



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월18일
 (11) 등록번호 10-1330912
 (24) 등록일자 2013년11월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)
 H05B 33/04 (2006.01) H05B 33/10 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-7026249
 (22) 출원일자(국제) 2010년08월10일
 심사청구일자 2011년11월03일
 (85) 번역문제출일자 2011년11월03일
 (65) 공개번호 10-2012-0054562
 (43) 공개일자 2012년05월30일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2010/005028
 (87) 국제공개번호 WO 2012/020452
 국제공개일자 2012년02월16일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020080020509 A

(73) 특허권자
파나소닉 주식회사
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006 반치
 (72) 발명자
구라다 게이코
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006 반치 파나소닉 주식회사 내
마츠수에 노리유키
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006 반치 파나소닉 주식회사 내
요네다 가즈히로
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006 반치 파나소닉 주식회사 내
 (74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

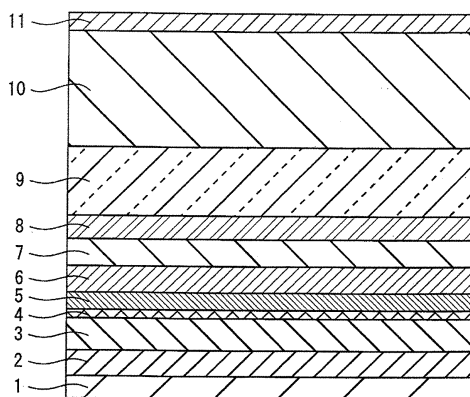
심사관 : 박성웅

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 소자, 유기 발광 장치, 유기 표시 패널, 유기 표시 장치 및 유기 발광 소자의 제조 방법**

(57) 요약

유기 발광 소자는, 반사 양극(2)과, 투명 음극(8)과, 청색광을 출사하는 유기 발광층(6)과, 반사 양극(2)과 유기 발광층(6)의 사이에 배치된 제1 기능층과, 유기 발광층(6)과 투명 음극(8)의 사이에 배치된 제2 기능층과, 투명 음극(8) 상에 배치되는 피복층을 구비한다. 제1 기능층은, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 316nm 이하이다. 제2 기능층 중 투명 음극(8)에 인접하는 층은, 투명 음극(8)과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이다. 투명 음극(8)은, 두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 168nm 이하이다. 피복층 중 투명 음극에 인접하는 층은, 투명 음극(8)과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

입사된 광을 반사하는 제1 전극과,

상기 제1 전극에 대하여 배치되고, 입사된 광을 투과하는 제2 전극과,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 배치되고, 청색광을 출사하는 유기 발광층과,

상기 제1 전극과 상기 유기 발광층의 사이에 배치되고, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제1 기능층과,

상기 유기 발광층과 상기 제2 전극의 사이에 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제2 기능층과,

상기 제2 전극을 덮도록 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 피복층을 구비하고,

상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 일부가, 상기 제1 기능층을 통해서 상기 제1 전극에 입사되고, 상기 제1 전극에 의해 반사된 후, 상기 제1 기능층, 상기 유기 발광층, 상기 제2 기능층, 상기 제2 전극 및 상기 피복층을 통해서 외부로 출사되는 제1 광로와,

상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 나머지 일부가, 상기 제1 전극측으로 진행하지 않고, 상기 제2 기능층을 통해서 상기 제2 전극으로 진행하여, 상기 제2 전극 및 상기 피복층을 통해서 외부로 출사되는 제2 광로가 형성되고,

상기 제1 기능층은,

광학적인 두께가 0nm보다 크고 316nm 이하이며,

상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은,

상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이며,

상기 제2 전극은,

두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 168nm 이하이며,

상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은,

상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이며,

상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광 중, 상기 제2 전극을 그대로 통과하여 외부로 출사되는 광로를 지나는 광과, 상기 제2 전극 내에서 상기 제2 기능층 및 상기 피복층과의 계면에서 다중 반사한 후, 외부로 출사되는 광로를 지나는 광이, 간섭 효과로 서로 강해지며,

상기 제1 기능층의 두께(X3)와, 상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 이하 [수학식 1]의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취하는, 유기 발광 소자.

[수학식 1]

$$X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$$

$$Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$$

$$-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$$

$$X0 = 31, Y0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \phi = 0.15(\text{rad})$$

청구항 3

입사된 광을 반사하는 제1 전극과,
 상기 제1 전극에 대하여 배치되고, 입사된 광을 투과하는 제2 전극과,
 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 배치되고, 청색광을 출사하는 유기 발광층과,
 상기 제1 전극과 상기 유기 발광층의 사이에 배치되고, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제1 기능층과,
 상기 유기 발광층과 상기 제2 전극의 사이에 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제2 기능층과,
 상기 제2 전극을 덮도록 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 피복층을 구비하고,
 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 일부가, 상기 제1 기능층을 통해서 상기 제1 전극에 입사되고,
 상기 제1 전극에 의해 반사된 후, 상기 제1 기능층, 상기 유기 발광층, 상기 제2 기능층, 상기 제2 전극 및 상
 기 피복층을 통해서 외부로 출사되는 제1 광로와,
 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 나머지 일부가, 상기 제1 전극층으로 진행하지 않고, 상기 제2
 기능층을 통해서 상기 제2 전극으로 진행하여, 상기 제2 전극 및 상기 피복층을 통해서 외부로 출사되는 제2 광
 로가 형성되고,
 상기 제1 기능층은,
 광학적인 두께가 0nm보다 크고 316nm 이하이며,
 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은,
 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이며,
 상기 제2 전극은,
 두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다
 크고 168nm 이하이며,
 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은,
 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이며,
 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광 중, 상기 제2 전극을 그대로 통과하여 외부로 출사되는 광로를
 지나는 광과, 상기 제2 전극 내에서 상기 제2 기능층 및 상기 피복층과의 계면에서 다중 반사한 후, 외부로 출
 사되는 광로를 지나는 광이, 간섭 효과로 서로 강해지며,
 상기 제1 기능층의 두께(X3)와, 상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 이하 [수학식 2] 의 관계식으로 둘러싸인 범위
 내의 값을 취하는, 유기 발광 소자.

[수학식 2]

$$X3=Rxcos\theta\cos\phi-Rysin\theta\sin\phi+X0$$

$$Y3=Rxcos\theta\sin\phi+Rysin\theta\cos\phi+Y0$$

$$-\phi\leq\theta\leq\pi-\phi$$

$$X0=130, Y0=35, Rx=8, Ry=15, \phi=0.20(\text{rad})$$

청구항 4

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,
 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하이며,
 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 5

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,
 상기 제2 전극은, 두께가 30nm 이상 60nm 이하이며, 광학적인 두께가 60nm 이상 144nm 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 6

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,
 상기 제2 전극은, 두께가 30nm 이상 70nm 이하이며, 광학적인 두께가 60nm 이상 168nm 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 7

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,
 상기 제2 기능층은, 상기 유기 발광층에 전자를 수송하는 전자 수송층을 가지며,
 상기 제2 전극은 음극이며,
 상기 피복층은, 상기 음극 상에 형성되는 제1 시일링층과, 상기 제1 시일링층 상에 형성되는 제2 시일링층을 갖는, 유기 발광 소자.

청구항 8

청구항 7에 있어서,
 상기 전자 수송층은, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하이며,
 상기 음극은, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하이며,
 상기 제1 시일링층은, 막두께가 558nm 이상 682nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하이며.
 상기 제2 시일링층은, 두께가 5400nm 이상 6600nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.3 이상 1.7 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 9

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,
 상기 제1 전극은, 양극이며,
 상기 제1 기능층은, 상기 양극 상에 형성되는 투명 도전층과, 상기 투명 도전층 상에 형성되는 정공 주입층과, 상기 정공 주입층 상에 형성되는 정공 수송층을 갖는, 유기 발광 소자.

청구항 10

청구항 9에 있어서,
 상기 투명 도전층은, 두께가 14.4nm 이상 17.6nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하이며,
 상기 정공 주입층은, 두께가 4.5nm 이상 5.5nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하이며,
 상기 정공 수송층은, 두께가 9nm 이상 11nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 11

청구항 9에 있어서,
 상기 투명 도전층은, 두께가 63nm 이상 77nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하이며,
 상기 정공 주입층은, 두께가 36nm 이상 44nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하이며,
 상기 정공 수송층은, 두께가 18nm 이상 22nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 12

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,
 상기 제1 기능층의 광학적인 두께가 49.0nm 이상 73.5nm 이하이며,

상기 제2 전극의 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 13

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,

상기 제1 기능층의 광학적인 두께가 212nm 이상 316nm 이하이며,

상기 제2 전극의 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하인, 유기 발광 소자.

청구항 14

청구항 2 또는 청구항 3에 기재된 유기 발광 소자를 갖는 유기 발광 장치.

청구항 15

청구항 2 또는 청구항 3에 기재된 유기 발광 소자를 갖는 유기 표시 패널.

청구항 16

청구항 2 또는 청구항 3에 기재된 유기 발광 소자를 갖는 유기 표시 장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

입사된 광을 반사하는 제1 전극을 준비하는 제1 공정과,

상기 제1 전극 상에, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제1 기능층을 설치하는 제2 공정과,

상기 제1 기능층 상에, 청색광을 출사하는 유기 발광층을 설치하는 제3 공정과,

상기 유기 발광층 상에, 상기 제1 기능층과는 다른 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제2 기능층을 설치하는 제4 공정과,

상기 제2 기능층 상에, 입사된 광을 투과하는 제2 전극을 설치하는 제5 공정과,

상기 제2 전극을 덮도록, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 피복층을 설치하는 제6 공정을 포함하고,

상기 제2 공정에서는,

상기 제1 기능층이, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 316nm 이하가 되도록 형성되고,

상기 제4 공정에서는,

상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하인 재료를 이용하여 형성되고,

상기 제5 공정에서는,

상기 제2 전극이, 두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 168nm 이하가 되도록 형성되고,

상기 제6 공정에서는,

상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하인 재료를 이용하여 형성되며,

상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광 중, 상기 제2 전극을 그대로 통과하여 외부로 출사되는 광로를 지나는 광과, 상기 제2 전극 내에서 상기 제2 기능층 및 상기 피복층과의 계면에서 다중 반사한 후, 외부로 출사되는 광로를 지나는 광이, 간섭 효과로 서로 강해지며,

상기 제5 공정에서는,

상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 상기 제2 공정에 있어서 형성한 제1 기능층의 두께(X3)에 대해서, 이하 [수학식 1]의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취하도록 형성되는, 유기 발광 소자의 제조 방법.

[수학식 1]

$$X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X_0$$

$$Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y_0$$

$$-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$$

$$X_0 = 31, Y_0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \phi = 0.15(\text{rad})$$

청구항 19

입사된 광을 반사하는 제1 전극을 준비하는 제1 공정과,
 상기 제1 전극 상에, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제1 기능층을 설치하는 제2 공정과,
 상기 제1 기능층 상에, 청색광을 출사하는 유기 발광층을 설치하는 제3 공정과,
 상기 유기 발광층 상에, 상기 제1 기능층과는 다른 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제2 기능층을 설치하는 제4 공정과,
 상기 제2 기능층 상에, 입사된 광을 투과하는 제2 전극을 설치하는 제5 공정과,
 상기 제2 전극을 덮도록, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 피복층을 설치하는 제6 공정을 포함하고,
 상기 제2 공정에서는,
 상기 제1 기능층이, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 316nm 이하가 되도록 형성되고,
 상기 제4 공정에서는,
 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하인 재료를 이용하여 형성되고,
 상기 제5 공정에서는,
 상기 제2 전극이, 두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 168nm 이하가 되도록 형성되고,
 상기 제6 공정에서는,
 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하인 재료를 이용하여 형성되며,
 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광 중, 상기 제2 전극을 그대로 통과하여 외부로 출사되는 광로를 지나는 광과, 상기 제2 전극 내에서 상기 제2 기능층 및 상기 피복층과의 계면에서 다중 반사한 후, 외부로 출사되는 광로를 지나는 광이, 간섭 효과로 서로 강해지며,
 상기 제5 공정에서는,
 상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 상기 제2 공정에 있어서 형성한 제1 기능층의 두께(X3)에 대해서, 이하 [수학식 2]의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취하도록 형성되는, 유기 발광 소자의 제조 방법.

[수학식 2]

$$X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X_0$$

$$Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y_0$$

$$-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$$

$$X_0 = 130, Y_0 = 35, R_x = 8, R_y = 15, \phi = 0.20(\text{rad})$$

청구항 20

청구항 18 또는 청구항 19에 있어서,

상기 제4 공정에서는,

상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여 형성되고,

상기 제6 공정에서는,

상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여 형성되는, 유기 발광 소자의 제조 방법.

청구항 21

청구항 18 또는 청구항 19에 있어서,

상기 제1 공정에서는,

상기 제1 전극으로서 양극이 형성되고,

상기 제2 공정은,

상기 제1 기능층으로서, 상기 양극 상에 투명 도전층을 형성하고, 상기 투명 도전층 상에 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상에 정공 수송층을 형성하는 공정이며,

상기 투명 도전층은, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하인 재료를 이용하여, 두께가 14.4nm 이상 17.6nm 이하로 형성되고,

상기 정공 주입층은, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하인 재료를 이용하여, 두께가 4.5nm 이상 5.5nm 이하로 형성되고,

상기 정공 수송층은, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인 재료를 이용하여, 두께가 9nm 이상 11nm 이하로 형성되고,

상기 제3 공정에서는,

상기 유기 발광층은, 굴절률이 1.6 이상 2.0 이하인 재료를 이용하여, 두께가 36nm 이상 44nm 이하로 형성되고,

상기 제4 공정에서는,

상기 제2 기능층으로서, 상기 유기 발광층에 전자를 수송하는 전자 수송층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하로 형성되고,

상기 제5 공정에서는,

상기 제2 전극으로서, 상기 전자 수송층 상에 음극이, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하가 되도록 형성되고,

상기 제6 공정은,

상기 피복층으로서, 상기 음극 상에 제1 시일링층을 형성하고, 상기 제1 시일링층 상에 제2 시일링층을 형성하는 공정이며,

상기 제1 시일링층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 558nm 이상 682nm 이하로 형성되고,

상기 제2 시일링층은, 굴절률이 1.3 이상 1.7 이하인 재료를 이용하여, 두께가 5400nm 이상 6600nm 이하로 형성되는, 유기 발광 소자의 제조 방법.

청구항 22

청구항 18 또는 청구항 19에 있어서,

상기 제1 공정에서는,

상기 제1 전극으로서 양극이 형성되고,

상기 제2 공정은,

상기 제1 기능층으로서, 상기 양극 상에 투명 도전층을 형성하고, 상기 투명 도전층 상에 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상에 정공 수송층을 형성하는 공정이며,

상기 투명 도전층은, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하인 재료를 이용하여, 두께가 63nm 이상 77nm 이하로 형성되고,

상기 정공 주입층은, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하인 재료를 이용하여, 두께가 36nm 이상 44nm 이하로 형성되고,

상기 정공 수송층은, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인 재료를 이용하여, 두께가 18nm 이상 22nm 이하로 형성되고,

상기 제3 공정에서는,

상기 유기 발광층은, 굴절률이 1.6 이상 2.0 이하인 재료를 이용하여, 두께가 36nm 이상 44nm 이하로 형성되고,

상기 제4 공정에서는,

상기 제2 기능층으로서, 상기 유기 발광층에 전자를 수송하는 전자 수송층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하로 형성되고,

상기 제5 공정에서는,

상기 제2 전극으로서, 상기 전자 수송층 상에 음극이, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하가 되도록 형성되고,

상기 제6 공정은,

상기 피복층으로서, 상기 음극 상에 제1 시일링층을 형성하고, 상기 제1 시일링층 상에 제2 시일링층을 형성하는 공정이며,

상기 제1 시일링층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 558nm 이상 682nm 이하로 형성되고,

상기 제2 시일링층은, 굴절률이 1.3 이상 1.7 이하인 재료를 이용하여, 두께가 5400nm 이상 6600nm 이하로 형성되는, 유기 발광 소자의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 유기 재료의 전계 발광 현상을 이용한 유기 발광 소자에 관한 것이며, 특히, 유기 발광 소자의 광학 설계에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 근래, 디지털 TV 등의 표시 장치에 이용되는 표시 패널로서, 유기 재료의 전계 발광 현상을 이용한 유기 EL(Electro Luminescence) 패널의 채용이 제안되어 있다. 유기 EL 패널은, 적, 녹, 청의 각 색의 유기 발광 소자가 배열된 구성을 갖고 있다.

[0003] 유기 EL 패널에서는, 소비 전력 저감이나 장기 수명화 등의 관점에서부터, 유기 발광 소자의 광 추출 효율을 향상시키는 것이 중요하다. 그래서, 특허 문헌 1에서는, 기판 상에 반사 양극, 투명 도전 층, 정공 주입층, 정공 수송층, 유기 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층, 투명 음극이 적층된 유기 발광 소자에 있어서, 유기 발광층으로부터 직접 투명 음극을 향하는 광과, 유기 발광층으로부터 반사 양극에서 반사되어 투명 음극을 향하는 광의 간섭 효과를 이용함으로써 광추출 효율을 높이는 기술이 제안되어 있다. 구체적으로는, 투명 도전층(굴절률 2.2)의 두께를 183nm, 정공 주입층(굴절률 1.85)의 두께를 80nm, 정공 수송층(굴절률 1.85)의 두께를 20nm로 한 바, 파장 470nm의 청색광의 광 추출 효율이 2.0%로부터 3.0%로 향상한 것이 기재되어 있다(단락 0043-0045).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본국 특개 2003-272855호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나 유기 발광 소자에 있어서, 청색광의 광 추출 효율은, 녹색광이나 적색광의 광 추출 효율과 비교하면 아직도 충분하다고는 할 수 없고, 새로운 개선의 여지가 있다.

[0006] 그래서, 본 발명은, 청색광의 광 추출 효율을 높일 수 있는 유기 발광 소자, 유기 발광 장치, 유기 표시 패널, 유기 표시 장치 및 유기 발광 소자의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일형태인 유기 발광 소자는, 입사된 광을 반사하는 제1 전극과, 상기 제1 전극에 대향하여 배치되고, 입사된 광을 투과하는 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 배치되고, 청색광을 출사하는 유기 발광층과, 상기 제1 전극과 상기 유기 발광층의 사이에 배치되고, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제1 기능층과, 상기 유기 발광층과 상기 제2 전극의 사이에 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제2 기능층과, 상기 제2 전극을 덮도록 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 피복층을 구비하고, 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 일부가, 상기 제1 기능층을 통해서 상기 제1 전극에 입사되고, 상기 제1 전극에 의해 반사된 후, 상기 제1 기능층, 상기 유기 발광층, 상기 제2 기능층, 상기 제2 전극 및 상기 피복층을 통해서 외부로 출사되는 제1 광로와, 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 나머지 일부가, 상기 제1 전극 측에 진행하지 않고, 상기 제2 기능층을 통해서 상기 제2 전극에 진행하여, 상기 제2 전극 및 상기 피복층을 통해서 외부에 출사되는 제2 광로가 형성되고, 상기 제1 기능층은, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 316nm 이하이며, 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이며, 상기 제2 전극은, 두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 168nm 이하이며, 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이다.

발명의 효과

[0008] 본 발명의 일형태인 유기 발광 소자에서는, 제1 기능층의 두께가 적절히 조정되어 있으므로, 유기 발광층으로부터 출사되어 직접 제2 전극을 향하는 광과, 유기 발광층으로부터 출사되어 제1 전극으로 반사되어 제2 전극을 향하는 광의 간섭 효과에 의해 청색광을 강하게 할 수 있다. 또한, 제2 전극과 이것에 인접하는 층의 굴절률차 및 제2 전극의 두께가 적절히 조정되어 있으므로, 제2 전극 내에서의 다중 반사에 의해 청색광을 더 강하게 할 수 있다. 이것들의 상승 효과에 의해, 청색광의 광 추출 효율을 큰 폭으로 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 유기 발광층과 반사 양극의 사이에 배치된 기능층의 두께(L2)와 광 추출 효율의 관계를 나타내는 도면.
- 도 2는 투명 음극의 두께와 광 추출 효율의 관계를 나타내는 도면.
- 도 3은 유기 발광층과 반사 양극의 사이에 배치된 기능층의 두께와 광 추출 효율의 관계를 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 발광 소자의 구조를 모식적으로 나타내는 도면.
- 도 5는 본 발명의 실시 형태와 관련되는 유기 발광 소자에 형성되는 광로를 나타내는 도면.
- 도 6은 유기 발광 소자의 각층의 굴절률, 소쇠(消衰) 계수, 막두께(nm) 및 광학적 막두께(nm)를 나타내는 도면.
- 도 7은 휘도와 xy색도의 y값의 비를 매핑한 도면.
- 도 8은 휘도와 y값의 비가 335 이상인지 그 미만인지의 경계에 있는 데이터와, 수학적 1로부터 얻어지는 데이터를 플롯한 도면.
- 도 9는 컬러 필터에 의한 색도 보정을 한 경우의 광 추출 효율과 xy색도의 y값의 비를 매핑한 도면.

도 10은 적, 녹, 청의 각 색의 광 취출 효율 및 색도를, 투명 음극의 두께가 100nm인 경우와 35nm인 경우에서 비교하기 위한 도면.

도 11은 유기 발광 소자의 각층의 굴절률, 소외 계수, 막두께(nm) 및 광학적 막두께(nm)를 나타내는 도면.

도 12는 휘도와 xy색도의 y값의 비를 매핑한 도면.

도 13은 휘도와 y값의 비가 285 이상이거나 그 미만인 경계에 있는 데이터와, 수학적 2로부터 얻어지는 데이터를 플롯한 도면.

도 14는 컬러 필터에 의한 색도 보정을 한 경우의 광 취출 효율과 xy색도의 y값의 비를 매핑한 도면.

도 15는 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 패널의 화소 구조를 모식적으로 나타내는 단면도.

도 16은 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 장치의 기능 블록을 나타내는 도면.

도 17은 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 장치의 외관을 예시하는 도면.

도 18은 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 패널의 제조 방법을 설명하기 위한 도면.

도 19는 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 패널의 제조 방법을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] [본 발명의 일 형태를 얻게 된 경위]

[0011] 이하, 본 발명의 형태를 구체적으로 설명하기에 앞서, 본 발명의 형태를 얻게 된 경위에 대해서 설명한다.

[0012] 우선, 발명자들은, 광 취출 효율을 높이기 위해, 유기 발광 소자에 공진기(cavity) 구조를 채용하는 것으로 했다. 구체적으로는, 기관 상에 반사 양극, 투명 도전층, 정공 주입층, 정공 수송층, 유기 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층, 투명 음극이 적층된 유기 발광 소자에 있어서, 광이 간섭 효과에 의해 강해지도록 반사 양극과 유기 발광층의 사이에 배치된 기능층(즉, 투명 도전층, 정공 주입층 및 정공 수송층)의 두께를 조정하는 것으로 했다.

[0013] 도 1은, 유기 발광층과 반사 양극의 사이에 배치된 기능층의 두께(L2)와 광 취출 효율의 관계를 나타내는 도면이다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 기능층의 두께(L2)를 변화시키면 광 취출 효율이 변화한다. 통상, 공진기 구조에서는, 광 취출 효율이 극대치를 나타내도록 기능층의 두께(L2)가 조정된다. 본 명세서에서는, 설명의 편의상, 그들의 공진기 구조를, 기능층의 두께가 작은 순서로, 1st cavity, 2nd Cavity로 부르기로 한다. 또한, 발명자들의 연구에 의해, 적어도 청색광에서는, 광 취출 효율이 극대치일 때에 색도가 목표 색도에 가깝다고는 한정되지 않는 것이 판명되어 있다. 색도가 목표 색도로부터 멀면, 그만큼 컬러 필터(CF)에 의해 색도 보정을 할 필요가 있고, 그 결과, 원래의 광 취출 효율이 극대치여도 광 취출 효율이 큰 폭으로 저하해 버려 극대치가 아니게 되는 경우가 있다. 이 경향은, 특히, 2nd cavity에서 현저하게 보여진다. 그래서, 기능층의 두께를 2nd cavity에 맞추는 것이 아니라, 일부러 2nd Cavity로부터 어긋나게 하여 1st Cavity와 2nd Cavity의 사이에 맞추는 경우가 있다. 이때의 공진기 구조를 편의상, 1.5 cavity로 부르기로 한다. 도 1의 결과로부터, 2nd Cavity보다 1st Cavity를 채용하는 쪽이 광 취출 효율을 높일 수 있는 것을 알 수 있다. 또, CF가 있는 경우에는, 상기의 이유로 인해, 2nd Cavity보다 1.5 cavity를 채용하는 쪽이 광 취출 효율을 높일 수 있다.

[0014] 이와 같이 공진기 구조를 채용함으로써, 어느 정도는 광 취출 효율을 높일 수 있지만, 청색광은 녹색광이나 적색광에 비해 광 취출 효율이 낮고, 유기 발광 소자를 채용한 유기 표시 장치를 제품화하는 데는 아직도 충분하다고는 할 수 없다. 그 때문에, 광 취출 효율을 더 높일 필요가 있다.

[0015] 유기 발광 소자의 공진기 구조로서는, 양극과 음극의 한쪽을 반사성으로 하고 다른 쪽을 투과성으로 하는 편측 반사의 타입과, 양극과 음극의 한쪽을 반사성으로 하고 다른 쪽을 반반사성(하프 미러)으로 하는 양측 반사의 타입이 있다. 발명자들이 검토하고 있는 편측 반사의 타입에서는, 광 취출 효율에 주로 기여하는 것은, 반사 양극과 유기 발광층의 사이에 배치된 기능층의 두께인 것이 알려져 있다. 그 때문에, 종래, 기능층의 두께는 전기적인 관점뿐만 아니라 광학적인 관점으로부터도 검토되어 있지만, 기능층 이외의 층의 두께는, 본래의 기능을 발휘하는 관점만으로부터 검토되고 있는 경우가 많다. 구체적으로는, 투명 전극을 덮도록 배치되는 시일링층의 두께는, 시일링성을 확보하는 관점으로부터 수 μ m로 설정되고, 투명 음극의 두께는 도전성을 확보하는 관점으로부터 수 100nm로 설정되어 있다.

[0016] 상기한 대로, 종래의 기술 상식으로서, 투명 음극의 두께는 도전성을 확보하기 위해 비교적 후막인 수 100nm로 하면 된다는 정도의 인식이 머물러 있었다. 그러나 발명자들이, 상기 기술 상식에 사로 잡히지 않고 투명 음극의 두께에 대해서도 광학적인 관점으로부터 검토해 본 결과, 투명 음극의 두께와 광 취출 효율의 사이에 관련성이 있는 것을 판명했다. 도 2는, 투명 음극의 두께와 광 취출 효율의 관계를 나타내는 도면이다. 여기에서는, 투명 음극으로서 ITO(Indium Tin Oxide)가 채용되고, 출사광의 xy색도의 y값이 0.075가 되도록 컬러 필터로 색도 보정을 건 경우에서의 광 취출 효율(cd/A)이 플롯되어 있다. 도 2에 의하면, 투명 음극의 두께를 변화시키면, 광 취출 효율이 주기적으로 변화하는 것을 알 수 있다. 이것은, 투명 음극 내에서의 다중 반사에 의해 광의 간섭 효과가 나타나 있는 것을 시사하고 있고 있다. 또, 투명 음극의 두께를 0nm보다 크고 70nm 이하의 범위로 하면, 종래의 100nm 정도의 경우와 비교하여, 광 취출 효율이 높아지는 것을 알 수 있다.

[0017] 또, 도 2에서는, 투명 음극의 막두께를 변화시키고 있지만, 도 3에서는, 유기 발광층과 반사 양극의 사이에 배치된 투명 도전층의 두께를 변화시키고 있다. 도 3에 의하면, 투명 도전층의 두께가 16nm(정공 주입층의 두께를 5nm, 정공 수송층의 두께를 10nm로 했기 때문에, 기능층의 두께로서는 31nm에 상당)일 때, 투명 음극의 두께가 35nm인 경우는 상기의 종래 기술인 100nm인 경우와 비교해, 약 1.6배의 광 취출 효율의 향상을 얻을 수 있는 것을 알 수 있다. 또한, 도 3에 의하면, 35nm와 100nm에서 투명 음극의 두께를 바꾸어도, 기능층의 두께의 변화에 대한 광 취출 효율의 변화의 거동(예를 들면, 광 취출 효율의 피크가 주기적으로 나타나는 것, 피크의 위치, 1st cavity의 광 취출 효율이 2nd cavity의 광 취출 효율보다 높은 것 등)이 거의 변함없는 것을 알 수 있다. 이것은, 기능층의 두께와 투명 음극의 두께를 별개 독립하여 설계할 수 있고, 쌍방을 최적으로 조정함으로써 한층 더한 광 취출 효율의 향상을 얻을 수 있는 것을 시사하고 있다.

[0018] 이러한 지견은, 종래는 간과되고 있던 투명 음극의 두께도 포함하여 발명자들이 광학적인 관점으로부터 검토하여 처음으로 얻어진 것이다. 본 발명의 일형태인 유기 발광 소자의 구성은, 이러한 새로운 지견에 기초하여 얻어진 것이다.

[0019] [본 발명의 일형태의 개요]

[0020] 본 발명의 일형태인 유기 발광 소자는, 입사된 광을 반사하는 제1 전극과, 상기 제1 전극에 대향하여 배치되고, 입사된 광을 투과하는 제2 전극과, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극의 사이에 배치되고, 청색광을 출사하는 유기 발광층과, 상기 제1 전극과 상기 유기 발광층의 사이에 배치되고, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제1 기능층과, 상기 유기 발광층과 상기 제2 전극의 사이에 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제2 기능층과, 상기 제2 전극을 덮도록 배치되는 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 피복층을 구비하고, 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 일부가, 상기 제1 기능층을 통해서 상기 제1 전극에 입사되고, 상기 제1 전극에 의해 반사된 후, 상기 제1 기능층, 상기 유기 발광층, 상기 제2 기능층, 상기 제2 전극 및 상기 피복층을 통해서 외부에 출사되는 제1 광로와, 상기 유기 발광층으로부터 출사된 상기 청색광의 나머지 일부가, 상기 제1 전극 측에 진행하지 않고, 상기 제2 기능층을 통해서 상기 제2 전극으로 진행하여, 상기 제2 전극 및 상기 피복층을 통해서 외부에 출사되는 제2 광로가 형성되고, 상기 제1 기능층은, 광학적인 두께가 0nm보다도 크고 316nm 이하이며, 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이며, 상기 제2 전극은, 두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 168nm 이하이며, 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하이다.

[0021] 상기 구성에 의하면, 제1 기능층의 두께가 적절히 조정되어 있으므로, 유기 발광층으로부터 출사되어 직접 제2 전극을 향하는 광과, 유기 발광층으로부터 출사되어 제1 전극에서 반사되어 제2 전극을 향하는 광의 간섭 효과에 의해 청색광을 강하게 할 수 있다. 또한, 제2 전극과 이것에 인접하는 층의 굴절률차 및 제2 전극의 두께가 적절히 조정되어 있으므로, 제2 전극 내에서의 다중 반사에 의해 청색광을 더 강하게 할 수 있다. 이들 상승 효과에 의해, 청색광의 광 취출 효율을 큰 폭으로 높일 수 있다.

[0022] 또, 상기 제1 기능층의 두께(X3)와, 상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 이하 [수학식 1]의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취하는 것으로 해도 된다.

[0023] [수학식 1]

[0024] $X3 = Rxcos\theta \cos\phi - Rysin\theta \sin\phi + X0$

[0025] $Y3 = Rxcos\theta \sin\phi + Rysin\theta \cos\phi + Y0$

- [0026] $-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$
- [0027] $X0=31, Y0=35, Rx=5.2, Ry=27, \phi=0.15(\text{rad})$
- [0028] 또, 상기 제1 기능층의 두께(X3)와, 상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 이하 [수학식 2]의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취하는 것으로 해도 된다.
- [0029] [수학식 2]
- [0030] $X3=Rxcos\theta \cos\phi - Rysin\theta \sin\phi + X0$
- [0031] $Y3=Rxcos\theta \sin\phi + Rysin\theta \cos\phi + Y0$
- [0032] $-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$
- [0033] $X0=130, Y0=35, Rx=8, Ry=15, \phi=0.20(\text{rad})$
- [0034] 또, 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하이며, 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 것으로 해도 된다.
- [0035] 또, 상기 제2 전극은, 두께가 30nm 이상 60nm 이하이며, 광학적인 두께가 60nm 이상 144nm 이하인 것으로 해도 된다.
- [0036] 또, 상기 제2 전극은, 두께가 30nm 이상 70nm 이하이며, 광학적인 두께가 60nm 이상 168nm 이하인 것으로 해도 된다.
- [0037] 또, 상기 제2 기능층은, 상기 유기 발광층에 전자를 수송하는 전자 수송층을 가지며, 상기 제2 전극은 음극이며, 상기 피복층은, 상기 음극 상에 형성되는 제1 시일링층과, 상기 제1 시일링층 상에 형성되는 제2 시일링층을 갖는 것으로 해도 된다.
- [0038] 또, 상기 전자 수송층은, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하이며, 상기 음극은, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하이며, 상기 제1 시일링층은, 막두께가 558nm 이상 682nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하이며, 상기 제2 시일링층은, 두께가 5400nm 이상 6600nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.3 이상 1.7 이하인 것으로 해도 된다.
- [0039] 또, 상기 제1 전극은 양극이며, 상기 제1 기능층은, 상기 양극 상에 형성되는 투명 도전층과, 상기 투명 도전층 상에 형성되는 정공 주입층과, 상기 정공 주입층 상에 형성되는 정공 수송층을 갖는 것으로 해도 된다.
- [0040] 또, 상기 투명 도전층은, 두께가 14.4nm 이상 17.6nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하이며, 상기 정공 주입층은, 두께가 4.5nm 이상 5.5nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하이며, 상기 정공 수송층은, 두께가 9nm 이상 11nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인 것으로 해도 된다.
- [0041] 또, 상기 투명 도전층은, 두께가 63nm 이상 77nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하이며, 상기 정공 주입층은, 두께가 36nm 이상 44nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하이며, 상기 정공 수송층은, 두께가 18nm 이상 22nm 이하이며, 또한, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인 것으로 해도 된다.
- [0042] 또, 상기 제1 기능층의 광학적인 두께가 49.0nm 이상 73.5nm 이하이며, 상기 제2 전극의 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하인 것으로 해도 된다.
- [0043] 또, 상기 제1 기능층의 광학적인 두께가 212nm 이상 316nm 이하이며, 상기 제2 전극의 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하인 것으로 해도 된다.
- [0044] 본 발명의 일형태인 유기 발광 장치는 상기의 유기 발광 소자를 갖는다.
- [0045] 본 발명의 일형태인 유기 표시 패널은 상기의 유기 발광 소자를 갖는다.
- [0046] 본 발명의 일형태인 유기 표시 장치는 상기의 유기 발광 소자를 갖는다.
- [0047] 본 발명의 일형태인 유기 발광 소자의 제조 방법은, 입사된 광을 반사하는 제1 전극을 준비하는 제1 공정과, 상기 제1 전극 상에, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제1 기능층을 설치하는 제2 공정과, 상기 제1 기능층 상에, 청색광을 출사하는 유기 발광층을 설치하는 제3 공정과, 상기 유기 발광층 상에, 상기 제1 기능층과는 다른 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 제2 기능층을 설치하는 제4 공정과, 상기 제2 기능층 상에, 입사된 광을

투과하는 제2 전극을 설치하는 제5 공정과, 상기 제2 전극을 덮도록, 1 또는 2 이상의 층으로 이루어지는 피복층을 설치하는 제6 공정을 포함하고, 상기 제2 공정에서는, 상기 제1 기능층이, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 316nm 이하가 되도록 형성되고, 상기 제4 공정에서는, 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하인 재료를 이용하여 형성되고, 상기 제5 공정에서는, 상기 제2 전극이, 두께가 0nm보다 크고 70nm 이하이며, 또한, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 0nm보다 크고 168nm 이하가 되도록 형성되고, 상기 제6 공정에서는, 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 상기 제2 전극과의 굴절률차가 0.1 이상 0.7 이하인 재료를 이용하여 형성된다.

[0048] 또, 상기 제5 공정에서는, 상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 상기 제2 공정에 있어서 형성한 제1 기능층의 두께(X3)에 대해서, 이하 [수학식 1]의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취하도록 형성되는 것으로 해도 된다.

[0049] [수학식 1]

[0050] $X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$

[0051] $Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$

[0052] $-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$

[0053] $X0 = 31, Y0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \phi = 0.15(\text{rad})$

[0054] 또, 상기 제5 공정에서는, 상기 제2 전극의 두께(Y3)가, 상기 제2 공정에 있어서 형성한 제1 기능층의 두께(X3)에 대해서, 이하 [수학식 2]의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취하도록 형성되는 것으로 해도 된다.

[0055] [수학식 2]

[0056] $X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$

[0057] $Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$

[0058] $-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$

[0059] $X0 = 130, Y0 = 35, R_x = 8, R_y = 15, \phi = 0.20(\text{rad})$

[0060] 또, 상기 제4 공정에서는, 상기 제2 기능층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여 형성되고, 상기 제6 공정에서는, 상기 피복층 중, 상기 제2 전극에 인접하는 층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여 형성되는 것으로 해도 된다.

[0061] 또, 상기 제1 공정에서는, 상기 제1 전극으로서 양극이 형성되고, 상기 제2 공정은, 상기 제1 기능층으로서, 상기 양극 상에 투명 도전층을 형성하고, 상기 투명 도전층 상에 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상에 정공 수송층을 형성하는 공정이며, 상기 투명 도전층은, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하인 재료를 이용하여, 두께가 14.4nm 이상 17.6nm 이하로 형성되고, 상기 정공 주입층은, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하인 재료를 이용하여, 두께가 4.5nm 이상 5.5nm 이하로 형성되고, 상기 정공 수송층은, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인 재료를 이용하여, 두께가 9nm 이상 11nm 이하로 형성되고, 상기 제3 공정에서는, 상기 유기 발광층은, 굴절률이 1.6 이상 2.0 이하인 재료를 이용하여, 두께가 36nm 이상 44nm 이하로 형성되고, 상기 제4 공정에서는, 상기 제2 기능층으로서, 상기 유기 발광층에 전자를 수송하는 전자 수송층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하로 형성되고, 상기 제5 공정에서는, 상기 제2 전극으로서, 상기 전자 수송층 상에 음극이, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하가 되도록 형성되고, 상기 제6 공정은, 상기 피복층으로서, 상기 음극 상에 제1 시일링층을 형성하고, 상기 제1 시일링층 상에 제2 시일링층을 형성하는 공정이며, 상기 제1 시일링층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 558nm 이상 682nm 이하로 형성되고, 상기 제2 시일링층은, 굴절률이 1.3 이상 1.7 이하인 재료를 이용하여, 두께가 5400nm 이상 6600nm 이하로 형성되는 것으로 해도 된다.

[0062] 또, 상기 제1 공정에서는, 상기 제1 전극으로서 양극이 형성되고, 상기 제2 공정은, 상기 제1 기능층으로서, 상기 양극 상에 투명 도전층을 형성하고, 상기 투명 도전층 상에 정공 주입층을 형성하고, 상기 정공 주입층 상에 정공 수송층을 형성하는 공정이며, 상기 투명 도전층은, 굴절률이 1.9 이상 2.3 이하인 재료를 이용하여, 두께가 63nm 이상 77nm 이하로 형성되고, 상기 정공 주입층은, 굴절률이 1.8 이상 2.2 이하인 재료를 이용하여, 두께가 36nm 이상 44nm 이하로 형성되고, 상기 정공 수송층은, 굴절률이 1.5 이상 1.9 이하인 재료를 이용하여,

두께가 18nm 이상 22nm 이하로 형성되고, 상기 제3 공정에서는, 상기 유기 발광층은, 굴절률이 1.6 이상 2.0 이하인 재료를 이용하여, 두께가 36nm 이상 44nm 이하로 형성되고, 상기 제4 공정에서는, 상기 제2 기능층으로서, 상기 유기 발광층에 전자를 수송하는 전자 수송층이, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하로 형성되고, 상기 제5 공정에서는, 상기 제2 전극으로서, 상기 전자 수송층 상에 음극이, 굴절률이 2.0 이상 2.4 이하인 재료를 이용하여, 두께가 31.5nm 이상 38.5nm 이하이며, 또한, 광학적인 두께가 63nm 이상 92.4nm 이하가 되도록 형성되고, 상기 제6 공정은, 상기 피복층으로서, 상기 음극 상에 제1 시일링층을 형성하고, 상기 제1 시일링층 상에 제2 시일링층을 형성하는 공정이며, 상기 제1 시일링층은, 굴절률이 1.7 이상 2.1 이하인 재료를 이용하여, 두께가 558nm 이상 682nm 이하로 형성되고, 상기 제2 시일링층은, 굴절률이 1.3 이상 1.7 이하인 재료를 이용하여, 두께가 5400nm 이상 6600nm 이하로 형성되는 것으로 해도 된다.

[0063] [유기 발광 소자의 구조]

[0064] 도 4는, 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 발광 소자의 구조를 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0065] 유기 발광 소자는, 기판(1), 반사 양극(2), 투명 도전층(3), 정공 주입층(4), 정공 수송층(5), 유기 발광층(6), 전자 수송층(7), 투명 음극(8), 박막 시일링층(9), 수지 시일링층(10) 및 기판(11)을 구비한다. 이하, 투명 도전층(3), 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)을 「제1 기능층」으로 칭하고, 전자 수송층(7)을 「제2 기능층」으로 칭하고, 박막 시일링층(9) 및 수지 시일링층(10)을 「피복층」으로 칭하는 경우가 있다.

[0066] 유기 발광 소자에서는, 반사 양극(2)의 존재에 의해 공진기 구조가 실현되어 있다. 도 5에 나타내는 바와 같이, 유기 발광 소자에는, 유기 발광층(6)으로부터 출사된 청색광의 일부가, 제1 기능층을 통해서 반사 양극에 입사되고, 반사 양극에 의해 반사된 후, 제1 기능층, 유기 발광층(6), 제2 기능층, 투명 음극(8) 및 피복층을 통해서 외부에 출사되는 제1 광로(C1)와, 유기 발광층(6)으로부터 출사된 청색광의 나머지 일부가, 반사 양극(2)측에 진행하지 않고, 제2 기능층을 통해 투명 음극(8)에 진행하고, 투명 음극(8) 및 피복층을 통해서 외부에 출사되는 제2 광로(C2)가 형성된다. 제1 광로를 통과하는 광과 제2 광로를 통과하는 광이 간섭 효과로 강해지도록 제1 기능층의 막두께(L2)를 조정함으로써, 유기 발광 소자의 광 취출 효율을 높일 수 있다.

[0067] 또, 유기 발광 소자에는, 투명 음극(8)을 그대로 통과하여 외부에 출사되는 제3 광로(C3) 외에, 투명 음극(8) 내에서 전자 수송층(7) 및 박막 시일링층(9)의 계면에서 다중 반사한 후, 외부에 출사되는 제4 광로(C4)가 형성된다. 제4 광로를 통과하는 광이 간섭 효과로 강해지도록 투명 음극(8)의 막두께(L1)를 조정함으로써, 유기 발광 소자의 광 취출 효율을 더 높일 수 있다.

[0068] 이하, 각층의 광학 정수 및 두께의 바람직한 범위에 대해서, 시뮬레이션 결과를 참조하면서 설명한다.

[0069] [시뮬레이션(1st cavity)]

[0070] <조건>

[0071] 도 6에, 유기 발광 소자의 각층의 굴절률, 소외 계수, 막두께(nm) 및 광학적 막두께(nm)를 나타낸다. 시뮬레이션은 평균값(ave)으로 실시하고 있지만, 실제의 유기 발광 소자에서는 광학 특성에 제품 오차가 생기기 때문에, ±10% 정도의 오차를 예상하여 최소값(min) 및 최대값(max)을 규정하고 있다. 투명 도전층의 재료는 IZO(Indium Zinc Oxide), 투명 음극의 재료는 ITO(Indium Tin Oxide), 반사 양극의 재료는 알루미늄, 유기 발광층의 재료는 서메이션(SUMATION)사제의 BP105이다.

[0072] <검토 1>

[0073] 전술한 도 2의 결과는, 도 6의 파라미터 중 투명 음극의 두께를 변화시켰을 때에 얻어진 것이다. 도 2로부터, 투명 음극의 두께가 0nm보다도 크고 70nm 이하의 범위이면, 두께를 100nm로 한 경우와 비교하여 광 취출 효율을 높일 수 있는 것을 알 수 있다. 또, 상술과 같이, 투명 음극의 두께에 따라 광 취출 효율이 변화하는 것은, 투명 음극 내에서의 광의 간섭 효과가 나타난 것이라고 생각된다. 그 때문에, 도 2의 결과에 보여지는 광 취출 효율의 향상에는, 투명 음극과 그에 인접하는 층의 굴절률차도 기여한다고 생각된다. 그러면, 투명 음극에 대해서는, 이하의 조건을 만족하면, 광 취출 효율을 높일 수 있다고 할 수 있다.

[0074] (1) 투명 음극의 두께(L1): $0\text{nm} < L1 \leq 70\text{nm}$

[0075] (2) 투명 음극의 굴절률(n): $2.0 \leq n \leq 2.4$

[0076] (3) 투명 음극의 광학적인 두께(Lc1): $0\text{nm} < Lc1 \leq 168\text{nm}$

- [0077] (4) 투명 양극과 전자 수송층의 굴절률차(ndif): $0.1 \leq ndif \leq 0.7$
- [0078] (5) 투명 양극과 박막 시일링층의 굴절률차(ndif): $0.1 \leq ndif \leq 0.7$
- [0079] 또한, 광학적인 두께는, 단층 구조의 경우에는 막두께와 굴절률의 적에 의해 구해지고, 2 이상의 다층 구조의 경우에는, 층마다 막두께와 굴절률의 적을 취하고, 얻어진 적을 합계함으로써 구해진다.
- [0080] 또, 전술한 도 3의 결과는, 도 6의 파라미터 중 투명 도전층의 두께를 변화시켰을 때에 얻어진 것이다. 도 3으로부터, 투명 도전층의 두께가 16nm일 때에 광 추출 효율이 극대값을 취하는 것을 알 수 있다. 투명 도전층의 두께를 변화시켰을 때에 광 추출 효율이 변화하는 것은, 유기 발광층으로부터 출사되어 제1 광로(C1)를 진행하는 광과, 유기 발광층으로부터 출사되어 제2 광로(C2)를 진행하는 광의 광의 간섭 효과가 나타난 것으로 생각된다. 따라서, 광 추출 효율의 향상에는, 실질적으로는 제1 기능층의 두께가 기여하고 있고, 광 추출 효율을 가장 향상시키려면, 제1 기능층의 두께를 31nm로 하면 된다. 또한, 제품 오차를 고려하면, 제1 기능층에 대해서는, 이하의 조건을 만족하면, 광 추출 효율을 높일 수 있다고 할 수 있다.
- [0081] (6) 제1 기능층의 두께(L2): $27.9nm \leq L2 \leq 34.1nm$
- [0082] (7) 제1 기능층의 광학적인 두께(Lc2): $49.0nm \leq Lc2 \leq 73.5nm$
- [0083] 이상으로부터, 조건 (1)~(7)을 만족함으로써, 광 추출 효율을 높일 수 있다.
- [0084] <검토 2>
- [0085] 도 7은, 횡축을 제1 기능층의 두께로 하고, 종축을 투명 음극의 두께로 하여, 휘도와 xy색도의 y값의 비를 매핑한 도면이다. 청색광에서는, 공진기 구조를 채용하여 출사광의 휘도를 높여도, 색도(특히, y값)가 목표 색도로부터 어긋나 버리는 경우가 있다. 그 때문에, 출사광의 색도의 어긋남을 억제하면서 휘도를 높일 필요가 있다. 휘도와 y값의 비는, 색도의 어긋남을 억제하는 효과와 휘도를 높이는 효과의 밸런스를 평가하는데 유효한 지표이며, 그 값이 클수록 바람직하다. 도 7(a)는, 290~350의 범위를 폭 20의 등고선으로 구획한 것이며, 도 7(b)는, 도 7(a)로부터 평가가 양호한 335~350의 범위를 뽑아내어, 폭 5의 등고선으로 구획한 것이다. 도 7(b)에 나타난 양호한 범위를 타원으로 피팅하면, 이하의 [수학식 1]의 관계식이 얻어졌다.
- [0086] [수학식 1]
- [0087] $X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$
- [0088] $Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$
- [0089] $-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$
- [0090] $X0=31, Y0=35, R_x=5.2, R_y=27, \phi=0.15(\text{rad})$
- [0091] 여기서 X3은 제1 기능층의 두께(L2)이며, Y3은 투명 음극의 두께(L1)이다.
- [0092] 도 8은, 휘도와 y값의 비가 335 이상인지 그 미만인지의 경계에 있는 데이터와, 수학식 1로부터 얻어지는 데이터를 플롯한 도면이다. 이것에 의하면, 수학식 1은 정밀도 좋게 피팅되어 있는 것을 알 수 있다.
- [0093] 이상으로부터, 제1 기능층의 두께(X3)와, 투명 음극의 두께(Y3)가, 수학식 1의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취함으로써, 청색광의 출사광의 색도의 어긋남을 억제하면서 휘도를 높일 수 있다.
- [0094] <검토 3>
- [0095] 컬러 필터에 의한 색도 보정을 행한 경우의 광 추출 효율에 대해서 도 8과 같이 매핑한 바, 도 9의 결과가 얻어졌다. 도 9로부터, 투명 음극의 두께(L1)가 60nm 이하인 것이 보다 바람직한 것을 알 수 있다. 또, 투명 음극의 두께(L1)는, 0nm보다 크면 되지만, 본래의 목적인 도전성을 확보하기 위해 30nm 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0096] 이상으로부터, 투명 음극의 두께(L1)의 것보다 바람직한 범위는 30nm 이상 60nm 이하라고 할 수 있다. 그때의 광학적인 두께는 $60nm(=30 \times 2.0)$ 이상 $144(=60 \times 2.4)nm$ 이다.
- [0097] <검토 4>
- [0098] 또, 도 2 및 도 3에 나타내는 바와 같이, 투명 음극의 두께가 35nm, 제1 기능층의 두께가 31nm인 경우에 광 추출 효율의 개선 효과가 높다. 도 7을 보면, 투명 음극의 두께가 35nm, 제1 기능층의 두께가 31nm인 경우는, 휘

도와 y값의 비가 345~350의 범위이다. 그러면, 반대로, 휘도와 y값의 비가 345~350의 범위이면, 투명 음극의 두께가 35nm, 제1 기능층의 두께가 31nm인 경우와 같은 효과를 얻을 수 있다고 할 수 있다.

[0099] 도 7에서는, 휘도와 y값의 비가 345~350의 범위 내인 것은, 제1 기능층의 두께가 27nm 이상 32nm 이하이며, 또한, 투명 음극의 두께가 35nm 이상 53nm 이하인 경우이다. 따라서, 이 조건을 만족하고 있으면, 광 추출 효율의 개선 효과가 높다고 할 수 있고, 더욱 바람직하다.

[0100] <검토 5>

[0101] 도 10은, 적, 녹, 청의 각 색의 광 추출 효율 및 색도를, 투명 음극의 두께가 100nm인 경우와 35nm인 경우에서 비교하기 위한 도면이다.

[0102] 투명 음극의 두께를 35nm로 하면, 100nm인 경우에 비해, 청색광에서 165%, 녹색광에서 112%의 광 추출 효율의 향상이 보여진다. 한편, 적색광에서는, 광 추출 효율이 저하해 버리지만, 특성에 문제가 생기지 않을 정도이다.

[0103] [시뮬레이션(1.5 cavity)]

[0104] 다음에, 공진기 구조로서 1.5 cavity를 채용한 경우의 시뮬레이션에 대해 설명한다.

[0105] <검토 6>

[0106] 도 11에, 유기 발광 소자의 각층의 굴절률, 소외 계수, 막두께(nm) 및 광학적 막두께(nm)를 나타낸다. 1st cavity와 1.5 cavity에서는, 제1 기능층의 두께(L2)가 다를 뿐이다. 즉, 1st cavity에서는, 제1 기능층의 두께가 27.9 이상 34.1 이하이며, 광학적인 두께가 49.0 이상 73.5nm 이하인데 반해, 1.5 cavity에서는 제1 기능층의 두께가 117 이상 143 이하이며, 광학적인 두께가 212 이상 316 이하이다. 그 이외의 파라미터에 대해서는, 1st cavity와 1.5 cavity에서 같다.

[0107] 전술한 도 2의 결과는, 도 11의 파라미터 중 투명 음극의 두께를 변화시켰을 때에 얻어진 것이다. 도 2로부터 분명하듯이, 투명 음극 내에서의 다중 반사에 기초하는 광 추출 효율의 향상 효과는, 1st cavity와 1.5 cavity에서 같다. 따라서, 1.5 cavity의 경우에서도 1st cavity의 경우와 같이, 이하의 조건을 만족하면, 광 추출 효율을 높일 수 있다고 할 수 있다.

[0108] (1) 투명 음극의 두께(L1): $0\text{nm} < L1 \leq 70\text{nm}$

[0109] (2) 투명 음극의 굴절률(n) : $2.0 \leq n \leq 2.4$

[0110] (3) 투명 음극의 광학적인 두께(Lc1): $0\text{nm} < Lc1 \leq 168\text{nm}$

[0111] (4) 투명 양극과 전자 수송층의 굴절률차(ndif): $0.1 \leq ndif \leq 0.7$

[0112] (5) 투명 양극과 박막 시일링층의 굴절률차(ndif): $0.1 \leq ndif \leq 0.7$

[0113] <검토 7>

[0114] 1.5 cavity에 대해서도, 휘도와 xy색도의 y값의 비를 매핑하면 도 12와 같이 된다. 또, 1.5 cavity에서 광 추출 효율의 개선 효과가 높아지는 것은, 투명 음극의 두께가 35nm, 제1 기능층의 두께가 130nm인 경우이다.

[0115] 도 12(b)에 나타난 양호한 범위를 타원으로 피팅하면, 이하의 [수학식 2]의 관계식이 얻어졌다.

[0116] [수학식 2]

[0117] $X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$

[0118] $Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$

[0119] $-\phi \leq \theta \leq \pi - \phi$

[0120] $X0 = 130, Y0 = 35, R_x = 8, R_y = 15, \phi = 0.20(\text{rad})$

[0121] 여기서 X3는 제1 기능층의 두께(L2)이며, Y3는 투명 음극의 두께(L1)이다.

[0122] 도 13은, 휘도와 y값의 비가 285 이상인지 그 미만인지의 경계에 있는 데이터와, 수학식 2로부터 얻어지는 데이터를 플롯한 도면이다. 이것에 의하면, 수학식 2는 정말로 좋게 피팅되어 있는 것을 알 수 있다.

- [0123] 이상으로부터, 제1 기능층의 두께(X3)와, 투명 음극의 두께(Y3)가, 수식식 2의 관계식으로 둘러싸인 범위 내의 값을 취함으로써, 청색광의 출사광의 색도의 어긋남을 억제하면서 휘도를 높일 수 있다.
- [0124] <검토 8>
- [0125] 1.5 cavity에 대해서도, 컬러 필터에 의한 색도 보정을 행한 경우의 광 추출 효율에 대해서 매핑하면, 도 14와 같이 된다. 도 14로부터, 투명 음극의 두께(L1)가 70nm 이하인 것이 보다 바람직한 것을 알 수 있다.
- [0126] 또, 투명 음극의 두께(L1)는, 본래의 목적인 도전성을 확보하기 위해 30nm 이상인 것이 바람직하다.
- [0127] 이상으로부터, 1.5 cavity의 경우, 투명 음극의 두께(L1)의 것보다 바람직한 범위는 30nm 이상 70nm 이하라고 할 수 있다. 그때의 광학적인 두께는 60nm(=30×2.0) 이상 168(=70×2.4)nm이다.
- [0128] <검토 9>
- [0129] 상기의 검토 4와 같은 논의를 적용하면, 1.5 cavity에서는, 제1 기능층의 두께가 129nm 이상 137nm 이하이며, 또한, 투명 음극의 두께가 35nm 이상 42nm 이하이면,
- [0130] 광 추출 효율의 개선 효과가 높고, 더욱 바람직하다고 할 수 있다.
- [0131] [유기 표시 패널]
- [0132] 도 15는, 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 패널의 화소 구조를 모식적으로 나타내는 단면도이다. 유기 표시 패널에서는, 적, 녹, 청의 각 색의 화소가 행방향 및 열방향으로 매트릭스 형상으로 규칙적으로 배치되어 있다. 각 화소는 유기 재료를 이용한 유기 발광 소자로 구성되어 있다.
- [0133] 청색의 유기 발광 소자는, 기관(1), 반사 양극(2), 투명 도전층(3), 정공 주입층(4), 정공 수송층(5), 유기 발광층(6b), 전자 수송층(7), 투명 음극(8), 박막 시일링층(9), 수지 시일링층(10), 기관(11)을 포함한다. 녹색의 유기 발광 소자는, 유기 발광층(6g)을 제외하고, 청색의 유기 발광 소자와 같은 구성을 갖는다. 적색의 유기 발광 소자도, 유기 발광층(6r)을 제외하고, 청색의 유기 발광 소자와 같은 구성을 갖는다. 이 예에서는, 각 색의 유기 발광 소자에 있어서, 기관(1), 전자 수송층(7), 투명 음극(8), 박막 시일링층(9), 수지 시일링층(10)이 공통이며, 그 이외의 층은 बैं크(12)로 구분되어 있다. 또, 필요에 따라서, 컬러 필터(13b, 13g, 13r)가 설치된다.
- [0134] [각층의 구체예]
- [0135] <기관>
- [0136] 기관(1)은, 예를 들면, TFT(Thin Film Transistor) 기관이다. 기관(1)의 재료는, 예를 들면, 소다 유리, 무형 광 유리, 인산계 유리, 붕산계 유리 등의 유리판 및 석영판, 및, 아크릴계 수지, 스티렌계 수지, 폴리카보네이트계 수지, 에폭시계 수지, 폴리에틸렌, 폴리에스테르, 실리콘계 수지 등의 플라스틱판 또는 플라스틱 필름, 및, 알루미늄 등의 금속판 또는 금속 호일 등이다.
- [0137] <뱅크>
- [0138] बैं크(12)는, 절연성 재료에 의해 형성되어 있으면 되고, 유기 용제 내성을 갖는 것이 바람직하다. 또, बैं크(12)는 에칭 처리, 베이킹 처리 등이 되는 경우가 있으므로, 그들 처리에 대한 내성이 높은 재료로 형성되는 것이 바람직하다. बैं크(12)의 재료는, 수지 등의 유기 재료여도, 유리 등의 무기 재료여도 된다. 유기 재료로서, 아크릴계 수지, 폴리이미드계 수지, 노볼락형 페놀 수지 등을 사용할 수 있고, 무기 재료로서, 실리콘 옥사이드(SiO₂), 실리콘나이트라이드(Si₃N₄) 등을 사용할 수 있다.
- [0139] <반사 양극>
- [0140] 반사 양극(2)은, 기관(1)에 배치된 TFT에 전기적으로 접속되어 있고, 유기 발광 소자의 정극으로서 기능함과 더불어, 유기 발광층(6b, 6g, 6r)으로부터 반사 양극(2)을 향해 출사된 광을 반사하는 기능을 갖는다. 반사 기능은, 반사 양극(2)의 구성 재료에 의해 발휘되는 것이어도 되고, 반사 양극(2)의 표면 부분에 반사 코팅을 실시함으로써 발휘되는 것이어도 된다. 반사 양극(2)은, 예를 들면, Ag(은), APC(은, 팔라듐, 동,의 합금), ARA(은, 루비듐, 금의 합금), MoCr(몰리브덴과 크롬의 합금), NiCr(니켈과 크롬의 합금) 등으로 형성되어 있다.
- [0141] <투명 도전층>

- [0142] 투명 도전층(3)은, 제조 과정에 있어서 반사 양극(2)이 자연 산화하는 것을 방지하는 보호층으로서 기능한다. 투명 도전층(3)의 재료는, 유기 발광층(6b, 6g, 6r)에서 발생한 광에 대해서 충분한 투광성을 갖는 도전성 재료에 의해 형성되면 되고, 예를 들면, ITO나 IZO 등이 바람직하다. 실온에서 성막해도 양호한 도전성을 얻을 수 있기 때문이다.
- [0143] <정공 주입층>
- [0144] 정공 주입층(4)은, 정공을 유기 발광층(6b, 6g, 6r)에 주입하는 기능을 갖는다. 예를 들면, 산화 텅스텐(WO_x), 산화 몰리브덴(MoO_x), 산화 몰리브덴텅스텐(Mo_xWyO_z) 등의 전이 금속의 산화물로 형성된다. 전이 금속의 산화물로 형성함으로써, 전압-전류 밀도 특성을 향상시키고, 또, 전류 밀도를 높여 발광 강도를 높일 수 있다. 또한, 이외에, 전이 금속의 질화물 등의 금속 화합물도 적용할 수 있다.
- [0145] <정공 수송층>
- [0146] 정공 수송층(5)의 재료는, 예를 들면, 일본국 특개평 5-163488호에 기재된 트리아졸 유도체, 옥사디아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 폴리아릴알칸 유도체, 피라졸린 유도체 및 피라조론 유도체, 페닐렌디아민 유도체, 아릴아민 유도체, 아미노 치환 칼콘 유도체, 옥사졸 유도체, 스티릴안트라센 유도체, 플루오레논 유도체, 히드라존 유도체, 스티벤 유도체, 폴리피린 화합물, 방향족 제3급 아민 화합물 및 스티릴아민 화합물, 부타디엔 화합물, 폴리스티렌 유도체, 히드라존 유도체, 트리페닐메탄 유도체, 테트라페닐벤젠 유도체이다. 특히 바람직하게는, 폴리피린 화합물, 방향족 제3급 아민 화합물 및 스티릴아민 화합물이다.
- [0147] <유기 발광층>
- [0148] 유기 발광층(6b, 6g, 6r)의 재료는, 예를 들면, 일본국 특개평 5-163488호 공보에 기재된 옥시노이드 화합물, 페릴렌 화합물, 구마린 화합물, 아자구마린 화합물, 옥사졸 화합물, 옥사디아졸 화합물, 페리는 화합물, 피롤로피롤 화합물, 나프탈렌 화합물, 안트라센 화합물, 플루오렌 화합물, 플루오란텐 화합물, 테트라센 화합물, 피렌 화합물, 코로넨 화합물, 퀴놀론 화합물 및 아자퀴놀론 화합물, 피라조린 유도체 및 피라조론 유도체, 로다민 화합물, 크리센 화합물, 페난트렌 화합물, 시클로펜타디엔 화합물, 스티벤 화합물, 디페닐퀴논 화합물, 스티릴 화합물, 부타디엔 화합물, 디시아노메틸렌피란 화합물, 디시아노메틸렌티오피란 화합물, 플루오레세인 화합물, 피릴륨 화합물, 티아피릴륨 화합물, 세레나피릴륨 화합물, 테루로피릴륨 화합물, 방향족 알다디엔 화합물, 올리고페닐렌 화합물, 티옥산텐 화합물, 안스라센 화합물, 시아닌 화합물, 아크리딘 화합물, 8-히드록시퀴놀린 화합물의 금속쇄체, 2-비피리딘 화합물의 금속쇄체, 시프염과 III족 금속의 쇄체, 옥신 금속쇄체, 희토류 쇄체 등의 형광 물질이다.
- [0149] <전자 수송층>
- [0150] 전자 수송층(7)의 재료는, 예를 들면, 일본국 특개평 5-163488호 공보의 니트로 치환 플루오레논 유도체, 티오피란디옥사이드 유도체, 디페퀴논 유도체, 페리렌테트라카르복실 유도체, 안트라퀴노디메탄 유도체, 플루오레닐리덴메탄 유도체, 안트론 유도체, 옥사디아졸 유도체, 페리는 유도체, 퀴놀린 착체 유도체이다.
- [0151] 또한, 전자 주입성을 더 향상시키는 점에서, 상기 전자 수송층을 구성하는 재료에, Na, Ba, Ca 등의 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속을 도핑해도 된다.
- [0152] <투명 음극>
- [0153] 투명 음극(8)은, 유기 EL 소자의 음극으로서 기능한다. 투명 음극(8)의 재료는, 유기 발광층(6b, 6g, 6r)에서 발생한 광에 대해서 충분한 투광성을 갖는다. 도전성 재료에 의해 형성되면 되고, 예를 들면, ITO나 IZO 등이 바람직하다.
- [0154] <박막 시일링층>
- [0155] 박막 시일링층(9)은, 기관(1)과의 사이에 끼워진 각층이 수분이나 공기에 노출되는 것을 방지하는 기능을 갖는다. 박막 시일링층(9)의 재료는, 예를 들면, 질화 실리콘(SiN), 산질화 실리콘(SiON)이나 수지 등이다.
- [0156] <수지 시일링층>
- [0157] 수지 시일링층(10)은, 기관(1)으로부터 박막 시일링층(9)까지의 각층으로 이루어지는 배면 패널과, 컬러 필터(13b, 13g, 13r)가 형성된 기관(11)을 붙임과 더불어, 각층이 수분이나 공기에 노출되는 것을 방지하는 기능을 갖는다. 수지 시일링층(10)의 재료는, 예를 들면, 수지 접착제 등이다.

- [0158] <컬러 필터>
- [0159] 컬러 필터(13b, 13g, 13r)는, 유기 발광 소자로부터 출사된 광의 색도를 교정하는 기능을 갖는다.
- [0160] [유기 표시 장치]
- [0161] 도 16은, 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 장치의 기능 블록을 나타내는 도면이다. 도 17은, 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 장치의 외관을 예시하는 도면이다. 유기 표시 장치(15)는, 유기 표시 패널(16)과, 이것에 전기적으로 접속된 구동 제어부(17)를 구비한다. 유기 표시 패널(16)은, 도 15에 나타내는 화소 구조를 가지는 것이다. 구동 제어부(17)는, 각 유기 발광 소자의 반사 양극(2)과 투명 음극(8)의 사이에 전압을 인가하는 구동 회로(18~21)와, 구동 회로(18~21)의 동작을 제어하는 제어 회로(22)로 이루어진다.
- [0162] [유기 표시 패널의 제조 방법]
- [0163] 다음에, 유기 EL 패널의 제조 방법을 설명한다. 도 18, 도 19는, 본 발명의 실시 형태에 관련되는 유기 표시 패널의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0164] 우선, 기관(1) 상에 반사 양극(2)을 증착법이나 스퍼터법 등에 의해 형성한다(도 18(a)). 다음에, 반사 양극(2) 상에, 증착법이나 스퍼터법 등에 의해 투명 도전층(3)을 형성한다(도 18(b)). 이때, 투명 도전층(3)의 두께를 상술한 범위 내로 적절히 조정한다.
- [0165] 다음에, 투명 도전층(3) 상에, 예를 들면, 스퍼터법 등에 의해 정공 주입층(4)을 형성하고, बैं크(12)를 형성하고, 또한, 정공 주입층(4) 상에, 예를 들면, 잉크젯법 등에 의해 정공 수송층(5)을 형성한다(도 18(c)).
- [0166] 다음에, 정공 수송층(5) 상에, 유기 발광층(6b, 6g, 6r)을 형성한다(도 18(d)).
- [0167] 다음에, 유기 발광층(6b, 6g, 6r) 상에 전자 수송층(7)을 형성한다(도 19(a)).
- [0168] 다음에, 전자 수송층(7) 상에, 투명 음극(8)을 형성한다(도 19(b)). 이때, 투명 음극(8)의 두께를 상술한 범위 내로 적절히 조정한다.
- [0169] 다음에, 투명 음극(8) 상에 박막 시일링층(9)을 형성하고, 컬러 필터(13b, 13g, 13r)가 형성된 기관(11)을, 수지 시일링층(10)을 이용해 붙인다(도 19(c)).
- [0170] 이상, 본 발명을 실시 형태에 기초하여 설명했지만, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되지 않는다. 예를 들면, 이하와 같은 변형예가 있다.
- [0171] (1) 실시 형태에서는, 제1 기능층이 투명 도전층(3), 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로 구성되어 있지만, 본 발명은, 이것에 한정되지 않는다. 이것들의 어느 하나가 없어도 되고, 이 이외의 기능층이 포함되어 있어도 된다.
- [0172] (2) 실시 형태에서는, 제2 기능층이 전자 수송층(7)으로 구성되어 있지만, 본 발명은, 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 전자 주입층이 포함되어 있어도 된다.
- [0173] (3) 시뮬레이션에서는, 각층의 굴절률, 막두께, 광학적인 두께에 관해서, 바람직한 범위가 규정되어 있지만, 그 중에서도 최적인 범위가 도 6, 도 11에 나타내어진 수치 범위이다. 도 6, 도 11에 나타내어진 수치 범위를 만족함으로써, 광 추출 효율을 더 향상시킬 수 있다.
- [0174] (산업상의 이용 가능성)
- [0175] 본 발명의 유기 발광 소자는, 유기 EL 패널 등의 유기 표시 패널, 유기 EL 디스플레이 등의 유기 표시 장치, 유기 EL 조명 등의 유기 발광 장치 등에 이용 가능하다.

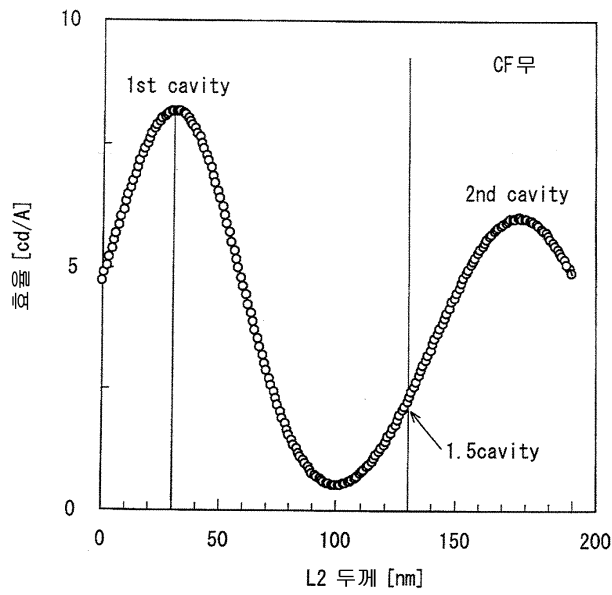
부호의 설명

- [0176] 1: 기관
- 2: 반사 양극
- 3: 투명 도전층
- 4: 정공 주입층
- 5: 정공 수송층
- 6, 6b, 6g, 6r: 유기 발광층
- 7: 전자 수송층
- 8: 투명 음극

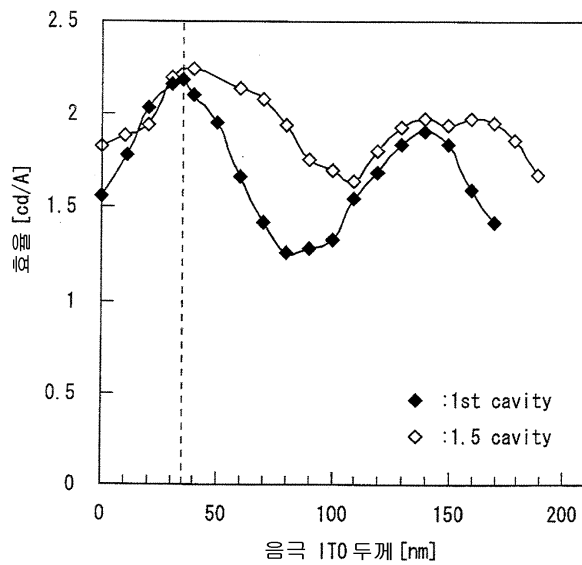
- 9: 박막 시일링층
- 10: 수지 시일링층
- 11: 기관
- 12: बैं크
- 13b, 13g, 13r: 컬러 필터
- 15: 유기 표시 장치
- 16: 유기 표시 패널
- 17: 구동 제어부
- 18~21: 구동 회로
- 22: 제어 회로

도면

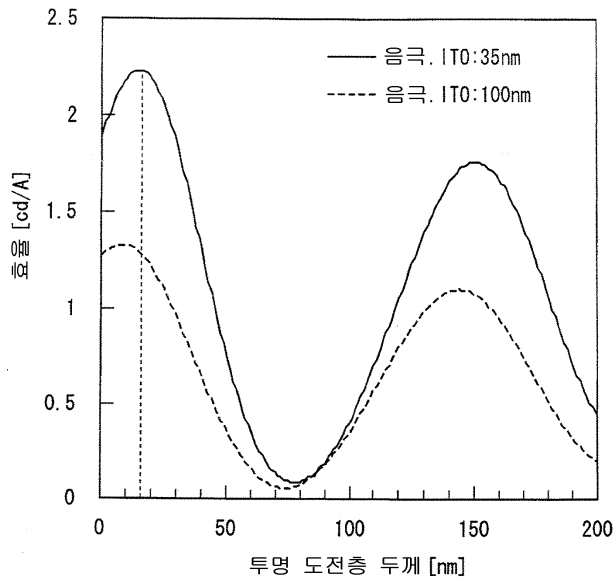
도면1



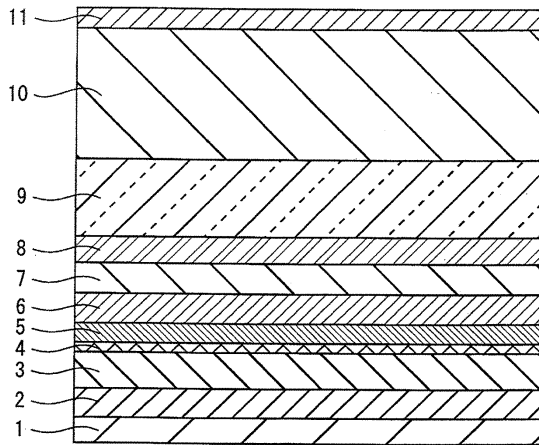
도면2



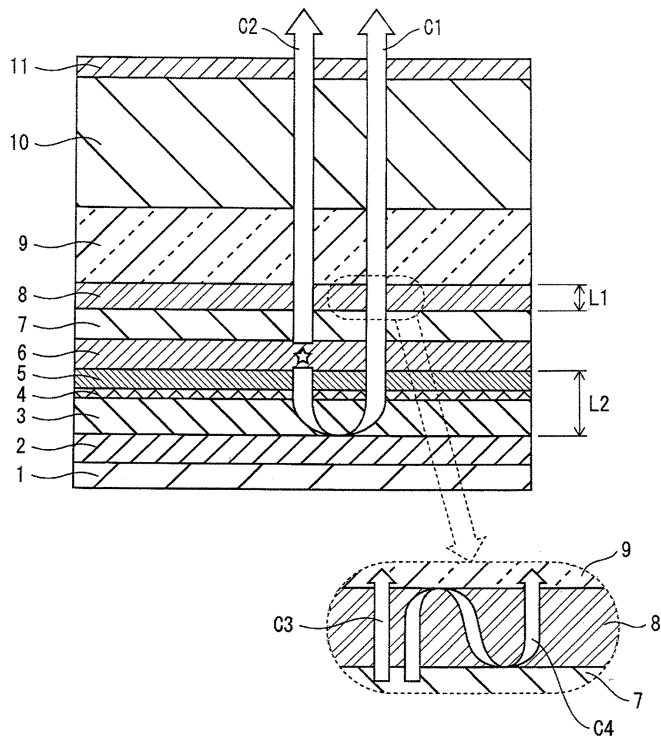
도면3



도면4



도면5



도면6

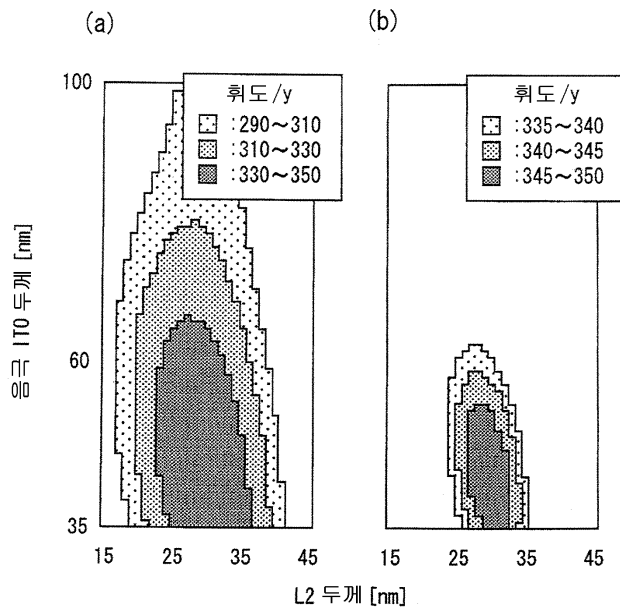
	굴절률 (n)		
	min	ave	max
수지 시일링층	1.3	1.5	1.7
박막 시일링층	1.7	1.9	2.1
투명 음극	2.0	2.2	2.4
전자 수송층	1.7	1.9	2.1
발광층 (Blue)	1.6	1.8	2.0
정공 수송층	1.5	1.7	1.9
정공 주입층	1.8	2.0	2.2
투명 도전층	1.9	2.1	2.3
반사 양극	0.12	0.14	0.19

	소외 계수 (k)		
	min	ave	max
수지 시일링층	0.00	0.00	0.00
박막 시일링층	0.00	0.011	0.08
투명 음극	0.00	0.15	0.55
전자 수송층	0.10	0.18	0.30
발광층 (Blue)	0.00	0.15	0.62
정공 수송층	0.13	0.15	0.17
정공 주입층	0	0.17	0.91
투명 도전층	0	0.19	0.60
반사 양극	1.52	2.9	5.3

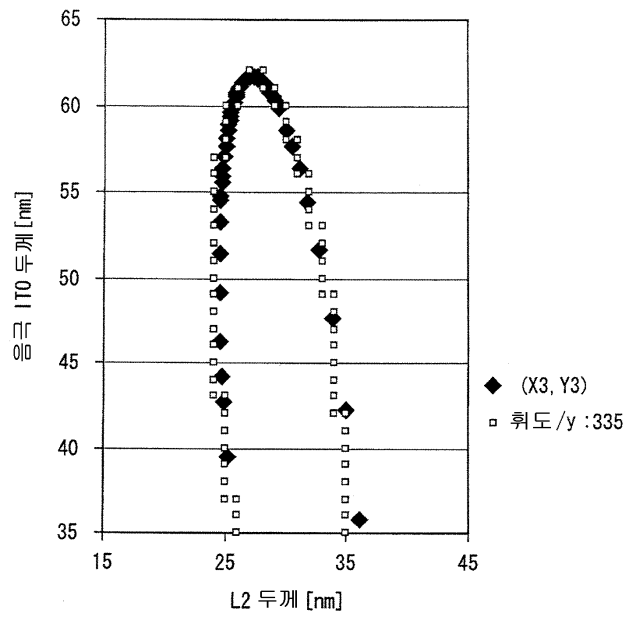
	막두께 [nm]		
	min	ave	max
수지 시일링층	5400	6000	6600
박막 시일링층	558	620	682
투명 음극	31.5	35	38.5
전자 수송층	31.5	35	38.5
발광층 (Blue)	36	40	44
정공 수송층	9	10	11
정공 주입층	4.5	5	5.5
투명 도전층	14.4	16	17.6
반사 양극	135	150	165

	광학적 막두께 [nm]		
	min	ave	max
수지 시일링층	7020	9000	11220
박막 시일링층	949	1178	1432
투명 음극	63	77	92.4
전자 수송층	53.6	66.5	80.9
발광층 (Blue)	57.6	72	88
정공 수송층	13.5	17	20.9
정공 주입층	8.1	10	12.1
투명 도전층	27.4	33.6	40.5
반사 양극			

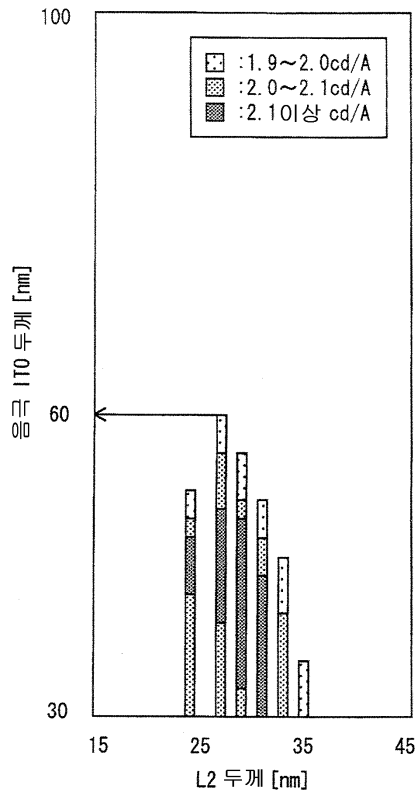
도면7



도면8



도면9



도면10

	음극 ITO 100nm			음극 ITO 35nm			UP (%)
	효율 (cd/A)	x	y	효율 (cd/A)	x	y	
Red	12.6	0.67	0.33	10.3	0.67	0.33	82
Green	40.4	0.29	0.65	45.2	0.29	0.66	112
Blue	1.3	0.13	0.07	2.2	0.13	0.08	165

도면11

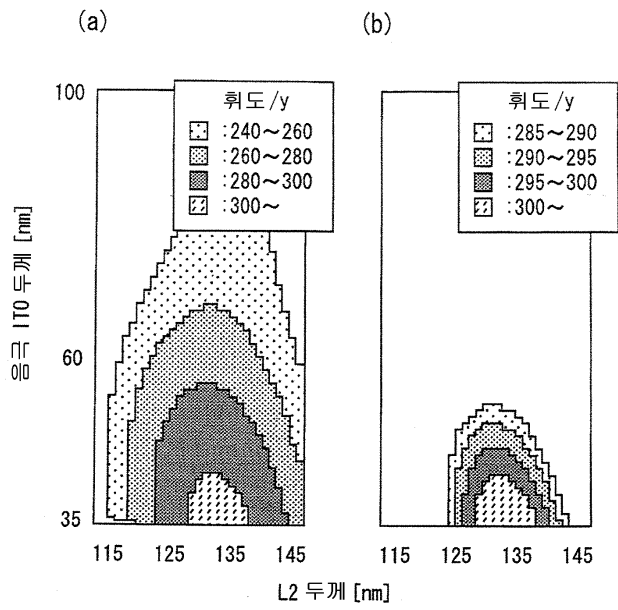
	굴절률 (n)		
	min	ave	max
수지 시일링층	1.3	1.5	1.7
박막 시일링층	1.7	1.9	2.1
투명 음극	2.0	2.2	2.4
전자 수송층	1.7	1.9	2.1
발광층(Blue)	1.6	1.8	2.0
정공 수송층	1.5	1.7	1.9
정공 주입층	1.8	2.0	2.2
투명 도전층	1.9	2.1	2.3
반사 양극	0.12	0.14	0.19

	소외 계수(k)		
	min	ave	max
수지 시일링층	0.00	0.00	0.00
박막 시일링층	0.00	0.011	0.08
투명 음극	0.00	0.15	0.55
전자 수송층	0.10	0.18	0.30
발광층(Blue)	0.00	0.15	0.62
정공 수송층	0.13	0.15	0.17
정공 주입층	0	0.17	0.91
투명 도전층	0	0.19	0.60
반사 양극	1.52	2.9	5.3

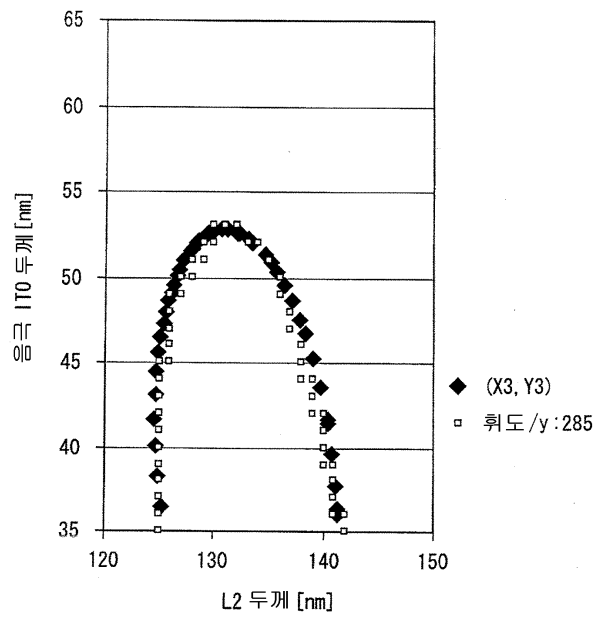
	막두께 [nm]		
	min	ave	max
수지 시일링층	5400	6000	6600
박막 시일링층	558	620	682
투명 음극	31.5	35	38.5
전자 수송층	31.5	35	38.5
발광층(Blue)	36	40	44
정공 수송층	18	20	22
정공 주입층	36	40	44
투명 도전층	63	70	77
반사 양극	135	150	165

	광학적 막두께 [nm]		
	min	ave	max
수지 시일링층	7020	9000	11220
박막 시일링층	949	1178	1432
투명 음극	63	77	92.4
전자 수송층	53.6	66.5	80.9
발광층(Blue)	57.6	72	88
정공 수송층	27	34	41.8
정공 주입층	64.8	80	96.8
투명 도전층	119.7	147	177.1
반사 양극			

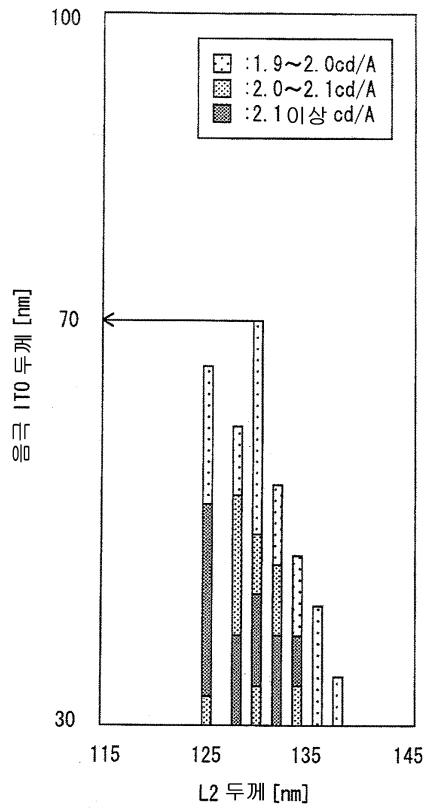
도면12



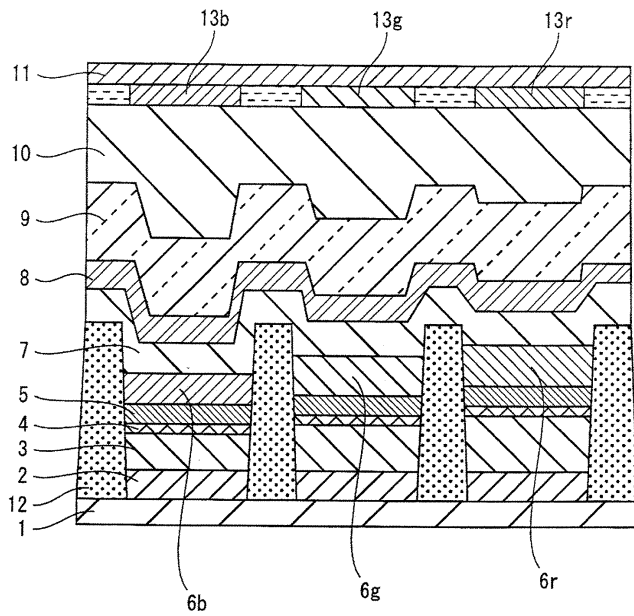
도면13



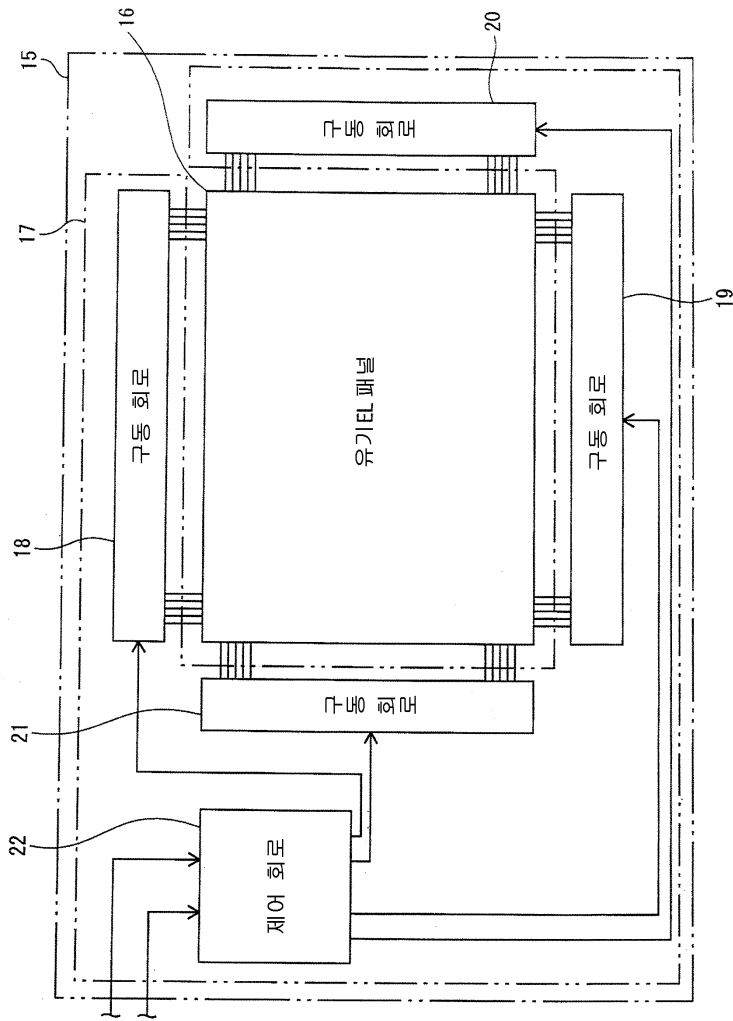
도면14



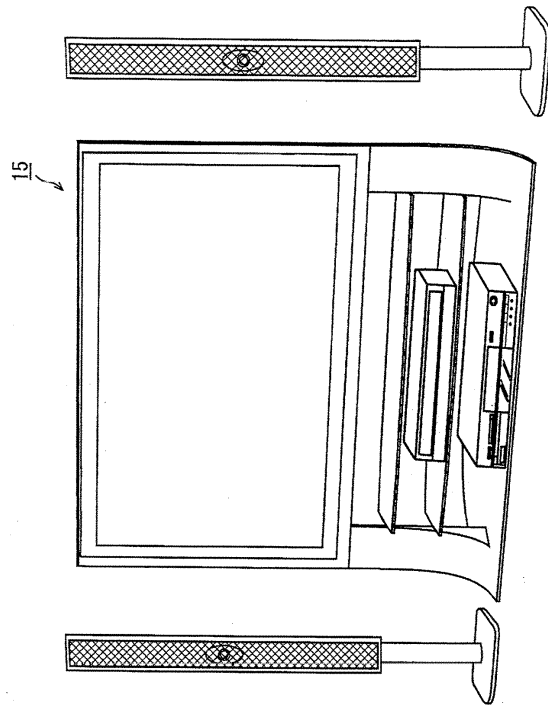
도면15



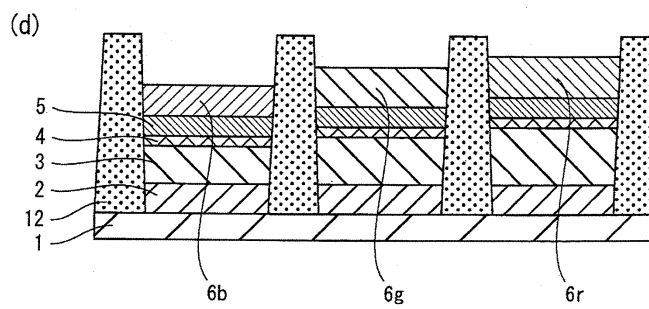
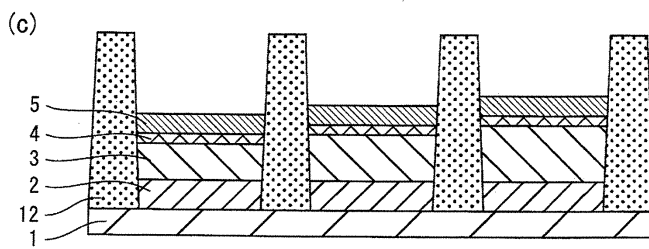
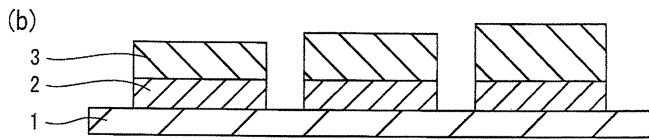
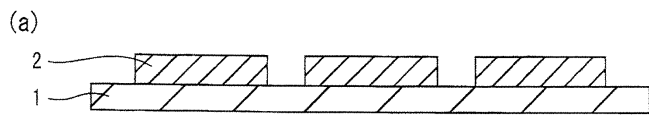
도면16



도면17



도면18



专利名称(译)	标题：有机发光器件，有机发光器件，有机显示器面板，有机显示器器件和有机发光器件		
公开(公告)号	KR101330912B1	公开(公告)日	2013-11-18
申请号	KR1020117026249	申请日	2010-08-10
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	KURATA KEIKO 구라다게이코 MATSUSUE NORIYUKI 마츠수에노리유키 YONEDA KAZUHIRO 요네다가즈히로		
发明人	구라다게이코 마츠수에노리유키 요네다가즈히로		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/22 H05B33/04 H05B33/10		
CPC分类号	H01L51/5265 H05B33/28 H01L51/5234 H01L51/0508		
代理人(译)	的专利法.		
其他公开文献	KR1020120054562A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光装置包括反射阳极(2)和透明阳极(8)，以及发射蓝光的有机发光层(6)和反射阳极(2)，第一功能层，布置在有机发光层(6)和有机发光层(6)以及第二功能层设置在透明阳极(8)和设置在透明阳极(8)上的涂层之间。第一功能层大于0nm，光学厚度为316nm或更小。关于第二功能层中与透明阳极(8)相邻的层，透明阳极(8)的折射率差在0.1以上为0.7或更小。透明阳极(8)大于0nm，厚度为70nm或更小，而且，折射率在2.0以上为2.4或更小，大于0nm，而且光学厚度为168nm或更小。关于涂层中与透明阳极相邻的层，透明阳极(8)的折射率差在0.1以上为0.7或更小。

