(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월29일
(11) 등록번호 10-0833772
(24) 등록일자 2008년05월23일

(51) Int. Cl.
H05B 33/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0060715
(22) 출원일자 2007년06월20일
심사청구일자 2007년06월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060046811 A
KR1020060002668 A

(73) 특허권자
삼성에스디아이 주식회사
경기 수원시 영통구 신동 575
(72) 발명자
전희철
경기 용인시 기흥구 공세동 428-5
윤주원
경기 용인시 기흥구 공세동 428-5
(74) 대리인
서경민, 서만규

전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 추장희

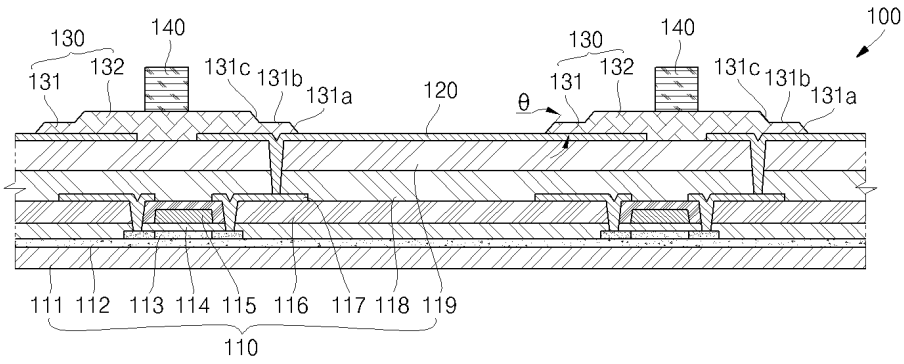
(54) 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 해결하고자 하는 기술적 과제는 유기 전계 발광 표시 장치의 발광층을 형성하는 경우 오픈 에지(open edge)가 발생하는 것과 애노드 전극의 단부에서 절연 파괴가 발생하는 것을 방지하는데 있다.

이를 위해 본 발명은 기판, 기판상에 형성된 액티브층, 액티브층에 형성된 평탄화막, 평탄화막에 형성된 애노드 전극, 애노드 전극의 단부를 덮도록 평탄화막의 상부에 형성된 화소 정의막 및 화소 정의막에 형성된 유기 박막을 포함하고, 화소 정의막은 후막부 및 후막부의 양측에 상면과 단차를 두고 형성되는 단차부를 구비하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치가 개시된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기판;

상기 기판상에 형성된 액티브층;

상기 액티브층에 형성된 평탄화막;

상기 평탄화막에 형성된 애노드 전극;

상기 애노드 전극의 단부를 덮도록 상기 평탄화막의 상부에 형성된 화소 정의막; 및

상기 화소 정의막에 형성된 유기 박막을 포함하고,

상기 화소 정의막은 후막부 및 후막부의 양측에 상면과 단차를 두고 형성되는 단차부를 구비하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

청구항 2

청구항 1항에 있어서, 상기 단차부의 두께는 0.3㎛ 이하인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

청구항 3

청구항 1항에 있어서, 상기 애노드 전극은 상기 후막부의 영역에 단부가 위치하도록 형성되고, 상기 후막부의 두께는 1㎛ 이상인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

청구항 4

청구항 1항에 있어서, 상기 유기 박막은 발광층을 포함하고, 상기 발광층은 상기 애노드 전극 및 상기 단차부의 일부에 형성된 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

청구항 5

청구항 4항에 있어서, 상기 단차부는 상기 애노드 전극과 접하는 제1면, 상기 제1면과 접하는 제2면 및 상기 제2면과 경사져서 접하는 제3면을 포함하고, 상기 발광층은 상기 제1면을 덮도록 형성된 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

청구항 6

청구항 5항에 있어서, 상기 애노드 전극과 상기 제1면이 이루는 각도는 45도 이하인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치.

청구항 7

기판을 구비하는 단계;

상기 기판상에 액티브층을 형성하는 단계;

상기 액티브층에 평탄화막을 형성하는 단계;

상기 평탄화막에 애노드 전극을 형성하는 단계;

상기 애노드 전극의 단부를 덮도록 상기 평탄화막의 상부에 화소 정의막을 형성하는 단계; 및

상기 화소 정의막에 유기 박막을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 화소 정의막은 후막부 및 후막부의 양측에 상면과 단차를 두고 형성되는 단차부를 구비하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 8

청구항 7항에 있어서, 상기 화소 정의막을 형성하는 단계는 상기 단차부의 두께가 0.3㎛ 이하로 형성되도록 하

는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 9

청구항 7항에 있어서, 상기 화소 정의막을 형성하는 단계는 상기 애노드 전극이 상기 후막부의 영역에 단부가 위치하도록 형성되고, 상기 후막부의 두께는 1㎛ 이상의 두께로 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 10

청구항 7항에 있어서, 상기 유기 박막을 형성하는 단계는 상기 유기 박막이 발광층을 포함하고, 상기 발광층이 상기 단차부에 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 11

청구항 10항에 있어서, 상기 유기 박막을 형성하는 단계는 상기 단차부가 상기 애노드 전극과 접하는 제1면, 상기 제1면과 접하는 제2면 및 상기 제2면에 경사져서 접하는 제3면을 포함하고, 상기 발광층이 상기 제1면에 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 12

청구항 11항에 있어서, 상기 유기 박막을 형성하는 단계는 상기 애노드 전극과 상기 제1면이 이루는 각도가 45도 이하로 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 13

청구항 7항에 있어서, 상기 화소 정의막을 형성하는 단계는 상기 화소 정의막이 포토리소그래피(photolithograpgy) 공정을 이용하여 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 14

청구항 7항에 있어서, 상기 화소 정의막을 형성하는 단계는 마스크(mask)를 이용하고, 상기 마스크는 조사되는 빛의 위상을 부분적으로 변화시키는 하프톤 마스크(halftone mask)인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<20> 본 발명은 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 화소 정의막의 양측단에 단차를 두고 형성되는 단차부를 구비함으로써, 발광층의 형성시에 오픈 에지(open edge)가 발생하는 것과 애노드 전극의 단부에서 절연 파괴가 발생하는 것을 방지할 수 있는 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

<21> 일반적으로 유기 전계 발광 표시 장치는 애노드 전극의 에지를 덮도록 화소 정의막(Pixel definition layer,이하 PDL이라 한다.)을 구비한다. 또한, 화소 정의막의 일부 영역에는 유기 박막 중에서 발광층(Emission Layer, 이하 EML이라 한다.)이 형성된다.

<22> 발광층(EML)을 패터닝하기 위한 방법으로는, 저분자 유기 전계 발광 소자의 경우 새도우 마스크(shadow mask)를 사용하는 방법이 있고, 고분자 유기 전계 발광 소자의 경우 잉크젯 프린팅(ink-jet printing) 또는 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, 이하 LITI라고 한다)이 있다.

<23> 그 중에서 레이저 열전사법(LITI)으로 발광층(EML)을 형성하기 위해서는 우선 기판상에 유기막층이 형성된 도너 기판을 라미네이션(lamination)한다. 그리고, 도너 기판의 소정 부분에 레이저를 조사하면, 기판상에 패턴된 발

광층(EML)을 형성할 수 있다. 즉, 도너 기판의 유기막층에서 레이저가 조사된 부분과 레이저가 조사되지 않은 부분 간의 결합이 끊어짐에 따라 발광층(EML) 패턴을 형성할 수 있다.

<24> 이러한 레이저 열전사법에 의한 발광층 패터닝시 애노드 전극의 단부와 발광층이 제대로 컨택되지 아니하여 발생하는 오픈 에지(open edge) 불량을 방지하면서도, 애노드 전극의 단부에 집중되는 전계에 의한 절연 파괴를 방지할 수 있는 화소 정의막의 설계가 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<25> 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 본 발명은 발광층 형성시 오픈 에지(open edge)가 발생하지 않는 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법을 제공함하는 것을 일 목적으로 한다.

<26> 또한, 본 발명은 애노드 전극의 단부에서 발생하는 절연 파괴를 방지하여 소자의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<27> 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 유기 전계 발광 표시 장치는 기판, 기판상에 형성된 액티브층, 액티브층에 형성된 평탄화막, 평탄화막에 형성된 애노드 전극, 애노드 전극의 단부를 덮도록 평탄화막의 상부에 형성된 화소 정의막 및 화소 정의막에 형성된 유기 박막을 포함하고, 화소 정의막은 후막부 및 후막부의 양측에 상면과 단차를 두고 형성되는 단차부를 구비할 수 있다.

<28> 여기서, 단차부의 두께는 0.3㎛ 이하일 수 있다.

<29> 또한, 애노드 전극은 후막부의 영역에 단부가 위치하도록 형성되고, 후막부의 두께는 1㎛ 이상일 수 있다.

<30> 또한, 유기 박막은 발광층을 포함하고, 발광층은 애노드 전극 및 단차부의 일부에 형성될 수 있다.

<31> 또한, 단차부는 애노드 전극과 접하는 제1면, 제1면과 접하는 제2면 및 제2면과 경사져서 접하는 제3면을 포함하고, 발광층은 제1면을 덮도록 형성될 수 있다.

<32> 또한, 제1면과 애노드 전극 사이의 각도는 45도 이하일 수 있다.

<33> 또한, 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 방법은 기판을 구비하는 단계, 기판상에 액티브층을 형성하는 단계, 액티브층에 평탄화막을 형성하는 단계, 평탄화막에 애노드 전극을 형성하는 단계, 애노드 전극의 단부를 덮도록 평탄화막의 상부에 화소 정의막을 형성하는 단계 및 화소 정의막에 유기 박막을 형성하는 단계를 포함하고, 화소 정의막은 후막부 및 후막부의 양측에 상면과 단차를 두고 형성되는 단차부를 구비할 수 있다.

<34> 여기서, 화소 정의막을 형성하는 단계는 단차부의 두께가 0.3㎛ 이하로 형성되도록 할 수 있다.

<35> 또한, 화소 정의막을 형성하는 단계는 애노드 전극이 후막부의 영역에 단부가 위치하도록 형성되고, 후막부의 두께는 1㎛ 이상의 두께로 형성되도록 할 수 있다.

<36> 또한, 유기 박막을 형성하는 단계는 유기 박막이 발광층을 포함하고, 발광층이 단차부에 형성되도록 할 수 있다.

<37> 또한, 유기 박막을 형성하는 단계는 단차부가 애노드 전극과 접하는 제1면, 제1면과 접하는 제2면 및 제2면에 경사져서 접하는 제3면을 포함하고, 발광층이 제1면에 형성되도록 할 수 있다.

<38> 또한, 유기 박막을 형성하는 단계는 제1면과 애노드 전극 사이의 각도가 45도 이하로 형성되도록 할 수 있다.

<39> 또한, 화소 정의막을 형성하는 단계는 화소 정의막이 포토리소그래피(photolithograpgy) 공정을 이용하여 형성되도록 할 수 있다.

<40> 또한, 화소 정의막을 형성하는 단계는 마스크(mask)를 이용하며, 마스크는 조사되는 빛의 위상을 부분적으로 변화시키는 하프톤 마스크(halftone mask) 일 수 있다.

<41> 이하 본 발명이 속하는 기술분야에 있어서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<42> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)의 단면도를 도시한 것이다.

<43> 도 1에서 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)는 하부 기판(110), 상기 하부 기판(110)에 형성된 애노드 전극(120), 상기 하부 기판(110)과 애노드 전극(120)에 형성된 화소 정의막(130), 상기 화소 정의막(130)에 형성된 스페이서(140)를 포함할 수 있다.

<44> 상기 하부 기판(110)은 기판(111), 상기 기판(111)에 형성된 버퍼층(112), 상기 버퍼층(112)에 형성된 액티브층(113), 상기 버퍼층(112) 및 액티브층(113)에 형성된 게이트 절연막(114), 상기 게이트 절연막(114)에 형성된 게이트 전극(115), 상기 게이트 전극(115)에 형성된 층간 절연막(116), 상기 층간 절연막(116)에 형성된 소스/드레인 전극(117), 상기 층간 절연막(116) 및 소스/드레인 전극(117)에 형성된 보호막(118), 상기 보호막(118)에 형성된 평탄화막(119)을 포함할 수 있다.

<45> 상기 기판(111)은 상면과 하면이 평행하게 형성되며, 상면과 하면 사이의 두께는 대략 0.05~1mm로 형성될 수 있다. 또한, 상기 기판(111)은 통상의 유리 기판, 플라스틱 기판, 메탈 기판, 폴리머 기판 및 그 등가물 중 선택된 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이러한 기판 재질로 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

<46> 상기 버퍼층(112)은 상기 기판(111)의 상면에 형성될 수 있다. 이러한 버퍼층(112)은 기판(111)으로부터 불순물이 상기 액티브층(113)이나 유기 전계 발광 소자(OLED)로 침투하는 것을 방지한다. 이를 위해, 상기 버퍼층(112)은 반도체 공정 중 쉽게 형성할 수 있는 실리콘 산화막(SiO_2), 실리콘 질화막(Si_3N_4), 무기막 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이러한 재질로 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이러한 버퍼층(112)은 기판(111) 또는 액티브층(113)의 구조에 따라 생략될 수 있으며, 이것은 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서 통상의 지식을 가진자에게 자명한 사실인 바 이하 설명은 생략한다.

<47> 상기 액티브층(113)은 상기 버퍼층(112)의 상면에 형성될 수 있다. 이러한 액티브층(113)은 비정질 실리콘(amorphous Si), 다결정 실리콘(poly Si), 유기 박막, 마이크로 실리콘(micro Si, 비정질 실리콘과 다결정 실리콘 사이의 그레인 사이즈를 갖는 실리콘) 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나 본 발명에서 상기 액티브층(113)의 종류를 한정하는 것은 아니다.

<48> 또한, 상기 액티브층(113)이 다결정 실리콘으로 형성되는 경우, 상기 액티브층(113)은 저온에서 레이저를 이용하여 결정화는 방법, 금속 촉매를 이용하여 결정화하는 방법 및 그 등가 방법 중 선택된 어느 하나의 방법일 수 있으나, 본 발명에서 상기 다결정 실리콘의 결정화 방법을 한정하는 것은 아니다.

<49> 또한, 상기 액티브층(113)은 이온 주입 공정(ion implantation)을 거치고 난 후, 상호 대향 되는 양측에 형성된 소스/드레인 영역과, 상기 소스/드레인 영역 사이에 형성된 채널 영역으로 구분되어 형성될 수 있다.

<50> 상기 게이트 절연막(114)은 상기 액티브층(113) 상부에 형성될 수 있다. 물론, 이러한 게이트 절연막(114)은 상기 액티브층(113)의 외주연인 버퍼층(112) 위에도 형성될 수 있다. 또한, 상기 게이트 절연막(114)은 반도체 공정 중 쉽게 얻을 수 있는 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 무기막 또는 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으며, 여기서 그 재질을 한정하는 것은 아니다.

<51> 상기 게이트 전극(115)은 상기 게이트 절연막(114)의 상면에 형성될 수 있다. 좀더 구체적으로, 상기 게이트 전극(115)은 상기 액티브층(113) 중 채널 영역과 대응되는 게이트 절연막(114) 위에 형성될 수 있다. 이러한 게이트 전극(115)은 상기 게이트 절연막(114) 하부의 채널 영역에 전계를 인가함으로써, 상기 채널 영역에 정공 또는 전자의 채널이 형성되도록 한다. 또한, 상기 게이트 전극(115)의 재질은 금속(Mo, MoW, Ti, Cu, Al, AlNd, Cr, Mo 합금, Cu 합금, Al 합금 등), 도핑된 다결정 실리콘 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나일 수 있으나, 여기서 그 재질을 한정하는 것은 아니다.

<52> 상기 층간 절연막(116)은 상기 게이트 절연막(114) 및 게이트 전극(115)에 형성될 수 있다. 상기 층간 절연막(116)은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막,폴리머, 플라스틱, 유리 또는 그 등가물 중 선택된 어느 하나로 형성될 수 있으나 여기서 상기 층간 절연막(116)의 재질을 한정하는 것은 아니다.

<53> 상기 층간 절연막(116) 상에 상기 액티브층(113)과 소스/드레인 전극(117)을 접촉시키기 위해서 식각(etching) 공정이 진행되는데, 이를 컨택홀 공정이라고 한다. 또한, 이에 의해 노출된 영역을 통상 컨택홀이라 하며, 이후 컨택홀에 금속을 주입하여 도전성 컨택이 형성된다.

<54> 상기 소스/드레인 전극(117)은 상기 층간 절연막(116)의 상면에 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), LPCVD(Low Pressure Chemical Vapor Deposition), 스퍼터링 및 그 등가 방법 중 선택된 어느 하나의 방법으로 형성된다. 물론, 상기와 같은 공정 이후에는 포토 레지스트 도포, 노광, 현상, 식각 및 포토 레지스트 박리 등의 공정을 통해 원하는 위치에 소스/드레인 전극(117)이 형성된다. 상기 액티브층(113)의 소스/

드레인 영역과 소스/드레인 전극(117) 사이에는 상기 층간 절연막(116)을 관통하는 도전성 컨택(Conductive contact)이 형성된다. 물론, 상기 도전성 컨택은 상술한 바와 같이 미리 형성된 컨택홀을 통하여 형성된다.

<55> 상기 보호막(118)은 상기 층간 절연막(116) 및 소스/드레인 전극(117)을 덮으며, 상기 소스/드레인 전극(117) 등을 보호하는 역할을 한다. 이러한 보호막(118)은 통상의 무기막 및 그 등가물 중 선택된 어느 하나로 형성될 수 있으나, 본 발명에서 상기 보호막(118)의 재질을 한정하는 것은 아니다.

<56> 상기 평탄화막(119)은 상기 보호막(118)상에 형성된다. 이러한 평탄화막(119)은 유기 전계 발광 소자(OLED) 및 그의 캐소드 전극이 단차로 인해 단락되거나 단선되는 것을 방지해주는 역할을 한다. 상기 평탄화막(119)의 재질은 BCB(Benzo Cyclo Butene), 아크릴(Acrylic) 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나일 수 있으나, 여기서 그 재질을 한정하는 것은 아니다.

<57> 물론, 상기 보호막(118) 및 평탄화막(119)에는 상기 소스/드레인 전극(117)과 대응되는 영역을 식각하여 비아홀을 미리 형성해 둔다. 이러한 비아홀에는 차후 도전성 비아를 형성한다. 이러한 도전성 비아는 상기 애노드 전극(120)과 상기 액티브층(113)의 소스/드레인 영역을 전기적으로 연결하는 역할을 한다

<58> 상기 애노드 전극(120)은 상기 평탄화막(119)상에 형성된다. 상기 애노드 전극(120)은 개구율을 높이기 위해 빛이 투과할 수 있는 영역에 형성될 수 있다.

<59> 상기 애노드 전극(120)은 ITO(Induim Tin Oxide), ITO/Ag, ITO/Ag/ITO, ITO/Ag/IZO(Indium Zinc Oxide), 은합금(ITO/Ag 합금/ITO) 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나, 본 발명에서 상기 애노드 전극(120)의 재질을 한정하는 것은 아니다. 상기 ITO는 일함수가 균일하여 상기 유기 박막(150)에 대한 정공 주입 장벽이 작은 투명 도전막이고, 상기 은(Ag)은 전면 발광 방식에서 특히 유기 박막(150)으로부터의 빛을 상면으로 반사시킨다.

<60> 상기 화소 정의막(130)은 상기 평탄화막(119) 및 상기 애노드 전극(120)의 일부에 형성된다. 상기 화소 정의막(130)은 애노드 전극(120)의 단부를 덮도록 상기 평탄화막(119)의 상부에 형성된다. 상기 화소 정의막(130)은 화소를 RGB별로 각각 분리하는 역할을 한다.

<61> 상기 화소 정의막(130)은 상기 화소 정의막(130)의 양측에 형성되는 단차부(131) 및 상기 단차부(131) 사이에서 상기 애노드 전극(120)의 단부를 포함하는 영역에 형성되는 후막부(132)를 포함할 수 있다. 즉, 상기 단차부(131)는 상기 후막부(132)의 양단에 형성된다. 상기 화소 정의막(130)의 단차부(131)와 후막부(132)는 서로 다른 두께를 갖는다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)는 화소 정의막(130)의 절연 기능을 유지하면서, 발광층의 형성시에 오픈 에지(open edge)가 발생하는 것을 방지할 수 있다.

<62> 상기 화소 정의막(130)은 아크릴계 수지, 벤조사이클로부텐(BCB), 폴리이미드(polyimide) 및 그 등가물을 이용하여 형성될 수 있다.

<63> 도 1을 참조하면, 상기 단차부(131)는 상기 화소 정의막(130)의 양측단에 단차를 두고 형성된다. 즉, 상기 단차부(131)는 상기 후막부(132)와 단차를 두어 상기 후막부(132)보다 얇게 형성된다.

<64> 상기 단차부(131)는 이후에 발광층이 형성되기 위한 영역이다. 상기 단차부(131)는 상기 애노드 전극(120)과 경사를 이루면서 접하는 제1면(131a), 상기 제1면에 접하며 대략 평탄하게 형성되는 제2면(131b) 및 상기 제2면(131b)에 경사지게 접하는 제3면(131c)을 포함할 수 있다.

<65> 상기 제1면(131a)은 발광층이 형성되는 부분이다. 상기 제2면(131b)은 단차를 유지하는 부분이며, 대략 평탄하게 형성된다. 상기 제3면(131c)은 단차부(131)와 후막부(132)를 연결하기 위해 제2면(131b)에 경사지게 형성된다.

<66> 상기 단차부(131)의 두께는 0.3um 이하로 형성될 수 있다. 단차부(131)의 두께는 애노드 전극(120)으로부터 단차부(131)의 제2면(131b)까지의 거리를 의미한다. 상기 단차부(131)의 두께가 0.3um 이하인 것이 바람직한 이유는 상기 단차부(131)에 발광층이 형성되기 때문이다. 상세히 설명하자면, 발광층은 상기 단차부의 제1면(131a)에 형성된다. 상기 단차부(131)의 두께가 두꺼워지게 되면, 애노드 전극(120)의 상단면과 화소 정의막의 단차부의 제2면(131b)의 단차가 커지게 된다. 또한, 애노드 전극(120)의 상단면과 단차부의 제2면(131b)의 단차가 커지면, 발광층의 형성시에 오픈 에지(open edge)가 발생할 수 있다. 특히, 상기 단차부(131)의 두께가 0.3um를 초과하면, 상기 애노드 전극(120)의 상단면과 후막부의 제2면(131b)의 단차가 커지게 되어, 상기 애노드 전극(120)과 단차부(131)가 만나는 경계에서 발광층이 밀착되지 않고, 들뜨는 문제가 발생할 수 있다. 즉, 오픈 에

지(open edge)가 발생할 수 있다. 따라서, 상기 단차부(131)의 두께는 0.3um 이하로 형성될 수 있다.

<67> 또한, 상기 단차부(131)의 두께는 별도의 하한값을 갖지 않는다. 단차부(131)는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)에 있어서 반드시 구비되어야 하는 부분이기 때문이다. 즉, 상기 단차부(131)의 두께는 0um 보다 두껍게 형성되어야 하는 것이 자명하다.

<68> 상기 애노드 전극(120)과 단차부(131)가 이루는 각도는 45도 이하일 수 있다. 여기서 애노드 전극(120)과 단차부(131)가 이루는 각도는 애노드 전극(120)과 상기 제1면(131a)이 이루는 각도(Θ)를 의미한다. 또한, 상기 애노드 전극(120)과 제1면(131a)이 이루는 각도(Θ)는 상기 단차부(131)의 내부를 통해 상기 제1면(131a)이 상기 애노드 전극(120)과 이루는 각도를 의미한다. 만약, 상기 애노드 전극(120)과 제1면(131a)이 이루는 각도(Θ)가 45도를 초과하게 되면, 상기 제1면(131a)이 애노드 전극(120)과 접하는 경계면에 상기 발광층이 밀착되기 어렵다. 즉, 상술한 오픈 에지(open edge) 문제가 생길 수 있다. 따라서, 상기 애노드 전극(120)과 제1면(131a)이 이루는 각도(Θ)는 45도 이하인 것이 바람직하다.

<69> 또한, 상기 애노드 전극(120)과 제1면(131a)이 이루는 각도(Θ)는 하한값을 갖지 않는다. 단차부(131)는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)에 반드시 구비되어 있어야 한다. 따라서 상기 애노드 전극(120)과 제1면(131a)이 이루는 각도(Θ)가 0도 이상임은 자명하기 때문이다.

<70> 상기 후막부(132)는 상기 평탄화막(119)의 상부에서 상기 애노드 전극(120)의 단부를 포함하도록 형성된다. 상기 애노드 전극(120)의 단부는 화소 정의막(130)의 중심을 기준으로, 상기 단차부(131)보다 안쪽으로 형성될 수 있다.

<71> 상기 후막부(132)는 절연 기능을 하기 위한 부분이다. 애노드 전극(120)에 가해지는 전계는 애노드 전극(120)의 단부에 집중된다. 따라서, 애노드 전극(120)의 단부에서 절연 파괴가 일어나는 것을 방지하기 위해서, 상기 후막부(132)는 일정값 이상의 두께로 형성되어야 한다.

<72> 상기 후막부(132)의 두께는 1㎛이상일 수 있다. 후막부(132)의 두께는 애노드 전극(120)의 단부의 상면으로부터 후막부(132)의 상면까지의 거리를 의미한다. 상기 후막부(132)의 두께가 너무 얇으면, 물리적으로 터널링 효과가 발생할 수 있다. 즉, 전자가 상기 후막부(132)를 통과하여 이동할 확률이 증가하게 되므로, 전류가 흐를 수 있다. 상기 후막부(132)의 두께가 1㎛미만인 경우, 터널링 효과에 의한 전류가 후막부(132)를 통과하여 흐를 수 있다. 따라서, 절연 기능을 유지하기 위해 상기 후막부(132)의 두께는 1㎛이상인 것이 바람직하다.

<73> 또한, 상기 후막부(132)의 두께는 별도의 상한값을 갖지 않는다. 상기 후막부(132)는 무한대의 두께를 가질 수 없다. 또한, 후막부(132)의 두께가 1㎛이상만 유지하면, 후막부(132)의 절연 기능에 손상이 없다. 결국, 후막부(132)의 두께가 1㎛ 이상이면, 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서 통상의 지식을 갖는 자가 상기 후막부(132)의 두께를 적정한 값으로 정하는 것이 용이하다. 따라서, 상기 후막부(132)의 두께는 별도의 상한값을 갖지 않는다.

<74> 상기 후막부(132)의 두께는 상기 단차부(131)의 두께보다 두껍게 형성될 수 있다. 상술한 바와 같이 오픈 에지(open edge)를 방지하기 위해서, 상기 단차부(131)의 두께는 0.3㎛ 이하로 형성될 수 있다. 또한, 절연 기능을 유지하기 위해서 상기 후막부(132)의 두께는 1㎛ 이상일 수 있다. 따라서, 상기 후막부(132)의 두께는 단차부(131)의 두께보다 두껍게 형성될 수 있다.

<75> 상기 스페이서(140)는 도 1을 참조하면, 상기 화소 정의막(130)의 상면에 형성된다. 더 상세히 설명하자면, 상기 스페이서(140)는 상기 후막부(132)의 상면에 돌출되어 있는 형상으로 형성되어 있다.

<76> 상기 스페이서(140)는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)가 외부의 압력으로부터 손상되는 것을 방지한다. 즉, 상기 스페이서(140)가 형성되어 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치는 상부에 여유 공간을 갖게 된다. 따라서, 외부 압력이 인가되어도 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)는 손상을 입지 않을 수 있다.

<77> 상기 스페이서(140)의 재질은 통상의 폴리이미드(polyimide) 및 그 등가물일 수 있다. 다만, 상기 스페이서(140)의 재질로서 본 발명의 내용을 한정하는 것은 아니다.

<78> 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)에 유기 박막이 형성된 구조를 설명하도록 한다.

<79> 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)에 발광층이 형성된 구조

및 발광층의 상부에 유기 박막이 형성된 구조의 단면도가 도시되어 있다.

<80> 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 유기 박막(150)은 상기 애노드 전극(120) 및 상기 화소 정의막(130)에 형성된다. 상기 유기 박막(150)은 실제로 전자와 정공이 결합하여 발광하는 영역이다. 상기 유기 박막(150)은 상기 애노드 전극(120)에 형성되는 정공 주입층(151), 정공 주입층(151)에 형성되는 정공 수송층(152), 정공 수송층(152)에 형성되는 발광층(153), 발광층(153)에 형성되는 전자 수송층(154), 전자 수송층(154)에 형성되는 전자 주입층(155)을 포함할 수 있다.

<81> 상기 정공 주입층(151) 및 정공 수송층(152)은 상기 애노드 전극(120), 화소 정의막(130) 및 스페이서(140)의 전면에 형성된다. 즉, 상기 정공 주입층(151) 및 정공 수송층(152)은 별도의 패턴을 거치지 않고, 상기 애노드 전극(120), 화소 정의막(130) 및 스페이서(140)의 전면에 증착된다.

<82> 상기 발광층(153)은 정공 주입층(151)에서 주입된 정공과 전자 주입층(155)에서 주입된 전자가 결합하고, 빛을 발하는 영역이다. 상기 발광층(153)의 재료는 저분자 재료로 알루니 키노륨 복합체(Alq3), 고분자 재료로 페닐렌비닐렌(phenylene vinylene) 등이 있다.

<83> 상기 발광층(153)은, 도 2에 도시되어 있듯이, 상기 정공 수송층(153)의 일부 영역에 형성된다. 상세히 설명하자면, 상기 발광층(153)은 상기 애노드 전극(120)에 대응되는 영역 및 상기 화소 정의막(130)의 단차부(131)에 대응되는 영역에 형성된다. 상술한 바와 같이 상기 단차부(131)의 두께는 후막부(132)의 두께보다 얇게 형성된다. 또한, 상기 단차부(131)의 두께는 0.3um 이하일 수 있고, 상기 애노드 전극(120)과 제1면(131a)이 이루는 각도(Θ)는 45도 이하일 수 있다. 따라서, 상기 발광층(153)은 상기 애노드 전극(120)과 상기 제1면(131a)이 접하는 경계에도 밀착되어 형성될 수 있다. 결국, 상기 발광층(153)이 오픈 에지(open edge) 없이 형성될 수 있다.

<84> 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 전자 수송층(154) 및 전자 주입층(155)은 상기 정공 수송층(152) 및 발광층(153)의 일면에 차례로 형성된다.

<85> 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)는 단차부(131) 및 단차부(131)보다 두꺼운 두께를 갖는 후막부(132)를 구비한 화소 정의막(130)을 포함한다. 또한, 단차부(131)는 애노드 전극(120)에 대해 일정한 두께 및 기울기를 갖고 형성된다. 따라서, 애노드 전극(120)과 화소 정의막(130)의 단차부(131)의 경계면에도 발광층(153)이 밀착하여 형성될 수 있다. 결국, 발광층(153)의 형성시에 오픈 에지(open edge)가 발생하는 것을 방지할 수 있다.

<86> 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)의 제조 방법에 대해 설명하도록 한다.

<87> 도 4a 내지 도 4p를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)의 제조 순서를 설명하기 위한 단면도가 도시되어 있다.

<88> 도 4a에 도시되어 있듯이, 가장 먼저 기판(111)이 구비된다. 상기 기판(111)의 두께는 대략 0.05㎜ 내지 1㎜로 형성될 수 있다. 또한, 상기 기판(111)은 통상의 유리 기판, 플라스틱 기판, 메탈 기판, 폴리머 기판 및 그 등가물 중 선택된 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이러한 기판 재질로 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

<89> 도 4b에 도시되어 있듯이, 상기 기판(111)에 버퍼층(112)이 형성된다. 상기 버퍼층(112)은 상술한 바와 같이, 실리콘 산화막(SiO_2), 실리콘 질화막(Si_3N_4), 무기막 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이러한 재질로 본 발명의 내용을 한정하는 것은 아니다. 또한, 상기 버퍼층(112)을 형성하는 공정은 기판(111) 또는 액티브층(113)의 구조에 따라 생략될 수 있다.

<90> 도 4c에 도시되어 있듯이, 버퍼층(112)에 액티브층(113)이 형성된다. 상기 액티브층(113)은 비정질 실리콘(amorphous Si), 다결정 실리콘(poly Si), 유기 박막, 마이크로 실리콘(micro Si, 비정질 실리콘과 다결정 실리콘 사이의 그레인 사이즈를 갖는 실리콘) 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나 본 발명에서 상기 액티브층(113)의 종류를 한정하는 것은 아니다.

<91> 상기 액티브층(113)이 다결정 실리콘으로 형성되는 경우, 상기 액티브층(113)은 저온에서 레이저를 이용하여 결정화는 방법, 금속 촉매를 이용하여 결정화하는 방법 및 그 등가 방법 중 선택된 어느 하나의 방법일 수 있으나, 본 발명에서 상기 다결정 실리콘의 결정화 방법을 한정하는 것은 아니다.

<92> 상기 액티브층(113)은 별도로 도시하지는 않았지만, 이온 주입 공정(ion implantation)등을 이용하여 도핑되어, 소소 드레인 영역과 채널 영역으로 구별된다.

<93> 도 4d에 도시되어 있듯이, 그 이후 게이트 절연막(114)이 상기 버퍼층(112) 및 액티브층(113)에 형성된다. 상기 게이트 절연막(114)은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 무기막 또는 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으며, 여기서 그 재질을 한정하는 것은 아니다.

<94> 도 4e에 도시되어 있듯이, 그 이후 게이트 전극(115)이 상기 게이트 절연막(114)에 형성된다. 상기 게이트 전극(115)의 재료는 금속(Mo, MoW, Ti, Cu, Al, AlNd, Cr, Mo 합금, Cu 합금, Al 합금 등), 도핑된 다결정 실리콘 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나, 여기서 그 재질을 한정하는 것은 아니다. 우선 게이트 전극(115)이 상기 게이트 절연막(114)에 전면적으로 형성된다. 그리고 이후에 상기 게이트 전극(115)은 포토리소그래피 공정을 통해 상기 액티브층(113)의 채널 영역에 대응되는 부분만을 구비하도록 패터닝된다.

<95> 도 4f에 도시되어 있듯이, 그 이후 층간 절연막(116)이 형성된다. 상기 층간 절연막(116)은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 폴리머, 플라스틱, 유리 또는 그 등가물 중 선택된 어느 하나로 형성될 수 있으나 여기서 상기 층간 절연막(116)의 재질을 한정하는 것은 아니다. 상기 층간 절연막(116)이 형성된 이후, 포토리소그래피 공정을 이용하여 컨택홀이 형성된다. 또한, 이후 상기 컨택홀에 금속을 채워 넣음으로써, 도전성 컨택이 형성되는 과정이 진행된다.

<96> 도 4g에 도시되어 있듯이, 그 이후 소스/드레인 전극(117)이 형성된다. 상기 소스/드레인 전극(117)은 상기 층간 절연막(116)의 상면에 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), LPCVD(Low Pressure Chemical Vapor Deposition), 스퍼터링 및 그 등가 방법 중 선택된 어느 하나의 방법으로 형성된다. 그 이후에는 다시 포토리소그래피 공정을 통하여 상기 도전성 컨택에 맞추어 패턴이 형성된다.

<97> 도 4h에 도시되어 있듯이, 그 이후 보호막(118) 및 평탄화막(119)이 형성된다.상기 보호막(118)은 통상의 무기막 및 그 등가물 중 선택된 어느 하나로 형성될 수 있으나, 본 발명에서 상기 보호막(118)의 재질을 한정하는 것은 아니다. 또한, 상기 평탄화막(119)은 BCB(Benzo Cyclo Butene), 아크릴(Acrylic) 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나, 여기서 그 재질을 한정하는 것은 아니다.

<98> 그 이후 비아홀이 상기 보호막(118) 및 평탄화막(119)의 영역 중에서 상기 소스/드레인 전극(117)과 대응되는 영역을 식각함으로써 형성된다. 이러한 비아홀에 차후 금속을 채워넣음으로써 도전성 비아가 형성된다.

<99> 도 4i에 도시되어 있듯이, 그 이후 애노드 전극(120)이 상기 평탄화막(119)에 형성된다. 상기 애노드 전극(120)은 상술한 바와 같이 ITO(Induim Tin Oxide), ITO/Ag, ITO/Ag/ITO, ITO/Ag/IZO(Indium Zinc Oxide), 은합금(ITO/Ag 합금/ITO) 및 그 등가물 중 선택된 적어도 어느 하나로 형성될 수 있으나, 본 발명에서 상기 애노드 전극(120)의 재질을 한정하는 것은 아니다. 상기 애노드 전극(120)은 상기 평탄화막(119)에 전면적으로 증착된 이후에 포토리소그래피 공정을 이용하여 다시 패턴된다.

<100> 도 4j에 도시되어 있듯이, 그 이후 화소 정의막(130)이 상기 평탄화막(119) 및 애노드 전극(120)에 전면적으로 형성된다. 상기 화소 정의막(130)의 재질은 통상의 폴리이미드(polyimide) 및 그 등가물일 수 있으며, 상기 재질로서 본 발명의 내용을 한정하는 것은 아니다.

<101> 도 4k에 도시되어 있듯이, 그 이후 포토리소그래피(photolithography) 공정이 이루어진다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)는 화소 정의막(130)이 단차부(131) 및 후막부(132)를 구비한다. 상기 단차부(131) 및 후막부(132)를 형성하기 위하여, 하프톤 마스크(halftone mask)가 사용된다. 하프톤 마스크(halftone mask)는 포토리소그래피 공정에서 조사되는 빛의 위상(phase)을 부분적으로 변화시킬 수 있다. 즉, 빛이 하프톤 마스크(halftone mask)를 투과하면, 패턴의 두께가 부분적으로 상이하게 형성될 수 있다. 따라서, 단차를 구비한 구조가 형성될 수 있다. 그리고 이후에는 현상(developing) 공정이 이루어진다. 결국, 상기 하프톤 마스크(halftone mask)를 사용하여, 상기 화소 정의막(130)의 단차부(131)와 후막부(132)의 두께는 각각 다르게 형성된다.

<102> 도 4l에 도시되어 있듯이, 상기 포토리소그래피 공정을 마치고 나면 화소 정의막(130)의 단차부(131) 및 후막부(132)의 두께가 다르게 형성된다. 상기 단차부(131)는 애노드 전극(120)에 경사지게 각도(Θ)를 이루고 있는 제1면(131a), 제1면(131a)에 접하는 제2면(131b) 및 제2면(131b)에 경사지게 형성되는 제3면(131c)을 포함하여 형성된다.

<103> 도 4m에 도시되어 있듯이, 상기 화소 정의막(130)에 스페이서(140)가 형성된다. 상기 스페이서(140)는 통상의 통상의 폴리이미드(polyimide) 및 그 등가물 일 수 있다. 다만, 상기 스페이서(140)의 재질로서 본 발명의 내용을 한정하는 것은 아니다. 또한, 상기 스페이서(140)는 상기 애노드 전극(120) 및 화소 정의막(130)에 전면적으

로 증착된 이후, 다시 포토리소그래피 공정에 의해 패턴을 구비한다.

<104> 도 4n에 도시되어 있듯이, 정공 주입층(151) 및 정공 수송층(152)이 차례로 형성된다. 상기 정공 주입층(151) 및 정공 수송층(152)는 상기 애노드 전극(120), 화소 정의막(130) 및 스페이서(140)에 전면적으로 형성된다.

<105> 도 4o에 도시되어 있듯이, 발광층(153)이 형성된다. 상기 발광층(153)의 재료는 저분자 재료로 알루니 키노륨 복합체(Alq3), 고분자 재료로 페닐렌비닐렌(phenylene vinylene)일 수 있다. 또한, 상기 발광층(153)은 상술한 섀도우 마스크(shadow mask)를 사용하는 방법, 잉크젯 프린팅(ink-jet printing) 방법 또는 레이저 열전사법(LITI)으로 형성될 수 있다. 다만, 상기 발광층(153)의 재료 및 제조 방법으로 본 발명의 내용을 한정하는 것은 아니다. 또한, 상술한 바와 같이 상기 발광층(153)은 상기 애노드 전극(120)과 상기 화소 정의막(130)의 단차부(131)가 접하는 영역에도 오픈 에지(open edge) 없이 형성될 수 있다.

<106> 도 4p에 도시되어 있듯이, 전자 수송층(154) 및 전자 주입층(155)이 차례로 형성된다. 상기 전자 수송층(154) 및 전자 주입층(155)는 상기 정공 수송층(152) 및 발광층(153)에 전면적으로 형성된다.

<107> 상기와 같이 하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)를 제조할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치(100)는 상기와 같이 하프톤 마스크(halftone mask)를 이용한 포토리소그래피 공정을 통해 제조될 수 있다.

발명의 효과

<108> 상기와 같이 하여 본 발명에 따른 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법은 화소 정의막의 양측단에 단차를 두고 형성되는 단차부를 구비함으로써, 발광층 형성시 오픈 에지(open edge)가 발생하는 것을 방지할 수 있다.

<109> 또한, 상기와 같이 하여 본 발명에 따른 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법은 화소 정의막의 후막부가 일정 두께 이상을 구비하도록 함으로써 애노드 전극의 에지부에서 발생하는 절연 파괴를 방지하여, 소자의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

<110> 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 유기 전계 발광 표시 장치 및 그 제조 방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허 청구 범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치를 나타낸 단면도이다.

<2> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치에 발광층이 형성된 것을 도시한 단면도이다.

<3> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치에 유기 박막이 형성된 것을 도시한 단면도이다.

<4> 도 4a 내지 도 4p는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치의 제조 순서를 설명하기 위한 단면도이다.

<5> <도면 부호의 간단한 설명>

<6> 100; 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 표시 장치

<7> 110; 하부 기판 111; 기판

<8> 112; 버퍼층 113; 액티브층

<9> 114; 게이트 절연막 115; 게이트 전극

<10> 116; 층간 절연막 117; 소스/드레인 전극

<11> 118; 보호막 119; 평탄화막

<12> 120; 애노드 전극 130; 화소 정의막

<13> 131; 단차부 131a; 제1면

<14> 131b; 제2면 131c; 제3면

<15> θ; 애노드 전극과 제1면이 이루는 각도 132; 후막부

<16> 140; 스페이서 150; 유기 박막

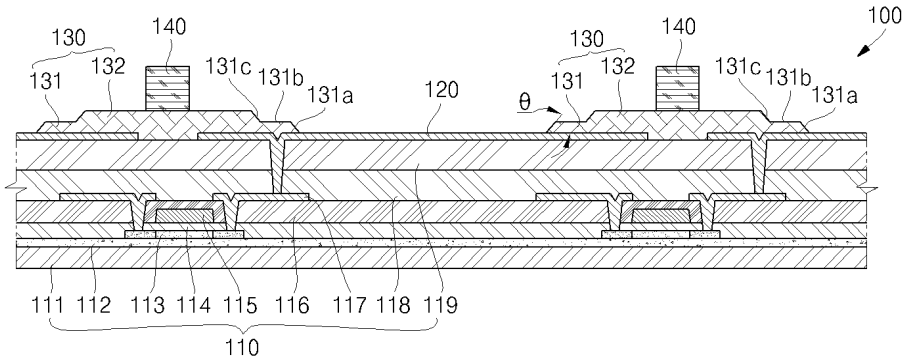
<17> 151; 정공 주입층 152; 정공 수송층

<18> 153; 발광층 154; 전자 수송층

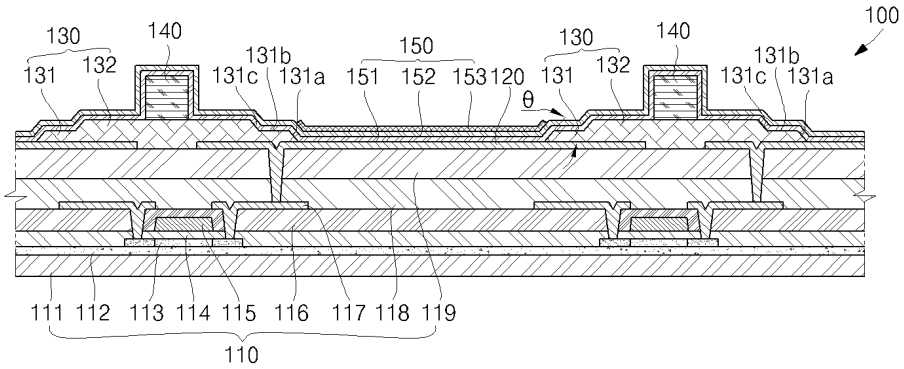
<19> 155; 전자 주입층

도면

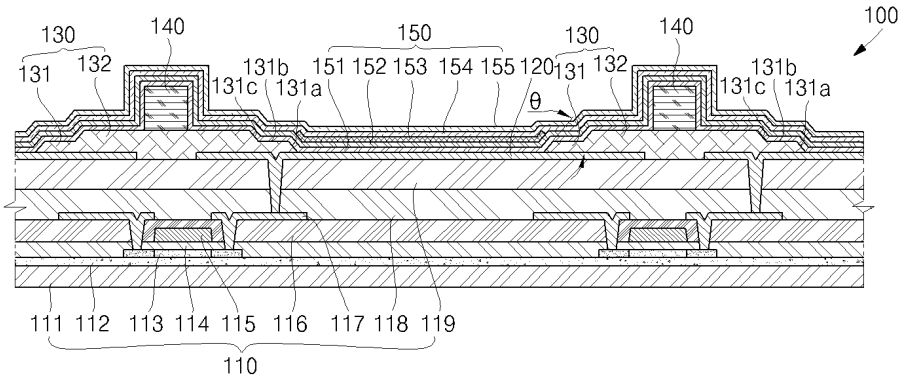
도면1



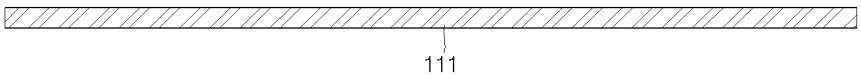
도면2



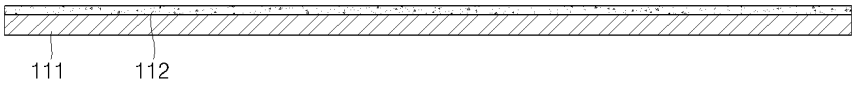
도면3



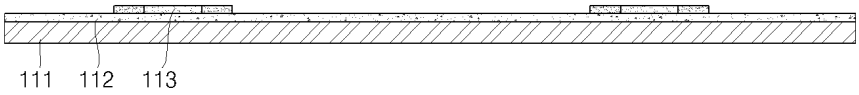
도면4a



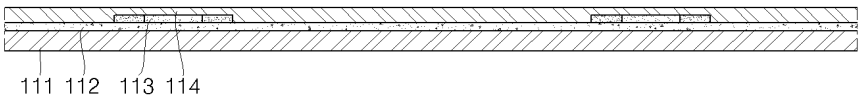
도면4b



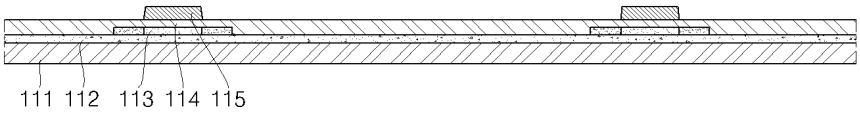
도면4c



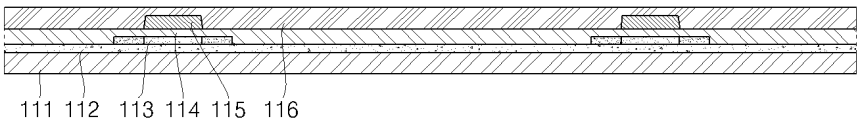
도면4d



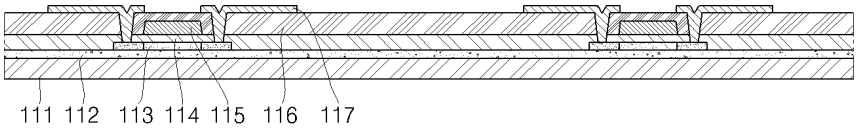
도면4e



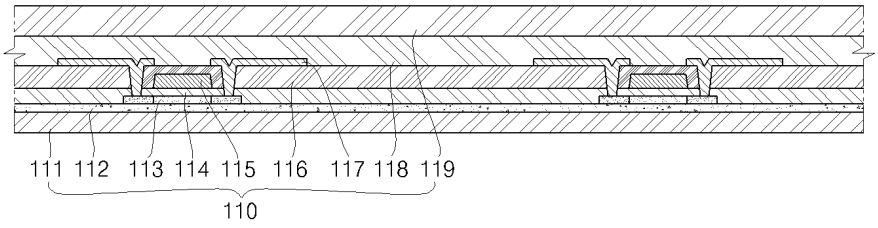
도면4f



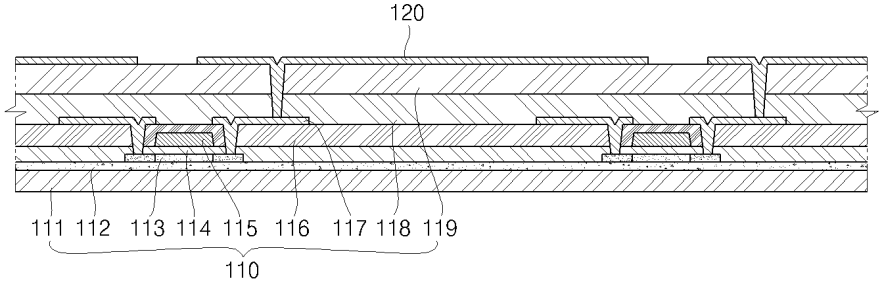
도면4g



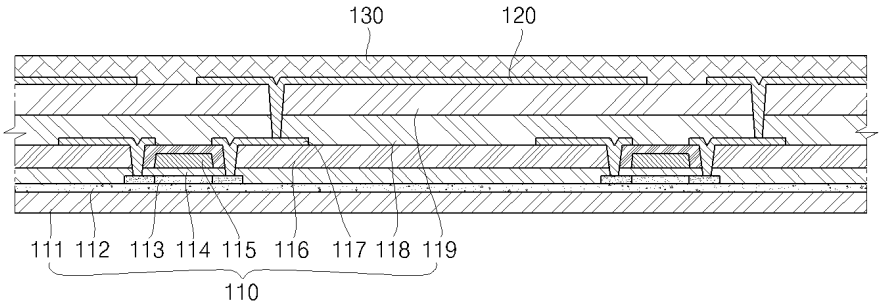
도면4h



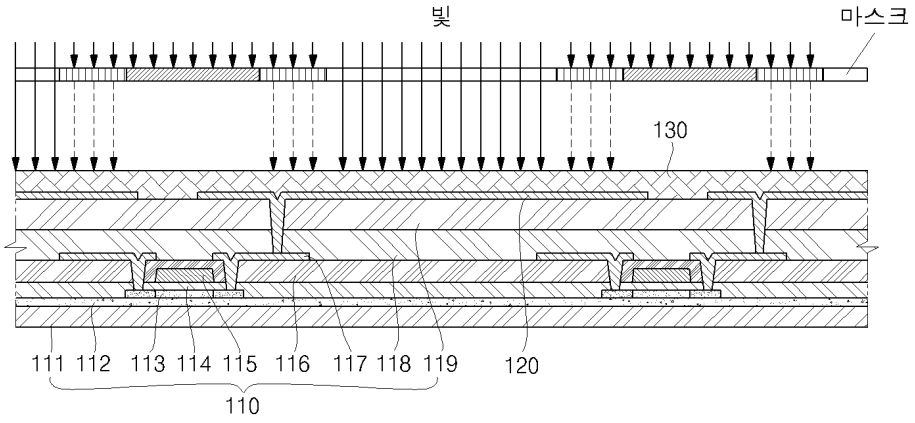
도면4i



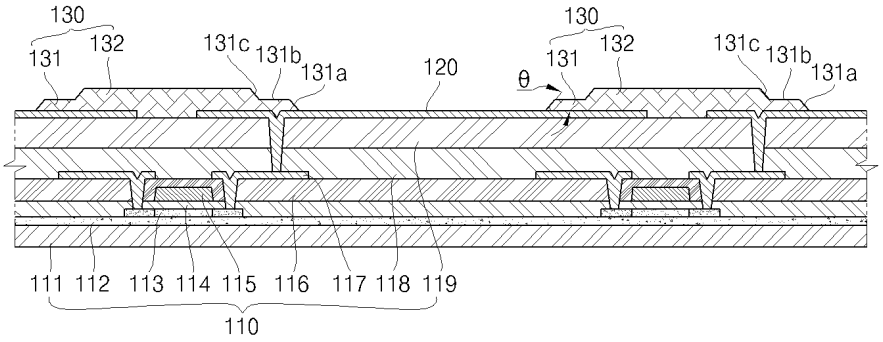
도면4j



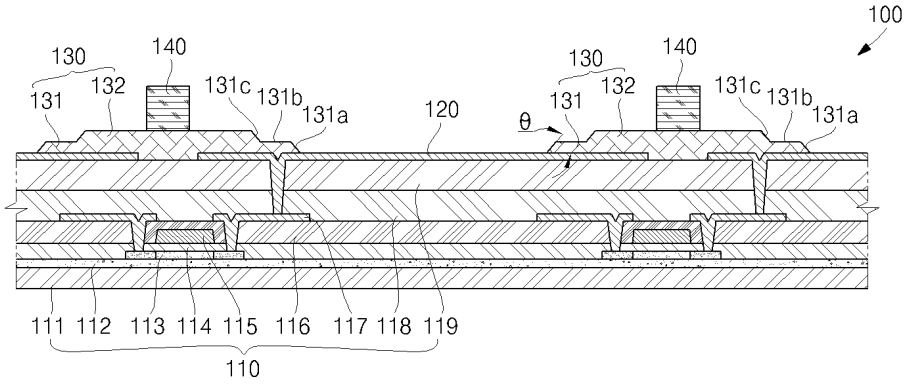
도면4k



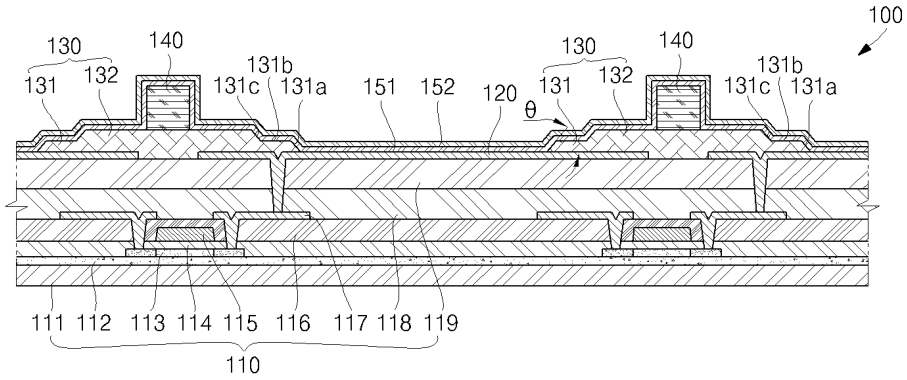
도면41



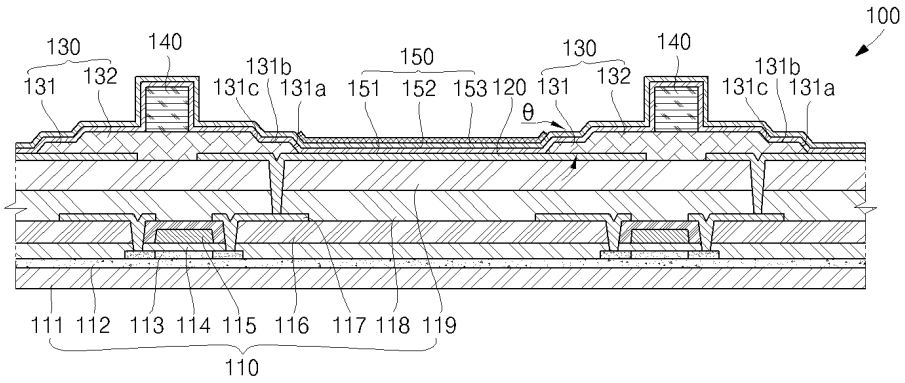
도면4m



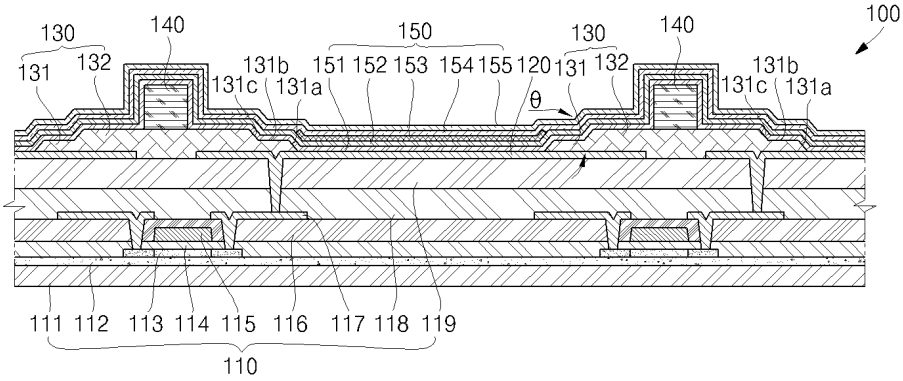
도면4n



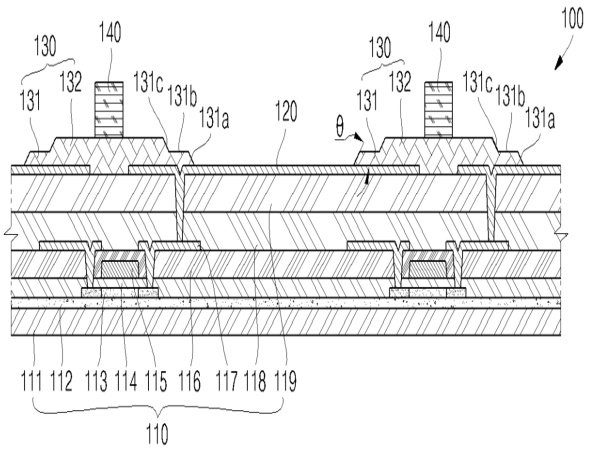
도면4o



도면4p


100
130
140
150
130
140
131
132
131b
151
152
153
154
155
120
131
132
131b
131c
131a
θ
131c
131a
111
112
113
114
115
116
117
118
119
110

专利名称(译)	有机电致发光显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR100833772B1	公开(公告)日	2008-05-29
申请号	KR1020070060715	申请日	2007-06-20
申请(专利权)人(译)	三星SD眼有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星SD眼有限公司		
[标]发明人	JEON HEE CHUL 전희철 YOON JU WON 윤주원		
发明人	전희철 윤주원		
IPC分类号	H05B33/22		
CPC分类号	H01L27/3246		
代理人(译)	Seogyeongmin		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机电致发光显示装置及其制造方法技术领域本发明涉及有机电致发光显示装置及其制造方法，更具体地，涉及在形成有机发光显示装置的发光层时具有开口边缘的有机电致发光显示装置，之类的。 形成在平坦化膜上以覆盖阳极电极的端部的像素限定层;形成在像素限定层上的像素限定层;以及形成在平坦化膜上的像素限定层。其中，像素限定层具有形成在厚膜部分的两侧上的台阶部分和具有顶表面和台阶差的厚膜部分。