제2 전자 인출층의 적층 구조를 가질 수도 있다. 캐비티 조정층의 바람직한 막 두께는 일반적으로 10 내지 700 nm의 범위 내이다. 캐비티 조정층의 막 두께가 너무 두꺼우면 구동 전압이 너무 높아져 발광 효율이 저하된다는 문제가 발생한다. 이 때문에, 캐비티 조정층의 막 두께를 이 범위보다 두껍게 하고자 하는 경우에는 제2 전자 인출층을 적절히 삽입하여 제1 캐비티 조정층과 제2 전자 인출층의 반복 단위를 복수 설치하는 것이 바람직하다.
- [0146] 또한, 본 발명에서는 중간 유닛 내의 전자 주입층과 제2 발광 유닛 사이에 전자 수송층이 설치될 수 있다. 이러한 전자 수송층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(F)|$  는  $|LUMO(C)|$  또는  $|WF(C)|$  보다 작아지도록 설정된다.
- [0147] 또한, 본 발명에서는 제1 캐비티 조정층의  $|HOMO(A)|$  와 제2 전자 인출층의  $|HOMO(D)|$  는 하기 수학식의 관계

에 있는 것이 바람직하다.

### 수학식 5

[0148]  $|HOMO(A)| < |HOMO(D)|$

[0149] 상기 수학식 5를 발견함으로써, 제1 캐비티 조정층과 제2 전자 인출층의 계면에 홀이 축적되고, 이에 따라 더욱 국소적으로 높은 전계를 인가할 수 있어 구동 전압을 보다 저하시킬 수 있다고 생각된다.

[0150] 본 발명에 있어서, 제1 및(또는) 제2 전자 인출층을 형성하는 재료로서 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 피라진 유도체를 들 수 있다.

[0151] <화학식 1>

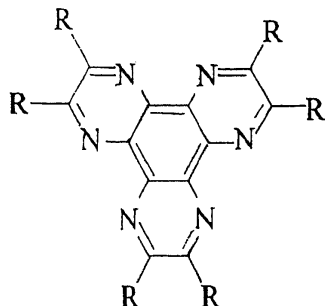


[0152]

[0153] (식 중, Ar은 아릴기를 나타내고, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

[0154] 또한, 본 발명의 제1 및(또는) 제2 전자 인출층을 형성하는 재료는 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 헥사아자트리페닐렌 유도체인 것이 보다 바람직하다.

[0155] <화학식 2>



[0156]

[0157] (식 중, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

[0158] 또한, 본 발명에서는 제1 및(또는) 제2 전자 인출층에 전자 인출을 촉진하기 위한 전자 인출 촉진 재료가 도핑될 수도 있다. 이러한 전자 인출 촉진 재료의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(G)|$ 는 하기 수학식의 관계에 있는 것이 바람직하다.

### 수학식 6

[0159]  $|HOMO(A)|$  또는  $|HOMO(E)| > |LUMO(G)| > |LUMO(B)|$  또는  $|LUMO(D)|$

[0160]  $|HOMO(A)|$ 와  $|LUMO(G)|$ 와의 차, 및  $|HOMO(E)|$ 와  $|LUMO(G)|$ 와의 차는 1.5eV 이하인 것이 바람직하다. 이러한 차로 인해,  $|HOMO(A)|$ 와  $|LUMO(B)|$ 의 차 및  $|HOMO(E)|$ 와  $|LUMO(D)|$ 의 차가 1.5eV보다 커지더라도, 예를 들면 2.0 eV가 되더라도 전자 인출층에 의한 전자의 인출을 용이하게 수행하는 것이 가능해진다.

[0161] 본 발명에서의 제1 발광 유닛 및 제2 발광 유닛은 각각 단독 발광층일 수도 있고, 복수의 발광층을 적층한 적층 구조의 층일 수도 있다. 예를 들면, 오렌지색 발광층과 청색 발광층을 적층한 백색 발광의 발광 유닛일 수도



있다.

- [0162] 본 발명의 유기 전계 발광 표시 장치는 양극과 음극에 협지된 소자 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자, 및 표시 화소마다 대응한 표시 신호를 유기 전계 발광 소자에 공급하기 위한 능동 소자가 설치된 활성 매트릭스 구동 기판을 구비하고, 유기 전계 발광 소자를 활성 매트릭스 구동 기판 상에 배치하고, 음극 및 양극 중 기판측에 설치되는 전극을 투명 전극으로 한 배면 발광형의 유기 전계 발광 표시 장치이며, 유기 전계 발광 소자가 음극; 양극; 음극 및 양극 사이에 배치되는 중간 유닛; 음극 및 중간 유닛 사이에 배치되는 제1 발광 유닛; 양극 및 중간 유닛 사이에 배치되는 제2 발광 유닛; 및 중간 유닛 및 제2 발광 유닛 사이에 배치되고, 중간 유닛에 인접하여 설치되는 캐비티 조정 유닛을 구비하고, 중간 유닛은 캐비티 조정 유닛으로부터 전자를 인출하기 위한 제1 전자 인출층, 및 제1 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층을 갖고, 캐비티 조정 유닛은 제1 전자 인출층의 음극측에 인접하여 설치되고, 제1 전자 인출층에 전자가 인출되는 제1 캐비티 조정층, 및 음극측에 인접하는 전자 공급층으로부터 전자를 인출하기 위한 제2 전자 인출층을 갖고, 제1 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(B)|$  와 제1 캐비티 조정층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(A)|$  가  $|HOMO(A)| - |LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 전자 주입층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$  는  $|LUMO(B)|$  보다 작고, 제2 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(D)|$  와 전자 공급층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(E)|$  가  $|HOMO(E)| - |LUMO(D)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 제1 캐비티 조정층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$  와  $|LUMO(D)|$  가  $|LUMO(A)| < |LUMO(D)|$ 의 관계에 있는 것을 특징으로 한다.
- [0163] 상기 본 발명의 유기 전계 발광 표시 장치에 있어서, 유기 EL 소자가 백색 발광 소자인 경우, 유기 EL 소자와 기판 사이에 컬러 필터를 배치하여 컬러 표시 장치로 할 수 있다.
- [0164] 본 발명의 다른 국면에 따른 유기 전계 발광 표시 장치는 양극과 음극에 협지된 소자 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자; 표시 화소마다 대응한 표시 신호를 유기 전계 발광 소자에 공급하기 위한 능동 소자가 설치된 활성 매트릭스 구동 기판; 및 상기 활성 매트릭스 구동 기판과 대향하여 설치되는 투명한 밀봉 기판을 구비하고, 유기 전계 발광 소자를 활성 매트릭스 구동 기판과 밀봉 기판 사이에 배치하고, 음극 및 양극 중 밀봉 기판측에 설치되는 전극을 투명 전극으로 한 전면 발광형의 유기 전계 발광 표시 장치이며, 유기 전계 발광 소자가 음극; 양극; 음극 및 양극 사이에 배치되는 중간 유닛; 음극 및 중간 유닛 사이에 배치되는 제1 발광 유닛; 양극 및 중간 유닛 사이에 배치되는 제2 발광 유닛; 및 중간 유닛 및 제2 발광 유닛 사이에 배치되고, 중간 유닛에 인접하여 설치되는 캐비티 조정 유닛을 구비하고, 중간 유닛은 캐비티 조정 유닛으로부터 전자를 인출하기 위한 제1 전자 인출층, 및 제1 전자 인출층의 양극측에 인접하는 전자 주입층을 갖고, 캐비티 조정 유닛은 제1 전자 인출층의 음극측에 인접하여 설치되고, 제1 전자 인출층에 전자가 인출되는 제1 캐비티 조정층, 및 음극측에 인접하는 전자 공급층으로부터 전자를 인출하기 위한 제2 전자 인출층을 갖고, 제1 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(B)|$  와 제1 캐비티 조정층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(A)|$  가  $|HOMO(A)| - |LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 전자 주입층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$  는  $|LUMO(B)|$  보다 작고, 제2 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(D)|$  와 전자 공급층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(E)|$  가  $|HOMO(E)| - |LUMO(D)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 제1 캐비티 조정층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$  와  $|LUMO(D)|$  가  $|LUMO(A)| < |LUMO(D)|$ 의 관계에 있는 것을 특징으로 한다.
- [0165] 상기 유기 전계 발광 표시 장치에 있어서, 유기 EL 소자가 백색 발광 소자인 경우, 유기 EL 소자와 밀봉 기판 사이에 컬러 필터를 배치하여 컬러 표시 장치로 할 수 있다.
- [0166] 본 발명의 유기 EL 표시 장치는 상기 본 발명의 유기 EL 소자를 구비하는 것이므로, 발광색마다 캐비티를 조정할 수 있고, 또한 구동 전압을 감소시켜 소비 전력의 감소를 도모할 수 있다. 또한, 높은 신뢰성을 갖는 유기 EL 표시 장치로 할 수 있다.
- [0167] <본 발명의 제3 국면>
- [0168] 본 발명은 반사 전극; 광 취출층 전극; 및 반사 전극 및 광 취출층 전극 사이에 배치되는 제1 발광층 및 제2 발광층을 구비하는 유기 전계 발광 소자이며, 제1 발광층의 발광 위치와, 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리가  $(n/x)\lambda$  이고, 제2 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리가  $[(n+m)/2 \times] \lambda$  ( $\lambda$ 는 취출하고자 하는 발광의 중심 파장,  $n$ 은 홀수,  $m$ 은 짝수,  $x$ 는 자연수임)임을 특징으로 한다.

- [0169] 본 발명에 따라, 제1 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리를  $(n/x)\lambda$ 로 하고, 제2 발광층의 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리를  $[(n+m)/2x]\lambda$ 로 함으로써, 유기 EL 소자의 정면 방향에서의 제1 발광층으로부터의 발광 강도를 최대로 할 수 있고, 유기 EL 소자의 시야각 60° 방향에서의 제2 발광층으로부터의 발광 강도를 최대로 할 수 있다. 즉, 제1 발광층으로부터의 정면 방향으로의 발광 강도를 최대로 하고, 제2 발광층으로부터의 시야각 60° 방향으로의 발광 강도를 최대로 하기 때문에, 시야각 의존성을 감소시킬 수 있다.
- [0170] 도 8은 상기한 작용 효과를 설명하기 위한 모식도이다. 도 8에 있어서, 제1 발광층의 발광 위치를 광원(101)으로 하고, 제2 발광층의 발광 위치를 광원(102)로 하고 있다. 광원(101)과 반사 전극의 반사면(103) 간의 광학 거리는  $(n/x)\lambda$ 로 설정되어 있고, 광원(102)과 반사 전극의 반사면(103) 간의 광학 거리는  $[(n+m)/2x]\lambda$ 로 하고 있다.
- [0171] 도 8에 나타난 바와 같이, 시야각 60° 방향에서의, 광원(101)과 반사 전극의 반사면(103) 간의 광학 거리는  $(2n/x)\lambda$ 가 되고, 광원(102)과 반사 전극의 반사면(103) 간의 광학 거리는  $[(n+m)/x]\lambda$ 가 된다. 따라서, 정면 방향에서는 광원(101)과 반사 전극의 반사면(103) 간의 광학 거리가 최출하고자 하는 발광의 중심 파장  $\lambda$ 의 홀수배가 되어 광학 거리가 공진 조건을 만족시키기 때문에 최대 발광 강도가 얻어진다.
- [0172] 한편, 시야각 60° 방향에서는 광원(102)과 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리가  $\lambda$ 의 홀수배가 되기 때문에 광원(102)으로부터의 발광 강도가 최대가 된다.
- [0173] 따라서, 제1 발광층으로부터의 정면 방향으로의 발광 강도를 최대로 하고, 제2 발광층으로부터의 시야각 60° 방향으로의 발광 강도를 최대로 하기 때문에 시야각 의존성을 감소시킬 수 있다.
- [0174] 한편, 도 8에서는 광원(101)이 광원(102)보다 반사 전극의 반사면(103)에 가까운 위치에 설정되어 있지만, 본 발명은 여기에 한정되는 것은 아니며, 광원(102), 즉 제2 발광층의 발광 위치가 광원(101), 즉 제1 발광층의 발광 위치보다도 반사 전극의 반사면(103)에 가까운 위치에 배치될 수도 있다.
- [0175] 본 발명에서는 제1 발광층과 제2 발광층이 중간 유닛을 개재하여 적층되어 있는 것이 바람직하다.
- [0176] 또한, 반사 전극과 중간 유닛 사이에 제1 발광층이 배치되고, 광 취출층 전극과 중간 유닛 사이에 제2 발광층이 배치되는 경우에 있어서, 반사 전극과 제1 발광층 사이에 제1 캐비티 조정층이 설치되고, 중간 유닛과 제2 발광층 사이에 제2 캐비티 조정층이 설치되는 것이 바람직하다. 이들 제1 캐비티 조정층 및 제2 캐비티 조정층의 막 두께를 조정함으로써, 제1 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리 및 제2 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리를 용이하게 조정하는 것이 가능해진다.
- [0177] 제1 캐비티 조정층 및 제2 캐비티 조정층은 홀 수송성 재료로 구성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0178] 또한, 본 발명에 있어서, 중간 유닛은 전자 인출층, 전자 주입층 및 전자 수송층으로 구성되는 것이 바람직하다. 본 발명에 있어서, 반사 전극 및 광 취출층 전극의 한 쪽이 양극이 되고, 다른 쪽이 음극이 되지만, 중간 유닛에 있어서 전자 인출층은 음극측에 설치된다. 전자 주입층은 전자 인출층의 양극측에 인접하여 설치된다. 전자 수송층은 전자 주입층의 양극측에 인접하여 설치된다.
- [0179] 상기와 같이 구성된 중간 유닛에서는 전자 인출층이 그 양극측에 인접하는 인접층으로부터 전자를 인출하고, 인출한 전자를 전자 주입층 및 전자 수송층을 통해 양극측에 공급하는 동시에, 전자의 인출에 의해 인접층에 발생한 홀이 음극측에 공급된다. 이 때문에, 중간 유닛을 사이에 두고 양측의 발광층에서 효율적으로 발광이 이루어진다.
- [0180] 전자 인출층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$ 와 인접층의 최고 피점 분자 궤도(HOMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(B)|$ 가  $|HOMO(B)| - |LUMO(A)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 전자 주입층의 최저 공분자 궤도(LUMO)의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$ 는  $|LUMO(A)|$ 보다 작은 것이 바람직하다.
- [0181] 중간 유닛은 중간 유닛 내에 설치된 전자 인출층에 의한 인접층으로부터의 전자의 인출에 의해 발생한 홀을 음극측에 위치하는 발광 유닛에 공급하는 동시에, 인출한 전자를 전자 주입층을 통해 양극측에 위치하는 발광 유닛에 공급한다.
- [0182] 이하, 중간 유닛의 설명에 있어서, 음극측에 위치하는 발광층을 제1 발광층, 양극측에 위치하는 발광층을 제2 발광층으로 하여 설명한다.

[0183] 상술한 바와 같이, 중간 유닛에 있어서, 인접층의 HOMO의 에너지 레벨의 절대치  $|HOMO(B)|$  와 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$  는  $|HOMO(B)| - |LUMO(A)| \leq 1.5\text{eV}$ 의 관계에 있고, 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨은 인접층의 HOMO의 에너지 레벨에 가까운 값으로 되어 있는 것이 바람직하다. 이에 따라, 전자 인출층은 인접층으로부터 전자를 인출할 수 있다. 이 인접층으로부터의 전자의 인출에 의해 인접층에는 홀이 발생한다. 인접층이 제1 발광층 내에 설치되는 경우에는 제1 발광층에 홀이 발생한다. 또한, 인접층이 전자 인출층과 제1 발광층 사이에 설치되는 경우, 즉 중간 유닛 내에 설치되는 경우에는 인접층에 발생한 홀이 제1 발광층에 공급된다. 제1 발광층에 공급된 홀은 음극으로부터의 전자와 재결합하고, 이에 따라 제1 발광층이 발광한다.

[0184] 한편, 전자 인출층에 인출된 전자는 전자 주입층에 이동하고, 전자 주입층 및 전자 수송층으로부터 제2 발광층에 공급되고, 양극으로부터 공급된 홀과 재결합하고, 이에 따라 제2 발광층이 발광한다.

[0185] 또한, 중간 유닛에 있어서, 전자 인출층이 인접층으로부터 전자를 인출하기 위해서는 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨이 인접층의 LUMO의 에너지 레벨보다 인접층의 HOMO의 에너지 레벨에 가까운 것이 바람직하다. 즉, 인접층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(B)|$  는 이하의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다.

### 수학식 7

[0186]  $|HOMO(B)| - |LUMO(A)| < |LUMO(A)| - |LUMO(B)|$

[0187] 또한, 전자 인출층으로서 사용하는 재료의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치는 일반적으로 인접층의 HOMO의 에너지 레벨의 절대치보다 작기 때문에, 이러한 경우, 각각의 에너지 레벨의 절대치는 이하의 관계식으로 표시된다.

### 수학식 8

[0188]  $0\text{eV} < |HOMO(B)| - |LUMO(A)| \leq 1.5\text{eV}$

[0189] 전자 주입층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$  는 전자 인출층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(A)|$  보다 작은 것이 바람직하고, 이에 따라, 전자 인출층으로부터 인출된 전자는 전자 주입층으로 이동하고, 전자 주입층 및 전자 수송층으로부터 제2 발광층에 공급된다.

[0190] 중간 유닛 내의 전자 주입층과 제2 발광층 사이에는 전자 수송층이 설치된다. 전자 수송층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(D)|$  는 전자 주입층의 LUMO의 에너지 레벨의 절대치  $|LUMO(C)|$  또는 일함수의 절대치  $|WF(C)|$  보다 작은 것이 바람직하다. 전자 주입층으로 이동한 전자는 전자 수송층을 통과하여 제2 발광층에 공급된다.

[0191] 본 발명에서의 전자 인출층은 예를 들면 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 피라진 유도체로 형성할 수 있다.

[0192] <화학식 1>



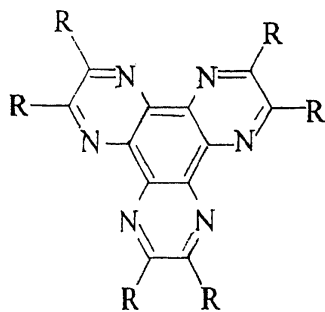
[0193]

[0194] (식 중, Ar은 아릴기를 나타내고, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

[0195] 본 발명에 있어서, 더욱 바람직하게는 이하에 나타내는 구조식으로 표시되는 헥사아자트리페닐렌 유도체로부터 전자 인출층을 형성할 수 있다.



[0196] <화학식 2>



[0197]

[0198] (식 중, R은 수소, 탄소수 1 내지 10의 알킬기, 알킬옥시기, 디알킬아민기, 또는 F, Cl, Br, I 또는 CN을 나타냄)

[0199] 또한, 중간 유닛 내의 전자 주입층은 예를 들면, Li 및 Cs 등의 알칼리 금속, Li<sub>2</sub>O 등의 알칼리 금속 산화물, 알칼리 토금속, 알칼리 토금속 산화물 등으로 형성하는 것이 바람직하다.

[0200] 또한, 중간 유닛 내의 전자 수송층은 유기 EL 소자에 있어서 일반적으로 전자 수송성 재료로서 사용되고 있는 재료로 형성할 수 있다. 예를 들면, 트리스(8-퀴놀리네이트)알루미늄 유도체 등의 킬레이트 금속 착체, 또는 o- 또는 m- 또는 p-페난트롤린 유도체, 또는 시롤 유도체, 또는 옥사디아졸 유도체, 또는 트리아졸 유도체 등을 들 수 있다.

[0201] 본 발명에 있어서, 제1 발광층 및 제2 발광층은 소자의 두께 방향으로 적층되어 있고, 각각 동색을 발광하는 발광층이다. 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 등의 단색 발광층일 수도 있고, 백색 발광층일 수도 있다. 백색 발광층의 경우, 오렌지색 발광층과 청색 발광층을 적층한 구조를 갖는 백색 발광층일 수도 있다.

[0202] 본 발명에서 규정하는 광학 거리는 각각 미소한 범위이면,  $(n/x)\lambda$  및  $[(n+m)/2x]\lambda$ 로부터 벗어나더라도 본 발명의 효과가 얻어진다. 따라서, 본 발명에서 규정하고 있는 광학 거리는 이들 값의  $\pm 10\%$ 의 범위 내일 수 있다.

[0203] <본 발명의 제1 내지 제3 국면의 효과>

[0204] 본 발명의 제1 국면의 유기 EL 소자는 복수의 발광 유닛을 적층한 유기 EL 소자이며, 각 발광 유닛 내에서의 막 두께를 바꾸지 않고 용이하게 캐비티를 조정할 수 있다. 따라서, 원하는 발광색을 가지면서 유기 EL로부터의 광 추출량이 높은 유기 EL 소자로 할 수 있다.

[0205] 본 발명의 제2 국면에 따르면, 캐비티를 조정할 수 있으면서 높은 발광 효율을 갖고, 구동 전압을 감소시키고, 신뢰성을 높일 수 있는 유기 EL 소자 및 이를 이용한 유기 EL 표시 장치로 할 수 있다.

[0206] 본 발명의 제3 국면에 따라, 발광층으로서 적어도 제1 발광층 및 제2 발광층을 설치하고, 제1 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면과의 광학 거리를  $(n/x)\lambda$ 로 하고, 제2 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리를  $[(n+m)/2x]\lambda$ 로 함으로써, 유기 EL 소자의 시야각 의존성을 감소시킬 수 있다.

[0207] <바람직한 실시예의 설명>

[0208] <본 발명의 제1 국면>

[0209] 도 1은 본 발명에 따른 유기 EL 소자를 나타내는 모식적 단면도이다. ITO(인듐 주석 산화물)막으로 이루어지는 양극(1)은 유리 기판 상에 형성되어 있고, 양극(1) 상에 플루오로카본(CFx)층으로 이루어지는 홀 주입층(2)이 형성되어 있다.

[0210] 홀 주입층(2) 상에는 NPB 등의 홀 수송성 재료로 이루어지는 캐비티 조정층(3)이 형성되어 있다. 캐비티 조정층(3) 상에는 전자 인출층(4)이 형성되어 있다.

[0211] 전자 인출층(4) 상에는 제1 발광 유닛(5) 및 제2 발광 유닛(7)이 설치되어 있고, 제1 발광 유닛(5)과 제2 발광 유닛(7) 사이에 중간 유닛(6)이 설치된다. 제1 발광 유닛(5)은 오렌지색 발광층(5b) 상에 청색 발광층(5a)을 적층함으로써 구성되어 있고, 제2 발광 유닛(7)도 마찬가지로 오렌지색 발광층(7b) 상에 청색 발광층(7a)을 적층함으로써 구성되어 있다. 따라서, 제1 발광 유닛(5) 및 제2 발광 유닛(7)은 백색 발광 유닛이다.

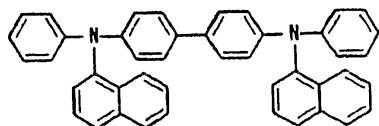
- [0212] 중간 유닛(6)은 청색 발광층(5a) 상에 설치되는 전자 수송층(6c); 전자 수송층(6c) 상에 설치되는 전자 주입층(6b); 및 전자 주입층(6b) 상에 설치되는 전자 인출층(6a)으로 구성되어 있다.
- [0213] 제2 발광 유닛(7) 상에는 전자 수송층(8)이 설치되어 있고, 전자 수송층(8) 상에는 전자 주입층(9)이 설치된다. 전자 주입층(9) 상에는 음극(10)이 설치된다.
- [0214] 도 1에 나타내는 실시예에 있어서, 제1 발광 유닛(5)으로부터의 발광은 양극(1)을 향해 출사되는 동시에 음극(10)을 향해서도 출사된다. 음극(10)에 출사된 광은 음극(10)이 반사성 전극으로 형성되어 있기 때문에 음극(10)의 표면에서 반사되어 양극(1)측을 향한다. 또한, 제2 발광 유닛(7)에서 발광한 광도 양극(1)측에 출사되는 동시에 음극(10)측에 출사되고, 음극(10)의 표면에서 반사된 광이 양극(1)측을 향한다.
- [0215] 따라서, 이들 광의 간섭을 조정하여 유기 EL 소자로부터 출사되는 광의 양을 높이기 위해서는 캐비티를 조정할 필요가 있다. 본 발명에서는 캐비티 조정층(3)이 설치되기 때문에, 캐비티 조정층(3)의 막 두께를 조정함으로써, 제1 발광 유닛(5) 및 제2 발광 유닛(7)의 각 발광 위치로부터 양극(1)까지의 광학적 거리를 조정할 수 있어 용이하게 캐비티 조정을 행할 수 있다.
- [0216] 본 실시예에서는 제1 발광 유닛(5)과 제2 발광 유닛(7) 사이에 중간 유닛(6)이 설치된다. 중간 유닛(6)의 전자 인출층(6a)은 인접하는 오렌지색 발광층(7b)으로부터 전자를 인출하고, 이에 따라 발생한 홀을 제2 발광 유닛(7)측에 공급하는 동시에, 인출한 전자를 전자 주입층(6b) 및 전자 수송층(6c)을 통해 제1 발광 유닛(5)에 공급한다. 제2 발광 유닛(7)에 공급된 홀은 음극(10)으로부터 공급된 전자와 재결합함으로써 제2 발광 유닛(7)이 발광한다. 또한, 제1 발광 유닛(5)에 공급된 전자는 양극(1)으로부터 공급된 홀과 재결합하여 제1 발광 유닛(5)이 발광한다. 따라서, 중간 유닛(6)을 설치함으로써 제1 발광 유닛(5) 및 제2 발광 유닛(7)을 효율적으로 발광시킬 수 있다.
- [0217] 캐비티 조정층(3)에 인접하여 제1 발광 유닛(5)측에 전자 인출층(4)이 설치된다. 전자 인출층(4)을 설치함으로써, 후술하는 바와 같이 소자의 수명 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0218] 또한, 본 발명에 있어서는 음극측에 제2 전자 인출층을 설치할 수 있다. 즉, 캐비티 조정층(3)에 인접하여 홀 주입층(2)측에 제2 전자 인출층을 설치할 수도 있다. 제2 전자 인출층을 설치함으로써 소자의 내열성 및 내광성을 향상시킬 수 있다.
- [0219] [백색 발광 소자의 제조] (실시예 1 내지 7 및 참고예 1 내지 5)
- [0220] 도 1을 참조하여 설명한 구조를 갖는 실시예 1 내지 7 및 참고예 1 내지 5의 유기 EL 소자를 제조하였다. 각 층의 조성은 표 1에 나타난 바와 같다.

표 1

양극	홀 주입층	제2 전자 인출층	캐비티 조정층	제1 전자 인출층	제1 발광 유닛		중간 유닛		
ITO	CFx	표 2와 같음	표 2와 같음	표 2와 같음	NPB +20%TBADN +3%DBzR (60)	TBADN +10%NPB +2%TBP (50)	BCP (15)	Li <sub>2</sub> O (0.5)	HAT-CN6 (20)

제2 발광 유닛		전자 수송층	전자 주입층	음극
NPB +20%TBADN +3%DBzR (60)	TBADN +10%NPB +2%TBP (50)	BCP (15)	LiF (1)	Al (200)

- [0221]
- [0222] 홀 주입층인 플루오로카본층은 CHF<sub>3</sub> 가스의 플라즈마 중합에 의해 형성한다. 플루오로카본층의 두께는 1 nm로 하였다.
- [0223] 캐비티 조정층은 표 2에 나타난 바와 같이 NPB로 형성하였다. NPB는 N,N'-디(나프타센-1-일)-N,N'-디페닐벤진이고, 이하의 구조를 갖는다.

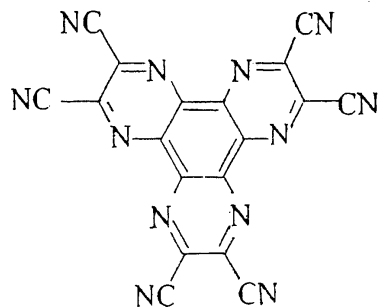


**NPB**

[0224]

[0225]

제1 전자 인출층 및 제2 전자 인출층은 HAT-CN6으로 형성하였다. HAT-CN6은 헥사아자트리페닐렌헥사카르보니트릴이고, 이하의 구조를 갖는다.



**HAT-CN6**

[0226]

[0227]

캐비티 조정층 및 제1 및 제2 전자 인출층은 표 2에 나타내는 막 두께가 되도록 형성하였다. 또한, 단위는 nm이다.

[0228]

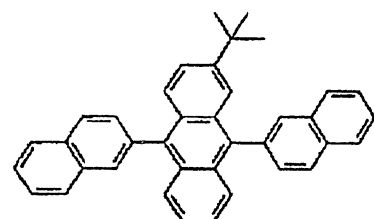
제1 발광 유닛 및 제2 발광 유닛은 표 1에 나타낸 바와 같이 오렌지색 발광층 상에 청색 발광층을 적층함으로써 구성하고 있다.

[0229]

오렌지색 발광층은 홀 수송성 재료인 NPB를 호스트 재료로 하여 80 중량% 이용하고, TBADN을 20 중량% 이용하고, 오렌지색 발광 도펀트인 DBzR을 NPB와 TBADN의 합계 100 중량%에 대하여 3 중량% 이용하여 형성하고 있다. 단, 이 경우, TBADN은 호스트 재료로부터의 여기 에너지를 오렌지 발광 도펀트인 DBzR에 전달하는 에너지 이동 보조 도펀트로서 기능한다. 여기서, 에너지 이동 보조 도펀트란 LUMO(최저 공분자 궤도) 수준 및 에너지 갭이 호스트와 발광 도펀트 사이의 값을 갖는 재료를 말하며, 호스트로부터의 여기 에너지를 효율적으로 발광 도펀트에 전달하는 역할을 갖는 도펀트를 나타낸다.

[0230]

TBADN은 2-터셔리-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센이고, 이하의 구조를 갖는다.

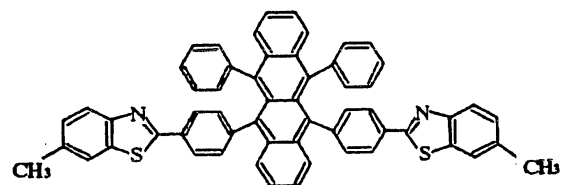


**TBADN**

[0231]

[0232]

DBzR은 5,12-비스{4-(6-메틸벤조티아졸-2-일)페닐}-6,11-디페닐나프타센이고, 이하의 구조를 갖는다.



**DBzR**

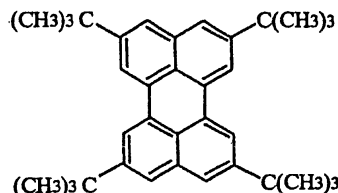
[0233]

[0234]

청색 발광층은 전자 수송성 재료인 TBADN을 호스트 재료로서 이용하고, NPB를 캐리어 이동 보조 도펀트로서 이

용하고, TBP를 청색 발광 도펀트로서 이용한다. TBADN의 함유량은 80 중량%이고, NPB의 함유량은 20 중량%이고, TBP의 함유량은 TBADN과 NPB의 합계 100 중량%에 대하여 2.5 중량%이다. 여기서, 캐리어 이동 보조 도펀트란 호스트 재료에 비해 보조해야 할 캐리어의 이동도가 높은 재료이고, 한 쪽 캐리어의 주입을 촉진하고, 발광층 내에서의 양 캐리어 밀도를 균형시켜 재결합 확률을 높임으로써 발광 효율을 높이는 역할을 갖는 도펀트를 나타낸다. 이 경우, 전자 수송성 재료인 TBADN 중에 TBADN보다 홀 수송 이동도가 높은 NPB를 함유시킴으로써, NPB는 청색 발광층 내에서의 홀의 이동을 보조하여 발광 효율을 높이는 역할을 담당하고 있다.

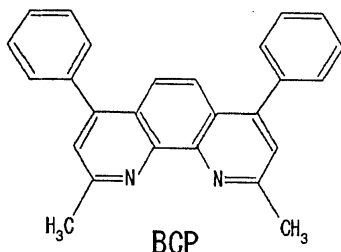
[0235] TBP는 2,5,8,11-테트라-터셔리-부틸페릴렌이고, 이하의 구조를 갖는다.



TBP

[0236]

[0237] 전자 수송층은 BCP로 형성되어 있다. BCP는 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린이고, 이하의 구조를 갖는다.



BCP

[0238]

[0239] 중간 유닛은 표 1에 나타낸 바와 같이 전자 수송층을 BCP로 형성하고, 전자 주입층을 Li<sub>2</sub>O로 형성하며, 전자 인출층을 HAT-CN6으로 형성하고 있다.

[0240] 전자 주입층은 LiF로 형성하고, 음극은 Al로 형성하고 있다.

[0241] 각 층의 두께는 표 1 및 표 2에 나타낸 바와 같다. 여기서, 단위는 nm이다.

[0242] 실시예 1 내지 7 및 참고예 1 내지 6의 각 유기 EL 소자의 구동 전압, 색도, 및 발광 효율을 표 2에 나타낸다.

표 2

	제2 전자 인출층 HAT-CN6	캐비티 조정층 NPB	제1 전자 인출층 HAT-CN6	전압	색도		효율	
	막두께 (nm)	막두께 (nm)	막두께 (nm)				(lm/W)	(cd/A)
참고예 1	0	0	0	7.6	0.32	0.46	15.7	37.5
참고예 2	0	50	0	7.9	0.34	0.40	13.0	33.1
참고예 3	0	100	0	8.6	0.32	0.45	12.7	34.5
참고예 4	0	0	10	7.8	0.33	0.45	15.9	38.1
실시예 1	0	50	10	8.0	0.31	0.37	12.6	32.1
실시예 2	0	100	10	8.3	0.30	0.46	13.6	36.8
실시예 3	0	200	10	9.1	0.36	0.41	12.2	35.1
실시예 4	0	400	10	11.3	0.35	0.42	9.7	34.1
실시예 5	0	600	10	14.6	0.36	0.44	8.4	37.5
참고예 6	0	20	0	7.7	0.33	0.45	16.1	38.2
실시예 6	100	50	10	8.0	0.30	0.37	12.7	32.2
실시예 7	100	100	10	8.2	0.31	0.46	13.9	37.0

[0243]

[0244] 표 2에 나타낸 바와 같이, 캐비티 조정층의 막 두께를 증가시키면 구동 전압이 약간 높아지고, 발광 효율이 약

간 저하되는 경향에 있지만, 색도에 미치는 영향이 적음을 알 수 있다. 따라서, 종래의 각 발광 유닛의 막 두께를 변화시키는 경우에 비해 캐비티 조정이 용이함을 알 수 있다.

[0245] 도 2는 실시예 1 내지 2 및 참고예 1 내지 4의 구동 시간과 발광 강도와의 관계를 나타낸 도면이다. 도 2에 나타난 바와 같이, 제1 전자 인출층을 설치한 실시예 1 내지 2 및 참고예 4는 제1 전자 인출층을 설치하지 않은 참고예 1 내지 3에 비해 긴 구동 시간에서 높은 발광 강도가 얻어졌고, 수명 특성이 향상되었음을 알 수 있다. 따라서, 제1 전자 인출층을 설치함으로써 수명 특성이 향상됨을 알 수 있다.

[0246] 도 3은 캐비티 조정층의 막 두께와 구동 전압과의 관계를 나타낸 도면이다. 도 3에 나타내는 결과로부터 캐비티 조정층의 막 두께로서는 10 nm 내지 600 nm의 범위 내인 것이 바람직하다고 생각된다.

[0247] 도 4는 본 발명에 따른 일 실시예의 유기 EL 표시 장치를 나타내는 단면도이다. 이 유기 EL 표시층에서는 능동 소자로서 TFT(박막 트랜지스터)를 이용하여 R(적색), G(녹색) 및 B(청색)의 각 화소에서의 발광을 구동하고 있다. 도 4를 참조하여, 폴리실리콘층으로 이루어지는 채널 영역(11)은 도시되지 않은 유리 등의 투명 기판 상에 형성되어 있다. 채널 영역(11) 상에는 드레인 전극(12d) 및 소스 전극(12s)이 형성되어 있고, 드레인 전극(12d)과 소스 전극(12s) 사이에는 게이트 절연막(13)을 개재하여 게이트 전극(14)이 설치된다. 게이트 전극(14) 상에는 절연층(15)이 설치된다. 각 절연층은  $\text{SiN}_x$  및(또는)  $\text{SiO}_2$  등으로 형성되어 있다.

[0248] 드레인 전극(12d) 및 소스 전극(12s) 상에는 제1 평탄화막(16)이 형성되어 있다. 드레인 전극(12d)의 상측의 제1 평탄화막(16)에는 관통 구멍부가 형성되고, 제1 평탄화막(16) 상에 형성되어 있는 ITO막으로 이루어지는 양극(1)이 관통 구멍부 내에 도입되어 있다. 화소 영역에서의 양극(1) 상에는 홀 주입층(2)가 형성되어 있다. 화소 영역 이외의 부분에서는 제2 평탄화막(17)이 형성되어 있다.

[0249] 홀 주입층(2) 상에는 본 발명에 따라 캐비티 조정층(3) 및 전자 인출층(4)이 형성되어 있다. 캐비티층(3) 및 전자 인출층(4)은 도 4에서 하나의 층으로 도시되어 있다. 도 4에 나타난 바와 같이, 캐비티 조정층(3) 및 전자 인출층(4)은 RGB의 각 화소마다 독립적으로 형성되어 있다. 이는 RGB의 각 화소에 있어서, 캐비티 조정층의 최적막 두께가 다르기 때문으로, 각각 RGB의 각 화소마다 개별적으로 형성하는 것이 바람직하기 때문이다.

[0250] 각 화소의 캐비티 조정층(3) 및 전자 인출층(4) 상에 제1 발광 유닛(5), 중간 유닛(6), 제2 발광 유닛(7)이 각각 각 화소마다 독립적으로 형성되어 있다. 제2 발광 유닛(7) 상에는 전자 수송층(8)이 형성되어 있다. 전자 수송층(8)은 각 화소마다 독립적으로 적층된 캐비티 조정층(3), 전자 인출층(4), 제1 발광 유닛(5), 중간 유닛(6), 및 제2 발광 유닛(7) 간의 홈을 매우도록 형성되어 있다.

[0251] 전자 수송층(8) 상에는 전자 주입층(9) 및 음극(10)이 형성되어 있다. 도 4에 있어서, 전자 주입층(9) 및 음극(10)은 하나의 층으로 도시되어 있다. 음극(10) 상에는 보호층(18)이 형성되어 있다.

[0252] 도 4에 나타난 바와 같이, 각 화소마다 형성된 캐비티 조정층(3)의 막 두께를 각 화소마다 적절히 조정함으로써, 각 화소에서의 캐비티를 조정할 수 있다.

[0253] 도 4에 나타내는 실시예는 기판측을 향해 광이 출사되는 배면 발광형의 유기 EL 표시 장치이지만, 양극(2)과 음극(10) 위치의 상하 관계를 반대로 하여, 음극(10) 상에 전자 주입층(9), 전자 수송층(8), 제2 발광 유닛(7), 중간 유닛(6), 제1 발광 유닛(5), 전자 인출층(4) 및 캐비티 조정층(3)을 차례로 적층함으로써, 기판과 반대측에 광을 출사하는 전면 발광형의 유기 EL 표시 장치로 할 수 있다.

[0254] 또한, 도 4에 나타내는 유기 EL 표시 장치에서는 화소 영역을 설치하여 표시 장치로 하고 있지만, 발광층을 전체에 설치함으로써 백 라이트 광원 등의 유기 EL 발광 장치로 할 수 있다.

[0255] <본 발명의 제2 국면>

[0256] 도 5는 본 발명에 따른 실시예의 유기 EL 소자에 있어서, 중간 유닛 및 캐비티 조정 유닛을 구성하는 각 층의 HOMO 및 LUMO의 에너지 레벨을 모식적으로 도시한 도면이다. 본 실시예에 있어서, 중간 유닛(21)은 제1 전자 인출층(23), 전자 주입층(24) 및 전자 수송층(28)으로 구성되어 있다. 캐비티 조정 유닛(22)은 제1 캐비티 조정층(25) 및 제2 전자 인출층(26)으로 구성되어 있다. 제2 전자 인출층(26)의 음극측에는 전자 공급층(27)이 설치되어 있다.

[0257] 도 5에 있어서, 제1 전자 인출층(23)의 LUMO를  $L_B$ , HOMO를  $H_B$ 로 나타내고 있다. 또한, 전자 주입층(24)의 LUMO를  $L_C$ 로서 나타내고, 전자 수송층(28)의 LUMO를  $L_F$ 로서 나타내고, 제1 캐비티층(25)의 LUMO를  $L_A$ , HOMO를  $H_A$ 로

나타내고 있다. 또한, 제2 전자 인출층(26)의 LUMO를  $L_D$ , HOMO를  $H_D$ 로서 나타내고, 전자 공급층(27)의 HOMO를  $H_E$ 로서 나타내고 있다.

[0258] 도 5를 참조하여, 본 발명에 따른 유기 EL 소자에서는 제1 전자 인출층의  $L_B$ 와 제1 캐비티 조정층(25)의  $H_A$ 의 각각의 절대치의 차이는 1.5eV 이하이다. 따라서, 제1 전자 인출층(23)은 제1 캐비티 조정층(25)으로부터 전자를 용이하게 인출할 수 있다. 전자 주입층(24)의  $L_C$ 의 절대치는 제1 전자 인출층(23)의  $L_B$ 의 절대치보다 작고, 전자 수송층(28)의  $L_F$ 의 절대치는  $L_C$ 의 절대치보다 작아졌다. 따라서, 제1 전자 인출층(23)에 의해 인출된 전자는 전자 주입층(24) 및 전자 수송층(28)을 통과하여 양극층에 공급된다.

[0259] 본 발명에 있어서, 제2 전자 인출층(26)의  $L_D$ 의 절대치와 전자 공급층(27)의  $H_E$ 의 절대치의 차이는 1.5eV 이하이다. 따라서, 제2 전자 인출층(26)은 전자 공급층(27)으로부터 전자를 용이하게 인출할 수 있다. 제1 캐비티 조정층의  $L_A$ 의 절대치는 제2 전자 인출층(26)의  $L_D$ 의 절대치보다 작게 되어 있기 때문에, 제2 전자 인출층(26)에 의해 인출된 전자는 제1 캐비티 조정층(25)에 의해 블록되고, 제2 전자 인출층(26)에 축적된다. 이에 따라, 국소적으로 높은 전계가 인가되어 에너지 레벨이 변형되기 때문에 구동 전류를 감소시킬 수 있다.

[0260] 전자가 인출된 전자 공급층(27)에서는 홀이 발생하고, 이 홀은 음극층에 공급된다.

[0261] 본 발명에서는 이상과 같이 하여 중간 유닛(21) 및 캐비티 조정 유닛(22)으로부터 전자를 양극층에 공급하는 동시에 홀을 음극층에 공급할 수 있다. 따라서, 양극층에 위치하는 발광 유닛과 음극층에 위치하는 발광 유닛을 각각 효율적으로 발광시킬 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이, 국소적으로 높은 전계가 인가되기 때문에 구동 전압을 감소시킬 수 있고, 제1 캐비티 조정층(25)의 막 두께를 두껍게 하더라도 구동 전압의 상승을 억제할 수 있다.

[0262] 또한, 제1 캐비티 조정층(25)에 의해 양극층에 전자가 과잉으로 공급되는 것을 억제할 수 있기 때문에, 소자의 수명 특성을 개선할 수 있고, 신뢰성을 높일 수 있다.

[0263] (실시에 8 내지 16 및 비교예 1 내지 6)

[0264] 표 3에 나타내는 홀 주입층, 홀 수송층, 제2 발광 유닛, 중간 유닛, 캐비티 조정 유닛, 제1 발광 유닛, 전자 수송층 및 음극을 갖는 실시예 8 내지 16 및 비교예 1 내지 6의 유기 EL 소자를 제조하였다. 이하의 표에 있어서, ( ) 내의 숫자는 각 층의 두께 (nm)를 나타내고 있다.

[0265] 기관으로서 유리 기관 상에 양극으로서의 ITO(인듐 주석 산화물)막이 형성된 유리 기관을 이용하였다. ITO막 상에 플루오로카본( $CF_x$ )층을 형성함으로써 홀 주입층을 형성하였다. 표 3에서의 (15s)는 막 형성 시간(초)을 의미한다.

[0266] 이상과 같이 하여 형성한 홀 주입층 상에 표 3에 나타내는 각 층을 증착법에 의해 차례로 적층하여 형성하였다.

[0267] 홀 수송층은 NPB층 상에 HAT-CN6층을 적층함으로써 형성하였다.

[0268] 제1 발광 유닛 및 제2 발광 유닛은 오렌지색 발광층 상에 청색 발광층을 적층한 백색 발광의 발광 유닛이다. 오렌지색 발광층을 양극층에 배치하고, 청색 발광층을 음극층에 배치하고 있다. 한편, 표에 있어서%는 특별히 거절하지 않는 한 중량%이다.

[0269] 상기한 바와 같이 하여 형성한 홀 수송층 상에 오렌지색 발광층 및 청색 발광층을 퇴적하여 형성하였다.

[0270] 오렌지색 발광층은 NPB를 홀 수송성의 호스트 재료로서 사용하고, TBADN을 전자 수송성의 호스트 재료로서 사용하고, DBzR을 도펀트 재료로서 사용한다. 청색 발광층은 TBADN을 전자 수송성의 호스트 재료로서 사용하고, NPB를 홀 수송성의 호스트 재료로서 사용하고, TBP를 도펀트 재료로서 사용한다.

[0271] 한편, 실시예 13, 실시예 14 및 비교예 5에서는 제1 발광 유닛 및 제2 발광 유닛을 단층의 백색 발광층으로 형성하고 있다. 따라서, 하나의 층에 오렌지색 발광 도펀트인 DBzR과 청색 발광 도펀트인 TBP가 함유되어 있다. 한편, 제1 발광 유닛 및 제2 발광 유닛에는 양극층에 NPB층을 형성하고 있다.

[0272] 중간 유닛의 전자 수송층으로서 전자 수송성 재료를 사용할 수 있고, 표 3에 나타내는 실시예 및 비교예에서는 BCP를 이용한다. BCP의 LUMO는 -2.7eV이다. 중간 유닛의 전자 수송층의 막 두께는 1 내지 100 nm의 범위가



바람직하다.

[0273] 중간 유닛의 전자 주입층으로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속 및 이들의 산화물 등을 사용할 수 있다. 표 3에 나타내는 실시예 및 비교예에서는  $\text{Li}_2\text{O}$ , Li 또는 Mg를 이용한다. Li의 일함수는 2.9eV이고, Mg의 일함수는 3.9eV이다.  $\text{Li}_2\text{O}$  등의 금속 산화물의 경우에는 Li 등의 금속의 일함수가 본 발명의 범위 내에 있을 수 있다. 전자 주입층의 막 두께는 0.1 내지 10 nm의 범위가 바람직하다.

[0274] 중간 유닛의 제1 전자 인출층으로서는 HAT-CN6을 이용한다. HAT-CN6의 LUMO는 -4.4 eV이고, HOMO는 -7.0 eV이다. 제1 전자 인출층의 막 두께는 1 내지 150 nm의 범위가 바람직하다.

[0275] 한편, 비교예 4에서는 제1 전자 인출층 대신에  $\text{V}_2\text{O}_5$ 층을 이용한다.

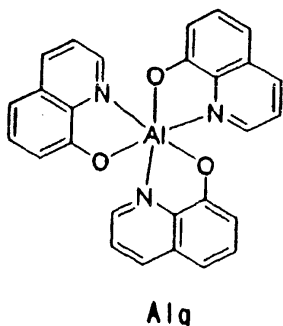
[0276] 캐비티 조정 유닛의 제1 캐비티 조정층으로서는 NPB를 이용한다. NPB의 LUMO는 -2.6 eV이고, HOMO는 -5.4 eV이다.

[0277] 캐비티 조정 유닛의 제2 전자 인출층으로서는 HAT-CN6을 이용한다. 제2 전자 인출층의 막 두께는 1 내지 150 nm의 범위가 바람직하다.

[0278] 제1 발광 유닛 상에 형성하는 전자 수송층으로서는 Alq층과 BCP층의 적층 구조로 이루어지는 전자 수송층이 형성되어 있다. 한편, 실시예 13 및 14 및 비교예 5에서는 BCP층 단독으로 전자 수송층을 형성하고 있다.

[0279] 전자 수송층 상에는  $\text{Li}_2\text{O}$ 층과 Al층의 적층 구조로 이루어지는 음극이 형성되어 있다.

[0280] Alq는 트리스-(8-퀴놀리라토)알루미늄(III)이고, 이하의 구조를 갖는다.



[0281]

표 3

	홀 주입층	홀 수송층	제1 발광 유닛	중간 유닛	캐비티 조정 유닛	제1 발광 유닛	전자 수송층	음극
실시예 8 비교예 1 비교예 2	CFx (15s)	NPB/HAT-CN6 (60) / (10)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	BCP/Li <sub>2</sub> O/HAT-CN6 (15) / (3) / (20)	NPB (60) /HAT-CN6 (5)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	Alq/BCP (3) / (10)	Li <sub>2</sub> O/Al (3) / (200)
실시예 9 실시예 10 비교예 3	CFx (15s)	NPB/HAT-CN6 (60) / (10)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	BCP/Li <sub>2</sub> O/HAT-CN6 (15) / (3) / (20)	NPB (200) /HAT-CN6 (5) NPB/HAT-CN6/NPB/HAT-CN6 (100) / (5) / (100) / (5)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	Alq/BCP (3) / (10)	Li <sub>2</sub> O/Al (3) / (200)
실시예 11 실시예 12 비교예 4	CFx (15s)	NPB/HAT-CN6 (60) / (10) NPB (60)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	BCP/Li <sub>2</sub> O/HAT-CN6 (15) / (3) / (20) BCP/Mg/V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (15) / (1) / (20)	NPB/HAT-CN6 (500) / (5) NPB/HAT-CN6 (550) / (5) NPB/V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (60) / (5)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	Alq/BCP (3) / (10) Mg/Al (1) / (200)	Li <sub>2</sub> O/Al (3) / (200)
실시예 13 실시예 14 비교예 5	CFx (15s)	NPB/HAT-CN6 (60) / (10)	NPB (60) / 80%TBADN+20%NPB+2.5%TBP+ 0.2%DBzR (50)	BCP/Li <sub>2</sub> O/HAT-CN6 (15) / (3) / (20)	NPB/HAT-CN6/NPB/HAT-CN6/NPB/HAT-CN6 (60) / (5) / (60) / (5) / (60) / (5) NPB/HAT-CN6 (180) / (5) NPB (180)	NPB (60) / 80%TBADN+20%NPB+2.5%TBP+ 0.2%DBzR (50)	BCP (10)	Li <sub>2</sub> O/Al (3) / (200)
실시예 15 실시예 16 비교예 6	CFx (15s)	NPB/HAT-CN6 (60) / (10)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	BCP/Li <sub>2</sub> O/HAT-CN6 (15) / (1) / (20)	NPB/HAT-CN6/NPB/HAT-CN6 (100) / (5) / (100) / (5) NPB/HAT-CN6 (200) / (5) NPB (200)	70%NPB+30%TBADN+3%DBzR (60) / 90%TBADN+10%NPB+2.5%TBP (50)	Alq/BCP (3) / (10)	Li <sub>2</sub> O/Al (3) / (200)

[0282]

[0283] [유기 EL 소자의 평가]

[0284] 이상과 같이 하여 제조한 각 유기 EL 소자에 대하여 구동 전압, 발광 효율 및 휘도 반감 수명을 측정하였다. 측정 결과를 표 4에 나타낸다.

[0285] 여기서, 측정 결과는 40 mA/cm<sup>2</sup>의 구동 전류에서의 값이다.

표 4

	구동 전압 (V)	발광 효율 (cd/A)	휘도 반감 수명
실시예 8	10.8	23.8	500
비교예 1	10.5	33.2	400
비교예 2	20V 이상	25.6	50
실시예 9	13.4	24.2	700
실시예 10	12.7	24.3	750
비교예 3	13.7	25.2	650
실시예 11	15.6	20.2	400
실시예 12	16	19.8	370
비교예 4	15.6	14.7	30
실시예 13	9.7	25.8	500
실시예 14	10.5	22.6	450
비교예 5	11.1	23.4	300
실시예 15	12.7	24.3	700
실시예 16	13.4	24.2	680
비교예 6	13.7	25.2	600

[0286]

[0287] 표 4에 나타난 결과로부터 분명한 바와 같이, 본 발명에 따른 실시예 8 내지 16에 있어서는 구동 전압이 낮고, 양호한 발광 효율을 나타내는 동시에 휘도 반감 수명도 길게 되어 있다.

[0288] 캐비티 조정 유닛을 설치한 실시예 8과 캐비티 조정 유닛을 설치하지 않은 비교예 1을 비교하면, 실시예 8은 발광 효율에 있어서 약간 비교예 1에 떨어지지만, 동일 정도의 구동 전압으로 구동할 수 있고, 휘도 반감 수명이 비교예 1보다도 길게 되어 있다. 따라서, 구동 전압을 상승시키지 않고, 또한 수명 특성을 저하시키지 않으면서 캐비티 조정 유닛을 설치하여 캐비티를 조정할 수 있다.

[0289] 캐비티 조정 유닛에서의 NPB를 Alq로 대체한 비교예 2에서는 구동 전압이 현저히 높아지고, 휘도 반감 수명도 현저히 짧아졌다.

[0290] 또한, 캐비티 조정 유닛에서의 HAT-CN6를  $V_2O_5$ 로 대체한 비교예 4에서는 발광 효율이 저하되고, 휘도 반감 수명이 현저히 짧아졌다.

[0291] 또한, 실시예 13 및 14와 비교예 5와의 비교, 및 실시예 15 및 16과 비교예 6과의 비교로부터 분명한 바와 같이, NPB층의 합계 막 두께를 큰 폭으로 두껍게 하는 경우, 제1 전자 인출층인 HAT-CN6층을 적당한 간격마다 복수 삽입함으로써 구동 전압을 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

[0292] [유기 EL 표시 장치]

[0293] 도 6은 본 발명에 따른 실시예의 배면 발광형의 유기 EL 표시 장치를 나타내는 단면도이다. 이 유기 EL 표시 장치에서는 능동 소자로서 TFT를 이용하여 각 화소에서의 발광을 구동하고 있다. 한편, 능동 소자로서 다이오드 등도 사용할 수 있다. 또한, 이 유기 EL 표시 장치에서는 컬러 필터가 설치된다. 이 유기 EL 표시 장치는 화살표로 나타난 바와 같이 기관(17) 아래쪽으로 광을 출사하여 표시하는 배면 발광형의 표시 장치이다.

[0294] 도 6을 참조하여, 유리 등의 투명 기관으로 이루어지는 기관(37) 상에는 제1 절연층(38)이 설치된다. 제1 절연층(38)은 예를 들면  $SiO_2$  및  $SiN_x$  등으로 형성되어 있다. 제1 절연층(38) 상에는 폴리실리콘층으로 이루어지는 채널 영역(40)이 형성되어 있다. 채널 영역(40) 상에는 드레인 전극(41) 및 소스 전극(43)이 형성되어 있고, 또한 드레인 전극(41)과 소스 전극(43) 사이에는 제2 절연층(39)을 개재하여 게이트 전극(42)이 설치된다. 게이트 전극(42) 상에는 제3 절연층(34)이 설치된다. 제2 절연층(39)은 예를 들면  $SiN_x$  및  $SiO_2$ 로 형성되어 있고, 제3 절연층(34)은  $SiO_2$  및  $SiN_x$ 로 형성되어 있다.

[0295] 제3 절연층(34) 상에는 제4 절연층(35)이 형성되어 있다. 제4 절연층(35)은 예를 들면,  $SiN_x$ 로 형성되어 있다. 제4 절연층(35) 상의 화소 영역의 부분에는 컬러 필터층(29)이 설치된다. 컬러 필터층(29)으로서는 R(적색), G(녹색), 또한 B(청색) 등의 컬러 필터가 설치된다. 컬러 필터층(29) 상에는 제1 평탄화막(36)이 설치된다. 드레인 전극(41)의 상층의 제1 평탄화막(36)에는 관통 구멍부가 형성되고, 제1 평탄화막(36) 상에 형성되어 있는 ITO(인듐-주석 산화물)로 이루어지는 홀 주입 전극(38)이 관통 구멍부 내에 도입되어 있다. 화소 영역에서의 홀 주입 전극(양극)(38) 상에는 홀 주입·수송 유닛(30)이 형성되어 있다. 화소 영역 이외의 부분에서는 제



2 평탄화막(39)이 형성되어 있다.

- [0296] 홀 주입·수송 유닛(30) 상에는 적층 발광 유닛(31)이 설치된다. 적층 발광 유닛(31)은 본 발명에 따라 제1 발광 유닛과 제2 발광 유닛 사이에 중간 유닛과 캐비티 조정 유닛을 설치한 구조를 갖는다.
- [0297] 적층 발광 유닛(31) 상에는 전자 수송층(32)이 설치되고, 전자 수송층(32) 상에는 전자 주입 전극(음극)(33)이 설치된다.
- [0298] 이상과 같이, 본 실시예의 유기 EL 소자에서는 화소 영역 상에 홀 주입 전극(양극)(28); 홀 주입·수송 유닛(30); 적층 발광 유닛(31); 전자 수송층(32); 및 전자 주입 전극(음극)(33)이 적층되어 유기 EL 소자가 구성되어 있다.
- [0299] 본 실시예의 적층 발광 유닛(31)에서는 오렌지색 발광층과 청색 발광층을 적층한 발광 유닛을 이용하기 때문에, 적층 발광 유닛(31)으로부터는 백색 발광이 이루어진다. 이 백색 발광은 기관(37)을 통과하여 외부로 출사되지만, 발광층에 컬러 필터층(29)이 설치되어 있기 때문에, 컬러 필터층(29)의 색에 따라 R, G 또는 B의 색이 출사된다. 단색으로 발광하는 소자의 경우, 컬러 필터층(29)은 없을 수도 있다.
- [0300] 도 7은 본 발명에 따른 실시예의 전면 발광형의 유기 EL 표시 장치를 나타내는 단면도이다. 본 실시예의 유기 EL 표시 장치는 화살표로 나타낸 바와 같이 기관(37)의 상측으로 광을 출사하여 표시하는 전면 발광형의 유기 EL 표시 장치이다.
- [0301] 기관(37)으로부터 양극(38)까지의 부분은 도 6에 나타내는 실시예와 거의 동일하게 하여 제조된다. 단, 컬러 필터층(29)은 제4 절연층(35) 상에 설치되어 있지 않고, 유기 EL 소자의 상측에 배치된다. 구체적으로는, 유리 등으로 이루어지는 투명한 밀봉 기관(36) 상에 컬러 필터층(29)을 부착하고, 그 위에 오버코팅층(35)을 코팅하고, 이것을 투명 접착제층(34)을 통해 양극(38) 상에 접착함으로써 부착되어 있다. 또한, 본 실시예에서는 양극과 음극의 위치를 도 6에 나타내는 실시예와는 반대로 하고 있다.
- [0302] 양극(38)으로서 투명한 전극이 형성되어 있고, 예를 들면, 막 두께 100 nm 정도의 ITO와 막 두께 20 nm 정도의 은을 적층함으로써 형성되어 있다. 음극(33)으로서는 반사 전극이 형성되어 있고, 예를 들면, 막 두께 100 nm 정도의 알루미늄, 크롬 또는 은의 박막이 형성되어 있다. 오버코팅층(35)은 아크릴 수지 등에 의해 두께 1  $\mu\text{m}$  정도로 형성되어 있다. 컬러 필터층(29)은 안료 타입의 것일 수도 있고 염료 타입의 것일 수도 있다. 그 두께는 1  $\mu\text{m}$  정도이다.
- [0303] 적층 발광 유닛(31)으로부터 발광된 백색광은 밀봉 기관(36)을 통과하여 외부로 출사되지만, 발광층에 컬러 필터층(29)이 설치되어 있기 때문에, 컬러 필터층(29)의 색에 따라 R, G 또는 B의 색이 출사된다. 본 실시예의 유기 EL 표시 장치는 전면 발광형이기 때문에, 박막 트랜지스터가 설치되는 영역도 화소 영역으로서 사용할 수 있고, 도 6에 나타내는 실시예보다 넓은 범위에 컬러 필터층(29)이 설치된다. 본 실시예에 따르면, 보다 넓은 영역을 화소 영역으로서 사용할 수 있어 개구율을 높일 수 있다. 또한, 복수의 발광 유닛을 갖는 발광층의 형성도 활성 매트릭스에 의한 영향을 고려하지 않고 행할 수 있기 때문에 설계의 자유도를 높일 수 있다.
- [0304] 상기 실시예에서는 밀봉 기관으로서 유리관을 이용하지만, 본 발명에 있어서 밀봉 기관은 유리관에 한정되는 것은 아니고, 예를 들면,  $\text{SiO}_2$  등의 산화막이나  $\text{SiN}_x$  등의 질화막 등의 막 형태의 것도 밀봉 기관으로서 사용할 수 있다. 이 경우, 소자 상에 막 형태의 밀봉 기관을 직접 형성할 수 있기 때문에 투명 접착제층을 설치할 필요가 없어진다.
- [0305] <본 발명의 제3 국면>
- [0306] [시뮬레이션 결과]
- [0307] 표 5는 도 8에 나타내는 광원(101)(제1 발광층)과 반사 전극의 반사면(103) 간의 광학 거리를  $(1/4)\lambda$ 로 일정하게 하고, 광원(102)(제2 발광층)과 반사 전극의 반사면(103) 간의 광학 거리  $(4/4)\lambda$  내지  $(3/8)\lambda$ 까지 변화시켰을 때의, 다양한 시야각에서의 발광 강도를 시뮬레이션한 결과를 나타낸다. 발광 강도는 정면( $0^\circ$ ),  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  및  $60^\circ$ 의 4개의 시야각에서 평가하였다. 한편, 표 5에는 정면 방향에서의 발광 강도를 1로 한 상대치를 나타내었다. "최대/최소"는 이들 4개의 시야각에서의 최대치와 최소치의 비율을 나타낸다. "정면 강도"는 발광층이 제1 발광층 단독인 경우의 정면 방향의 발광 강도를 1로 한 상대 강도를 나타낸다.
- [0308] 표 5에 있어서, (2), (4), (6)이 본 발명의 조건을 만족시켰다.

표 5

		반사전극까지의 광학거리	정면	30°	45°	60°	최대치 / 최소치	정면 강도
제2 발광층	(1)	(4/4) λ	1	1.65	0.44	0.12	13.9	1.07
	(2)	(7/8) λ	1	0.70	1.13	0.95	1.6	1.28
	(3)	(3/4) λ	1	0.54	0.35	0.07	13.7	2.05
	(4)	(5/8) λ	1	1.00	0.30	0.63	3.4	1.90
	(5)	(2/4) λ	1	1.22	1.32	0.16	8.0	1.11
	(6)	(3/8) λ	1	0.80	0.61	1.16	2.0	1.21
제1 발광층 단독		(1/4) λ	1	0.78	0.34	0.11	8.9	1.00

표 5에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 조건을 만족시키는 (2), (4) 및 (6)에서는 30°, 45° 및 60°의 어느 시야각에서도 상대적으로 높은 발광 강도가 얻어졌고, 최대치/최소치의 비율이 다른 것에 비해 작게 되어 있다. 따라서, 시야각 의존성이 감소됨을 알 수 있다.

또한, 표 5로부터 분명한 바와 같이, 제1 발광층만을 설치한 경우, 60°의 시야각에서 가장 발광 강도가 낮게 되어 있다. 따라서, 제2 발광층을 60°에서 높은 발광 강도가 되도록 설정함으로써 시야각 의존성을 감소시킬 수 있다.

광학 거리는 각 층의 막 두께와 굴절률에 의해 구해지는 것이며, 또한 멀티 모드를 고려해야 하지만, 본원 명세서에 있어서는 각 층의 굴절률 및 멀티 모드를 간략화하여 계산하였다.

(실시예 17)

도 9는 본 실시예에서 제조한 유기 EL 소자를 나타내는 모식적 단면도이다. 본 실시예의 유기 EL 소자는 도 9에 나타낸 바와 같이 도시하지 않은 기판 상에 Al로 이루어지는 금속 박막(81)을 형성하고, 그 위에 ITO(인듐 주석 산화물)막으로 이루어지는 투명 도전막(82)(막 두께 30 nm)이 형성되어 있다. 이 투명 도전막(82)과 금속 박막(81)으로 반사 전극이 구성되어 있고, 금속 박막(81)의 상측 단면이 반사면(41a)이 된다.

투명 도전막(82) 상에는 NPB로 이루어지는 홀 수송층(91)(막 두께 30 nm)이 형성되어 있다. 이 홀 수송층(91)은 제1 캐비티 조정층으로서도 기능한다.

홀 수송층(91) 상에는 오렌지색 발광층(51)(막 두께 60 nm)과 청색 발광층(52)(막 두께 50 nm)이 이 순서로 적층되어 있다. 오렌지색 발광층(51)과 청색 발광층(52)으로 백색 발광의 제1 발광층(50)이 구성되어 있다. 제1 발광층(50)의 발광 위치(50a)는 오렌지색 발광층(51)과 청색 발광층(52)의 계면으로부터 청색 발광층측으로 5 nm 떨어진 영역이다.

오렌지색 발광층(51)은 홀 수송성 재료인 NPB를 호스트 재료로 하여 100 중량% 이용하고, 여기에 오렌지색 발광 도펀트인 DBzR을 3 중량%가 되도록 이용하여 형성하고 있다.

청색 발광층(52)은 전자 수송성 재료인 TBADN을 호스트 재료로 하여 100 중량% 이용하고, 여기에 청색 발광 도펀트인 TBP를 1 중량%가 되도록 함유시켜 형성시키고 있다.

제1 발광층(50) 상에는 전자 수송층(71)(막 두께 20 nm), 전자 주입층(72)(막 두께 10 nm), 및 전자 인출층(73)(막 두께 20 nm)이 이 순서로 적층되어 있다. 중간 유닛(70)은 전자 수송층(71), 전자 주입층(72), 및 전자 인출층(73)으로 구성되어 있다. 전자 수송층(71)은 Alq로 형성되어 있다. 전자 주입층(72)은 Li를 퇴적시킴으로써 형성되어 있지만, 막 두께가 매우 얇기 때문에, 전자 수송층(71)의 Alq와의 복합체인, Alq:Li=1:1의 조성을 갖는 것이라 생각된다. 전자 인출층(73)은 HAT-CN6으로 형성되어 있다.

중간 유닛(70) 상에는 제2 캐비티 조정층(92)(막 두께 275 nm)이 형성되어 있다. 제2 캐비티 조정층(92)도 NPB로 형성되어 있다.

제2 캐비티 조정층(92) 상에는 오렌지색 발광층(61) 및 청색 발광층(62)이 이 순서로 적층되어 형성되어 있다. 제2 발광층(60)은 오렌지색 발광층(61)과 청색 발광층(62)으로 구성되어 있다. 오렌지색 발광층(61) 및 청색 발광층(62)은 제1 발광층(50)의 오렌지색 발광층(51) 및 청색 발광층(52)과 동일하게 하여 형성되어 있다.

제2 발광층(60)의 발광 위치(60a)는 오렌지색 발광층(61)과 청색 발광층(62)의 계면으로부터 청색 발광층(62)측에 5 nm 떨어진 영역이다.

- [0323] 제2 발광층(60) 상에는 전자 수송층(93)(막 두께 20 nm)이 형성되어 있다. 전자 수송층(93)은 Alq로 형성되어 있다.
- [0324] 전자 수송층(93) 상에는 광 추출층 전극인 Li/Ag로 이루어지는 금속 박막 전극(94)(Li 막 두께 1 nm:Ag 막 두께 15 nm)이 형성되어 있다.
- [0325] 제1 캐비티 조정층(91)의 막 두께를 조정함으로써, 제1 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리, 및 제2 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리를 조정할 수 있다. 또한, 캐비티 조정층(92)의 막 두께를 조정함으로써, 제2 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면 간의 광학 거리를 조정할 수 있다.
- [0326] 이상과 같이 하여 구성된 유기 EL 소자에 있어서, 제1 발광층(50)의 발광 위치(50a)와 반사 전극의 반사면(91a) 간의 광학 거리는 125 nm으로 되어 있다. 또한, 제2 발광층(60)의 발광 위치(60a)와 반사 전극(80)의 반사면(81a) 간의 광학 거리는 312.5 nm으로 되어 있다.
- [0327] 본 실시예에서의 제1 발광층(50) 및 제2 발광층(60)은 오렌지색 발광층과 청색 발광층으로 적층시킨 백색 발광층이고, 추출하고자 하는 발광의 중심 파장  $\lambda$  은 500 nm이다. 따라서, 제1 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면과의 광학 거리는  $(1/4)\lambda$  로 되어 있고, 제2 발광층의 발광 위치와 반사 전극의 반사면과의 광학 거리는  $(5/8)\lambda$  로 되어 있다. 따라서, 본 발명의 범위 내가 되도록 설정되어 있다.
- [0328] 도 10은 도 9에 나타내는 유기 EL 소자의 정면 방향에서의 발광 스펙트럼 및 시야각 60° 방향에서의 발광 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 10에 나타낸 바와 같이, 정면 방향에서의 발광 강도와 시야각 60° 방향에서의 발광 강도는 거의 동일한 정도이고, 시야각 의존성이 감소되었음을 알 수 있다. 파장 500 nm에서의 정면 방향의 발광 강도를 100이라 하면, 시야각 60° 방향에서의 발광 강도는 83이다.
- [0329] (비교예 7)
- [0330] 도 11은 비교예 7의 유기 EL 소자의 구조를 나타내는 모식적 단면도이다. 실시예 17과 마찬가지로, 기판 상에 금속 박막(41)이 형성되어 있고, 금속 박막(41) 상에 투명 도전막(42)이 형성되어 있다. 투명 도전막(42) 상에는 홀 수송층(51)이 형성되어 있다. 홀 수송층(51) 상에는 오렌지색 발광층(11) 및 청색 발광층(12)이 형성되어 있다. 청색 발광층(12) 상에는 전자 수송층(53)이 형성되어 있다. 전자 수송층(53) 상에는 광추출 전극으로서의 Ag로 형성된 금속 박막(54)이 형성되어 있다.
- [0331] 비교예 7의 유기 EL 소자는 발광층이 1개만 설치되어 있고, 제1 발광층(10)만이 설치된다. 제1 발광층(10)의 발광 위치(10a)와 반사 전극(40)의 반사면(41a) 간의 광학 거리는 125 nm이다.
- [0332] 도 12는 비교예 7의 정면 방향에서의 발광 스펙트럼과 시야각 60° 방향에서의 발광 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 12로부터 분명한 바와 같이, 정면 방향에서의 발광 강도와 시야각 60° 방향에서의 발광 강도에는 큰 차이가 있다. 예를 들면, 파장 500 nm에서는 정면 방향에서의 발광 강도 100에 대하여 시야각 60° 방향에서의 발광 강도는 68로 되어 있어 시야각 의존성이 큼을 알 수 있다.
- [0333] (비교예 8)
- [0334] 도 9에 나타내는 실시예 17과 동일한 구조에 있어서, 제2 발광층(20)의 발광 위치(20a)와 반사 전극(40)의 반사면(41a) 간의 거리를 375 nm으로 한 유기 EL 소자를 제조하였다. 375 nm은 파장  $\lambda = 500$  nm인 경우의  $(3/4)\lambda$  에 상당한다.
- [0335] 이 비교예 8의 파장 500 nm에서의 정면 방향에서의 발광 강도를 100으로 하면, 시야각 60° 방향에서의 발광 강도는 64가 된다. 따라서, 실시예 17에 비해 시야각 의존성이 커짐을 알 수 있다.
- [0336] 이상으로부터 분명한 바와 같이, 본 발명에 따라 설계된 실시예 17의 유기 EL 소자는 비교예 7 및 비교예 8의 유기 EL 소자에 비해 큰 폭으로 시야각 의존성을 감소시킬 수 있다.

### 발명의 효과

- [0337] 본 발명은 각 발광 유닛 내에서의 막 두께를 바꾸지 않고 용이하게 캐비티를 조정할 수 있고, 캐비티를 조정할 수 있으면서 높은 발광 효율을 갖고, 구동 전압을 감소시키고, 신뢰성을 높일 수 있으며, 시야각 의존성을 감소시킬 수 있는 유기 EL 소자 및 이를 이용한 유기 EL 표시 장치를 제공할 수 있다.

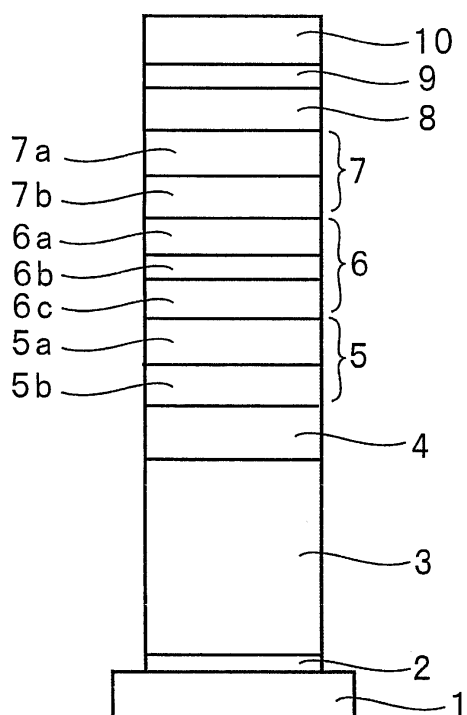
## 도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1은 본 발명의 제1 국면에 따른 일 실시예의 유기 EL 소자를 나타내는 모식적 단면도이다.
- [0002] 도 2는 본 발명의 제1 국면에 따른 실시예 및 참고예의 구동 시간과 발광 강도와의 관계를 나타낸 도면이다.
- [0003] 도 3은 캐비티 조정층의 막 두께와 구동 전압과의 관계를 나타낸 도면이다.
- [0004] 도 4는 본 발명의 제1 국면에 따른 일 실시예의 유기 EL 표시 장치를 나타내는 도면이다.
- [0005] 도 5는 본 발명의 제2 국면에 따른 일 실시예에서의 중간 유닛 및 캐비티 조정 유닛을 구성하는 각 층의 LUMO 및 HOMO의 에너지 레벨을 나타내는 모식도이다.
- [0006] 도 6은 본 발명의 제2 국면에 따른 실시예의 배면 발광형(bottom emission type) 유기 EL 표시 장치를 나타내는 단면도이다.
- [0007] 도 7은 본 발명의 제2 국면에 따른 실시예의 전면 발광형(top emission type) 유기 EL 표시 장치를 나타내는 단면도이다.
- [0008] 도 8은 본 발명의 제3 국면의 작용 효과를 설명하기 위한 모식도이다.
- [0009] 도 9는 본 발명의 제3 국면에 따른 일 실시예의 유기 EL 소자를 나타내는 모식적 단면도이다.
- [0010] 도 10은 본 발명의 제3 국면에 따른 일 실시예의 유기 EL 소자의 정면 방향의 발광 스펙트럼 및 시야각 60° 방향의 발광 스펙트럼을 나타내는 도면이다.
- [0011] 도 11은 비교예 7의 유기 EL 소자를 나타내는 모식적 단면도이다.
- [0012] 도 12는 비교예 7의 유기 EL 소자의 정면 방향의 발광 스펙트럼 및 시야각 60° 방향의 발광 스펙트럼을 나타내는 도면이다.
- [0013] <부호의 설명>
- [0014] 1: 양극
- [0015] 2: 홀 주입층
- [0016] 3: 캐비티 조정층
- [0017] 4: 전자 인출층
- [0018] 5: 제1 발광 유닛
- [0019] 6: 중간 유닛
- [0020] 7: 제2 발광 유닛
- [0021] 8: 전자 수송층
- [0022] 9: 전자 주입층
- [0023] 10: 음극
- [0024] 21: 중간 유닛
- [0025] 22: 캐비티 조정 유닛
- [0026] 23: 제1 전자 인출층
- [0027] 24: 전자 주입층
- [0028] 25: 제1 캐비티 조정층
- [0029] 26: 제2 전자 인출층
- [0030] 27: 전자 공급층
- [0031] 28: 전자 수송층

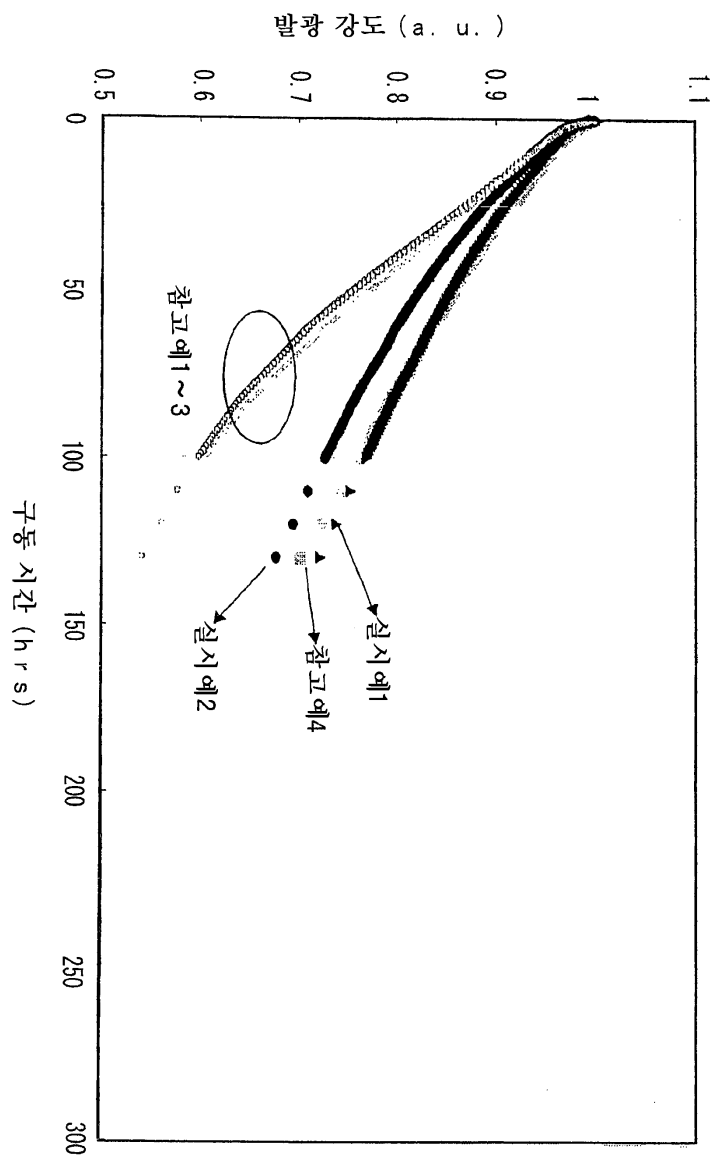
[0032]	50: 제1 발광층
[0033]	50a: 제1 발광층의 발광 위치
[0034]	51: 오렌지색 발광층
[0035]	52: 청색 발광층
[0036]	60: 제2 발광층
[0037]	60a: 제2 발광층의 발광 위치
[0038]	61: 오렌지색 발광층
[0039]	62: 청색 발광층
[0040]	70: 중간 유닛
[0041]	71: 전자 수송층
[0042]	72: 전자 주입층
[0043]	73: 전자 인출층
[0044]	80: 반사 전극
[0045]	81: 금속 박막
[0046]	81a: 반사 전극의 반사면
[0047]	82: 투명 도전막
[0048]	91: 제1 캐비티 조정층
[0049]	92: 제2 캐비티 조정층
[0050]	93: 전자 수송층
[0051]	94: 금속 박막 전극
[0052]	101: 광원(제1 발광층의 발광 위치)
[0053]	102: 광원(제2 발광층의 발광 위치)
[0054]	103: 반사 전극의 반사면

도면

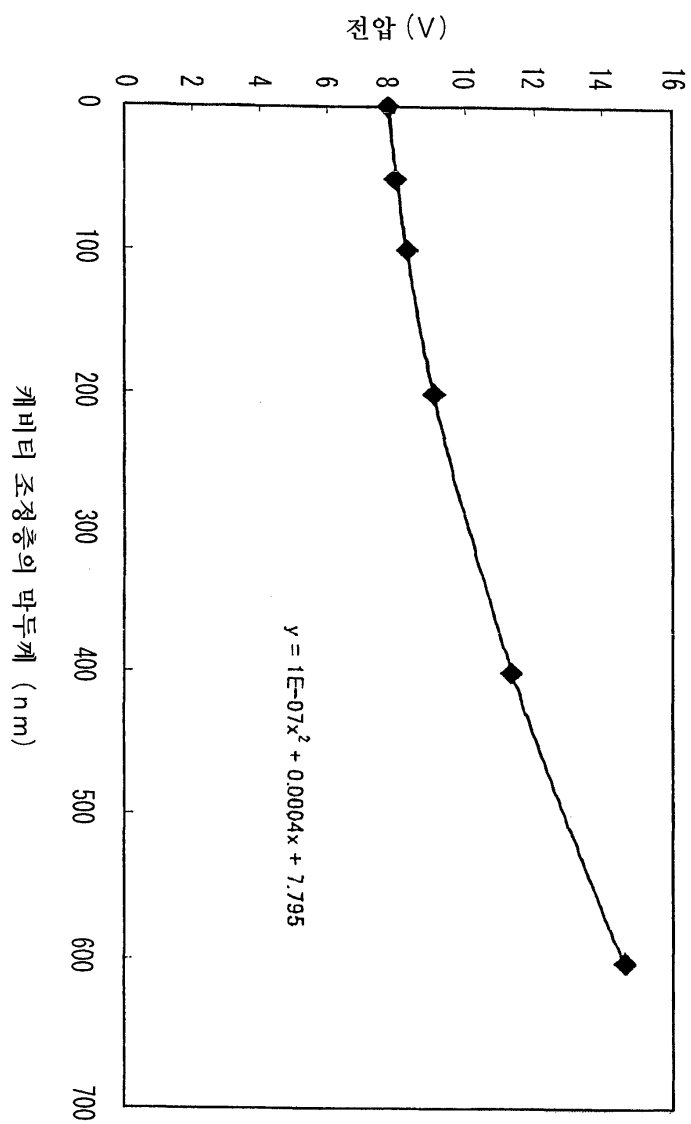
도면1



도면2

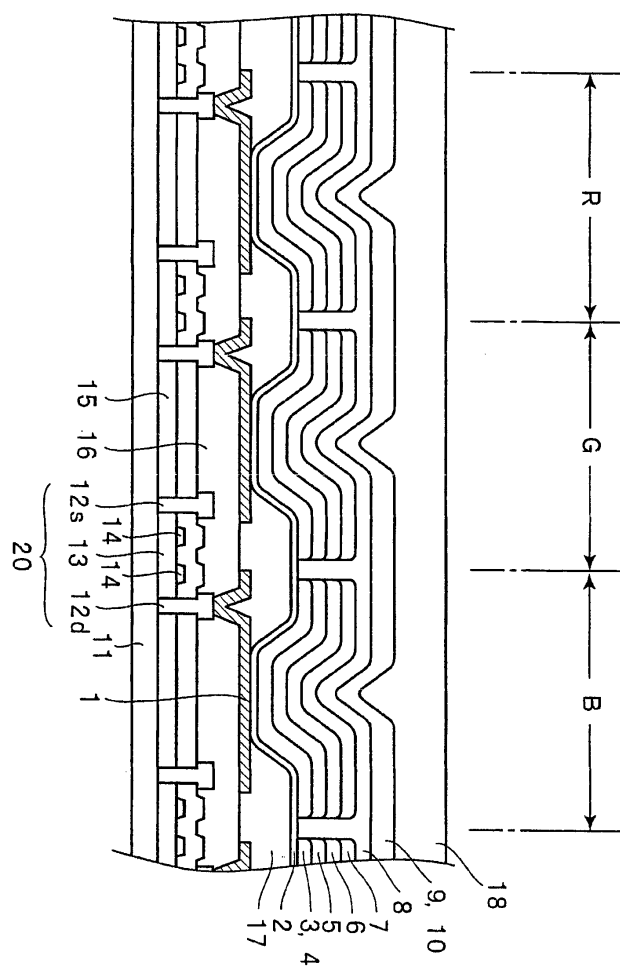


도면3

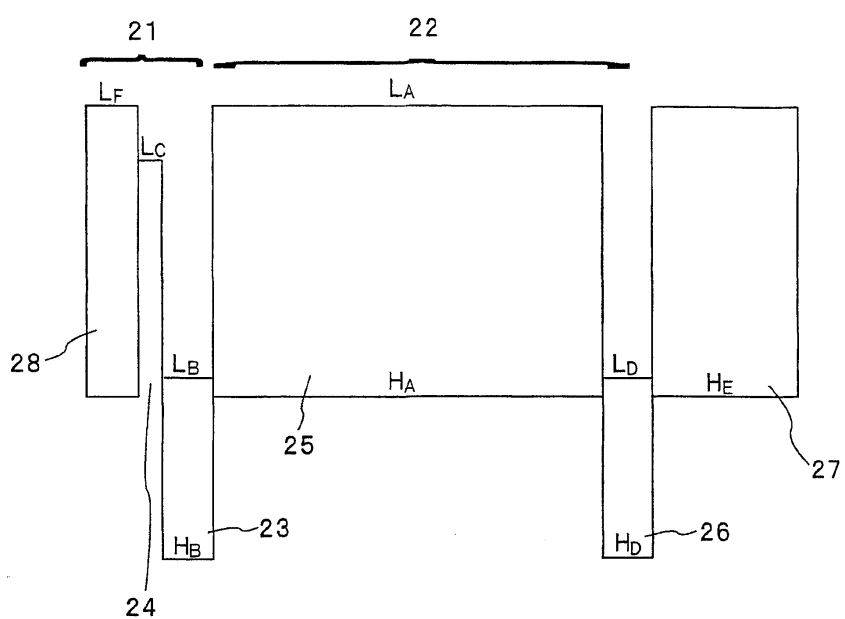




도면4

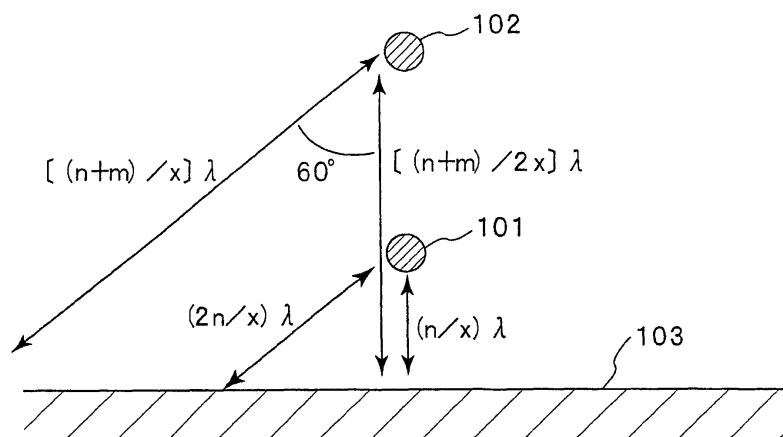


도면5

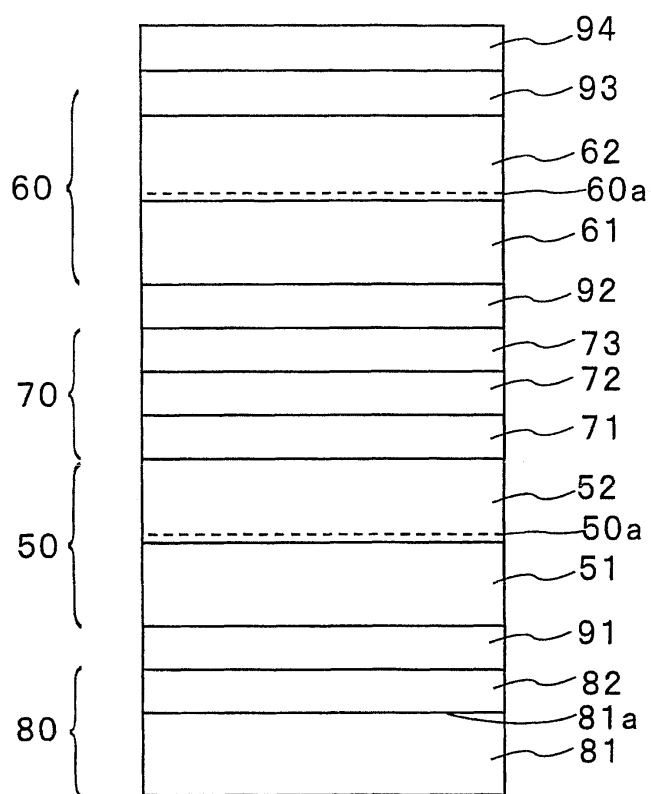




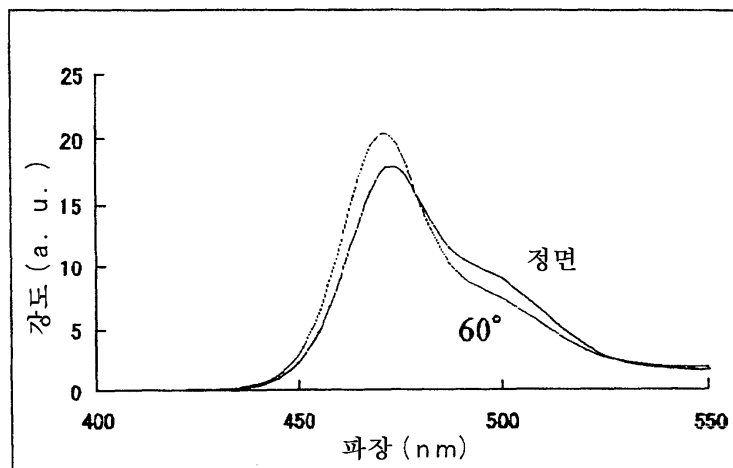
도면8



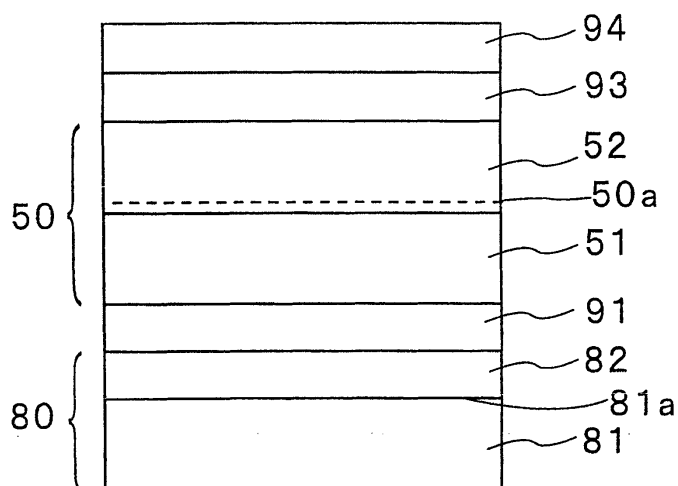
도면9



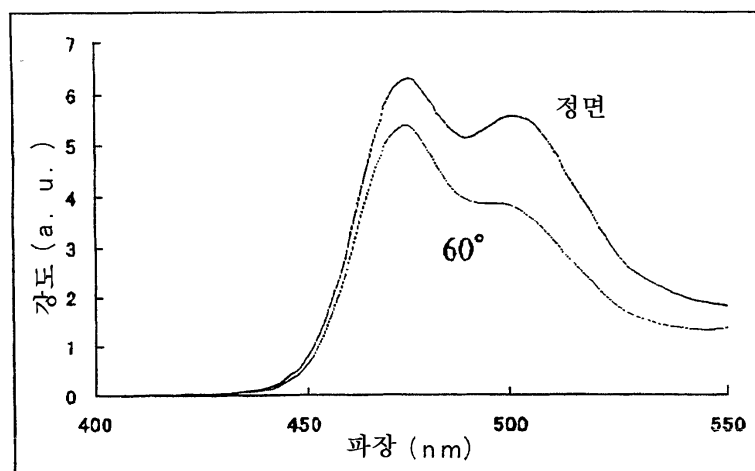
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	标题：有机电致发光器件和有机电致发光显示器件		
公开(公告)号	<a href="#">KR101273767B1</a>	公开(公告)日	2013-06-12
申请号	KR1020060071521	申请日	2006-07-28
[标]申请(专利权)人(译)	三洋电机株式会社 山洋电气株式会社		
申请(专利权)人(译)	三洋电机有限公司是分租		
当前申请(专利权)人(译)	三洋电机有限公司是分租		
[标]发明人	NISHIMURA KAZUKI 니시무라가쯔끼 HAMADA YUJI 하마다유지		
发明人	니시무라,가쯔끼 하마다,유지		
IPC分类号	H05B33/22		
CPC分类号	H05B33/14 C09K11/06 C09K2211/1011 C09K2211/1037 C09K2211/1044 C09K2211/186 H01L27/322 H01L27/3244 H01L51/5048 H01L51/5265 H01L51/5278		
代理人(译)	Juseongmin Jangsugil		
优先权	2005221105 2005-07-29 JP 2005345887 2005-11-30 JP 2006085321 2006-03-27 JP		
其他公开文献	KR1020070015085A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

用途：提供有机电致发光元件和有机电致发光显示装置，以在不改变各发光单元中的膜厚度的情况下调节腔体，并以高发射效率降低驱动电压。组成：有机电致发光元件包括阴极（10），阳极（1）和多个发光单元（5,7）通过中间单元（6）设置在阴极和阳极之间。在最靠近阳极的发光单元和阳极之间形成腔调节层（3），以调节从各个发光单元的发光位置到阳极的光学距离。电子提取层（4）与发光单元侧的空腔调整层相邻地形成。©KIPO 2007

