



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2007-0030140
H05B 33/14 (2006.01) (43) 공개일자 2007년03월15일

(21) 출원번호 10-2006-0087278
(22) 출원일자 2006년09월11일
심사청구일자 없음

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00263367 2005년09월12일 일본(JP)

(71) 출원인 소니 가부시킴가이샤
일본국 도쿄도 미나토구 코난 1-7-1

(72) 발명자 에이수케 마츠다
일본 도쿄, 시나가와-구, 6-초메, 기타시나가와, 7-35, 소니주식회사

(74) 대리인 문경진
김학수

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 디스플레이 유닛 및 이를 제조하기 위한 방법

(57) 요약

디스플레이 유닛은 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하며, 각각은 서로 적층된 적어도 정공-수송층과 발광층을 포함하는 유기층 부분을 포함하며, 2개의 전극은 유기층 부분을 삽입한다. 각 유기 전계 발광 디바이스의 발광층은 다른 두께를 지닌다. 각 유기 전계 발광 디바이스 내의 발광층은 정공-수송층을 구성하는 정공-수송용 재료의 HOMO 준위와 거의 같은 유기 재료를 함유하며, 유기 재료의 함유물은 상기 발광층의 두께에 따라 설정된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛으로서, 각각은:

서로 적층된 정공-수송층 및 발광층을 포함하는 유기층 부분; 및

유기층 부분을 삽입하는 2개의 전극을 포함하며,

상기 각 유기 전계 발광 디바이스의 발광층은 다른 두께를 가지며;

각 유기 전계 발광 디바이스의 발광층은 정공-수송층을 구성하는 정공-수송 재료와 실질적으로 같은 HOMO 준위를 구비한 유기 재료를 포함하며, 유기 재료의 함유량은 발광층의 두께와 함께 증가하도록 설정되는, 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 각 유기 전계 발광 디바이스 내의 유기 재료의 함유물은 각 유기 전계 발광 디바이스가 실질적으로 동일한 구동 전압을 갖도록 조정되는, 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 광 반사 재료로 구성된 미러와 반투과성 하프 미러는 정공-수송층과 발광층을 삽입하도록 각 유기 전계 발광 디바이스에 제공되며, 미러와 하프 미러 사이의 광학 거리는 발광층의 두께에 의해 조정되어서 공진기 구조는 형성되며 발광층에서 발산된 특정 파장을 가진 광은 미러와 하프 미러 사이에서 공진되며 하프 미러 측으로부터 추출되는, 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛.

청구항 4.

제 3항에 있어서, 각 유기 전계 발광 디바이스 내의 발광층은 청색, 녹색 또는 적색의 파장 범위에서 광을 발산하며, 각 유기 전계 발광 디바이스는 청색, 녹색 또는 적색의 파장 범위 내에서 광의 추출이 최대화되고 미러와 하프 미러 사이의 광학 거리가 발광의 파장이 증가함에 따라 증가하도록 설계되는, 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛.

청구항 5.

제 3항에 있어서, 미러와 하프 미러는 전극으로 사용되는, 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 유기층 부분을 구성하는 복수의 층 중에서, 발광층만은 각 유기전계 발광 디바이스에 대해 패턴 형성되며, 다른 층들은 각 유기 전계발광 디바이스에 대해 공통층으로 제공된, 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛.

청구항 7.

복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛을 제조하는 방법으로서, 각각은:

서로 적층된 적어도 수송층과 발광층을 포함하는 유기층 부분, 및 유기층 부분을 삽입하는 2개의 전극을 포함하며,

각 유기 전계 발광 디바이스의 발광층은 다른 두께를 지니며; 각 유기 전계 발광 디바이스 내의 발광층은 정공-수송층을 구성하는 정공-수송 재료와 실질적으로 같은 HOMO 준위를 가진 유기 재료를 함유하며, 유기 재료의 함유물은 발광층의 두께와 함께 증가하며,

상기 방법은 전사용 기관으로부터 전사층을 열전사함으로써 발광층 각각을 패턴 형성하는 단계를 포함하며, 전사층은 전하-수송성 호스트 재료와 발광 게스트 재료를 함유하며,

상기 발광층의 적어도 일부를 형성하는 전사층은 상기 호스트 재료 및 상기 게스트 재료와 함께 미리 결정된 양의 상기 유기 재료를 함유하는, 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛을 제조하는 방법.

청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 유기층을 함유하는 상기 전사층은 상기 호스트 재료 및 상기 게스트 재료를 포함하는 발광 재료층이 적층된 구조를 지닌, 상기 디스플레이 유닛을 제조하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 그 전문이 본 명세서에 참조로 병합된, 2005년 9월 12일에 일본 특허청에 출원된 일본 특허 출원 JP2005-263367에 관한 대상을 포함한다.

본 발명은, 디스플레이 유닛 및 이 디스플레이 유닛의 제조 방법에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 컬러에 따라 다른 두께를 지닌, 발광층을 포함하는 유기 전계 발광 디바이스(organic electroluminescent devices)로서, 다른 컬러의 광을 발산하는 유기 전계 발광 디바이스가 배열된 디스플레이 유닛에 관한 것이다.

유기 재료의 전계 발광(Electroluminescence)을 이용한 유기 전계 발광 디바이스는, 저전압 DC 구동에서 높은 휘도의 광을 달성할 수 있는 발광 디바이스로서 주목받고 있으며, 각 유기 전계 발광 디바이스는 정공-수송층 및 발광층을 적층한 유기층 부분을 포함하며, 유기층 부분은 하부 전극과 상부 전극 사이에 제공된다. 이러한 유기 전계 발광 디바이스를 포함하는 완전 컬러 디스플레이 유닛에서, 유기 전계 발광 디바이스는 각각 적색(R), 녹색(G) 또는 청색(B)의 광을 발산하고 기판 상에 배열된다.

이러한 디스플레이 유닛에서, 대응 컬러의 적어도 하나의 발광 재료로 구성된 발광층은 각 디바이스에 대해 패턴 형성된다. 게다가, 각각 R,G, 또는 B의 광을 발산하는, 디바이스를 설계함으로써, 대응 컬러의 발광만이 공진되고 추출되는 공진기(resonator) 구조를 가지려면, 각 디바이스로부터 추출된 발광의 컬러 순도를 개선하고, 발광의 추출 효율성을 증가시킬 수 있다. 이러한 유기 전계 발광 디바이스에서, 예를 들어, 또한 미러로 작동하는 애노드, 발광층을 포함하는 유기층 및 또한 하프 미러로 작동하는 캐소드는 이러한 순서로 적층된다. 애노드(미러)와 캐소드(하프 미러) 사이의 간격을 대응 컬러의 발광 파장을 가진 광이 공진하도록 하는 광학 거리와 같게 설정함으로써, 오직 발광층에 생성된 발광 내의 특성 파장만이 캐소드(하프 미러) 쪽에서 추출된다.

이상과 같은 공진기 구조를 적용한 각 색의 유기 전계 발광 디바이스를 이용하여 디스플레이 유닛을 제조하는 경우에는, 발광층의 두께만큼만 각 소자에서의 광학적 거리를 조정하는 것에 의해, 다른(他) 층을 공통적으로 사용할 수 있어서, 제조 공정의 대폭적인 간소화를 도모할 수가 있다.

상술한 발광층을 패턴 형성하는 방법의 하나로서, 열 전사법(熱轉寫法; thermal transfer method)이 제안되어 있다. 열 전사법을 이용한 디스플레이 유닛의 제조는, 예를 들면 다음과 같이 행한다. 우선, 디스플레이 유닛의 기판(이하, "디바이스 기판"이라고 칭(稱)한다) 상에 애노드를 형성해 둔다. 또한, 다른 기판(이하, "전사용 기판"이라고 칭한다) 상에, 광 흡수층(光吸收層; light-absorption layer)을 거쳐서 발광층을 형성한다. 발광층과 애노드가 대향(對向; 서로 마주보도록 배치)시키는 상태에서, 디바이스 기판과 전사용 기판을 배치하고, 전사용 기판 측으로부터 레이저광을 조사(照射; irradiate)하는 것에 의해, 디바이스 기판의 양극 상에 발광층을 열 전사시킨다. 이 단계에서, 스폿 조사시킨 레이저광을 주사(走査; scan)시키는 것에 의해, 애노드 상의 소정(所定; predetermined) 영역에만 위치 정밀도 양호하게 발광층이 열 전사된다.

열 전사법을 적용하는 방법에 있어서, 전사용 기관의 광 흡수층 상에 발광층을 거쳐서 정공 수송층을 더 형성한 상태에서 충분한 광(레이저광)을 조사하는 것에 의해, 정공 수송 재료를 발광 재료에 혼입(混入; mix)시키면서 전사하는 방법이 제안되어 있다. 이와 같은 방법을 행하는 것에 의해, 유기 전계 발광 디바이스(OLED)의 효율 및 안정성이 높아진다고 하고 있다(일본 비심사 특허 출원 공개 제2004-71551호, 특히 제 8열 내지 제 10열 참조).

그러나, 상술한 바와 같이 발광층의 막두께에 의해서만, 미러와 하프 미러 사이의 광학적 거리가 조정된 공진기 구조를 구비한 각 색의 유기 전계 발광 디바이스로 이루어지는 디스플레이 유닛에는, 이하와 같은 문제가 있었다.

즉, 유기 전계 발광 디바이스를 구성하는 유기층 중에서도, 전하(電荷)를 수송(輸送; transport)·주입(注入; inject)하는 기능을 주로 한 정공 수송층 등과 비교해서, 발광층은 저항값이 높은 층이다. 결론적으로, 상기 광학적 거리를 발광층의 두께만큼만 조정할 경우, 각 디바이스에서의 발광층의 두께 차(差; difference)가 커지고, 각 디바이스를 구동시키기 위한 구동 전압에 매우 큰 차가 생긴다.

통상, 디스플레이 유닛에 있어서는, 디바이스의 가장 높은 구동 전압요건에 맞추어 전원 전압의 값이 설정된다. 구동 회로 내에 있어서, 각 디바이스가 필요로 하는 구동 전압에 맞추기 위해 전원 전압을 개별적으로(個別; individual) 전압 강하(降下; decrease)시키는 것에 의해, 각 디바이스에 인가(印加; apply)되는 구동 전압을 생성하고 있다. 그러므로, 각 디바이스에서 필요로 하는 구동 전압 사이에 큰 차가 있는 경우에는, 구동 회로 내에서의 전압 강하량이 커지고, 쓸데없는 전력(電力)이 소비된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

두께가 다른 발광층을 가지는 각 유기 전계 발광 디바이스의 구동 전압을 평균화(平均化; level out)할 수 있고, 이것에 의해 소비 전력의 저감을 도모하는 것이 가능한 디스플레이 유닛 및 그 제조 방법을 제공할 것이 요구된다.

본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 유닛은 복수의 유기 전계 발광 디바이스를 포함하며, 각각은 적어도 정공 수송층과 발광층을 적층한 유기층 부분을 포함하며, 상기 유기층 부분은 2개의 전극 사이에 삽입되며, 각 유기 전계 발광 디바이스의 발광층은 다른 두께를 구비한다. 이와 같은 디스플레이 유닛의 예로서는, 미소 공진기 구조(微小共振器; micro-resonator)를 구비한 유기 전계 발광 디바이스를 가지는 컬러 디스플레이 유닛으로서, 이는 대응 발광층의 두께에 의해서 공진부의 광학적 거리를 조정해서 다른 파장의 광을 추출하는 컬러 디스플레이 유닛이 예시된다. 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 유닛에서, 각 디바이스 내의 발광층에는 정공 수송층을 구성하는 정공 수송 재료와 같은 정도의 HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital, 최고 점유(占有) 분자 궤도) 준위(準位; level)를 나타내는 유기 재료가, 각 디바이스의 발광층에 대해서, 그의 두께에 따라서 증가하는 양으로 함유되어 있다.

본 발명의 실시예에 따른 이러한 구조를 지닌 디스플레이 유닛에서, 정공 수송층을 구성하는 정공 수송 재료와 거의 같은 정도의 HOMO 준위를 나타내는 유기 재료가 각 유기 전계 발광 디바이스의 발광층 내에 함유되어 있다. 즉, 유기 전계 발광 디바이스에서, 발광층에 대해서 이와 같은 유기 재료를 함유시키는 것에 의해, 발광층이 저저항화되어 구동 전압을 저하시킬 수가 있다. 결론적으로, 두께가 두껍고 저항값이 보다 높은 발광층에 대해서, 보다 많은 유기 재료를 함유시킴으로써, 두께가 다른 발광층을 구비한 각 유기 전계 발광 디바이스의 구동 전압을, 낮은 값으로 평균화할 수가 있다.

본 발명의 다른 실시예에 따른 디스플레이 유닛을 제조하기 위한 방법은 열 전사법으로 발광층을 패턴 형성하는 단계를 포함한다.

전술한 것처럼, 본 발명의 실시예에 따르면, 두께가 다른 발광층을 구비한 복수의 유기 전계 발광 디바이스의 구동 전압을 평균화할 수가 있다. 결론적으로, 예를 들면 미소 공진 구조를 구비한 컬러 디스플레이 유닛에 있어서, 디스플레이 유닛에 인가한 전원 전압을 각 소자의 구동 전압에 맞추어 각각 전압 강하시킬 필요가 없다. 따라서, 전압 강하동안 쓸데없는 소비 전력을 삭감하는 것이 가능해진다.

발명의 구성

본 발명에 따른 실시예는 도면을 참조하여 이하 설명될 것이다. 각 실시예에서, 각각이 적색(R), 녹색(G) 또는 청색(B) 광을 발산하는, 유기 전계 발광 디바이스가 완전 컬러 디스플레이를 실행시키기 위해 기관 상에 배열된 디스플레이 유닛이 개시될 것이다.

<디스플레이 유닛>

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 유닛의 개략도이다. 도 1을 참조하면, 디스플레이 유닛(1)에서, 각각, 적색(R), 녹색(G), 및 청색(B)을 발광하는 유기 전계 발광 디바이스(5r, 5g 및 5b), 즉, 적색 발광 디바이스(5r), 녹색 발광 디바이스(5g) 및 청색 발광 디바이스(5b)는 기판(3) 상에 배열되고, 디스플레이 유닛(1)은 발광 디바이스(5r, 5g 및 5b) 각각으로부터 발산된 광은 기판(3)의 맞은 편으로부터 추출되는 상부-발산형으로 설계된다.

상기 기판(3)은, 유리(glass) 기판, 실리콘 기판, 플라스틱 기판 등의 표면층에, 박막(薄膜) 트랜지스터(Thin Film Transistor : TFT)(미도시)를 배열 형성해서 이루어지는, 이른바 TFT 기판이다. 기판(3)의 표면은 평탄화(平坦化; planarizing) 절연막으로 덮여 있다.

발광 디바이스(5r, 5g, 5b) 각각에서, 애노드(7), 유기층 부분(9), 전자 주입층(11), 및 캐소드(13)는 기판(3) 상에 순서대로 적층되어 있다. 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)의 각각에서, 애노드(7)는 미러(광 반사층)이며 하고 캐소드(13)는 하프 미러(반투과층)이다. 각 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)에서 생긴 특정 파장의 광을 공진시켜 캐소드(하프 미러)(13) 측에서 추출하는 미소 공진기 구조로서 설계되어 있다.

다시 말해, 적색 발광 디바이스(5r)에서, 적색의 파장 영역의 광이 애노드(미러)(7)와 캐소드(하프 미러)(13) 사이의 공진부에서 공진하여 추출 효율이 극대화 되도록, 공진부의 광학적 거리(Lr)가 조정되고 있다. 녹색 발광 디바이스(5g)에서, 녹색의 파장 영역의 광이 애노드(미러)(7)와 캐소드(하프 미러)(13) 사이의 공진부에서 공진하여 추출 효율이 극대화되도록, 공진부의 광학적 거리(Lg)가 조정되고 있다. 청색 발광 디바이스(5b)에서, 청색의 파장 영역의 광이 애노드(미러)(7)와 캐소드(하프 미러)(13) 사이의 공진부에서 공진하여 추출 효율이 극대화 되도록, 공진부의 광학적 거리(Lb)가 조정된다. 따라서, 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)로부터, 다른 발광색의 광이 충분한 강도(強度; intensity)로 추출된다.

여기서, 광학적 거리 L(Lr, Lg, Lb)는 수학식 1을 만족시키는 범위에서 설정된다.

$$(2L)/\lambda + \phi/(2\pi) = m$$

여기서, ϕ 는 발광 디바이스(5r, 5g 또는 5b)에서 발산된 광이 공진부 양단에서 반사될 때의 위상 시프트(라디안)이며, L은 공진부의 광학 거리이며, λ 는 추출되고자 하는 광의 스펙트럼의 피크 파장이며, m은 정수이다.

광학적 거리(Lr, Lg, Lb)는, 이후에 설명하는 바와 같이 유기층 부분(9)의 두께에 의해서 조정된다. 광학적 거리(Lr, Lg, Lb)는, $L_r > L_g > L_b$ 의 관계를 충족한다. 정수 m은 개별 광학 거리에 대해 동일(同一)하다. 바람직하게, 광학적 거리(Lr, Lg, Lb)가 정(正; positive)의 최소값으로 되는 정수 $m=0$ 이다.

이제, 미소공진기 구조를 구비한 각 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)를 구성하는 각 층을 설명한다.

애노드(7)는 각 화소에 대응시켜 패턴 형성되고, 마찬가지로 각 화소에 마련된 TFT에 대해서, 이와 같은 TFT를 덮는(覆; cover) 층간 절연막에 형성된 콘택트홀(미도시)을 거쳐서 각각이 접속되는 상태로 형성된다.

이 애노드(7)는 높은 반사성 재료를 이용함으로써 미러로서 형성된다. 애노드(7)는 은(Ag), 알루미늄(Al), 크롬(Cr), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 탄탈(Ta), 텅스텐(W), 백금(Pt), 금(Au) 또는 그의 합금(合金)과 같은, 높은 반사성을 가진 도전성 재료로 구성된다.

애노드(7)는 도전층 상에 배리어층이 적층된 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 배리어층은 일 함수(仕事關數; work function)가 큰 재료에 의해 구성되어 있고, 그 두께는 약 1nm~200nm이다. 이 배리어층은, 애노드(7)가 미러로서 구성되도록 하는 재료로 구성된다. 도전층이 높은 반사성 재료로 구성된 경우, 광 투과성 재료가 배리어층에 대해 이용된다. 도전층의 광 반사성이 낮은 경우, 높은 반사성 재료가 배리어층에 대해 이용된다.

배리어층은, 예를 들면, 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 티탄(Ti), 크롬(Cr), 갈륨(Ga) 및 알루미늄(Al), 그 금속의 합금, 그 금속 산화물, 또는 그 금속 질화물로 구성된 균으로부터 선택된 적어도 일종의 금속을 포함하는 광 투과성 재료 중에서, 도전층과의 조합(組合; combination)을 고려해서 적당히 선택한 재료에 의해서 구성된다. 금속 합금의 예는 인

듦 주석 합금 및 인듐 아연 합금을 포함한다. 금속 산화물의 예로서 ITO(Indium-Tin-Oxide), IZO(Indium-Zinc-Oxide), 산화 인듐(In_2O_3), 산화 주석(SnO_2), 산화 아연(ZnO), 산화 카드뮴(CdO), 산화 티탄(TiO_2) 및 산화 크로뮴(CrO_2)을 포함한다. 금속 질화물의 예로서는 질화 티탄이나 질화 크롬(CrN)을 포함한다.

각 화소마다 패턴 형성된 애노드(미러)(7)는, 중앙부(中央部; center)만을 노출(露出; expose)시키는 상태에서 그의 주위가 절연막(15)으로 덮여 있다. 이 절연막(15)은, 예를 들면 폴리이미드나 포토레지스트 등의 유기 절연 재료나, 산화 실리콘과 같은 무기(無機) 절연 재료를 이용하여 구성되어 있다.

애노드(미러)(7) 상에 적층된 유기층 부분(9)은, 정공 주입층(9-1), 정공 수송층(9-2), 발광층(9-3), 및 전자 수송층(9-4)을 이 순으로 적층시켜 이루어진다. 이들 중, 발광층(9-3)만이, 각 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)마다 패턴 형성되어 있다. 다른 층은 각 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)에 공통층(共通層; common layer)으로서 제공된다.

이하에, 유기층(9)을 구성하는 이와 같은 각층을 애노드(미러)(7) 측에서부터 순차 설명한다.

우선, 정공 주입층(9-1)은, 각 화소의 공통층으로서, 애노드(7) 및 절연막(15)을 덮는 상태로 적층된다. 정공 주입층(9-1)은 알려진 정공 주입 재료로 구성된다. 예를 들어, 정공 주입층(9-1)은 m-MTDATA[4, 4'-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine]을 이용하여 15nm의 두께로 증착(蒸着; vapor-deposit)된다.

다음으로, 정공 수송층(9-2)은, 각 화소의 공통층으로서, 정공 주입층(9-1) 상에 증착된다. 정공 수송층(9-2)은 알려진 정공 수송 재료를 이용하여 구성되고, 예를 들면 벤지딘 유도체(誘導體; derivative), 스티릴아민 유도체, 트리페닐메탄 유도체, 히드라존 유도체 등을 이용하여 구성된다. 예컨대, α -NPD[4, 4'-bis(N-1-naphthyl-N-phenylamino)biphenyl]을 이용하여 10nm의 두께로 증착된다.

각각 정공 주입층(9-1) 및 정공 수송층(9-2)은, 각각이 복수의 하위층으로 이루어지는 적층 구조를 가질 수 있다는 것을 주목한다.

발광층(9-3)은, 절연막(15)에 형성된 개구를 완전하게 막기 위해, 각 화소마다 패턴 형성되어 있다. 전술한 것처럼, 특정 파장의 광을 애노드(미러)(7)와 캐소드(하프 미러)(13) 사이에서 공진하도록 광학적 거리(L_r, L_g, L_b)가 조정되고 있다. 본 실시예에서, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b) 사이의 두께 차에 의해, 광학적 거리(L_r, L_g, L_b)가 조정된다.

따라서, 각 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)의 광학적 거리(L_t)는 $L_t = L - L_f$ 의 관계를 만족시키도록 설정되고, L 은 각 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)의 공진부의 광학적 거리(L_r, L_g, L_b)이며, L_f 는 발광층 이외의 공통의 기능층의 광학적 거리이다. 게다가, 전술한 것처럼, 각 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)에서의 공진부의 광학적 거리(L_r, L_g, L_b)는 $L_r > L_g > L_b$ 의 관계를 충족시키므로, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)의 광학적 거리(L_t)(두께)는 동일한 크기 관계를 갖는다.

게다가, 전술한 것처럼 다른 두께(광학적 거리(L_t))를 가진 각 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)은 각각 호스트 재료 및 발광성의 게스트 재료로 구성된다. 게다가, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)의 저저항화에 기여(寄與)하는 유기 재료는 그의 두께에 대응하는 양으로 발광층에 추가되어, 두께가 두꺼울수록 추가 양은 증가한다. 그 결과, 상기 유기 재료의 함유량은 $9-3r > 9-3g > 9-3b$ 의 관계를 충족한다. 이와 같은 유기 재료가 청색 발광 디바이스(5b)의 발광층(9-3b)에 추가되지 않을 수 있으며, 이 디바이스는 가장 작은 두께를 가진다는 것에 주목한다.

유기 재료는 정공 수송층(9-2)을 구성하는 정공 수송 재료와 실질적으로 같은 정도의 HOMO 준위를 나타내는 재료로 이루어진다. 정공 수송 재료와 실질적으로 같은 정도의 HOMO 준위라 함은, 유기 재료와 정공 수송 재료의 HOMO 준위와의 차가 +0.3 eV 이하이면, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b) 각각에서의 발광에 영향을 미치는 일없이 충분히 저저항화할 수 있다. 유기 물질의 HOMO 준위는 정공 수송 재료의 HOMO 준위에 가까울수록 저저항화의 효과가 높기 때문에 바람직하다. 호스트 재료로서, 정공 수송 재료와 실질적으로 같은 정도의 HOMO 준위를 구비한 유기 재료가 이용되고 있는 경우, 이 호스트 재료도 상술한 유기 재료로 간주하여, 유기 재료의 전체 함유량을 조정한다.

유기 재료의 함유량은, 최종적인 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)의 구동 전압이 동등(同等) 정도로 되도록 조정된다.

이하, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)의 구조를 설명한다.

적색 발광 디바이스(5r)의 발광층(9-3r)은, 호스트 재료, 게스트 재료, 및 저저항화를 위한 유기 재료로 구성되어 있다. 이 중, 호스트 재료로서는, 정공 수송성 호스트 재료(host material), 전자 수송성의 호스트 재료 및 양전하 수송성(兩電荷輸送性; hole-and electron-transporting) 호스트 재료 중 적어도 1종이 이용된다. 예를 들면, 전자 수송성의 호스트 재료인 ADN(anthracene dinaphtyl)가 사용된다. 게스트 재료로서는, 형광성(螢光性; fluorescent) 또는 인광성(磷光性; phosphorescent) 적색 발광 재료가 이용된다. 예를 들면, 2, 6-비스[(4'-메톡시디페닐아미노)스티릴]-1, 5-디시아노나프탈렌(BSN)이 사용된다. 이 게스트 재료의 함유량은, 예를 들면 호스트 재료와 게스트 재료의 합계량에 대해서, 중량 30% 정도로 함유되어 있다. 발광층(9-3r)의 저저항화에 기여하는 유기 재료로서, 정공 수송층(9-2)을 구성하는 재료와 같은 재료, 예를 들면 α -NPD가 이용된다. 발광층(9-3r)에서는, 유기 재료가 체적 50%의 비율로 함유된다. 이와 같은 구조를 지닌 발광층(9-3r)은, 예를 들면 두께 60nm로 설정되어 있다.

녹색 발광 디바이스(5g)의 발광층(9-3g)은, 호스트 재료, 게스트 재료, 및 저저항화를 위한 유기 재료로 구성되어 있다. 이 중, 호스트 재료로서, 적색의 발광층(9-3r)의 호스트 재료와 같은 재료가 이용되고, 예를 들면 ADN(anthracene dinaphtyl)이 사용된다. 게스트 재료로서, 형광성 또는 인광성 녹색 발광 재료가 이용된다. 예를 들면, 쿠마린 6(coumarin 6)가 사용된다. 게스트 재료의 함유물은, 예를 들면, 호스트 재료와 게스트 재료의 합계량에 대해서, 중량 5% 정도로 함유된다. 발광층(9-3g)의 저저항화에 기여하는 유기 재료로서는, 정공 수송층(9-2)을 구성하는 재료와 같은 재료, 예를 들면 α -NPD가 이용된다. 발광층(9-3g)에서는, 이와 같은 유기 재료가 체적 33%의 비율로 함유된다. 이와 같은 구성의 발광층(9-3g)은, 예를 들면 두께 45nm로 설정되어 있다.

청색 발광 디바이스(5b)의 발광층(9-3b)은, 호스트 재료 및 게스트 재료로 구성되고, 저전압화를 위한 유기 재료를 함유하고 있지 않다. 이 중, 호스트 재료로서, 적색 또는 녹색의 발광층(9-3r, 9-3g)의 호스트 재료와 같은 재료가 이용되고, 예를 들면 ADN(anthracene dinaphtyl)가 이용된다. 게스트 재료로서, 형광성 또는 인광성의 청색 발광 재료가 이용된다. 예를 들면 4, 4'-비스[2-(4-(N, N-디페닐아미노)페닐)비닐]비페닐(DPAVBi)이 이용된다. 게스트 재료의 함유량은 예를 들면 호스트 재료와 게스트 재료의 합계량에 대해서, 2.2중량% 정도인 것으로 한다. 이와 같은 구조를 지닌 발광층(9-3b)은, 예를 들면 두께 20nm로 설정되어 있다.

발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b) 상에 적층된 전자 수송층(9-4)은, 각 화소의 공통층으로서 제공된다. 전자 수송층(9-4)은, 알려진 전자 수송 재료로 구성된다. 예를 들어, 8-히드록시퀴놀린 알루미늄(Alq_3)을 이용하여 20nm 정도의 두께로 증착된다.

정공 주입층(9-1), 정공 수송층(9-2), 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b) 및 전자 수송층(9-4)은 유기층(9)을 구성한다.

유기층 부분(9) 상에 적층된 전자 주입층(11)은 각 화소의 공통층으로서 마련되어 있다. 전자 주입층(11)은 알려진 전자 주입 재료로 구성된다. 일례로서, 전자 주입층(11)은 LiF를 사용하여 약 0.3nm의 두께로 증착된다.

전자 주입층(11) 상에 적층된 캐소드(13)는 각 화소의 공통층으로서 제공된다. 캐소드(13)는 일 함수가 작은 도전성 재료로 구성된다. 이와 같은 도전성 재료로서는, 예를 들면 Li, Mg, Ca 등의 활성(活性; active)인 금속과 Ag, Al, In 등의 금속과의 합금 및 이들을 적층한 구조를 포함한다. 캐소드(13)는 하프 미러로서 이용되므로, 반사율이 0.1% 이상에서 50% 미만인 범위가 되도록 이용된 재질에 따라서 두께가 조정된다. 캐소드(13)로서는, 예를 들면 10nm 두께의 MgAg가 사용된다. 게다가, 전자 주입층(11) 측의 계면(界面; interface)에, 예를 들면 Li, Mg, Ca 등의 활성인 금속과 불소(弗素; bromine) 등의 할로젠이나 산소 등과의 화합물 층으로 구성된 얇은 복합층이 삽입될 수 있다.

캐소드(13)가 전술한 것처럼 각 화소에 공통 전극으로서 이용되는 경우, 애노드(7)와 동일층에서 보조 전극(미도시)을 형성하고, 이 보조 전극에 대해서 캐소드(13)를 접촉시킴으로써, 캐소드(13)의 전압 강하를 방지하는 구조가 이용될 수 있다. 이 경우, 보조 전극 상에 적층된 유기층은, 캐소드(13)를 형성하기 직전에 레이저 애블레이션(laser ablation) 등의 방법으로 제거된다.

전술한 구조를 지닌 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)는 보호막(미도시)으로 덮인다. 이 보호막 상에 접착제(接着劑; adhesive)를 이용하여 봉지(封止; sealing) 기판이 접합(貼合; bonded)된 상태에서 완전 고체형(固體型; solid-state)의 디스플레이 유닛(1)이 구성된다.

보호막은, 유기층 부분(9)에의 수분의 도달 방지를 목적으로 해서, 투수성(透過水性; water permeability), 흡수성(吸收性; water absorption)이 낮은 재료를 이용하여 충분한 두께로 형성된다. 이 실시예에서, 제작된 디스플레이 유닛(1)은 상

향-발산형이기 때문에, 이 보호막은 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)에서 발생한 광을 투과하는 재료로 이루어지고, 예를 들면 80% 정도의 투과율이 확보된다. 보호막은 절연성(絶緣性; insulating) 재료 또는 도전성 재료로 구성될 수 있다. 보호막을 절연성 재료로 구성하는 경우에는, 무기 아몰퍼스(amorphous; 비정질)성의 절연성 재료, 예를 들면 아몰퍼스 실리콘(a-Si), 아몰퍼스 탄화 실리콘(a-SiC), 아몰퍼스 질화 실리콘(a-Si_{1-x}N_x), 또는 아몰퍼스 카본(a-C) 등을 호적(好適; suitably)하게 이용할 수가 있다. 이와 같은 무기 아몰퍼스성의 절연성 재료는, 그레인(grains)을 구성하지 않기 때문에 투수성이 낮고, 양호한 보호막을 형성할 수 있다. 보호막을 도전성 재료로 구성하는 경우에는, ITO나 IZO와 같은 투명 도전성 재료가 이용된다.

접착제로서는, 예를 들면 자외선(UV) 경화 수지(硬化樹脂; curable resin)가 이용된다. 봉지 기판으로서, 예를 들면 유리 기판이 이용된다. 접착제 및 봉지 기판은, 광 투과성 재료로 구성된다는 것에 주의한다.

게다가, 컬러 필터는 캐소드(하프 미러)(13)의 위쪽(上方)(광 추출측)에 적층될 수 있으며, 이는 공진부에서 공진시켜 추출되는 파장 영역의 광을 투과시킨다. 따라서, 각 색의 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)로부터 추출된 광의 색순도가 더욱더 향상된다.

전술한 구조를 지닌 디스플레이 유닛(1)에서, 두께가 다른 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)은, 그의 두께에 따른 양으로 정공 수송층(9-2)을 구성하는 정공 수송 재료(저저항화를 위한 유기 재료)를 함유시키고 있다. 다시 말해, 각 발광 디바이스(유기 전계 발광 디바이스)(5r, 5g, 5b)에서는, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)에 대해서 이와 같은 유기 재료를 함유시키는 것에 의해, 각 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)이 저저항화되어 디바이스의 구동 전압을 저하시킬 수가 있다. 이 때문에, 두께가 두껍고 저항값이 보다 높은, 적색의 발광층(9-3r)과 녹색의 발광층(9-3g)에 대해서, 보다 많은 상기 유기 재료를 함유시키는 것에 의해, 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)의 구동 전압을 낮은 값으로 평균화할 수가 있다.

이 결과, 디스플레이 유닛(1)에 인가한 전원 전압을, 각 디바이스의 요구된 구동 전압에 맞추어 각각 전압 강하시킬 필요가 없어진다. 따라서, 완전 컬러 디스플레이 유닛에서의 화이트 밸런스의 설정이 용이하게 되고 색 재현성(色再現性; color reproducibility)이 향상될 수 있다. 또한, 전압 강하분의 쓸데없는 소비 전력이 삭감하여 저소비 전력화를 실현할 수 있다.

게다가, 구동 전압의 저감이 도모된 적색 발광 디바이스(5r) 및 녹색 발광 디바이스(5g)에서, 휘도 수명의 향상을 도모할 수 있다. 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)를 포함한 디스플레이 유닛(1)에서, 장수명화(長壽命化; long lifetime)를 달성할 수 있다.

<디스플레이 유닛의 제조 방법>

이제 전술한 구조의 디스플레이 유닛(1)의 제조 방법은, 제조 단계를 보여주는 개략적 단면도인, 도 2a 내지 도 2h를 참조하여 설명될 것이다. 이하에서 설명되는 각 층에서, 도 1을 참조하여 이미 설명한 층에 대한 중복(重複)되는 설명은 생략한다.

우선, 도 2a에 도시하는 바와 같이, 기판(3) 상에, 애노드(미러)(7)를 패턴 형성한 후, 각 애노드(미러)(7)의 중앙부를 노출시키는 형상(形狀)으로 절연막(15)을 패턴 형성한다. 다음에, 애노드(미러)(7) 및 절연막(15)을 덮기 위해, 기판(3) 상의 전면(全面)에 정공 주입층(9-1)을 증착한 다음, 계속해서 정공 수송층(9-2)을 증착한다.

그리고, 정공 수송층(9-2) 상에, 열 전사법에 의해서 각 색의 발광층을 형성하는 단계를 행하는데, 이 단계는 본 실시예에 특징적인 단계이다.

우선, 도 2b에 도시하는 바와 같이, 전사용 기판(30r)을 준비한다. 전사용 기판(30r)은 디스플레이 유닛 제작용의 기판(3)과 대략(略; substantially) 동일 형상의 유리 기판(31) 및 광 흡수층(33)을 거쳐서, 이 유리 기판(31)의 전면 위에 적층된 적색의 발광층을 형성하기 위한 전사층(적색 전사층)(35r)을 포함한다.

광 흡수층(33)을 구성하는 재료로서는, 다음에 행하는 열 전사의 단계에서 열원(熱源)으로서 이용된 레이저광의 파장 범위에서 광에 대해 낮은 반사율을 가지는 재료가 바람직하게 이용된다. 예를 들면, 고체 레이저 광원(光源)으로부터의 파장 800nm 정도의 레이저광을 이용하는 경우에는, 크롬(Cr)이나 몰리브덴(Mo) 등이 저반사율, 고용점을 가지는 재료로서 사용되는 것이 바람직하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 여기서는, 예를 들면 스퍼터링법에 의해, Cr을 200nm의 두께로 성막해서 이루어지는 광 흡수층(33)을 형성하는 것으로 한다.

적색 전사층(35r)은 도 1을 참조하여 전술한 적색의 발광층(9-3r)에 함유된 재료를 이용하여 구성된다. 즉, 적색 전사층(35r)은, 호스트 재료, 발광성의 게스트 재료 및 저저항화를 위한 유기 재료로 구성된다.

전술한 재료로 구성된 적색 전사층(35r)은, 호스트 재료와 게스트 재료로 구성된 발광 재료층(35r-1)과, 저저항화를 위한 유기 재료로 구성된 저저항화 층(35r-2)을 포함하며, 발광 재료층(35r-1)과 저저항층(35r-2)은 광 흡수층(33) 측으로부터 순서대로 적층된다.

발광 재료층(35r-1)은 예를 들면 전자 수송성의 호스트 재료인 ADN(anthracene dinaphthyl)에, 적색 발광성의 게스트 재료인 2, 6-비스[(4'-메톡시 디페닐아미노)스티릴]-1, 5-디시아노나프탈렌(BSN)을 중량 30%로 혼합한 재료에 의해서 구성되고, 30nm 정도의 두께로 증착되어 있다.

저저항화 층(35r-2)은, 예를 들면 정공 수송성 재료인 α -NPD를 30nm 정도의 두께로 증착된다.

그리고, 도 2c에 도시하는 바와 같이, 전술한 구조를 지닌 전사용 기관(30r)을, 정공 수송층(9-2)까지의 층이 형성된 기관(3)에 대향 배치시킨다. 이 단계에서, 적색 전사층(35r)과 정공 수송층(9-2)이 마주보도록, 전사용 기관(30r)과 기관(3)을 배치한다. 절연막(15)의 높이가 충분하면, 기관(3)과 전사용 기관(30r)이 서로 밀착될 수 있어서, 기관(3)측의 최상층에 대응하는 정공 수송층(9-2)과 전사용 기관(30r) 측의 최상층에 대응하는 적색 전사층(35r)을 접촉된다. 이와 같이 한 경우에도, 기관(3) 측의 절연막(15) 상에 전사용 기관(30r)이 지지된 상태로 되고, 애노드(7) 상의 정공 수송층(9-2) 부분에 전사용 기관(30r)이 접촉되지 않는다.

다음에, 전술한 것처럼 기관(3)에 대향 배치된 전사용 기관(30r)은, 예를 들면 파장 800nm의 레이저광(hr)을 조사한다. 이 단계에서, 적색 발광 디바이스의 형성 영역에 대응하는 부분에, 레이저광(hr)을 선택적으로 스폿 조사한다.

따라서, 광 흡수층(33)에 레이저광(hr)을 흡수시키고, 그 열을 이용하여 적색 전사층(35r)을 기관(3) 측에 열 전사시킨다. 기관(3) 상에 적층된 정공 수송층(9-2) 상에, 적색 전사층(35r)을 높은 위치 정확도로 열 전사시켜서 이루어지는 적색 발광층(9-3r)을 패턴 형성한다.

이와 같은 열 전사 단계에서, 예를 들면, 레이저광(hr)의 조사 에너지에 의해, 전사용 기관(30r) 측의 적색 전사층(35r)을 구성하는 각 재료의 농도 구배(濃度勾配; concentration gradient)를 조정한다. 구체적으로는, 조사 에너지를 높은 레벨로 설정하는 것에 의해, 적색 전사층(35r)을 구성하는 재료가 대략 균일하게 서로 섞인 혼합층으로서 적색 발광층(9-3r)을 형성한다. 대안적으로, 적색 발광층(9-3r) 내에, 적색 전사층(35r)을 구성하는 각 재료가 서로 섞인 혼합층이 형성되도록, 조사 에너지가 조정될 수 있다.

게다가, 적색 발광 디바이스의 형성 영역(화소 영역)에서 절연막(15)으로부터 노출된 애노드(7) 위에 부분이 적색 발광층(9-3r)에 의해 완전하게 덮이도록, 레이저광(hr) 조사를 행하는 것이 중요하다.

전술한 열 전사의 공정을 되풀이함으로써, 순차적으로 녹색 발광층 및 청색 발광층을 형성한다.

즉, 도 2d에 도시하는 바와 같이, 디스플레이 유닛 제작용의 기관과 대략 동일 형상의 유리 기관(31) 및 광 흡수층(33)을 거쳐서 유기 기관(31)의 전면 위에 적층된 녹색의 발광층을 형성하기 위한 전사층(녹색 전사층)(35g)을 포함하는 전사용 기관(30g)을 준비한다. 녹색 전사층(35g)은, 발광성의 게스트 재료로서 녹색 발광의 게스트 재료를 이용하는 것 이외에는, 도 2b를 참조하여 설명한 적색 전사층(35r)과 마찬가지로의 2층 구조를 가질 수 있다.

즉, 발광 재료층(35g-1)은, 예를 들면 전자 수송성의 호스트 재료인 ADN(anthracene dinaphthyl)에, 녹색 발광성의 게스트 재료인 쿠마린(6)을 중량 5%로 혼합한 재료에 의해서 구성되고, 30nm 정도의 두께로 증착된다.

발광 재료층(35g-1) 상의 저저항화 층(35g-2)은, α -NPD를 사용하여 15nm 정도의 두께로 증착된다.

그리고, 도 2e에 도시된 것 같이, 이 전사용 기관(30g)은 정공 수송층(9-2)이 제공된 기관(3)에 대향 배치시키고, 전사용 기관(30g) 측으로부터 녹색 발광 디바이스의 형성 영역에 대응하는 부분에, 레이저광(hr)을 선택적으로 스폿 조사한다.

따라서, 기판(3) 상에 적층된 정공 수송층(9-2) 상에 선택적으로 녹색 전사층(35g)을 열 전사시켜서 이루어지는 녹색 발광층(9-3g)을 패턴 형성한다. 이와 같은 열 전사 단계에서, 도 2c를 참조하여 설명한 적색 발광층(9-3r)의 패턴 형성과 마찬가지로, 녹색 전사층(35g)을 구성하는 재료가 대략 균일하게 서로 섞인 상태에서 녹색 발광층(9-3g)이 형성된다.

게다가, 도 2f에 도시된 것처럼, 디스플레이 유닛 제작용의 기판과 대략 동일 형상의 유리 기판(31) 및 광 흡수층(33)을 거쳐서 유리 기판(31)의 전면 위에 적층된 청색의 발광층을 형성하기 위한 전사층(청색 전사층)(35b)을 포함하는 전사용 기판(30b)을 준비한다. 청색 전사층(35b)은, 호스트 재료와 함께, 발광성의 게스트 재료로서 청색 발광의 게스트 재료로 구성된 발광 재료층(35b-1)을 포함한 단층 구조를 구비한다. 발광 재료층(35b-1)은, 예를 들면 전자 수송성의 호스트 재료인 ADN에, 청색 발광성의 게스트 재료인 4, 4'-비스[2-(4-(N, N-디페닐아미노)페닐)비닐]비페닐(DPAVBi)을 중량 2.5%로 혼합한 재료에 의해서 구성되고, 20nm 정도의 두께로 증착된다.

그리고, 도 2g에 도시된 것처럼, 이 전사용 기판(30b)을, 정공 수송층(9-2)이 제공된 기판(3)에 대향 배치시키고, 전사용 기판(30b) 측으로부터 청색 발광 디바이스의 형성 영역에 대응하는 부분에, 레이저광(hr)을 선택적으로 스폿 조사한다.

따라서, 기판(3) 상에 적층된 정공 수송층(9-2) 상에 선택적으로 청색 전사층(35b)을 열 전사시켜서 이루어지는 청색 발광층(9-3b)을 패턴 형성한다. 이와 같은 열 전사 단계에서, 도 2c를 참조하여 설명한 적색 발광층(9-3r)의 패턴 형성과 마찬가지로, 청색 전사층(35b)을 구성하는 각 재료가, 대략 균일하게 서로 섞인 상태에서 청색 발광층(9-3b)이 형성된다.

도 2b 내지 도 2g를 참조하여 설명한 열 전사의 단계의 순서는, 특별히 제한되지 않는다. 열 전사 단계는 임의의 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)으로부터 수행될 수 있다.

게다가, 되풀이해서 행해지는 열 전사의 단계는, 대기압 중에서도 수행될 수 있지만, 진공중에서 행하는 것이 바람직하다. 진공중에서 열 전사를 행하는 것에 의해, 보다 낮은(低) 에너지로의 레이저를 사용한 전사를 수행하는 것이 가능하게 되고, 전사되는 발광층 상의 열적인 악영향을 경감할 수가 있다. 게다가, 열 전사의 공정을 진공중에서 행하는 것에 의해, 기판끼리의 밀착성이 높아지고, 전사의 패턴 정밀도가 양호하게 되어, 바람직하다. 게다가, 모든 프로세스를 진공중에서 행하도록 함으로써, 디바이스의 열화(劣化; degradation)를 방지하는 것이 가능하다.

레이저광(hr)을 선택적으로 스폿 조사하는 단계에서는, 레이저 조사 장치에서의 레이저 헤드의 구동 부재가 정밀한 정렬 메커니즘을 구비하고 있는 경우에는, 애노드(7)를 따라, 레이저광(hr)을 적정한 스폿 지름으로 전사용 기판(30r, 30g, 30b) 상에 적용한다. 이 경우, 기판(3)과 전사용 기판(30r, 30g, 30b)과의 정렬을 엄밀하게 행할 필요는 없다. 한편, 레이저 조사 장비의 레이저 헤드의 구동 부재가 정밀한 정렬 메커니즘을 구비하고 있지 않은 경우에는, 전사용 기판측에 레이저광(hr)이 조사되는 영역을 제한하는 차광막(遮光膜; light-shielding film)을 형성해 둘 필요가 있다. 구체적으로는, 차광막은 전사용 기판(31)의 이면에 형성되며, 차광막은 레이저를 반사하는 고반사 금속층으로 구성되고 개구부(開口部; openings)가 제공된다. 또한, 이 위에 저반사성 금속층을 적층할 수 있다. 이 경우, 기판(3)과 전사용 기판(30r, 30g, 30b)과의 위치 맞춤을 정확하게 행해야 한다.

다음에, 도 2h에 도시된 것처럼, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)이 제공된 기판(3) 상의 전면을 덮기 위해 전자 수송층(9-4)은 증착에 의해 형성되고, 전자 주입층(11) 및 캐소드(13)는 그 위에 형성된다. 바람직하게, 캐소드(13)는 하지(下地; underlying)의 유기층 부분(9)에 악영향을 미치는 일이 없을 정도로, 적층 입자의 에너지가 작은 증착 방법, 예를 들면 증착법이나 CVD(Chemical Vapor Deposition)법에 의해서 행해진다.

전술한 것처럼 유기 전계 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)를 형성한 후에는, 보호막(미도시)을 형성한다. 바람직하게, 이 보호막은, 유기층 부분(9)의 열화에 의한 휘도의 저하를 방지하기 위해서 상온에서 형성되며, 보호막의 벗겨짐(separation; 박리)을 방지하기 위해서 막의 스트레스(stress; 應力)가 최소로 되는 조건으로 형성된다. 그리고, 이 보호막 측에 접착제를 거쳐서 봉지 기판을 접합하는 것에 의해 디스플레이 유닛(1)을 완성시킨다.

전술한 제조 방법에서, 예를 들면 도 2c를 참조하여 설명한 바와 같이, 전하 수송성 호스트 재료 및 발광성의 게스트 재료와 함께, 정공 수송성 재료로 구성된 적색 전사층(35r)은 적색 발광층(9-3r)으로서 열 전사시킨다. 따라서, 열 전사에 의해서 형성된 적색 발광층(9-3r)은, 전하 수송성 호스트 재료 중에, 발광성의 게스트 재료와 정공 수송성 재료(즉, 저저항화를 위한 유기 재료)를 혼합한 3원계(三元系; ternary)의 혼합층으로 구성된다. 이러한 경우, 적색 발광층(9-3r)의 두께 및 적색 발광층(9-3r) 중에서의 정공 수송성 재료(즉, 저저항화를 위한 유기 재료)의 함유량은, 적색 전사층(35r)을 구성하는 발광 재료층(35r-1) 및 저저항화 층(35r-2)의 두께에 따라서 높은 정밀도로 조정하는 것이 가능하다.

따라서, 두께에 따라서 증가하는 양으로 저저항화를 위한 유기 재료를 함유시킨 각 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)을, 두께 정밀도 및 조성(組成; somposition) 정밀도 양호하게 형성하는 것이 가능하다.

전술한 각 실시예에서, 디스플레이 유닛(1)이 능동 매트릭스 방식인 경우를 예시했다. 본 발명은 수동 매트릭스 방식의 디스플레이 유닛에도 적용 가능하다. 이 경우, 예를 들면 스트라이프 모양으로 형성된 애노드(strip-shaped anodes)(7)와 교차(交差; intersect)하는 스트라이프 모양으로 캐소드(13)가 형성되고, 이들 교차한 부분에서 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)을 각각 포함하는 유기층 부분(9) 등이 협지된 영역에, 적색 발광 디바이스(5r), 녹색 발광 디바이스(5g) 및 청색 발광 디바이스(5b)가 각각 제공된다.

전술한 수동 매트릭스 방식의 디스플레이 유닛에서, 기관(3) 측에 화소마다의 구동 회로가 제공되지 않으므로, 디스플레이 유닛이 기관(3) 측으로부터 발광색을 추출하는 하부-발산형으로 설계한 경우이더라도, 화소의 개구율을 유지(維持; maintain)할 수가 있다.

이러한 하부-발산형에서, 기관(3) 상에 배치되는 애노드(7)는 하프 미러로 형성되고, 캐소드(13)는 미러로 형성된다. 따라서, 애노드(7)를 거쳐서 기관(3) 측으로부터 공진된 파장이 추출된다. 이 경우에, 기관(3), 애노드(7), 및 캐소드(13)에 대해, 적합한 광 반사 및 투과 특성을 구비한 재질이 선택된다. 게다가, 하부-발산형인 경우에는, 상술한 실시예에서의 애노드(7)로부터 캐소드(13)까지의 적층 순서는 역(逆; reverse)으로 될 수 있다.

게다가, 본 발명의 다른 실시예에 따라, 능동 매트릭스 방식의 디스플레이 유닛에서, 상술한 실시예에서의 애노드(7)로부터 캐소드(13)까지의 적층 순서를, 역으로 구성할 수 있다. 능동 매트릭스 방식의 디스플레이 유닛에서, 기관(3) 측에 화소마다의 구동 회로가 제공되므로, 디스플레이 유닛을 기관(3)과는 반대측으로부터 발광색을 추출하는 상부-발산형으로 설계하는 것이, 화소의 개구율을 증가시키는데 있어서 유리하다. 이 경우, 기관(3) 측에 배치되는 캐소드(13)가 미러로 작동하고, 광 추출측 상에 배치되는 애노드(7)가 하프 미러로 작동하도록, 각각의 재질이 적당히 선택된다.

게다가, 본 발명은 또한 능동 매트릭스이거나 수동 매트릭스일 수 있는 투과형의 디스플레이 유닛에 적용가능한데, 즉, 발광은 기관(3) 측과 상대 기관 측으로부터 추출될 수 있다.

전술한 실시예 각각에서, 두께가 각각 다른 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)을 포함하는 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)로서, 각각 공진기 구조로 구성되어 있는 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)를 예시했다. 본 발명에서, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)의 두께가 각각 다른 구성인 한, 공진기 구조로 구성되어 있는 경우에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)에서 생긴 광을 1회의 반사에 의해 간섭시켜서 추출하는 구성이더라도, 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)은 두께가 각각 다르기 때문에, 구동 전압이 변동한다. 이와 같은 구조의 디스플레이 유닛이더라도, 두께에 따라 발광층으로 저저항화를 위한 유기 재료를 함유시키는 것에 의해, 구동 전압을 균일화하는 것이 가능해진다.

전술한 각 실시예에서, 공진부에서의 광학적 거리가 발광층만으로 조정된 발광 디바이스를 이용을 설명했다. 그렇지만, 본 발명은 발광층의 두께가 다른 발광 디바이스를 포함하는 디스플레이 유닛이라면 널리 적용 가능하다. 예를 들면, 본 발명은 발광층의 두께와 함께 상기 전도층의 두께에 의해서 광학적 거리가 조정된 발광 디바이스를 포함한 디스플레이 유닛에 적용가능하며, 마찬가지로 효과를 얻을 수가 있다.

게다가, 본 발명은, 예를 들면 일본 미심사 특허 공개 출원 제2003-272860호에 개시되는 바와 같이, 적층된 발광층을 가지는 유기층의 유닛(발광 유닛)을 포함하는 유기 전계 발광 디바이스를 구비한 디스플레이 유닛에서도 또한 적용가능하며, 마찬가지로 효과를 얻을 수가 있다.

[사례]

다음에, 본 발명의 일 실시예에 따른 사례 및 비교예는 도 2a 내지 도 2h를 참조하여 이하 설명될 것이다. 각 사례와 비교예에서, 완전 컬러 디스플레이 유닛을 구성하는 유기 전계 발광 디바이스는 제조된다. 평가 결과는 또한 이하 설명될 것이다.

<사례 1>

디스플레이 유닛을 구성하는 적색 발광 디바이스(5r)를 이하와 같이 제작했다.

단계 1: 우선, 디바이스 제작용 기판인, 유리 기판(3) 상에, 은(銀) 합금층인 APC(Ag-Pd-Cu)층(두께 120nm)을 애노드(미러)(7)로서 형성했다. 다음에, 애노드(7)를 덮도록, 산화 실리콘의 절연막(15)을 스퍼터링법에 의해 약 2 μ m의 두께로 형성하고, 리소그래피법에 의해 애노드(7)를 노출시켰다. 정공 주입층(9-1)으로서, m-MTDATA를 15nm의 두께로 증착했다. 다음에, 정공 수송층(9-2)으로서, α -NPD를 그 위에 10nm의 두께로 증착했다.

단계 2: 다음으로, 다음과 같이 해서 전사용 기판(30r)을 준비했다. 먼저, 유리 기판(31) 상에 형성된 광 흡수층(33) 상에, ADN로 이루어지는 호스트 재료에, BSN으로 이루어지는 적색 발광성의 게스트 재료를 중량 30%의 비율로 혼합하여 얻어진 발광 재료층(35r-1)을 30nm의 두께로 진공 증착에 의해 형성하고, α -NPD(저저항화 층)로 이루어지는 저저항화 층(35r-1)을 30nm의 두께로 진공 증착에 의해 형성했다. 이 경우, 발광 재료층과 저저항화 층과의 두께 비율은 50 : 50이다.

단계 3: 다음에, 적층된 유기층끼리가 마주보는 상태에서, 단계 (2)에서 준비한 전사용 기판(30r)을 디바이스 제작용의 기판(3) 상에 배치했다. 기판 사이에는, 절연막(15)의 두께로 인해 약 2 μ m의 작은 간극(間隙; space)이 유지된다. 도면상에서, 절연막(15)의 높이는 실제 값보다 낮게 도시된다. 이 상태에서, 파장 800nm의 레이저 광선은 기판(3) 제작용 기판(3)의 적색 화소 영역에 상대하는 위치에서, 전사용 기판(30r)의 이면측에 적용되었다. 따라서, 전사용 기판(30r)으로부터 적색 전사층(35r)을 열 전사시키고, 적색 발광층(9-3r)을 형성했다. 레이저 광선의 스폿 사이즈는, 300 μ m \times 10 μ m로 했다. 레이저 광선은, 긴쪽 방향(longitudinal direction)에 대해서 수직 방향에서 주사했다. 에너지 밀도는, 2.6 E-3mJ/ μ m²로 했다. 적색 발광층(9-3r)에서의 저저항화를 위한 유기 재료(α -NPD)의 함유량은 체적 50%로 된다.

단계 4: 적색 발광층(9-3r)을 전사한 후, 전자 수송층(9-4)을 형성했다. 전자 수송층(9-4)으로서, 8-히드록시퀴놀린 알루미늄(Alq3)을 20nm 정도의 두께로 증착했다. 계속해서, 전자 주입층(11)으로서, LiF를 약 0.3nm(증착 속도 \sim 0.01nm/sec)의 두께로 증착했다. 그 다음에, 캐소드(하프 미러)(13)로서, MgAg를 10nm의 두께로 증착한다. 이에 따라, 적색 발광 디바이스(5r)를 얻었다.

<비교예 1>

적색 발광 디바이스는 단계 2의 전사용 기판(30r)의 준비에서, 발광 재료층(35r-1)만을 60nm의 두께로 형성하고, 저저항화 층(35r-2)을 형성하지 않은 것 이외에는, 사례 1과 마찬가지로 제작되었다.

<사례 2>

단계 2에서 전사용 기판(30r)의 준비에서, 발광 재료층에서의 재료 구성을 바꾸어 전사용 기판(30)을 제작한 것 이외에는, 사례 1과 마찬가지로 녹색 발광 디바이스(5g)를 제작했다.

다시 말해, 전사용 기판(30g)의 준비에서는, 유리 기판(31) 상에 형성된 광 흡수층(33) 상에, ADN으로 구성된 호스트 재료에, 쿠마린(6)으로 구성된 녹색 발광성의 게스트 재료를 중량 5%의 비율로 혼합하여 얻어진 발광 재료층(35g-1)을, 진공 증착에 의해 30nm의 두께로 형성하고, α -NPD로 구성된 저저항화 층(35g-2)을 15nm의 두께로 진공 증착에 의해 형성했다. 이 경우, 발광 재료층(35g-1)과 저저항화 층(35g-2)과의 두께 비율은 30 : 15이다.

이후, 상기에서 제작한 전사용 기판을 이용하여, 사례 1의 단계 3, 4와 같이, 녹색 발광 디바이스(5g)를 제작했다. 녹색 발광층(9-3g)에서의 저저항화를 위한 유기 재료(α -NPD)의 함유량은 체적 33%였다는 것에 주목한다.

<비교예 2>

단계 2에서 전사용 기판(30g)의 제작에서, 발광 재료층(35g-1)만을 45nm의 두께로 형성하고, 저저항화 층(35g-2)을 형성하지 않은 것 이외에는, 사례 2와 같이 녹색 발광 디바이스를 제작했다.

<사례 3>

단계 2의 전사용 기판(30r)의 준비에서, 발광 재료층에서의 재료를 바꾸고, 저저항화 층(35g-2)을 형성하지 않고 전사용 기판(30b)을 준비한 것 이외에는, 사례 1과 같이 청색 발광 디바이스(5b)를 제작했다.

다시 말해, 단계 2에서 전사용 기관(30b)의 준비에서, 유리 기관(31) 상에 형성된 광 흡수층(33g) 상에서, ADN로 구성된 호스트 재료에, DPAVBi로 구성된 청색 발광성의 게스트 재료를 중량 2.5%의 비율로 혼합하여 얻어진 발광 재료층(35b-1)을, 20nm의 두께로 진공 증착에 의해 형성했다.

그 후, 상기에서 제작한 전사용 기관(30b)을 이용하여, 청색 발광 디바이스(5b)는 사례 1의 단계 3, 4와 같이 제조된다. 청색 발광층(9-3b)에서의 저저항화를 위한 유기 재료(a-NPD)의 함유량은 체적 0%이다.

《평가 결과》

전술한 것처럼 제작한 각 색의 유기 전계 발광 디바이스에 대해서, 10mA/cm²의 정전류 밀도를 인가한 상태에서, 분광 방사 휘도계(分光放射輝度計; spectral radiance meter)를 이용하여 색도 및 발광 효율을 측정했다. 게다가, 같은 발광성의 게스트 재료를 이용하여 제조된 디바이스가 같은 휘도로 발광하도록 전류 인가를 설정한 상태에서, 구동 전압이 측정되었다. 게다가, 수명 시험을 행하여 100시간 경과후의 상대 휘도의 감소 비율을 측정했다. 이와 같은 결과를 하기의 표 1에 나타낸다.

[표 1]

		저저항화를 위한 유기재료의 함유율	CIE 색도	발광 효율 [cd/A]	휘도 감소율 [%]	구동 전압 [V]
적색 발광소자	사례 1	50[체적 %]	0.64, 0.32	5.3	15	6.3
	(비교예1)	—	0.63, 0.32	5.5	17	10.5
녹색 발광소자	사례 2	33[체적 %]	0.22, 0.68	13.0	15	5.9
	(비교예2)	—	0.22, 0.66	15.0	14	9
청색 발광소자	사례 3	0[체적 %]	0.16, 0.21	6.2	11	6.2

사례 1, 2에서 제조된 발광 디바이스의 평가 결과 및 비교예 1, 2에서 제작한 발광 디바이스의 평가 결과를 각각 비교하면, 발광 재료 층과 저저항화층을 포함하는 전사층을 열 전사해서 그들 층을 혼합하여 이루어지는 발광층을 형성한 사례 1 및 2의 발광 디바이스는, 비교예 1, 2의 발광 디바이스와 비교해서, 발광 효율 및 휘도 감소율을 같은 정도로 유지하면서, 구동 전압을 감소시키는 효과가 얻어진다는 것이 명백하다. 게다가, 사례 1 및 2의 발광 디바이스는 비교예 1 및 2의 발광 디바이스의 그것과 같은 정도의 색도를 가진다는 것이 명백하다.

특히, 사례 1에서 제작된 적색 발광 디바이스의 평가 결과는 저저항화 층을 포함하지 않는 비교예 1에서 제조된 적색 발광 디바이스와 비교하면, 저저항화 층을 적절한 양으로 이용하여 전사층을 구성하는 것에 의해, 최종 적색 발광 디바이스의 발광색을 변화시키지 않고, 구동 전압을 적절히 저하시키고, 휘도 감소율은 비교예보다 낮다는 것이 명백하다.

적색 발광 디바이스에 대해서는, 사례 1과 같이, 저저항화 층의 이용으로 인한 발광 효율의 실질적인 저하는 없었다. 녹색 발광 디바이스에 대해서는, 사례 2와 같이, 저저항화 층을 사용으로 인해 발광 효율의 약간의 저하가 보였다. 이것은, 원래 낮은 에너지는 청색이나 초록색 발광 등의 단파장 발광과 비교해서, 적색 발광에 충분하며, 저저항화 층을 혼입시키는 것에 의한 저효율화 효과가 거의 없기 때문이다.

사례 1, 2 및 3의 발광 디바이스에 대해서, 저저항화 층의 두께에 의해, 발광층 내에서의 저저항화를 위한 유기 재료의 함유율이 적절히 조정(구체적으로는, 장파장 발광 디바이스에는 혼입량을 많게 한다)되고 있기 때문에, 발광층의 두께는 각 색의 발광 파장에 대응해서 크게 다름에도 불구하고, 구동 전압은 동등 정도로 되어 있다.

발명의 효과

이상의 결과로부터 명백해진 것처럼, 저저항화를 위한 유기 재료를 두께에 대응시킨 양으로 각 색 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)에 함유시키는 것에 의해, 공진 구조의 사용으로 인해, 발광 디바이스(5r, 5g, 5b)에서의 발광층(9-3r, 9-3g, 9-3b)이 극단적으로 다른 두께를 가지는 경우이더라도, 이들 구동 전압을 평균화할 수 있다. 따라서, 완전 컬러 디스플레이 유닛에서 전력 소비를 감소시킬 수 있다.

게다가, 이러한 효과는 색도를 저감시키지 않고 휘도 효율성의 감소 또는 휘도의 감소없이 얻어질 수 있다는 것이 확인된다.

당업자는 다양한 변경, 결합, 하위-결합 및 변형이 첨부된 청구항의 범위 또는 그 등가물 내에 있는 한은 설계 요건 및 다른 인자에 따라 발생할 수 있다는 것을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 유닛의 개략적인 단면도.

도 2a 내지 도 2h는 본 발명의 다른 실시예에 따른 디스플레이 유닛을 제조하기 위한 방법의 단계를 도시하는 개략적인 단면도.

<도면 주요 부분에 대한 부호의 설명>

3: 기관

5r: 적색 발광 디바이스(유기 전계 발광 디바이스)

5g: 녹색 발광 디바이스(유기 전계 발광 디바이스)

5b: 청색 발광 디바이스(유기 전계 발광 디바이스)

7: 애노드

9: 유기층

9-2: 정공 수송층

9-3r: 적색 발광층

9-3g:녹색 발광층

9-3b:청색 발광층

13: 캐소드

30r, 30g, 30b: 전사용 기관

35r: 적색 전사층

35g: 녹색 전사층

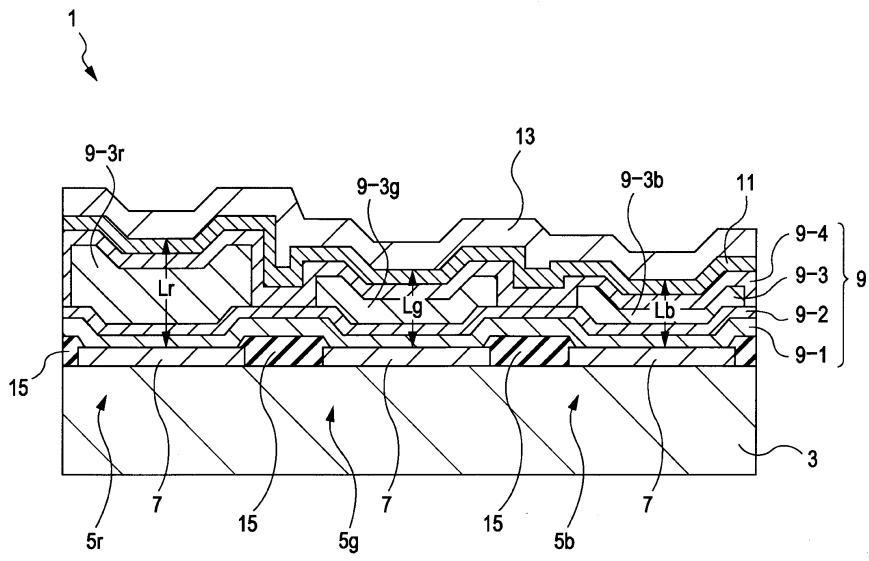
35b: 청색 전사층

35r-1, 35g-1, 35b-1: 발광 재료층

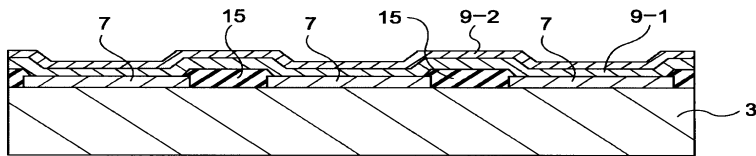
35r-2, 35g-2: 저저항화 층

도면

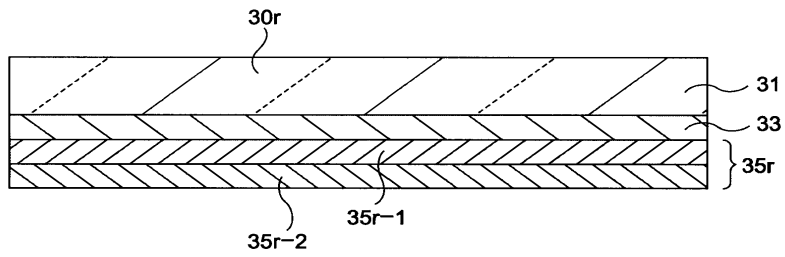
도면1



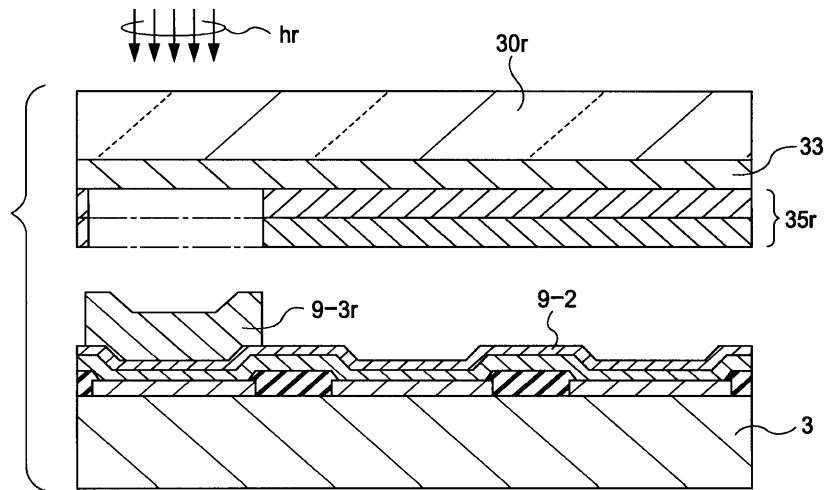
도면2a



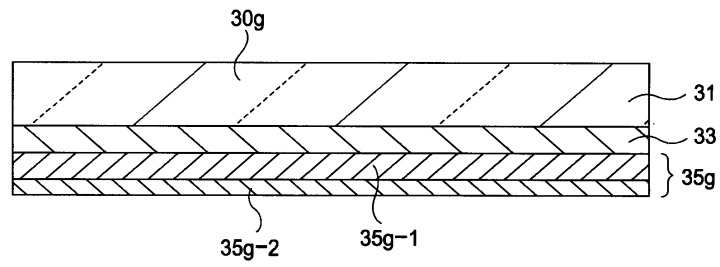
도면2b



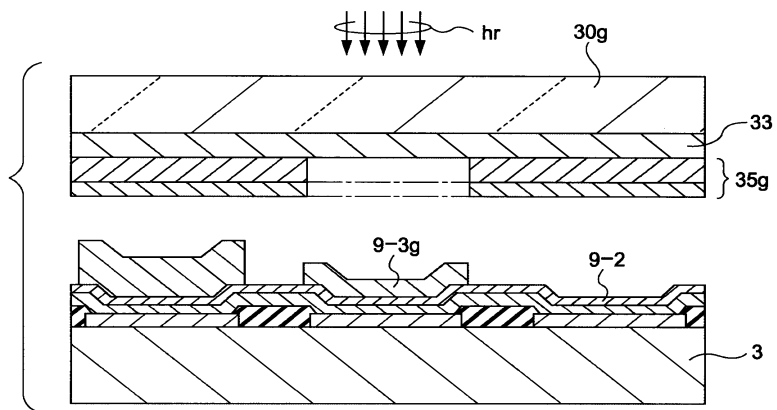
도면2c



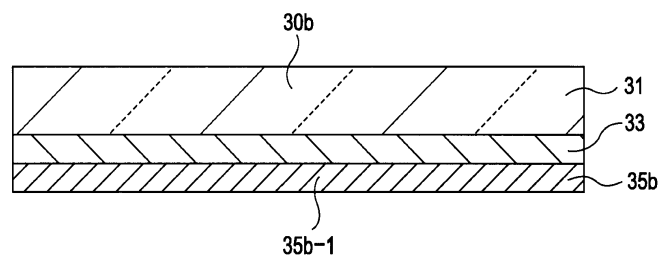
도면2d



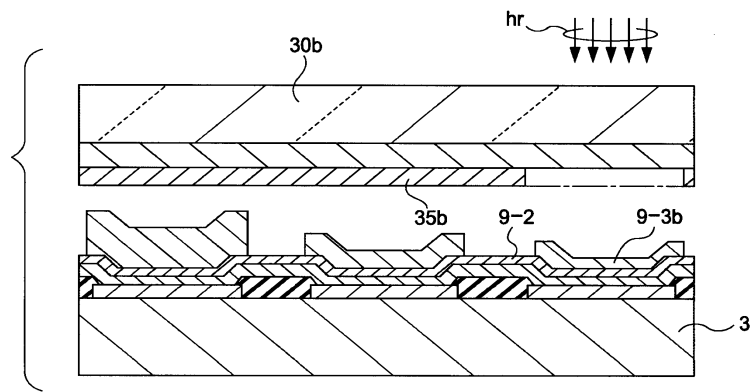
도면2e



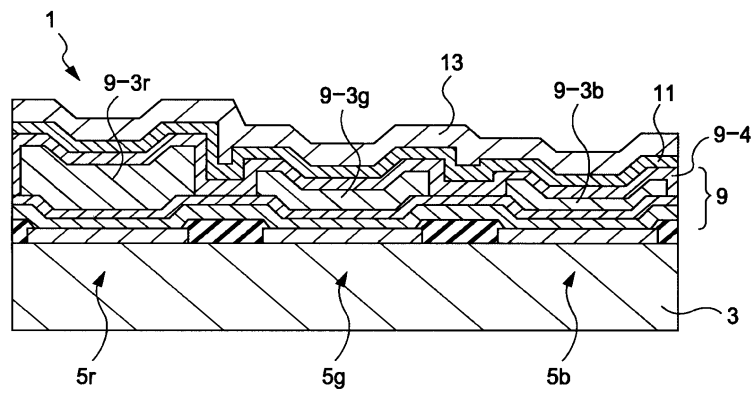
도면2f



도면2g



도면2h



专利名称(译)	显示单元及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020070030140A	公开(公告)日	2007-03-15
申请号	KR1020060087278	申请日	2006-09-11
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	索尼有限公司		
[标]发明人	EISUKE MATSUDA		
发明人	EISUKE MATSUDA		
IPC分类号	H05B33/14		
CPC分类号	H01L27/3211 H01L51/0013 H01L51/5265 H01L51/5016		
代理人(译)	MOON , KYOUNG金 KIM , HAK SOO		
优先权	2005263367 2005-09-12 JP		
其他公开文献	KR101272294B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

显示单元包括多个有机电致发光器件。并且至少包括分别层压的空穴传输层和包括发光层的有机层部分。而2的电极插入有机层部分。每个有机电致发光器件的发光层承载另一个厚度。对于其中每个有机电致发光器件内的发光层组织空穴传输层的传输材料，包含与孔的HOMO能级几乎相同的有机材料。并且根据发光层的厚度设定有机材料的包含率。

