

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.	(11) 공개번호	10-2006-0020050
H05B 33/10 (2006.01)	(43) 공개일자	2006년03월06일

---

(21) 출원번호	10-2004-0068778
(22) 출원일자	2004년08월30일

---

(71) 출원인	삼성에스디아이 주식회사 경기 수원시 영통구 신동 575
----------	-----------------------------------

(72) 발명자	진병두 경기도 성남시 분당구 미금동 까치마을 1단지롯데아파트 111동 402호 김무현 경기 수원시 팔달구 영통동 신나무실 풍림아파트 601동 1501호 송명원 경기도 수원시 권선구 고등동 46번지 6호 27동 1반 이성택 경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을풍림아파트 233동 1002호
----------	---

(74) 대리인	박상수
----------	-----

**흡사청구 : 있음**

---

**(54) 고효율 유기 전계 발광 소자 및 그의 제조방법**

---

**요약**

본 발명은 유기전계발광소자에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 화소영역의 제 2전극 상에 두께가 다른 캡핑층을 구비한 고효율 유기전계발광소자 및 그의 제조방법을 제공한다.

또한, 본 발명은 레이저 열전사법에 의해 단위화소별 제 1전극의 상부에 다른 두께를 갖는 캡핑층을 형성하여 간단한 공정으로 색재현성과 발광효율을 향상시킬 수 있는 유기전계발광소자 및 그의 제조방법을 제공한다.

**대표도**

도 1

**색인어**

유기전계발광소자, 캡핑층, 레이저 열전사법

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기전계발광소자의 구조를 나타낸 단면도이다.

도 2는 캡핑층을 형성하기 위해 사용되는 도너기판의 구조를 나타낸 도면이다.

도 3a 내지 3f는 제 1실시예에 따른 두께가 다른 캡핑층을 형성하는 유기전계발광소자의 제조공정을 상세하게 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 4a 내지 4f는 제 2실시예에 따른 두께가 다른 캡핑층을 형성하는 유기전계발광소자의 제조공정을 상세하게 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기전계발광소자에 있어서, 제 1캡핑층 두께에 따른 적색의 발광 효율을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 유기전계발광소자에 있어서, 제 2캡핑층 두께에 따른 적색의 발광 효율을 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 유기전계발광소자에 있어서, 제 3캡핑층 두께에 따른 적색의 발광 효율을 나타낸 도면이다.

#### - 도면부호에 대한 간단한 설명 -

100 : 절연 기판 150 : 박막트랜지스터

170 : 제 1전극 200R : 제 1발광층

200G : 제 2발광층 200B : 제 3발광층

210 : 제 2 전극 220R : 제 1캡핑층

220G : 제 2캡핑층 220B : 제 3캡핑층

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유기전계발광소자에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 화소영역의 제 2전극 상에 두께가 다른 캡핑층을 구비한 고효율 유기전계발광소자 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로 오늘날 고도의 정보화 시대가 도래함에 따라 신속, 정확한 정보를 손안에서 얻고자 하는 요구가 많아지면서, 가볍고 얇아서 휴대하기가 편하고 정보 처리 속도가 빠른 디스플레이 장치에 대한 개발이 급속하게 이루어지고 있다. 그 중에 저전압 구동, 높은 발광 효율, 얕은 시야각 및 빠른 응답 속도를 갖는 유기전계발광소자가 각광을 받고 있다.

상기 유기전계발광소자는 일반적으로 애노드 전극과 캐소드 전극사이에 유기발광층을 포함하고 있어 애노드 전극으로부터 공급받은 흘과 캐소드 전극으로부터 공급받은 전자가 유기 발광층 내에서 결합하여 전자-홀 쌍인 여기자를 형성하고 다시 상기 여기자가 바닥상태로 돌아오면서 발생되는 에너지에 의해 발광하게 된다.

이와 같은 유기전계발광소자는 투명전극과 반사전극의 광학적 특성과 발광층을 포함하는 유기박막층의 전기적 특성에 따라 효율이 결정될 수 있다. 여기서, 광학적 특성은 발광하는 파장의 1/4의 두께구조에서 최대 보강간섭이 발생하고 전기적 특성은 발광층의 두께 조절로 전기적 특성을 제어할 수 있다.

종래에는 애노드전극과 캐소드전극사이에 개재되어 있는 유기박막층을 구성하는 흘 주입 및 수송층, 발광층 및 전자수송층의 막두께를 제어하여 최대 효율 및 최고 색순도를 얻고자 하였다. 일본특허공보 제2846571호에는 배면발광형 유기전계발광소자에 있어서, 애노드전극 및 캐소드전극과 이들 사이에 개재된 유기박막의 광학적 막두께를 발광층에서 발광하는 광의 강도를 피크가 되도록 설정하여 주므로 써, 높은 색순도와 효율을 얻을 수 있는 기술이 제시되었다. 또한, 일본특허공

개공보 2000-323277호에는 배면발광형 유기전계발광소자에 있어서, 애노드전극과 캐소드전극사이에 개재된 유기박막 층중 발광층을 제외한 박막층의 두께를 R, G, B 단위화소별로 다르게 형성하여 높은 효율과 색순도를 얻을 수 있는 기술이 제시되었다.

그러나, 전면발광형 유기전계발광소자에서는, 반사형 애노드전극과 반투과형 캐소드전극의 반사부분사이에 발광층이 위치하게 되므로, 박막층을 원하는 빛의 1/4파장을 갖는 두께로 설정하더라도 원하는 효율과 색순도를 얻기 어려운 문제점이 있었다.

한편, 전면발광형 유기전계발광소자에 있어서, 애노드전극을 다층구조로 형성하여 발광특성을 향상시키기 위한 기술이 국내특허출원 제2002-35137호에 개시되었다. 상기 전면발광형 유기전계발광소자는 애노드전극을 2층구조로 형성하여 제1애노드전극은 반사율이 높은 금속막을 사용하고 제2애노드전극은 일함수를 만족시킬 수 있는 금속막을 사용하므로 써, 반사율을 향상시키고 홀주입특성을 향상시켜 발광효율을 향상시켰다.

그러나, 상기한 전면발광형 유기전계발광소자는 R, G, B 단위화소별로 제2애노드전극이 모두 동일한 두께를 갖는다. 그러므로, 반사율이 우수한 제1애노드전극과 반투과 캐소드전극의 광학적 보강간섭의 길이가 서로 다르기 때문에, 원하는 색재현성과 효율을 얻을 수 없는 문제점이 있었다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 최대 색재현성과 최고효율을 얻을 수 있는 유기전계발광소자 및 그의 제조방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

본 발명의 다른 목적은 단위화소별 제 1전극의 상부에 다른 두께를 갖는 캡핑층을 형성하여 원하는 색재현성과 발광효율을 얻을 수 있는 유기전계발광소자 및 그의 제조방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 레이저 열전사법에 의해 단위화소별 제 1전극의 상부에 다른 두께를 갖는 캡핑층을 형성하여 간단한 공정으로 색재현성과 발광효율을 향상시킬 수 있는 유기전계발광소자 및 그의 제조방법을 제공하는 데 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은

화소영역을 구비한 절연 기판이 제공되는 단계와;

상기 화소영역들 상에 제 1전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1전극 상에 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층을 형성하는 단계와;

상기 발광층상에 공통전극으로 제 2전극을 형성하는 단계와;

이와 별도로, 기재층, 광-열 변환층 및 전사층을 순차적으로 적층한 도너 기판을 준비하되, 상기 전사층의 두께가 서로 다른 각각의 도너 기판을 준비하는 단계와;

상기 기판의 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층의 화소 영역과 대응되는 부분에 상기 도너 기판을 접착한 후 레이저를 조사하여 전사함으로서, 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층을 각각 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법을 제공한다.

또한, 본 발명은 화소영역을 구비한 절연 기판이 제공되는 단계와;

상기 화소영역들 상에 제 1전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1전극 상에 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층을 형성하는 단계와;

상기 발광층상에 공통전극으로 제 2전극을 형성하는 단계와;

이와 별도로, 기재층, 광-열 변환층 및 전사층을 순차적으로 적층한 도너 기판을 준비하는 단계와;

상기 기판의 전면에 걸쳐 화소 영역과 대응되는 부분에 상기 도너 기판을 접착한 후 레이저를 조사하여 전사함으로서 제 1 캡핑층을 형성하는 단계와;

상기 도너 기판을 접착한 후 상기 기판의 제 1 캡핑층 상부의 제 1 발광층의 화소 영역을 제외한 전면에 걸쳐 레이저를 조사하여 전사함으로서 제 2 캡핑층을 형성하는 단계와;

상기 도너 기판을 접착한 후 상기 기판의 제 2 캡핑층 상부의 제 1 발광층과 제 2 발광층의 화소 영역을 제외한 전면에 걸쳐 레이저를 조사하여 전사함으로서 제 3 캡핑층을 형성하는 단계를 포함하여 형성하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법을 제공한다.

이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기전계발광소자의 구조를 나타낸 단면도이다.

도 1에서와 같이, 화소영역을 구비한 절연 기판을 제공한다. 상기 기판(100) 상에 베퍼층(105)을 형성하는 것이 바람직하다. 상기 베퍼층(105) 상에 통상적인 방법에 의하여 반도체층(110), 게이트 절연막(115), 게이트전극(120), 충간절연막(125) 및 소오스/드레인 전극(130)을 형성함으로서 구동 박막트랜지스터(150)를 형성한다. 상기 게이트 전극(120)을 형성함에 있어서, 데이터 라인(135)을 함께 형성한다.

이어서, 상기 구동 박막트랜지스터(150)가 형성된 기판 상에 패시베이션 절연막(160)을 형성하고, 상기 패시베이션 절연막(160) 내에 상기 구동 박막트랜지스터(150)의 소오스/드레인 전극들(130) 중 어느 하나를 노출시키는 비아홀을 형성한다. 상기 패시베이션 절연막(160)은 실리콘 질화막으로 형성하는 것이 바람직하다. 또한 상기 패시베이션 절연막(160) 상에 평탄화막을 더 포함할 수 있다.

이어서, 상기 비아홀이 형성된 기판 상에 제 1 전극물질을 적층하고, 이를 패터닝하여 각각의 단위화소영역에 제 1 전극(170)을 형성한다.

상기 제 1 전극(170)은 애노드 전극일 경우에 있어서, 제 2 전극(210)보다 일함수가 높은 Pt, Au, Ir, Cr, Mg, Ag, Ni, Al 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 반사전극이거나, ITO 및 IZO와 같은 투명전극과 반사막의 적층구조로 이루어질 수 있다.

또한, 상기 제 1 전극(170)이 캐소드 전극일 경우, 제 2 전극보다 일함수가 낮은 금속으로서 Mg, Ca, Al, Ag, Ba 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 두꺼운 반사전극일 수 있다.

이어서, 상기 제 1 전극(170) 상에 상기 제 1 전극의 표면 일부를 노출시키는 개구부(185)를 갖는 화소정의막(pixel defining layer; 170)을 형성하는 것이 바람직하다. 상기 개구부(185)를 갖는 화소정의막(180)은 화소영역을 정의하는 역할을 한다. 상기 화소정의막(190)은 아크릴계 수지, 벤조사이클로부텐(BCB) 및 폴리이미드(PI)로 이루어진 군에서 선택되는 하나의 물질로 형성하는 것이 바람직하다.

이어서, 상기 개구부(195) 내에 노출된 제 1 전극(170)을 포함한 기판 상부에 각각의 화소영역에 적어도 유기발광층을 포함하는 유기막층(200)을 패터닝하여 형성한다.

이때, 상기 유기발광층은 풀칼라를 구현하기 위하여 서로 다른 색상을 구현하는 제 1 발광층(200R), 제 2 발광층(200G) 및 제 3 발광층(200B)으로 형성될 수 있다. 이를테면, 제 1 발광층은 적색 발광층이고 제 2 발광층은 녹색 발광층이며 제 3 발광층은 청색 발광층으로 형성될 수 있다.

여기서, 상기 유기막층(200)은 정공주입층, 정공수송층, 정공억제층, 전자수송층 및 전자주입층으로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상을 더 포함할 수 있다.

이어서, 상기 유기막층(200) 상에 공통전극으로 제 2전극을 형성한다. 상기 제 2 전극(210)이 캐소드 전극인 경우에 있어서, 상기 유기막(200)의 상부에 형성되며 일함수가 낮은 도전성의 금속으로 Li, Mg, Ca, Al, Ag 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 얇은 두께를 갖는 투명전극일 수 있다.

또한, 상기 제 2 전극(210)이 애노드 전극인 경우에 있어서, 일함수가 높은 금속으로서, ITO 또는 IZO로 이루어진 투명전극이거나, Pt, Au, Ir, Cr, Mg, Ag, Ni, Al 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로 얇은 두께를 갖는 투명전극일 수 있다.

이어서, 각 단위화소별로 상기 제 2전극상에 레이저 열전사법에 의해 두께가 다른 제 1캡핑층(220R), 제 2캡핑층(220G), 제 3캡핑층(220B)을 형성한다. 상기 캡핑층은 굴절률이 큰 투명성의 물질로서 한정되지는 않는다. 예를 들면, 상기 캡핑층은  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $ZnS$  및  $ZnS_2$ 와 같은 금속 산화물 및 화합물로 이루어지거나, ITO 또는 IZO와 같은 투명도전막이거나, a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)와 같은 유기막으로 이루어 질 수 있다.

여기서, 상기 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층은 서로 다른 두께를 가지며, 각각 500 내지 2500Å의 두께로 형성한다. 이때 상기 캡핑층들이 500Å 이하의 두께를 가지게 되면 발광 효율 및 색순도에 크게 영향을 끼치지 못하며, 반면에 2500Å 이상의 두께를 가지게 되면 레이저 열전사법을 통하여 형성하기 어렵다. 여기서, 또한, 높은 발광 효율과 높은 색순도를 얻기 위해서는 상기 캡핑층들은 서로 각층의 두께가 500 내지 1000Å의 차이를 갖는 것이 바람직하다.

단, 본 발명에서는 능동매트릭스 유기전계발광소자에 관하여 국한되어 설명하였으나, 상기 실시예는 수동매트릭스 유기전계발광소자에도 적용가능하다.

여기서, 서로 다른 두께를 갖는 캡핑층을 형성하는 방법을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 2, 도 3a 내지 3f 및 도 4a 내지 4f는 두께가 다른 캡핑층을 형성하는 유기전계발광소자의 제조공정을 상세하게 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 2는 상기 캡핑층을 형성하기 위해 사용되는 도너기판의 구조를 나타낸 도면이다.

도 2에서와 같이, 상기 도너 기판은 기재층(10), 광-열 변환층(11) 및 전사층(12)을 순차적으로 적층하여 형성한다.

상기 기재층(10)은 광-열 변환층(11)에 빛을 전달하기 위하여 투명성을 가져야 하며, 적당한 광학적 성질과 충분한 기계적 안정성을 가지는 고분자 물질이거나 유리기판으로 이루어질 수 있다. 이를테면 상기 고분자 물질은 폴리에스테르, 폴리아크릴, 폴리에폭시, 폴리에틸렌 및 폴리스틸렌으로 이루어진 군에서 선택된 하나이상일 수 있다. 더욱 바람직하게는 상기 기재층(10)은 폴리에틸렌 테레프탈레이트로 형성될 수 있다.

상기 기재층(10) 상부에 형성하는 상기 광-열 변환층(11)은 적외선-가시광선 영역의 빛을 흡수하여 상기 빛의 일부분을 열로 변환시키는 층으로서, 적당한 광학밀도(optical density)를 가져야 하며, 빛을 흡수하기 위한 광흡수성 물질을 포함하는 것이 바람직하다. 여기서, 상기 광-열 변환층(11)은 Al, Ag 및 이들의 산화물 및 황화물로 이루어진 금속막이거나 카본블랙, 흑연 또는 적외선 염료를 포함하는 고분자로 이루어진 유기막으로 이루어질 수 있다. 여기서, 상기 금속막은 진공 증착법, 전자빔 증착법 또는 스퍼터링을 이용하여 형성할 수 있으며, 상기 유기막은 통상적인 필름 코팅 방법으로서, 롤 코팅, 그라비아 코팅, 압출, 스판 코팅 및 나이프 코팅 방법중에 하나의 방법에 의해 형성될 수 있다.

상기 광-열 변환층(11)상부에 형성되는 상기 전사층(12)은  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $ZnS$ ,  $ZnS_2$ , ITO, IZO 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로 이루어질 수 있다. 여기서, 전사층의 형성 방법은 통상적인 코팅방법으로 압출, 스판, 나이프 코팅방법이나 진공 증착법, CVD에 의해서 이루어 질 수 있다.

상기 광-열 변환층(11)과 전사층(12)사이에 전사 특성을 향상시키기 위해 중간층을 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 중간층은 가스생성층, 베폐층 및 금속반사막중에 하나 이상으로 이루어질 수 있다.

상기 가스생성층은 광 또는 열을 흡수하면 분해반응을 일으켜 질소 가스나 수소 가스등을 방출함으로서 전사에너지를 제공하는 역할을 수행하며, 사질산펜타에리트리트 또는 트리니트로톨루엔등으로 이루어질 수 있다.

상기 벼페총은 광-열 흡수성 물질이 후속 공정에서 형성되는 전사층의 오염 또는 손상시키는 것을 방지하고 전사층과의 접착력을 제어하여 전사 패턴 특성을 향상시키는 역할을 한다. 여기서, 상기 벼페총은 금속산화물, 비금속 무기 화합물 또는 불활성 고분자로 이루어질 수 있다.

상기 금속반사막은 도너 기판의 기재층에 조사된 레이저를 반사시킴으로서 광-열 변환층에 더 많은 에너지가 전달되도록 하는 역할을 할 뿐만 아니라 가스생성층이 도입되는 경우에 있어서, 상기 가스생성층으로부터 발생되는 가스가 전사층으로 침투하는 것을 방지하는 역할을 수행한다.

이와 같은 도너 기판을 이용하여 캡핑층을 형성할 수 있는데, 상기 도너 기판에 레이저를 조사하면, 상기 레이저가 도너 기판의 광-열 변환층에 흡수되어 빛이 열에너지로 전환되고, 전환된 열에너지에 의해 전사층에 형성된 물질이 기판으로 전사되어 형성되어 진다.

도 3a 내지 3f를 참조하여, 제1실시예에 따른 두께가 다른 캡핑층을 형성하는 유기전계발광소자의 제조공정을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

도 3a 및 도 3b는 제 1캡핑층(403R')을 형성하는 단계로서, 도 3a에서와 같이, 먼저 서로 다른 색상을 구현하는 단위 화소 영역을 구비한 절연 기판(300)을 제공한다. 상기 절연기판은 각 단위 화소영역별 제 1전극(301)을 형성하며, 상기 제 1전극은 애노드 전극이거나 캐소드 전극일 수 있다. 여기서, 상기 제 1전극은 애노드 전극일 경우에 있어서, 제 2전극보다 일함수가 높은 Pt, Au, Ir, Cr, Mg, Ag, Ni, Al 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 반사전극이거나, ITO 및 IZO와 같은 투명전극과 반사막의 적층구조로 이루어질 수 있다. 반면에 상기 제 1전극이 캐소드 전극일 경우, 제 2전극보다 일함수가 낮은 금속으로서 Mg, Ca, Al, Ag, Ba 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 두꺼운 반사전극일 수 있다.

이어서, 상기 제 1전극상에 유기막층을 형성한다. 여기서, 유기막층은 풀칼라 유기전계발광소자를 제작하기 위하여 서로 다른 색상을 구현하는, 즉 각 단위 화소별 제 1전극상에 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층을 각각 형성한다. 이때, 상기 제 1발광층은 적색(302R), 제 2발광층은 녹색(302G), 제 3발광층(302B)은 청색을 구현할 수 있다.

또한, 상기 제 1전극이 애노드 전극일 경우에 있어서, 상기 각각의 발광층을 형성하기 전 제 1전극상에 공통층으로 정공주입층 및/또는 정공수송층을 더 포함할 수 있다. 그리고 상기 발광층 상부에 공통층으로 전자수송층 및/또는 전자주입층을 더 포함할 수 있다.

이와 달리, 상기 제 1전극이 캐소드 전극일 경우에 있어서, 상기 유기발광층 패턴을 형성하기 전 제 1전극상에 전자수송층 및/또는 전자주입층을 더 포함할 수 있다. 그리고 상기 유기발광층 상부에 정공억제층 및/또는 정공주입층 및/또는 정공수송층을 더 포함할 수 있다.

여기서, 상기 정공주입층은 애노드전극의 상부에 위치하며, 상기 애노드전극과 계면 접착력이 높고 이온화 에너지가 낮은 재료로 정공주입층을 형성함으로서 정공 주입을 용이하게 하며 소자의 수명을 증가시킬 수 있다. 상기 정공주입층은 아릴아민계 화합물, 포파린계의 금속착체 및 스타버스터형 아민류등으로 이루어질 수 있다. 더욱 상세하게는 4,4',4"-트리스(3-메틸페닐페닐아미노)트리페틸아미노(m-MTDATA), 1,3,5-트리스[4-(3-메틸페닐페닐아미노)페닐]벤젠(m-MTDATB) 및 프타로시아닌 구리(CuPc)등으로 이루어 질 수 있다.

상기 정공수송층은 정공을 쉽게 발광층으로 운반시킬 뿐만 아니라 상기 제 2전극으로부터 발생한 전자를 발광영역으로 이동되는 것을 억제시켜 줌으로서 발광효율을 높일수 있는 역할을 한다. 상기 정공수송층은 아릴렌 디아민 유도체, 스타버스트형 화합물, 스피로기를 갖는 비페닐 디아민 유도체 및 사다리형 화합물등으로 이루어질 수 있다. 더욱 상세하게는 N,N-디페닐-N,N'-비스(4-메틸페닐)-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민(TPD)이거나 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(NPB)일 수 있다.

상기 정공억제층은 유기발광층내에서 전자 이동도보다 정공 이동도가 크고 삼중항 상태의 수명이 길기 때문에 발광층에서 형성되는 여기자가 넓은 영역에 걸쳐 분포하므로 발광 효율이 떨어지는 것을 방지하는 역할을 한다. 상기 정공 억제층은 2-비페닐-4-일-5-(4-t-부틸페닐)-1,3,4-옥시디아졸(PBD), spiro-PBD 및 3-(4'-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4'-비페닐)-1,2,4-트리아졸(TAZ)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로 이루어질 수 있다.

상기 전자수송층은 상기 유기발광층상부에 적층되며 전자가 잘 수용할 수 있는 금속화합물로 이루어지며 캐소드전극으로부터 공급된 전자를 안정하게 수송할 수 있는 특성이 우수한 8-하이드로퀴놀린 알루미늄염(Alq3)로 이루어질 수 있다.

여기서, 상기 유기막층은 스판 또는 스프레이 코팅과 같은 습식코팅 방식, 증착법 및 레이저 열전사법중에 하나의 방식에 의해 형성될 수 있다.

이후에 공통전극으로서 제 2전극(303)을 형성한다. 여기서, 상기 제 2 전극이 캐소드 전극인 경우에 있어서, 상기 유기막의 상부에 형성되며 일함수가 낮은 도전성의 금속으로 Li, Mg, Ca, Al, Ag 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 얇은 두께를 갖는 투명전극일 수 있다. 또한, 상기 제 2 전극이 애노드 전극인 경우에 있어서, 일함수가 높은 금속으로서, ITO 또는 IZO로 이루어진 투명전극이거나, Pt, Au, Ir, Cr, Mg, Ag, Ni, Al 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로 얇은 두께를 갖는 투명전극일 수 있다.

한편, 기재층(401R), 광-열 변환층(402R) 및 전사층(403R)으로 형성된 도너 기판(400R)을 제공한다.

여기서, 상기 전사층(403R)은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub>, 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 500 내지 2500 Å의 두께를 갖는 것이 바람직하다.

이어서, 상기 기판의 적색 화소영역에 열라인한 후, 상기 도너 기판상에 레이저를 조사하여 도 3b에서와 같이, 제 1캡핑층(403R')을 형성한다.

이후에, 도 3c 및 도 3d는 제 2캡핑층을 형성하는 단계로서, 상기와 같은 방법을 통하여 형성하되, 도 3c에서와 같이, 상기 도너 기판(400G)의 전사층(403G)은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub> 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 500 내지 2500 Å의 두께를 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 도 3d에서와 같이, 제 2캡핑층(403G')을 형성한다.

계속해서, 도 3e 및 도 3f는 제 3캡핑층을 형성하는 단계로서, 상기와 같은 방법을 통하여 형성하되, 도 3e에서와 같이, 상기 도너 기판(400B)의 전사층(403B)은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub> 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 500 내지 2500 Å의 두께를 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 도 3f에서와 같이, 제 3캡핑층(403B')을 형성한다.

도 4a 내지 4f를 참조하여, 제2실시예에 따른 두께가 다른 캡핑층을 형성하는 유기전계발광소자의 제조공정을 상세하게 설명하면 아래와 같다.

도 4a 및 도 4b는 제 1캡핑층(503R')을 형성하는 단계로서, 도 4a에서와 같이, 먼저 서로 다른 색상을 구현하는 단위 화소영역을 구비한 절연 기판(500)을 제공한다. 상기 절연기판은 각 단위 화소영역별 제 1전극(501)을 형성하며, 상기 제 1전극은 애노드 전극이거나 캐소드 전극일 수 있다. 여기서, 상기 제 1전극은 애노드 전극일 경우에 있어서, 제 2전극보다 일함수가 높은 Pt, Au, Ir, Cr, Mg, Ag, Ni, Al 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 반사전극이거나, ITO 및 IZO와 같은 투명전극과 반사막의 적층구조로 이루어질 수 있다. 반면에 상기 제 1전극이 캐소드 전극일 경우, 제 2전극보다 일함수가 낮은 금속으로서 Mg, Ca, Al, Ag, Ba 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 두꺼운 반사전극일 수 있다.

이어서, 상기 제 1전극상에 유기막층을 형성한다. 여기서, 유기막층은 풀칼라 유기전계발광소자를 제작하기 위하여 서로 다른 색상을 구현하는, 즉 각 단위 화소별 제 1전극상에 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층을 각각 형성한다. 이때, 상기 제 1발광층은 적색(502R), 제 2발광층은 녹색(502G), 제 3발광층(502B)은 청색을 구현할 수 있다.

또한, 상기 제 1전극이 애노드 전극일 경우에 있어서, 상기 각각의 발광층을 형성하기 전 제 1전극상에 공통층으로 정공주입층 및/또는 정공수송층을 더 포함할 수 있다. 그리고 상기 발광층 상부에 공통층으로 전자수송층 및/또는 전자주입층을 더 포함할 수 있다.

이와 달리, 상기 제 1전극이 캐소드 전극일 경우에 있어서, 상기 유기발광층 패턴을 형성하기 전 제 1전극상에 전자수송층 및/또는 전자주입층을 더 포함할 수 있다. 그리고 상기 유기발광층 상부에 정공억제층 및/또는 정공주입층 및/또는 정공수송층을 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 유기막층을 이루는 물질은 제 1실시예에서 제시된 물질로 형성될 수 있다.

이후에 공통전극으로 형성된 제 2전극(503)을 형성한다. 상기 제 2 전극이 캐소드 전극인 경우에 있어서, 상기 유기막의 상부에 형성되며 일함수가 낮은 도전성의 금속으로 Li, Mg, Ca, Al, Ag 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 하나

의 물질로서 얇은 두께를 갖는 투명전극일 수 있다. 또한, 상기 제 2 전극이 애노드 전극인 경우에 있어서, 일함수가 높은 금속으로서, ITO 또는 IZO로 이루어진 투명전극이거나, Pt, Au, Ir, Cr, Mg, Ag, Ni, Al 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로 얇은 두께를 갖는 투명전극일 수 있다.

한편, 기재층(601R), 광-열 변환층(602R) 및 전사층(603R)으로 형성된 도너 기판(600)을 제공한다.

여기서, 상기 전사층(603R)은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub> 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 500 내지 2500 Å의 두께를 갖는 것이 바람직하다.

이어서, 상기 기판의 적색 화소영역에 열라인한 후, 상기 도너 기판상에 레이저를 조사하여 도 4b에서와 같이, 기판 전면에 걸쳐 제 2전극의 상부에 제 1캡핑층(603R')을 형성한다.

이후에, 도 4c 및 도 4d는 제 2캡핑층을 형성하는 단계로서, 상기와 같은 방법을 통하여 형성하되, 도 4c에서와 같이, 상기 도너 기판(600G)의 전사층(603G)은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub> 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 500 내지 1000 Å의 두께를 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 도 4d에서와 같이, R-화소영역을 제외한 제 1캡핑층 상부의 전면에 걸쳐 제 2캡핑층(603G')을 형성한다.

계속해서, 도 4e 및 도 4f는 제 3캡핑층을 형성하는 단계로서, 상기와 같은 방법을 통하여 형성하되, 도 4e에서와 같이, 상기 도너 기판(600B)의 전사층(603B)은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub> 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어진 군에서 선택된 하나의 물질로서 500 내지 1000 Å의 두께를 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 도 3f에서와 같이, R-화소영역과 G-화소영역을 제외한 제 2캡핑층 상부의 전면에 걸쳐 제 3캡핑층(603B')을 형성한다.

이로써, 레이저 열전사법에 의해 두께가 서로 다른 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층을 형성함에 따라 제 2전극의 손상을 방지할 수 있다.

단, 본 발명의 실시예에서는 캐소드전극이 R, G, B 단위화소순으로 두꺼운 두께를 갖도록 도시하였으나, 이는 본 발명의 캡핑층이 서로 다른 두께를 갖음을 도식화한 것으로서, R, G, B 단위화소의 캡핑층의 두께는 하기에서 설명한 바와 같이 발광효율과 색순도에 적합한 소정의 두께로 형성되며, 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층의 형성 순서는 한정하지 않는다.

본 발명의 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층의 두께에 따른 적색, 녹색 및 청색의 단위화소의 효율 및 색좌표를 하기의 (표 1) 및 도 5 내지 도 7에 나타내었다.

[표 1]

단위화소	막두께 (Å)	효율(Cd/A)	색좌표	NTSC방식 기준
적색	800	8.3	0.64, 0.35	0.67, 0.33
	1200	8.1	0.66, 0.34	
	1600	6.4	0.66, 0.34	
	2400	5.8	0.64, 0.34	
녹색	800	33.6	0.26, 0.67	0.21, 0.71
	1200	9.9	0.34, 0.61	
	1600	5.6	0.28, 0.64	
	2400	15.8	0.28, 0.67	
청색	800	3.4	0.13, 0.13	0.14, 0.08
	1200	4.1	0.15, 0.22	
	1600	4.1	0.12, 0.15	
	2400	3.8	0.13, 0.08	

여기서, NTSC(national television systems committee)방식이란 칼라 TV표준 방식을 의미한다.

(표1)과 도 5에서와 같이, 적색 단위화소에서 제 1캡핑층 두께를 800 내지 2400Å로 형성하면 적색에 대하여 높은 발광 효율을 얻을 수 있었다. 요구되는 휘도에 대한 효율적인 측면에서는 제 1캡핑층 두께는 800Å 또는 1200Å 인 것이 바람직하고, 색순도 측면에서는 제 1캡핑층 두께는 800Å, 1200Å, 1600Å, 2400Å에서 모두 NTSC 대비 색순도가 좋음을 알 수 있으며, 1200Å 또는 1600Å일 때 가장 좋음을 확인할 수 있다. 따라서, 적색에 대하여 높은 발광효율과 색순도를 모두 만족시키기 위해서는 제 1캡핑층 두께는 1200Å인 것이 바람직하다.

(표1)과 도 6에서와 같이, 녹색 단위화소에서 제 2캡핑층 두께를 800 내지 2400Å의 두께로 형성하면 녹색에 대하여 높은 발광효율과 색순도를 얻을 수 있었다. 제 2캡핑층의 두께가 800Å인 경우가 효율이 가장 좋으며, 제 2캡핑층 두께가 800 또는 2400Å 인 경우가 제 2캡핑층을 1200Å 또는 1600Å의 두께로 중착하는 경우보다 NTSC 방식 대비 색순도가 좋음을 알 수 있다. 따라서, 녹색에 대하여 높은 발광효율과 색순도를 모두 만족시키기 위해서는 제 2캡핑층의 두께가 800Å인 것이 바람직하다.

(표1)과 도 7에서와 같이, 청색 단위화소에서 제 3캡핑층 두께를 800 내지 2400Å의 두께로 형성하면 청색에 대하여 높은 발광효율을 얻을 수 있으며, 특히 1200 내지 1600Å의 두께로 중착하면 4cd/A의 높은 발광효율을 얻을 수 있었다. 한편, 제 3캡핑층 두께를 800 내지 2400Å의 두께로 중착하면 높은 색순도를 얻을 수 있는데, 제 3캡핑층 두께가 1600Å인 경우가 제 3캡핑층 두께가 1200Å인 경우보다 NTSC 방식대비 색순도가 좋음을 알 수 있다. 따라서, 높은 발광효율과 색순도를 모두 만족시키기 위해서는 캐소드전극(490)중 제 3캡핑층 두께가 1600Å인 것이 바람직하다.

즉, 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층의 두께는 500 내지 2500Å에서 형성하되, 각 층의 두께의 차이는 500 내지 1000Å의 두께의 차이로 형성함으로써, 높은 발광 효율과 높은 색순도를 얻을 수 있었다.

또한, 상기 R, G, B 화소별로 제 2전극상에 두께가 다른 캡핑층을 레이저 열전사법에 의해 형성함으로 제 2전극의 손상을 최소화하면서 최적의 효율 및 색순도를 갖는 유기전계발광소자를 제조할 수 있었다.

본 발명의 실시예는 전면발광구조에 대하여 설명하였으나, 배면발광구조에서도 높은 효율과 색순도를 향상시키기 상기의 제조 방법을 통하여 제 1전극의 하부에 두께가 다른 캡핑층을 형성함으로써 적용할 수 있다.

### 발명의 효과

상기한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따르면, 제 2전극의 적색, 녹색 및 청색의 화소별로 서로 다른 두께의 캡핑층을 갖는 유기전계발광소자를 제조할 수 있다.

이에 따라 효율과 색순도를 최적화시킬수 있어 화상 품질이 향상된 디스플레이를 제작할 수 있다.

또한, 레이저 열전사법에 의해 제 2전극상에 서로 다른 두께를 갖는 캡핑층을 형성함으로써, 제 2전극의 손상을 방지할 수 있는 최적의 효율 및 색순도를 갖는 유기전계발광소자를 제조할 수 있다.

상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

화소영역을 구비한 절연 기판이 제공되는 단계와;

상기 화소영역들 상에 제 1전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1전극 상에 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층을 형성하는 단계와;

상기 발광층상에 공통전극으로 제 2전극을 형성하는 단계와;

이와 별도로, 기재층, 광-열 변환층 및 전사층을 순차적으로 적층한 도너 기판을 준비하되, 상기 전사층의 두께가 서로 다른 각각의 도너 기판을 준비하는 단계와;

상기 기판의 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층의 화소 영역과 대응되는 부분에 상기 도너 기판을 접착한 후 레이저를 조사하여 전사함으로서, 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층을 각각 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 제 1발광층은 적색 발광층이고, 제 2발광층은 녹색 발광층이며, 제 3발광층은 청색 발광층인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층의 각각의 두께는 500 내지 2500 Å로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 4.

제 3항에 있어서,

상기 유기전계발광소자는 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층의 각각의 두께는 서로 500 내지 1000 Å의 차이가 나는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 5.

제 1항에 있어서,

상기 전사층은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub> 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 6.

화소영역을 구비한 절연 기판이 제공되는 단계와;

상기 화소영역들 상에 제 1전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1전극 상에 제 1발광층, 제 2발광층 및 제 3발광층을 형성하는 단계와;

상기 발광층상에 공통전극으로 제 2전극을 형성하는 단계와;

이와 별도로, 기재층, 광-열 변환층 및 전사층을 순차적으로 적층한 도너 기판을 준비하는 단계와;

상기 기판의 전면에 걸쳐 화소 영역과 대응되는 부분에 상기 도너 기판을 접착한 후 레이저를 조사하여 전사함으로서 제 1 캡핑층을 형성하는 단계와;

상기 도너 기판을 접착한 후 상기 기판의 제 1캡핑층 상부의 제 1발광층의 화소 영역을 제외한 전면에 걸쳐 레이저를 조사하여 전사함으로서 제 2캡핑층을 형성하는 단계와;

상기 도너 기판을 접착한 후 상기 기판의 제 2캡핑층 상부의 제 1발광층과 제 2발광층의 화소 영역을 제외한 전면에 걸쳐 레이저를 조사하여 전사함으로서 제 3캡핑층을 형성하는 단계를 포함하여 형성하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

### 청구항 7.

제 6항에 있어서,

상기 제 1발광층은 적색 발광층이고, 제 2발광층은 녹색 발광층이며, 제 3발광층은 청색 발광층인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

### 청구항 8.

제 6항에 있어서,

상기 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층의 각각의 두께는 500 내지 2500Å로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

### 청구항 9.

제 8항에 있어서,

상기 유기전계발광소자는 제 1캡핑층, 제 2캡핑층 및 제 3캡핑층의 각각의 두께는 서로 500 내지 1000Å의 차이가 나는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

### 청구항 10.

제 12항에 있어서,

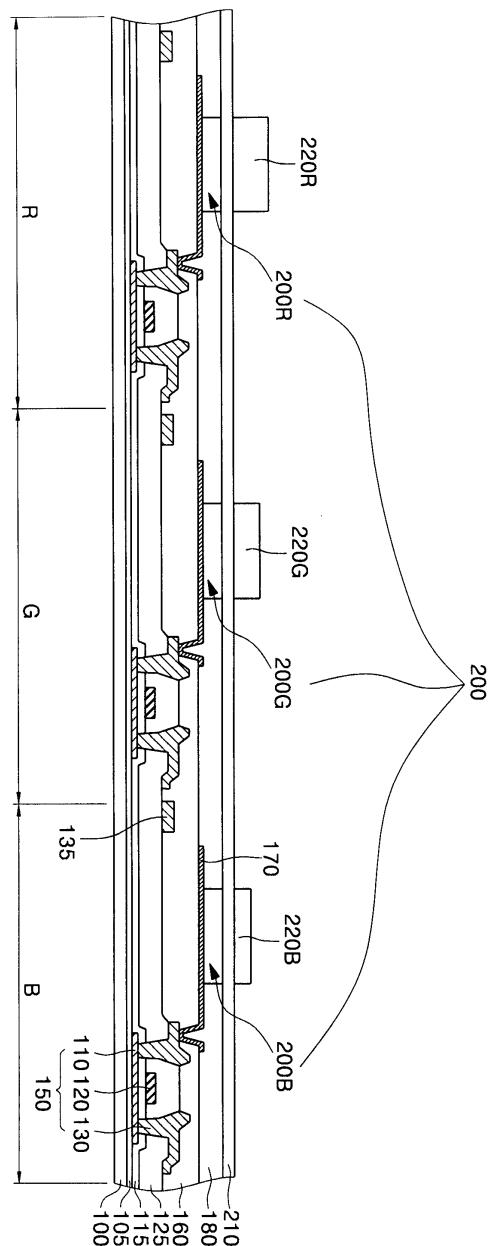
상기 전사층은 ITO, IZO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZnS, ZnS<sub>2</sub> 및 a-4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(a-NPB)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조 방법.

### 청구항 11.

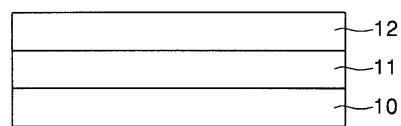
제 1항 또는 제 6항의 제조 방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

도면

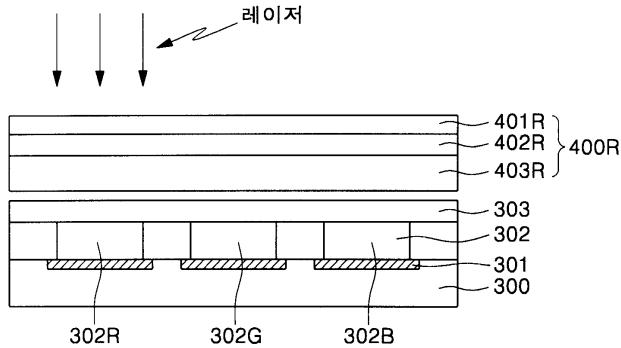
도면1



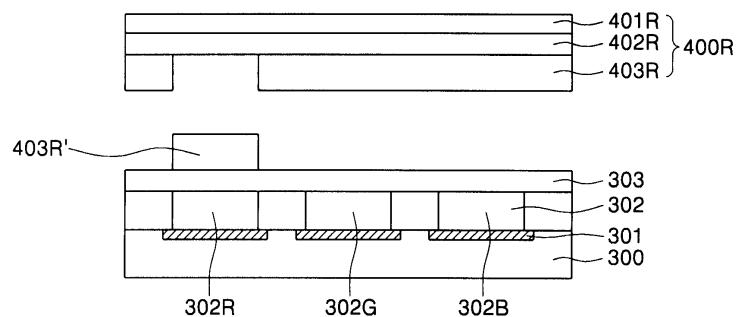
도면2



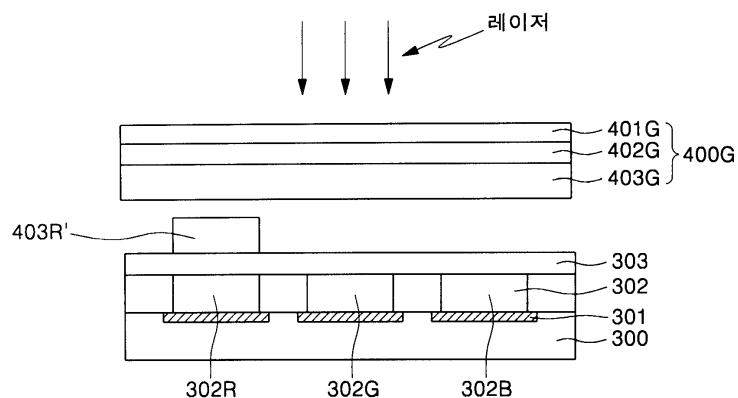
도면3a



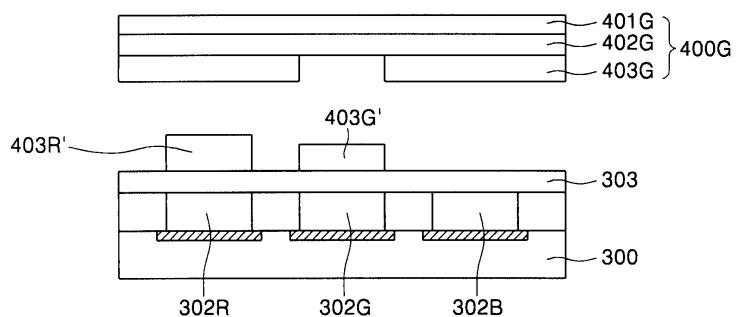
도면3b



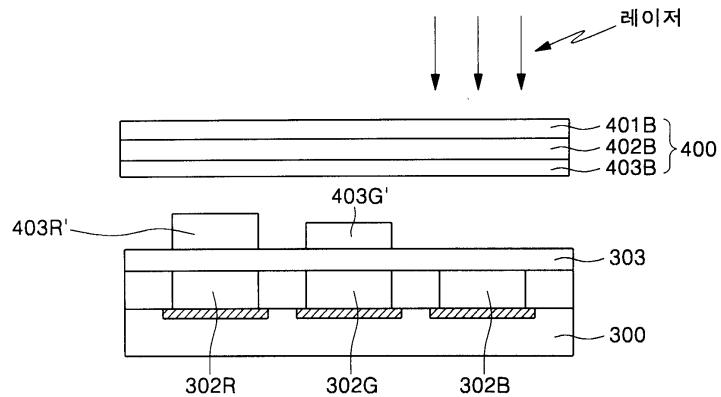
도면3c



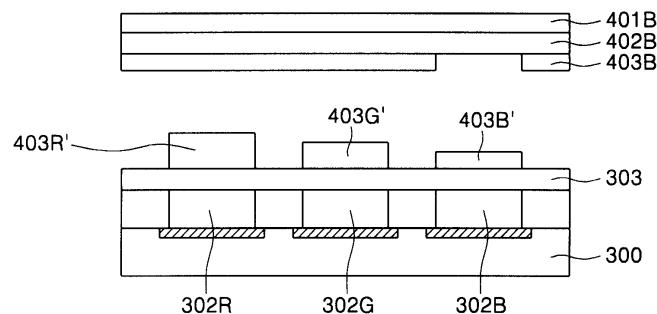
도면3d



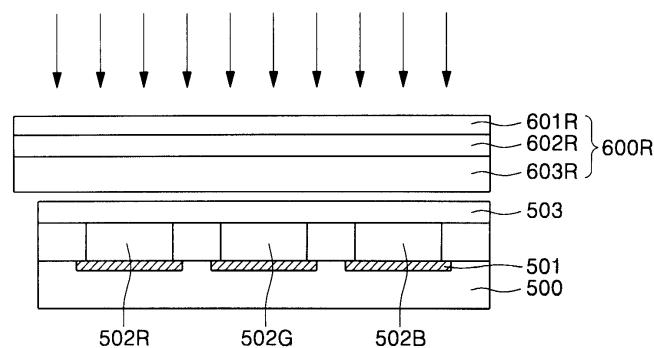
도면3e



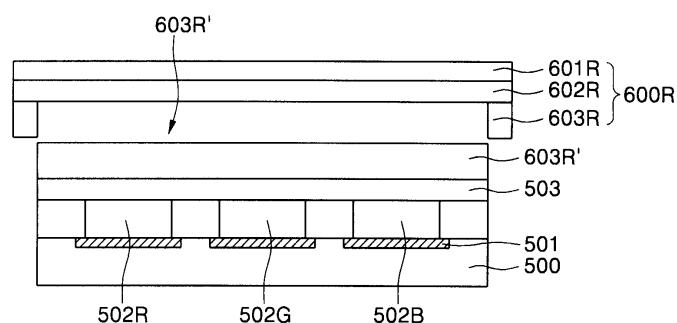
도면3f



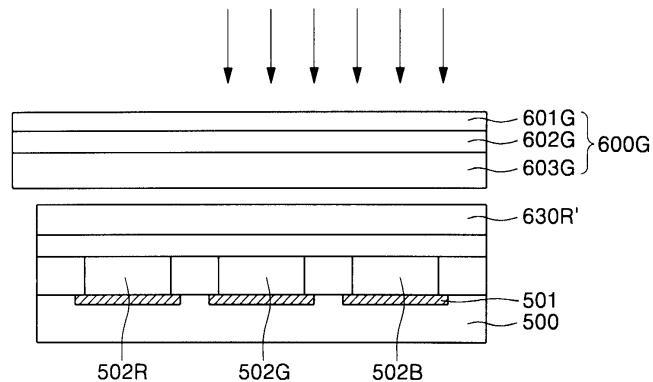
도면4a



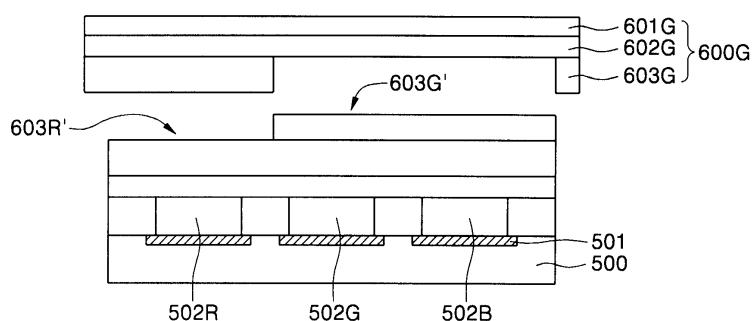
도면4b



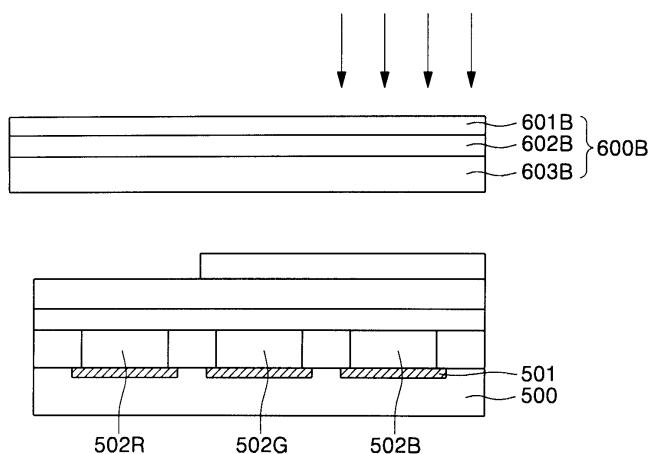
도면4c



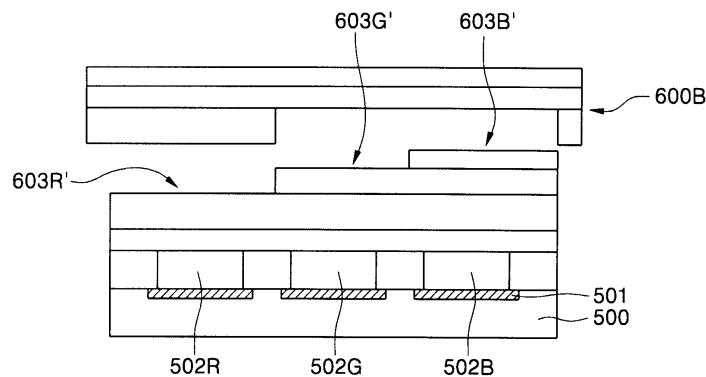
도면4d



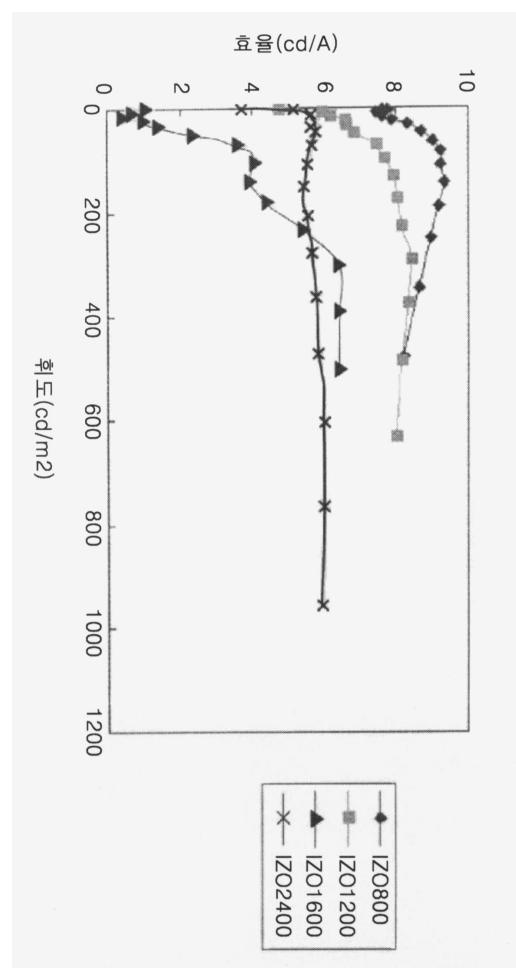
도면4e



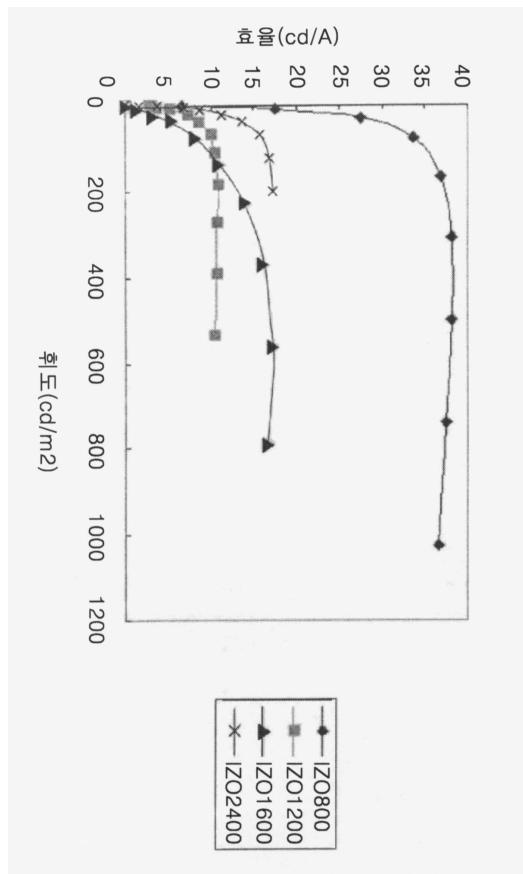
도면4f



도면5



도면6



도면7

