



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0012503

(43) 공개일자 2015년02월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/52 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)

H05B 33/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0088082

(22) 출원일자 2013년07월25일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성디스플레이 주식회사

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

(72) 발명자

강윤호

경기 용인시 기흥구 삼성2로 95, (농서동)

(74) 대리인

리앤목특허법인

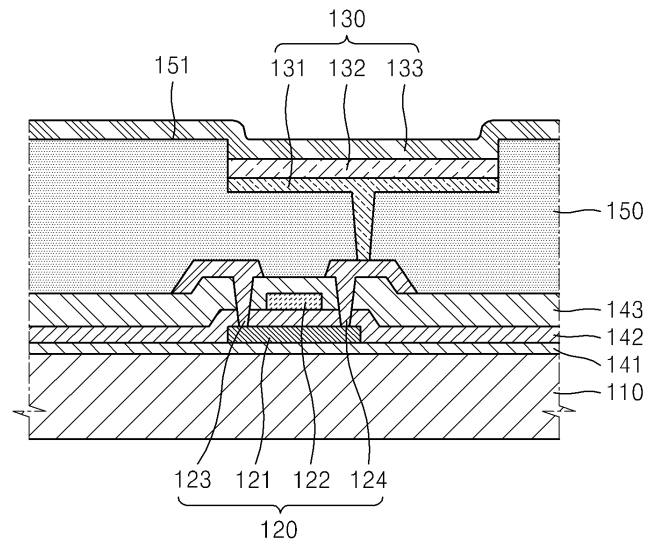
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 표시 장치 및 그 제조방법

(57) 요약

유기 발광 표시 장치와 그 제조방법이 개시된다. 개시된 유기 발광 표시 장치는 박막트랜지스터를 덮는 평탄화막을 형성하는 단계와, 평탄화막을 패터닝하여 화소 영역의 경계가 되는 화소구획부를 형성하는 단계와, 화소 영역 안에 화소전극 및 발광층을 차례로 형성하는 단계를 통해 제조된다. 이러한 방식에 따르면 발광층과 화소전극 간에 미접촉 구간이 생기는 문제를 효과적으로 해소할 수 있으며, 따라서 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

박막트랜지스터;

상기 박막트랜지스터를 덮으며, 화소 영역의 경계가 되는 화소구획부가 일체로 마련된 평탄화막;

상기 화소구획부 내측의 상기 화소 영역 안에 형성되어 상기 박막트랜지스터와 연결되는 화소전극;

상기 화소전극 위에 형성된 발광층; 및

상기 발광층 위에 형성된 대향전극;을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 평탄화막은 발액성 유기막 재질인 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 잉크젯 프린팅으로 형성된 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

기판 상에 박막트랜지스터를 형성하는 단계;

상기 박막트랜지스터를 덮는 평탄화막을 형성하는 단계;

상기 평탄화막을 패터닝하여 화소 영역의 경계가 되는 화소구획부를 형성하는 단계;

상기 화소구획부 내측의 상기 화소 영역 안에 상기 박막트랜지스터와 연결되는 화소전극을 형성하는 단계;

상기 화소전극 위에 발광층을 형성하는 단계; 및

상기 발광층 위에 대향전극을 형성하는 단계;를 포함하는 유기 발광 표시 장치의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 평탄화막은 발액성 유기막 재질인 유기 발광 표시 장치 의 제조방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 발광층을 잉크젯 프린팅으로 형성하는 유기 발광 표시 장치의 제조방법.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 화소구획부를 형성하는 단계에서, 상기 평탄화막 중 상기 화소구획부가 될 부위는 남기고 상기 화소 영역 이 될 부위를 식각하는 유기 발광 표시 장치의 제조방법.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 화소전극을 증착과 잉크젯 프린팅 중 어느 한 방식으로 형성하는 유기 발광 표시 장치의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치와 그 제조방법에 관한 것으로서, 특히 화소 영역을 구획하는 구조가 개선된 유기 발광 표시 장치 및 그것의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 유기 발광 표시 장치는 애노드와 캐소드에서 주입되는 정공과 전자가 발광층에서 재결합하여 발광하는 원리로 색상을 구현할 수 있는 것으로서, 애노드인 화소전극과 캐소드인 대향전극 사이에 발광층을 삽입한 적층형 구조이다.

[0003] 이러한 유기 발광 표시 장치의 단위 화소(pixel)에는 적색 화소, 녹색 화소 및 청색 화소의 서브 화소(sub pixel)가 구비되며, 이들 3색 서브 화소의 색상 조합에 의해 원하는 컬러가 표현된다. 즉, 각 서브 화소마다 두 전극 사이에 적색과 녹색 및 청색 중 어느 한 색상의 빛을 발하는 발광층이 개재된 구조를 가지며, 이 3색광의 적절한 조합에 의해 단위 화소의 색상이 표현되는 것이다.

[0004] 한편, 상기 각 서브화소들은 화소정의막에 의해 영역이 구획되며 그 구획된 영역 안에 상기 발광층이 형성된다. 그런데, 일반적인 공정 순서 상 화소전극을 형성한 다음 그 위에 화소정의막을 형성하고 상기 발광층이 형성될 영역을 패터닝하기 때문에, 발광층을 형성하려고 할 때 화소전극 위에 화소정의막의 잔류물이 남아있을 가능성이 크다.

[0005] 이렇게 되면 발광층과 화소전극 사이에 화소정의막의 잔류물에 의한 미접촉 구간이 생기게 되고, 이로 인해 제품의 특성이 저하될 수 있으므로 이에 대한 개선책이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예는 발광층과 화소전극 간의 균일하고 안정적인 접촉이 보장될 수 있도록 개선된 유기 발광 표시 장치 및 그 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 박막트랜지스터; 상기 박막트랜지스터를 덮으며, 화소 영역의 경계가 되는 화소구획부가 일체로 마련된 평탄화막; 상기 화소구획부 내측의 상기 화소 영역 안에 형성되어 상기 박막트랜지스터와 연결되는 화소전극; 상기 화소전극 위에 형성된 발광층; 및 상기 발광층 위에 형성된 대향전극;을 포함한다.

[0008] 상기 평탄화막은 발액성 유기막 재질일 수 있다.

[0009] 상기 발광층은 잉크젯 프린팅으로 형성될 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조방법은, 기판 상에 박막트랜지스터를 형성하는 단계; 상기 박막트랜지스터를 덮는 평탄화막을 형성하는 단계; 상기 평탄화막을 패터닝하여 화소 영역의 경계가 되는 화소구획부를 형성하는 단계; 상기 화소구획부 내측의 상기 화소 영역 안에 상기 박막트랜지스터와 연결되는 화소전극을 형성하는 단계; 상기 화소전극 위에 발광층을 형성하는 단계; 및 상기 발광층 위에 대향전극을 형성하는 단계;를 포함한다.

[0011] 상기 평탄화막은 발액성 유기막 재질일 수 있다.

[0012] 상기 발광층을 잉크젯 프린팅으로 형성할 수 있다.

[0013] 상기 화소구획부를 형성하는 단계에서, 상기 평탄화막 중 상기 화소구획부가 될 부위는 남기고 상기 화소 영역이 될 부위를 식각할 수 있다.

[0014] 상기 화소전극을 증착과 잉크젯 프린팅 중 어느 한 방식으로 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 상기한 바와 같은 본 발명의 유기 발광 표시 장치와 그 제조방법에 의하면 발광층과 화소전극 간의 균일하고 안정적인 접촉을 보장할 수 있게 되며, 따라서 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 도시한 단면도이다.

도 2a 내지 도 2f는 도 1의 유기 발광 표시 장치를 제조하는 과정을 도시한 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 유기 발광 표시 장치 중 발광층을 확대하여 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 도시한 것이다.

[0019] 도시된 바와 같이 본 실시예의 유기 발광 표시 장치는, 기판(110)과, 그 위에 형성된 박막트랜지스터(120) 및 유기발광소자(130) 등을 포함한다.

[0020] 참고로 도 1은 유기 발광 표시 장치에 구비된 서브 화소들 중 한 개소만 도시한 것으로, 실제로는 이러한 서브 화소들이 베이스기판(110) 상에 행과 열을 따라 다수 개 존재한다고 보면 된다.

[0021] 먼저, 상기 박막트랜지스터(120)는, 기판(110) 상에 형성된 활성층(121)과, 이 활성층(121)과 대면하는 게이트 전극(122) 및, 상기 활성층(121)과 유기발광소자(130)의 화소전극(131)에 각각 연결된 소스전극(123) 및 드레인 전극(124)을 포함한다. 상기 활성층(121)의 양쪽 가장자리에는 고농도의 불순물이 주입된 소스영역 및 드레인 영역이 형성되어 있어서 이곳에 각각 상기 소스전극(123)과 드레인전극(124)에 연결된다. 따라서, 상기 게이트 전극(122)에 적정 전압이 인가되면 상기 활성층(121)의 소스영역과 드레인영역 사이가 채널 역할을 하여 상기 소스전극(123)으로부터 드레인전극(124)으로 전류가 흐르게 된다. 상기 소스전극(123)과 드레인전극(124)은 합쳐서 소스드레인전극(123)(124)이라 부르기기로 한다.

[0022] 그리고, 이 박막트랜지스터(120) 위에는 평탄화막(150)이 형성되어 있는데, 이 평탄화막(150)은 박막트랜지스터(120)를 덮어서 평평한 면을 형성해주는 기능 뿐 아니라, 상기 유기발광소자(130)가 형성되는 화소 영역을 구획해주는 화소정의막의 역할도 겸하고 있다. 즉, 박막트랜지스터(120) 위를 평평하게 덮어줌과 동시에, 화소구획부(151)로 화소 영역의 경계부를 만들어줌으로써, 그 화소 영역 안에 화소전극(131)과 발광층(132) 및 대향전극(133)을 포함한 유기발광소자(130)가 안정적으로 형성될 수 있게 해주는 것이다. 이 효과에 대해서는 뒤에서 다시 설명하기로 한다.

[0023] 상기 발광층(132)의 상하부에는 도 3에 예시된 바와 같이 정공주입층(132a), 정공수송층(132b), 전자수송층(132c) 및, 전자주입층(132d) 등이 더 구비될 수 있다. 이 발광층(132)을 포함한 화소전극(131)과 대향전극(133) 사이의 층들은 모두 잉크젯 프린팅 공정으로 형성될 수 있다.

[0024] 상기 평탄화막(150)은 발액성 유기막으로 형성하는 것이 좋은데, 그렇게 하면 발광층(132) 등을 잉크젯 프린팅 공정을 형성할 때 발광층(132) 액이 평탄화막(150)으로 스며드는 현상을 억제할 수 있기 때문이다. 발액성 유기막의 재료로는 예컨대 폴리이미드와 같은 유기물 안에 플루오린(fluorine) 화합물이 혼합된 재료가 사용될 수 있다.

[0025] 그리고, 상기 유기발광소자(130)는 화소전극(131)과, 이 화소전극(131)위에 형성된 발광층(132) 및, 그 발광층(132) 위에 형성되는 대향전극(133) 등을 구비하고 있다. 따라서, 박막트랜지스터(120)로부터 화소전극(131)에 전압이 인가되어 상기 대향전극(133)과의 사이에 적절한 전압 조건이 형성되면 발광층(132)에서 발광이 일어나게 된다.

[0026] 대향전극(133)의 방향으로 화상을 구현하는 전면 발광형 구조인 경우, 상기 화소전극(131)은 반사형 전극으로, 상기 대향전극(133)은 광투과형 전극으로 형성할 수 있다.

- [0027] 상기 발광층(132) 상하부에는 전술한 바대로 정공주입층(132a), 정공수송층(132b), 전자주입층(132c), 전자수송층(132d) 등이 모두 또는 선택적으로 적층되어 구비될 수 있다.
- [0028] 참조부호 141은 버퍼층을, 참조부호 142와 143은 절연층을 각각 나타낸다.
- [0029] 이와 같은 구조의 유기 발광 표시 장치는 도 2a 내지 도 2f와 같은 과정을 통해 제조될 수 있다.
- [0030] 먼저, 도 2a에 도시된 바와 같이 기판(110) 상에 전술한 박막트랜지스터(120)의 활성층(121)과 게이트전극(122) 및 소스드레인전극(123)(124)을 차례로 형성한다.
- [0031] 여기서, 상기 활성층(121)은 예컨대 비정질 실리콘 박막 또는 다결정질 실리콘 박막으로 형성할 수 있으며, 이 활성층(121)의 양측 가장자리에는 전술한 바대로 N형 또는 P형 불순물을 고농도로 도핑하여 소스영역 및 드레인 영역을 형성한다. 상기 활성층(121)은 산화물 반도체로 형성할 수도 있는데, 예를 들어, 산화물 반도체는 아연(Zn), 인듐(In), 갈륨(Ga), 주석(Sn) 카드뮴(Cd), 게르마늄(Ge), 또는 하프늄(Hf)과 같은 12, 13, 14족 금속 원소 및 이들의 조합에서 선택된 물질의 산화물을 포함할 수 있다. 예를 들면 산화물 반도체는 $G-I-Z-O[(In_{203})a(Ga_{203})b(ZnO)c]$ (a, b, c는 각각 $a \geq 0$, $b \geq 0$, $c > 0$ 의 조건을 만족시키는 실수)를 포함할 수 있다.
- [0032] 이어서, 도 2b에 도시된 바와 같이 박막트랜지스터(120) 위에 발액성 유기막으로 평탄화막(150)을 형성한다.
- [0033] 그리고는, 포토리소그래피 공정을 통해 평탄화막(150) 일부를 식각하여 도 2c와 같은 화소구획부(151)를 형성한다. 즉, 평탄화막(150)에서 화소구획부(151) 부위가 식각되지 않고 남게 하고, 유기발광소자(130)가 형성될 화소 영역 부위는 식각되어 상대적으로 낮은 위치에 형성되게 함으로써, 별도의 화소정의막을 형성하지 않고도 화소 영역의 경계가 만들어지게 하는 것이다. 이때, 소스드레인전극(123)(124) 중 드레인전극(124)과 연통되는 컨택홀(152)도 같이 형성된다. 포토리소그래피 공정 시 하프톤 마스크를 이용하여 부위별로 식각되는 깊이를 다르게 만들면, 화소 영역의 경계를 지어주는 상기 화소구획부(151)와, 드레인전극(124)에 연통되는 상기 컨택홀(152)을 함께 형성할 수 있다.
- [0034] 이어서, 도 2d와 같이 상기 화소구획부(151)로 둘러싸인 화소 영역 안에 유기발광소자(130)의 화소전극(131)을 형성한다. 화소전극(131)은 증착으로 형성할 수도 있고, 잉크젯 프린팅 방식으로 형성할 수도 있다. 이때, 화소전극(131)은 상기 컨택홀(152)을 통해 드레인전극(124)과 연결된다.
- [0035] 이와 같이 화소전극(131)이 형성된 다음에는, 도 2e에 도시된 것처럼 화소전극(131) 위에 발광층(132)을 형성한다. 발광층(132)은 단독으로 형성될 수도 있고, 도 3에 예시된 바와 같이 상하면에 정공주입층(132a), 정공수송층(132b), 전자주입층(132c), 전자수송층(132d) 등이 모두 또는 선택적으로 형성될 수도 있다. 본 실시예에서는 상기 발광층(132) 및 상기 정공주입층(132a), 정공수송층(132b), 전자주입층(132c), 전자수송층(132d)을 모두 잉크젯 프린팅 방식으로 형성한다. 즉, 잉크젯 헤드(미도시)에서 해당 층 재료의 액적을 화소 영역에 투하하여 응고시킴으로써 원하는 층이 형성되도록 하는 것이다. 이때, 화소 영역을 구획하고 있는 상기 평탄화막(150)은 발액성 유기막으로 형성되어 있기 때문에, 잉크젯 액적이 평탄화막(150)으로 스며드는 현상은 생기지 않는다. 따라서, 화소 영역 안에만 안정적으로 발광층(132)이 형성될 수 있다. 또한, 앞에서 평탄화막(150)을 식각하여 화소 영역을 반듯하게 형성해두었기 때문에, 그 하부의 박막트랜지스터(120) 형상을 따라 화소 영역의 바닥면이 울퉁불퉁해지는 일도 없다. 따라서, 균일한 두께로 발광층(132)이 형성될 수 있다. 그리고, 무엇보다도 평탄화막(150)에 화소구획부(151)를 형성하여 화소 영역을 먼저 만든 다음 화소전극(131)을 형성하기 때문에, 화소전극(131) 위에 평탄화막(150)의 잔류물이 남는 일도 없게 된다. 따라서, 평탄화막(150)의 잔류물에 의해 화소전극(131)과 발광층(132) 사이에 미접촉 구간이 생길 위험도 사라지게 된다. 따라서, 매우 안정적이면서 균일하게 발광층(132)이 형성될 수 있다.
- [0036] 그 다음에 도 2f와 같이 대향전극(133)을 형성하여 유기발광소자(130)를 완성한다.
- [0037] 한편, 상기 발광층(132)은 적색, 녹색, 청색의 빛을 방출하는 서브 픽셀들이 모여서 하나의 단위 픽셀을 이룰 수 있다. 또는, 각 서브픽셀 별로 별도의 발광 물질이 형성되지 않고 서브픽셀의 위치에 관계 없이 전면에 걸쳐서 공통으로 발광층이 형성될 수 있다. 이때, 발광층은 예컨대 적색, 녹색 및 청색의 빛을 방출하는 발광 물질을 포함하는 층이 수직으로 적층되거나 혼합되어 형성될 수 있다. 물론, 백색광을 방출할 수 있다면 다른 색의 조합이 가능함은 물론이다. 또한, 상기 방출된 백색광을 소정의 컬러로 변환하는 색변환층이나, 컬러 필터를 더 구비할 수도 있다.
- [0038] 이후, 유기발광소자(130) 위에 봉지부재(미도시)를 형성할 수 있는데, 상기 봉지부재로는 글라스재의 절연 기판이 될 수도 있고, 박막봉지가 될 수도 있다. 상기 박막봉지인 경우에는 예컨대 금속 산화물 또는 금속 질화물

을 포함하는 무기막의 단층막 또는 다층막으로 봉지부재를 형성할 수 있다. 구체적으로, 상기 무기막은 SiN_x , Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 박막봉지 중 외부로 노출된 최상층은 유기발광소자(130)에 대한 투습을 방지하기 위하여 무기막으로 형성될 수 있다. 그리고, 상기 박막봉지는 적어도 2개의 무기막 사이에 적어도 하나의 유기막이 삽입된 샌드위치 구조를 적어도 하나 포함할 수 있다. 또한, 상기 박막봉지는 적어도 2개의 유기막 사이에 적어도 하나의 무기막이 삽입된 샌드위치 구조를 적어도 하나 포함할 수 있다. 상기 박막봉지는 상기 유기발광소자(130)의 상부로부터 순차적으로 제1 무기막, 제1 유기막, 제2 무기막을 포함할 수 있다. 또한, 상기 박막봉지는 상기 유기발광소자(130)의 상부로부터 순차적으로 제1 무기막, 제1 유기막, 제2 무기막, 제2 유기막, 제3 무기막을 포함할 수 있다. 또한, 상기 박막봉지는 상기 유기발광소자(130)의 상부로부터 순차적으로 제1 무기막, 제1 유기막, 제2 무기막, 제2 유기막, 제3 무기막, 제3 유기막, 제4 무기막을 포함할 수 있으며, 상기 유기발광소자(130)와 상기 제1 무기막 사이에 LiF를 포함하는 할로겐화 금속층이 추가로 포함될 수도 있다. 상기 할로겐화 금속층은 상기 제1 무기막을 스퍼터링 방식 또는 플라즈마 증착 방식으로 형성할 때 상기 유기발광소자(130)가 손상되는 것을 방지할 수 있다. 상기 제1 유기막은 상기 제2 무기막 보다 면적이 좁은 것을 특징으로 하며, 상기 제2 유기막도 상기 제3 무기막 보다 면적이 좁을 수 있다. 또한, 상기 제1 유기막은 상기 제2 무기막에 의해 완전히 뒤덮이고, 상기 제2 유기막은 상기 제3 무기막에 의해 완전히 뒤덮일 수 있다. 상기 유기막은 고분자로 형성될 수 있으며, 바람직하게는 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴라카보네이트, 에폭시, 폴리에틸렌 및 폴리아크릴레이트 중 어느 하나로 형성될 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 유기막은 폴리아크릴레이트로 형성될 수 있으며, 구체적으로는 디아크릴레이트계 모노머와 트리아크릴레이트계 모노머를 포함하는 모노머 조성물이 고분자화된 것을 포함할 수 있다. 상기 모노머 조성물에 모노아크릴레이트계 모노머가 더 포함될 수 있다. 또한, 상기 모노머 조성물에 TPO와 같은 공지의 광개시제가 더욱 포함될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

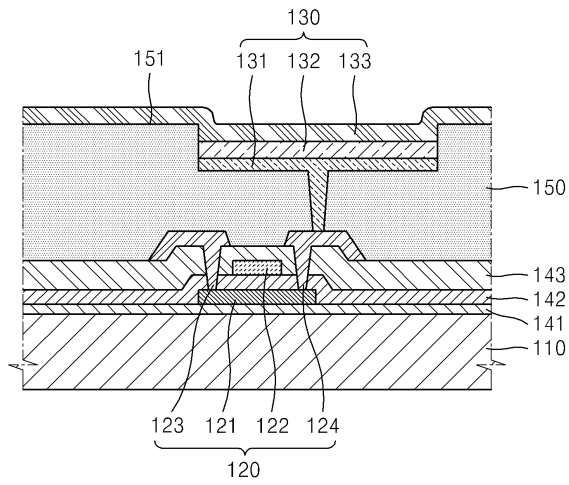
- [0039] 이렇게 만들어진 구조에서는 상기한 바와 같이 별도의 화소정의막을 형성하지 않고 평탄화막을 식각하여 평평한 화소 영역을 만든 후 그 안에 화소전극과 발광층 등을 형성하기 때문에, 발광층과 화소전극 간의 균일하고 안정적인 접촉을 보장할 수 있게 된다.
- [0040] 그러므로, 이상에서 설명한 바와 같은 유기 발광 표시 장치 및 그 제조방법에 따르면, 발광층과 화소전극 간에 미접촉 구간이 생기는 문제를 효과적으로 해소할 수 있으며, 따라서 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

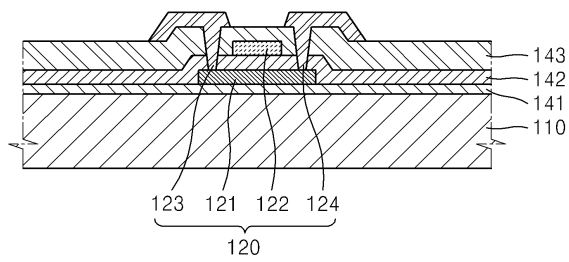
- [0042]
- | | |
|------------|-------------------|
| 110: 베이스기판 | 121: 활성층 |
| 122: 게이트전극 | 123, 124: 소스드레인전극 |
| 131: 화소전극 | 132: 발광층 |
| 133: 대향전극 | 150: 평탄화막 |
| 151: 화소구획부 | |

도면

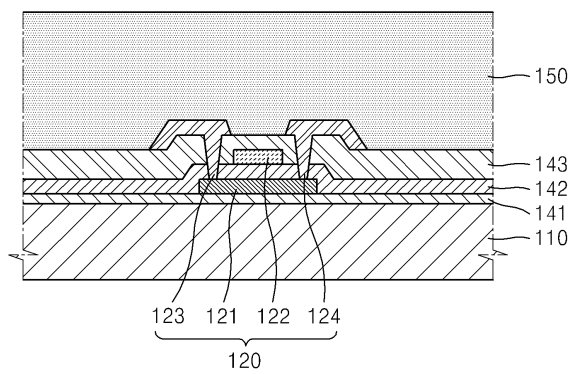
도면1



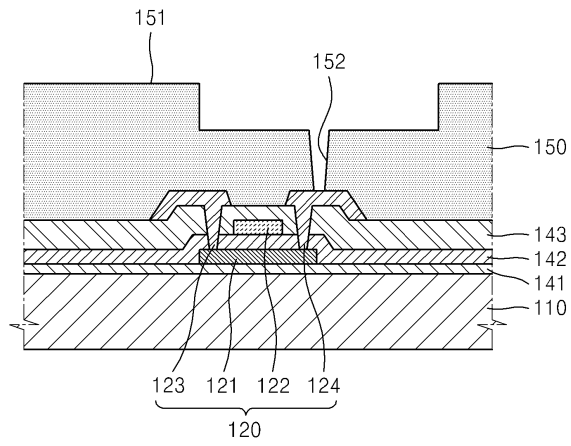
도면2a



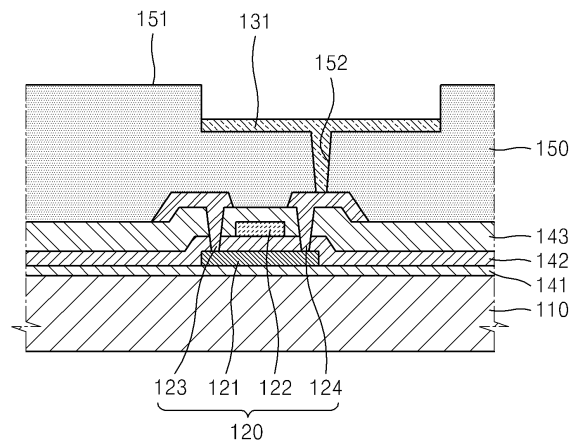
도면2b



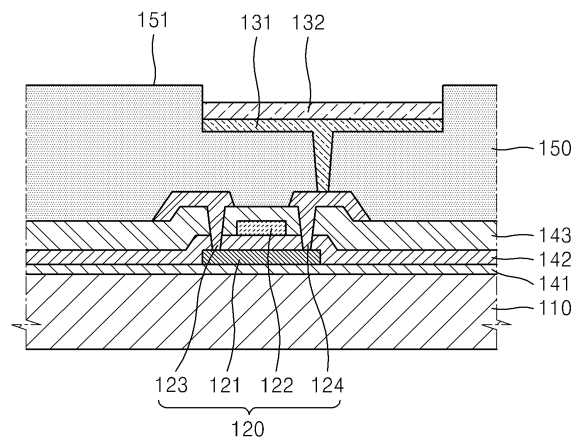
도면2c



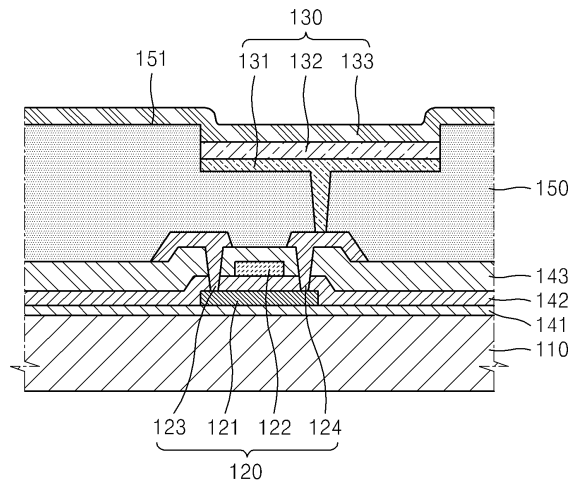
도면2d



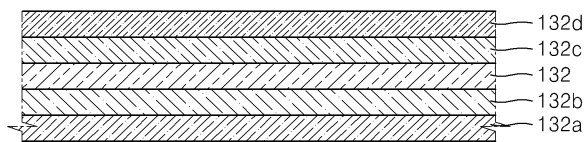
도면2e



도면2f



도면3



专利名称(译)	标题：OLED显示器及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020150012503A	公开(公告)日	2015-02-04
申请号	KR1020130088082	申请日	2013-07-25
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	KANG YOON HO 강윤호		
发明人	강윤호		
IPC分类号	H01L51/52 H05B33/26 H05B33/10		
CPC分类号	H01L27/3262 H01L51/56 H01L51/5012 H01L51/0005 H01L51/0018 H01L27/3258 H01L27/3246 H01L51/5203 H05B33/10 H05B33/26		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种有机发光显示器及其制造方法。OLED显示器包括形成覆盖薄膜晶体管的平坦化膜的步骤，通过图案化平坦化膜形成像素区域部分作为像素区域的边界的步骤，以及在像素区域中顺序形成像素电极和发光层的步骤是的。根据该方法，可以有效地解决在发光层和像素电极之间发生非接触部分的问题，从而提高产品的可靠性。

