



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년04월02일
 (11) 등록번호 10-1380869
 (24) 등록일자 2014년03월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H05B 33/22 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)
 H01L 51/50 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0008807
 (22) 출원일자 2009년02월04일
 심사청구일자 2012년05월09일
 (65) 공개번호 10-2009-0092698
 (43) 공개일자 2009년09월01일
 (30) 우선권주장 JP-P-2008-046862 2008년02월27일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020070042450 A*
 KR1020060079225 A*
 KR1020070012492 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
샤프 가부시기가이샤
 일본 오사카후 오사카시 아베노꾸 나가이쎄쵸 22
 방 22고
 (72) 발명자
테라오, 유타카
 일본 도쿄도 히노시 후지마치 1 후지 덴키 어드밴스드 테크놀로지가부시기가이샤(내)
 (74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 금복희

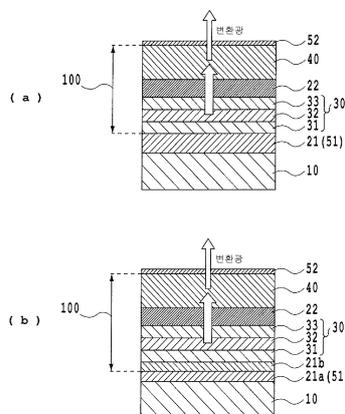
(54) 발명의 명칭 **미소공진기 색변환 EL소자 및 이것을 이용한 유기 EL 디스플레이**

(57) 요약

본 발명은 색변환층으로부터의 변환광의 강도를 증강시키는 색변환방식의 유기 EL소자, 및 색조시야각 의존성이 작고 간편한 방법으로 제조할 수 있는 유기 EL디스플레이를 제공한다.

적어도 한 쌍의 전극과, 상기 한 쌍의 전극에 끼움지지고 발광층을 포함하는 기능층과, 발광층으로부터 방출된 광을 흡수하여 다른 파장의 광을 방출하는 색변환층과, 한 쌍의 광반사층을 가지며, 발광층 및 색변환층은, 한 쌍의 광반사층의 중간에 배치되고, 한 쌍의 광반사층은, 불투과성 반사층 및 반투과성 반사층으로 구성되며, 불투과성 반사층과 상기 반투과성 반사층 사이의 간격은, 색변환층으로부터 방사된 광 중 특정 파장의 광의 강도를 증강시키는 미소공진기를 구성하는 광학거리로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자 및 이것을 이용한 디스플레이.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

적어도 한 쌍의 전극과, 상기 한 쌍의 전극에 끼움지되되며 발광층을 포함하는 기능층과, 발광층으로부터 방출된 광을 흡수하여 다른 파장의 광을 방출하는 색변환층과, 한 쌍의 광반사층을 가지고,

상기 발광층 및 상기 색변환층은, 상기 한 쌍의 광반사층의 중간에 배치되며,

상기 한 쌍의 광반사층은, 불투과성 반사층 및 반(半)투과성 반사층으로 구성되고,

상기 불투과성 반사층과 상기 반투과성 반사층 사이의 간격은, 상기 색변환층으로부터 방사된 광 중 특정 파장의 광의 강도를 증강시키는 미소공진기를 구성하는 광학거리로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 한 쌍의 전극이 투명전극 및 광반사성 전극으로 구성되고, 그리고 상기 광반사성 전극이 상기 불투과성 반사층으로서도 기능하는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 광반사성 전극이 금속으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 광반사성 전극이 금속과 투명도전층의 적층체로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 5

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 금속이 Al, Ag, Mg, Zn, Ta의 단일체, 혹은 이들의 합금으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 6

제 3항에 있어서,

상기 금속이 Al, Ag, Mg, Zn, Ta로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 적어도 1종과, Li, Na, K, Rb, Cs, Ca로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 적어도 1종의 합금인 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 색변환층이 상기 발광층과 상기 반투과성 반사층의 사이에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 반투과성 반사층이 금속막인 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 반투과성 반사층을 구성하는 금속막이, Ag, Au, Cu, Mg, Li 및 이들을 주성분으로 하는 합금으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 금속에 의해 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 한 쌍의 광반사층의 사이에 존재하는 모든 층 경계에 있어서, 인접하는 2개 층의 발광층의 발광과장영역에서의 굴절률의 차가 0.35 이내인 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 색변환층이 1종 또는 복수 종의 유기색소만으로 형성되는 층인 것을 특징으로 하는 미소공진기 색변환 EL소자.

청구항 12

제 1항에 기재된 미소공진기 색변환 EL소자와,

적어도 한 쌍의 전극과, 상기 한 쌍의 전극에 끼움지지는 발광층을 포함하는 기능층과, 한 쌍의 광반사층을 가지고, 상기 발광층이 상기 한 쌍의 광반사층의 사이에 배치되며, 상기 한 쌍의 광반사층 사이의 거리가, 상기 발광층으로부터 방사된 광 중 특정 파장의 광강도를 증강시키는 미소공진기를 구성하는 광학거리로 설정되어 있는 미소공진기 EL소자를 포함하며,

청색, 녹색 및 적색의 부(副)화소가, 상기 미소공진기 색변환 EL소자 또는 미소공진기 EL소자 중 어느 하나에 의해 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 EL디스플레이.

청구항 13

제 12항에 있어서,

청색 부화소가 미소공진기 EL소자로 구성되고, 녹색 부화소 및 적색 부화소가 미소공진기 색변환 EL소자로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 EL디스플레이.

청구항 14

제 12항에 있어서,

청색 부화소 및 적색 부화소가 미소공진기 EL소자로 구성되고, 녹색 부화소가 미소공진기 색변환 EL소자로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 EL디스플레이.

청구항 15

제 12항에 있어서,

청색 부화소 및 녹색 부화소가 미소공진기 EL소자로 구성되고, 적색 부화소가 미소공진기 색변환 EL소자로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 EL디스플레이.

청구항 16

제 12항에 있어서,

상기 미소공진기 색변환 EL소자에 있어서, 상기 한 쌍의 전극 중 하나가 투명전극이며, 상기 색변환층이 상기 투명전극과 상기 반투과성 반사층의 사이에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 EL디스플레이.

청구항 17

제 12항에 있어서,

청색, 녹색 및 적색 부화소에 있어서, 미소공진기 색변환 EL소자 또는 미소공진기 EL소자의 광출사축에, 각 부화소의 색에 대응된 컬러 필터층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL디스플레이.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 다색 발광 일렉트로 루미네센스 소자에 관한 것이다. 본 발명의 다색 발광 일렉트로 루미네센스 소자는, 개인용 컴퓨터, 워드 프로세서, 텔레비전, 팩시밀리, 오디오, 비디오, 카-네비게이션, 전자탁상계산기, 전화기, 휴대단말기 및 산업용계측기 등에 이용가능하다.

배경기술

[0002] 정보기기의 다양화, 공간절약화에 대한 요구에 따라, CRT보다 소비전력이 낮고 공간점유면적이 적은 플랫 패널 디스플레이의 개발이 정력적으로 이루어지고 있다. 그 중에서도 자체 발광형이며 고정세화(高精細化)가 가능한, 일렉트로 루미네센스(EL) 소자를 이용한 일렉트로 루미네센스 디스플레이에 대한 기대가 높아지고 있다.

[0003] EL소자에 관하여 지금까지 발광효율의 향상, 에너지 변환효율의 향상에 초점을 맞춘 많은 연구가 이루어져 오고 있다. 발광층에서 생긴 광의 반 이상이 소자 혹은 투명기판 내에 가두어지는 것이, EL소자의 발광효율을 낮추는 원인 중의 하나로서 잘 알려져 있다(예컨대, 비특허문헌 1 참조).

[0004] 소자 혹은 투명기판 내에 가두어진 광을 취출할 수 있도록 하여 발광효율을 향상시키는 방법 중 하나로서, 미소공진기구조를 이용하는 방법이 널리 알려져 있다(예컨대, 비특허문헌 2참조). 또한, 이 원리를 이용한 유기 EL소자가 제안된 바 있다(예컨대, 특허문헌 1 및 2 참조).

[0005] 미소공진기 구조를 적용하면, 발광층 내에서 발생한 광자(photon)가 지향성을 갖고 출사되게 되며, 또한, 광자의 에너지분포가 예리해져, 즉 발광 스펙트럼이 예리해져 피크강도가 수배~수십배나 되는 효과가 얻어지며, 발광층에서 얻어지는 발광강도의 증강효과, 단색화의 효과가 얻어진다.

[0006] [특허문헌 1] 일본 특허공개공보 H6(1994)-283271호

[0007] [특허문헌 2] 국제공개 제94/7344호 팜플렛

[0008] [특허문헌 3] 일본 특허공개공보H3(1991)-152897호

[0009] [특허문헌 4] 일본 특허 제2838063호 공보

[0010] [특허문헌 5] 일본 특허공개공보 제2002-359076호

[0011] [특허문헌 6] 일본 특허공개공보 제2004-115441호

[0012] [특허문헌 7] 일본 특허공개공보 제2003-212875호

[0013] [특허문헌 8] 일본 특허공개공보 제2003-238516호

[0014] [특허문헌 9] 일본 특허공개공보 제2003-81924호

[0015] [특허문헌 10] 국제공개 제2003/048268호 팜플렛

[0016] [비특허문헌 1] Advanced Materials, vol.6. p.491(1994)

[0017] [비특허문헌 2] Applied Physics Letters, vol.64, p.2486(1994)

[0018] [비특허문헌 3] Max Born & Emil Wolf저, 「Principles of Optics」 (2nd edition, 1964년, Pergamon Press)

[0019] [비특허문헌 4] O. S. Heavens 저, 「Optical Properties of Thin Solid Films」 (1991년, Dover Publishing Inc.)

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0020] 그러나, 상기 미소공진기 EL소자를 컬러 디스플레이에 적용하고자 하면, 적색, 청색, 녹색의 각 색에 대응된 화소마다, 공진기를 구성하는 한 쌍의 미러 사이의 광학거리를 조절할 필요가 있어 제조공정이 복잡해진다. 적색, 청색, 녹색에 대응된 발광층을 각각의 색의 화소에 이용할 경우에는, 그 발광층의 막두께를 변경함으로써 미러간 광학거리를 조절하는 것도 고려되지만, 색마다 발광효율이 변화하거나 열화(劣化)속도가 변화하는 등, 화소마다 구동특성이 크게 변하게 되어 디스플레이로서 완성하기가 어려워진다.
- [0021] 한편, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)에 대응된 발광층을 각각의 색의 부화소에 이용하는 컬러화 방법보다 제조공정이 간략한 EL소자의 다색화 방법으로서, 발광층으로부터 방사되는 광을 흡수하여 다른 파장의 광을 방출하는 색변환층을 이용하는 형광변환법이 제안된 바 있다(특허문헌 3 참조). 또한, 이 기술과 미소공진기 EL소자를 조합시키는 기술이 제안되어 있다(특허문헌 4 및 5 참조). 도 1은 종래기술에 따른 미소공진기 유기 EL소자의 일례를 나타낸다. 도 1 (a)의 미소공진기 유기 EL소자는, 투명기관(510) 위에, 색변환층(540), 평탄화층(560), 반투과성 반사층(552), 투명전극(522), 발광층(532)을 포함하는 기능층(530), 반사전극(521)이 적층된 구조를 갖는다. 도 1의 (a)에서는, 정공주입·수송층(531), 발광층(532) 및 전자주입·수송층(533)으로 이루어지는 기능층(530)의 예를 나타내었다. 여기서, 반투과성 반사층(552)과, 불투과성 반사층(551)으로서도 기능하는 반사전극(521)에 의해 미소공진기가 형성되며, 그 유효 광로길이(600)는, 반투과성반사층(552)과 반사전극(521(551))에 의해 결정되어, 발광층(532)의 발광파장과 관련하여 최적화된다. 또한, 색변환층(540)은 미소공진기 구조의 외측에 배치되어 있다.
- [0022] 미소공진기 구조 및 형광변환층을 이용하여 RGB의 부화소를 갖는 컬러 EL디스플레이를 제작할 경우, 도 1(b)에 나타낸 바와 같이, 청색(B) 부화소에 있어서는 미소공진기 EL소자로부터의 청색의 발광을 방사하고, 녹색(G) 부화소 및 적색(R) 부화소에 있어서는, 상기 미소공진기 EL소자로부터 방사된 광의 파장을, 각각 적색변환층(540R) 및 녹색변환층(540G)에서 변환하여 얻어지는 변환광을 방사하게 된다. 상기한 바와 같이, 미소공진기 EL소자로부터 방사되는 발광(즉, 청색 출력광)은 비교적 강한 지향성을 갖는다. 한편, 색변환층(540R, 540G)으로부터 방사되는 변환광(즉, 적색 출력광 및 녹색 출력광)의 방사방향은 등방적이다. 이 때문에, 도 1(b)에 도시된 컬러 디스플레이는, 커다란 색조 시야각 의존성(비스듬한 방향에서 보았을 경우에 황색을 띠)을 나타내어 실용성이 떨어진다.
- [0023] 본 발명은 이러한 미소공진기 EL소자 및 형광변환층을 컬러 디스플레이에 응용할 때 발생하는 과제를 해결하기 위하여 이루어진 것으로서, 고효율의 EL소자를 이용한 고회도 컬러 디스플레이를 간편한 제조방법에 의해 실현할 수 있는 것이다.

과제 해결수단

- [0024] 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 미소공진기 색변환 EL소자는, 적어도 한 쌍의 전극과, 상기 한 쌍의 전극에 끼움지되며 발광층을 포함하는 기능층과, 발광층으로부터 방출된 광을 흡수하여 다른 파장의 광을 방출하는 색변환층과, 한 쌍의 광반사층을 가지고, 상기 발광층 및 상기 색변환층은, 상기 한 쌍의 광반사층의 중간에 배치되며, 상기 한 쌍의 광반사층은, 불투과성 반사층 및 반투과성 반사층으로 구성되고, 상기 불투과성 반사층과 상기 반투과성 반사층 사이의 간격은, 상기 색변환층으로부터 방사된 광 중 특정 파장의 광의 강도를 증강시키는 미소공진기를 구성하는 광학거리로 설정되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 실시형태에 있어서, 상기 한 쌍의 전극을 투명전극 및 광반사성 전극으로 구성하고, 상기 광반사성 전극을 상기 불투과성 반사층으로서 기능시켜도 무방하다. 여기서, 광반사성 전극은 금속으로 형성되어 있어도 되고, 금속과 투명도전층의 적층체여도 된다. 구체적으로는, 상기 금속으로서, Al, Ag, Mg, Zn, Ta의 단일체 혹은 이들의 합금을 이용할 수 있다. 혹은 Al, Ag, Mg, Zn, Ta로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 적어도 1종과, Li, Na, K, Rb, Cs, Ca로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 적어도 1종의 합금을 이용하여 광반사성 전극을 형성할 수도 있다.
- [0026] 또, 본 실시형태에 있어서, 색변환층이 발광층과 반투과성 반사층의 사이에 설치되어 있어도 무방하다. 여기서, 색변환층은 1종 또는 복수 종의 유기색소만으로 형성되는 층인 것이 바람직하다.
- [0027] 더욱이, 반투과성 반사층은 금속막이어도 무방하다. 구체적으로는, Ag, Au, Cu, Mg, Li 또는 이들을 주성분으로 하는 합금으로 형성되는 금속막을 반투과성 반사층으로서 이용하여도 된다.
- [0028] 본 실시형태에 있어서, 한 쌍의 광반사층의 사이에 존재하는 모든 층경계에 있어서, 인접하는 2개 층의 발광층

의 발광과장영역에서의 굴절률의 차는 0.35 이내인 것이 바람직하다.

- [0029] 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 유기 EL디스플레이는, 제 1 실시형태에 기재된 미소공진기 색변환 EL소자와, 적어도 한 쌍의 전극과, 상기 한 쌍의 전극에 끼움지지는 발광층을 포함하는 기능층과, 한 쌍의 광반사층을 가지고, 상기 발광층이 상기 한 쌍의 광반사층의 사이에 배치되며, 상기 한 쌍의 광반사층 사이의 거리가, 상기 발광층으로부터 방사된 광 중 특정 파장의 광각도를 증강시키는 미소공진기를 구성하는 광학거리로 설정되어 있는 미소공진기 EL소자를 포함하며, 청색, 녹색 및 적색의 부화소가, 상기 미소공진기 색변환 EL소자 또는 미소공진기 EL소자 중 어느 것에 의해 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 예컨대, 청색 부화소를 미소공진기 EL소자로 구성하고, 녹색 부화소 및 적색 부화소를 미소공진기 색변환 EL소자로 할 수도 있다. 혹은, 청색 부화소 및 적색 부화소를 미소공진기 EL소자로 구성하고, 녹색 부화소를 미소공진기 색변환 EL소자로 구성하여도 무방하다. 더욱이, 청색 부화소 및 녹색 부화소를 미소공진기 EL소자로 구성하고, 적색 부화소를 미소공진기 색변환 EL소자로 구성하여도 된다.
- [0031] 본 실시형태에서 이용하는 미소공진기 색변환 EL소자에 있어서, 상기 한 쌍의 전극 중 하나가 투명전극이며, 상기 색변환층이 상기 투명전극과 상기 반투과성 반사층의 사이에 배치되어 있는 구성을 취할 수 있다.
- [0032] 더욱이, 청색, 녹색 및 적색 부화소에 있어서, 미소공진기 색변환 EL소자 또는 미소공진기 EL소자의 광출사층에, 각 부화소의 색에 대응된 컬러 필터층을 더욱 포함할 수 있다.

효 과

- [0033] 이상의 구성을 채용하는 미소공진기 색변환 유기 EL소자에 있어서는, 미소공진기 구조를 구성하는 한 쌍의 반사층의 중간에 색변환층을 설치하고, 미소공진기 구조의 광로길이를 색변환층으로부터 방사되는 특정 파장의 광의 공진조건에 적합하도록 함으로써, 색변환층으로부터의 변환광의 강도를 증강시킬 수가 있다. 특히, 1종 또는 복수 종의 유기색소만으로 색변환층을 형성함으로써, 색변환층의 굴절률을 EL소자를 구성하는 박막재료의 굴절률에 가깝게 할 수 있다. 그 결과, 색변환층에서 발광층이 발광하는 광의 대부분을 흡수하여 형광변환할 수 있기 때문에, 색변환층으로부터의 변환광의 강도를 보다 증강시킬 수 있게 된다.
- [0034] 또, 미소공진기 EL소자와 본 발명의 미소공진기 색변환 EL소자를 조합시켜 컬러 디스플레이를 제작함으로써, 색조가 시야각에 의존하지 않는 고효율 EL디스플레이를 간편하게 제공할 수 있게 된다. 왜냐하면, 미소공진기 색변환 EL소자로부터 방사되는 변환광은, 미소공진기 구조의 존재에 의해 지향성이 부여되며, 그 지향성은 미소공진기 EL소자의 발광의 지향성과 거의 동등하기 때문이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0035] [미소공진기 색변환 EL소자]
- [0036] 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 미소공진기 색변환 EL소자는, 한 쌍의 광반사층에 의해 형성되는 미소공진기 구조 내에 발광층 및 색변환층을 수용하고, 미소공진기의 유효 광로길이, 즉 한 쌍의 광반사층간의 간격은, 색변환층으로부터 방사되는 광 중의 특정 파장을 증강하도록 설정되는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 보다 구체적으로는, 미소공진기 색변환 EL소자는, 적어도 한 쌍의 전극과, 상기 한 쌍의 전극에 끼움지지며 발광층을 포함하는 기능층과, 발광층으로부터 방출된 광을 흡수하여 다른 파장의 광을 방출하는 색변환층과, 한 쌍의 광반사층을 갖는다. 상기 한 쌍의 광반사층은, 불투과성 반사층 및 반투과성 반사층으로 구성되며, 상기 발광층 및 상기 색변환층은, 상기 한 쌍의 광반사층의 중간에 배치된다.
- [0038] 본 실시형태에서의 「색변환층으로부터 방사되는 광 중의 특정 파장을 증강하도록 설정」이란, 색변환층으로부터 방사되는 파장 λ_{CCM} 의 광이 소자면에 대하여 수직으로 방사될 때에 그 광이 공진하여 증강되는 조건을 의미하며, 식 (1)의 조건을 충족시키는 것을 의미한다.
- [0039]
$$0.9 \cdot \lambda_{\text{CCM}} \leq 4\pi \cdot \sum n_i d_i / (2m\pi - \delta) \leq 1.1 \cdot \lambda_{\text{CCM}} \quad (1)$$
- [0040] (식에서 Σ 은 한 쌍의 광반사층의 사이에 있는 모든 층에 관한 총합을 취하는 것을 의미하고; n_i 및 d_i 는, 한 쌍의 광반사층의 사이에 있는 각 층의 굴절률 및 막두께를 의미하며; δ 는 한 쌍의 광반사층에서의 광 반사시의 위상변화를 의미하고; m 은 정수임)
- [0041] 여기서, 광반사에 의한 위상변화(δ)는, 반투과성 반사층에서의 반사의 위상변화 및 불투과성 반사층에서의 반

사의 위상변화의 총합이며, 문헌을 통해 이미 알려진 방법에 의해 구할 수 있다(예컨대, 비특허문헌 3 및 4 참조).

[0042] 또한, 식 (1)의 조건은, 미소공진기 구조 내의(즉, 한 쌍의 광반사층의 사이에 있는) 모든 층의 굴절률이 거의 같고, 이들 층의 계면에 있어서의 반사가 일어나지 않으며, 광의 반사가 반투과성 반사층 및 불투과성 반사층에서만 일어나는 것을 가정한다. 그러나, 본 발명에서는 미소공진기 구조 내에 존재하는 모든 층 경계에 있어서, 인접하는 2개 층의 발광층의 발광과장영역에서의 굴절률의 차가, 바람직하게는 0.35 이내, 보다 바람직하게는 0.25 이내가 되도록 각 층의 재료가 선택된다. 따라서, 미소공진기 구조 내의 층간에서 반사가 일어나지 않는다는 가정은 충분히 타당하며, 본 발명의 목적에서의 미소공진기 구조 내의 각 층의 막두께를 결정함에 있어서 식 (1)은 충분히 타당한 조건이다.

[0043] 혹은, 미소공진기 구조 내의 1개 또는 복수의 계면에서의 반사를 무시할 수 없는 경우, 이들 계면에서의 반사를 고려한 각 층의 복소굴절률을 이용하는 순차계산에 의해 과장 λ_{ccm} 의 광의 공진조건을 이론적으로 구하여, 미소공진기 구조 내의 각 층의 막두께를 결정할 수도 있다.

[0044] 또, 식 (1)을 이용하여 각 층의 막두께를 정하고, 그 때의 총 막두께의 부근에서, 예컨대 10nm씩 막두께를 변경한 소자를 제작해 보아 과장 λ_{ccm} 이 증강되는 막두께 조건을 찾아도 무방하다.

[0045] 본 실시형태의 미소공진기 색변환 EL소자의 구조에 관한 일례를 도 2에 나타낸다. 도 2(a)의 소자는, 지지기판(10) 위에, 반사성 전극(21), 기능층(30), 투명전극(22), 색변환층(40) 및 반투과성 반사층(52)이 적층된 구조를 갖는다. 여기서, 반사성 전극(21) 및 투명전극(22)이 한 쌍의 전극을 구성한다. 또한, 반사성 전극(21)은, 불투과성 반사층(51)으로서도 기능하고, 반투과성 반사층(52)과 함께 한 쌍의 광반사층을 구성한다. 더욱이, 도 2(a)에서는 기능층(30)이, 전자주입·수송층(31), 발광층(32) 및 정공주입·수송층(33)으로 구성되는 예를 나타내었다.

[0046] 도 2(a)에 도시된 소자에서는, 반사성 전극(21)과 반투과성 반사층(52)에 의해 미소공진기가 구성되며, 미소공진기의 유효 광로길이(100)가 확정(劃定)된다. 이 소자에 대해서는, 기능층(30)을 구성하는 각 층, 투명전극(22) 및 색변환층(40)이 식 (1)의 조건의 대상이 되며, 식 (1)의 조건을 충족시키도록 이들 층의 재료 및 막두께가 결정된다.

[0047] 도 2(b)는 미소공진기 색변환 EL소자의 구조의 변형예를 나타낸다. 도 2(b)의 소자는, 반사성 전극(21)이 금속층(21a)과 투명도전층(21b)의 적층체인 점을 제외하고 도 2(a)의 소자와 같다. 본 변형예에서는, 금속층(21a)이 불투과성 반사층(51)으로서 기능한다. 따라서, 금속층(21a)과 반투과성 반사층(52)에 의해 미소공진기가 구성되며, 미소공진기의 유효 광로길이(100)가 확정된다. 이 소자에 대해서는, 기능층(30)을 구성하는 각 층, 투명전극(22) 및 색변환층(40)에 추가하여, 투명도전층(21b)이 식 (1)의 조건의 대상이 되며, 식 (1)의 조건을 충족시키도록 이들 층의 재료 및 막두께가 결정된다. 반사성 전극(21)을 금속층(21a)과 투명도전층(21b)의 적층체로 함에 있어서의 이점은, 투명도전층(21b)을 이용하여 미소공진기구조의 광로길이조건을 조정할 수 있다는 점, 또한 정공주입·수송층(33)이 반사성 전극(21)에 인접하도록 기능층(30)의 순서를 반대로 하였을 경우에, 양호한 정공주입성을 확보할 수 있다는 점에 있다.

[0048] 본 실시형태의 미소공진기 색변환 EL소자의 구조의 다른 예를 도 3에 나타낸다. 도 3의 소자는, 지지기판(10) 위에, 반사성 전극(21), 기능층(30) 및 반투과성 전극(23)이 적층된 구조를 갖는다. 여기서, 반사성 전극(21) 및 반투과성 전극(23)이 한 쌍의 전극을 구성한다. 또한, 반사성 전극(21)이 불투과성 반사층(51)으로서, 그리고 반투과성 전극(23)이 반투과성 반사층(52)으로서 기능하며, 반사성 전극(21) 및 반투과성 전극(23)이 한 쌍의 광반사층을 구성한다.

[0049] 더욱이, 도 3에서는 기능층(30)이, 전자주입·수송층(31), 발광층(32), 정공주입·수송층(33) 및 캐리어 수송성 색변환층(34(40))으로 구성되는 예를 나타내었다. 도 3에서는, 캐리어 수송성 색변환층(34(40))이 정공수송성을 가지며, 반투과성 전극(23)과 접촉하고 있는 구성예를 나타내었지만, 캐리어 수송성 색변환층(34(40))을 전자수송성으로 하여 반사성 전극(21)과 접촉시키는 구성을 채용하여도 무방하다.

[0050] 도 3에 나타낸 소자에서는, 반사성 전극(21)과 반투과성 전극(23)에 의해 미소공진기가 구성되며, 미소공진기의 유효 광로길이(100)가 확정된다. 이 소자에 대해서는, 기능층(30)을 구성하는 전자주입·수송층(31), 발광층(32), 정공주입·수송층(33) 및 캐리어 수송성 색변환층(34(40))이 식 (1)의 조건의 대상이 되며, 식 (1)의 조건을 충족시키도록 이들 층의 재료 및 막두께가 결정된다. 한편, 본 예에서도, 반사성 전극(21)을 금속층과 투

명도전층의 적층체로 구성하여도 되며, 이 경우에는 미소공진기의 유효 광로길이는 도 2(b)의 구조와 같이 획정된다.

- [0051] 본 실시형태의 미소공진기 색변환 EL소자의 구조의 또 다른 예를 도 4에 나타낸다. 도 4의 소자는, 지지기판(10) 위에, 반사성 전극(21), 기능층(30), 투명전극(22) 및 반투과성 반사층(52)이 적층된 구조를 갖는다. 여기서, 반사성 전극(21) 및 투명전극(22)이 한 쌍의 전극을 구성한다. 또한, 반사성 전극(21)은 불투과성 반사층(51)으로서도 기능하며, 반사성 전극(21) 및 반투과성 반사층(52)이 한 쌍의 광반사층을 구성한다.
- [0052] 더욱이, 도 4에서는 기능층(30)이, 전자주입·수송층(31), 발광층(32), 정공주입·수송층(33) 및 캐리어 수송성 색변환층(34(40))으로 구성되는 예를 나타내었다.
- [0053] 도 4에 나타난 소자에서는, 반사성 전극(21)과 반투과성 반사층(52)에 의해 미소공진기가 구성되어, 미소공진기의 유효 광로길이(100)가 획정된다. 이 소자에 대해서는, 기능층(30)을 구성하는 각 층 및 투명전극(22)이 식(1)의 조건의 대상이 되며, 식(1)의 조건을 충족시키도록 이들 층의 재료 및 막두께가 결정된다. 또한, 본 예에서도, 반사성 전극(21)을 금속층과 투명도전층의 적층체로 구성할 수도 있으며, 이 경우에는 미소공진기의 유효 광로길이는 도 2(b)의 구조와 같이 획정된다.
- [0054] 도 2~4에 나타난 미소공진기 색변환 EL소자에 있어서는, 광반사성 전극(21)을 음극으로서 이용하고, 투명전극(22) 또는 반투과성 전극(23)을 양극으로서 이용하였다. 그러나, 본 실시형태에서는, 광반사성 전극(21)을 양극으로서 이용하고, 투명전극(22) 또는 반투과성 전극(23)을 음극으로서 이용할 수도 있다. 이 경우에는 기능층(30)은, 광반사성 전극(21)의 측으로부터, 정공주입·수송층(33), 발광층(32), 전자주입·수송층(31) 및 존재할 경우에는 캐리어 수송성 색변환층(34)으로 구성된다.
- [0055] 또, 도 2~4에 나타난 미소공진기 색변환 EL소자의 기능층(30)을 구성하는 층 중, 전자주입·수송층(31) 및 정공주입·수송층(33)은 임의선택적으로 설치하여도 되는 층이다. 전자주입·수송층(31) 및 정공주입·수송층(33)은 각각 단일 층이어도 되고, 복수 층의 적층구조를 가져도 된다. 예컨대, 전자주입·수송층(31)을 전자주입층 및 전자수송층의 2층 구성으로 하여도 되고, 정공주입·수송층(33)을 정공주입층 및 정공수송층의 2층 구성으로 하여도 된다.
- [0056] 다음으로 각 구성요소에 관하여 그 상세를 순차적으로 설명한다.
- [0057] [지지기판(10)]
- [0058] 본 발명의 지지기판(10)은, 플랫 패널 디스플레이의 지지기판으로서 일반적으로 사용되고 있는 재료를 이용하여 형성할 수 있다. 예컨대, 유리(무알칼리, 알칼리), 혹은 폴리카보네이트와 같은 플라스틱을 이용하여 지지기판(10)을 형성할 수 있다. 또한, 도 2~4에 예시한 유기 EL소자에 있어서는, 발광층(32)의 발광은, 지지기판(10)을 투과하지 않고 외부로 방출되므로, 지지기판(10)이 반드시 투명할 필요는 없다. 따라서, 실리콘 또는 세라믹과 같은 불투명재료를 이용하여 지지기판(10)을 형성할 수 있다. 더욱이, 복수의 스위칭소자(TFT 등)가 형성된 실리콘 기판을 지지기판(10)으로서 이용하여도 무방하다.
- [0059] [한 쌍의 반사층]
- [0060] (불투과성 반사층(51))
- [0061] 본 발명의 불투과성 반사층(51)은, 고반사율의 금속, 비결정질(amorphous) 합금 또는 미결정성 합금을 이용하여 형성할 수 있다. 고반사율의 금속은, Al, Ag, Mg, Ta, Zn, Mo, W, Ni, Cr 등을 포함한다. 고반사율의 비결정질 합금은 NiP, NiB, CrP 및 CrB 등을 포함한다. 고반사율의 미결정성 합금은 NiAl, Ag합금 등을 포함한다. 불투과성 반사층(51)의 막두께는, 시트 저항치, 반사율, 표면평탄성 등을 고려하여 설정되는데 일반적으로 50~200nm이다. 이 범위 내의 막두께를 가짐으로써, 발광층(32)으로부터의 발광 및 색변환층(40)으로부터의 변환광을 충분히 반사하여 미소공진기의 효과를 얻을 수가 있다.
- [0062] (반투과성 반사층(52))
- [0063] 본 발명의 반투과성 반사층(52)은, 특정한 파장영역만 투과하는 유전체 다층막과 같은 1차원 광 결정(photonic crystal)을 이용하여 제작하여도 무방하다. 그러나, 1차원 광 결정의 제작에 있어서는, 다수의 막형성 프로세스와 엄격한 막두께 제어를 필요로 하는 복잡한 프로세스를 이용해야만 한다. 제작에 필요한 프로세스를 간편하게 한다는 관점에서, 본 발명에서는 반투과성 반사층(52)으로서 금속박막을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0064] 반투과성 반사층(52)을 형성하기 위한 금속재료에는, 가시광에 대하여 광흡수가 적은 것이 바람직하다. 본 발

명에서 적합하게 이용할 수 있는 금속재료는, Ag, Au, Cu, Li, Mg 혹은 이들 금속을 주성분으로 하는 합금이 포함된다. 본 발명에서의 「주성분」이란, 합금 전체를 기준으로 하여 50원자% 이상의 상술한 금속을 포함하는 것을 의미한다.

[0065] 금속박막을 이용하여 반투과성 반사층(52)을 형성할 경우, 반투과성 반사층(52)의 막두께는, 본 실시형태의 미소공진기 색변환 EL소자의 발광 스펙트럼 및 발광강도를 결정하는 중요한 인자이다. 바람직하게는, 반투과성 반사층(52)의 막두께는, 사용하는 금속재료와 필요시되는 발광 스펙트럼 및 발광강도에 의존하여 5nm~50nm의 사이에서 조정된다. 이러한 범위 내의 막두께를 갖는 반투과성 반사층(52)을 이용함으로써, 색변환층으로부터의 광에 대한 충분한 반사성을 가지면서 색변환층(40)에서 커다란 변환광 강도를 얻을 것, 그리고 색변환층(40)으로부터의 변환광에 대한 충분한 투과성을 가지면서 소자의 발광강도를 현저하게 저하시키지 않을 것이라는 상반되는 2개의 요구성능을 양립시킬 수 있게 된다.

[0066] [한 쌍의 전극]

[0067] (광반사성 전극(21))

[0068] 본 발명의 광반사성 전극(21)은, 불투과성 반사층(51)과 마찬가지로, 고반사율의 금속, 비결정질 합금 또는 미결정성 합금을 이용하여 형성할 수 있다. 상기 재료를 이용하여 광반사성 전극(21)을 형성할 경우, 충분한 반사성을 얻기 위하여 막두께는 50~200nm의 범위 내에 있는 것이 바람직하다. 혹은, 본 발명의 광반사성 전극(21)은, 상술한 금속 또는 합금으로 이루어지는 금속층(21a)과 투명도전층(21b)의 적층체일 수도 있다. 이 경우, 금속층(21a)은, 충분한 반사성을 얻기 위하여 50~200nm의 범위 내의 막두께를 갖는 것이 바람직하다. 투명도전층(21b)은, 일반적으로 알려져 있는 ITO(인듐-주석산화물), IZO(인듐-아연산화물), IWO(인듐-텅스텐산화물), AZO(Al도프 아연산화물) 등의 투명 도전성 산화물 재료를 이용하여 형성할 수 있다. 혹은, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜) : 폴리(스티렌술포네이트)(PEDOT:PSS) 등의 고(高)도전성 고분자재료를 이용하여 투명도전층(21b)을 형성할 수도 있다.

[0069] 또한, 본 발명에 있어서, 금속 또는 합금으로 형성되는 광반사성 전극(21), 혹은 금속층/투명도전층의 구성에 있어서의 금속층(21a)을, 상술한 불투과성 반사층(51)으로서 사용할 수 있다.

[0070] (투명전극(22))

[0071] 본 발명의 투명전극(22)은, 일반적으로 알려져 있는 ITO(인듐-주석산화물), IZO(인듐-아연산화물), IWO(인듐-텅스텐산화물), AZO(Al도프 아연산화물) 등의 투명 도전성 산화물재료를 이용하여 형성할 수 있다. 혹은, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜) : 폴리(스티렌술포네이트)(PEDOT:PSS) 등의 고도전성 고분자재료를 이용하여 투명전극(22)을 형성할 수도 있다.

[0072] (반투과성 전극(23))

[0073] 본 발명의 반투과성 전극(23)은, 반투과성 반사층(52)과 마찬가지로, 가시광에 대하여 광흡수가 적은 금속을 이용하여 형성할 수 있다. 이용할 수 있는 금속재료에는, Ag, Au, Cu, Li, Mg 혹은 이들 금속을 주성분으로 하는 합금이 포함된다. 사용하는 금속재료와 필요시되는 발광 스펙트럼 및 발광강도에 의존하는데, 반투과성 전극(23)은 5nm~50nm의 범위 내의 막두께를 갖는다. 이러한 범위 내의 막두께를 갖는 반투과성 전극(23)을 이용함으로써, 색변환층(40)으로부터 발하는 변환광이 공진하기 위한 충분한 반사성, 및 투과되는 변환광을 극도로 감소시키지 않는 충분한 투과성이라는 상반된 2개의 요구를 양립시킬 수 있게 된다.

[0074] [기능층(30)]

[0075] (전자주입·수송층(31))

[0076] 전자주입·수송층(31)은, 음극으로부터의 전자주입성이 뛰어나며, 전자수송능력이 높은 재료를 이용한 단일층으로 형성할 수 있다. 그러나, 일반적으로는 음극으로부터 유기층으로의 전자주입을 촉진하는 전자주입층과, 발광층(32)으로 전자를 수송하는 전자수송층의 2층으로 나누어 형성하는 것이 바람직하다. 2층 구성의 전자주입·수송층(31)을 이용할 경우, 전자주입층을 음극에 접촉시키고, 전자수송층을 발광층(32)에 접촉시키는 구조를 채용하는 것이 바람직하다.

[0077] 전자수송층은, 구체적으로는, 3-페닐-4-(1'-나프틸)-5-페닐-1,2,4-트리아졸(TAZ)과 같은 트리아졸유도체; 1,3-비스[(4-t-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸]페닐렌(OXD-7), 2-(4-비페닐릴)-5-(4-t-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(PBD), 1,3,5-트리스(4-t-부틸페닐-1,3,4-옥사디아졸릴)벤젠(TPOB)과 같은 옥사디아졸유도체; 5,5'-비스(디메시

틸보릴)-2,2'-비티오펜(BMB-2T), 5,5'-비스(디메시틸보릴)-2,2': 5'2' -티티오펜(BMB-3T)과 같은 티오펜 유도체; 알루미늄트리스(8-퀴놀리노네이트) (Alq₃)와 같은 알루미늄착체; 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(BPhen), 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(BCP)과 같은 페난트롤린유도체; 2,5-디-(3-비페닐)-1,1,-디메틸-3,4-디페닐실라시클로펜타디엔(PPSP), 1,2-비스(1-메틸-2,3,4,5-테트라페닐실라시클로펜타디엔)에탄(2PSP), 2,5-비스-(2,2-비피리딘-6-일)-1,1-디메틸-3,4-디페닐실라시클로펜타디엔(PyPySPyPy)과 같은 실롤(silole)유도체 등을 이용하여 형성할 수 있다.

[0078] 전자주입층은, Li₂O, LiO, Na₂S, Na₂Se 및 NaO 등의 알칼리금속 칼코게나이드(chalcogenide), CaO, BaO, SrO, BeO, BaS 및 CaSe 등의 알칼리토류금속 칼코게나이드, LiF, NaF, KF, CsF, LiCl, KCl 및 NaCl 등의 알칼리금속 할로겐화물, CaF₂, BaF₂, SrF₂, MgF₂ 및 BeF₂ 등의 알칼리토류금속의 할로겐화물, Cs₂CO₃ 등의 알칼리금속 탄산염 등을 이용하여 형성할 수 있다. 이들 재료를 이용하여 전자주입층을 형성할 경우, 전자주입층의 막두께를 0.5~1.0nm 정도로 하는 것이 바람직하다.

[0079] 혹은, Li, Na, K, Cs 등의 알칼리금속, Ca, Ba, Sr, Mg 등의 알칼리토류금속의 박막(막두께 1.0~5.0nm 정도)을 전자주입층으로서 이용할 수도 있다.

[0080] 혹은, 상술한 전자수송층의 재료 중에, Li, Na, K, Cs 등의 알칼리금속, LiF, NaF, KF, CsF 등의 알칼리금속 할로겐화물, Cs₂CO₃ 등 알칼리금속 탄산염을 도핑한 재료를 이용하여, 음극으로부터의 전자주입을 촉진하는 전자주입층을 형성할 수 있다.

[0081] (발광층(32))

[0082] 발광층(32)의 재료는, 원하는 색조에 따라 선택할 수 있다. 색변환층(40)을 효과적으로 여기(勵起) 및 발광시키기 위하여, 청색으로부터 청록색의 발광을 나타내는 재료를 이용하여 발광층(32)을 형성하는 것이 바람직하다. 청색으로부터 청록색의 발광을 나타내는 재료에는, 예컨대, 벤조티아졸계, 벤조이미다졸계, 벤조옥사졸계 등의 형광증백제, 스티릴벤젠계 화합물, 방향족 디메틸리딘계 화합물 등이 포함된다. 구체적으로는, 9,10-디(2-나프틸)안트라센(ADN), 4,4'-비스(2,2'-디페닐비닐)비페닐(DPVBi), 2-메틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(MADN), 9,10-비스-(9,9-디(n-프로필)플루오렌-2-일)안트라센(ADF), 9-(2-나프틸)-10-(9,9-디(n-프로필)-플루오렌-2-일)안트라센(ANF) 등을 이용하여 발광층(32)을 형성하는 것이 바람직하다.

[0083] (정공주입·수송층(33))

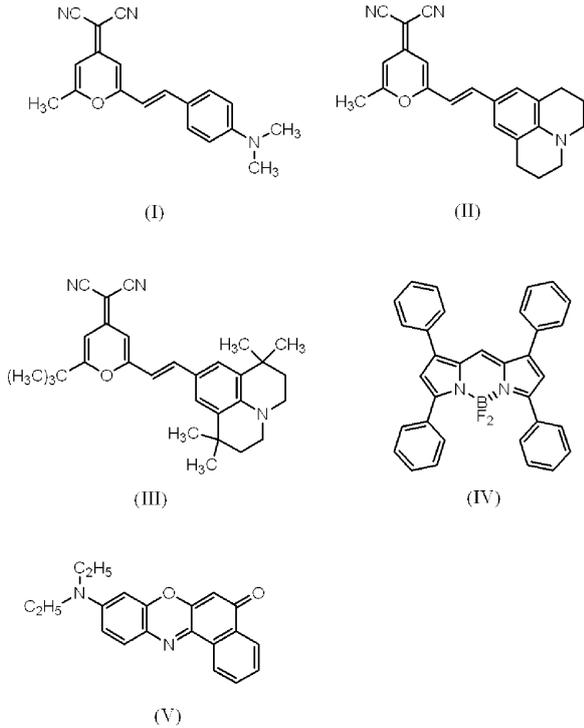
[0084] 정공주입·수송층(33)은, 양극으로부터의 정공주입성이 뛰어나며, 정공수송능력이 높은 재료를 이용한 단일층으로 형성할 수 있다. 그러나, 일반적으로는 양극으로부터 유기층으로의 정공주입을 촉진하는 정공주입층과, 발광층(32)으로 정공을 수송하는 정공수송층의 2층으로 나누어 형성하는 것이 바람직하다. 2층 구성의 정공주입·수송층(33)을 이용할 경우, 정공주입층을 양극에 접촉시키고, 정공수송층을 발광층(32)에 접촉시키는 구조를 채용하는 것이 바람직하다.

[0085] 정공주입·수송층(33)을 형성하기 위한 재료로서는, 트리아릴아민 부분구조, 카르바졸 부분구조, 옥사디아졸 부분구조를 갖는 재료 등, 일반적으로 유기 EL소자에 이용되고 있는 정공수송재료를 이용할 수 있다. 구체적으로는, 예컨대, N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-비페닐-4,4'-디아민(TPD), N,N,N',N'-테트라키스(4-메톡시페닐)-벤지딘(MeO-TPD), 4,4',4"-트리스{1-나프틸(페닐)아미노}트리페닐아민(1-TNATA), 4,4,4"-트리스{2-나프틸(페닐)아미노}트리페닐아민(2-TNATA), 4,4',4"-트리스(3-메틸페닐페닐아미노)트리페닐아민(m-MTDATA), 4,4'-비스{N-(1-나프틸)-N-페닐아미노}비페닐(NPB), 2,2',7,7'-테트라키스(N,N-디페닐아미노)-9,9'-스피로비플루오렌(Spiro-TAD), N,N'-디(비페닐-4-일)-N,N'-디페닐-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(p-BPD), 트리(o-터페닐-4-일)아민(o-TTA), 트리(p-터페닐-4-일)아민(p-TTA), 1,3,5-트리스[4-(3-메틸페닐페닐아미노)페닐]벤젠(m-MTDAPB), 4,4',4"-트리스-9-카르바졸릴트리페닐아민(TCTA) 등을 이용하여 정공주입·수송층(33)을 형성할 수 있다.

[0086] 혹은, 상술한 정공수송재료에 전자수용성 도펀트를 첨가(p형 도핑)한 재료를 이용하여 정공주입층을 형성할 수도 있다. 이용가능한 전자수용성 도펀트에는 예컨대, 테트라시아노퀴노디메탄유도체 등의 유기반도체가 포함된다. 대표적인 테트라시아노퀴노디메탄유도체는, 2,3,5,6-테트라플루오로-7,7,8,8-테트라시아노퀴노디메탄(F₄-TCNQ)이다. 혹은, 산화몰리브덴(MoO₃), 산화텅스텐(WO₃), 산화바나듐(V₂O₅) 등의 무기반도체를 전자수용성 도펀트로서 이용할 수 있다.

- [0087] (캐리어 수송성 색변환층(34))
- [0088] 캐리어 수송성 색변환층(34)은, 전자주입/수송성 또는 정공주입/수송성을 갖는 동시에 색변환의 기능을 갖는 층이다. 캐리어 수송성 색변환층(34)은, 호스트 재료와 1종 또는 복수 종의 색변환색소를 포함한다. 이 경우, 호스트 재료는, 캐리어 수송성능과 발광층(32)으로부터 발하는 광을 흡수하여, 1중항(重項) 여기자를 생성할 수 있는 것이 바람직하다.
- [0089] 전자주입/수송성을 갖는 캐리어 수송성 색변환층(34)을 이용할 경우, 호스트 재료로서, $ZnSq_2$, Alq_3 등을 이용할 수 있다. 색변환색소는, (a) 발광층이 발하는 광(입사광)을 직접 흡수하여 파장분포변환을 수행하고, 다른 파장분포를 갖는 광(변환광)을 발하는 색소, 또는 (b) 발광층이 발하는 광을 흡수한 호스트 재료 여기자의 에너지를 받아, 발광층에 의한 발광과는 다른 파장분포를 갖는 광을 발하는 색소이다. 본 발명에서의 색변환색소로는, 청색~청록색 영역의 광을 흡수하여 적색광 내지는 녹색광을 발하는 색소를 이용할 수 있다. 청색~청록색 영역의 광을 흡수하여 적색광을 발하는 색변환색소로는, 4-디시아노메틸렌-2-메틸-6-(p-디메틸아미노스티릴)-4H-피란(DCM-1, I), DCM-2(II), DCJTB(III) 등의 디시아닌계 색소; 1-에틸-2-(4-(p-디메틸아미노페닐)-1,3-부타디에닐)-피리듐-퍼클로레이트(피리딘1) 등의 피리딘계 재료; 로다민계의 크산텐계 재료; 옥사진계 재료; 쿠마린계색소; 아크리딘계색소; 그 밖의 축합 방향족환 재료(디케토피롤로[3,4-c]피롤유도체, 티아디아졸복소환의 유사체(analog)가 축환한 벤조이미다졸화합물, 포르피린 유도체화합물, 퀴나크리돈계 화합물, 비스(아미노스티릴)나프탈렌화합물 등)을 이용할 수 있다.
- [0090] 또, 청색~청록색 영역의 광을 흡수하여 녹색광을 발하는 색변환색소로는, 예컨대 3-(2'-벤조티아졸릴)-7-디에틸아미노-쿠마린(쿠마린6), 3-(2'-벤조이미다졸릴)-7-디에틸아미노-쿠마린(쿠마린7), 3-(2'-N-메틸벤조이미다졸릴)-7-디에틸아미노-쿠마린(쿠마린30), 2,3,5,6-1H,4H-테트라히드로-8-트리플루오로메틸퀴놀리딘(9,9a,1-gh)쿠마린(쿠마린153) 등의 쿠마린계 색소, 혹은 쿠마린 색소계 염료인 베이직 옐로우51, 나아가 솔벤트 옐로우11, 솔벤트 옐로우116 등의 나프탈 이미드계 색소 등이 포함된다.
- [0091] 한편, 정공주입/수송성을 갖는 캐리어 수송성 색변환층(34)을 이용할 경우, 호스트 재료로서, BAPP, BABP 등의 저분자, 혹은 CzPP, CzBP 등과 같은 고분자량 페닐렌계 흡수층재료를 사용할 수 있다(특허문헌 6 참조). 혹은, 흡수층성을 갖는 형광재료인, 아릴아미노기가 결합된 아자플루오란텐골격을 갖는 아자방향족화합물(특허문헌 7 참조), 아미노기와 결합된 플루오란텐골격을 갖는 축합방향족화합물(특허문헌 8 참조), 아미노기를 갖는 트리페닐렌방향족화합물(특허문헌 9 참조), 또는 아미노기를 갖는 페닐렌계 방향족화합물(특허문헌 10 참조)을 호스트 재료로서 이용할 수도 있다. 색변환색소로는, 상술한 전자주입/수송성을 갖는 캐리어 수송성 색변환층(34)과 같은 재료를 이용할 수 있다.
- [0092] [색변환층(40)]
- [0093] 본 발명의 색변환층(40)은, 적어도 1종의 형광색소를 증착법 등의 드라이 프로세스 또는 잉크젯, 그라비아 인쇄 등의 인쇄기술을 이용하여 부착시킴으로써 형성되는 층이다. 본 발명의 색변환층(40)은, 2000nm(2 μ m) 이하, 바람직하게는 100~2000nm, 보다 바람직하게는 100~1000nm의 막두께를 갖는다.
- [0094] 본 발명에서 적합하게 이용될 수 있는 형광색소에는, Alq_3 (트리스(8-퀴놀리노레이트)알루미늄착체) 등의 알루미늄 킬레이트계 색소, 3-(2-벤조티아졸릴)-7-디에틸아미노쿠마린(쿠마린6), 3-(2-벤조이미다졸릴)-7-디에틸아미노쿠마린(쿠마린7), 쿠마린135 등의 쿠마린계 색소, 솔벤트 옐로우43, 솔벤트 옐로우44와 같은 나프탈이미드계 색소 등의 저분자 유기형광색소가 포함된다. 또한, 형광색소로서, 폴리페닐렌계, 폴리아릴렌계, 폴리플루오렌계로 대표되는 각종 고분자 발광재료를 이용할 수도 있다.
- [0095] 다른 방법으로서, 상기 형광색소에 제 2 형광색소를 추가한 2종의 형광색소의 혼합물을 이용하여 색변환층을 형성할 수도 있다. 이러한 구성에서는, 상기 형광색소가 색변환층(40)으로의 입사광, 바람직하게는 유기 EL소자가 발하는 청색~청록색의 광을 흡수하고, 흡수한 에너지를 제 2 형광색소로 이동시키며, 제 2 형광색소가 원하는 파장의 광을 방사한다. 본 발명에 있어서 제 2 형광색소로서 적합하게 이용할 수 있는 형광색소에는, 디에틸퀴나크리돈(DEQ) 등의 퀴나크리돈유도체; DCM-1(I), DCM-2(I I), 및 DCJTB(I I I) 등의 시아닌 색소; 로다민B, 로다민6G 등의 크산텐계 색소; 피리딘1 등의 피리딘계 색소; 4,4-디플루오로-1,3,5,7-테트라페닐-4-보라-3a,4a-디아자-s-인다센(I V); 루모젠F레드; 나일레드(V) 등이 포함된다.

[0096] [화학식 1]



[0097]

[0098] 제 2 형광색소를 이용할 경우, 제 2 형광색소가 농도소광(濃度消光)을 일으키지 않는 것이 중요하다.

[0099] 왜냐하면, 제 2 형광색소가 원하는 광을 방사하는 재료이며, 그 농도소광은 색변환효율의 저하를 초래하기 때문이다. 본 발명의 색변환층(40)에서의 제 2 형광색소의 농도의 상한은 이용하는 재료에 따라 변화될 수 있다. 일반적으로는, 본 발명의 색변환층(40)에서 제 2 형광색소의 바람직한 농도는, 색변환층(40)의 총 구성분자수를 기준으로 하여, 10몰% 이하, 바람직하게는 0.01~10몰%, 보다 바람직하게는 0.1~5몰%의 범위 내이다. 이러한 범위 내의 농도로 제 2 형광색소를 이용함으로써, 농도소광을 방지하는 동시에, 충분한 변환광 강도를 얻을 수 있게 된다.

[0100] 제 2 형광색소를 첨가하는 구성은, 입사광의 흡수피크파장과 색변환의 발광피크파장간의 차이를 크게 할 수 있기 때문에, 청색으로부터 적색으로의 변환시 등 파장시프트폭이 큰 경우에 유효하다. 더욱이, 기능이 분리됨에 따라 형광색소의 선택폭을 넓힐 수 있게 된다.

[0101] 본 발명의 제 2 실시형태는, 제 1 실시형태에 기재된 미소공진기 색변환 EL소자와, 적어도 한 쌍의 전극과, 상기 한 쌍의 전극에 끼움지워지는 발광층을 포함하는 기능층과, 한 쌍의 광반사층을 가지며, 상기 발광층이 상기 한 쌍의 광반사층의 사이에 배치되고, 상기 한 쌍의 광반사층간의 거리가, 상기 발광층으로부터 방사된 광 중 특정 파장의 광강도를 증강시키는 미소공진기를 구성하는 광학거리로 설정되어 있는 미소공진기 EL소자를 포함하며, 청색, 녹색 및 적색의 부화소가, 상기 미소공진기 색변환 EL소자 또는 미소공진기 EL소자 중 어느 하나로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 EL디스플레이이다.

[0102] 본 발명의 미소공진기 EL소자는, 색변환의 기능을 갖는 층(색변환층 또는 캐리어 수송성 색변환층)을 포함하지 않는다는 점, 그리고 한 쌍의 광반사층간의 거리가 발광층으로부터 방사된 광 중 특정 파장의 광강도를 증강시키는 광학거리로 설정되어 있다는 점을 제외하고, 제 1 실시형태에 기재된 미소공진기 색변환 EL소자와 같은 구성을 가질 수 있다.

[0103] 도 5에 본 실시형태에 따른 유기 EL디스플레이의 일례를 나타낸다. 도 5에 도시된 유기 EL디스플레이는, 도 2에 도시된 구성을 갖는 적색 및 녹색의 부화소에 대응하는 미소공진기 색변환 유기 EL소자와, 청색의 부화소에 대응하는 미소공진기 유기 EL소자로 구성되어 있다. 또한, 적색변환층(40R), 녹색변환층(40G)의 막두께를 적절하게 설정함으로써, 각 색의 부화소에 맞춘 반사층간 거리(100R 및 100G)가, 색변환층(40R 및 40G) 위에 디스플레이의 전면을 덮도록 형성되는 반투과성 반사층(52)과, 불투과성 반사층(51)으로서 기능하는 반사성 전극(21)의 사이에 설정되어 있다. 즉, 청색 부화소에서는, 투명전극(22) 위에 형성되는 반투과성 반사층(52)과 반사성 전극(21) 사이의 거리(100B)는, 발광층(32)이 발하는 청색광의 강도를 증강시키는 광학거리로 설정된다. 한편,

녹색 및 적색 부화소에서는, 색변환층(40(G,R)) 위에 형성되는 반투과성 반사층(52)과 반사성 전극(21) 사이의 거리(100(G,R))는, 각각 색변환층(40(G,R))이 발하는 녹색 및 적색광의 강도를 증강시키는 광학거리로 설정된다.

[0104] 본 실시형태에 있어서, 도 5에 나타낸 바와 같이, 미소공진기 유기 EL소자 및 미소공진기 색변환 유기 EL소자의 사이에서, 한 쌍의 전극(21,22) 및 기능층(30)을 공유하는 것이 편리하다. 이러한 구성을 취함으로써, 통상의 유기 EL디스플레이와 같은 패시브 매트릭스 구동형 혹은 액티브 매트릭스 구동형의 구성을 취할 수 있게 된다.

[0105] 또, 본 실시형태에 있어서, 미소공진기 색변환 유기 EL소자의 색변환층(40(R,G))은, 한 쌍의 전극 중 하나인 투명전극(22)과 반투과성 반사층(52)의 사이에 형성하는 것이 편리하다. 이러한 구성을 취함으로써, 각 색의 부화소에 대응하는 색변환층(40(R,G))의 제작이 용이해지는 동시에, 색변환층(40)의 막두께를 적당히 설정함으로써, 한 쌍의 반사층간의 거리를 원하는 광학거리로 설정할 수 있다.

[0106] 임의선택적이지만, 본 실시형태의 유기 EL디스플레이에 있어서, 미소공진기 색변환 EL소자 및 미소공진기 EL소자의 광출사측에, 특정한 과장영역의 광을 투과하는 컬러필터층을 설치하여도 무방하다. 예컨대, 청색, 녹색 및 적색의 부화소를 이루는 미소공진기 색변환 EL소자 또는 미소공진기 EL소자의 출사측(도 5의 구성에서는, 반투과성 반사층(52)측)에, 청색, 녹색 및 적색 컬러 필터층을 설치할 수 있다. 컬러 필터층을 설치함으로써, 각 색 부화소의 출사광의 색순도가 향상되어 고품위의 표시가 가능해진다. 컬러 필터층은, 시판되는 플랫 패널 디스플레이용의 컬러필터재료를 이용하여 제작할 수 있다. 컬러 필터층은, 반투과성 반사층(52)위에 직접 형성하거나, 혹은 패시베이션층(SiO_x, AlO_x, TiO_x, TaO_x, ZnO_x 등의 무기산화물, SiN_x 등의 무기질화물 및 SiN_xO_y 등의 무기산화질화물 등을 이용하여 형성된다)을 사이에 두고 형성할 수도 있다. 혹은, 지지기판(10)과는 다른 투명 지지체 위에 컬러 필터층을 설치한 컬러필터를, 상기한 유기 EL디스플레이의 출사측에 부착함으로써 컬러 필터층을 소정의 종류의 부화소에 대향시켜 배치할 수도 있다.

[0107] 도 5에서는 청색 부화소가 미소공진기 유기 EL소자로 형성되고, 적색 및 녹색의 부화소가 미소공진기 색변환 유기 EL소자로 형성되는 예를 나타내었다. 그러나, 본 실시형태의 유기 EL디스플레이에서는, 청색 부화소 및 적색 부화소를 미소공진기 EL소자로 형성하고, 녹색 부화소를 미소공진기 색변환 EL소자로 형성할 수도 있다. 혹은, 청색 부화소 및 녹색 부화소를 미소공진기 EL소자로 형성하고, 적색 부화소를 미소공진기 색변환 EL소자로 형성하여도 무방하다.

[0108] 복수 종류의 부화소를 미소공진기 유기 EL소자로 형성할 경우, 이들 미소공진기 유기 EL소자 내에, 한 쌍의 반사층간의 유효 광로길이를 조정하기 위한 투명층(도시생략)을 설치할 수도 있다. 예컨대, 청색 부화소 및 적색 부화소를 미소공진기 EL소자로 형성할 경우, 청색 부화소의 미소공진기 유기 EL소자 또는 적색 부화소의 미소공진기 유기 EL소자 중 어느 한쪽 또는 양쪽에 투명층을 설치하여, 한 쌍의 반사층간의 광학거리를 조정할 수 있다. 투명층의 형성에 사용할 수 있는 재료에는, SiO_x, AlO_x, TiO_x, TaO_x, ZnO_x 등의 무기산화물, SiN_x 등의 무기질화물 및 SiN_xO_y 등의 무기산화질화물이 포함된다. 투명층은 스퍼터링법, CVD법, 진공증착법 등 해당 기술에서 알려져 있는 임의의 수법에 의해 형성할 수 있다. 투명층은, 예컨대, 전극(바람직하게는 투명전극)과 반투과성 반사층의 사이(도 5의 구성에서의 색변환층(40)의 위치)에 설치하여도 된다.

[0109] 또, 투명층을 설치하지 않고, 예컨대 청색과 적색의 양 과장에 대하여 발광강도를 증강시키는 멀티모드 미소공진기 유기 EL소자를 이용하여 복수 종류의 부화소를 형성할 수도 있다. 이 경우, 미소공진기 유기 EL소자의 유효 광로길이는 기능층(30), 투명전극(22)의 막두께로 조정하게 된다.

[0110] 이상으로 설명한 바와 같이, 모든 부화소에 미소공진기 구조를 도입함으로써, 관찰각도에 따라 색상이 변화하는 일이 없는, 시야각 의존성이 작은 유기 EL디스플레이를 얻을 수가 있다. 왜냐하면, 도 1(b)에 나타낸 종래 구조의 디스플레이에 있어서, 색변환층으로부터 출사된 광이 등방적으로 방사되는 데 대하여, 도 5에 나타낸 본 발명의 디스플레이에서는, 적색 부화소 및 녹색 부화소에 있어서 색변환층으로부터 출사되는 광이 미소공진기에 의해 청색 부화소와 같은 지향성을 갖기 때문이다.

[0111] (실시예 1) 적색 발광의 미소공진기 색변환 EL소자

[0112] 길이 50mm×폭 50mm×두께 0.7mm의 지지기판(코닝제품, 1737유리)을, 알칼리 세정액으로 세정하고, 순수한 물로 충분히 행구었다. 계속해서, 세정을 마친 지지기판 위에, DC마그네트론 스퍼터링법에 의해 은합금(후루야킨조쿠제품, APC-TR)을 부착시켜 막두께 100nm의 은합금막을 형성하였다. 스핀 코트법을 이용하여, 은합금막 위에

막두께 1.3 μ m의 포토레지스트(토쿄오카고제품, TFR-1250)막을 형성하고 80 $^{\circ}$ C의 클린오븐에서 15분간 건조시켰다. 포토레지스트막에 대하여, 2mm폭의 스트라이프 패턴의 포토마스크를 통해 고압수은램프에 의한 자외광을 조사하고, 현상액(토쿄오카고제품, NMD-3)으로 현상함으로써, 은합금박막 위에 2mm폭의 포토레지스트 패턴을 제작하였다. 이어서, 은(銀)용 에칭액(간토카가쿠제품, SEA2)을 이용하여 에칭을 실시하고, 계속해서 박리액(토쿄오카제품, 박리액106)을 이용해 포토레지스트 패턴을 박리하여, 선폭 2mm의 스트라이프 형상부분으로 이루어지는 금속층을 제작하였다. 금속층 위에, DC마그네트론 스퍼터링법을 이용하여, 인듐아연산화물(IZO)로 이루어지는 막두께 100nm의 투명도전막을 형성하고, 은합금박막과 마찬가지로 포토리소그래피법으로 패터닝하여, 도전층의 패턴과 일치한 스트라이프 형상 부분으로 이루어지는 투명도전층을 형성하고, 반사성 전극을 얻었다. IZO의 에칭에는 옥살산을 이용하였다. 반사성 전극을 형성한 기관을, 저압수은램프가 구비된 UV/O₃ 세정장치에 의해 실온에서 10분간 처리하였다.

[0113] 계속해서, 세정처리를 실시한 기관을, 저항가열 진공증착장치에 장착하여 유기 EL층을 형성하였다. 유기 EL층의 형성시에, 진공조의 내부압을 1×10^{-4} Pa까지 감압하였다. 맨 처음에, Alq₃ 및 금속 Li를 1:1의 몰비가 되도록 공증착하여 막두께 20nm의 전자주입층을 형성하였다. 이어서, Alq₃를 증착하여 막두께 10nm의 전자수송층을 형성하였다. 이어서, 호스트 재료인 ADN과, 발광 도펀트인 4,4'-비스(2-(4-(N, N-디페닐아미노)페닐)비닐)비페닐(DPAVBi)을 공증착하여 막두께 30nm의 발광층을 형성하였다. 여기서, ADN의 증착속도를 1 \AA /s로 하고 DPAVBi의 증착속도를 0.03 \AA /s로 하였다. 이어서, NPB를 증착하여 막두께 20nm의 정공수송층을 형성하였다. 마지막으로, 2-TNATA와 F₄-TCNQ를, 막두께비가 2-TNATA:F₄-TCNQ=100:2이 되는 증착속도로 공증착하여 막두께 30nm의 정공주입층을 형성하였다.

[0114] 유기 EL층을 형성한 기관을, 진공을 파괴하지 않으면서 대향 타겟 스퍼터링장치로 이동시키고, 정공주입층 위에 IZO를 부착하여 막두께 50nm의 투명전극을 형성하였다. 이 때, 스퍼터링시 막형성입자가 횡방향으로 확대됨에 따라 패턴이 흐려지는 것을 고려하여, 1mm폭의 스트라이프 패턴을 갖는 메탈 마스크를 이용하였다. 얻어진 투명전극은, 반사성 전극과 교차하는 방향으로 연장되는, 폭 2mm의 복수의 스트라이프 형상의 부분전극으로 구성되었다.

[0115] 투명전극을 형성한 기관을, 진공을 파괴하지 않으면서 다시 저항가열 진공증착장치로 이동시켰다. 투명전극 위에, Alq₃과 DCM-2를, 막두께비가 Alq₃ : DCM-2 = 100 : 3이 되는 증착속도로 공증착하여 막두께 320nm의 색변환층을 형성하였다. 계속해서, 색변환층 위에 Ag을 증착하여 막두께 10nm의 반투과성 반사층을 형성하였다.

[0116] 계속해서, 밀폐반송용기를 이용하여 수분농도 및 산소농도가 10ppm 이하인 환경을 유지하면서, 반투과성 반사층이 형성된 기관을 플라즈마 CVD장치 내로 반송하였다. 플라즈마 CVD법을 이용하여 반투과성 반사층 위에 SiN을 부착시켜 막두께 1 μ m의 보호막을 형성하였다.

[0117] 마지막으로, 길이 41mm \times 폭 41mm \times 두께 1.1mm의 시일용 유리기관(닛폰덴키가라스 제품, OA-10)의 전면(全面)에 가열경화형 에폭시접착제를 도포하고, 이것을 보호막 위에 부착하여 유기 EL발광부를 시일함으로써 적색 발광의 미소공진기 색변환 EL소자를 얻었다. 본 실시예의 구성에 있어서, 미소공진기 구조 내에서 굴절률 차가 가장 큰 계면은, 전자주입층(Li도프 Alq₃, 굴절률 1.73(@610nm))과 투명도전층(IZO, 굴절률 2.01(@610nm))의 계면이며, 그 굴절률 차는 0.28이었다.

[0118] (실시예 2) 적색 발광의 미소공진기 색변환 EL소자

[0119] 색변환층의 막두께를 330nm로 하고 반투과성 반사층의 막두께를 20nm로 한 것을 제외하고 실시예 1의 순서를 되풀이하여, 적색 발광의 미소공진기 색변환 EL소자를 얻었다.

[0120] (비교예 1) 적색 발광의 색변환 EL소자

[0121] 반투과성 반사층을 형성하지 않은 것을 제외하고 실시예 1의 순서를 되풀이하여 적색 발광의 색변환 EL소자를 얻었다.

[0122] 실시예 1, 2 및 비교예 1에서 제작한 소자의 발광스펙트럼을 도 6에 나타낸다. 또한, 각 소자의 색도, 전류효율(전류밀도가 10mA/cm²인 경우) 및 휘도비(비교예의 소자의 휘도를 1로 하는 상대값)의 평가결과를 표 1에 나타내었다. 도 6으로부터 알 수 있는 바와 같이, 실시예 1 및 2의 발광 스펙트럼의 피크강도는 비교예 1보다 강하다. 그 결과, 미소공진기 구조를 갖는 실시예 1 및 2의 소자의 발광효율이, 비교예 1의 소자에 비해 1.4~

1.7배 향상되었다.

[0123] [표 1] 실시예 1, 2 및 비교예 1의 소자에 대한 평가

	색도 (CIExy 좌표계)		전류효율 (cd/A)	휘도비
	x	y		
실시예 1	0.656	0.344	3.7	1.7
실시예 2	0.661	0.339	3.0	1.4
비교예 1	0.660	0.340	2.2	1

[0124]

[0125] (실시예 3) 녹색 발광의 미소공진기 색변환 EL소자

[0126]

Alq₃만 증착함으로써 색변환층을 형성하고, 색변환층의 막두께를 230nm로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1의 순서를 되풀이하여, 녹색 발광의 미소공진기 색변환 EL소자를 얻었다. 얻어진 소자의 발광 스펙트럼을 도 7에 나타낸다. 얻어진 소자의 색도 및 전류효율(전류밀도가 10mA/cm²인 경우)의 평가결과를 표 2에 나타내었다. 도 7 및 표 2에 나타낸 결과로부터, 녹색 변환 색소로서는 폭넓은 발광스펙트럼을 갖는 Alq₃을 이용하였을 경우에도, 본 발명의 미소공진기 구조를 도입함으로써 색순도가 뛰어난 녹색광을 얻을 수 있음이 명백해졌다. 본 실시예의 구성에 있어서도, 미소공진기 구조 내에서 굴절률 차가 가장 큰 계면은, 전자주입층(Li도프 Alq₃, 굴절률 1.73(@530nm))과 투명도전층(IZO, 굴절률 2.06(@530nm))의 계면이며, 그 굴절률 차는 0.33이었다.

[0127]

[표 2] 실시예 3의 소자에 대한 평가

	색도 (CIExy 좌표계)		전류효율 (cd/A)
	x	y	
실시예 3	0.213	0.667	8.4

[0128]

[0129] (실시예 4) 유기 EL디스플레이

[0130]

본 실시예는 도 5에 나타낸 개략 단면을 갖는 유기 EL디스플레이를 제공한다.

[0131]

지지기판(10)으로서, 표면에 각 부화소를 제어하기 위한 복수의 스위칭소자(TFT소자, 도시생략)가 배열된 무알칼리 유리기판(세로 50mm× 가로 50mm× 두께 0.7mm, 코닝제품, 이글2000)을 준비하였다. 각 TFT소자는 비결정질 실리콘을 이용하여 제작하였다. 스위칭소자는, 세로방향 330 μ m 및 가로방향 110 μ m의 피치로, 세로방향에 대하여 80개, 가로방향에 대하여 240개가 배열되었다. 이는, RGB 3종의 부화소로 이루어지는 화소가 가로방향으로 80개, 세로방향으로 80개 배열되어 있는 것에 상당한다. 스위칭소자는, 요철을 평탄화하기 위한 막두께 약 2 μ m의 수지막(도시생략)에 의해 피복되며, 상기 수지막은 스위칭소자를 광반사성 전극과 접촉하기 위한 복수의 콘택트 홀을 갖는다.

[0132]

실시예 1과 같이 하여, DC 마그네트론 스퍼터링법을 이용해 수지막 위에 막두께 100nm의 은합금(후루야킨쵸쿠제품, APC-TR)을 부착시키고, 수지막 상의 콘택트 홀의 위치에 맞추어 패터닝하여, 세로방향 330 μ m 및 가로방향 110 μ m의 피치에 있어서, 길이 300 μ m 및 폭 95 μ m의 복수의 직사각형상부분으로 이루어진 은합금패턴(금속층)을 얻었다. 이어서, DC마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 막두께 100nm의 IZO를 부착시키고, 은합금 패턴에 맞추어 패터닝하여 세로방향 330 μ m 및 가로방향 110 μ m의 피치에 있어서, 길이 310 μ m 및 폭 100 μ m의 복수의 직사각형상부분으로 이루어진 투명 도전층 패턴(투명도전층)을 얻었다. 이상과 같이, 은합금 및 투명도전층의 적층구조로 이루어지고, 복수의 부분전극으로 분할된 반사성 전극(21)을 얻었다. 상기 반사성 전극(21)은 불투과성 반사층(51)으로서도 기능한다. 또한, 반사성 전극(21)을 구성하는 복수의 부분전극의 각각을 스위칭소자와 1대 1로 접속하였다.

[0133]

이어서, 감광성 수지재료(JEM-700-R2, JSR제품)를 스핀코트법에 의해 기판 위에 막두께 1 μ m가 되도록 도포하고, 포토마스크를 사이에 두고 감광수지재료막에 대하여 고압수은램프의 광을 조사하며, 현상액(토쿄오카고교제품, NMD-3)을 이용하여 감광수지재료막을 현상하였다. 얻어진 막을 200 $^{\circ}$ C로 가열한 핫플레이트 상에서 20분간 가열하여, 각 부화소에 상당하는 위치의 길이 300 μ m 및 폭 80 μ m의 복수의 개구부를 갖는 절연막(도시생략)을 얻었다.

[0134]

계속해서, 절연막이 형성된 기판을 저항가열 진공증착장치에 장착하고, 표시영역(즉, 반사성 전극(21)을 형성한 영역)에 개구부를 갖는 메탈 마스크를 사이에 두고 유기 EL층(30)을 형성하였다. 유기 EL층(30)의 형성시에, 진공조의 내부압을 1 \times 10⁻⁴ Pa까지 감압하였다. 맨 처음에, Alq₃ 및 금속 Li를 1:1의 몰비가 되도록 공증착하여

막두께 20nm의 전자주입층을 형성하였다. 이어서, Alq₃을 증착하여 막두께 10nm의 전자수송층을 형성하였다. 그 다음에, 호스트 재료인 ADN과, 발광도펀트인 4,4'-비스(2-(4-(N, N-디페닐아미노)페닐)비닐)비페닐(DPAVBi)을 공증착하여 막두께 30nm의 발광층(32)을 형성하였다. 여기서, ADN의 증착속도를 1Å/s로 하고 DPAVBi의 증착속도를 0.03Å/s로 하였다. 이어서, NPB를 증착하여 막두께 20nm의 정공수송층을 형성하였다. 마지막으로, 2-TNATA와 F₄-TCNQ를, 막두께비가 2-TNATA : F₄-TCNQ = 100 : 2가 되는 증착속도로 공증착하여 막두께 60nm의 정공주입층을 형성하였다. 여기서, 전자주입층 및 전자수송층의 적층구조가 전자주입·수송층(31)에 상당하고, 정공수송층 및 정공주입층의 적층구조가 정공주입·수송층(33)에 상당한다.

[0135] 계속해서, 유기 EL층(30)을 형성한 기관을, 진공을 파괴하지 않으면서 대향 타겟 스퍼터링장치로 이동시키고, 유기 EL층(30)을 형성했을 때의 메탈 마스크보다 넓은 개구부를 갖는 메탈 마스크를 사이에 두고, 유기 EL층(30) 위에 IZO를 부착시켜 막두께 50nm의 투명전극(22)을 형성하였다. 투명전극(22)은 표시영역 전면에 걸쳐 형성되는 공통전극이며, 넓은 개구부를 갖는 메탈 마스크를 이용함으로써 외부구동회로의 접속단자와의 접속을 위한 영역을 갖는다.

[0136] 계속해서, 투명전극(22)을 형성한 기관을, 진공을 파괴하지 않으면서 다시 저항가열 진공증착장치로 이동시켰다. 복수의 길이방향으로 연장되는 복수의 스트라이프 형상 개구부를 갖는 메탈 마스크를 준비하였다. 메탈 마스크의 개구부 각각은 90μm의 폭을 가지며 330μm의 피치로 배열되어 있다. 투명전극(22) 위에, 상기 메탈 마스크를 사이에 두고 Alq₃을 증착하고, 녹색 부화소에 상당하는 위치에 막두께 230nm의 녹색변환층(40G)을 형성하였다.

[0137] 계속해서, 상기 메탈 마스크의 위치를 변경하여, 메탈 마스크를 사이에 두고 Alq₃과 DCM-2을, 막두께비가 Alq₃ : DCM-2 = 100 : 3이 되는 증착속도로 공증착하여, 적색 부화소에 상당하는 위치에 막두께 320nm의 적색변환층(40R)을 형성하였다.

[0138] 더욱이, 녹색변환층(40G) 및 적색변환층(40R)이 형성된 기관 위에, 투명전극(22)의 형성시에 이용한 메탈 마스크를 사이에 두고 Ag을 증착하여, 막두께 10nm의 반투과성 반사층(52)을 형성하였다.

[0139] 계속해서, 밀폐반송용기를 이용하여 수분농도 및 산소농도를 10ppm 이하의 환경을 유지하면서, 반투과성 반사층이 형성된 기관을 플라즈마 CVD장치 내로 반송하였다. 플라즈마 CVD법을 이용해 반투과성 반사층 위에 SiN을 부착시키고, 막두께 1μm의 보호막(도시생략)을 형성하여 EL소자기판을 얻었다.

[0140] 여기서, 길이 41mm×폭 41mm×두께 1.1mm의 유리기관(닛폰덴키가라스 제품, 0A-10)의 표면 상의 적색, 녹색 및 청색의 부화소에 상당하는 위치에 대응하는 색의 컬러필터층(막두께 0.8μm)을 형성한 컬러필터(도시생략)를 준비하였다. 각 컬러필터층은, 컬러 모자이크 CR-7001(적색), CG-7001(녹색) 및 CB-7001(청색) (후지필름덴사 이료가부시키가이샤를 통해 입수가능)을 이용하여 통상의 스핀코트, 패턴형상 노광, 현상 및 가열경화의 순서로 작성하였다. 컬러필터층 상의 전면에 가열경화형 에폭시접착제를 도포하여, 이것을 EL소자기판의 보호막 위에 부착하고 유기 EL발광부를 시일하여 유기 EL디스플레이를 얻었다.

[0141] 본 실시예에 따른 디스플레이의 적색 부화소 및 녹색 부화소에 관하여, 미소공진기 구조 내에서 굴절률 차가 가장 큰 계면은, 실시예 1 및 실시예 3에 기재한 바와 같이 전자주입층과 투명도전층의 계면이며, 그 굴절률 차는 각각 0.28 및 0.33이었다. 또한, 본 실시예에 따른 디스플레이의 청색 부화소에 관하여, 미소공진기 구조 내에서 굴절률 차가 가장 큰 계면은, 전자주입층(Li도프 Alq₃, 굴절률 1.80(@470nm))과 투명도전층(IZO, 굴절률 2.12(@470nm))의 계면이며, 그 굴절률 차는 0.32이었다.

[0142] 얻어진 유기 EL디스플레이의 각 색 부화소의 발광 스펙트럼을 도 8에 나타낸다. 또한, 각 색 부화소를 10mA/cm²의 전류밀도로 발광시켰을 경우의 색도 및 발광효율을 표 3에 나타낸다.

[0143] [표 3] 실시예 4의 디스플레이에 대한 평가

	색도 (CIE xy 좌표계)		전류효율 (cd/A)
	x	y	
청색부화소	0.119	0.099	3.4
녹색부화소	0.223	0.733	7.6
적색부화소	0.664	0.336	4.6

[0144]

[0145] 또, 상기 디스플레이를 정면(표시면의 법선과 이루는 각이 0°)에서 관찰하였을 경우와, 표시면의 법선과 이루

는 각이 70° 인 비스듬한 방향에서 관찰하였을 경우를 비교했으나, 색조가 크게 변하지는 않았다. 이는, 적, 청, 녹색의 각 부화소가 같은 미소공진기 구조를 취하고 있어, 발광의 방향의존성에 차이가 없었던 것에 기인한다.

[0146] 이상으로부터, 본 발명에 의해 얻어진 색변환층과 미소공진기 구조를 조합시킨 유기 EL소자에 의해, 색재현성, 발광효율이 우수한 유기 EL디스플레이를 제공할 수 있게 되었다.

도면의 간단한 설명

[0147] 도 1은 종래기술의 미소공진기 EL소자 및 이것을 이용한 디스플레이를 나타내는 도면으로서, (a)는 미소공진기 EL소자를 나타내고, (b)는 디스플레이를 나타내는 도면이다.

[0148] 도 2는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 미소공진기 색변환 EL소자의 일례를 나타내는 도면으로서, (a)는 반사성 전극이 단일층인 경우를 나타내고, (b)는 반사성 전극이 금속층과 투명도전층의 적층구조인 경우를 나타내는 도면이다.

[0149] 도 3은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 미소공진기 색변환 EL소자의 다른 예를 나타내는 도면이다.

[0150] 도 4는 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 미소공진기 색변환 EL소자의 또다른 예를 나타내는 도면이다.

[0151] 도 5는 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 유기 EL디스플레이의 일례를 나타내는 도면이다.

[0152] 도 6은 실시예 1, 2 및 비교예 1에 따른 소자의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[0153] 도 7은 실시예 3의 소자의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

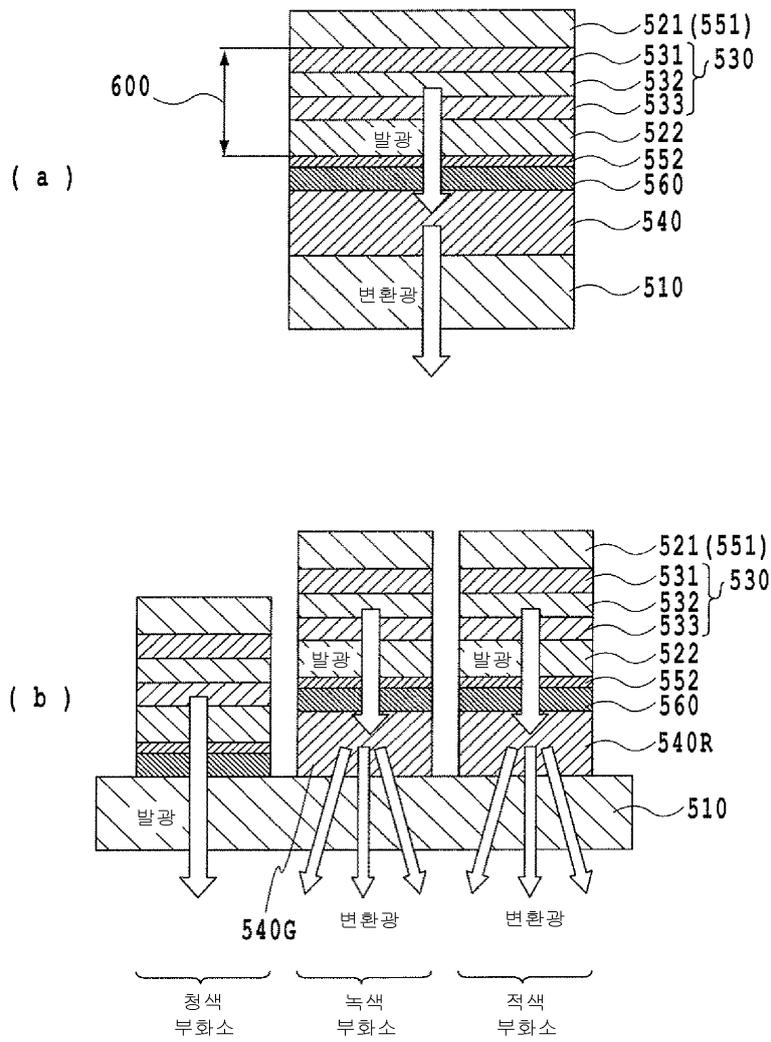
[0154] 도 8은 실시예 4의 디스플레이의 각 색 부화소의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[0155] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

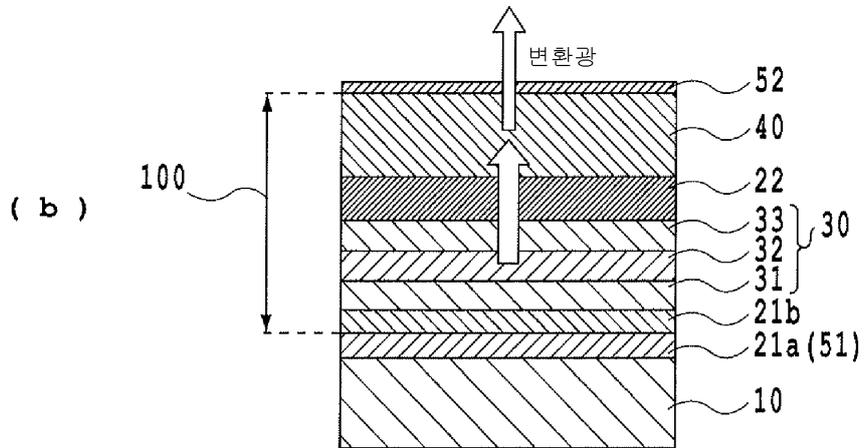
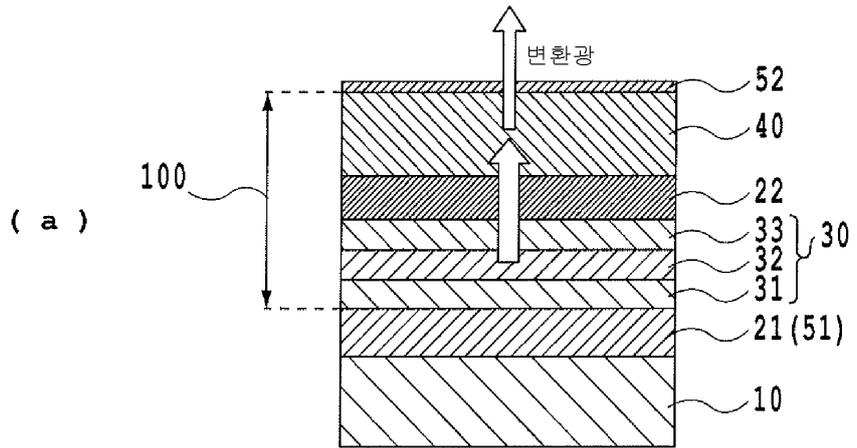
- | | | |
|--------|----------------------|-----------------|
| [0156] | 10 : 지지기판 | 21 : 반사성 전극 |
| [0157] | 21a : 금속층 | 21b : 투명도전층 |
| [0158] | 22 : 투명전극 | 23 : 반투과성 전극 |
| [0159] | 30 : 기능층 (유기 EL층) | 31 : 전자주입 · 수송층 |
| [0160] | 32 : 발광층 | 33 : 정공주입 · 수송층 |
| [0161] | 34 : 캐리어 수송성 색변환층 | 40(R,G) : 색변환층 |
| [0162] | 51 : 불투과성 반사층 | 52 : 반투과성 반사층 |
| [0163] | 100 : 미소공진기의 유효 광로길이 | |

도면

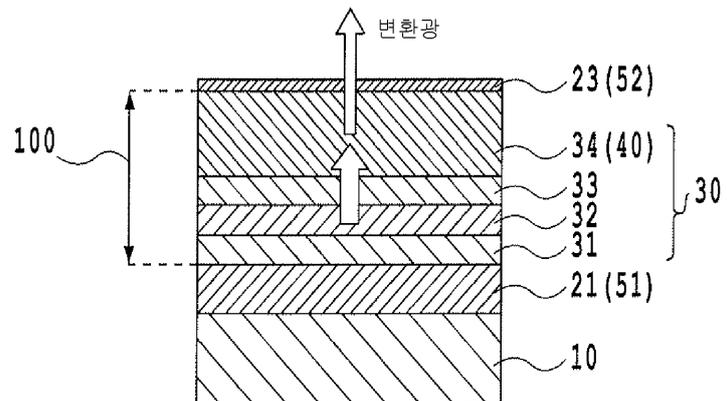
도면1



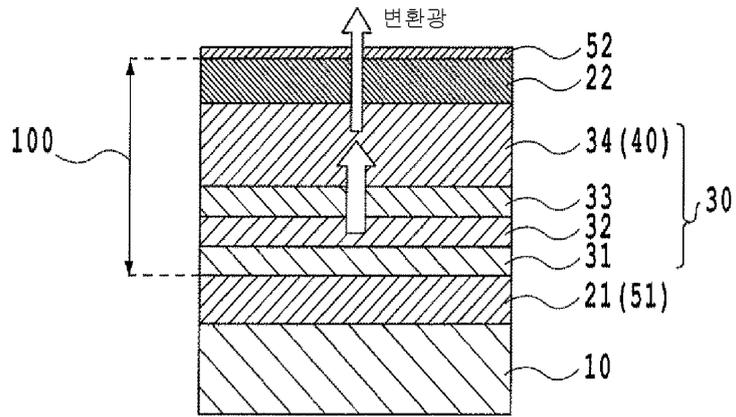
도면2



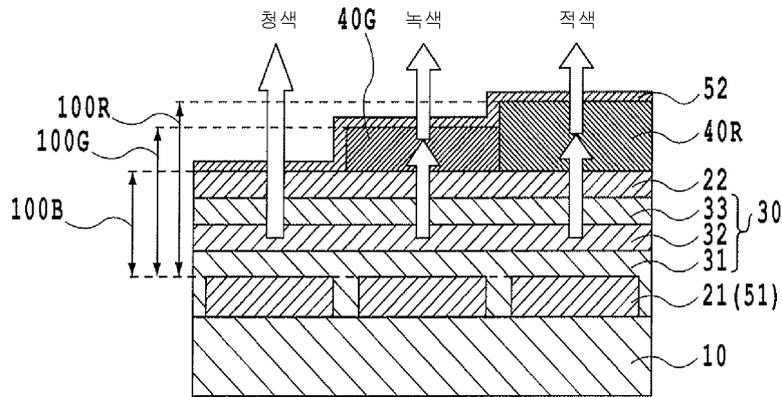
도면3



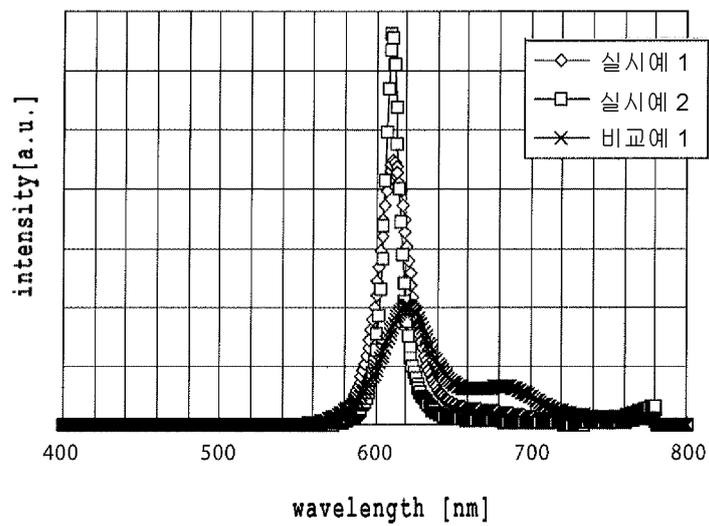
도면4



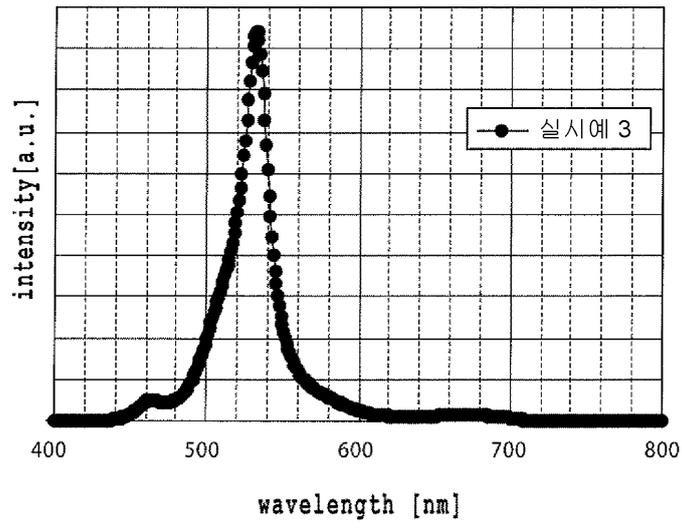
도면5



도면6



도면7



도면8

