



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월03일
(11) 등록번호 10-1207443
(24) 등록일자 2012년11월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)
H05B 33/20 (2006.01) *H05B 33/28* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7030329(분할)
(22) 출원일자(국제) 2005년09월22일
 심사청구일자 2012년01월09일
(85) 번역문제출일자 2011년12월19일
(65) 공개번호 10-2012-0023111
(43) 공개일자 2012년03월12일
(62) 원출원 특허 10-2007-7008017
 원출원일자(국제) 2005년09월22일
 심사청구일자 2010년09월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/018062
(87) 국제공개번호 WO 2006/033472
 국제공개일자 2006년03월30일
(30) 우선권주장
 JP-P-2004-278520 2004년09월24일 일본(JP)
 (뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

JP2004253389 A
JP2003142277 A
JP2001142277 A
JP2000323277 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

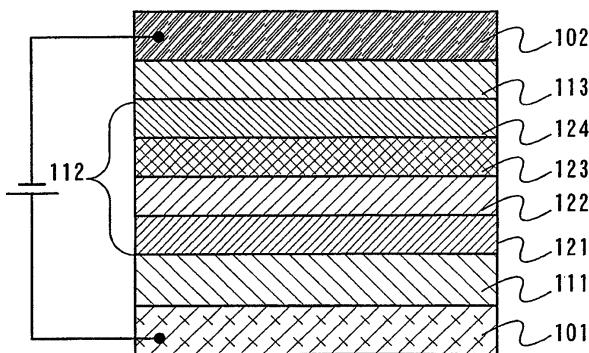
심사관 : 추장희

(54) 발명의 명칭 발광장치

(57) 요 약

발광소자는, 소자 내에서의 산란이나 반사로 인해, 그 광추출효율이 낮다는 문제가 있다. 발광소자의 광추출효율은 새로운 방법에 의해 향상되도록 요구되고 있다. 본 발명에 따르면, 발광소자는 양극과 음극 사이에, 정공을 발생하는 제1 층, 각 발광 색의 발광층을 포함한 제2 층, 전자를 발생하는 제3 층을 포함하고, 제1 층의 두께는, 각 발광 색의 발광층을 포함한 층에 따라 다르다. 제1 층으로서 유기화합물과 금속산화물이 혼재한 층을 사용하면, 후막화해도 구동전압이 상승하지 않으므로 바람직하다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이케다 히사오

일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가
이사 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 나이

사카타 준이치로

일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가
이사 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 나이

(30) 우선권주장

JP-P-2004-316089 2004년10월29일 일본(JP)

JP-P-2004-316228 2004년10월29일 일본(JP)

특허청구의 범위

청구항 1

다른 발광 색을 나타내는 적어도 제1 및 제2 발광소자를 갖는 발광장치로서,
 상기 제1 및 상기 제2 발광소자 각각은,
 비투광성을 갖는 제1 전극;
 상기 제1 전극 위에 정공을 발생하는 층인 제1 층;
 상기 제1 층 위에 발광층을 포함한 층인 제2 층;
 상기 제2 층 위에 전자를 발생하는 층인 제3 층; 및
 상기 제3 층 위에 투광성을 갖는 제2 전극을 포함하고,
 상기 발광층을 포함하는 상기 층은, 유기재료를 포함하고,
 상기 제2 전극은 반투명성 금속 재료를 포함하고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제1 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제1 층의 두께와 다르고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제3 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제3 층의 두께와 다른, 발광장치.

청구항 2

다른 발광 색을 나타내는 적어도 제1 및 제2 발광소자를 갖는 발광장치로서,
 상기 제1 및 상기 제2 발광소자 각각은,
 비투광성을 갖는 제1 전극;
 상기 제1 전극 위에 정공을 발생하는 층인 제1 층;
 상기 제1 층 위에 발광층을 포함한 층인 제2 층;
 상기 제2 층 위에 전자를 발생하는 층인 제3 층;
 상기 제3 층 위에 정공을 발생하는 층인 제4 층; 및
 상기 제4 층 위에 투광성을 갖는 제2 전극을 포함하고,
 상기 발광층을 포함하는 상기 층은, 유기재료를 포함하고,
 상기 제2 전극은 반투명성 금속 재료를 포함하고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제1 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제1 층의 두께와 다르고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제3 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제3 층의 두께와 다른, 발광장치.

청구항 3

다른 발광 색을 나타내는 적어도 제1 및 제2 발광소자를 갖는 발광장치로서,
 상기 제1 및 상기 제2 발광소자 각각은,
 비투광성을 갖는 제1 전극;
 상기 제1 전극 위에 정공을 발생하는 층인 제1 층;
 상기 제1 층 위에 발광층을 포함한 층인 제2 층;

상기 제2 층 위에 전자를 발생하는 층인 제3 층; 및
 상기 제3 층 위에 투광성을 갖는 제2 전극을 포함하고,
 상기 발광층을 포함하는 상기 층은, 유기재료를 포함하고,
 상기 제2 전극은 반투명성 금속 재료를 포함하고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제1 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제1 층의 두께와 다르고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제3 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제3 층의 두께와 다르고,
 상기 제1 층은, 유기 화합물과 금속산화물이 혼합된 층이고,
 상기 금속산화물은, 몰리브덴산화물, 바나듐산화물, 및 레늄산화물로 이루어진 군으로부터 선택되는, 발광장치.

청구항 4

다른 발광 색을 나타내는 적어도 제1 및 제2 발광소자를 갖는 발광장치로서,
 상기 제1 및 상기 제2 발광소자 각각은,
 비투광성을 갖는 제1 전극;
 상기 제1 전극 위에 정공을 발생하는 층인 제1 층;
 상기 제1 층 위에 발광층을 포함한 층인 제2 층;
 상기 제2 층 위에 전자를 발생하는 층인 제3 층;
 상기 제3 층 위에 정공을 발생하는 층인 제4 층; 및
 상기 제4 층 위에 투광성을 갖는 제2 전극을 포함하고,
 상기 발광층을 포함하는 상기 층은, 유기재료를 포함하고,
 상기 제2 전극은 반투명성 금속 재료를 포함하고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제1 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제1 층의 두께와 다르고,
 상기 제1 발광소자의 상기 제3 층의 두께는 상기 제2 발광소자의 상기 제3 층의 두께와 다르고,
 상기 제1 층은, 유기 화합물과 금속산화물이 혼합된 층이고,
 상기 금속산화물은, 몰리브덴산화물, 바나듐산화물, 및 레늄산화물로 이루어진 군으로부터 선택되는, 발광장치.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 전극은, 신호선과 주사선으로 형성된 상호연결부에 설치된 트랜지스터에 전기적으로 접속된, 발광장치.

청구항 6

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,
 광학특성이 다르고, 상기 제2 전극측에 각각 형성된 복수 종류의 컬러 필터를 더 포함하는, 발광장치.

청구항 7

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제2 전극은 산화규소를 함유하는 인듐주석산화물을 포함하는, 발광장치.

청구항 8

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 발광층과 상기 제1 전극 사이의 광학 거리는, 발광파장의 $(2m-1)/4$ 배(m 은 주어진 양의 정수임)인 발광장치.

청구항 9

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 발광장치는, 텔레비전 장치, 카메라, 휴대 정보단말, 컴퓨터용 모니터, 컴퓨터, 음향재생장치 및 화상재생 장치로 이루어진 군으로부터 선택된 전자기기에 내장되는, 발광장치.

청구항 10

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1 발광소자는 청색광을 생성하고,
상기 제2 발광소자는 적색광을 생성하고,
상기 제1 발광소자의 상기 두께는, 상기 제2 발광소자보다 두꺼운, 발광장치.

청구항 11

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1 층이 500nm부근의 흡수 피크를 갖는, 발광장치.

명세서**기술분야**

[0001]

본 발명은, 발광층을 가지는 발광소자, 및 상기 발광소자를 가지는 발광장치, 및 그것들의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

발광층을 가지는 발광소자는, 근래에 디스플레이에 사용되어 왔다. 발광소자를 사용한 디스플레이에는, 액정층을 가지는 디스플레이에 비해, 광시야각, 고속 응답, 저소비 전력 등의 측면에서 뛰어나, 활발한 개발이 진행되어 왔다.

[0003]

발광소자는, 소자 내에서의 산란광이나 반사광으로 인해, 그 광추출효율이 낮은 것이 문제다. 그 광추출효율의 향상이 요구되고 있다.

[0004]

광추출효율의 향상을 위해, 발광소자의 전극인 투명전극을 발광 색에 대응한 다른 막 두께로 하는 구조가 제안되었다(특허문헌 1: 일본국 공개특허공보 특개 2003-142277호 참조).

발명의 내용

- [0005] 본 발명은, 상기 특허문현 1과 다른 방법으로 의해, 발광소자의 광추출효율을 향상시키는 것을 과제로 한다.
- [0006] 상기 과제를 감안해 본 발명은, 발광소자의 일부를 구성하는 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하는 것을 특징으로 한다.
- [0007] 본 발명의 일례는 복수 개의 발광소자를 갖는 발광장치다. 그 복수 개의 발광소자에는 각각 제1 전극과 제2 전극이 포함되고, 그 제1 전극과 제2 전극 사이에 순차적으로 제1 층, 제2 층, 제3 층이 형성되며, 제1 층은 정공을 발생하는 층이고, 제2 층은 각 발광 색의 발광층을 포함한 층이고, 제3 층은 전자를 발생하는 층이며, 제1 층의 두께는 각각의 발광층을 포함한 층에 따라 다르다.
- [0008] 본 발명의 또 다른 형태는 복수 개의 발광소자를 갖는 발광장치다. 그 복수 개의 발광소자에는 각각 비투광성을 가지는 제1 전극, 및 투광성을 가지는 제2 전극이 포함되고, 그 제1 전극과 제2 전극 사이에 순차적으로 제1 층, 제2 층, 제3 층이 형성되며, 제1 층은 정공을 발생하는 층이고, 제2 층은 각 발광 색의 발광층을 포함한 층이고, 제3 층은 전자를 발생하는 층이며, 제1 층의 두께는, 발광층으로부터의 빛과, 발광층으로부터의 빛이 제1 전극에서 반사한 반사광이 서로 강화될 수 있도록, 각각의 발광 색에 따라 다르다.
- [0009] 본 발명에 있어서, 제1 층은 유기화합물과, 무기화합물인 금속산화물이 혼재된 층인 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 발명에 따르면, 상기 발광소자와, 발광소자에 공급되는 전류를 제어하는 트랜지스터를 가지는 발광장치를 제공할 수 있다.
- [0011] 본 발명은, 발광소자의 일부를 구성하는 층의 두께를, 각 컬러 필터 등의 색에 따라, 다르게 하는 것을 특징으로 한다. 컬러 필터 등에는, 컬러 필터와 색 변환층을 겹쳐서 사용하는 경우도 포함된다.
- [0012] 본 발명의 구체적인 형태는, 광학특성이 다른 복수 종류의 컬러 필터와, 제1 전극, 및 제2 전극과, 제1 전극과, 제2 전극 사이에, 순차적으로 형성된 제1 층, 제2 층, 제3 층을 가지는 발광장치로서, 제1 층 내지 제3 층 중의 어떤 층은, 유기재료와 금속산화물을 가지고, 유기재료와 금속산화물을 갖는 층의 두께는, 각각의 광학특성에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 형태는, 반도체막과, 상기 반도체막 위에 설치된 제1 전극, 및 제2 전극과, 제1 전극과 제2 전극 사이에 순차적으로 형성된 제1 층, 제2 층, 제3 층과, 제1 전극 쪽(발광 쪽)에 설치된 광학특성이 다른 복수 종류의 컬러 필터를 가지는 발광장치로서, 제1 전극은 투광성을 가지고, 제1 층은 정공을 발생하는 층이고, 제2 층은 발광층을 포함한 층이고, 제3 층은 전자를 발생하는 층이며, 제1 층은 유기재료와 금속산화물을 가지고, 제1 층의 두께는, 각각의 광학특성에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0014] 광학특성이 다른 복수 종류의 컬러 필터는, 예를 들면, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 광학특성을 지닌 컬러 필터다. 컬러 필터와 색 변환층을 겹쳐서 사용하는 경우에도, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 광학특성을 얻을 수 있다. 이들 복수 종류의 컬러 필터 등을 사용함으로써, 표시장치에 설치되는 컬러 필터 등으로서의 기능을 발휘한다. 따라서 광학특성에 따라 발광소자의 막 두께를 다르게 한다는 것은, 각 컬러 필터 등에 따른 영역의 발광소자의 막 두께를 다르게 한다는 것을 의미한다. 이하, 각 컬러 필터에 따라 발광소자의 막 두께를 다르게 한다고도 한다.
- [0015] 본 발명에 따르면, 상기 금속산화물은, 몰리브덴산화물, 바나듐산화물, 또는 레늄산화물이다. 또한, 금속산화물 대신에, 상기 금속의 질화물, 또는 산화질화물로 해도 된다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 발광소자를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 발광소자를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 발광소자를 가지는 화소의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 발광소자를 가지는 화소의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 발광소자를 가지는 화소의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 발광소자를 가지는 화소의 단면을 나타낸 도면이다.

도 7a 내지 7c는 각각 본 발명의 발광소자를 가지는 화소의 등가회로도다.

도 8a 내지 8f는 각각 본 발명의 발광소자를 가지는 전자기기를 나타낸다.

도 9는 발광소자의 전류밀도에 대한 전압을 나타낸 그래프다.

도 10은 발광소자의 전류밀도에 대한 전압을 나타낸 그래프다.

도 11은 본 발명의 발광소자의 전류밀도에 대한 전압을 나타낸 그래프다.

도 12는 발광소자의 흡수스펙트럼을 나타낸 그래프다.

도 13은 본 발명의 발광소자의 광장에 대한 발광강도를 나타낸 그래프다.

도 14는 발광소자의 전류밀도에 대한 발광강도를 나타낸 그래프다.

도 15는 본 발명의 발광소자를 나타낸 도면이다.

도 16은 본 발명의 발광장치를 나타낸 도면이다.

도 17은 본 발명의 발광장치를 나타낸 도면이다.

도 18은 본 발명의 발광장치를 나타낸 단면도다.

도 19는 본 발명의 발광장치를 나타낸 단면도다.

도 20은 본 발명의 발광장치를 나타낸 단면도다.

도 21은 본 발명의 발광장치를 나타낸 단면도다.

[실시예]

이하에, 본 발명의 실시예를 도면을 참조하여 설명한다. 단, 본 발명은 다양한 형태로 실시할 수 있으며, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 일탈하는 않는 한, 그 형태 및 상세한 내용을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 당업자라면 용이하게 이해된다. 따라서, 본 실시예의 기재 내용에 한정해서 해석되지는 않는다. 또한, 실시예에 관하여 설명하기 위한 전 도면에 있어서, 동일 부분 또는 동일한 기능을 가지는 부분에는 동일한 부호를 이용하고, 그 반복된 설명은 생략한다.

(실시예 1)

본 실시예 1에서는, 발광소자의 구조에 관하여 설명한다.

도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 발광소자는, 대향하는 제1 전극(101), 제2 전극(102)을 가지고, 제1 전극(101) 위에 순차적으로, 제1 층(111), 제2 층(112), 제3 층(113)이 적층되어 있다. 이러한 발광소자에서는, 제2 전극(102)의 전위보다 제1 전극(101)의 전위가 높아지도록 전압을 인가하면, 제1 층(111)으로부터 제2 층(112)에 정공이 주입되고, 제3 층(113)으로부터 제2 층(112)에 전자가 주입된다. 정공과 전자는 제2 층(112)에서 재결합하여, 발광 물질을 여기상태로 전환한다. 그리고, 여기상태의 발광 물질은, 기저상태로 되돌아올 때에 발광한다.

이러한 발광소자는, 각 발광 색을 발하는 발광소자에 있어서, 적어도 제1 전극 및 제2 전극을 제외한 각 층 중의 어떤 층의 막 두께를 다르게 하는 것을 특징으로 한다. 그 결과, 광추출효율을 높일 수 있다.

예를 들면, 도 2에 나타낸 바와 같이, 적색계 색(R), 녹색계 색(G), 청색계 색(B)을 발광하는 발광소자는, 비투광성을 가지는 제1 전극(101), 및 투광성을 가지는 제2 전극(102)을 공유하고, 각각 제1 층(111R, 111G, 111B), 제2 층(112R, 112G, 112B), 제3 층(113R, 113G, 113B)을 더 가진다. 그리고, 제1 층(111R, 111G, 111B)의 두께를 각 발광 색에 따라 다르게 한다.

그 결과, 직접 제2 전극을 통해 인식하는 경우와, 제1 전극에서 반사한 후 제2 전극을 통해 인식하는 경우에 있어서 광로가 다른 것으로 인한, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다.

구체적으로는, 제1 전극에 빛이 입사한 경우, 반사광에는 위상의 반전이 발생하고, 이것에 의해 반사광과 직접 광에 대한 빛의 간섭 효과가 발생한다. 이때, 발광층과 반사전극 사이의 광학거리(즉, 굴절률×거리)가, 발광파장의 $(2m-1)/4$ 배(m 은 임의의 양의 정수)인 경우, 또는, 광학거리가 발광파장의 $1/4, 3/4, 5/4$??배인 경우에는, 광추출효율이 높아진다. 한편, 광학거리가 발광파장의 $m/2$ 배(m 은 임의의 양의 정수) 또는, $1/2, 1, 3/2$??배인

경우에는, 광추출효율이 낮아진다.

따라서, 본 발명의 발광소자에 있어서, 발광 영역과 반사전극 사이의 광학거리, 즉 굴절률×거리가, 발광파장의 $(2m-1)/4$ 배(m 은 임의의 양의 정수)가 되도록, 제1 층 내지 제3 층 중 적어도 하나의 막 두께를 각 발광소자에서 다르게 한다.

구체적으로, 제1 층 내지 제3 층에 있어서, 전자와 정공이 재결합하는 층(발광층)과 반사전극 사이의 층의 두께를 다르게 하면 되지만, 전자와 정공이 재결합하는 층과 투광전극 사이의 막 두께를 다르게 해도 된다. 또는, 그 두 층 모두의 막 두께를 다르게 해도 상관없다. 그 결과, 발광을 효율적으로 외부에 추출할 수 있다.

특히, 제1 층 내지 제3 층을 증착법에 의해 증착 마스크를 사용해서 형성하고, 어느 하나의 막 두께를 다르게 하는 경우, 동일한 증착 마스크를 그대로 사용할 수 있다. 한편, 특허문헌 1에 기재된 바와 같이, 전극의 막 두께를 다르게 하기 위해서는, 포토리소그래피법 공정, 예칭 공정이 필요하게 되어, 공정 수가 증가한다.

이러한 방식으로, 본 발명에 따르면, 공정 수를 증가시키지 않고, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다.

또한 도 2를 비롯한 본 발명에 있어서, 청색을 생성하는 발광소자의 막 두께가, 가장 두껍다. 이는, 청색을 생성하는 발광소자에서는 $m = 2$ 로 하고, 적색을 생성하는 발광소자 및 녹색을 생성하는 발광소자에서는 $m = 1$ 로 하기 때문이다. 청색을 생성하는 발광소자에 있어서, $m = 1$ 로 하면, 상당히 막 두께가 얇아진다. 그러나, $m = 2$ 로 함으로써 후막화할 수 있고, 생산성을 높일 수 있다. 이렇게 본 발명은, 각 색에 있어서 m 의 값을 동일하게 할 필요는 없고, m 을 선택함으로써, 발광소자의 막 두께 설계의 폭을 넓힐 수도 있다.

제1 층 내지 제3 층 중의 어떤 층의 막 두께를 다르게 하므로, 층을 후막화할 필요가 있다. 따라서 본 발명은, 후막화하는 층에, 유기화합물과, 무기화합물인 금속산화물이 혼재한 층을 사용하는 것을 특징으로 한다.

일반적으로, 발광소자의 층을 후막화하면, 구동전압도 증가하므로, 바람직하지 못하다. 그러나, 이하의 실시예에서도 서술하는 바와 같이, 본 발명자들은, 후막화하는 층에, 유기화합물과 무기화합물인 금속산화물을 갖는 층을 사용하면, 구동전압 자체를 낮출 수 있고, 그것을 높이는 일이 없다는 것을 알아냈다.

제1 층 내지 제3 층 중의 어떤 층을 후막화함으로써, 제1 전극과 제2 전극 사이의 단락을 방지할 수 있고, 생산성을 높일 수도 있어, 바람직하다.

이렇게 본 발명은, 제1 층 내지 제3 층 중 적어도 하나의 막 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하는 것을 특징으로 한다. 이때, 전자와 정공이 재결합하는 층(발광층)과 반사전극 사이의 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하면 된다. 또한 후막화할 층으로서, 유기화합물과 무기화합물인 금속산화물이 혼재한 층을 사용하면, 구동전압이 높아지지 않아 바람직하다.

(실시예 2)

본 실시예 2에서는, 상기 실시예 1과 다른 발광소자의 구조에 관하여 설명한다.

도 15에 나타낸 바와 같이, 본 실시예의 발광소자는, 대향하는 제1 전극(101), 제2 전극(102)을 가지고, 제1 전극(101) 위에 순차적으로, 제1 층(111), 제2 층(112), 제3 층(113), 제4 층(128)이 적층되어 있다. 본 실시예의 발광소자는, 제4 층(128)을 설치한 것을 특징으로 한다. 제4 층(128)은, 제1 층(111)과 동일한 재료로 형성할 수 있다. 그 외의 구성은, 상기 실시예와 동일하므로, 그 설명은 생략한다.

제4 층(128)을 설치하면, 제2 전극(102)을 형성할 때 하부 층에 대한 데미지를 저감할 수 있다.

각 발광 색을 발광하는 발광소자에 따라, 제4 층(128)의 두께를 다르게 한다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 또한, 막 두께를 다르게 하는 경우, 제4 층(128)에는, 몰리브덴산화물, 바나듐산화물, 레늄산화물 등의 금속산화물을 사용하면 된다. 물론, 이들 금속의 질화물로 해도 되고, 산화질화물로 해도 된다. 이러한 금속산화물을 사용해서 후막화하더라도, 구동전압을 높일 필요가 없기 때문이다.

제4 층(128)을 후막화함으로써, 제2 전극(102)을 형성할 때 하부 층에 대한 데미지의 저감을 더욱 기대할 수 있다.

제4 층(128)뿐만 아니라, 제1 층(111)의 막 두께를, 각 발광 색을 발광하는 발광소자에 따라 다르게 할 수 있다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 뿐만 아니라, 복수의 층의 두께를 다르게 함으로써, 더욱 발광소자의 후막화를 꾀할 수 있고, 제조시의 불량을 저감할 수 있다. 또한, 제1 층(111)에 상기 몰리브덴산화물, 바나듐산화물, 레늄산화물 등의 금속산화물 등을 사용하는데, 이는 구동전압을 높이지 않는다.

이렇게 각 발광 색을 발광하는 발광소자에 따라 층의 두께를 다르게 하는 본 발명은, 발광소자의 구조에 한정되지 않고 사용할 수 있다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있고, 발광소자의 후막화를 피할 수 있다. 또한, 후막화하는 층에 금속산화물 등을 사용함으로써, 구동전압을 높이지 않아, 바람직하다.

(실시예 3)

본 실시예 3에서는, 컬러 필터를 가지는 발광장치에 있어서, 각 층들 중의 어떤 층의 두께를 다르게 하는 구성에 관하여 설명한다.

도 16에 나타낸 바와 같이, 광학특성이 다른 적색계 색(R), 녹색계 색(G), 청색계 색(B)을 나타내고자 하는 영역에, 각각 컬러 필터(115R, 115G, 115B)를 설치한다. 컬러 필터는, 공지의 재료를 사용하여, 스크린인쇄법, 또는 액적토출법 등에 의해 형성할 수 있다. 도 16에서는, 제2 전극(102) 측(발광 쪽)에 컬러 필터(105R, 105G, 105B)를 설치하는 경우를 나타내는데, 이 경우, 제2 전극(102)은 투광성을 가질 필요가 있다.

발광소자는, 제1 전극(101) 위에 순차적으로, 제1 층(111R, 111G, 111B), 제2 층(112R, 112G, 112B), 제3 층(113R, 113G, 113B), 제2 전극(102)이 설치된 구조로 되어 있다. 컬러 필터에 의해 각 색이 생성되므로, 제1 층 내지 제3 층은, 동일 재료를 사용하여 형성한다. 단, 도 16에서는, 각 컬러 필터에 대응시키기 위해서, 제1 층 내지 제3 층을 제1 층(111R, 111G, 111B), 제2 층(112R, 112G, 112B), 제3 층(113R, 113G, 113B)으로 표기한다.

각 컬러 필터에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중의 어느 하나의 막 두께를 다르게 한다. 도 16에서는, 제2 층(112R, 112G, 112B)의 막 두께가, 각 컬러 필터에 따라 다른 경우를 예시하고 있다.

이러한 구성에 의해, 직접 제2 전극(102)을 통해 인식하는 경우와, 제1 전극(101)에서 반사한 후 제2 전극(102)을 통해 인식하는 경우에 있어서, 광로가 다른 것으로 인한, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다.

구체적으로는, 제1 전극(101)에 빛이 입사한 경우, 반사광에서는 위상의 반전이 일어나고, 이로써 반사광과 직접광에 대한 빛의 간섭 효과가 발생한다. 이러한 경우, 발광층과 반사전극 사이의 광학거리, 즉 굴절률×거리가, 발광파장의 $(2m-1)/4$ 배(m 은 임의의 양의 정수), 또는, 광학거리가 발광파장의 $1/4$, $3/4$, $5/4$???배인 경우에는, 광추출효율이 높아진다. 한편, 광학거리가 발광파장의 $m/2$ 배(m 은 임의의 양의 정수) 또는, 광학거리가 발광파장의 $1/2$, 1 , $3/2$???배인 경우에는 광추출효율이 낮아진다.

따라서 본 발명의 발광소자에서는, 전자와 정공이 재결합하는 층(발광층)과 반사전극 사이의 광학거리, 즉 굴절률×거리가, 발광파장의 $(2m-1)/4$ 배(m 은 임의의 양의 정수)가 되도록, 각 컬러 필터에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중의 어느 하나의 막 두께를 다르게 한다.

구체적으로, 제1 층 내지 제3 층에 있어서, 전자와 정공이 재결합하는 층과 반사전극의 기능을 하는 제1 전극(101) 사이의 층의 두께를 다르게 하면 된다. 단 이것에 한정되지 않고, 전자와 정공이 재결합하는 층과 투광전극의 기능을 하는 제2 전극(102) 사이의 막 두께를 다르게 해도 된다. 또한 두 층 모두의 막 두께를 다르게 해도 상관없다. 그 결과, 발광을 효율적으로 외부에 추출할 수 있다.

구체적으로, 제1 층 내지 제3 층을 증착법에 의해 증착 마스크를 사용해서 형성하고, 어느 하나의 막 두께를 다르게 하는 경우, 동일한 증착 마스크를 그대로 사용할 수 있으므로 바람직하다. 한편, 특허문현 1에 기재된 바와 같이, 전극의 막 두께를 다르게 하기 위해서는, 포토리소그래피법 공정, 예칭 공정이 필요하게 되어, 공정 수가 증가한다.

이러한 방식으로, 본 발명에 따르면, 공정 수를 증가시키지 않고, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다.

제1 층 내지 제3 층 중의 어느 하나의 막 두께를 다르게 하므로 층을 후막화할 필요가 있다. 따라서, 본 발명은 후막화하는 층에, 유기화합물과 무기화합물인 금속산화물이 혼재한 층을 사용하는 것을 특징으로 한다.

일반적으로, 발광소자의 층을 후막화하면, 구동전압이 증가하는데, 이는 바람직하지 못하다. 그러나, 이하의 실시예에서도 서술하는 바와 같이, 본 발명자들은, 후막화하는 층에, 유기화합물과 무기화합물인 금속산화물을 갖는 층을 사용하면, 구동전압 자체를 낮출 수 있고, 후막화해도 구동전압이 높아지지 않는다는 것을 알아냈다.

제1 층 내지 제3 층 중의 어떤 층을 후막화함으로써, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이의 단락을 방지할 수 있고, 생산성을 높일 수 있어, 바람직하다.

도 17은, 도 16과 달리, 제1 전극 측에 컬러 필터를 설치하는 경우를 나타낸다. 그 외의 구성은, 도 16과 동일

하므로 그 설명은 생략한다. 도 17에 나타낸 바와 같이, 제1 전극 측에 컬러 필터를 설치하는 경우, 제1 전극 하부에는, 박막 트랜지스터를 구성하는 복수의 절연막 등을 적층해서 설치한다. 따라서, 이러한 절연막 등에 의해 반사하는 빛을 고려하여, 각 층의 두께를 다르게 하는 것이 바람직하다. 또한 빛이 통과하는 영역에서는, 절연막 등을 제거해도 된다.

도 16 또는 도 17에 나타낸 같이, 본 발명은, 적어도 제1 층 내지 제3 층 중의 어느 하나의 막 두께를, 각 컬러 필터에 따라 다르게 하는 것을 특징으로 한다. 이때, 전자와 정공이 재결합하는 층(발광층)과 반사전극 사이에 있는 층의 두께를, 각 컬러 필터에 따라 다르게 하는 것이 바람직하다. 또한 후막화할 층으로서, 유기화합물과 무기화합물인 금속산화물이 혼재한 층을 사용하면, 구동전압이 높아지지 않아 바람직하다.

(실시예 4)

본 실시예 4에서는, 컬러 필터 및 발광소자를 가지는 화소의 단면구조에 대해서, 구체적으로 설명한다. 발광소자로의 전류의 공급을 제어하는 트랜지스터(구동용 트랜지스터)가 p형 박막 트랜지스터(TFT)인 경우에 있어서의, 화소의 단면구조에 대해서, 도 18을 참조하여 설명한다. 본 실시예에서는, 발광소자는 두 개의 전극, 즉, 제1 전극(101)과 제2 전극(102)을 가지고, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 중, 트랜지스터에 의해 전위를 제어할 수 있는 한쪽 전극은 양극, 다른 쪽 전극은 음극인 경우에 관하여 설명한다.

도 18에, 각 TFT(601R, 601G, 601B)가 p형이며, 발광소자(603)로부터 발생하는 빛을 제2 전극(102) 측으로부터 추출하는, 상방 출사형인 경우로서, 각 컬러 필터(105R, 105G, 105B)를 가지는 화소의 단면도를 나타낸다. 도 18에서는, 발광소자(603)의 제1 전극(101)과, TFT(601R, 601G, 601B)가 각각 전기적으로 접속되어 있다.

TFT(601R, 601G, 601B)는, 두께가 10nm내지 200nm이며, 그것들의 채널 형성 영역은 섬 형상 반도체막으로 형성되어 있다. 반도체막으로서, 아모포스 반도체막, 결정성 반도체막, 미결정 반도체막 중의 어떤 막을 사용할 수 있다. 예를 들면, 아모포스 반도체막을 형성하는 경우, 우선 아모포스 반도체막을 형성하고, 가열처리에 의해 결정화된 결정성 반도체막을 형성할 수 있다. 가열처리는, 가열로, 레이저 조사, 혹은 레이저광 대신에 램프로부터의 빛의 조사(이하, 램프 어닐이라고 한다)를 이용하거나, 그것들을 조합해서 실행할 수 있다.

레이저 조사의 경우, 연속발진형 레이저(CW레이저)나 펄스발진형 레이저(펄스레이저)를 이용할 수 있다.

레이저광의 입사각 θ 가, 반도체막에 대하여 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 가 되도록 레이저를 조사할 수 있다. 그 결과, 레이저광의 간섭을 방지할 수 있다.

연속발진의 기본파의 레이저광과 연속발진의 고조파의 레이저광을 조사해도 되고, 연속발진의 기본파의 레이저광과 펄스 발진의 고조파의 레이저광을 조사해도 된다. 복수 종류의 레이저광을 조사함으로써, 에너지를 보충할 수 있다.

펄스발진형 레이저의 경우, 반도체막이 레이저광에 의해 용융된 후 고화되기 전까지, 다음 펄스의 레이저광을 조사하도록 하는 반복 주파수로 레이저광을 발진시킬 수 있다. 이로써 주사 방향을 향해 연속적으로 성장한 결정립을 얻을 수 있다. 즉, 펄스 발진의 주기가, 반도체막이 용융된 후 완전하게 고화되기 전까지의 시간보다 짧아지도록, 반복 주파수의 하한을 설정한 펄스 범위를 사용할 수 있다. 실제로 사용할 수 있는 펄스 범위의 발진 주파수는 10MHz 이상이다. 이는 레이저 결정화를 위해 보통 이용되고 있는 수십 Hz ~ 수백 Hz의 주파수대보다 현저히 높은 주파수대다.

또 다른 가열처리로서, 가열로를 사용하는 경우, 아모포스 반도체막을 500 ~ 550도에서 2 ~ 20시간 동안 가열한다. 이때, 서서히 고온에 도달하도록 온도를 500 ~ 550도의 범위에서 단계로 설정할 수 있다. 이는 처음의 저온가열과정에 의해, 아모포스 반도체막의 수소 등이 방출되므로, 결정화 시의 막 거침을 저감하는, 소위 탈수화를 행할 수 있기 때문이다. 결정화를 촉진시키는 금속원소, 예를 들면, Ni를 아모포스 반도체막 위에 형성하면, 가열온도를 저감할 수 있어 바람직하다. 이러한 금속원소를 사용한 결정화인 경우에도, 600 ~ 950도에서 가열해도 상관없다.

단, 금속원소를 형성하는 경우, 반도체소자의 전기 특성에 악영향을 끼칠 우려가 있으므로, 상기 금속원소를 저감 또는 제거하기 위한 게터링 공정을 실행할 필요가 있다. 예를 들면, 아모포스 반도체막을 게터링 씽크로 사용해서 금속원소를 포획하도록 하는 공정을 실행한다.

TFT(601R, 601G, 601B)에는, 상기 반도체막을 덮는 게이트 절연막, 제1 도전막 및 제2 도전막이 적층된 게이트 전극, 게이트 전극 위에 절연막이 설치된다.

TFT(601R, 601G, 601B)는 각각 p형을 가지고, 반도체막은 고농도 불순물영역만을 가지는 단일 드레인 구조로 한다. 또한, TFT(601R, 601G, 601B)는, 반도체막에 저농도 불순물영역, 및 고농도 불순물영역을 가지는 LDD(저농도 드레인)구조로 해도 된다.

TFT(601R, 601G, 601B)는 층간 절연막(607)으로 덮여 있고, 층간 절연막(607) 위에는 개구부를 가지는 분리벽(608)이 형성되어 있다. 분리벽(608)의 개구부에 있어서 제1 전극(101)은 일부 노출되어 있고, 상기 개구부에 있어서 제1 전극(101), 각 전계발광층(605R, 605G, 605B), 제2 전극(102)은 순차적으로 적층되어 있다. 또한 전계발광층은, 동일한 재료로 형성할 수 있다. 그러나, 도면에서는 각 컬러 필터에 대응시키기 위해서, 전계발광층(605R, 605G, 605B)로 표기한다.

전계발광층(605R, 605G, 605B)은, 제1 층(111), 제2 층(112), 및 제3 층(113)에 해당하고, 각 컬러 필터에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 본 실시예에서는, 전계발광층의 두께의 관계가, $605R < 605G < 605B$ 로 되어 있다. 본 실시예는, 상방 출사형이므로, 제1 전극(101)에 가까운 제1 층의 두께를, 각 컬러 필터에 따라 다르게 하면 된다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제1 층에 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의 상승을 방지할 수 있다.

본 실시예는 상방 출사형이므로, 제1 전극(101)은, 비투광성 재료, 즉, 반사성이 높은 재료로 형성한다. 구체적인 재료는, 상기 실시예에서 서술한 바와 같다.

제2 전극(102)은 투광성 재료를 사용하여 형성하는 것이 바람직한데, 일함수가 큰 물질로 형성하는 것이 더 바람직하다. 구체적인 재료는, 상기 실시예에서 서술한 바와 같다.

또한, 구동용 트랜지스터는 p형이므로, TFT(601R, 601G, 601B)에 접속되는 배선은 제1 전극(101)으로 사용할 수 있다.

제1 전극(101), 또는 제2 전극(102)은, 스퍼터링법이나 증착법 등을 이용해서 형성할 수 있다.

층간 절연막(607)은, 유기수지재료, 무기절연재료 또는 실록산계 재료로 형성된 Si-O-Si결합을 포함한 절연물을 사용해서 형성할 수 있다. 실록산계 절연물은, 실리콘(Si)과 산소(O)의 결합으로 골격구조가 구성되는데, 치환기로서, 적어도 수소를 포함한 유기기(예를 들면, 알킬기, 방향족 탄화수소)를 사용할 수 있다. 치환기로서, 플루오르기를 사용해도 된다. 또는 치환기로서, 적어도 수소를 포함한 유기기와, 플루오르기를 사용해도 된다. 또한, 층간 절연막(607)에, 저유전율 재료(low-k 재료)라 불리는 재료를 사용해도 된다.

분리벽(608)은, 유기수지재료, 무기절연재료 또는 실록산계 절연물을 사용해서 형성할 수 있다. 유기수지재료로서, 예를 들면, 아크릴, 폴리이미드, 폴리아미드 등, 무기절연재료로서 산화규소, 질화산화규소 등을 사용할 수 있다. 특히, 감광성 유기수지재료를 분리벽(608)에 사용하고, 제1 전극(101) 위에 개구부를 형성하여, 그 개구부의 측벽이 연속된 곡률을 가진 경사면이 되도록 한다. 이로써, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이의 단락을 방지할 수 있다.

이러한 화소의 경우, 발광소자(603)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이 제2 전극(102) 층으로부터 추출할 수 있다.

다음으로, 도 19에, TFT(601R, 601G, 601B)는 p형이고, 발광소자(603)로부터 발생하는 빛을 제2 전극(102) 층으로부터 추출하는, 소위 하방 출사형인 경우의 화소의 단면도를 나타낸다.

도 19에서는, 발광소자(603)의 제1 전극(101)이, TFT(601R, 601G, 601B)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 제1 전극(101) 위에 전계발광층(605R, 605G, 605B), 제2 전극(102)이 순차적으로 적층되어 있다.

TFT(601R, 601G, 601B)는 도 18과 마찬가지로 형성할 수 있다. 또한, 도 19는 하방 출사형을 나타내므로, 제1 전극(101)은 투광성을 가지고, 제2 전극(102)은 비투광성을 가진다. 이 전극들의 재료는, 도 18의 제1 전극 및 제2 전극에 관한 설명을 참조할 수 있다. 컬러 필터(105R, 105G, 105B)는 기판 측에(발광 측)에 설치된다. 예를 들면, 기판의 이면(TFT가 형성되지 않은 면)에, 컬러 필터(105R, 105G, 105B)를 설치할 수 있다.

각 전계발광층(605R, 605G, 605B)은, 도 18에서 나타낸 전계발광층과 마찬가지로 형성할 수 있고, 각 컬러 필터에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 도 19에서는, 하방 출사형인 경우를 나타내므로, 제2 전극(102)에 가장 가까운 제3 층의 두께를, 각 컬러 필터에 따라 다르게 하면 된다. 본 실시예에서는, 전계발광층의 두께의 관계가, $605R < 605G < 605B$ 로 되어 있다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제3 층으로서 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의

상승을 방지할 수 있다.

도 19에 나타낸 화소의 경우, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이, 제2 전극(102) 측으로부터 추출할 수 있고, 컬러 필터(105R, 105G, 105B)는 빛의 추출 측에 설치된다.

본 실시예는, 상기 실시예와 자유롭게 조합할 수 있다.

(실시예 5)

본 실시예 5에서는, 발광소자로의 전류의 공급을 제어하는 구동용 트랜지스터가 n형 TFT의 경우에 있어서의, 컬러 필터 및 발광소자를 가지는 화소의 단면구조에 관하여 설명한다. 본 실시예에서는, 발광소자가 두 개의 전극을 가지는 경우, 즉 제1 전극은 양극, 제2 전극은 음극인 경우에 관하여 설명한다.

다음으로, 도 20에, TFT(611R, 611G, 611B)는 n형이고, 발광소자(613)로부터 발생한 빛을 제2 전극(102) 측으로부터 추출하는 경우, 소위 상방 출사형의, 화소의 단면도를 나타낸다. 도 20에서는, 발광소자(613)의 제1 전극(101)이 TFT(611R, 611G, 611B)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 제1 전극(101) 위에 각 전계발광층(615R, 615G, 615B), 제2 전극(102)이 순차적으로 적층되어 있다.

TFT(611R, 611G, 611B)는, 상기 실시예의 TFT(601R, 601G, 601B)와 마찬가지로 형성할 수 있다.

도 20은 상방 출사형을 나타내므로, 제1 전극(101)은 비투광성 재료로 형성하고, 제2 전극(102)은 투광성 재료로 형성한다. 이들 재료는, 상기 실시예를 참조할 수 있다. 또한, 공급을 제어하는 트랜지스터가 n형이므로, TFT(611R, 611G, 611B)에 접속되는 배선을 제1 전극(101)으로서 사용할 수 있다. 제2 전극(102) 측에, 컬러 필터(105R, 105G, 105B)가 설치된다. 그리고 제2 전극은 투광성을 가진다.

전계발광층(615R, 615G, 615B)은, 상기 실시예의 전계발광층(605R, 605G, 605B)과 마찬가지로 형성할 수 있다. 다만, 전계발광층(615)이 발광층 이외에, 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층 중 어느 하나를 가진 경우, 제1 전극(101)은 양극이므로, 제1 전극(101)로부터 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층의 순으로 적층한다.

전계발광층(615R, 615G, 615B)은, 제1 층(111), 제2 층(112), 제3 층(113)에 해당하고, 각 컬러 필터에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 본 실시예는, 상방 출사형이므로, 제1 전극(101)에 가장 가까운 제1 층의 두께를, 각 컬러 필터에 따라 다르게 하면 된다. 본 실시예에서는, 전계발광층들의 막 두께의 관계는, $615R < 615G < 615B$ 로 되어 있다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제1 층에 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의 상승을 방지할 수 있다.

도 20에 나타낸 화소의 경우, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이 제2 전극(102) 측으로부터 추출할 수 있고, 컬러 필터(105R, 105G, 105B)는 빛의 추출 측에 설치된다.

다음으로, 도 21에, TFT(611R, 611G, 611B)는 n형이고, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을 제1 전극(101) 측으로부터 추출하는, 소위 하방 출사형인 경우의, 각 발광 색(RGB)을 가지는 화소의 단면도를 나타낸다.

도 21에서는, 발광소자(613)의 제1 전극(101)이 TFT(611R, 611G, 611B)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 제1 전극(101) 위에 각 전계발광층(615R, 615G, 615B), 제2 전극(102)이 순차적으로 적층되어 있다.

TFT(611R, 611G, 611B)는, 상기 실시예와 마찬가지로 형성할 수 있다. 또한, 도 21은 하방 출사형이므로, 제1 전극(101)은 투광성을 가지고, 제2 전극(102)은 비투광성을 가진다. 이들 재료는, 상기 실시예를 참조할 수 있다. 또한, 투광성을 가지는 제1 전극(101) 측에, 컬러 필터(105R, 105G, 105B)가 설치된다.

전계발광층(615R, 615G, 615B)도, 상기 실시예와 마찬가지로 형성할 수 있고, 각 컬러 필터에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 다만, 전계발광층(615)이 발광층 이외에, 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층 중 어느 하나를 가진 경우, 제1 전극(101)이 양극이므로, 제1 전극(101)으로부터 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층의 순으로 적층한다.

도 21에서는, 하방 출사형인 경우를 나타내므로, 제2 전극(102)에 가까운 제3 층의 두께를, 각 컬러 필터에 따라 다르게 하면 된다. 본 실시예에서는, 전계발광층들의 막 두께의 관계는, $615R < 615G < 615B$ 로 되어 있다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제3 층에 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의 상승을 방지할 수 있다.

도 21에 나타낸 화소의 경우, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이 제1 전극(101)

측으로부터 추출할 수 있고, 컬러 필터(105R, 105G, 105B)는 빛의 추출 측에 설치된다.

본 실시예는, 상기 실시예와 자유롭게 조합할 수 있다.

(실시예 6)

본 실시예에서는, 제1 층 내지 제3 층, 및 전극의 재료에 관하여 설명한다.

제1 층(111)은, 정공을 발생하는 층이다. 제1 층(111)으로는, 예를 들면, 정공수송성 물질과, 그 물질에 대하여 전자수용성을 나타내는 물질(정공수송성 물질에 있어서 억셉터가 되는 물질)을 포함한 층을 들 수 있다. 정공수송성 물질에 대하여 전자수용성을 나타내는 물질은, 정공수송성 물질에 대하여, 몰비가 0.5 ~ 2(즉, 정공수송성 물질에 대하여 전자수용성을 나타내는 물질/정공수송성 물질)이 되도록 포함되어 있는 것이 바람직하다.

정공수송성 물질은, 전자보다 정공의 수송성이 높은 물질이며, 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭: a-NPD), 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭:TPD), 4,4',4"-트리스(N, N-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭:TDATA), 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭:MTDATA), 4,4'-비스{N-[4-(N,N-디-m-톨릴아미노)페닐]-N-페닐아미노}비페닐(약칭:DNTPD) 등의 방향족 아민화합물이나, 프탈로시아닌(약칭:H₂Pc), 구리 프탈로시아닌(약칭:CuPc), 바나딜 프탈로시아닌(약칭:VOPc) 등의 프탈로시아닌 화합물 등의 유기화합물을 사용할 수 있다. 정공수송성 물질에는, 4,4'-디(N-카르바졸일)비페닐(약칭:CBP)과 같은 카르바졸 유도체나 9,10-디(2-나프틸)-tert-부틸안트라센(약칭:t-BuDNA)과 같은 방향족 탄화수소화합물을 적용할 수도 있다. 또한, 정공수송성 물질은, 이것들에 한정되지 않는다.

정공수송성 물질에 대하여 전자수용성을 나타내는 물질로는, 예를 들면, 몰리브덴산화물, 바나듐산화물, 레늄산화물 등의 금속산화물을 사용할 수 있다. 또한 이들 금속의 질화물을 해도 되고, 산화질화물을 해도 된다. 정공수송성 물질에 대하여 전자수용성을 나타내는 물질은, 이것들에 한정되지 않는다.

정공수송성 물질과, 그 물질에 대하여 전자수용성을 나타내는 물질이 혼재한 제1 층(111)은, 공증착법에 의해 제조할 수 있다. 구체적으로 제1 층(111)은, 저항가열증착에 의한 공증착법, 전자빔증착에 의한 공증착법, 저항가열증착과 전자빔증착에 의한 공증착법, 저항가열증착과 스퍼터링법에 의한 성막, 전자빔증착과 스퍼터링에 의한 성막 등, 동종, 이종 방법을 조합해서 형성할 수 있다. 또한 상기 예는 2종의 재료를 포함한 층을 상정하지만, 3종 이상의 재료를 포함한 경우도 마찬가지로, 동종, 이종 방법을 조합해서 형성할 수 있다.

제1 층(111)에, 기타 유기화합물을 함유해도 된다. 기타 유기화합물에는, 루브렌 등을 들 수 있다. 루브렌을 추가함으로써, 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

또한, 제1 층(111)은, 몰리브덴산화물, 바나듐산화물, 루테늄산화물, 코발트 산화물, 구리산화물과 같은 금속산화물로 이루어진 층으로 해도 된다. 또한 이들 금속의 질화물을 해도 되고, 산화질화물을 해도 된다.

단, 제1 층(111)은, 상기한 바와 같이 유기화합물과 금속산화물을 갖는 층으로 형성하는 것이, 도전성이 향상되므로 바람직하다. 도전성이 높으면, 제1 층(111)을 후막화할 수 있다.

제2 층(112)은, 발광층을 포함한 층이다. 제2 층(112)의 층 구조는, 단층으로 해도 되고 다층으로 해도 된다. 예를 들면, 도 1에 나타낸 바와 같이, 제2 층(112)은, 발광층(122) 외에도, 정공수송층(121), 전자수송층(123), 전자주입층(124)을 포함한 다층으로 해도 되고, 발광층(122)만으로 이루어진 단층으로 해도 된다. 이때, 발광물질은 발광 효율이 양호해서, 원하는 발광파장의 발광이 가능한 물질이다.

제2 층(112)은, 발광 물질이, 발광 물질이 가지는 에너지캡보다 큰 에너지캡을 가지는 물질로 이루어진 층내에, 분산되어서 포함된 층인 것이 바람직하지만, 이것에 한정되지 않는다. 또한, 에너지캡은 LUMO 준위와 HOMO준위의 사이의 에너지캡을 말한다. 이때, 발광 물질은, 발광 효율이 양호해서, 원하는 발광파장의 발광이 가능한 물질을 사용하면 된다.

발광 물질을 분산 상태로 하기 위해서 사용하는 물질은, 예를 들면, 9,10-디(2-나프틸)-2-tert-부틸안트라센(약칭:t-BuDNA) 등의 안트라센 유도체, 또는 4,4'-디(N-카르바졸일)비페닐(약칭:CBP) 등의 카르바졸 유도체, 비스[2-(2-히드록시페닐)피리디나토]아연(약칭:Znpp₂), 비스[2-(2-히드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭:ZnBOX) 등의 금속착체 등을 사용할 수 있다. 단, 발광 물질을 분산 상태로 하기 위해서 사용하는 물질은 이들 재료에 한정되지 않는다. 이때, 상기와 같은 구조로 하면, 발광 물질로부터의 발광이, 발광 물질의 농도에 기인해서 소광하는 것을 방지할 수 있다.

적색계 발광을 얻고자 하는 경우에는, 4-디시아노메틸렌-2-이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸줄로리딘-9-일)에테닐]-4H-피란(약칭:DCJTI), 4-디시아노메틸렌-2-메틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸줄로리딘-9-일)에테닐]-4H-피란(약칭:DCJT), 4-디시아노메틸렌-2-tert-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메틸줄로리딘-9-일)에테닐]-4H-피란(약칭:DCJTB)이나 폐리플란텐, 2,5-디시아노-1,4-비스[2-(10-메톡시-1,1,7,7-테트라메틸줄로리딘-9-일)에테닐]벤젠, 비스[2,3-비스(4-플루오르페닐)퀴녹살리나토]이리듐(아세틸아세토나토)(약칭:Ir[Fdpo]₂acac) 등을 사용할 수 있다. 단 이들 재료에 한정되지 않고, 600nm 내지 680nm에 발광스펙트럼의 피크를 가지는 발광을 나타내는 물질을 사용할 수 있다.

녹색계 발광을 얻고자 하는 경우는, N, N'-디메틸퀴나크리돈(약칭:DMQd), 쿠마린 6이나 쿠마린 545T, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(약칭:Alq₃) 등을 사용할 수 있다. 단 이들 재료에 한정되지 않고, 500nm 내지 550nm에 발광스펙트럼의 피크를 가지는 발광을 나타내는 물질을 사용할 수 있다.

청색계 발광을 얻고자 하는 경우는, 9,10-비스(2-나프틸)-tert-부틸안트라센(약칭:t-BuDNA), 9,9'-비안트릴, 9,10-디페닐안트라센(약칭:DPA), 9,10-비스(2-나프틸)안트라센(약칭:DNA), 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라토)-4-페닐페놀레이트-갈륨(약칭:BGa_q), 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라토)-4-페닐페놀레이트-알루미늄(약칭:BA1q) 등을 사용할 수 있다. 단 이들 재료에 한정되지 않고, 420nm 내지 500nm에 발광스펙트럼의 피크를 가지는 발광을 나타내는 물질을 사용할 수 있다.

제3 층(113)은, 전자를 발생하는 층이다. 이러한 층으로는, 예를 들면, 전자수송성 물질과, 그 물질에 대하여 전자공여성을 나타내는 물질을 포함한 층을 들 수 있다. 전자수송성 물질은, 정공보다 전자의 수송성이 높은 물질이다. 예를 들면, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(약칭:Alq₃),

트리스(4-메틸-8-퀴놀리노라토)알루미늄(약칭:Almq₃), 비스(10-히드록시벤조[h]-퀴놀리나토)베릴륨(약칭:BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라토)-4-페닐페놀레이트-알루미늄(약칭:BA1q), 비스[2-(2-히드록시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약칭:Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-히드록시페닐)벤조티아졸레이트]아연(약칭:Zn(BTZ)₂) 등의 금속착체를 사용할 수 있다. 또한, 전자수송성 물질로서, 2-(4-비페닐일)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭:PBD), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭:OXD-7), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-비페닐일)-1,2,4-트리아졸(약칭:TAZ), 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-비페닐일)-1,2,4-트리아졸(약칭:p-EtTAZ), 바소페난트롤린(약칭:BPheN), 바소큐프로인(약칭:BCP), 4,4'-비스(5-메틸벤조옥사졸일-2-일)스틸벤(약칭:BzOS) 등을 사용할 수 있다. 단, 전자수송성 물질은 이것들에 한정되지 않는다.

또한 전자수송성 물질에 대하여 전자공여성을 나타내는 물질로는, 예를 들면, 리튬, 세슘 등의 알칼리금속, 마그네슘, 칼슘 등의 알칼리토금속, 에르븀, 이테르븀 등의 희토류금속 등을 사용할 수 있다. 단, 전자수송 물질에 대하여 전자공여성을 나타내는 물질은, 이것들에 한정되지 않는다. 또한, 전자수송성 물질에 대하여 전자공여성을 나타내는 물질은, 전자수송성 물질에 대하여, 몰비가 0.5 ~ 2(즉, 전자수송성 물질에 대하여 전자공여성을 나타내는 물질/전자수송성 물질)가 되도록 제3 층(113)에 포함되어 있는 것이 바람직하다.

또한 제3 층(113)은, 산화아연, 황화아연, 셀렌화아연, 산화주석, 산화티탄과 같은 물질로 이루어진 층으로 해도 된다.

이상과 같은, 발광소자에 있어서, 제3 층(113)에 포함되는 전자수송성 물질의 전자친화력과, 제2 층(112)에 포함되는 층 중 제3 층(113)에 접하는 층에 포함되는 물질의 전자친화력의 차이는, 바람직하게는 2eV 이하, 더 바람직하게는 1.5eV 이하다. 제3 층(113)이 n형 반도체로 이루어지면, n형 반도체의 일함수와, 제2 층(112)에 포함되는 층 중 제3 층(113)에 접하는 층에 포함되는 물질의 전자친화력의 차이는, 바람직하게는 2eV 이하, 더 바람직하게는 1.5eV 이하다.

또한, 제2 층(112)에 포함되는 층 중 제3 층(113)에 접하는 층은, 제2 층(112)이 적층구조를 가질 경우, 전자주입층(124)에 해당한다.

제2 층(112)은 발광층만의 단층 구조로 이루어지거나, 전자주입층(124) 등을 가지지 않는 구조로 이루어질 수 있다.

이렇게, 제3 층(113)에 의해 제2 층(112)과 제2 전극(102)을 접합함으로써, 제2 전극(102)으로부터 제2 층(112)으로의 전자의 주입이 용이해진다.

그리고, 전극에 관하여 설명한다. 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 중 하나는 가시광선을 투과할 수 있고, 도전성을 가지는 물질로 형성한다. 이에 따라, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 중 어느 하나의 전극을 통해 발광을 외부에 추출할 수 있다.

제1 전극(101)의 재료로는, 알루미늄(Al)이나, 인듐주석산화물(ITO), 산화규소를 포함한 인듐주석산화물(이하, ITO라고도 한다), 2 ~ 20%의 산화아연을 포함한 산화인듐 등의 투광성 재료 외에도, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텉스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 혹은 팔라듐(Pd) 등의 금속재료, 또는 이것들의 적층구조를 사용할 수 있다. 예를 들면, 제1 전극에 투광성이 필요한 경우, 상기 금속재료를 얇게 하여, 반투명성을 가지도록 형성하고, 그 위에 투광성 재료를 적층한다. 물론, 반투명성을 가지는 금속재료를 단층으로 사용해도 된다. 단, 제1 전극의 재료는, 이것들에 한정되지 않는다.

제2 전극(102)의 재료로는, 인듐주석산화물(ITO), 산화규소를 포함한 인듐주석산화물(ITO), 2 ~ 20%의 산화아연을 포함한 산화인듐 등의 투광성 재료 외에도, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텉스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 혹은 팔라듐(Pd) 등의 금속재료, 또는 이것들의 적층구조를 사용할 수 있다. 예를 들면, 제2 전극에 투광성이 필요한 경우, 상기의 금속재료를 얇게 하여, 반투명성을 가지도록 형성하고, 그 위에 투광성 재료를 적층한다. 물론, 반투명성을 가지는 금속재료를 단층으로 사용해도 된다. 단, 제2 전극의 재료는 이것들에 한정되지 않는다.

제1 전극(101), 또는 제2 전극(102)은, 스퍼터링법이나 증착법 등을 이용해서 형성할 수 있다.

상기한 바와 같이, 제3 층(113)과 발광층(122) 사이에 전자수송층(123)을 형성할 수 있다. 이렇게, 전자수송층(123)을 설치함으로써, 제2 전극(102)이나 제3 층(113)과, 발광층(122) 사이의 거리를 길게 할 수 있다. 따라서, 발광이 금속에 기인해서 소광하는 것을 방지할 수 있다. 전자수송층(123)은, 주입된 전자를 발광층(122)에 수송하는 기능을 갖는 층이다.

전자수송층(123)의 재료로는, 전술한 Alq_3 , Almq_3 , BeBq_2 , BAIq , Zn(BOX)_2 , Zn(BTZ)_2 , PBD, OXD-7, TAZ, p-EtTAZ, BPhen, BCP 등을 사용해서 형성할 수 있다. 단, 전자수송층은 이것들에 한정되지 않고, 정공의 이동도보다, 전자의 이동도가 높은 전자수송성 물질을 사용해서 형성하면 된다. 또한, $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자이동도를 가지는 물질을 사용하여, 전자수송층(123)을 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 전자수송층(123)은, 상기 기재된 물질로 이루어진 층을 2 이상 조합해서 형성한 다층구조를 가질 수 있다.

도 1에 나타낸 바와 같이, 제2 전극(102)와 전자수송층(123) 사이에는, 전자주입층(124)을 설치해도 된다. 전자주입층(124)은, 제2 전극(102)으로부터 전자수송층(123)으로의 정공의 주입을 보조하는 기능을 갖는 층이다. 또한, 제3 층(113)이 존재하므로, 전자주입층(124)을 반드시 설치하지 않아도 된다. 즉, 제3 층(113)이 전자의 주입을 보조하는 기능도 할 수 있다.

본 실시예에서는, 제1 전극(101)과 발광층(122) 사이에는, 상기 실시예에 나타낸 바와 같이, 정공수송층(121)을 설치할 수 있다. 이렇게, 정공수송층(121)을 설치함으로써, 제1 전극(101)이나 제3 층(111)과, 발광층(122) 사이의 거리를 길게 할 수 있어, 발광이 금속에 기인해서 소광하는 것을 방지할 수 있다. 이때, 정공수송층(121)은, 제1 전극(101)으로부터 주입된 정공을 발광층(122)에 수송하는 기능을 갖는 층이다.

정공수송층(121)에, 전술한 α -NPD, TPD, TDATA, MTDATA, DNTPD 등을 사용할 수 있다. 단, 정공수송층(121)은, 이것들에 한정되지 않고, 상기한 바와 같은 전자의 이동도보다 정공의 이동도가 높은 정공수송성 물질을 사용해서 형성할 수 있다. 구체적으로는 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 정공이동도를 가지는 물질을 사용하여, 정공수송층(121)을 형성하는 것이 바람직하다. 정공수송층(121)은, 상기 기재된 물질로 이루어진 층을 2 이상 조합해서 형성한 다층구조의 층으로 해도 된다.

정공수송층(121)은, 몰리브덴산화물이나 바나듐산화물, 루테늄산화물, 텉스텐산화물, 망간산화물 등의 금속산화물에 의해 형성된 것을 사용할 수 있다. 이밖에, 전술한 H_2Pc , CuPC , VOPc 등의 프탈로시아닌계의 화합물, DNTPD 등의 방향족 아민계의 화합물, 또는 폴리(에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌 술폰산)혼합물(PEDOT/PSS) 등의 고분자로도 정공수송층(121)을 형성할 수 있다. 또한 전술한 정공수송성 물질과, 그 물질에 대하여 전자수용성을 나타내는 물질을 포함한 층으로, 정공수송층(121)을 형성해도 된다. 단, 정공수송층(121)은, 이것들에 한정되지 않는다. 또한 정공수송층(121)은, 제3 층(111)으로서 기능할 수도 있다.

(실시예 7)

본 실시예 7에서는, 발광소자를 가지는 화소의 단면구조에 대해서, 구체적으로 설명한다. 본 실시예에서는, 발광소자로의 전류의 공급을 제어하는 트랜지스터(구동용 트랜지스터)가 p형 박막 트랜지스터(TFT)인 경우에 있어서의, 화소의 단면구조에 대해서, 도 3을 참조하여 설명한다. 이때 본 실시예에서는, 발광소자가 가지는 제1 전극(101)과 제2 전극(102)의 2개의 전극 중, 트랜지스터에 의해 전위를 제어할 수 있는 한쪽의 전극은 양극, 다른 쪽 전극은 음극인 경우에 관하여 설명한다.

도 3에, 각 TFT(601R, 601G, 601B)는 p형이고, 발광소자(603)로부터 발생하는 빛을 제2 전극(102) 측으로부터 추출하는, 소위 상방 출사형인 경우이며, 각 발광 색(RGB)을 가지는 화소의 단면도를 나타낸다. 도 3에서는, 발광소자(603)의 제1 전극(101)이, TFT(601R, 601G, 601B)에 전기적으로 접속되어 있다.

TFT(601R, 601G, 601B)는, 두께가 10nm 내지 200nm이며, 섬 형상으로 분리된 반도체막으로, 채널 형성 영역이 형성되어 있다. 상기 실시예와 마찬가지로, 반도체막은, 아모포스 반도체막, 결정성 반도체막, 미결정 반도체막 중 어느 것을 사용해도 된다. 예를 들면, 아모포스 반도체막을 형성하는 경우, 우선 아모포스 반도체막을 형성하고, 가열처리에 의해 결정화된 결정성 반도체막을 형성할 수 있다. 가열처리는, 가열로, 레이저 조사, 혹은 램프 어닐, 또는 그것들을 조합해서 실시할 수 있다.

레이저 조사를 이용하는 경우, CW레이저나 펄스레이저를 사용할 수 있다.

기타 결정화 조건은, 상기 실시예와 같다.

레이저의 입사각 Θ 를, 반도체막에 대하여 $0^\circ < \Theta < 90^\circ$ 가 되도록 레이저 조사를 실행할 수 있다. 그 결과, 레이저광의 간섭을 방지할 수 있다.

연속발진의 기본파의 레이저광과 연속발진의 고조파의 레이저광을 조사해도 되고, 연속발진의 기본파의 레이저광과 펄스 발진의 고조파의 레이저광을 조사해도 된다. 복수의 레이저광을 조사함으로써, 에너지를 보충할 수 있다.

펄스발진형 레이저의 경우, 반도체막이 레이저광에 의해 용융된 후 고화되기 전까지, 다음 펄스의 레이저광을 조사하도록 하는 반복 주파수로 레이저광을 발진시킬 수 있다. 이로써 주사 방향을 향해 연속적으로 성장한 결정립을 얻을 수 있다. 즉, 펄스 발진의 주기가, 반도체막이 용융된 후 완전하게 고화되기 전까지의 시간보다 짧아지도록, 반복 주파수의 하한을 설정한 펄스 빔을 사용할 수 있다. 실제로 사용할 수 있는 펄스 빔의 발진 주파수는 10MHz 이상이다. 이는 레이저 결정화를 위해 보통 이용되고 있는 수십 Hz ~ 수백 Hz의 주파수대보다 현저히 높은 주파수대다.

또 다른 가열처리로서, 가열로를 사용하는 경우, 아모포스 반도체막을 500 ~ 550도에서 2 ~ 20시간 동안 가열한다. 이때, 서서히 고온에 도달하도록 온도를 500 ~ 550도의 범위에서 단계로 설정할 수 있다. 이는 처음의 저온가열과정에 의해, 아모포스 반도체막의 수소 등이 방출되므로, 결정화 시의 막 거침을 저감하는, 소위 탈수소화를 행할 수 있기 때문이다. 결정화를 촉진시키는 금속원소, 예를 들면, Ni를 아모포스 반도체막 위에 형성하면, 가열온도를 저감할 수 있어 바람직하다. 이러한 금속원소를 사용한 결정화인 경우에도, 600 ~ 950도에서 가열해도 상관없다.

단, 금속원소를 형성하는 경우, 반도체소자의 전기 특성에 악영향을 끼칠 우려가 있으므로, 상기 금속원소를 저감 또는 제거하기 위한 게터링 공정을 실행할 필요가 있다. 예를 들면, 아모포스 반도체막을 게터링 씽크로 사용해서 금속원소를 포획하도록 하는 공정을 실행한다.

TFT(601R, 601G, 601B)에는, 상기 반도체막을 덮는 게이트 절연막, 제1 도전막 및 제2 도전막이 적층된 게이트 전극, 게이트 전극 위에 절연막이 설치된다.

TFT(601R, 601G, 601B)는 각각 p형을 가지고, 반도체막은 고농도 불순물영역만을 가지는 단일 드레인 구조로 한다. 또한, TFT(601R, 601G, 601B)는, 반도체막에 저농도 불순물영역, 및 고농도 불순물영역을 가지는 LDD(저농도 드레인)구조로 해도 된다.

TFT(601R, 601G, 601B)는 층간 절연막(607)으로 덮여 있고, 층간 절연막(607) 위에는 개구부를 가지는 분리벽(608)이 형성되어 있다. 분리벽(608)의 개구부에 있어서 제1 전극(101)은 일부 노출되어 있고, 상기 개구부에 있어서 제1 전극(101), 각 전계발광층(605R, 605G, 605B), 제2 전극(102)은 순차적으로 적층되어 있다.

전계발광층(605R, 605G, 605B)은, 제1 층(111), 제2 층(112), 제3 층(113)에 해당하고, 발광 색에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 본 실시예는, 상방 출사형인 경우, 제1 전극(101)에 가장 가

까운 제1 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하면 된다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제1 층에 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의 상승을 방지할 수 있다. 이때, 제3 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 할 수도 있다.

본 실시예는 상방 출사형인 경우이므로, 제1 전극(101)은, 비투광성 재료, 더 바람직하게는 반사성이 높은 재료로 형성한다. 구체적인 재료는, 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텉스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 혹은 팔라듐(Pd) 등의 금속재료를 사용할 수 있다. 또한 투광성 재료인 인듐주석산화물(ITO), 산화규소를 포함한 인듐주석산화물(ITSO), 2 ~ 20%의 산화아연을 포함한 산화인듐을 적층한 구조를 사용해도 된다. 단, 제1 전극재료는, 이것들에 한정되지 않는다.

제2 전극(102)은, 투광성 재료로 형성하고, 바람직하게는 일함수가 큰 물질로 형성한다. 구체적으로는, 인듐주석산화물(ITO), 산화규소를 포함한 인듐주석산화물(ITSO), 2 ~ 20%의 산화아연을 포함한 산화인듐을 사용할 수 있다. 또한, 비투광성 재료인, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텉스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 혹은 팔라듐(Pd) 등도, 투광성을 갖도록 박막화해서 사용할 수 있다. 또한 이들 재료의 적층구조도 이용할 수 있다. 단, 제2 전극의 재료는 이것들에 한정되지 않는다.

또한, 공급을 제어하는 트랜지스터가 p형이므로, TFT(601R, 601G, 601B)에 접속되는 배선을 제1 전극(101)으로서 이용할 수 있다.

제1 전극(101), 또는 제2 전극(102)은, 스퍼터링법이나 증착법 등을 이용해서 형성할 수 있다.

층간 절연막(607)은, 유기수지재료, 무기절연재료 또는 실록산계 절연물을 사용해서 형성할 수 있다. 또한, 층간 절연막(607)에, 저유전율 재료(low-k 재료)라 불리는 재료를 사용해도 된다.

분리벽(608)은, 유기수지재료, 무기절연재료 또는 실록산계 절연물을 사용해서 형성할 수 있다. 유기수지재료로서, 예를 들면, 아크릴, 폴리이미드, 폴리아미드등, 무기절연재료로서 산화규소, 질화산화규소 등을 사용할 수 있다. 특히 감광성 유기수지재료를 분리벽(608)에 사용하고, 제1 전극(101) 위에 개구부를 형성하여, 그 개구부의 측벽이 연속된 곡률을 가진 경사면이 되도록 형성한다. 이로써, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이의 단락을 방지할 수 있다.

이러한 화소의 경우, 발광소자(603)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이 제2 전극(102) 측으로부터 추출할 수 있다.

다음으로, 도 4에, TFT(601R, 601G, 601B)는 p형이고, 발광소자(603)로부터 발생하는 빛을 제2 전극(102) 측으로부터 추출하는, 소위 하방 출사형인 경우의, 각 발광 색(RGB)을 가지는 화소의 단면도를 나타낸다.

도 4에서는, 발광소자(603)의 제1 전극(101)이, TFT(601R, 601G, 601B)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 제1 전극(101) 위에 각 전계발광층(605R, 605G, 605B), 제2 전극(102)이 순차적으로 적층되어 있다.

TFT(601R, 601G, 601B)는 도 3과 마찬가지로 형성할 수 있다. 또한, 도 4는 하방 출사형을 나타내므로, 제1 전극(101)은 투광성을 가지고, 제2 전극(102)은 비투광성을 가진다. 이들 재료는, 도 3의 제1 전극 및 제2 전극에 관한 설명을 참조할 수 있다.

각 전계발광층(605R, 605G, 605B)도, 도 3에서 나타낸 전계발광층과 마찬가지로 형성할 수 있고, RGB에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 도 4에서는, 하방 출사형인 경우를 나타내므로, 제2 전극(102)에 가장 가까운 제3 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하면 된다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제3 층에 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의 상승을 방지할 수 있다. 이때, 제1 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 할 수도 있다.

도 4에 나타낸 화소의 경우, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이 제2 전극(102) 측으로부터 추출할 수 있다.

본 실시예는, 상기 실시예와 자유롭게 조합할 수 있다.

(실시예 8)

본 실시예에서는, 발광소자로의 전류의 공급을 제어하는 구동용 트랜지스터가 n형 TFT인 경우에 있어서의, 화소의 단면구조에 관하여 설명한다. 본 실시예에서는, 제1 전극이 음극, 제2 전극이 양극인 경우에 관하여 설명한다.

다음으로, 도 5에, TFT(611R, 611G, 611B)는 n형이고, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을 제2 전극(102) 측으로부터 추출하는 경우, 소위 상방 출사형의, 화소의 단면도를 나타낸다. 도 5에서는, 발광소자(613)의 제1 전극(101)이, TFT(611R, 611G, 611B)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 제1 전극(101) 위에 각 전계발광층(615R, 615G, 615B), 제2 전극(102)이 순차적으로 적층되어 있다.

TFT(611R, 611G, 611B)는, 상기 실시예의 TFT(601R, 601G, 601B)와 마찬가지로 형성할 수 있다.

도 5는 상방 출사형이므로, 제1 전극(101)은, 비투광성을 가지는 재료로 형성하고, 제2 전극(102)은 투광성을 가지는 재료로 형성한다. 이를 재료는, 상기 실시예를 참조할 수 있다. 또한, 전류의 공급을 제어하는 트랜지스터가 n형이므로, TFT(611R, 611G, 611B)에 접속되는 배선을 제1 전극(101)으로서 사용할 수 있다.

전계발광층(615R, 615G, 615B)은, 상기 실시예의 전계발광층(605R, 605G, 605B)과 마찬가지로 형성할 수 있다. 전계발광층(615)이 발광층 이외에도, 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층 중 어느 하나를 가지는 경우, 제1 전극(101)은 양극이므로, 제1 전극(101)으로부터 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층의 순으로 적층한다.

전계발광층(615R, 615G, 615B)은, 제1 층(111), 제2 층(112), 제3 층(113)에 해당하고, 발광 색에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 본 실시예는, 상방 출사형이므로, 제1 전극(101)에 가장 가까운 제1 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하면 된다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제1 층에 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의 상승을 방지할 수 있다. 이때, 제3 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 할 수도 있다.

도 5에 나타낸 화소의 경우, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이 제2 전극(102) 측으로부터 추출할 수 있다.

다음으로, 도 6에, TFT(611R, 611G, 611B)이 n형이고, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을 제1 전극(101) 측으로부터 추출하는, 소위 하방 출사형인 경우의, 각 발광 색(RGB)을 가지는 화소의 단면도를 나타낸다.

도 6에서는, 발광소자(613)의 제1 전극(101)이, TFT(611R, 611G, 611B)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 제1 전극(101) 위에 각 전계발광층(615R, 615G, 615B), 제2 전극(102)이 순차적으로 적층되어 있다.

TFT(611R, 611G, 611B)는, 상기 실시예와 마찬가지로 형성할 수 있다. 또한, 도 6은 하방 출사형이므로, 제1 전극(101)은 투광성을 가지고, 제2 전극(102)은 비투광성을 가진다. 이것을 재료는, 상기 실시예를 참조할 수 있다.

각 전계발광층(615R, 615G, 615B)도, 상기 실시예와 마찬가지로 형성할 수 있고, RGB에 따라, 제1 층 내지 제3 층 중 어느 하나의 막 두께가 다르다. 다만, 전계발광층(615)이 발광층 이외에도, 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층 중 어느 하나를 가지는 경우, 제1 전극(101)은 양극이므로, 제1 전극(101)으로부터 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층의 순으로 적층한다.

도 6에서는, 하방 출사형인 경우를 나타내고 있으므로, 제2 전극(102)에 가장 가까운 제3 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하면 된다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 더 바람직하게는, 제3 층에 유기화합물과, 금속산화물이 혼재된 층을 사용하면, 후막화에 의한 구동전압의 상승을 방지할 수 있다. 이때, 제1 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 할 수도 있다.

도 6에 나타낸 화소의 경우, 발광소자(613)로부터 발생하는 빛을, 화살표로 도시한 바와 같이 제1 전극(101) 측으로부터 추출할 수 있다.

본 실시예는, 상기 실시예와 자유롭게 조합할 수 있다.

(실시예 9)

다음으로, 발광소자를 가지는 화소의 등가회로도에 대해서, 도 7a 내지 7c를 참조하여 설명한다.

도 7a는 화소의 등가회로도의 일례를 게시한 것으로, 신호선(6114), 전원선(6115), 주사선(6116), 및 신호선(6114), 전원선(6115), 주사선(6116)의 교차부에, 발광소자(6113), 트랜지스터(6110, 6111), 용량소자(6112)를 가진다. 신호선(6114)에는 신호선 구동회로에 의해 영상신호가 입력된다. 트랜지스터(6110)는, 주사선(6116)에 입력되는 선택신호에 따라, 트랜지스터(6111)의 게이트로의, 상기 영상신호의 공급을 제어할 수 있다. 트랜지스터(6111)는 상기 영상신호의 전위에 따라, 발광소자(6113)로의 전류의 공급을 제어할 수 있는 구동용 트랜지스터이다.

터다. 용량소자(6112)는, 트랜지스터(6111)의 게이트?소스 사이의 전압을 유지할 수 있다. 이때, 도 7a에서는 용량소자(6112)를 도시했지만, 트랜지스터(6111)의 게이트 용량이나 다른 기생 용량으로 대체할 수 있는 경우에는, 설치하지 않아도 된다.

도 7b는, 도 7a에 나타낸 화소에, 트랜지스터(6118)와 주사선(6119)을 추가로 설치한 화소의 등가회로도다. 트랜지스터(6118)에 의해, 트랜지스터(6111)의 게이트와 소스를 동전위로 해서 강제적으로 발광소자(6113)에 전류가 흐르지 않는 상태로 할 수 있다. 따라서, 모든 화소에 영상신호가 입력되는 기간보다도, 서브프레임 기간을 짧게 할 수 있다. 또한, 구동방법에 따라, 도 7a에 나타내는 화소여도, 강제적으로 발광소자(6113)에 전류가 흐르지 않는 상태를 만들 수 있다.

도 7c는, 도 7b에 나타낸 화소에, 추가로 트랜지스터(6125)와, 배선(6126)을 설치한 화소의 등가회로도다. 트랜지스터(6125)의 게이트 전위는, 배선(6126)에 의해 고정되어 있다. 그리고, 트랜지스터(6111)와 트랜지스터(6125)는, 전원선(6115)과 발광소자(6113) 사이에 직렬로 접속되어 있다. 따라서, 도 7c에서는 트랜지스터(6125)에 의해 발광소자(6113)에 공급되는 전류의 값이 제어되고, 트랜지스터(6111)에 의해 발광소자(6113)로의 상기 전류의 공급의 유무가 제어된다.

한편, 본 발명의 화소 회로는, 본 실시예에서 서술한 구성에 한정되지 않는다. 본 실시예는, 상기 실시예와 자유롭게 조합할 수 있다.

(실시예 10)

본 발명의 발광장치를 구비한 전자기기로서, 텔레비전 장치(간단히 텔레비전, 또는 텔레비전 수신기라고도 부른다), 디지털 카메라, 디지털 비디오카메라, 휴대전화장치(간단히 휴대전화기, 휴대전화라고도 부른다), PDA 등의 휴대 정보단말, 휴대형 게임기, 컴퓨터용 모니터, 컴퓨터, 카 오디오 등의 음향재생장치, 가정용 게임기 등의 기록 매체를 구비한 화상재생장치 등을 들 수 있다. 그 구체적인 예에 대해서, 도 8a 내지 8f를 참조해서 설명한다.

도 8a에 나타내는 휴대 정보단말기는, 본체(9201), 표시부(9202) 등을 포함한다. 표시부(9202)에는, 본 발명의 발광장치를 적용할 수 있다. 그 결과, 광추출효율이 최대화되고, 저소비 전력화가 달성된 휴대 정보단말기를 제공할 수 있다.

도 8b에 나타내는 디지털 비디오카메라는, 표시부(9701), 표시부(9702) 등을 포함한다. 표시부(9701, 9702)에는 본 발명의 발광장치를 적용할 수 있다. 그 결과, 광추출효율이 최대화되고, 저소비 전력화가 달성된 디지털 비디오카메라를 제공할 수 있다.

도 8c에 나타내는 휴대전화기는, 본체(9101), 표시부(9102) 등을 포함한다. 표시부(9102)에는, 본 발명의 발광장치 적용할 수 있다. 그 결과, 광추출효율이 최대화되고, 저소비 전력화가 달성된 휴대전화기를 제공할 수 있다.

도 8d에 나타내는 휴대형의 텔레비전 장치는, 본체(9301), 표시부(9302) 등을 포함한다. 표시부(9302)에는, 본 발명의 발광장치를 적용할 수 있다. 그 결과, 광추출효율이 최대화되고, 저소비 전력화가 달성된 휴대형의 텔레비전 장치를 제공할 수 있다. 본 발명의 발광장치를 적용할 수 있는 텔레비전 장치에는, 휴대전화기 등의 휴대 단말에 탑재하는 소형 텔레비전, 휴대 가능한 중형 텔레비전, 대형 텔레비전(예를 들면, 40인치 이상) 등 다양한 형태가 있다.

도 8e에 나타내는 휴대형의 컴퓨터는, 본체(9401), 표시부(9402) 등을 포함한다. 표시부(9402)에는, 본 발명의 발광장치를 적용할 수 있다. 그 결과, 광추출효율이 최대화되고, 저소비 전력화가 달성된 휴대형의 컴퓨터를 제공할 수 있다.

도 8f에 나타내는 텔레비전 장치는, 본체(9501), 표시부(9502) 등을 포함한다. 표시부(9502)에는, 본 발명의 발광장치를 적용할 수 있다. 그 결과, 광추출효율이 최대화되고, 저소비 전력화가 달성된 텔레비전 장치를 제공할 수 있다.

이렇게, 본 발명의 발광장치에 의해, 광추출효율이 최대화되고, 저소비 전력화가 달성된 전자기기를 제공할 수 있다.

(예)

(예 1)

본 예에서는, 각 발광 색을 발하는 소자의 발광강도를 다중간섭 수치계산에 의해 구한 결과를 나타낸다.

우선, 도 14에는, 각 발광 색에 있어서 공통인 제2 층, 즉 발광층을 유리 기판에 증착하고, 자외광을 사용해서 여기하고, 발광스펙트럼을 측정한 발광스펙트럼의 결과를 나타낸다. 도 14에 있어서, 각 발광강도는 규격화되어 있다.

다음으로, 도 13에는, 발광강도를 다중간섭 수치계산에 의해 구한 결과를 나타낸다. 도 13에 있어서의 적색계를 발광하는 소자의 구조는, Al \ ITS0 \ α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌 \ α-NPD \ Alq3(Ir[Fdpq]2acac) \ Alq3 \ BzOS:Li \ ITS0이며, 각각의 막 두께는 100 \ 10 \ 20 \ 10 \ 40 \ 20 \ 20 \ 20 \ 110(단위는 모두 nm)이다. 이때, 「:」은, 복수의 재료를 저항가열증착에 의한 공증착법에 의해 형성하여, 혼재한 층으로 되어 있다는 것을 나타내고, 「\」은 각 층이 적층된 것을 나타낸다. 층들은 왼쪽으로부터 순차적으로 적층된다. 이하에 있어서도 마찬가지다.

이 소자구조에 있어서, 제1 전극(101)에는 Al 및 ITS0가 해당하고, 제1 층(111)에는 α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌 및 α-NPD가 해당하고, 제2 층(112)에는 Alq3(Ir[Fdpq]2acac)이 해당하고, 제3 층(113)에는 Alq3 및 BzOS:Li가 해당하고, 제2 전극(102)에는 ITS0가 해당한다. 이 소자구조에 있어서, Al이나 ITS0는 스퍼터링법에 의해 제조하고, 기타 층은 증착법에 의해 제조했다.

녹색계를 발광하는 소자의 구조는, Al \ ITS0 \ α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌 \ α-NPD \ Alq3(DMQd) \ Alq3 \ BzOS:Li \ ITS0이며, 각각의 막 두께는 100 \ 10 \ 120 \ 10 \ 40 \ 20 \ 20 \ 110(단위는 모두 nm)이다. 이 소자구조에 있어서, Al이나 ITS0는 스퍼터링법에 의해 제조하고, 기타 층은 증착법에 의해 제조했다.

이 소자구조에 있어서, 제1 전극(101)에는 Al 및 ITS0가 해당하고, 제1 층(111)에는 α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌 및 α-NPD가 해당하고, 제2 층(112)에는 Alq3(DMQd)이 해당하고, 제3 층(113)에는 Alq3 및 BzOS:Li가 해당하고, 제2 전극(102)에는 ITS0가 해당한다.

청색계를 발광하는 소자의 구조는, Al \ ITS0 \ α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌 \ α-NPD \ tBuDNA \ Alq3 \ BzOS:Li \ ITS0이며, 각각의 막 두께는 100 \ 10 \ 220 \ 10 \ 40 \ 20 \ 20 \ 110(단위는 모두 nm)이다. 이 소자구조에 있어서, Al이나 ITS0는 스퍼터링법에 의해 제조하고, 기타 층은 증착법에 의해 제조했다.

이 소자구조에 있어서, 제1 전극(101)에는 Al 및 ITS0가 해당하고, 제1 층(111)에는 α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌 및 α-NPD가 해당하고, 제2 층(112)에는 tBuDNA가 해당하고, 제3 층(113)에는 Alq3 및 BzOS:Li가 해당하고, 제2 전극(102)에는 ITS0가 해당한다.

이들 소자구조는 상방 출사형이며, 제1 전극(101)에 가장 가까운, α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌의 막 두께는, 각 발광 색을 발하는 소자에서 다르다.

도 13에서는, 도 14의 경우 비해, 각 발광 색을 발하는 소자의 발광강도가 높다는 것을 알 수 있다. 즉, α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌의 막 두께를 다르게 함으로써, 발광강도를 향상시킬 수 있었다. 그 결과, 각 발광 색을 발하는 소자로부터의 빛을 효율적으로 추출할 수 있다.

(예 2)

상기 예 1에서는, α-NPD:몰리브덴산화물:루브렌의 막 두께가 두꺼운 것을 본 발명의 하나의 특징으로 한다. 따라서 본 예 2에서는, 발광소자의 막 두께와 구동전압의 관계에 관하여 설명한다.

도 9에는, ITO \ CuPc(20nm) \ α-NPB(Xnm) \ Alq3:DMQd(37.5nm) \ Alq3(37.5nm) \ 불화칼슘(CaF₂)(1nm) \ Al(200nm)을 가지는 소자구조에 있어서, α-NPB의 막 두께 X를 60nm(시료(1)), 80nm(시료(2)), 100nm(시료(3)), 120nm(시료(4)), 140nm(시료(5)), 160nm(시료(6))로 한 경우, 전류밀도(mA/cm²) 대 전압(V) 특성의 그래프를 나타낸다. 표 1에는, 상기 전류밀도(mA/cm²) 대 전압(V) 특성의 결과를 나타낸다.

[표 1]

시료	두께 : X(nm)	전압 (V) ^{*1}
(1)	60	12.5
(2)	80	13.5
(3)	100	15.3
(4)	120	16.5
(5)	140	18.9
(6)	160	19.9

도 9에 나타낸 바와 같이, α -NPB의 막 두께가 늘어남에 따라, 전압도 증가한다는 것을 알 수 있다. 따라서, 소정의 전류밀도를 얻기 위한 구동전압도, α -NPB의 막 두께가 늘어남에 따라, 높아진다.

도 10에는, ITO \ 몰리브덴산화물(Xnm) \ CuPc(20nm) \ α -NPB(40nm) \ Alq₃:DMQd(37.5nm) \ Alq₃(37.5nm) \ 불화칼슘(CaF₂)(1nm) \ Al(200nm)을 가지는 소자구조에 있어서, 몰리브덴산화물의 막 두께 X를 20nm(시료(7)), 50nm(시료(8)), 100nm(시료(9))로 한 경우, 전류밀도(mA/cm²) 대 전압(V) 특성의 그래프 나타낸다. 표 2에는, 상기 전류밀도(mA/cm²) 대 전압(V) 특성의 결과를 나타낸다.

[표 2]

시료	두께 : X(nm)	전압 (V) ^{*1}
(7)	20	11.7
(8)	50	11.9
(9)	100	12.7

도 10에 나타낸 바와 같이, 몰리브덴산화물의 막 두께가 늘어남에 따라, 전압도 증가한다는 것을 알 수 있다. 따라서, 소정의 전류밀도를 얻기 위한 구동전압도, 몰리브덴산화물의 막 두께가 늘어남에 따라서, 높아진다.

이렇게 발광소자의 막 두께를 두껍게 하면, 구동전압도 높아진다는 것을 알 수 있다.

그러나, 본 발명자들은, 유기화합물과, 무기화합물인 금속산화물을 갖는 층을 형성하면, 막 두께가 늘어나도 구동전압이 높아지지 않는다는 것을 알아냈다. 유기화합물로서 DNTPD를 사용하고, 금속산화물로서 몰리브덴산화물을 사용하여, 저항가열증착에 의한 공증착법에 의해, 이것들이 혼재된 층을 형성하였다. 도 11에는, DNTPD와 몰리브덴산화물이 혼재된 층의 전류밀도(mA/cm²) 대 전압(V) 특성의 그래프를 나타낸다. 이때 구체적인 소자구조는, ITSO \ DNTPD:몰리브덴산화물:루브렌(Xnm) \ α -NPB(10nm) \ Alq₃:쿠마린 6(37.5nm) \ Alq₃(37.5nm) \ LiF(1nm) \ Al(200nm)이며, DNTPD:몰리브덴산화물:루브렌(Xnm)의 막 두께 X는 40nm(시료(10)), 80nm(시료(11)), 120nm(시료(12)), 160nm(시료(13))로 하였다. 이때 루브렌을 공증착함으로써, 신뢰성을 높일 수 있다. 표 3에는, 상기 전류밀도(mA/cm²) 대 전압(V) 특성의 결과를 나타낸다.

[표 3]

시료	두께 : X(nm)	전압 (V) ^{*1}
(10)	40	6.1
(11)	80	6.3
(12)	120	6.3
(13)	160	6.3

도 11에 나타낸 바와 같이, DNTPD:몰리브덴산화물:루브렌(Xnm)의 막 두께가 늘어나도, 전압은 높아지지 않고, 거의 일정하게 유지된다는 것을 알 수 있다. 도 11에 나타내는 소자에서는, 전압 자체가 감소한다.

유기화합물과, 금속산화물을 갖는 층의 두께와, 구동전압의 관계를 알아내기 위한 실험이므로, 도 9 내지 도 11의 소자구조는, 예 1의 소자구조와 다르다. 그러나, 상기 예의 소자에 있어서도, DNTPD:몰리브덴산화물:루브렌

의 막 두께를 두껍게 하더라도, 구동전압을 높일 필요가 없다는 것을 알 수 있다. 이렇게 막 두께를 두껍게 하더라도, 구동전압을 높일 필요가 없는 발광소자를 사용한 발광장치에서는, 저소비 전력화를 피할 수 있다.

또한, DNTPD:몰리브덴산화물:루브렌의 막 두께를 두껍게 함으로써, 제1 전극과 제2 전극 사이의 단락을 방지할 수 있다. 그 결과, 본 발명의 소자구조를 가지는 발광장치의 생산성을 높일 수 있다.

(예 3)

본 예에서는, 금속산화물로서 몰리브덴산화물, 정공수송성이 높은 유기화합물인 α -NPD, 및 몰리브덴산화물: α -NPD의 특성을 조사했다. 이들 막은 각각 증착법에 의해 제조하고, 몰리브덴산화물: α -NPD는 저항가열증착에 의한 공증착법에 의해 제조했다.

표 4에 나타낸 바와 같이, 몰리브덴산화물 및 α -NPD에 비해, 몰리브덴산화물 및 α -NPD를 혼재한 몰리브덴산화물: α -NPD의 이온화 포텐셜은 약 0.1 ~ 0.2eV 작다. 즉, 홀 주입성이 향상된다는 것을 알 수 있다.

[표 4]

층의 재료	IP ^b (eV)
MoO _x	-5.48
α -NPB	-5.38
MoO _x : α -NPB (1:1) ^a	-5.37
MoO _x : α -NPB (1:0.5) ^a	-5.27

a: mol/mol

b: 이온화 포텐셜(B39AC-2에 의한 실측치).

도 12에는, 이들 막의 흡수스펙트럼을 나타낸다. 몰리브덴산화물: α -NPD(OMOx라고 한다)에 의한 흡수는, 몰리브덴산화물만의 경우보다 더욱 감소한다. 따라서, 몰리브덴산화물만을 사용하기보다, 몰리브덴산화물: α -NPD를 사용해서 발광소자를 형성함으로써, 빛의 흡수 손실을 저감할 수 있다는 것을 알 수 있다.

도 12에 나타낸 바와 같이, 몰리브덴산화물 및 α -NPD는 가시광선영역에 특징적인 피크를 가지지 않지만, 몰리브덴산화물: α -NPD는, 500nm 부근에 새로운 흡수 피크를 가진다. 이는, 몰리브덴산화물과 α -NPD의 사이에서 전하이동작체가 형성되기 때문이라고 생각할 수 있다. 몰리브덴산화물은 억셉터의 역할을 하고, α -NPD는 도너의 역할을 한다. 전하이동작체가 형성된 것에 의해, 도전성은 높아지고, 예 2에서 서술한 바와 같은 구동전압의 상승을 방지하는 효과가 얻어졌다. 또한, α -NPD뿐만 아니라 DNTPD와 같은 아민계 화합물도 도너의 역할을 한다는 것을 확인했다. CBP와 같은 카르바졸 유도체나 t-BuDNA와 같은 방향족 탄화수소화합물을 적용할 수도 있다.

이러한 실험 결과로부터, 유기화합물과, 특정한 무기화합물을 혼재시킴으로써, 시너지 효과를 얻을 수 있다는 것을 알았다. 그 효과는 각각의 물질 자체로는 얻어지지 않았다. 또한, 무기화합물로서 금속산화물인 몰리브덴산화물을 사용하는 것이 바람직하다는 것을 알았다.

산업상 이용가능성

[0016]

이렇게, 제1 층 내지 제3 층 중 적어도 하나의 막 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 함으로써, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다. 그 결과, 광추출효율을 극대화할 수 있다. 이때, 반사전극과, 전자와 정공이 재결합하는 층(즉, 발광층) 사이의 층의 두께를, 각 발광 색에 따라 다르게 하면 된다.

[0017]

후막화할 층으로서, 유기화합물과, 무기화합물인 금속산화물이 혼재한 층을 사용하면, 소정의 전류를 얻기 위해서 인가하는 전압(구동전압과도 한다)이 높아지지 않아 바람직하다. 그 결과, 발광장치의 저소비 전력화를 피할 수 있다.

[0018]

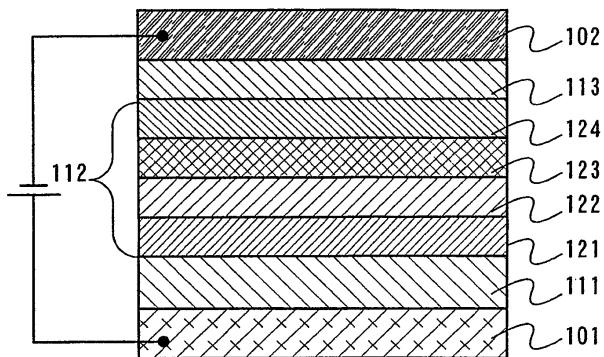
본 발명은, 적어도 제1 층 내지 제3 층 중의 어느 하나의 막 두께를, 각각의 컬러 필터 등에 따라 다르게 하는 것을 특징으로 한다. 이때, 전자와 정공이 재결합하는 층(즉 발광층)과, 반사전극 사이에 있는 층의 두께를, 각 컬러 필터에 따라 다르게 하면 된다. 그 결과, 광추출효율의 저하를 방지할 수 있다.

[0019]

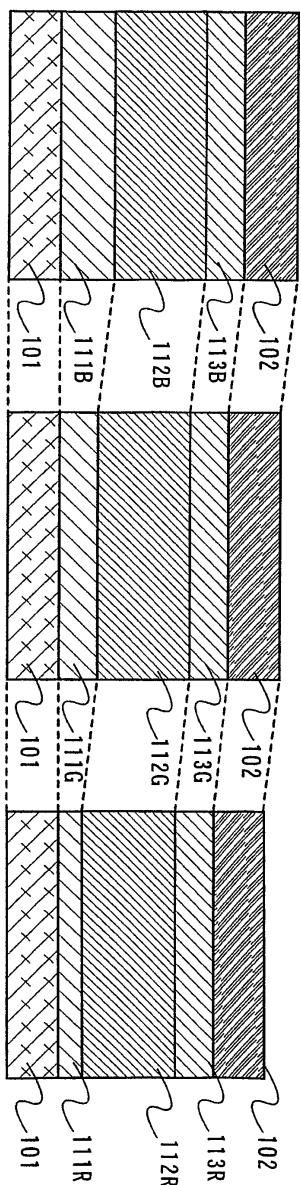
또한, 후막화할 층으로서, 유기화합물과 무기화합물인 금속산화물이 혼재한 층을 사용하면, 구동전압이 높아지지 않아 바람직하다. 그 결과, 저소비 전력화를 피할 수 있다.

도면

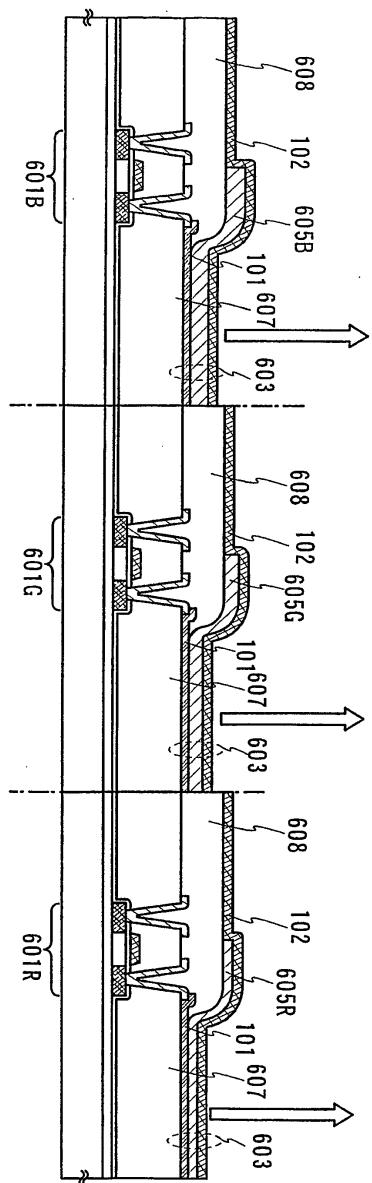
도면1



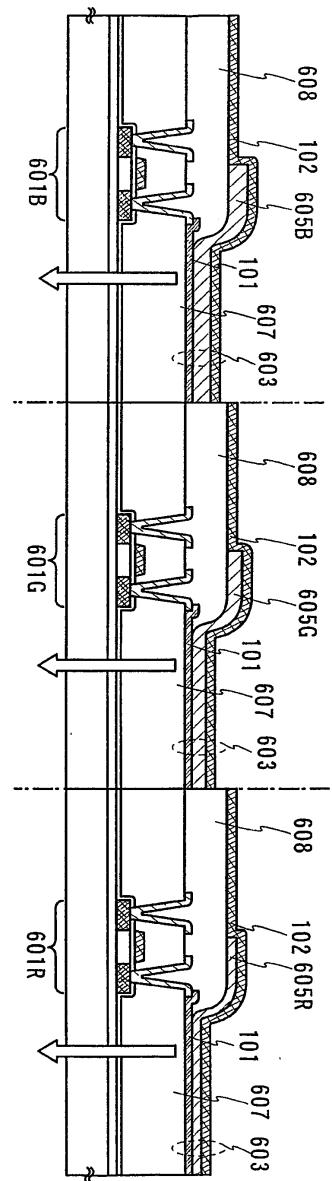
도면2



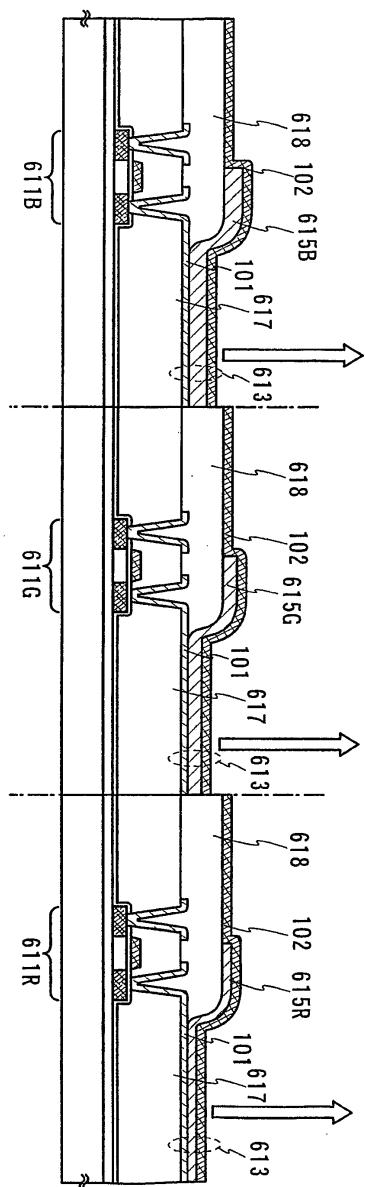
도면3



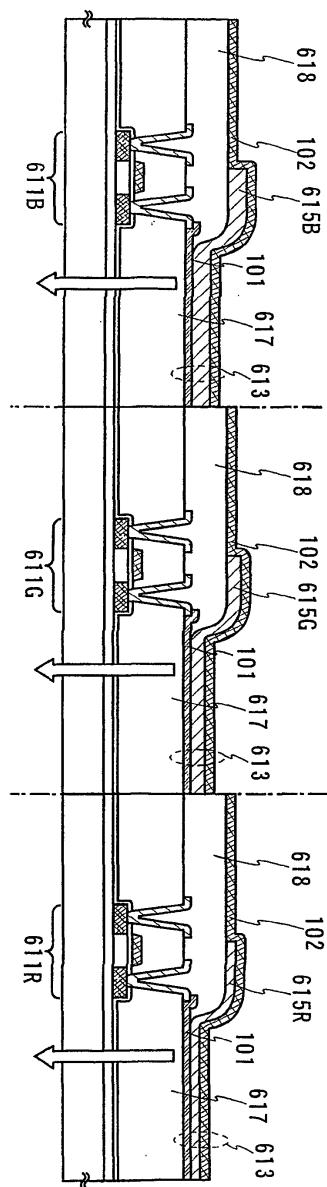
도면4



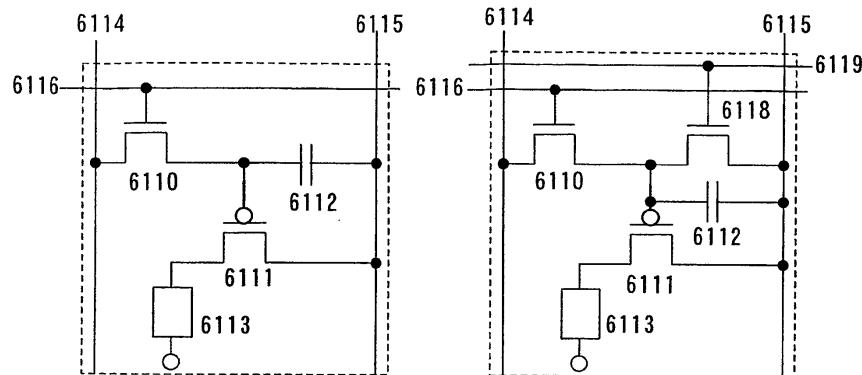
도면5



도면6

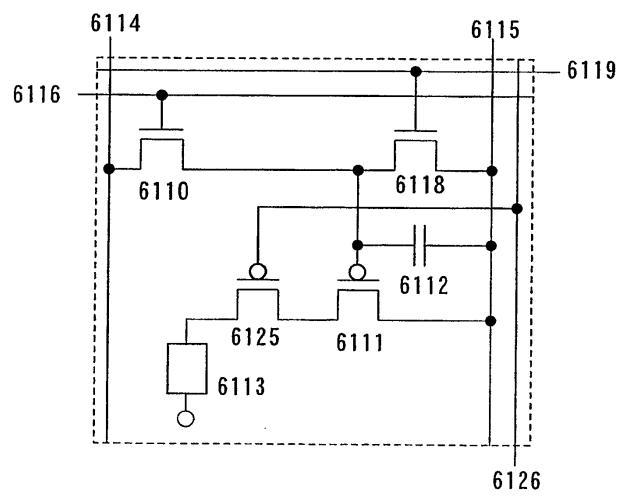


도면7



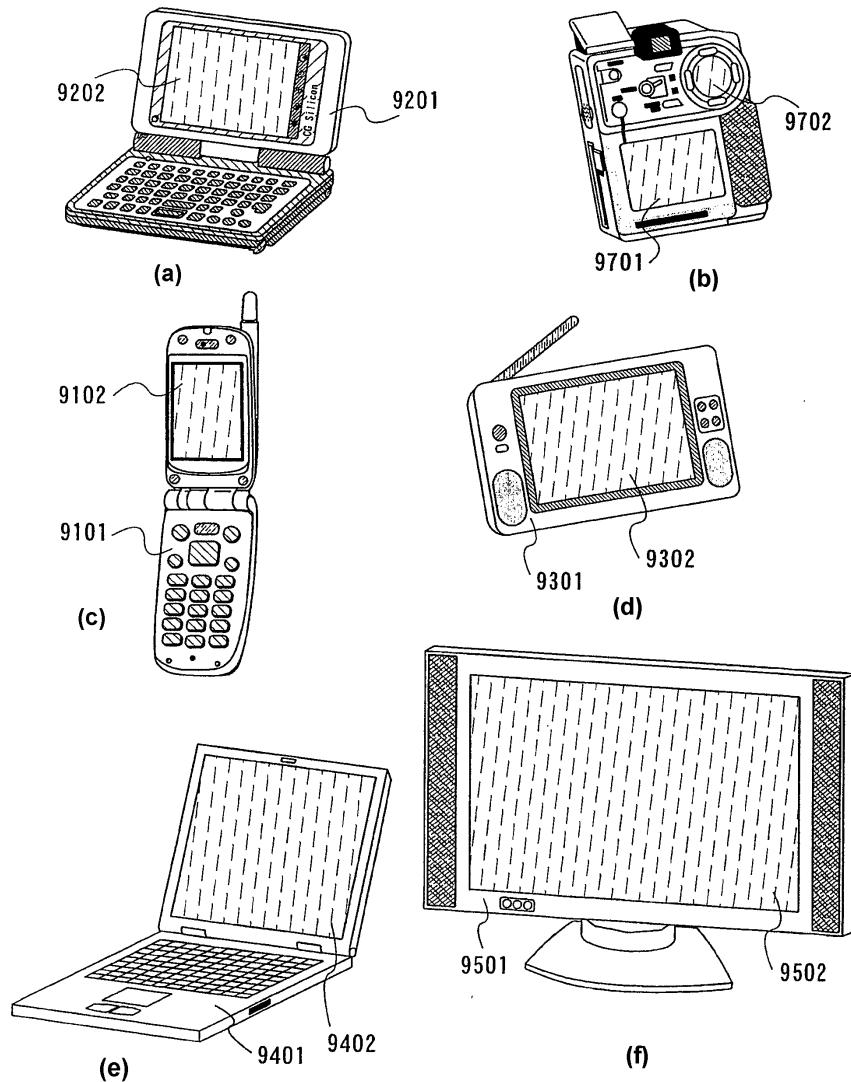
(a)

(b)

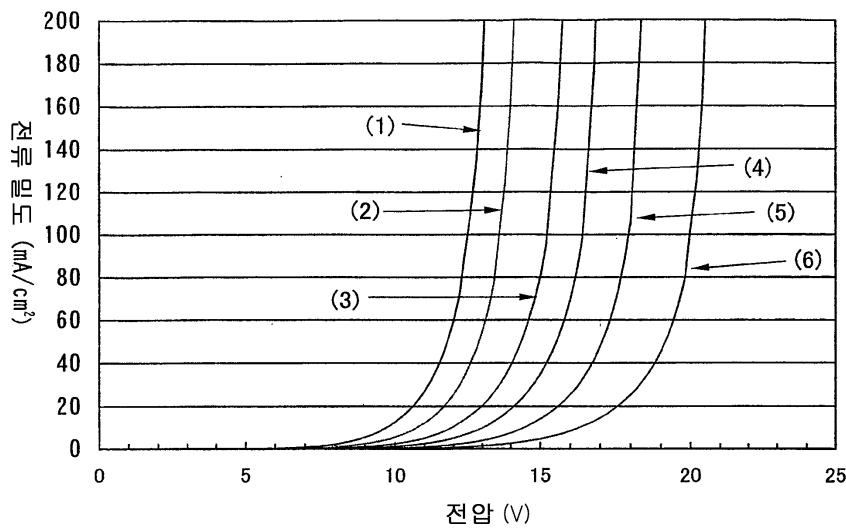


(c)

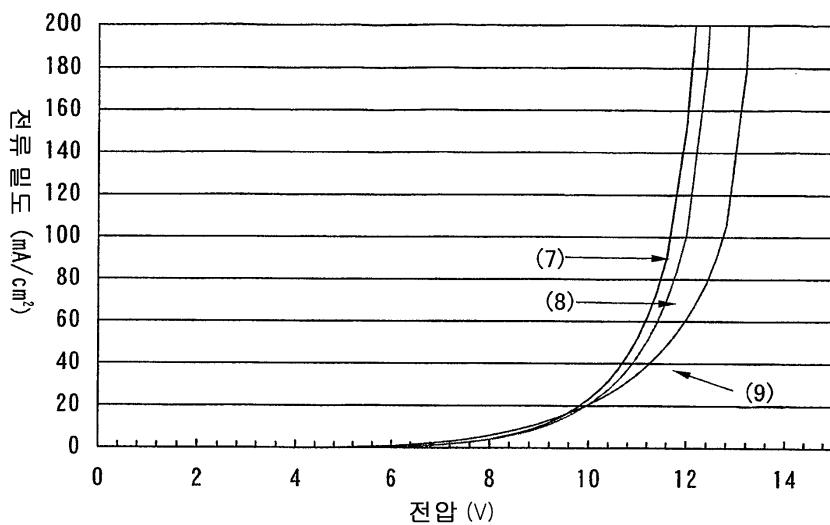
도면8



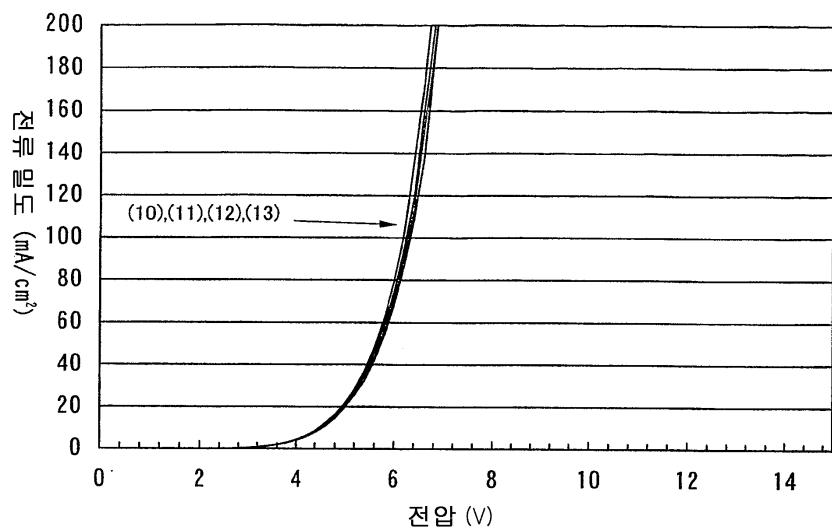
도면9



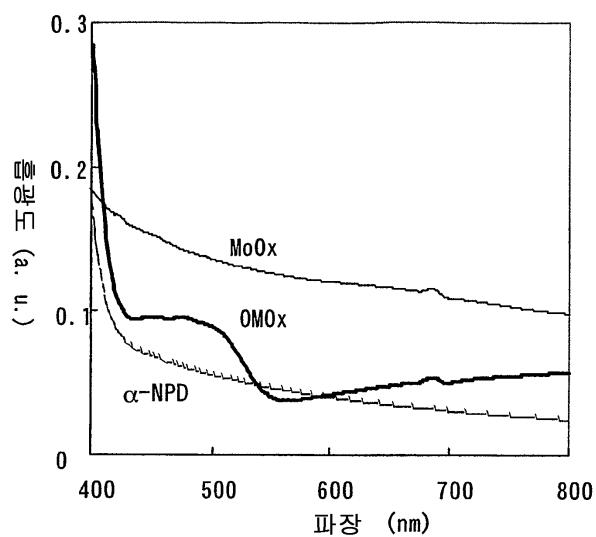
도면10



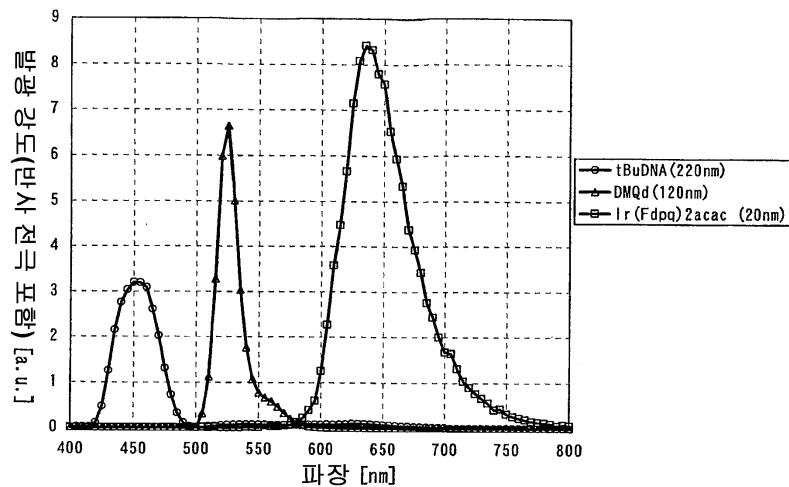
도면11



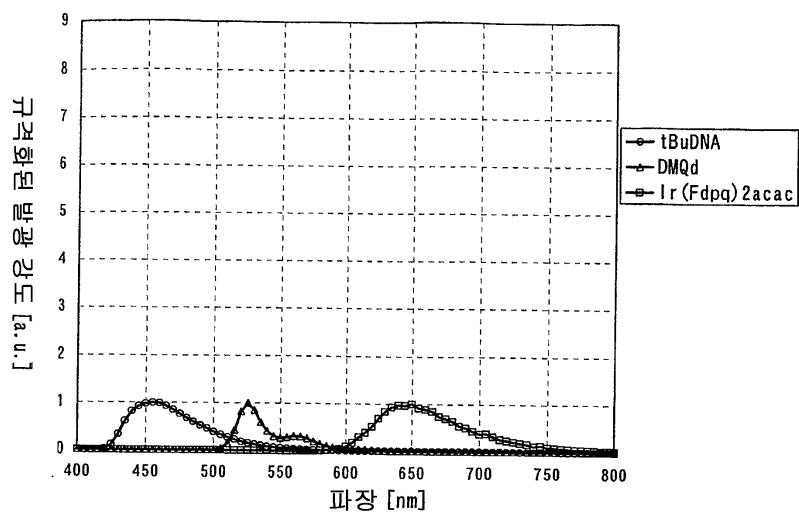
도면12



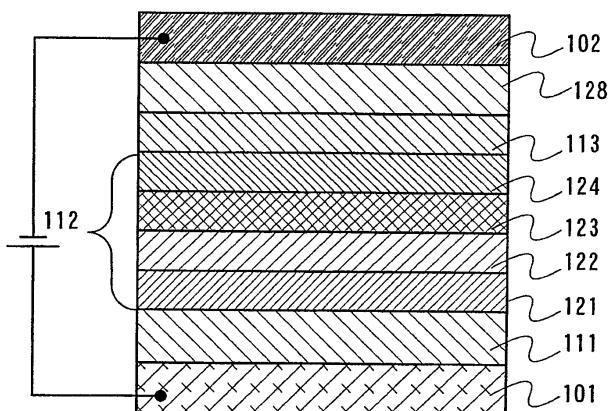
도면13



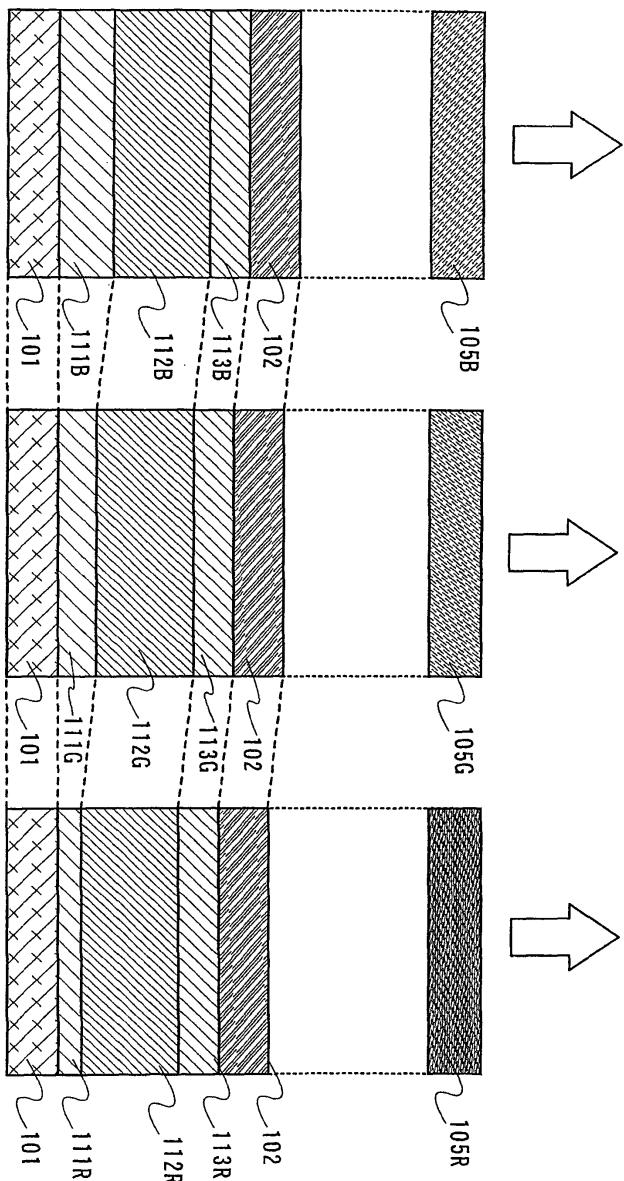
도면14



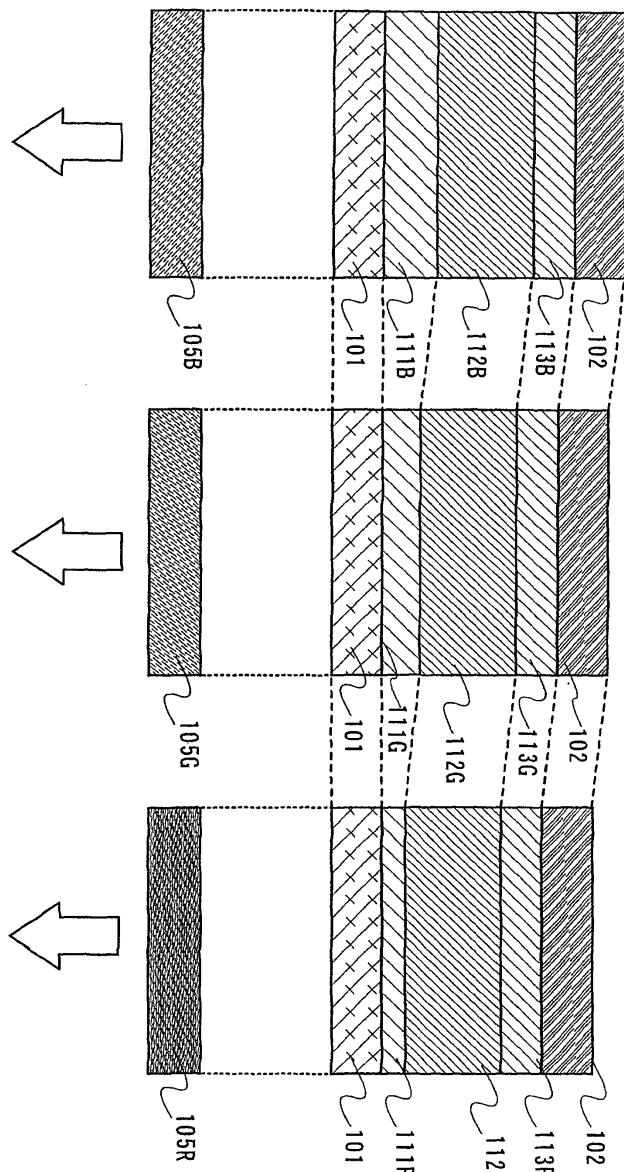
도면15



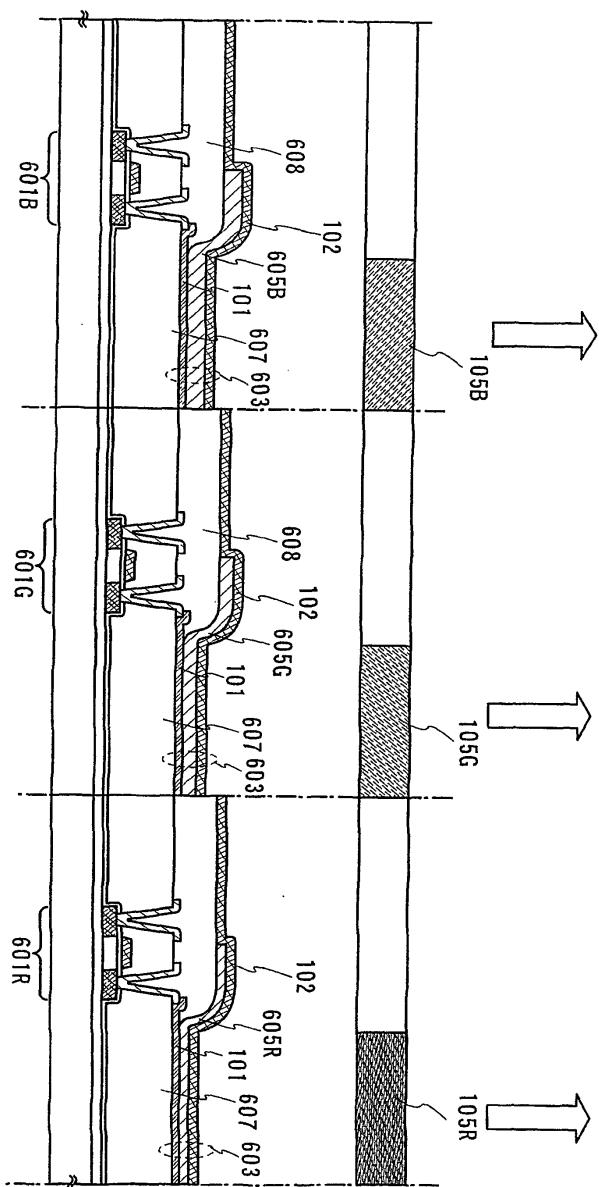
도면16



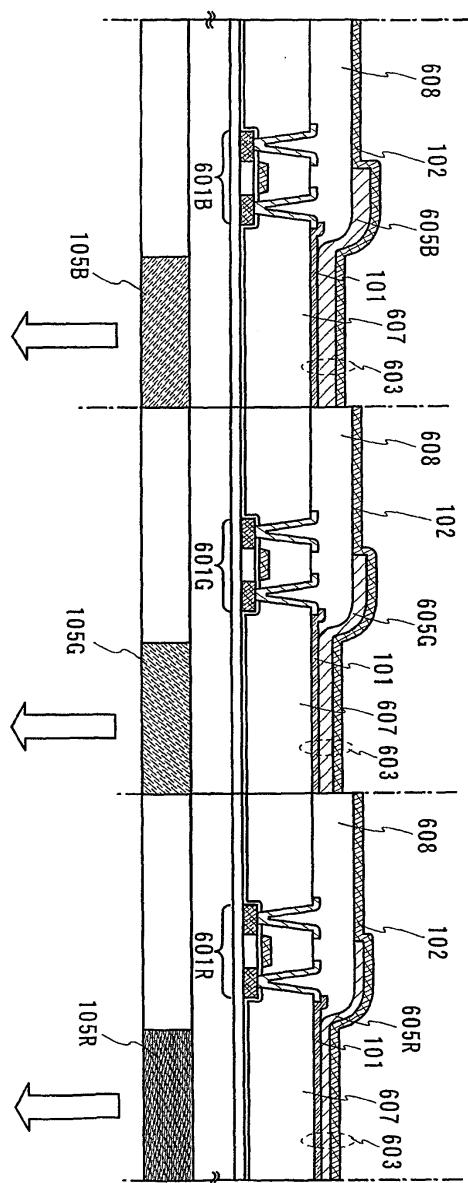
도면17



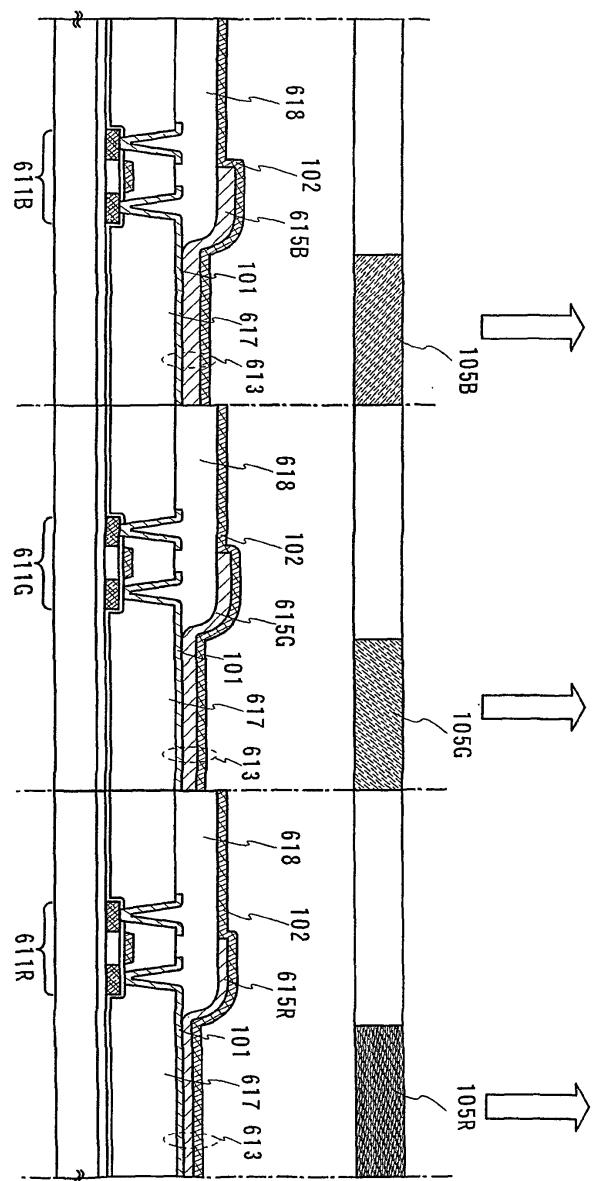
도면18



도면19



도면20



도면21

