(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월16일
(11) 등록번호 10-1395590
(24) 등록일자 2014년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/22 (2006.01) *H05B 33/24* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7022096(분할)
(22) 출원일자(국제) 2006년01월17일
심사청구일자 2012년08월23일
(85) 번역문제출일자 2012년08월23일
(65) 공개번호 10-2014-0015163
(43) 공개일자 2014년02월06일
(62) 원출원 특허 10-2007-7019078
원출원일자(국제) 2006년01월17일
심사청구일자 2011년01월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/300921
(87) 국제공개번호 WO 2006/078005
국제공개일자 2006년07월27일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-013688 2005년01월21일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003272860 A*
JP2004153255 A*
JP2004342614 A*
WO2004097915 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
세오 사토시
일본, 가나가와켄 243-0036, 아쓰기시, 하세, 398, 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄쿠쇼 내
노다 타케시
일본, 가나가와켄 243-0036, 아쓰기시, 하세, 398, 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄쿠쇼 내
야마자키 슌페이
일본, 가나가와켄 243-0036, 아쓰기시, 하세, 398, 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄쿠쇼 내
(74) 대리인
장훈

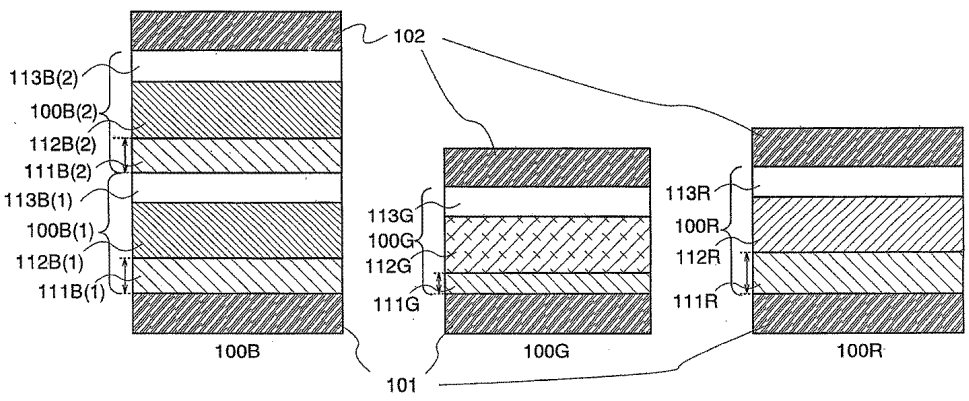
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 추장희

(54) 발명의 명칭 **발광 장치 및 전자 장치**

(57) 요 약

발명의 목적은 발광층들이 적층되는 발광소자에서 각각의 발광층으로부터 발광색이 미려하게 표시되고 전력소비가 낮은 우수한 이미지를 표시할 수 있는 발광 장치를 제공하는 것이다. 발명의 한 특징은 전극들 사이에 적층된 발광층들을 포함하는 발광소자에서, 발광 출력 효율을 향상시키기 위해서 각각의 발광층과 전극간 각각의 거리가 이들 사이에 제공된 층의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배인 것이다. 발명의 또 다른 특징은 종래의 소자에 비해 층에 대해 고 도전성 물질을 사용하여 구동전압이 낮아지는 것이다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

제 1 기판;

상기 제 1 기판 위에 제공되는 제 1 전극;

상기 제 1 전극 위에 제공되고, 실리콘, 인듐, 및 주석을 포함하는 제 1 층;

상기 제 1 층 위에 제공되는 제 1 발광층;

상기 제 1 발광층 위에 제공되는 제 2 발광층;

상기 제 2 발광층 위에 제공되는 제 2 전극;

상기 제 2 전극 위에 제공되는 컬러 필터; 및

상기 컬러 필터 위에 제공되는 제 2 기판을 포함하고,

상기 제 1 전극은 반사 전극이고,

상기 제 1 층의 두께는 상기 제 1 발광층으로부터 상기 제 1 전극까지의 광학적 거리가 상기 제 1 발광층으로부터 발광되는 발광색의 1/4파장의 기수배의 ±10%의 범위가 되도록 설정되는 발광 장치.

청구항 2

제 1 기판;

상기 제 1 기판 위에 제공되는 제 1 전극;

상기 제 1 전극 위에 제공되는 제 1 발광 유닛으로서,

상기 제 1 전극 위에 제공되고, 실리콘, 인듐, 및 주석을 포함하는 제 1 층과,

상기 제 1 층 위에 제공되는 제 1 발광층을 포함하는, 상기 제 1 발광 유닛;

상기 제 1 발광 유닛 위에 제공되는 제 2 발광 유닛으로서, 제 2 발광층을 포함하는, 상기 제 2 발광 유닛;

상기 제 2 발광 유닛 위에 제공되는 제 2 전극;

상기 제 2 전극 위에 제공되는 컬러 필터; 및

상기 컬러 필터 위에 제공되는 제 2 기판을 포함하고,

상기 제 1 전극은 반사 전극이고,

상기 제 1 층의 두께는 상기 제 1 발광층으로부터 상기 제 1 전극까지의 광학적 거리가 상기 제 1 발광층으로부터 발광되는 발광색의 1/4파장의 기수배의 ±10%의 범위가 되도록 설정되는 발광 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 층과 상기 제 1 발광층 사이의 제 3 층을 더 포함하고, 상기 제 3 층은 정공 주입 특성을 가진 화합물을 포함하는 발광 장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 알루미늄을 포함하는 발광 장치.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 전극은 실리콘, 인듐, 및 주석을 포함하는 발광 장치.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 발광층과 상기 제 2 발광층 사이에 제공되는 제 2 층을 더 포함하고, 상기 제 2 층은 유기 화합물과 무기 화합물의 혼합층인 발광 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 층은 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐 및 산화몰리브덴을 포함하는 발광 장치.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 층은 상기 제 1 전극과 접하는 발광 장치.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 제 1 유기 화합물을 포함하고,

상기 제 2 발광층은 상기 제 1 유기 화합물과 다른 제 2 유기 화합물을 포함하는 발광 장치.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 컬러 필터는 상기 제 2 기판과 접하는 발광 장치.

청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 기판은 유리 기판, 플라스틱 기판, 및 금속 기판으로 구성되는 그룹에서 선택된 것인 발광 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광 장치는 백색광을 방출하는 발광 장치.

청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 발광 장치를 포함하는 전자 장치에 있어서,

상기 전자 장치는 텔레비전 수신기, 카메라, 휴대 전화 장치, 휴대 정보 단말, 휴대형 게임기, 컴퓨터용 모니터, 컴퓨터, 음향 재생 장치, 및 화상 재생 장치로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 것인 전자 장치.

명 세 서

배 경 기 술

[0001] 본 발명은 디스플레이 수단, 광원 등으로서 이용될 수 있는 발광 장치에 관한 것이다.

[0002] [배경기술]

[0003] 발광소자(이하, 발광 장치라 함)를 포함하는 디스플레이 장치는 넓은 시야각 및 높은 응답특성을 가지며 액정소자를 구비한 디스플레이 장치, 즉 액정 디스플레이 장치에 비해 낮은 전력소비로 동작한다. 그러므로, 발광 장치가 활발하게 개발되었다.

[0004] 발광소자는 한 쌍의 전극들 사이에 유기물질 또는 무기물질을 포함한다. 유기물질 또는 무기물질에 전류를 인가하여 발광물질을 여기시킴으로써, 소정의 발광성 색이 얻어질 수 있다. 발광소자의 방출 휘도(emission luminance)를 증가시키기 위해서, 대량의 전류가 공급될 수 있다. 즉, 고전압이 한 쌍의 전극들에 인가될 수 있는데, 따라서 낮은 전력소비의 이점이 얻어질 수 없다. 또한, 발광소자의 열화는 대량의 전류를 인가함으로써 가속될 수 있다.

[0005] 그러므로, 복수의 발광소자들을 적층하고 단일층과 동일한 전류밀도를 갖는 전류를 인가함으로써 방출 휘도가 증가되는 발광소자가 제안되어 있다(특허문헌1: 일본특허공개 번호 2003-272860 참조). 이 발광소자를 이용함으로써, 단일층의 전류밀도의 반 미만을 갖는 전류가 인가될지라도, 적층 구조를 갖는 발광소자에 의해서 소정의 휘도가 얻어질 수 있다. 예를 들면, 전극들 사이에 존재하는 동일 구조를 갖는 n개의 발광유닛들이 제공된다면 전류밀도를 증가시킴이 없이 n배의 휘도가 달성될 수 있다고 한다. 이때, 구동전압 또한 n배 이상이 되나, n배 휘도가 수명을 희생시킴이 없이 얻어질 수 있다는 큰 이점이 있다고 언급되어 있다.

[0006] <발명의 개시>

[0007] 위의 특허문헌 1은 복수의 방출 위치들이 개별적으로 존재하기 때문에 각 방출 위치부터 반사 전극까지의 모든 광학막 두께들이 1/4 파장의 대략 기수배로 설정됨을 개시하고 있다. 특허문헌 1에서 실시예 5는 청색 방출 위치부터 반사 전극까지의 광학 거리가 청색 발광유닛 및 적색 발광유닛을 구비한 발광소자 내 발광유닛의 α-NPD를 포함하는 정공 수송층의 두께를 의도적으로 조정함으로써 제어됨을 개시하고 있다.

[0008] α-NPD와 같은 정공 수송층의 특성은 낮은 도전율을 가진 정공 주입층 및 정공 수송층에 비교해 볼 때 발광층의 특성에 가깝다. 그러므로, 정공 수송층의 두께를 증가시킨 구조는 정공 수송층의 두께가 증가된다면 구동전압이 증가되기 때문에 바람직하지 않다.

[0009] 발광 출력 효율이 낮아지지 않는 거리는 방출 파장에 따라 다르며, 따라서, 발광유닛들에서 α-NPD의 막 두께는 발광소자 내에서 서로 차별될 것이 요구된다. 그러므로, 전체 발광소자의 발광 출력 효율은 청색 발광유닛 내 α-NPD의 막 두께들만을 차별화함으로써 향상되지 않는다. 또한, 특허문헌 1에 따라, 적색 발광유닛 내 α-NPD의 막 두께가 다른 유닛들 내 막 두께들과 차별화되었을 때, 전체 발광소자의 막 두께가 증가되고 구동전압이 증가된다. 구동전압을 증가시킴으로써, 발광 장치의 전력 소비를 증가시키는 문제가 유발된다.

[0010] 또한, 발광효율은 각각의 발광색에 따라 다르다. 발광 장치의 전체 방출에 휘도의 균형을 취하기 위해서, 열등한 발광효율을 가진 발광소자에 대해 대량의 전류를 인가할 것이 요구되고, 따라서, 발광소자의 열화가 가속화되는 난점이 있다.

[0011] 발명의 목적은 발광 장치의 전력 소비를 감소시키는 것이다. 발명의 또 다른 목적은 발광 장치 내 화소의 휘도 변화에 기인한 열화를 감소시키는 것이다. 발명의 또 다른 목적은 각 발광층으로부터 미려한 발광색이 표시되고 발광층들이 적층된 발광소자에서 낮은 전력소비로 동작하는 우수한 이미지를 표시할 수 있는, 발광 장치 및 발광 장치 제조방법을 제공하는 것이다.

[0012] 전술한 문제들에 비추어, 본 발명의 한 특징은 전극들 사이에 적층된 발광층들을 포함하는 발광소자에서, 각각의 발광층에서 전극까지의 광학적 거리(이하, 거리라 함)가 제어된다는 것이다. 구체적으로, 발명의 한 특징은 발광 출력 효율을 향상시키기 위해서 반사 전극과 각각의 발광층간 거리가 이들 사이에 제공된 층의 두께에 의해 각각 제어된다는 것이다.

[0013] 발명의 또 다른 특징은 발광층들이 적층된 발광소자와 발광층이 하나인 발광소자를 구비하는 화소부를 형성하는 것이다. 예를 들면, 낮은 방출 휘도의 문제를 갖는 발광소자는 발광층들을 적층함으로써 형성되고, 또 다른 발광소자는 하나의 발광층으로 형성된다.

[0014] 발명의 구체적인 형태는 서로 면하여 있는 제 1 전극과 제 2 전극간에 복수의 발광층들이 적층되고 발광 출력 효율이 향상되도록 각각의 발광층과 제 1 전극간에 제공된 층의 두께를 제어함으로써 복수의 발광층들의 각각으로부터 제 1 전극까지의 거리가 1/4 파장의 대략 기수배 $(2m-1)\lambda/4$(m: 자연수)인 발광 장치이다. 어떤 경우들에 있어서 막 형성 정확성 때문에 단지 1/4 파장의 기수배인 것은 가능하지 않을 수 있어 "대략"이 여기에서 사

용되는 것에 유의한다. 발명은 대략 기수배의 1/4 파장을 인용할 때 기수배의 1/4 파장 ±10%의 범위를 포함한다.

[0015] 발명의 또 다른 형태는 서로 면하여 있는 제 1 전극과 제 2 전극간에 복수의 발광층들이 적층되고, 복수의 발광층들로부터 방출되는 각각의 광이 다른 색을 가지며, 발광 출력 효율이 향상되도록 발광층과 제 1 전극간에 제공되고 복수의 발광층들 각각과 접촉한 층의 두께를 제어함으로써 복수의 발광층들의 각각으로부터 제 1 전극까지의 거리가 1/4 파장의 대략 기수배인 발광 장치이다.

[0016] 발명의 또 다른 형태는 서로 면하여 있는 제 1 전극과 제 2 전극간에 복수의 발광층들이 적층된 적층형 발광소자, 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 하나의 발광층을 구비하는 단층형 발광소자를 포함하고, 발광 출력 효율이 향상되도록 적층형 발광소자에서 발광층과 제 1 전극간에 제공된 층의 두께를 제어함으로써 복수의 발광층들의 각각부터 제 1 전극까지의 모든 거리가 1/4 파장의 대략 기수배인, 발광 장치이다.

[0017] 발명의 또 다른 형태는 서로 면하여 있는 제 1 전극과 제 2 전극간에 복수의 발광층들이 적층된 적층형 발광소자, 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 하나의 발광층을 구비하는 단층형 발광소자를 포함하고, 발광 출력 효율이 향상되도록 발광소자에서 발광층과 제 1 전극간에 제공되고 복수의 발광층들 각각과 접촉한 층의 두께를 제어함으로써 복수의 발광층들의 각각으로부터 제 1 전극까지의 거리가 1/4 파장의 대략 기수배인 발광 장치이다.

[0018] 발명의 한 특징은 발광 출력 효율이 향상되도록 제어를 위해 층에 대해 고 도전성 물질이 사용되고 반사 전극에서 발광층까지의 거리가 제 1 층의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배인 것이다. 거리를 결정하는 막은 발명에 따라 발광소자에서 고 도전성 물질로부터 형성되고, 따라서 위의 특허문헌 1에 비해 구동전압이 낮아질 수 있다.

[0019] 발명에서, 트리플렛 여기상태에서 방출을 나타내는 물질 또는 싱글렛 여기상태에서 방출을 나타내는 물질이 발광층에 포함될 수 있다. 그러므로, 트리플렛 여기상태에서 방출 및 싱글렛 여기상태에서 방출이 포함되는 방출은 적층된 발광층들에 의해 얻어질 수 있다. 명백하게, 트리플렛 여기상태로부터 방출만이 또는 싱글렛 여기상태로부터 방출만이 적층된 발광층들로부터 얻어질 수 있다.

[0020] 적층된 발광층들을 포함하는 발광소자는 자연수 n을 사용함으로써 전극들 사이에 n개의 발광층들을 포함하는 발광소자라 칭할 수 있다.

[0021] 발명에 따라서, 동일 전류량이 공급될 때 얻어지는 휘도는 단일층의 발광층을 구비한 발광소자에 비해 증가될 수 있다. 즉, 전극들 사이에 흐르는 동일 휘도를 얻기 위한 전류량은 낮아질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 2는 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 3은 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 4는 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 5는 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 6은 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 7은 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 8a 내지 도 8c는 발명에 따른 발광소자를 도시한 도면.

도 9a 내지 도 9d는 발명에 따른 발광소자의 화소회로를 각각 도시한 도면들.

도 10은 발명에 따른 발광소자의 화소회로를 도시한 도면.

도 11은 발명에 따른 텔레비전 수신기를 도시한 도면.

도 12는 발명에 따른 텔레비전 수신기의 시스템을 도시한 도면.

도 13은 발명에 따른 텔레비전 수신기의 시스템을 도시한 도면.

도 14a 내지 도 14e는 발명에 따른 전자 장치를 각각 도시한 도면들.

도 15a 내지 도 15c는 발명에 따른 발광 장치를 각각 도시한 도면들.

도 16은 발광소자들의 파장에 관한 휘도를 도시한 그래프.

도 17은 발광소자들의 파장에 관한 휘도를 도시한 그래프.

도 18a 및 도 18b는 본 실시예에 다른 발광소자를 각각 도시한 도면들.

도 19는 발명에 따른 발광 장치를 도시한 도면.

[실시예]

본 발명에 따른 실시형태들은 도면들을 참조로 상세히 기술된다. 그러나, 여기에 개시된 실시예들 및 상세들은 본 발명의 목적 및 범위 내에서 다양하게 수정될 수 있음을 당업자들은 쉽게 알 것이다. 그러므로, 이하 주어질 실시형태들의 설명은 본 발명의 한정하는 것으로서 해석되지 않을 것임에 유의해야 할 것이다. 도면들에서 동일 부분들 또는 기능을 갖는 동일 부분들에 동일 참조부호들이 주어지고 이들에 대한 설명이 반복되지 않는 것에 유의한다.

(실시형태 1)

이 실시형태에서, 발광유닛들의 적층되는 발광소자의 구조가 설명된다.

도 1은 제 1 발광유닛(100B), 제 2 발광유닛(100G), 및 제 3 발광유닛(100R)이 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 순차로 적층된 발광소자를 도시한 것이다. 발광유닛들(100B, 100G, 100R)로부터 방출되는 광의 색들은 특히 제한되지 않는다. 그러나, 이 실시형태에서, 제 1 발광유닛이 청색 방출을 나타내고, 제 2 발광유닛이 녹색 방출을 나타내고, 제 3 발광유닛이 적색 방출을 나타내는 경우가 이 실시형태에서 설명된다. 발광유닛들이 적층되는 발광소자는 2이상의 발광유닛들이 적층된 상태를 나타낸다. 이 실시형태에서, 3개의 발광유닛들이 적층된 상태가 설명되나, 본 발명이 이것으로 한정되는 것은 아니다.

도 1에 도시된 발광소자에서, 제 1 전극(101)은 고 반사율을 갖는 물질로부터 형성되고, 제 2 전극(102)은 제 2 전극(102)으로부터 광을 인출하기 위해 고 광투과 특성을 갖는 물질로부터 형성된다. 발광유닛(100R)은 제 1 층(111R), 제 2 층(112R), 및 제 3 층(113R)을 포함하고, 발광유닛(100G)은 제 1 층(111G), 제 2 층(112G), 및 제 3 층(113G)을 포함하고, 발광유닛(100B)은 제 1 층(111B), 제 2 층(112B), 및 제 3 층(113B)을 포함한다.

발광유닛들 각각은 발광층을 포함하는 층으로서 제 2 층들(112)의 각각을 사용하는 경우에 제 1 층(111)(111B, 111G, 111R)의 두께를 제어함으로써 제 1 전극(101)에서 각 발광유닛 내 제 2 층(112)(112B, 112G, 112R)까지의 거리가 1/4 파장의 대략 기수배인 특징을 갖는다. 즉, 발광소자들 각각은 제 1 전극(101)과 발광층 사이에 제공된 층의 두께를 제어함으로써 이들 사이의 거리가 1/4 파장의 대략 기수배인 특징을 갖는다. 그러므로, 제 1 층들(111R, 111G, 111B)의 두께들은 각 발광유닛에서 다르다.

제 1 전극(101)에서 각각의 발광층들까지의 거리들은 발광 출력 효율이 향상되도록 발광유닛들이 적층되기 때문에 서로간에 다르다. 그러므로, 제 1 전극(101)과 각 발광층 사이에 제공된 제 1 층들(111)의 두께들이 각각 제어되는 발광소자가 제공된다. 결국, 발광 출력 효율이 높은 상태가 제공될 수 있다.

위에 기술된 바와 같이, 발광 효율은 발광유닛들을 적층함으로써 향상될 수 있고, 그러므로, 전류량은 동일한 휘도를 얻기 위해 낮게 유지될 수 있고 발광소자의 수명이 향상될 수 있다.

이 실시형태에서, 모든 제 1 층들(111R, 111G, 111B)의 두께들이 제어되는 형태를 나타낸다. 그러나, 발명에 따라서, 발광유닛들이 적층되는 발광소자 내 포함된 제 1 층들(111) 중 어느 하나의 두께가 제어될 수도 있다. 제 1 층들(111) 중 어느 한 층을 제어함으로써, 발광 출력 효율이 높은 상태가 제공될 수 있고 전류량이 낮게 유지되는 효과가 얻어질 수 있다.

이 발명에서, 발광유닛들이 적층되는 발광소자는 각각이 서로 다른 발광색들을 나타내는 발광층들을 포함할 것이 요구되지 않는다. 즉, 발명에 따라서, 동일 발광층을 나타내는 층들이 적층될 수도 있다. 이것은 동일 발광층들을 나타내는 층들이 적층될지라도 발광 효율이 높은 상태가 제공될 수 있고 전류량이 낮게 유지되는 효과가 얻어질 수 있기 때문이다.

본 발명에 따라서, 제 1 층(111)은 고 도전성 물질로부터 형성되고 제 1 층(111)의 두께가 제어되고, 따라서, 구동전압은 특허문헌 1 등에 언급된 종래의 소자에 비해 낮아질 수 있다.

제 1 내지 제 3 층들(111 내지 113)(113B, 113G, 113R)은 스퍼터링 방법, 증기증착방법, 등에 의해 형성될 수 있다.

다음에, 전극들이 설명될 것이다. 제 1 전극(101)은 고 반사율을 갖는 물질로부터 형성되고 제 2 전극(102)은 광투과 특성을 갖는 물질로부터 형성된다. 광투과 특성은 전혀 광투과 특성이 없는 물질을 사용하여 상당히 얇은 막을 형성함으로써도 얻어질 수 있다.

제 1 전극(101)용의 물질로서, 티탄(Ti), 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 또는 팔라듐(Pd)과 같은 금속물질이 사용될 수 있고, 위의 금속물질의 단일층 또는 적층된 층이 사용될 수 있다. 제 1 전극(101)은 예를 들면 스퍼터링 방법, 증기증착 방법 등에 의해 형성될 수 있다.

제 2 전극(102)은 인듐 주석 산화물(ITO), 실리콘 산화물을 함유하는 인듐 주석 산화물, 또는 2 내지 20%의 아연 산화물을 함유하는 인듐 산화물로부터 형성될 수 있다. 또한, 광투과 특성을 갖추기 위해서, 이를테면 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 또는 팔라듐(Pd)과 같은 전혀 광투과 특성이 없는 금속물질로부터 형성된 박막을 사용하는 것이 가능하다. 제 2 전극(102)에 관하여, 위에 금속물질들의 단일층 또는 적층된 층이 사용될 수 있다. 적층된 층 구조를 사용하는 경우에, 전혀 광투과 특성이 없는 금속물질이 얇게 형성되고 광투과 물질이 그 위에 적층되는 구조가 사용될 수 있다. 얇은 제 2 전극(102)의 형성에 기인하여 저항이 증가되는 것을 방지하기 위해서, 보조 배선이 제공될 수 있다.

제 1 전극(101) 또는 제 2 전극(102)은 발광소자에 인가되는 전압에 따라, 각각, 애노드 또는 캐소드일 수 있다. 애노드의 경우엔 고 일함수(4.0eV 이상의 일함수) 및 캐소드의 경우엔 낮은 일함수(3.8eV 이하의 일함수)를 갖는 물질을 사용하는 것이 바람직하다.

제 1 전극(101) 또는 제 2 전극(102)은 스퍼터링 방법, 증기증착 방법, 등에 의해 형성될 수 있다. 증기증착 방법을 사용하는 경우에, 제 1 전극(101), 제 1 내지 제 3 층들(111 내지 113), 및 제 2 전극(102)이 공기에 노출됨이 없이 연속적으로 형성될 수 있다. 계면들 등에 혼합되는 불순물은 이러한 방식으로 공기에 노출됨이 없이 발광소자를 연속적으로 형성함으로써 감소될 수 있다.

본 발명에 따른 발광소자는 각각의 발광층과 제 1 전극(101) 사이에 제공된 제 1 층(111)의 두께를 제어하며, 이에 따라, 발광 출력 효율이 높은 상태가 얻어질 수 있다. 또한, 발명에 따라서, 동일 전류밀도에서 발광 효율이 발광소자를 적층함으로써 향상될 수 있고, 따라서, 전류밀도가 낮게 유지될 수 있고, 발광소자의 수명이 개선될 수 있다.

위에 기술된 바와 같이, 발광유닛들이 적층되는 발광소자를 구비한 발광 장치는 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고, 낮은 전력 소비가 달성될 수 있다.

(실시형태 2)

이 실시형태에서, 위에 기술된 실시형태의 구조와는 다른 발광소자의 구조가 설명된다.

본 발명에 따라서, 발광유닛들이 적층되는 발광소자는 기판 상에 형성되는 모든 발광소자들에 적용될 것이 요구되지 않는다. 발광층들 각각에서 제 1 전극(101)까지의 거리는 적어도 한 발광소자에 대해서 제 1 층(111)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배가 될 수 있고, 따라서, 발광 출력 효율이 높은 상태가 얻어질 수 있고, 동일 전류밀도에서 발광 효율이 향상될 수 있으며, 인가되는 전류의 밀도가 낮게 유지될 수 있다. 전류밀도를 낮게 유지하는 결과로서, 발광소자의 수명이 개선될 수 있다. 이 실시형태에서, 하나의 발광색을 나타내는 하나의 발광소자가 발광유닛들이 적층되는 발광소자인 경우가 설명된다.

도 2는 제 1 발광소자(100B), 제 2 발광소자(100G), 및 제 3 발광소자(100R)가 동일 기판 상에 제공되는 상태를 도시한 것이다. 발광소자들(100B, 100G, 100R)로부터 방출되는 광의 색들은 특히 제한되지 않는다. 그러나, 이 실시형태에서, 제 1 발광소자가 청색 방출을 나타내며, 제 2 발광소자가 녹색 방출을 나타내며, 제 3 발광소자가 적색 방출을 나타내는 경우가 설명된다.

청색 방출을 나타내는 발광소자에 대해 발광유닛(100B)(1) 및 발광유닛(100B)(2)이 적층된 발광소자가 사용된다. 위에 기술된 바와 같이 발광유닛들이 적층되는 발광소자는 편리하게 적층형 발광소자라 칭한다. 또한, 각각 적색 방출 또는 녹색 방출을 나타내는 발광소자들(100R, 100G)에 대해서 각각이 하나의 발광유닛을 포함하는 발광소자들이 사용되고, 이들 발광소자들은 편리하게 단층형 발광소자들이라 칭한다.

제 1 전극(101) 및 제 2 전극(102)의 구조들은 위에 기술된 실시형태 1에서의 구조와 유사하고, 그러므로 설명은 생략한다.

이러한 적층형 발광소자에서, 발광층에서 제 1 전극(101)까지의 거리는 제 1 층(111)(111B(1), 111B(2))의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배이다. 결국, 발광 출력 효율이 향상되고, 전류밀도는 낮게 유지될 수 있다. 전류밀도를 낮게 유지함으로써, 적층형 발광소자의 수명이 개선될 수 있다. 제 2 층(112)(112B(1) 및 112B(2)) 및 제 3 층(113)(113B(1) 및 113B(2))은 발광유닛들 각각에 포함된다.

위에 기술된 바와 같이, 발광 효율은 적층형 발광소자에 의해 향상될 수 있고, 따라서, 전류흐름의 밀도는 낮게 유지될 수 있고, 수명이 개선될 수 있다. 그러므로, 쉽게 열화되는 발광소자에 적층형 발광소자를 선택적으로 적용하는 것이 바람직하다.

또한, 단층형 발광소자에서, 발광층에서 제 1 전극(101)까지의 거리는 제 1 층(111)(111G, 111R)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배일 수 있다. 결국, 발광 출력효율이 향상될 수 있다. 제 2 층(112)(112G, 112R) 및 제 3 층(113)(113G, 113G)은 발광유닛들 각각에 포함된다.

적층형 발광소자 및 단층형 발광소자에서, 제 1 층(111)(111B(1), 111B(2), 111G, 111R)은 고 도전성 물질로부터 형성되고, 제 1 층(111)의 두께가 제어되며, 따라서, 구동전압은 특허문헌 1 등에 언급된 종래의 소자에 비해 낮아질 수 있다.

위에 기술된 바와 같이, 하나의 발광색을 나타내는 적어도 하나의 발광소자에 대해 적층형 발광소자가 사용되는 발광 장치는 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고, 낮은 전력소비가 달성될 수 있다.

(실시형태 3)

이 실시형태에서, 위에 실시형태에서 발광색과는 다른 발광색을 나타내는 발광소자에 적층형 발광소자가 적용된 경우가 설명된다.

본 발명에서, 적층형 발광소자는 제 1 발광소자(100B)를 제외하고 소자에 사용될 수 있다. 예를 들면, 단층형 발광소자는 녹색 방출과 같은 사람 눈에 관하여 고 감도를 가진 발광색을 나타내는 발광소자(100G)로서 사용될 수 있고, 따라서, 발광소자(100G)는 한 쌍의 전극들 사이에 포함된 발광층들의 수가 각각 적색 방출 또는 청색 방출을 나타내는 적층형 발광소자들(100R, 100B)의 수보다 적은 구조를 가질 수 있다.

또 다른 구조의 설명은 위의 실시형태와 유사하므로 생략된다.

적층형 발광소자에서, 발광층에서 제 1 전극(101)까지의 거리는 제 1 층(111)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배이다. 결국, 발광 출력 효율이 향상되고, 전류밀도는 낮게 유지될 수 있다. 전류밀도를 낮게 유지함으로써, 적층형 발광소자의 수명이 개선될 수 있다.

또한, 단층형 발광소자에서, 발광층에서 제 1 전극(101)까지의 거리는 제 1 층(111)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배일 수 있다. 결국, 발광 출력 효율이 향상될 수 있다.

위에 기술된 바와 같이, 사람 눈에 관하여 낮은 감도를 가진 발광색을 나타내는 발광소자에서 그리고 사람 눈에 관하여 고 감도를 가진 발광색을 나타내는 발광소자에서 한 쌍의 전극들 사이에 제공된 발광층들의 수를 차별함으로써, 각 색의 휘도가 효율적으로 조화될 수 있다.

적층형 발광소자 및 단층형 발광소자에서, 제 1 층(111)은 고 도전성 물질로부터 형성되고 제 1 층(111)의 두께가 제어되며, 그러므로, 구동전압은 특허문헌 1 등에서 언급된 종래 소자에 비해 낮아질 수 있다.

위에 기술된 바와 같이, 적층형 발광소자가 발광색을 나타내는 적어도 하나의 발광소자에 대해 사용되는 발광 장치는 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고, 낮은 전력 소비가 달성될 수 있다.

(실시형태 4)

이 실시형태에서, 각각의 발광소자의 구조 및 물질이 설명된다.

도 3에 도시된 바와 같이, 발광유닛은 제 1 전극(101)부터 순차로 적응되는 제 1 층(111), 제 2 층(112), 및 제 3 층(113)을 포함한다.

발광유닛을 구비한 이 발광소자에 제 1 전극(101)의 전위가 제 2 전극(102)의 전위보다 높도록 전압이 인가될 때, 정공들이 제 1 층(111)으로부터 제 2 층(112)으로 주입되고, 전자들이 제 3 층(113)으로부터 제 2 층(112)

으로 주입된다. 이어서, 정공들 및 전자들이 제 2 층(112)에서 재결합되고 발광물질은 여기상태로 되고, 따라서, 여기상태의 발광물질이 기저상태로 돌아갈 때 발광이 생성된다.

제 1 내지 제 3 층들(111 내지 113)의 물질이 설명될 것이다.

제 1 층(111)은 정공들을 발생하는 층이다. 이 기능은 정공 수송성 물질 및 정공 수송성 물질에 대해 전자 수용성을 나타내는 물질을 포함하는 층을 사용함으로써 달성될 수 있다. 또한, 정공 수송성 물질에 대해 전자 수용성을 나타내는 물질은 정공 수송성 물질에 관하여 몰비가 0.5 대 2(= 정공 수송성 물질에 대해 전자 수용성을 나타내는 물질/정공 수송성 물질)가 되도록 포함되는 것이 바람직하다.

정공 수송성 물질은 정공들의 수송특성이 전자들의 수송특성보다 큰 물질이며, 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노] 바이페닐(약어: α-NPD), 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노] 바이페닐(약어:TPD), 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐아미노) 트리페닐아민(약어:TDATA), 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노] 트리페닐아민(약어:MTDATA), 및 4,4'-비스[N-{4-(N,N-디-m-톨릴아미노)페닐}-N-페닐아미노] 바이페닐(약어:DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물들과 같은 유기 화합물들; 또는 프탈로시아닌 (약어:H_2Pc), 구리 프탈로시아닌 (약어:CuPc), 및 바나딜 프탈로시아닌(약어:VOPc)과 같은 프탈로시아닌 화합물들이 사용될 수 있다. 정공 수송성 물질은 이것으로 제한되는 것은 아님에 유의한다.

또한, 예를 들면, 정공 수송성 물질에 대해 전자 수용성을 나타내는 물질을 나타내는 물질로서는 주기율표에서 4족 내지 12족 중 어느 한 족에 속하는 금속의 산화물(금속 산화물)이 사용될 수 있다. 그중에서도, 주기율표에서 4족 내지 8족 중 어느 한 족에 속하는 금속의 산화물은 흔히 높은 전자 수용성을 가지며, 산화바나듐, 산화몰리브덴, 산화니오븀, 산화레늄, 산화텅스텐, 산화루테늄, 산화티타늄, 산화크롬, 산화지르코늄, 산화하프늄, 및 산화탄탈이 특히 바람직하다. 산화물들 외에도, 위에 언급된 금속들의 질화물들 및 옥시나이트라이드들이 사용될 수도 있다. 정공 수송성 물질에 대해 전자 수용성을 나타내는 물질은 이것으로 제한되는 것은 아니며, 삼염화 철($FeCl_3$), 삼염화 알루미늄($AlCl_3$), 또는 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로-퀴노디메탄(약어:F_4TCNQ)이 사용될 수 있는 것에 유의한다.

위에 기술된 바와 같이, 제 1 층(111)은 유기 화합물을 포함하는 정공 수송성 물질과, 정공 수송성 물질에 대해 전자 수용성을 나타내며 위의 금속 산화물을 포함하는 물질과의 혼합층을 포함한다. 혼합층은 유기 화합물 및 무기 화합물이 혼합된 층, 또는 유기 화합물 및 무기 화합물의 각각이 얇게 형성된 층을 포함하는 것에 유의한다.

유기 화합물 및 무기 화합물의 이 혼합층을 사용함으로써, 유기 화합물의 결정화가 억제될 수 있고 제 1 층(111)은 저항을 증가시킴이 없이 두껍게 형성될 수 있다. 또한, 유기 화합물과, 정공 수송성 물질에 대해 전자 수용성을 나타내며 위에 금속 산화물로부터 형성되는 물질과의 혼합층은 고 도전율을 가지며, 그러므로, 막은 저항을 증가시킴이 없이 두껍게 할 수 있다. 그러므로, 제 1 전극(101) 상에 분진, 오염물 등에 기인하여 함몰/돌기가 있을지라도, 함몰/돌기는 제 1 층(111)이 두껍게 형성되기 때문에 거의 영향을 미치지 않는다. 그러므로, 함몰/돌기에 기인한 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)간 단락회로와 같은 불량이 방지될 수 있다. 또한, 제 1 전극(101) 및 제 2 층(112)은 제 1 층(111)을 두껍게 형성함으로써 서로간에 분리될 수 있고, 따라서, 금속에 기인한 방출 켄치(quench)가 방지될 수 있다.

제 1 층(111)은 또 다른 유기 화합물을 포함할 수 있는 것에 유의한다. 또 다른 유기 화합물로서는 루브렌 등이 주어진다. 신뢰도는 루브렌을 첨가함으로써 향상될 수 있다.

이 제 1 층(111)은 증기증착 방법에 의해 형성될 수 있다. 복수의 화합물들의 혼합층이 제 1 층(111)으로서 형성될 때, 동시-증발(co-evaporation) 방법이 사용될 수 있다. 동시-증발 방법은 저항-가열 증발에 의한 동시-증발 방법, 전자-빔 증발에 의한 동시-증발 방법, 및 저항-가열 증발과 전자-빔 증발에 의한 동시-증발 방법을 포함한다. 또한, 제 1 층(111)은 동일 유형의 방법들 또는 서로 다른 유형들의 방법들을 조합함으로써, 예를 들면 저항-가열 증발 및 스퍼터링에 의한 증착, 및 전자-빔 증발과 스퍼터링에 의한 증착에 의해 형성될 수 있다. 위에 기술된 예는 2종류의 물질들을 포함하는 층을 보여준다. 그러나, 3이상 종류의 물질들이 포함될 때, 제 1 층(111)은 동일 유형의 방법들 또는 서로 다른 유형들의 방법들을 조합함으로써 유사하게 형성될 수 있다.

다음에, 발광층을 포함하는 층인 제 2 층(112)이 설명된다. 발광층을 포함하는 층은 발광층만으로 형성된 단일층 또는 발광층을 포함하는 복수층일 수 있다. 경우를 인용하기 위해서, 특정의 복수층은 발광층 및 추가로 전자 수송층 및/또는 정공 수송층을 포함한다. 도 3은 제 2 층(112)이 정공 수송층(122), 발광층(123), 및 전자

수송층(124)을 포함하는 복수층의 경우를 도시한 것이다.

정공 수송층(122)은 공지의 물질로부터 형성될 수 있다. 전형적인 예들은 방향족 아민 기반의 화합물들을 포함하며, 예를 들면, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]-바이페닐(이하, α-NPD라 함), 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐-아미노) -트리페닐아민(이하, TDATA라 함), 및 4,4',4"-트리스[T-(3-메틸페닐)-N-페닐-아미노]-트리페닐아민(이하 MTDATA라 함)과 같은 스타 버스트 방향족 아민 화합물들이 주어진다.

발광층(123)은 발광물질보다 큰 에너지 갭을 갖는 물질로부터 형성된 층 내 분산된 발광물질을 포함하는 층인 것이 바람직하다. 에너지 갭은 LUMO 레벨과 HOMO 레벨간 에너지 갭을 나타내는 것에 유의한다. 또한, 유리한 발광효율을 제공하며 요망되는 방출 파장의 발광을 생성할 수 있는 물질이 발광물질용으로 사용될 수 있다.

발광물질을 분산시키는 사용되는 물질에 대해서, 예를 들면, 안트라센 유도체들로서 이를테면 9,10-디(2-나프틸)-2-터트-부틸안트라센(약어:t-BuDNA); 카바졸 유도체들로서 이를테면 4,4'-비스(N-카바졸릴)바이페닐(약어:CBP); 금속착물들로서 이를테면 비스[2-(2-하이드옥시페닐)피리디나토] 아연(약어:$Znpp_2$), 및 비스[2-(2-하이드로옥시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약어:ZnBOX); 등이 사용될 수 있다. 그러나, 발광물질을 분산시키하는데 사용되는 물질은 이들 물질들로 제한되는 것은 아니다. 발광물질이 분산된 발광층(123)에 의해서, 집중에 기인한 발광물질로부터의 방출 켄치가 방지될 수 있다.

다음에, 발광층(123)용의 발광물질들이 언급될 것이다. 적색 방출이 얻어질 것이 요망될 때, 4-디시아노메칠렌-2-이소프로필-6-[2-(1,1,7,7-테트라메칠쥴로리딘-9-일)에테닐]-4H-피란(약어:DCJTI), 4-디시아노메칠렌-2-메칠-6-[2-(1,1,7,7-테트라메칠쥴로리딘-9-일)에테닐]-4H-피란(약어:DCJT), 4-디시아노메칠렌-2-터트-부틸-6-[2-(1,1,7,7-테트라메칠쥴로리딘-9-일)에테닐]-4H-피란(약어:DCJTB), 페리플란텐, 2,5-디시아노-1,4-비스[2-(10-메톡시-1,1,7,7-테트라메칠쥴로리딘-9-일)에테닐]벤젠, 등이 사용될 수 있다. 그러나, 적색 방출을 얻기 위한 물질은 이들 물질들로 제한되는 것은 아니며, 방출 스펙트럼에서 600nm 내지 680nm의 피크를 가진 방출을 나타내는 물질이 사용될 수 있다.

녹색 방출이 얻어질 것이 요망될 때, N-N'-디메칠퀴나크리돈(약어:DMQd), 쿠마린 6, 쿠마린 545T, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(약어:Alq_3), 등이 사용될 수 있다. 그러나, 녹색 방출을 얻기 위한 물질은 이들 물질들로 제한되는 것은 아니며, 방출 스펙트럼에서 500nm 내지 550nm의 피크를 가진 방출을 나타내는 물질이 사용될 수 있다.

또한, 청색 방출이 얻어질 것이 요망될 때, 9,10-디(2-나프틸)-2-터트-부틸안트라센(약어:t-BuDNA), 9,9'-바이안트릴, 9,10-디페닐안트센(약어:DPA), 9,10-비스(2-나프틸)안트라센(약어:DNA), 비스(2-메칠-8-퀴놀리노라토)-4-페닐페노라토-갈륨(약어:BGaq), 비스(2-메칠-8-퀴놀리라토)-4-페닐페놀라토-알루미늄(약어:BAlq), 등이 사용될 수 있다. 그러나, 청색 방출을 얻기 위한 물질은 이들 물질들로 제한되는 것은 아니며, 방출 스펙트럼에서 420nm 내지 500nm의 피크를 가진 방출을 나타내는 물질이 사용될 수 있다.

풀 컬러 디스플레이의 발광 장치는 이러한 발광물질을 선택함으로 제작될 수 있다.

백색 방출이 얻어질 것이 요망될 때, 예를 들면, TPD(방향족 디아민), 3-(4-터트-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약어:TAZ), 트리스(8-퀴놀리라토)알루미늄(약어:Alq_3), 적색 발광안료인 나일 레드가 도핑된 Alq_3, 및 Alq_3이 증기증착 방법 등에 의해 제 1 전극(101)측부터 순차로 적층된다.

또한, α-NPD, 페릴렌이 도핑된α-NPD, DCM1이 도핑된 비스(2-메칠-8-퀴놀리라토)-4-페닐페노라토-알루미늄(약어:BAlq), 및 Alq_3이 증기증착 방법 등에 의해 제 1 전극(101)측부터 순차로 적층될 수 있다.

또한, 백색 방출은 전자 수송제로서 30wt%의 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-터트-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약어:PBD)을 폴리(N-비닐카바졸)(약어:PVK)에 분산하고 적정량의 4종류의 안료들(TPB, 쿠마린 6, DCM1, 및 나일 레드)을 분산함으로써 얻어질 수 있다.

적색, 청색, 녹색, 및 백색 중 어느 한 색의 단일 색을 표시하는 발광 장치가 형성될지라도, 컬러필터에 의해 요망하는 방출이 나타날 수 있고, 또한 풀 컬러 디스플레이가 행해질 수 있다.

발광층(123)으로서, 금속 산화물이 유기 화합물에 혼합되는 층이 사용될 수 있다. 유기 화합물과 금속 산화물과의 혼합층을 사용함으로써, 제 2 층(112)이 저항을 증가시킴이 없이 두껍게 형성될 수 있다.

다음에, 전자 수송층(124)이 설명된다. 전자 수송층(124)은 주입된 전자들을 제 2 전극(102)에서 발광층(123)으

로 수송하는 기능을 갖는 층이다. 제 2 전극(102)과 발광층(123)을 서로간에 더 분리시키기 위해서 이러한 식으로 전자 수송층(124)을 제공함으로써, 금속에 기인한 방출 켄치가 방지될 수 있다.

전자 수송층(124)이 전자 이동도가 정공 이동도보다 큰 물질로부터 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 전자 수송층(124)이 $10^{-6}cm^2/Vs$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질로부터 형성되는 것이 더 바람직하다. 또한, 전자 수송층(124)은 위에 기술된 물질을 포함하는 2이상의 층들을 조합함으로써 형성된 복수층 구조를 갖는 층일 수 있다. 전자 수송층을 위한 구체적인 물질로서는, 퀴놀린 스켈레톤 또는 벤조퀴놀린 스켈레톤을 구비한 금속착물로서, 이를테면 트리스(8-퀴놀리라토)알루미늄(약어:Alq_3), 트리스(5-메칠-8-퀴놀리라토)알루미늄(약어:$Almq_3$), 비스(10-하이드로옥시벤조[h]-퀴놀리나토)베릴륨(약어:$BeBq_2$), 또는 위에 언급된 BAlq이 바람직하다. 또한, 옥사졸 기반 또는 티아졸 기반의 리간드를 갖는 금속착물로서, 이를테면 비스[2-(2-하이드로옥시페닐)-벤조옥사졸라토]아연(약어:$Zn(BOX)_2$) 또는 비스[2-(2-하이드로옥시페닐)-벤조티아졸라토]아연(약어:$Zn(BTZ)_2$)이 사용될 수 있다. 또한, 금속착물들 외에도, 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-터트-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약어:PBD), 1,3-비스[5-(p-터트-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약어:OXD-7),
3-(4-터트-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약어:TAZ),
3-(4-터트-부틸페닐)-4-(4-에칠페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트라아졸(약어:p-EtTAZ), 베토페난트롤린(약어:BPhen), 바토쿠프로인(약어:BCP), 등도 사용될 수 있다.

이 제 2 층(112)은 제 2 층(112)이 단일 층 구조 또는 적층 구조를 갖든지 간에 증기증착 방법에 의해 제조될 수 있다. 제 2 층(112)에 포함된 층들에 대해 혼합층이 형성될 때, 동시-증발 방법이 사용될 수 있다. 동시-증발 방법은 저항-가열 증발에 의한 동시-증발 방법, 전자-빔 증발에 의한 동시-증발 방법, 및 저항-가열 증발 및 전자-빔 증발에 의한 동시-증발 방법을 포함한다. 또한, 제 2 층(112)은 동일 유형의 방법들 또는 서로 다른 유형들의 방법들을 조합함으로써, 예를 들면 저항-가열 증발과 스퍼터링에 의한 증착, 및 전자-빔 증발과 스퍼터링에 의한 증착에 의해 형성될 수 있다. 위에 기술된 예는 2종류의 물질들을 포함하는 층을 보여준다. 그러나, 3이상 종류의 물질들이 포함될 때, 제 2 층(112)은 위에 기술된 바와 같이 동일 유형의 방법들 또는 서로 다른 유형들의 방법들을 조합함으로써 동일한 방법으로 형성될 수 있다.

다음에, 전자들을 발생하는 층인 제 3 층(113)이 설명된다. 제 3 층(113)으로서, 예를 들면, 전자 수송 물질 및 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내는 물질을 포함하는 층이 인용될 수 있다.

전자 수송 물질은 전자들의 수송 특성이 정공들보다 큰 물질이며, 예를 들면, 금속착물들로서 이를테면 트리스(8-퀴놀리라토)알루미늄(약어:Alq_3), 트리스(4-메칠-8-퀴놀리라토)알루미늄(약어:$Almq_3$), 비스(10-하이드로옥시벤조[h]-퀴놀리라토)베릴륨(약어:$BeBq_2$), 비스(2-메칠-8-퀴놀리라토)-4-페닐페놀라토-알루미늄(약어:BAlq), 비스[2-(2-하이드록옥시페닐)벤조옥사졸라토]아연(약어:$Zn(BOX)_2$), 및 비스-(2-하이드로옥시페닐)벤조티아졸라토]아연(약어:$Zn(BTZ)_2$); 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-터트-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약어:PBD); 1,3-비스[5-(p-터트-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약어:OXD-7); 3-(4-터트-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트라아졸(약어:TAZ); 3-(4-터트-부틸페닐)-4-(4-에칠페닐)-5-(4-바이페닐릴)-1,2,4-트라아졸(약어:p-EtTAZ); 바토페날트롤린(약어:BPhen); 바토쿠프로인(약어:BCP); 및 4,4'-비스(5-메칠-벤조옥사졸-2-일)스틸벤(약어:BzOs)이 사용될 수 있는 것에 유의한다. 또한, 제 3 층(113)은 n형 반도체로부터 형성될 수 있다. 그러나, 전자 수송 물질은 이것으로 제한되는 것은 아니다.

또한, 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내는 물질로서, 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속, 구체적으로, 리튬(Li), 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 등으로부터 선택된 물질이 사용될 수 있다.

또한, 알칼리 금속의 산화물, 알칼리 토류 금속의 산화물, 알칼리 금속의 질화물, 알칼리 토류 금속의 질화물 등은 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타낼 수 있다. 구체적인 물질로서, 산화리튬(Li_2O), 산화칼슘(CaO), 산화나트륨(Na_2O), 산화칼륨(K_2O), 산화마그네슘(MgO), 등이 주어진다. 유사한 효과를 나타내는 물질로서, 알칼리 금속의 질화물 또는 불화물, 및 알칼리 토류 금속의 질화물 또는 불화물이 주어지며, 구체적으로, 불화리튬(LiF), 불화세슘(CsF), 불화칼슘(CaF_2), 등이 주어질 수 있다. 그러나, 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내는 물질은 이것으로 제한되는 것은 아니다. 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내는 물질은 전자 수송 물질에 관하여 몰비가 0.5 대 2(= 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내는 물질/전자 수송 물질)가 되도록 포함되는 것이 바람직하다.

대안적으로, 제 3 층(113)은 산화아연, 황화아연, 셀렌화아연, 산화주석, 또는 산화티타늄과 같은 물질로부터 형성될 수 있다.

또한, 제 3 층(113)은 유기 화합물을 포함하는 전자 수송 물질과, 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내는 물질과의 혼합층을 포함한다. 제 3 층(113)용으로 사용되는 유기 화합물의 결정화는 유기 화합물과 무기 화합물과의 이 혼합층을 사용함으로써 억제될 수 있고, 제 3 층(113)은 저항을 증가시킴이 없이 두껍게 형성될 수 있다. 또한, 유기 화합물과, 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내며 위에 금속 산화물로부터 형성되는 물질과의 혼합층은 고 도전율을 가지며, 그러므로, 막은 두껍게 할 수 있다. 그러므로, 기판 상에 분진, 오염물 등에 기인하여 함몰/돌기가 있을지라도, 함몰/돌기는 제 3 층(113)이 저항을 증가시키지 않고 두껍게 형성되기 때문에 거의 영향을 미치지 않는다. 그러므로, 함몰/돌기에 기인한 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102)간 단락회로와 같은 불량이 방지될 수 있다. 또한, 제 1 전극(101) 및 제 2 층(112)은 제 3 층(113)을 두껍게 형성함으로써 서로간에 분리될 수 있고, 따라서, 금속에 기인한 방출 켄치가 방지될 수 있다.

또한, 전자 수송 물질에 대한 전자 수여 특성을 나타내는 물질로서, 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속으로부터 선택된 물질, 구체적으로, 리튬(Li), 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 등으로부터 선택된 금속의 산화물이 주어진다. 구체적인 금속 산화물로서, 알칼리 금속의 산화물 또는 알칼리 토류 금속의 산화물이 주어진다. 구체적으로, 산화리튬(Li_2O), 산화칼슘(CaO), 산화나트륨(Na_2O), 산화칼륨(K_2O), 산화마그네슘(MgO), 등이 주어진다. 유사한 효과를 나타내는 물질로서, 알칼리 금속의 질화물 또는 불화물, 및 알칼리 토류 금속의 질화물 또는 불화물이 주어지며, 구체적으로, 불화리튬(LiF), 불화세슘(CsF), 불화칼슘(CaF_2) 등이 주어진다. 또한, 유사한 효과가 얻어질 수 있다면 금속의 옥시나이트라이드가 사용될 수도 있다.

이 제 3 층(113)은 증기증착 방법에 의해 제조될 수 있다. 혼합층이 제 3 층(113)으로서 형성될 때, 동시-증발 방법이 사용될 수 있다. 동시-증발 방법은 저항-가열 증발에 의한 동시-증발 방법, 전자-빔 증발에 의한 동시-증발 방법, 및 저항-가열 증발 및 전자-빔 증발에 의한 동시-증발 방법을 포함한다. 또한, 제 3 층(113)은 동일 유형의 방법들 또는 서로 다른 유형들의 방법들을 조합함으로써, 예를 들면 저항-가열 증발과 스퍼터링에 의한 증착, 및 전자-빔 증발과 스퍼터링에 의한 증착에 의해 형성될 수 있다. 위에 기술된 예는 2종류의 물질들을 포함하는 층을 보여준다. 그러나, 3이상 종류의 물질들이 포함될 때, 제 3 층(113)은 위에 기술된 바와 같이 동일 유형의 방법들 또는 서로 다른 유형들의 방법들을 조합함으로써 동일한 방법으로 형성될 수 있다.

적층형 발광소자에서, 발광층들간에 제공된 제 3 층(113)은 여기 에너지가 발광층들 중 어느 하나만으로 향하여 이동하는 것을 방지하는 층으로서도 작용한다. 제 3 층(113)은 제 3 층(113) 밑에 형성된 발광층보다 큰 이온화 전위를 가지며 제 3 층(113) 위에 형성된 발광층의 LUMO레벨보다 큰 LUMO 레벨을 갖는 층인 것이 바람직하다.

이에 따라, 제 3 층은 1 내지 30nm의 막 두께를 갖도록 형성되는 것이 바람직하다.

적층형 발광소자에서, 제 1 층들(111) 및 제 3 층들(113)의 각각은 바이폴라 물질을 포함할 수 있다. 바이폴라 물질은 한 캐리어의 이동도와 다른 캐리어의 이동도가 서로 비교될 때, 전자 및 정공 중 어느 하나인 한 캐리어의 이동도 대 다른 캐리어의 이동도의 비의 값이 100이하, 바람직하게는 10 이하인 물질이다. 특히, 바이폴라 물질들 중에서, 정공 및 전자의 이동도가 $1x\ 10^{-6}\ cm^2/Vs$ 이상인 물질이 사용되는 것이 바람직하다. 바이폴라 물질로서, 예를 들면, 2,3-비스(4-디페닐아미노페닐)퀴노옥살린(약어:TPAQn), 2,3-비스{4-[N-(1-나프틸)-W-페닐아미노]페닐}-디벤조[f,h]퀴노옥살린(약어:NPADiBzQn), 등이 주어진다. 또한, 제 1 층들(111) 및 제 3 층들(113)의 각각은 동일 바이폴라 물질을 포함할 수 있다.

본 발명의 한 특징은 발광 출력 효율이 높도록 각 발광소자 내 제 1 층들(111)의 두께들이 1/4 파장의 대략 기수배이며, 발명은 도 3에 도시된 발광 소자의 구조로 제한되는 것은 아님에 유의한다. 예를 들면, 도 3이 제 3 층(113)과 접촉하여 형성된 전자 수송층(124)이 구비된 구조를 보이고 있을지라도, 전자 수송층(124)이 포함되지 않는 경우가 있을 수 있다. 이 경우에, 발광층(123)은 제 3 층(113)과 접촉하여 있고, 그러므로, 발광물질을 분산시키기 위한 물질이 발광층(123)에 대해 사용되는 것이 바람직하다. 유사하게, 정공 수송층(122)이 포함되지 않는 경우가 있을 수 있다.

또한, 분산됨이 없이 발광을 생성할 수 있는 물질, 이를테면 Alq_3가 발광층(123)에 대해 사용될 수 있다. Alq_3 등이 유리한 캐리어 수송특성을 갖는 발광물질이기 때문에, Alq_3만으로 구성된 층은 분산됨이 없이 발광층(123)으로서 기능할 수 있다.

이들 제 1 내지 제 3 층들(111 내지 113)은 증기증착 방법과 같은 동일한 방법에 의해 형성될 수 있고, 그러므로 공기에 노출됨이 없이 연속적으로 형성될 수 있다. 계면 등에 혼합되는 분순물은 이러한 방법으로 공기에 노출됨이 없이 연속적으로 제 1 내지 제 3 층들(111 내지 113)을 형성함으로써 감소될 수 있다.

도 4는 도 3의 구조와는 다른 구조를 도시한 것이다.

도 4에 도시된 바와 같이, 이 실시형태에서 보인 발광 소자는 제 1 전극(101)부터 순차적으로 적층되는 제 1 층(111), 제 2 층(112), 제 3 층(113), 및 제 4 층(128)을 포함하며, 구조는 제 4 층(128)을 제공하는 특징을 갖는다. 제 4 층(128)은 제 1 층(111)과 동일한 물질로부터 형성될 수 있다. 또 다른 구조는 위에 기술되었으므로, 설명은 생략된다.

이와 같이 하여 제 4 층(128)을 제공함으로써, 제 2 전극(102)이 형성될 때 각 층에의 손상은 감소될 수 있다.

발광유닛들이 적층되는 발광소자에서, 각각의 발광소자 내 제 1 층들(111)의 두께들은 발광 출력 효율이 향상되도록 차별화된다. 차별화된 두께들의 경우에, 유기 화합물과 금속 산화물과의 혼합층이 제 1 층(111)과 동일한 방식으로 제 4 층(128)에 대해 사용될 수 있다. 제 4 층(128)에 대해 혼합층을 사용함으로써, 막이 두껍더라도 구동 전압은 상승하지 않기 때문에 제 4 층(128)에 대해 혼합층이 사용되는 것이 바람직하다. 금속 산화물이 동등한 효과가 얻어질 수 있다면 금속의 질화물 또는 옥시나이트라이드가 사용될 수도 있는 것에 유의한다.

또한, 제 2 전극(102)이 형성될 때 야기되는 손상은 제 4 층(128)을 두껍게 함으로써 더욱 감소될 것으로 예상될 수 있다.

본 발명은 유기 화합물과 금속 산화물과의 혼합층이 발광유닛들이 적층되는 발광소자 내 제 1 층(111) 및 제 4 층(128)에 대해 사용되며 발광 출력 효율이 층이 두께에 의해 향상되며, 저 전압에서 구동이 달성될 수 있는 발광 장치를 제공할 수 있다. 또한, 발광층(123) 및 제 2 전극(101), 또는 발광층(123) 및 제 2 전극(102)은 층들을 두껍게 형성함으로써 서로간에 분리될 수 있고, 따라서, 금속에 기인한 방출 켄치가 방지될 수 있다. 또한, 발광소자는 두껍게 형성될 수 있고, 따라서, 전극들간에 단락회로가 방지될 수 있고, 대량생산이 향상될 수 있다.

위에 기술된 층을 갖는 적층형 발광소자를 구비하는 발광 장치는 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고, 저 전력소비가 달성될 수 있다.

(실시형태 5)

이 실시형태에서, 3개의 화소들이 단면도가 도 5를 참조로 설명되며, 여기서 발광소자를 향한 전류 공급을 제어하는 트랜지스터(구동 트랜지스터)는 p형 박막 트랜지스터(TFT)(611)이고 발광소자(603)로부터 방출되는 광은 제 2 전극(102) 측으로부터 인출된다(탑 방출형). 이 실시형태에서, 각각 R, G, B의 방출을 나타내는 발광유닛들(100R, 100G, 100B)이 적층되고, 따라서, 색들이 혼합되어 발광소자로부터 방출되는 광은 백색광으로서 인지될 수 있다. 그러므로, 풀 컬러 디스플레이가 대향 기판(610) 상에 형성되는 각 색의 컬러필터들(612R, 612G, 612B)을 사용함으로써 행해지는 형태를 나타낸다.

이 외에도, 백색을 나타내는 발광유닛들이 적층되는 발광소자는 적색 방출을 나타내는 발광유닛과 초록 방출을 나타내는 발광유닛이 적층되는 구조를 갖는다. 색들을 혼합함으로써, 발광소자로부터 방출되는 광은 백색광으로서 인지될 수 있다.

도 5에서, p형 TFT(611)은 기판(600) 상에 형성되며 제 1 전극(101) 및 TFT(611)은 전기적으로 접속된다. 또한, R, G, B 각각의 방출을 나타내는 발광유닛들이 적층되고 제 2 전극(102)은 제 1 전극(101) 상에 적층된다. 발광소자의 구조가 위의 실시예에서 보인 바와 같이 제 1 내지 제 3 층들(111 내지 113)을 포함하고 제 4 층(128)을 더 포함하는 경우가 있을 수 있다.

TFT(611)은 불순물 원소가 첨가된 소스 영역 및 드레인 영역과, 두께가 10 내지 200nm인 분리된 섬 형상의 반도체막에 형성된 채널 형성영역을 갖는다. 반도체막에 대해서, 비정질 반도체막, 결정질 반도체막, 및 마이크로결정질 반도체막 중 어느 것이 사용될 수 있다. 예를 들면, 결정질 반도체막의 경우에, 비정질 반도체막을 먼저 형성하고 이어서 열처리를 수행함으로써 얻어진 결정된 반도체막이 사용될 수 있다. 열처리는 가열 노(heating furnace), 레이저 조사, 레이저광 대신 램프로부터 방출되는 광에 의한 조사(이하, 램프 어닐링이라 함), 또는 이들의 조합을 사용한 처리를 나타낸다. 레이저 조사를 사용하는 경우에, 연속파 레이저(CW 레이저) 또는 펄스-발진 레이저(펄스 레이저)가 사용될 수 있고, 또한, 이들 레이저들은 조합되어 사용될 수 있다. 예를 들면, 연속파 기본파의 레이저 광 및 연속파 고조파의 레이저광이 방출될 수도 있고, 대안적으로, 연속파 기본파의 레이

저 광 및 펄스-발진 고조파의 레이저광이 방출될 수도 있다. 복수의 레이저광들을 방출함으로써, 에너지가 보상될 수 있다.

또한, 레이저 방사의 경우에, 레이저의 입사각은 반도체막에 관하여 θ(0°<θ<90°) 가 되게 설정될 수 있다. 결국, 레이저 광간섭(interferometry)이 방지될 수 있다.

대안적으로, 레이저광에 의해 반도체막을 용융시키고부터 이를 고화시키기까지의 기간 동안 다음 펄스 레이저광을 방출할 수 있는 반복율로 레이저 광을 발진시킴으로써 주사방향으로 연속하여 성장되는 결정 그레인을 얻을 수 있는 펄스 레이저가 사용될 수도 있다. 펄스 발진의 기간이 반도체막을 용융시키고부터 이의 고화를 완료하기까지의 기간보다 짧게 되도록, 하한을 갖는 주파수로 방출되는 펄스 빔이 사용될 수 있다. 실제로 사용될 수 있는 펄스 빔의 반복율은 10MHz 이상이고, 수십 내지 수백 Hz의 통상적으로 사용되는 주파수 대역보다 훨씬 높은 주파수 대역이 사용된다.

열처리에 의한 또 다른 결정화 방법으로서, 가열 노를 사용하는 경우에, 2 내지 20 시간동안 500 내지 550℃에서 비정질 반도체막을 가열하는 방법이 있다. 이 경우에, 온도는 점차적으로 높아지도록 500 내지 550℃ 범위에서 다단계 조절에 의해 제어되는 것이 바람직하다. 반도체막 내에 수소 등이 낮은 온도에서 초기 가열 단계에서 방출되기 때문에, 결정화에 의한 막 거칠기가 감소될 수 있고, 또한, 댕글링 본드가 종단을 이룰 수 있다. 또한, 가열 온도가 감소될 수 있기 때문에, 비정질 반도체막 상에 결정화를 촉진시키는 금속 원소, 예를 들면 Ni를 제공하는 것이 바람직하다. 이러한 금속원소를 사용한 결정화의 경우에서도, 반도체막은 600 내지 950℃로 가열될 수 있다.

그러나, 금속 원소를 형성하는 경우에, 반도체 원소의 전기적 특성에 악영향이 야기되는 우려가 있다. 그러므로, 금속원소를 감소 또는 제어하기 위한 게터링 단계를 수행하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 게터링 싱크로서 비정질 반도체막에 금속원소를 포획하는 단계가 수행될 수 있다.

또한, TFT(611)은 반도체막 및 게이트 전극을 덮는 게이트 절연막을 구비하며, 수소를 함유하는 절연막은 게이트 전극 상에 제공될 수 있다. 결정질 반도체막 내 댕글링 본드가 수소에 의해 종단을 이룰 수 있다.

TFT(611)는 고농도 불순물 영역들로서, 소스영역 및 드레인 영역만을 포함하는 단일-드레인 구조를 구비한다. 대안적으로, TFT(611)는 저농도 불순물 영역 및 고농도 불순물 영역들을 포함하는 LDD(Lightly Doped Drain) 구조를 구비할 수도 있다. TFT(611)은 저농도 불순물 영역이 게이트 전극과 중첩되는 GOLD(Gate Overlapped LDD)구조를 구비할 수도 있다.

TFT(611)은 층간 절연막(607)으로 덮이고, 개구를 가진 절연막(608)은 층간 절연막(607) 상에 형성된다. 이 실시형태에서, 발명은 층간 절연막(607) 및 절연막(608)을 구비하는 구조로 제한되는 것은 아니며, 층간 절연막(607)만을 구비하는 구조가 채용될 수도 있다. 층간 절연막(607)은 단일층 구조 또는 적층 구조일 수 있고, 무기 물질, 유기 물질, 또는 무기물질과 유기물질의 적층구조로부터 형성될 수 있다. 유기 물질이 사용될 때, 평탄도가 향상될 수 있다. 유기물질로서, 폴리이미드, 아크릴, 폴리아미드, 폴리이미드 아미드, 레지스트, 또는 벤조사이클로부텐이 사용될 수 있다. 또한, 층간 절연막(607)에 대해 실록산 또는 폴리실록산이 사용될 수도 있다. 실록산은 출발물질로서 실록산 기반의 물질을 사용함으로써 형성된 Si-O-Si 본드를 포함하는 절연막이다. 폴리실록산은 출발물질로서 실리콘(Si) 및 질소(N)의 본드를 갖는 폴리머 물질을 함유하는 액체물질을 사용함으로써 형성된 절연막이다. 이 실시형태에서, 층간 절연막(607)이 무기물질로부터 형성되는 구조를 나타낸다.

제 1 전극(101)은 절연막(608)의 개구부에서 부분적으로 노출되고, 제 1 전극(101), 발광유닛들(100B, 100G, 100R), 및 제 2 전극(102)이 개구에 순차로 적층되는 적층형 발광소자가 형성된다.

발광유닛들(100B, 100G, 100R)의 경우에, 각 제 1 층(111)의 두께는 각각의 발광층(123)으로부터 발광 출력 효율이 향상되도록 1/4 파장의 대략 기수배이다. 또한, 두께 증가에 기인하여 구동전압이 상승하는 것을 방지하기 위해 제 1 층(111)에 대해 유기 화합물 및 금속 산화물이 혼합된 층이 사용된다.

위에 기술된 바와 같이, 각각의 발광유닛은 발광층(123)을 구비하는 제 2 층(112) 외에도, 정공 수송성 물질을 구비하는 제 1 층(111), 전자 수송 물질을 구비하는 제 3 층(113), 등을 포함한다.

이 실시형태에서, TFT(611)이 p채널형이므로, 제 1 전극(101)은 애노드이고 정공 수송성 물질을 갖는 제 1 층(111), 발광층(123)을 갖는 제 2 층(112), 및 전자 수송 물질을 갖는 제 3 층(113)이 제 1 전극(101)부터 순차적으로 적층된다. 대안적으로, TFT(611)가 n형일 때, 제 1 전극(101)은 캐소드인 것이 바람직하고, 전자 수송 물질을 갖는 제 3 층(113), 발광층(123)을 갖는 제 2 층(112), 및 정공 수송성 물질을 갖는 제 1 층(111)이 제

1 전극(101)부터 순차적으로 적층된다.

이 실시형태에서, 탑 방출형이 채용되며, 따라서, 제 1 전극(101)은 반사율(즉, 비-광투과 특성)을 가지며, 제 2 전극(102)이 광투과 물질로부터 형성된다. 이들 물질들에 대해서는 위에 기술된 실시형태를 참조할 수 있다.

도 5에 도시된 화소의 경우에, 발광소자(603)로부터 방출되는 광은 화살표로 나타낸 바와 같이 제 2 전극(102) 측으로부터 인출될 수 있고, 컬러필터들(612R, 612G, 612B)에 의해 풀 컬러 디스플레이가 수행될 수 있다.

본 발명에 따라서, 단일층을 갖는 백색 물질로부터 형성된 발광소자에 비해, 각각의 R, G, B의 방출 파장들이 서로 더해진 넓은 범위를 가진 백색 방출이 얻어질 수 있다. 또한, R, G, B의 각각의 발광유닛에서, 제 1 층(111)의 두께는 발광 출력 효율이 향상되도록 1/4 파장의 대략 기수배이다. 그러므로, 제 1 층들(111)의 두께들은 R, G, B의 각각에 따라 서로 다르며, 특별히 두껍게 할 것이 요구되는 제 1 층(111)에 대해 유기 화합물 및 금속 산화물이 혼합된 층이 사용되는 것이 바람직하다. 이것은 제 1 층의 두께가 증가될지라도 구동전압이 상승되는 것으로부터 방지될 수 있기 때문이다.

이 실시형태에서, TFT(611)은 n형이 되게 제작될 수 있다. 이 경우, 정공 수송성 물질을 갖는 제 3 층(113), 발광층(123)을 갖는 제 2 층(112), 및 정공 수송성 물질을 갖는 제 1 층(111)이, 제 1 전극(101)을 캐소드로서 작용하게 함으로써 제 1 전극(101)부터 순차로 적층될 수 있다.

(실시형태 6)

이 실시형태에서는, 기판(600) 밑에 형성된 각 색의 컬러필터들(612R, 612G, 612B)에 의한 풀 컬러 디스플레이를 행하는 형태를 보이며, 여기서 트랜지스터(611)는 p형이고 발광소자(603)로부터 방출되는 광은 제 1 전극(101) 측으로부터 인출된다(바텀 방출형).

도 6에서, 발광소자(603)의 제 1 전극(101) 및 TFT(611)는 전기적으로 접속된다. 또한, 발광유닛들(100B, 100G, 100R) 및 제 2 전극(102)는 제 1 전극(101) 상에 적층된다.

TFT(611)은 위에 실시형태에서와 동일한 방식으로 형성될 수 있다. 또한, 이 실시형태에서, 발명은 층간 절연막(607) 및 절연막(608)을 구비하는 구조로 제한되는 것은 아니며, 층간 절연막(607)만을 구비하는 구조가 채용될 수 있다. 또한, 바텀 방출형이 채용되기 때문에, 제 1 전극(101)은 광투과 특성을 가지며, 제 2 전극(102)은 반사율을 갖는다. 이들 물질들에 대해서, 위에 기술된 실시형태를 참조할 수 있다. 또한, 각 색의 컬러필터들(612R, 612G, 612B)은 광 방출 측에 있는 제 1 전극(101) 측에서 기판(600) 밑에 제공된다. 컬러필터들(612R, 612G, 612B)은 기판(600) 밑에 제공될 필요는 없으며 발광 방향에 제공될 수 있는 것에 유의한다. 예를 들면, 컬러필터들(612R, 612G, 612B)은 층간 절연막(607)에서와 동일한 층에 제공될 수 있다.

발광유닛들이 적층되는 발광소자(603)는 위에 실시형태에서와 동일한 방식으로 형성될 수 있다. 즉, 발광유닛들(100B, 100G, 100R)의 각각에서, 제 3 층(113)의 각각의 두께는 각 발광층(123)으로부터 발광 출력 효율이 향상되도록 1/4 파장의 대략 기수배이다. 또한, 유기 화합물 및 금속 산화물이 혼합된 층은 두께 증가에 기인하여 구동전압이 상승하는 것을 방지하기 위해서 제 3 층(113)에 대해 사용된다. 제 3 층(113)에 구체적인 물질로서, 산화리튬(Li_2O), 산화칼슘(CaO), 산화나트륨(Na_2O), 산화칼륨(K_2O), 산화마그네슘(MgO), 등이 주어진다. 유사한 효과를 나타내는 물질로서, 알칼리 금속의 질화물 또는 불화물, 및 알칼리 토류 금속의 질화물 또는 불화물이 주어지며, 구체적으로, 불화리튬(LiF), 불화세슘(CsF), 불화칼슘(CaF_2), 등이 주어질 수 있다.

도 6에 도시된 화소의 경우에, 발광소자(603)로부터 방출되는 광은 화살표로 나타낸 바와 같이 제 1 전극(101) 측으로부터 인출될 수 있고, 컬러필터들(612R, 612G, 612B)에 의해 풀 컬러 디스플레이가 수행될 수 있다.

발명에 따라서, 단일층을 갖는 백색 물질로부터 형성된 발광소자에 비해, 각각의 R, G, B의 방출 파장들이 서로 더해진 넓은 범위를 가진 백색 방출이 얻어질 수 있다. 또한, R, G, B의 각각의 발광유닛에서, 제 3 층(113)의 두께는 발광 출력 효율이 향상되도록 1/4 파장의 대략 기수배이다. 그러므로, 제 3 층들(113)의 두께들은 R, G, B의 각각에 따라 서로 다르며, 특별히 두껍게 할 것이 요구되는 제 3 층(113)에 대해 유기 화합물 및 금속 산화물이 혼합된 층이 사용되는 것이 바람직하다. 이것은 두께가 증가될지라도 구동전압이 상승되는 것으로부터 방지될 수 있기 때문이다.

이 실시형태에서 TFT(611)이 n형인 경우에, 제 1 전극(101)은 캐소드로서 작용하게 만들어진다. 그러므로, 전자 수송 물질을 갖는 제 1 층, 발광층을 갖는 제 2 층, 및 정공 수송성 물질을 갖는 제 3 층이 제 1 전극(101)부터 순차적으로 적층될 수 있다.

(실시형태 7)

이 실시형태에서, 발광유닛들(100R, 100G, 100B)의 각각에 대한 각각의 발광색을 나타내는 발광 물질들을 사용함으로써 컬러 필터들을 사용하지 않고 풀 컬러 디스플레이가 행해지는 경우가 설명된다.

도 7에 도시된 탑 방출형 발광 장치가 설명되며, 여기서 TFT(611)은 p형이고 발광소자(603)로부터 방출되는 광은 제 2 전극(102) 측으로부터 인출된다. TFT(611) 및 발광소자(100R, 100G, 100B)의 각각은 기판(600) 상에 제공된다. 이 때, 적층형 발광소자(100B)는 청색(B)에 대해 사용되고, 단층형 발광소자들(100R, 100B)은 적색(R) 및 녹색(G)에 대해 각각 사용된다. 이때, 각각의 발광소자의 제 1 층(111)의 두께는 발광 출력 효율을 향상시키기 위해서 1/4 파장의 대략 기수배이다. 적층형 발광소자에서, 제 1 층(111)의 두께는 각 발광소자에 따라 1/4 파장의 대략 기수배이다.

청색 발광소자는, 청색을 방출하는 발광소자가 다른 색들을 방출하는 발광소자들에 비해 낮은 발광 효율을 가져 짧은 수명을 갖기 때문에 위에 기술된 바와 같이 적층된다. 발광 효율이 낮기 때문에, 고전압에서 구동할 것이 요구되며, 따라서, 열화가 발생하기가 쉽다. 발광소자를 적층함으로써, 동일 전류밀도에서 발광 효율이 향상될 수 있고, 따라서, 전류흐름의 밀도가 낮게 유지될 수 있고 수명이 개선될 수 있다.

TFT(611), 층간 절연막(607), 및 절연막(608)의 구조들은 위에 실시형태에서와 동일하고, 따라서, 설명은 생략된다. 이 경우, 제 1 전극(101)은 반사율을 갖는 물질로부터 형성되고 제 2 전극(102)은 광투과 물질로부터 형성된다.

풀 컬러 디스플레이가 도 7에 도시된 바와 같이 행해질지라도, 컬러필터들(612R, 612G, 612B)은 기판(600) 상에 또는 위에 실시형태에서 보인 바와 같이 대향 기판(610) 상에 제공될 수 있다. 방출 스펙트럼의 폭이 좁을 수 있어 미려한 이미지가 컬러필터를 사용하여 제공될 수 있다.

TFT(611)이 n형일 수 있고, 이 경우, 제 1 전극(101)이 바람직하게는 캐소드인 것에 유의한다. 그러면, 전자 수송 물질을 갖는 제 3 층(113), 발광층(123)을 갖는 제 2 층(112), 및 정공 수송성 물질을 갖는 제 1 층(111)이 제 1 전극(101)부터 순차적으로 적층될 수 있다.

적층형 발광소자는 청색(B) 이외에 적색(R) 및 녹색(G) 발광소자들에 대해 사용될 수 있다. 발광소자를 적층함으로써, 동일 전류밀도에서 발광 효율이 향상될 수 있고, 따라서, 전류밀도는 낮게 유지될 수 있고 수명이 개선될 수 있다.

(실시형태 8)

이 실시형태에서, 대향 기판(610)에 의해 밀봉된 발광 장치에서 외부회로에 접속될 수 있는 모듈의 형태가 설명된다. 이 실시형태에서, 층간 절연막(607) 및 절연막(608)을 구비하는 구조가 아니라 층간 절연막(607)만을 구비하는 구조가 설명된다. 층간 절연막(607)만을 구비하는 구조를 채용함으로써 단계들의 수가 감소되고, 따라서, 대량 생산성이 향상될 수 있다.

도 8a는 기판(600) 상에 화소부(720), 화소부의 주변에 제 1 주사선 드라이버 회로(721), 제 2 주사선 드라이버 회로(722), 및 신호선 드라이버 회로(623)가 집적되는 발광 장치를 도시한 것이다. 제 1 주사선 드라이버 회로(721), 제 2 주사선 드라이버 회로(722), 및 신호선 드라이버 회로(723)가 가요성 인쇄회로(716)를 통해 각각 외부회로에 접속된다.

발광 장치는 발광소자가 공기에 직접 노출되지 않도록 밀봉된다. 이 실시형태에서, 밀봉은 기판(600) 및 대향 기판(610)을 밀봉물질(712)에 의해 서로 본딩함으로써 행해진다.

도 8b는 도 8a에 E-F의 단면도이다. 도 8b에 도시된 바와 같이, 밀봉된 내부(751)는 공동이고, 내부는 질소가스 또는 불활성 가스와 같은 가스로, 또는 발광소자의 열화를 야기하는 산소 또는 습기의 침입이 방지될 수 있기 때문에 수지로 채워질 수 있다. 또한, 외부회로로부터 신호입력은 접속 와이어(705)로부터 가요성 인쇄회로(716)를 통해 제 1 주사선 드라이버 회로(721), 제 2 주사선 드라이버 회로(722), 및 주사선 드라이버 회로(723)에 입력되고, 이미지로서 표시될 드라이버 회로로부터의 신호에 의해 각 발광소자에 따라 방출상태 또는 비-방출상태가 제어될 수 있다. 가요성 인쇄회로(716) 및 접속 와이어(705)는 이방성 도전성 물질(715)을 통해 서로 접속된다.

또한, 기판(600)에서 대향 기판(610)까지의 거리를 유지하기 위해서 밀봉물질(712)에 의해 본딩되는 스페이서(752)가 제공된다. 스페이서(752)가 TFT(611)의 층간 절연막(607) 상에 제공될지라도, 발명은 이것으로 제한되

는 것은 아니다. 또한, 스페이서(752)는 원주(columnar) 형상 또는 구형의 형상일 수 있다.

발광소자(603)가 단색 방출 또는 R, G, B의 방출을 나타내는 경우에서, 컬러필터(612)는 대향 기판(610) 상에 제공될 수 있다. 컬러필터(612)의 위치는 대향 기판(610) 측이 아니라 기판(600) 측일 수 있다. 미려한 이미지가 컬러필터(612)를 사용하여 제공될 수 있다.

도 8c는 도 8a에 E-F의 단면도를 도시한 것이다. 도 8c는 기판(600) 및 대향기판(610)이 밀봉물질(712)에 의해서가 아니라 수지(753)에 의해 본딩된 점에서, 도 8b와는 다른 구조를 갖는다. 수지(753)에 의해 기판을 본딩함으로써, 밀봉 물질(712)을 형성시 불량(inferiority)이 제거될 수 있다. 수지(753)에 건조제가 첨가될 수 있다. 또한, 광투과 특성을 갖는 수지(753)가 방출 방향에 따라 사용될 수 있다.

이 실시형태에서, 제 1 주사선 드라이버 회로(721), 제 2 주사선 드라이버 회로(722), 및 신호선 드라이버 회로(723)는 화소부(720)만이 형성된 기판에 TAB(테이프 자동 본딩)에 의해 실장되고, 제 1 주사선 드라이버 회로(721), 제 2 주사선 드라이버 회로(722), 및 신호선 드라이버 회로(723)는 화소부(720) 및 이의 주변에 COG(칩 온 글래스) 방법에 의해 실장되고, 또는 화소부(720), 제 1 주사선 드라이버 회로(721), 및 제 2 주사선 드라이버 회로(722)는 기판(600) 상에 집적될 수 있고, 신호선 드라이버 회로(723)는 개별적으로 IC로서 실장될 수도 있다. 발명에 따른 발광 장치는 어떤 형태의 드라이버 회로에서든지 효과를 얻을 수 있다. 또한, 결정질 반도체막을 사용하는 TFT 또는 비정질 반도체막을 사용하는 TFT가 드라이버 회로에서 사용될 수 있다. 예를 들면, 제 1 주사선 드라이버 회로(721) 및 제 2 주사선 드라이버 회로(722)는 신호선 드라이버 회로(723)에 비해 고속으로 동작할 것이 요구되지 않으며, 따라서, 비정질 반도체막을 사용하는 TFT이 사용될 수 있다. 또한, 비정질 반도체막을 사용하는 TFT는 신호선 드라이버 회로(723)에서도 회로들의 일부로서, 예를 들면, 버퍼 회로에 사용될 수 있다.

(실시형태 9)

이 실시형태에서, 위에 실시형태와는 다른 발광 장치의 형태가 예시된다. 이 실시형태에서, 층간 절연막(607) 및 절연막(608)을 구비하는 구조가 아니라 층간 절연막(607)만을 구비하는 구조가 설명된다. 층간 절연막(607)만을 구비하는 구조를 채용함으로써 단계들의 수가 감소되고, 따라서, 대량 생산성이 향상될 수 있다.

도 15a는 도 5에 도시된 탑 방출형 발광 장치 및 도 6에 도시된 바텀 방출형 발광 장치가 하나의 발광 장치가 되게 서로 본딩되는 형태를 도시한 것이다. 이 경우, 탑 방출형 발광 장치의 기판(600)은 바텀 방출형 발광 장치의 대향 기판으로서 사용될 수 있다.

예를 들면, 발광소자(603)까지의 형성은 바텀 방출형 발광 장치에서 행해진다. 이어서, 탑 방출형 발광 장치 및 바텀 방출형 발광 장치가 밀봉물질(712)에 의해 서로 본딩된다. 이 때, 탑 방출형 발광 장치는 대향 기판(610)이 접착된 상태에 있을 수 있다.

위에 실시형태에서와 동일한 방식으로, 본딩에 의해 생성된 공간은 질소가스 또는 불활성 가스와 같은 가스, 또는 수지로 채워질 수 있다. 예를 들면, 수지로서 에폭시 수지가 사용될 수 있다. 에폭시 수지는 접착성을 가지며, 그러므로, 접착 강도가 향상될 수 있다.

도 15b는 도 5에 도시된 탑 방출형 발광 장치 및 도 6에 도시된 바텀 방출형 발광 장치가 하나의 발광 장치가 되게 서로 본딩되고 주사선 드라이버 회로 또는 신호선 드라이버 회로(723)가 공유되는 형태를 도시한 것이다. 이 경우, 탑 방출형 발광 장치의 기판(600)은 바텀 방출형 발광 장치의 대향 기판으로서 사용될 수 있다. 주사선 드라이버 회로 또는 신호선 드라이버 회로(723)를 공유한다는 것은 한 발광 장치의 기판(600) 상에 제공된 주사선 드라이버 회로 또는 신호선 드라이버 회로(723)로부터 또 다른 발광 장치 상에 제공된 발광소자(603)로 신호가 공급되도록 배선들의 형성이 행해짐을 의미한다. 그러므로, 화소부(720)만이 기판(600) 상에 제공된 상태에서 또 다른 발광 장치가 본딩될 수 있다.

위의 실시형태와 동일한 방식으로, 본딩에 의해 생성된 공간은 질소가스 또는 불활성 가스와 같은 가스, 또는 수지로 채워질 수 있다. 예를 들면, 수지로서 에폭시 수지가 사용될 수 있다. 에폭시 수지는 접착성을 가지며, 그러므로, 접착 강도가 향상될 수 있다.

또한, 발명에 적용될 수 있는 발광 장치는 탑 방출형 발광 장치 및 바텀 방출형 발광 장치와 같은 서로 다른 방출 방향들을 갖는 발광 장치들로 제한되는 것은 아니며, 동일 방출 방향들을 갖는 발광 장치들이 서로 본딩될 수 있다. 예를 들면, 도 6에 도시된 바텀 방출형 발광 장치들은 하나의 발광 장치가 되게 서로 본딩될 수 있다. 이 경우, 방출 방향은 동일하며, 따라서, 바텀 방출형 발광 장치들은 서로 면하도록 배열되고, 광을 외부 방향

으로 방출하도록 밀봉물질(712)에 의해 서로 본딩된다. 유사하게, 도 5에 도시된 탑 방출형 발광 장치들은 하나의 발광 장치가 되도록 서로 본딩될 수 있다. 이 경우에, 기판들(600)은 외부방향으로 광을 방출하도록 서로 본딩될 수 있다.

바텀 방출형 발광 장치들을 서로 면하도록 본딩하는 경우에, 본딩은 도 15c에 도시된 바와 같이 대향 기판(610)을 제공함이 없이 행해질 수 있다. 결국, 발광 장치를 얇게 하는 것이 달성될 수 있다. 예를 들면, 발광소자(603)까지의 형성은 2개의 바텀 방출형 발광 장치들에서 행해진다. 이어서, 탑 방출형 발광 장치들이 밀봉물질(712)에 의해 서로 본딩된다. 명백히, 대향 기판(610)이 공유될 수 있고, 본딩은 대향 기판(610)이 각각의 바텀 방출형 발광 장치에 접착된 상태에서 행해질 수 있다.

위의 실시형태에와 동일한 방식으로, 본딩에 의해 생성된 공간은 질소가스 또는 불활성 가스와 같은 가스, 또는 수지로 채워질 수 있다. 예를 들면, 수지로서 에폭시 수지가 사용될 수 있다. 에폭시 수지는 접착성을 가지며, 그러므로, 접착 강도가 향상될 수 있다.

이 실시형태는 위의 실시형태들과 자유롭게 조합될 수 있다. 예를 들면, 밀봉이 도 8c에 도시된 밀봉물질을 사용하지 않고 수지(753)에 의해 행해지는 구조가 이 실시형태에서 보인 발광 장치에 대해 채용될 수 있다.

발광 장치를 사용함으로써, 고 부가가치의 디스플레이 장치가 달성될 수 있고 새로운 애플리케이션이 제공될 수 있다.

(실시형태 10)

이 실시형태에서, 발광 장치에 포함된 화소의 등가 회로도가 도 9a 내지 도 9d를 참조로 설명된다.

도 9a는 신호선(912), 전원공급선(915), 및 주사선(910), 및 발광소자(603), 트랜지스터들(611, 911), 및 커패시터 소자(904)를 포함하는 화소의 등가회로의 예를 도시한 것이다. TFT는 트랜지스터에 적용될 수 있다.

이 등가회로에서, 비디오 신호가 신호선 드라이버 회로에서 신호선(912)으로 입력된다. 트랜지스터(911)는 주사선(910)에 입력되는 선택신호에 따라 트랜지스터(611)의 게이트에 비디오 신호의 전위의 공급을 제공할 수 있고, 스위칭 트랜지스터라 칭한다. 트랜지스터(611)는 비디오 신호의 전위에 따라 발광소자(603)에 전류의 공급을 제어할 수 있고, 구동 트랜지스터라 칭한다. 발광소자는 공급되는 전류에 따라 방출상태 또는 비-방출 상태가 되고, 이것은 이미지들을 표시하는 것을 가능하게 한다. 커패시터 소자(904)는 트랜지스터(911)의 게이트와 소스간 전압을 유지할 수 있다.

도 9b는 주사선(919) 및 트랜지스터(918)가 추가로 도 9a에 도시된 화소의 등가 회로도에 제공된 화소의 등가 회로도이다.

트랜지스터(918)는 발광소자(603)에 어떠한 전류도 흐르지 않는 상태가 강제적으로 만들어질 수 있도록 트랜지스터(611)의 게이트 및 소스의 전위들을 서로 동일하게 하는 것을 가능하게 하며, 소거 트랜지스터라 칭한다. 그러므로, 시간 그레이-스케일 디스플레이에서, 비디오 신호는 모든 화소들에 비디오 신호들을 입력하기 전에 입력될 수 있고, 이에 따라 듀티비가 더 커질 수 있다.

대안적으로, 다이오드(다이오드 소자)로서 기능하는 소자(938)가 도 9c에 도시된 바와 같이 소거 트랜지스터(918) 대신에 제공될 수도 있다. 그러면, 발광소자(603)에 어떠한 전류도 흐르지 않는 상태가 소거 트랜지스터(918)를 사용하는 경우와 동일한 방식으로 강제적으로 만들어질 수 있다.

동작방법으로서, 주사선(910)은 트랜지스터(911)를 ON 상태가 되게 선택되고, 신호가 신호선(912)에서 커패시터 소자(904)로 입력된다. 따라서, 트랜지스터(611)의 전류가 신호에 따라 제어되고 전류는 전원공급선(915)으로부터 발광소자(603)에 흘려 광을 방출한다. 발광소자(603)에 전류를 흐르게 하기 위한 전압은 구동전압에 대응한다.

신호를 소거하는 경우에, 트랜지스터(611)의 게이트 전압이 하이가 되도록 다이오드 소자(938)에 전압이 인가되게 하기 위해 주사선(919)이 선택된다. 결국, 구동 트랜지스터(611)는 OFF 상태로 된다. 따라서, 전류는 전원공급선(915)에서 발광소자(603)로 흐르지 않는다. 결국, 비-점등 기간이 생성될 수 있고 점등 기간의 길이가 자유롭게 제어될 수 있다. 이에 따라, 듀티비가 더 커질 수 있다.

다이오드 소자(938)는 제한되지 않고 정류가 되는 어떠한 소자들이든 사용될 수 있다. 다이오드 소자는 PN 다이오드, PIN 다이오드, 쇼트키 다이오드, 또는 제너 다이오드일 수 있고, 또는 다이오드 접합(고 전위측에 게이트 전극 및 전극의 접속) 트랜지스터가 사용될 수도 있다. 도 9c에서, 다이오드 접합의 N형 트랜지스터(게이트 전

극 및 드레인 전극의 접속)가 다이오드 소자(938)로서 사용된다. 그러나, 발명은 이것으로 제한되는 것은 아니며, P형 트랜지스터가 사용될 수도 있다. P형 트랜지스터를 사용하는 경우에, 게이트 전극 및 소스 전극이 서로 접속된다.

도 9d는 트랜지스터(925) 및 배선(926)이 추가로 도 9b에 도시된 화소의 등가 회로도에 제공된 화소의 등가 회로도이다. 트랜지스터(925)의 게이트는 배선(926)에 의해 고정된 전위를 갖는다. 또한, 트랜지스터들(611, 925)은 전원공급선(915)과 발광소자(603)간에 직렬로 접속된다. 그러므로, 도 9d에서, 트랜지스터(925)는 발광소자(603)에 공급되는 전류의 값을 제어할 수 있고, 트랜지스터(611)는 전류가 발광소자(603)에 공급될지를 제어할 수 있다.

도 9a 내지 도 9d에 도시된 화소들의 등가회로들은 디지털 방법에 의해 구동될 수 있다. 디지털 방법에 의한 구동의 경우에, 각 구동 트랜지스터의 전기적 특성에 어떤 변동들은 트랜지스터들이 스위칭 소자들로서 사용되기 때문에, 있다고 해도, 무시될 수 있다.

발명에 따른 발광 장치의 화소의 등가회로는 디지털 방법 또는 아날로그 방법에 의해 구동될 수 있다. 예를 들면, 도 10에 도시된 화소의 등가회로는 신호라인(912), 전원공급선(915), 및 주사선(910), 발광소자(603), 트랜지스터들(911, 920, 921), 및 커패시터 소자(904)를 포함한다. 도 10에서, p형 트랜지스터들인 트랜지스터들(920, 921)은 전류 미러 회로를 형성한다. 화소의 이 등가회로에서, 디지털 방법의 경우에, 디지털 비디오 신호가 신호선(912)으로부터 입력되고, 발광소자(603)에 공급되는 전류의 값은 시간 그레이-스케일에 따라 제어된다. 대안적으로, 아날로그 방법의 경우에, 아날로그 비디오 신호는 신호선(912)으로부터 입력되고, 발광소자(603)에 공급되는 전류의 값은 아날로그 비디오 신호에 따라 제어된다. 아날로그 방법에 의해 등가회로를 구동하는 경우에, 저 전력소비가 달성될 수 있다.

위에 기술된 각각의 화소에서, 신호들이 신호선 드라이버 회로로부터 신호선(912), 전원공급선들(915) 및 배선(926)에 입력된다. 또한, 주사선 드라이버 회로로부터 신호들이 주사선들(910, 919)에 입력된다. 하나 이상의 신호선 드라이버 회로들 및 하나 이상의 주사선 드라이버 회로들이 제공될 수 있다. 예를 들면, 제 1 및 제 2 주사선 드라이버 회로들이 화소부를 통해 제공될 수 있다.

또한, 도 9a에 도시된 화소에서, 발광소자(603)에 어떠한 전류도 흐르지 않는 상태는 도 9b를 참조로 기술된 바와 같이 강제적으로 만들어질 수 있다. 예를 들면, 트랜지스터(911)는 발광소자(603)가 점등된 순간에 제 1 주사선 드라이버 회로에 의해 선택되고, 발광소자(603)에 어떠한 전류도 강제적으로 인가하지 않기 위한 신호는 제 2 주사선 드라이버 회로에 의해 주사선(910)에 공급된다. 전류를 강제적으로 인가하지 않기 위한 신호(기입 소거 신호)는 발광소자(603)의 제 1 및 제 2 전극들(101, 102)이 동일 전위를 갖도록 전위를 인가하기 위한 신호이다. 이에 따라, 발광소자(603)에 어떠한 전류도 흐르지 않는 상태가 강제적으로 만들어질 수 있고, 이에 따라 듀티비가 커질 수 있게 된다.

커패시터 소자(904)가 도 9a 내지 도 9d 및 도 10에 도시되었지만, 트랜지스터의 게이트 용량 또는 또 다른 기생 용량이 충분할 때 커패시터 소자(904)가 제공되는 것은 필요하지 않다.

위에 기술된 바와 같이, 발명에 따른 발광 장치의 화소의 각종 유형들의 등가회로들이 채용될 수 있다.

(실시형태 11)

이 실시형태에서, 위의 실시형태와는 다른 수동형 발광 장치가 설명된다.

도 19에 도시된 바와 같이, 기판(600) 상에 기저 절연막(311)이 제공되고, 전극이 될 제 1 도전체(312) 및 제 2 도전체(313)가 적층된다. 전류는 전극을 제어함으로써 발광소자(603)에 공급되고, 따라서, 디스플레이가 행해질 수 있다. 발광소자(603)는 행렬 및 2차원으로 배열되고, 이것은 이미지를 표시하는 스크린 내 포함된다.

이방성 도전성 물질들(324, 325)을 통해 접속되는 IC 칩(323)에 의해, 전극을 제어하는 신호가 형성된다. 또한, 이방성 도전성 물질(715)에 의해 접속되는 가요성 인쇄회로(716)를 통해 외부신호 등이 IC 칩(323)에 입력된다.

발광소자(603)의 밀봉은 패시베이션 막(713), 밀봉 매질(317), 대향 기판(610)에 의해 행해진다. 패시베이션 막(713)은 이를테면 질화실리콘과 같은, 수증기가 스며들기 어려운 절연막으로 형성된다. 질화실리콘막의 광 투과율은 자외선에 가까운 영역에서 약간 낮으며, 따라서, 광 투과율을 개선하기 위해서 산소가 첨가된 질화산화실리콘막이 사용될 수 있다. 또한, 질화알루미늄 또는 질화산화 알루미늄이 패시베이션 막(713)에 적용될 수 있다. 대향 기판(610)은 유리, 플라스틱, 등 외에도, 스테인레스 스틸 또는 알루미늄과 같은 금속으로부터 형성될 수 있다. 발광소자(603)의 광이 대향 기판(610) 측으로부터 방출되는 경우에, 광을 투과시키는 유리 또는 플

라스틱이 대향 기판(610)용으로 사용되는 것이 바람직하다. 플라스틱에 대해서 아크릴, 폴리에칠렌 테레프탈레이트(PET), 등이 사용될 수 있고, 판 형태 또는 막 형태의 플라스틱이 사용될 수 있다. 플라스틱이 대향 기판(610)에 대해 사용되는 경우에, 수증기 등을 차폐하는 가스 장벽막 또는 표면의 경도를 증가시키는 하드 코팅막이 제공될 수도 있다. 대향기판(610)과 패시베이션 막(713) 사이에 제공된 밀봉 매질(317)은 에폭시 수지, 실리콘 수지, 페놀 수지, 또는 우레탄 수지와 같은 수지 물질로부터 형성된다. 밀봉 매질(317)은 대향기판(610) 및 기판(600)을 고정시키며 대향 기판(610)에서 기판(600)까지의 고정된 거리를 유지한다. 이 목적을 위해서, 스페이서가 될 실리카 입자 등이 밀봉 매질(317)에 포함될 수 있다. 이 구조에 따라서, 발광소자(603)의 열화를 야기하는 습기 등의 침투가 방지될 수 있다.

또한, 발광소자(603)는 적층형 발광소자이며, 따라서, 발광 효율이 향상될 수 있다. 이 외에도, 각 발광소자 내 발광층과 반사 전극간 거리는 발광 출력 효율을 향상시키기 위해 1/4 파장의 대략 기수배이다. 그러므로, 인가되는 전류량은 낮게 유지될 수 있어, 발광소자의 수명이 개선될 수 있다.

수동형 발광 장치는 주사선과 화소부 내 신호선고의 교차부에 반도체 소자가 제공되지 않는 구조를 가지며, 따라서, 개구율이 높아질 수 있다.

또한, 대향 기판(610) 등에 컬러필터들을 제공함으로써, 풀 컬러 디스플레이가 행해질 수 있다.

(실시형태 12)

이 실시형태에서, 발명에 따른 발광 장치가 적용된 텔레비전 수신기가 설명된다.

도 11은 발명에 따른 발광 장치 및 회로기판(802)이 조합된 모듈을 도시한 것이다. 회로기판(802)은 예를 들면 제어회로, 신호 분할회로, 등이 구비된다. 발광 장치는 위의 실시형태에 따라 제조된다.

발광 장치들은 발광소자가 각 화소에 제공된 화소부(720), 제 1 및 제 2 주사선 드라이버 회로들(721, 722), 및 비디오 신호를 선택된 화소에 공급하는 신호선 드라이버 회로(723)를 포함한다. 또한, 신호는 가요성 인쇄회로(716)를 통해 회로기판(802)에서 발광 장치로 보내진다. 회로기판(802)는 제어회로(814) 및 신호 분할회로(815)를 구비한다.

발명에 따른 발광 장치를 실장함으로써 저 전력 소비의 고 정밀 텔레비전 수신기가 완성될 수 있다.

도 12는 텔레비전 수신기의 주 구조를 도시한 블록도이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 회로기판(802)에 형성된 외부회로의 구성은 비디오 신호의 입력측 상에, 튜너(811)에서 수신된 신호들 중에서 비디오 신호를 증폭하는 비디오 신호 증폭기 회로(812); 비디오 신호 증폭기 회로(812)로부터 출력된 신호를 적색, 녹색, 및 청색의 각각의 색에 대응하는 색 신호로 변환하는 비디오 신호 처리회로(813); 비디오 신호를 드라이버 IC의 입력 신호로 변환하는 제어회로(814); 등을 포함한다. 신호가 제어회로(814)로부터 제 1 및 제 2 주사선 드라이버 회로들(721, 722) 및 신호선 드라이버 회로(723)에 각각 출력된다. 디지털 구동을 행하는 경우에, 신호 분할회로(815)는 입력된 디지털 신호가 m개로 분할되어 공급되는 구조를 갖도록 신호선 드라이버 회로(723)와 제어회로(814) 간에 제공된다.

튜너(811)에 의해 수신된 신호들 중에서 오디오 신호는 오디오 신호 증폭기 회로(816)에 보내지고 오디오 신호는 오디오 신호 처리회로(817)를 통해 스피커(818)에 공급된다. 제어회로(819)는 입력부(820)로부터 사운드 볼륨 및 수신국(수신 주파수)에 관한 제어정보를 수신하고, 신호가 튜너(811) 및 오디오 신호 처리회로(817)에 보내진다.

도 13에 도시된 바와 같이, 텔레비전 수신기는 외부회로가 실장된 발광 장치를 새시(831)에 탑재함으로써 완성될 수 있다. 디스플레이 스크린(832)은 발광 장치를 사용함으로써 형성된다. 또한, 부속 장비로서, 스피커(818), 조작 스위치들(834), 등이 적합하게 제공된다. 이에 따라, 텔레비전 수신기는 발명을 적용함으로써 완성될 수 있다.

텔레비전 수신기는 발광 장치를 포함함으로써 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있다.

(실시형태 13)

디스플레이부에 본 발명에 따른 발광 장치가 구비된 전자 장치는, 텔레비전 수신기, 디지털 카메라 또는 디지털 비디오 카메라와 같은 카메라, 이동전화 세트(간단히 셀룰라 전화 세트 또는 셀룰라 전화라 함), PDA와 같은 휴대 정보 단말, 휴대 게임기, 컴퓨터용 모니터, 컴퓨터, 자동차 오디오 세트와 같은 음향 재생 장치, 홈 게임기와 같은 기록매체를 구비한 화상 재생 장치, 등을 포함한다. 이들의 구체적인 예들은 도 14a 내지 도 14e를 참

조하여 기술될 것이다.

도 14a에 도시된 휴대 정보 단말은 본체(9201), 디스플레이부(9202), 등을 포함한다. 발명에 따른 발광 장치는 디스플레이부(9202)에 적용될 수 있다. 따라서, 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고 저 전력 소비로 동작하는 휴대 정보 단말 장치를 제공하는 것이 가능하다.

도 14b에 도시된 디지털 비디오 카메라는 디스플레이부(9701), 디스플레이부(9702), 등을 포함한다. 발명에 따른 발광 장치는 디스플레이부(9701)에 적용될 수 있다. 따라서, 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고 저 전력 소비로 동작하는 디지털 비디오 카메라를 제공하는 것이 가능하다.

도 14c에 도시된 셀룰라 전화는 본체(9101), 디스플레이부(9102), 등을 포함한다. 발명에 따른 발광 장치는 디스플레이부(9102)에 적용될 수 있다. 따라서, 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고 저 전력 소비로 동작하는 셀룰라 전화를 제공하는 것이 가능하다.

도 14d에 도시된 휴대 텔레비전은 본체(9301), 디스플레이부(9302) 등을 포함한다. 발명에 따른 발광 장치는 디스플레이부(9302)에 적용될 수 있다. 따라서, 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고 저 전력 소비로 동작하는 휴대 텔레비전을 제공하는 것이 가능하다. 또한, 발명에 따른 발광 장치는 이를테면 셀룰라 전화와 같은 휴대 단말에 탑재되는 소형 크기의 텔레비전 또는 휴대할 수 있는 중간 크기의 텔레비전과 같은 각종 유형들의 휴대 텔레비전들에 적용될 수 있다.

도 14e에 도시된 휴대 컴퓨터는 본체(9401), 디스플레이부(9402), 등을 포함한다. 발명에 따른 발광 장치는 디스플레이부(9402)에 적용될 수 있다. 따라서, 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고 저 전력 소비로 동작하는 휴대 컴퓨터를 제공하는 것이 가능하다.

전자 장치는 발광 장치를 포함함으로써 이미지 질이 선명하고 우수한 이미지를 표시할 수 있고 저 전력 소비로 동작한다.

(실시예 1)

이 실시예에서, 청색을 나타내는 발광유닛, 녹색을 나타내는 발광유닛, 적색을 나타내는 발광유닛이 제 1 전극(101)부터 순차로 적층되는 소자 구조가 설명된다.

고 반사율을 가지며 알루미늄을 포함하는 전극이 제 1 전극(101)에 대해 사용되고, 고 광투과 특성을 가지며 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물을 포함하는 전극은 제 2 전극(102)에 대해 사용된다.

청색을 나타내는 발광유닛에서, 제 1 층(111B)은 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물로부터 형성되며; 제 2 층(112B)은 α-NPD의 증발된 층, t-BuDNA의 증발된 층, 및 Alq_3의 증발된 층이 순차로 적층되는 층으로 형성되며; 제 3 층(113B)는 BzOs 및 Li의 동시-증발된 층으로 형성된다. 녹색을 나타내는 발광유닛에서, 제 1 층(111G)은 α-NPD 및 산화몰리브덴이 혼합된 층(이 층은 동시-증발 방법에 의해 형성되므로 동시-증발층이라 함)으로 형성되고; 제 2 층(112G)은 α-NPD의 증발된 층, Alq_3 및 쿠마린 6의 동시-증발층, Alq_3의 증발된 층이 순차로 적층된 층으로 형성되고; 제 3 층(113G)은 BzOs 및 Li의 동시-증발층으로 형성된다. Alq_3:쿠마린 6의 질량비는 1:0.005가 되도록 설정된다.

적색을 나타내는 발광유닛에서, 제 1 층(111R)은 유기 화합물로서 α-NPD을 사용하여 α-NPD 및 산화몰리브덴이 혼합된 층(이 층은 동시-증발 방법에 의해 형성되므로 동시-증발층이라 함)으로 형성되고; 제 2 층(112R)은 α-NPD의 증발된 층 및 Alq_3, 루브렌, 및 DCJTI의 동시-증발층이 순차로 적층된 층으로 형성되고; 제 3 층(113R)은 BzOs 및 Li의 동시-증발층으로 형성된다. Alq_3:루브렌:DCJTI의 질량비는 1:1:0.02가 되도록 설정된다. 또한, 각각의 발광소자의 제 3 층(113)에 대해 사용되는 BzOs:Li의 질량비는 1:0.01이 되도록 설정된다. 또한, 제 1 층(111)에 대해 사용되는 산화몰리브덴: α-NPD의 질량비는 1:0.25가 되도록 설정된다.

위에 기술된 바와 같이, 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물은 발광층에서 제 1 전극(101)까지의 거리를 제어하기 위해 제 1 층(111B)에 적용될 수 있다. 이 경우, DNTPD와 같은 정공 주입특성이 우수한 물질로부터 형성되는 층은 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물로부터 형성되는 제 1 층(111B)과 제 2 층(112B)사이에 제공될 수 있다.

실시예에 따른 발광소자의 한 특징은, 녹색을 나타내는 발광유닛 및 적색을 나타내는 발광유닛에서, α-NPD이 전형인 유기 화합물과 산화몰리브덴이 혼합된 층이 발광층에서 제 1 전극(101)까지의 거리를 제어하기 위한 층

에 대해 사용된다는 것이다. 산화몰리브덴과 유기 화합물이 혼합된 층이 두껍더라도 구동전압이 상승하지 않는 것으로 드러났다. 그러므로, 산화몰리브덴과 유기 화합물이 혼합된 층은, 구동전압을 증가시킴이 없이 막 두께를 크게 할 수 있으므로 각각의 발광층(t-BuDNA로부터 형성된 층, Alq_3 및 쿠마린 6으로부터 형성된 층, 및 Alq_3, 루브렌, 또는 DCJTI로부터 형성된 층)부터 알루미늄으로부터 형성된 제 1 전극(101)까지의 거리를 제어하기 위해서 각각이 녹색 및 적색을 나타내는 발광유닛들이 적층된 발광소자에서 사용되는 것이 바람직하다.

(실시예 2)

산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물 대신에 발광층에서 제 1 전극(101)까지 거리를 제어하기 위해 α-NPD과 산화몰리브덴과의 혼합층이 제 1 층(111B)에 대해 사용되며, 청색을 나타내는 발광유닛, 녹색을 나타내는 발광유닛, 및 적색을 나타내는 발광유닛이 위에 실시예에와 동일한 물질을 사용하여 제 1 전극(101)부터 순차적으로 적층되는 소자 구조가 이 실시예에서 설명된다.

이 실시예에 따른 발광소자의 한 특징은, α-NPD이 전형인 유기 화합물과 산화몰리브덴과의 혼합층이 발광층에서 제 1 전극(101)까지의 거리를 제어하기 위한 층에 대해 사용된다는 것이다. 산화몰리브덴과 유기 화합물과의 혼합층이 두껍더라도 구동전압이 상승하지 않는 것으로 드러났다. 그러므로, 산화몰리브덴과 유기 화합물과의 혼합층은, 막 두께를 크게 할 수 있으므로 각각의 발광층(t-BuDNA을 포함하는 층, Alq_3 및 쿠마린 6을 포함하는 층, 및 Alq_3, 루브렌, 및 DCJTI을 포함하는 층)부터 알루미늄으로부터 형성된 제 1 전극(101)까지의 거리를 제어하기 위해서 발광유닛들이 적층된 모든 발광소자들에서 사용되는 것이 바람직하다.

(실시예 3)

이 실시예에서, 시뮬레이션에 의해 본 발명에 따른 적층형 발광소자와 단층형 발광소자를 사용하여 휘도가 비교된다. 적층형 발광소자는 도 18a에 도시된 바와 같이 녹색을 나타내는 발광유닛들(100a, 100b)이 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 적층되는 구조를 갖는다. 녹색을 나타내는 발광소자들(100a, 100b) 각각은 제 1 층들(111a, 111b), 제 2 층들(112a, 112b), 및 제 3 층들(113a, 113b)을 구비하며, 제 1 내지 제 3 층들은 위에 실시예 1에서와 동일한 물질로부터 형성되고, 제 1 층(111a)은 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물을 갖는 층으로 형성되고, 제 1 층(111b)은 α-NPD과 산화몰리브덴과의 혼합층으로 형성된다. 제 1 전극(101)은 알루미늄으로부터 형성되고 제 2 전극(102)은 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물로부터 형성된다. 제 1 전극(101)이 100nm 두께로 형성되고, 제 1 전극(101)이 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물로부터 40nm 두께로 형성되고, α-NPD의 증발된 층이 10nm 두께로 형성되고, Alq_3 및 쿠마린 6의 동시-증발층이 40nm 두께로 형성되고, 3개의 층들로 각각 형성되는 제 2 층들(112a, 112b)를 형성하기 위해 Alq_3의 증발된 층이 20nm 두께로 형성되고, 제 3 층들(113a, 113b)를 형성하기 위해 BzOs 및 Li의 동시-증발층이 20nm 두께로 형성되고, α-NPD 및 산화몰리브덴이 혼합되는 제 1 층(111b)이 30nm 두께로 형성되고, 제 2 전극(102)이 110nm 두께로 형성되는, 상태 하에서 시뮬레이션이 행해진다.

단층형 발광소자는 도 18b에 도시된 바와 같이 제 1 전극(101)과 제 2 전극(102) 사이에 녹색을 나타내는 발광유닛(100a)을 포함하는 구조를 갖는다. 녹색을 나타내는 발광유닛(100a)은 제 1 층(111a), 제 2 층(112a), 및 제 3 층(113a)을 구비하며, 제 1 내지 제 3 층들은 도 18a에 도시된 이들 소자들과 동일한 물질들로부터 형성되며, 제 1 층(111a)은 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물을 구비하는 층으로 형성된다.

도 16은 도 18a 및 도 18b에 도시된 발광소자에서 파장(nm)에 관한 휘도의 그래프이다. 소자 A는 도 18b에 도시된 발광소자인 단층형 발광소자이며, 여기서 제 1 전극(101)부터 발광층까지의 거리는 제 1 층(111)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배가 아니다. 소자 B는 도 18a에 도시된 발광소자인 적층형 발광소자의 상위 측 발광소자이며, 여기서 제 1 전극(101)에서 발광층까지의 거리는 제 1 층(111)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배이다. 소자 C는 도 18a에 도시된 발광소자인 적층형 발광소자의 하위 측 발광소자이며, 여기서 제 1 전극(101)에서 발광층까지의 거리는 제 1 층(111)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배이다. 소자 D는 소자 B와 소자 C의 휘도를 결합한 결과를 의미한다.

소자 A를 도 16에서 소자 B 또는 소자 C와 비교함으로써, 제 1 전극(101)에서 발광층까지의 거리들이 산화실리콘을 함유하는 인듐 주석 산화물들을 갖는 제 1 층(111a)의 두께를 제어하고 적층형 발광소자에서 α-NPD과 산화몰리브덴이 혼합되는 제 1 층(111B)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배인 경우에 휘도가 증가됨이 드러난다.

도 17은 파장(nm)에 관한 휘도의 그래프이며, 이것은 도 18a 및 도 18b에 도시된 제 1 층(111a)으로서 α-NPD과 산화몰리브덴과의 혼합층을 사용하여 시뮬레이션을 행한 결과이다. 즉, 소자 A 내지 소자 D의 상태들은 α-NPD과 산화몰리브덴과의 혼합층으로 형성된 제 1 층(111a)을 구비하는 점에서 도 16의 경우와는 다르다. 소자 A에서 α-NPD와 산화몰리브덴과의 혼합층으로 형성된 제 1 층(111a)은 35nm의 막 두께를 갖는다.

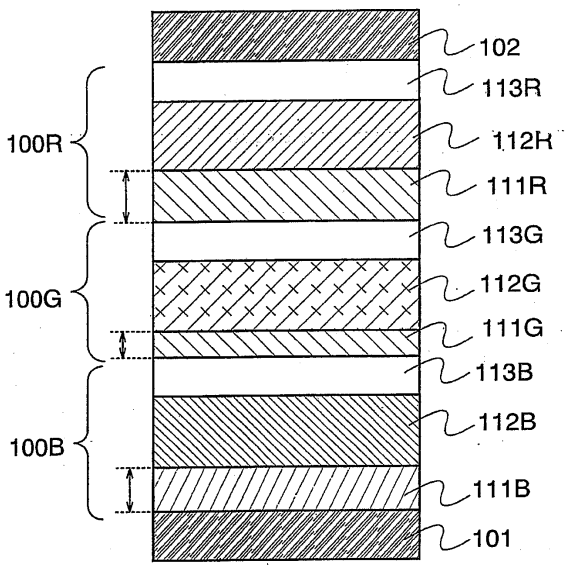
소자 A를 도 17에서 소자 B 또는 소자 C와 비교함으로써, 제 1 전극(101)에서 발광층까지의 거리가 α-NPD과 산화몰리브덴이 혼합된 제 1 층들(111a, 111b)의 두께를 제어함으로써 1/4 파장의 대략 기수배인 경우에 휘도가 증가됨이 드러난다.

또한, 도 17을 도 16과 비교함으로써, α-NPD과 산화몰리브덴과의 혼합층으로 형성된 제 1 층(111a)을 사용한 발광소자는 더 큰 방출 휘도를 갖는 것으로 드러난다. 또한, 제 1 층(111a)이 α-NPD만을 갖는 층보다 큰 도전율을 가지며 막이 두껍더라도 구동전압이 상승하지 않기 때문에 α-NPD과 산화몰리브덴이 혼합된 제 1 층(111a)이 바람직한 것으로 드러난다.

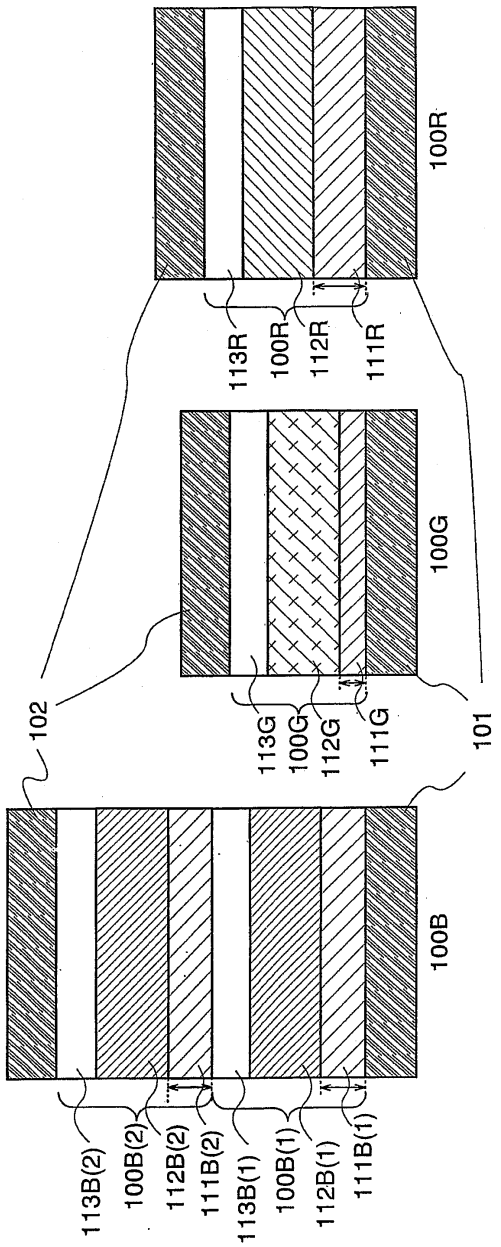
이 출원은 2005 년 1월 25일에 일본특허청에 출원된 일본특허출원 2005-013688에 근거하며, 이를 참조로 여기 포함시킨다.

도면

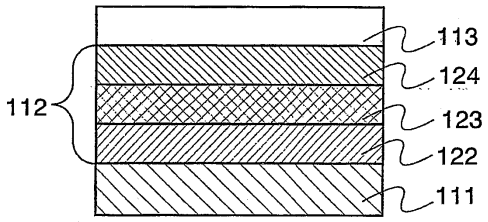
도면1



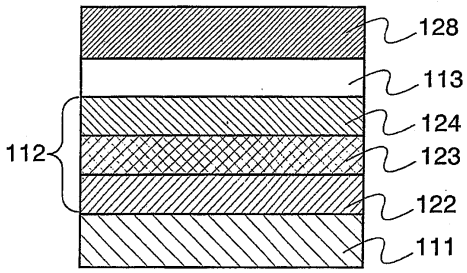
도면2


100R
113R
100R
112R
111R
100G
113G
100G
112G
111G
102
101
100B
113B(2)
100B(2)
112B(2)
111B(2)
113B(1)
100B(1)
112B(1)
111B(1)

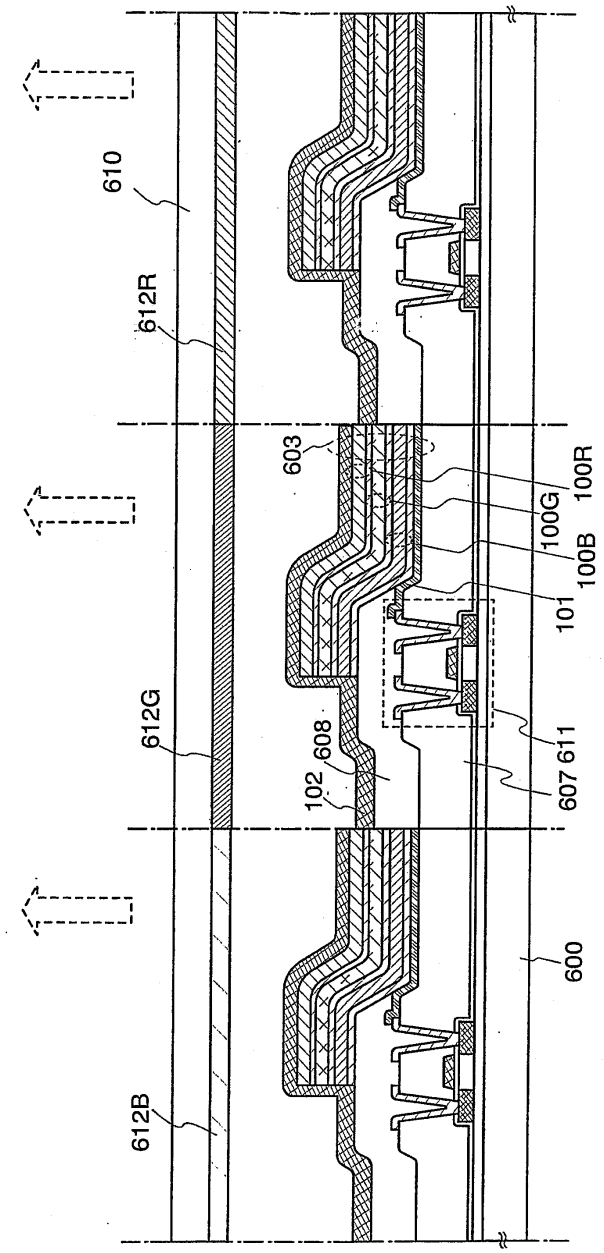
도면3


112
113
124
123
122
111

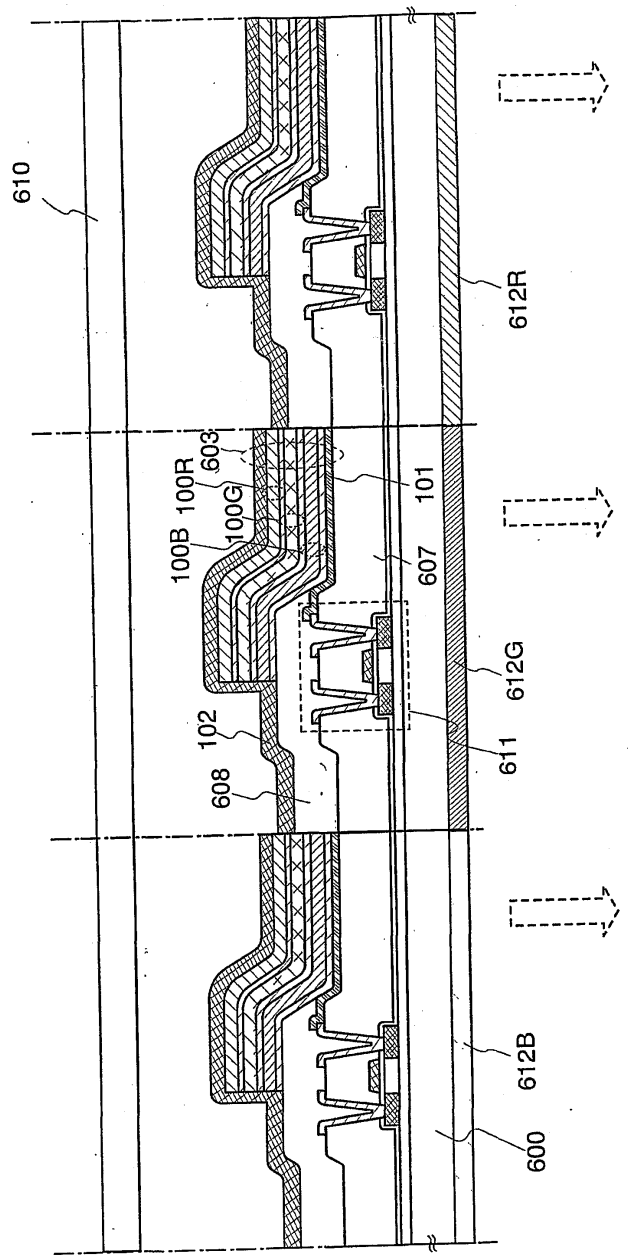
도면4


128
113
124
123
122
111
112

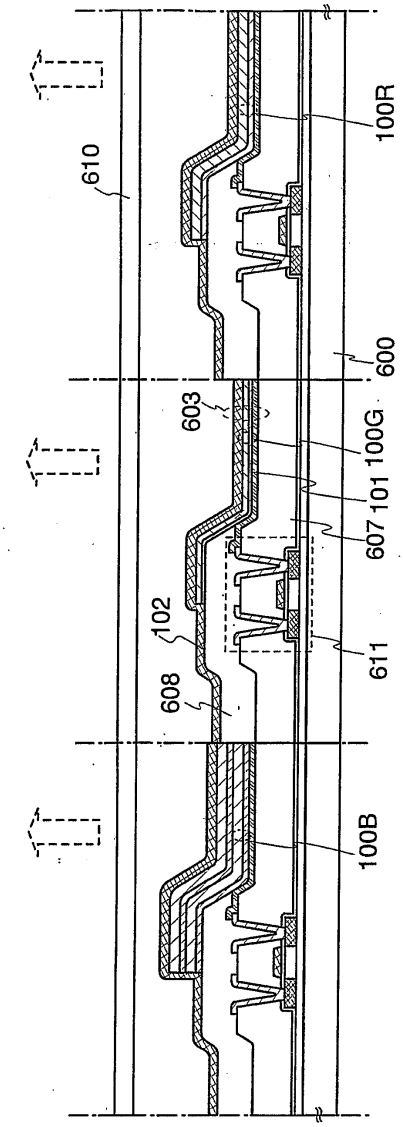
도면5


610
612R
603
100R
100G
100B
101
612G
608
102
607
611
600
612B

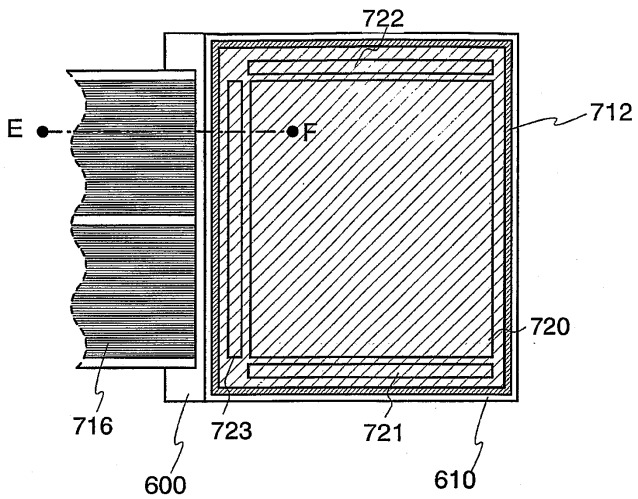
도면6



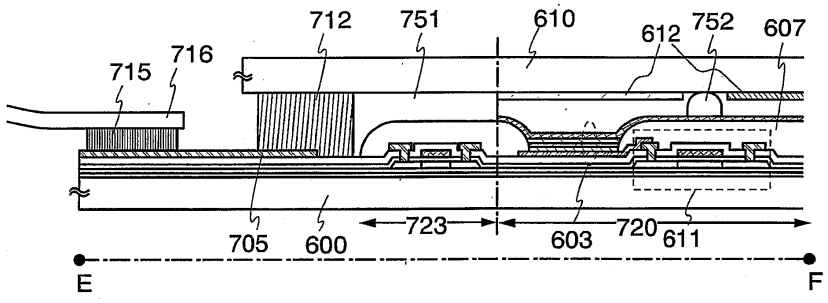
도면7


610
100R
600
603
100G
101
607
102
611
608
100B

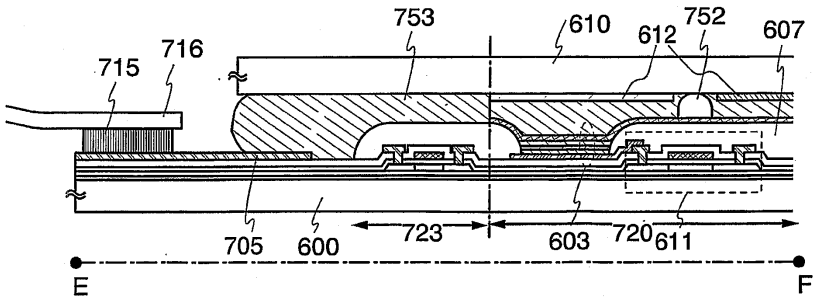
도면8a


722
E
F
712
720
716
723
721
600
610

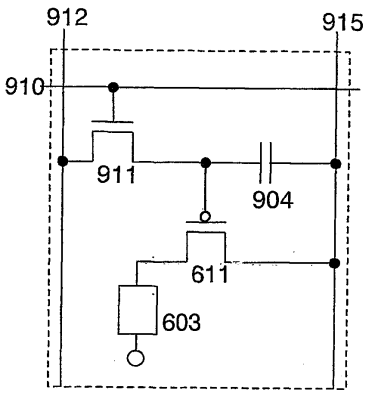
도면8b



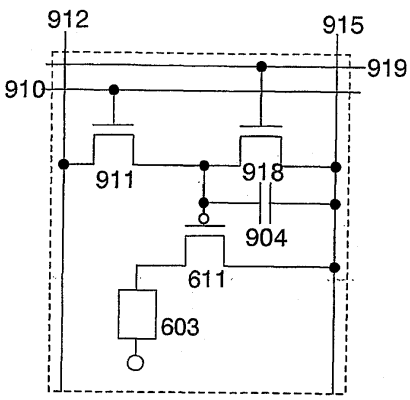
도면8c



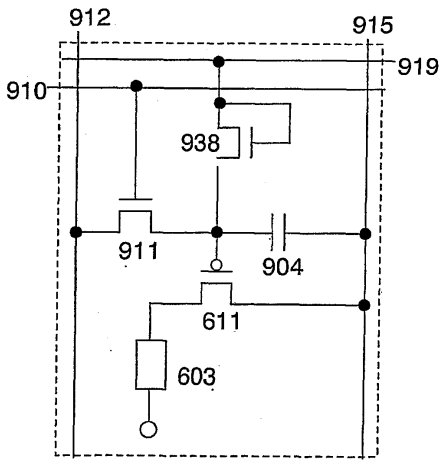
도면9a



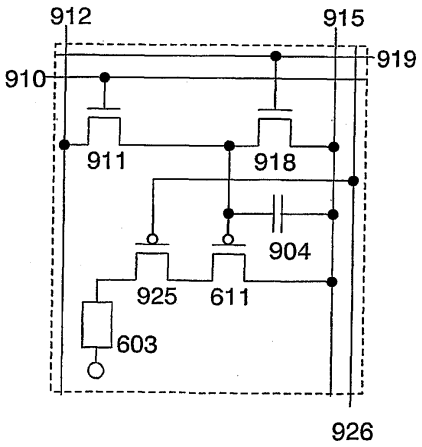
도면9b



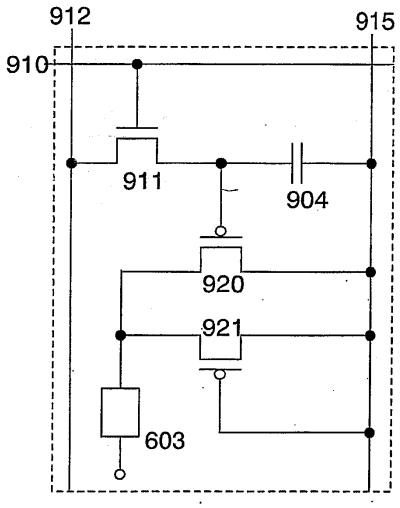
도면9c



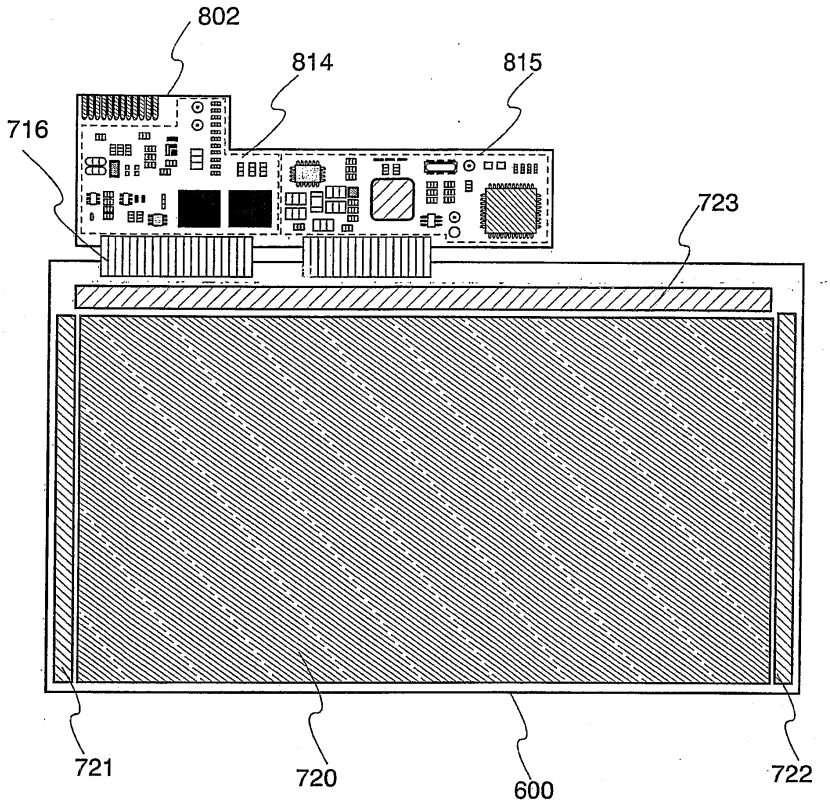
도면9d



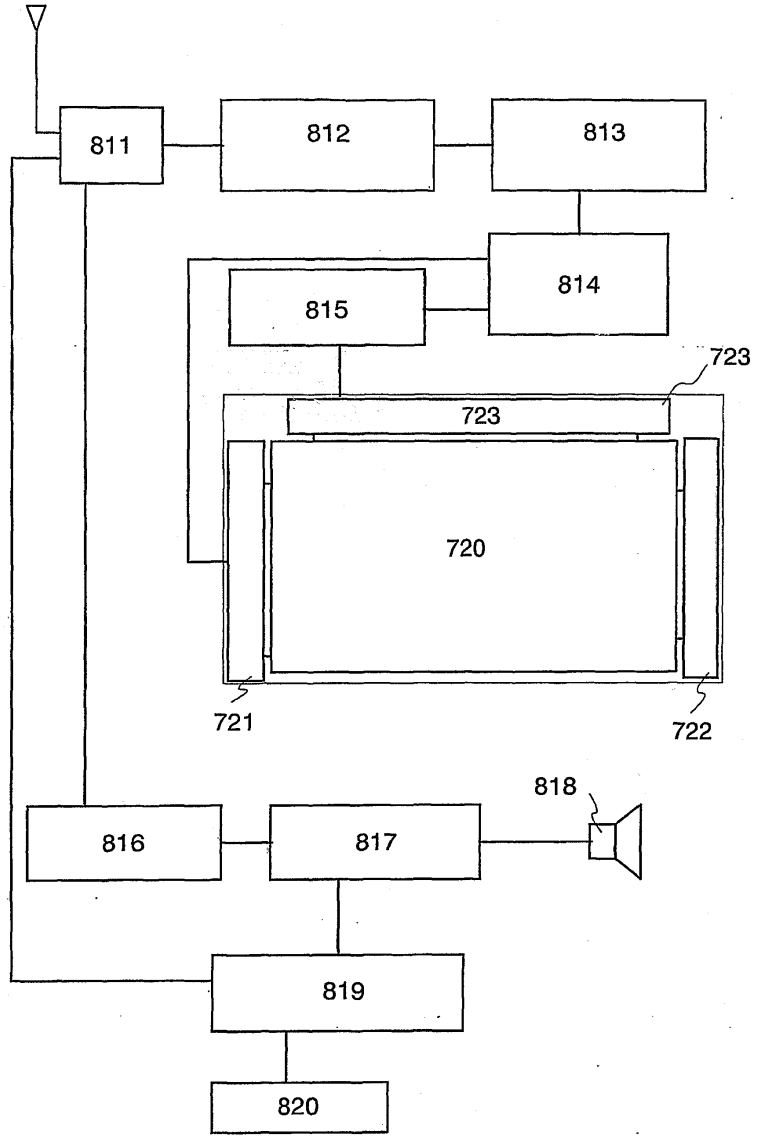
도면10



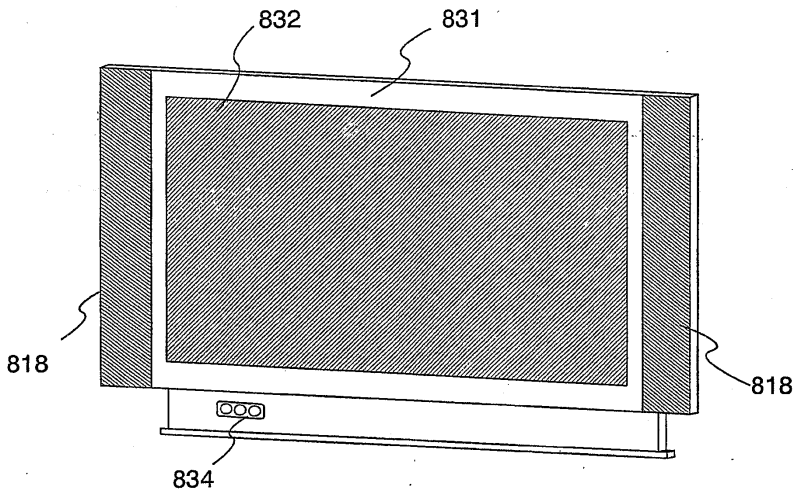
도면11



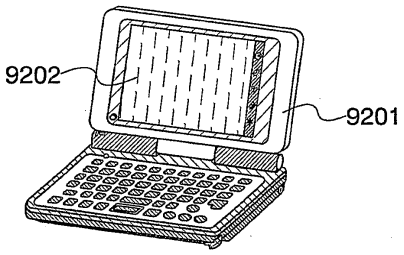
도면12


811
812
813
814
815
723
723
720
721
722
818
816
817
819
820

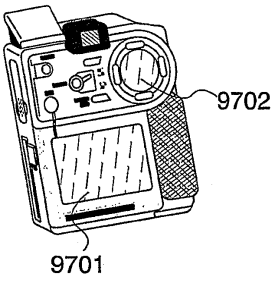
도면13


832
831
818
818
834

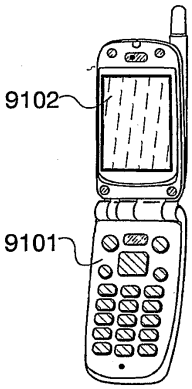
도면14a



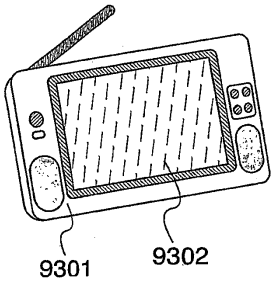
도면14b



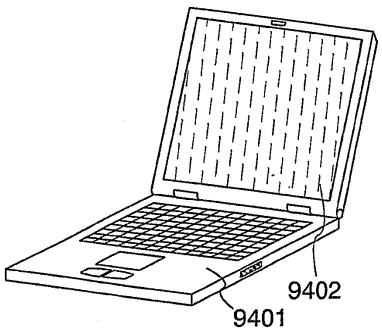
도면14c



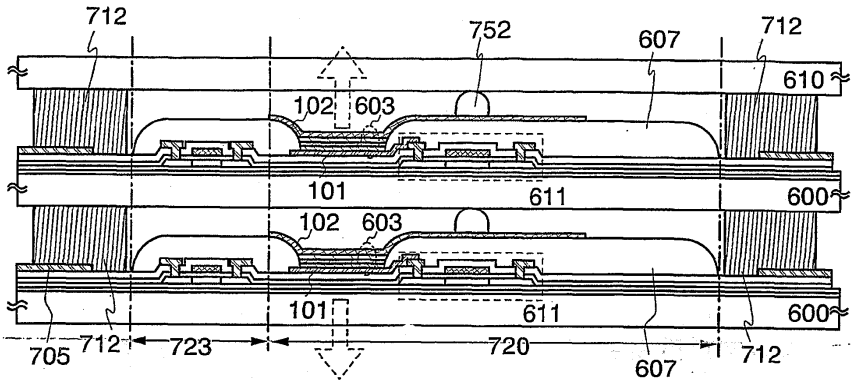
도면14d



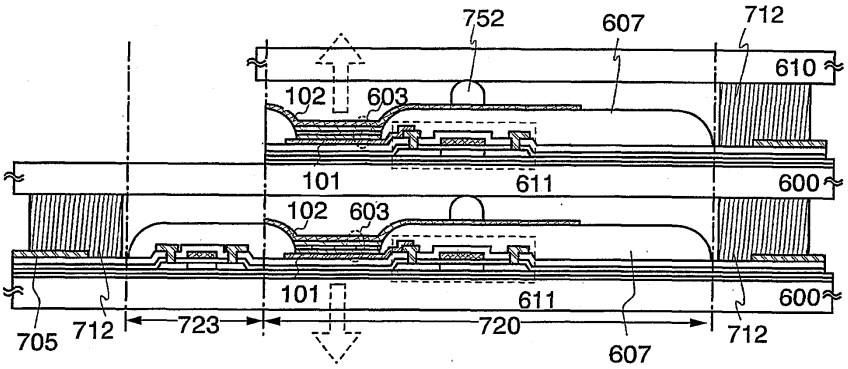
도면14e



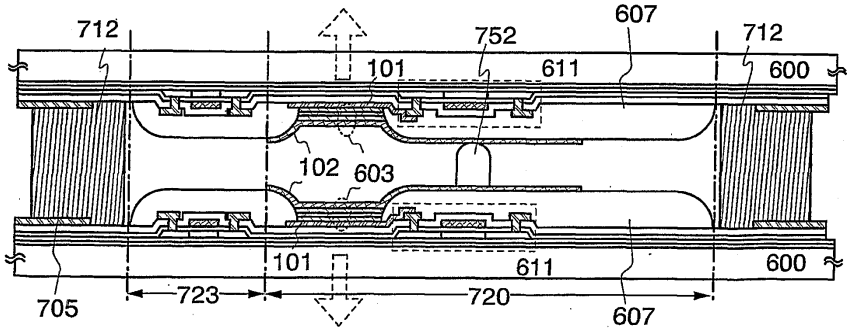
도면15a



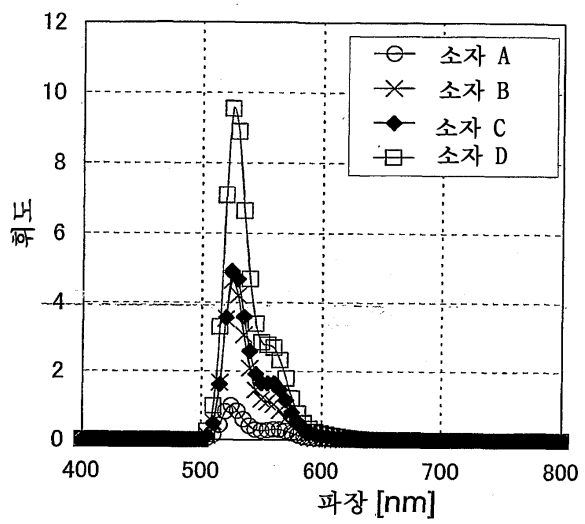
도면15b



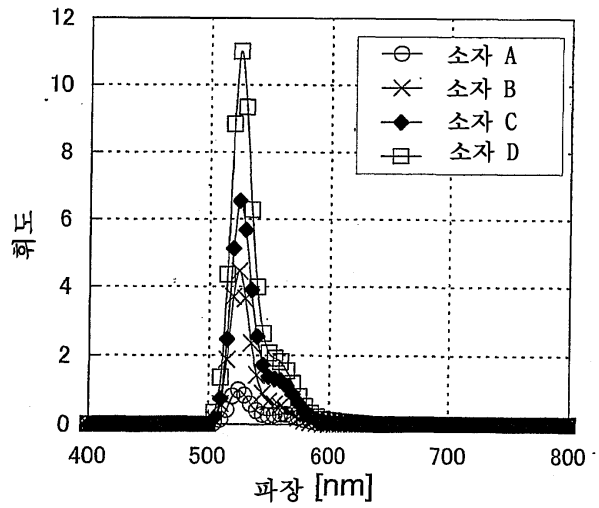
도면15c



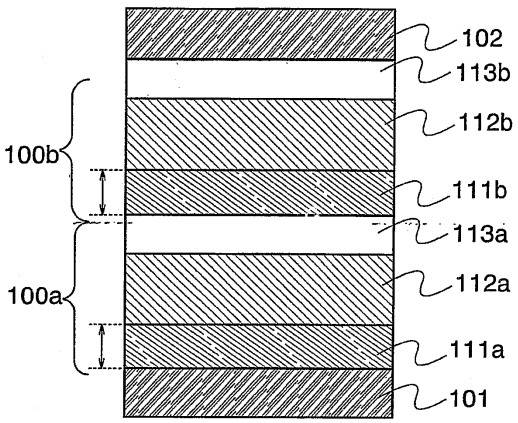
도면16



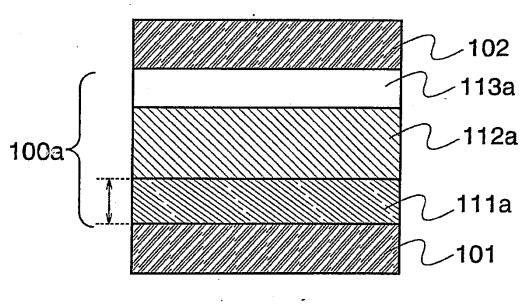
도면17



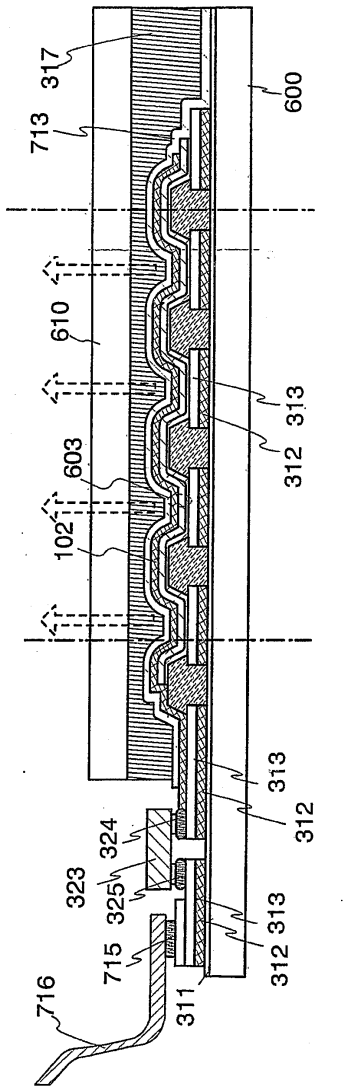
도면18a



도면18b


102
113a
112a
100a
111a
101

도면19


317
713
600
610
313
312
603
102
313
312
324
323
325
313
715
312
716
311