



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0077504
(43) 공개일자 2018년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01) *H01L 51/52* (2006.01)
H01L 51/56 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 51/5012 (2013.01)
H01L 27/3246 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0181916

(22) 출원일자 2016년12월29일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

손영태

경기도 고양시 일산동구 위시티4로 79, 303동
2402호 (식사동, 위시티블루밍3단지아파트)

(74) 대리인

특허법인네이트

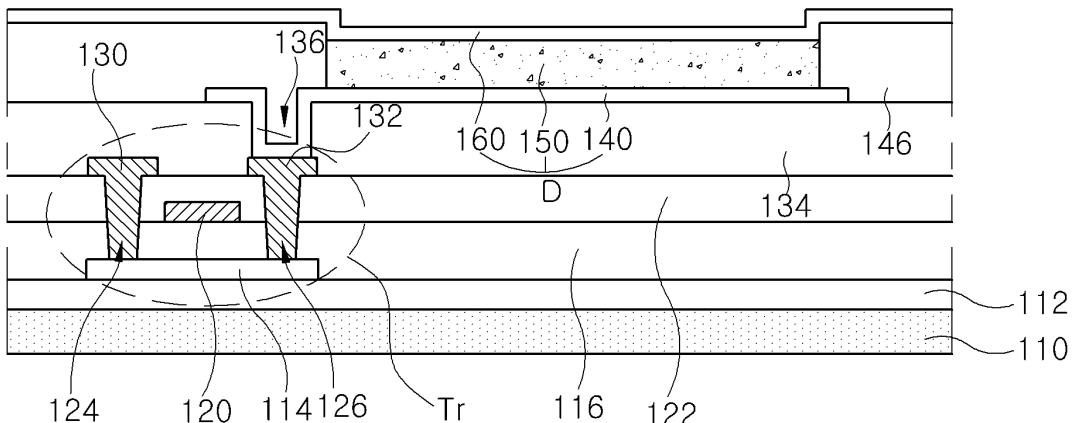
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법은, 기판 상부의 제1 전극과, 제1 전극의 가장자리를 덮으며 제1 전극을 노출하는 뱅크층과, 뱅크층에 의해 노출된 제1 전극 상부의 발광층과, 발광층 상부의 제2 전극을 포함하며, 발광층은 고분자 물질로 용액 공정을 통해 형성되고, 용매를 이용하여 적어도 1회 표면 처리된다. 이에 따라, 발광층은 표면 특성을 개선하여 누설 전류를 방지하고 소자 성능을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 51/0005 (2013.01)

H01L 51/0028 (2013.01)

H01L 51/0034 (2013.01)

H01L 51/5221 (2013.01)

H01L 51/56 (2013.01)

H01L 2251/55 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기판과;

상기 기판 상부의 제1 전극과;

상기 제1 전극의 가장자리를 덮으며 상기 제1 전극을 노출하는 뱅크층과;

상기 뱅크층에 의해 노출된 상기 제1 전극 상부의 발광층과;

상기 발광층 상부의 제2 전극

을 포함하고,

상기 발광층은 상기 제1 전극에 인접한 제1 영역의 막 밀도와 상기 제2 전극에 인접한 제2 영역의 막 밀도가 다른 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 영역의 막 밀도가 상기 제1 영역의 막 밀도보다 높은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 3

기판과;

상기 기판 상부의 제1 전극과;

상기 제1 전극의 가장자리를 덮으며 상기 제1 전극을 노출하는 뱅크층과;

상기 뱅크층에 의해 노출된 상기 제1 전극 상부의 발광층과;

상기 발광층 상부의 제2 전극

을 포함하고,

상기 발광층의 표면 거칠기 R_{pv} 는 5 nm보다 작으며, 상기 R_{pv} 는 기준면에 대한 5개의 최대 피크 평균값과 5개의 최소 피크 평균값의 차이인 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 발광층은 상기 제1 전극에 인접한 제1 영역의 막 밀도가 상기 제2 전극에 인접한 제2 영역의 막 밀도보다 낮은 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광층은 고분자를 포함하는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 6

기판 상부에 제1 전극을 형성하는 단계와;

상기 제1 전극의 가장자리를 덮으며 상기 제1 전극을 노출하는 백크층을 형성하는 단계와;

상기 백크층에 의해 노출된 상기 제1 전극 상부에 발광층을 형성하는 단계와;

용매를 이용하여 상기 발광층을 표면 처리하는 단계와;

표면 처리된 상기 발광층 상부에 제2 전극을 형성하는 단계

를 포함하는 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 발광층을 표면 처리하는 단계는 상기 발광층을 용융시키는 단계와 용융된 상기 발광층을 건조하는 단계를 포함하는 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 발광층을 용융시키는 단계는 상기 발광층을 용매 증기에 노출하는 단계를 포함하는 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 발광층을 표면 처리하는 단계는 10^{-1} Torr 내지 10^{-3} Torr의 진공 상태에서 이루어지는 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 발광층을 표면 처리하는 단계 다음에, 상기 발광층의 표면 거칠기 R_{pv} 를 산출하는 단계와 상기 R_{pv} 를 기준 값과 비교하는 단계를 더 포함하며,

상기 R_{pv} 가 상기 기준 값보다 작을 경우 상기 제2 전극을 형성하는 단계를 수행하고, 상기 R_{pv} 가 상기 기준 값보다 크거나 같을 경우 상기 발광층을 추가적으로 표면 처리하는 단계를 수행하며,

상기 R_{pv} 는 기준면에 대한 5개의 최대 피크 평균값과 5개의 최소 피크 평균값의 차이인 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

청구항 11

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광층은 고분자를 이용한 용액 공정에 의해 형성되는 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 향상된 수명 및 낮은 소비 전력을 갖는 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 최근, 박형화, 경량화, 저 소비전력화 등의 우수한 특성을 가지는 평판표시장치(flat panel display)가 널리 개발되어 다양한 분야에 적용되고 있다.
- [0004] 평판표시장치 중에서, 유기 전계발광 표시장치 또는 유기 전기발광 표시장치(organic electroluminescent display device)라고도 불리는 유기발광다이오드 표시장치(organic light emitting diode display device: OLED display device)는, 전자 주입 전극인 음극과 정공 주입 전극인 양극 사이에 형성된 발광층에 전하를 주입하여 전자와 정공이 엑시톤(exciton)을 형성한 후, 이 엑시톤이 발광 재결합(radiative recombination) 함으로써 빛을 내는 소자이다.
- [0005] 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 플라스틱과 같은 유연한 기판(flexible substrate) 위에도 형성할 수 있을 뿐 아니라, 자체 발광형이기 때문에 대조비(contrast ratio)가 크며, 응답시간이 수 마이크로초(μs) 정도이므로 동화상 구현이 쉽고, 시야각의 제한이 없으며 저온에서도 안정적이고, 직류 5V 내지 15V의 비교적 낮은 전압으로 구동이 가능하므로 구동회로의 제작 및 설계가 용이한 장점을 가진다.
- [0006] 이러한 유기발광다이오드 표시장치의 발광층은 미세금속마스크(fine metal mask)를 이용하여 유기물질을 선택적으로 증착하는 진공 열 증착(vacuum thermal evaporation)법에 의해 형성된다.
- [0007] 그런데, 이러한 증착 공정은 마스크 구비 등에 의해 제조 비용을 증가시키며, 마스크의 제작 편차, 처짐, 쉐도우 효과(shadow effect) 등에 의해 대면적 및 고해상도 표시장치에 적용하기 어려운 문제가 있다.
- [0008] 이를 해결하기 위해, 용액 공정(solution process)에 의해 발광층을 형성하는 방법이 제안되었다. 용액 공정에서는, 화소영역을 둘러싸는 뱅크를 형성하고, 분사장치의 노즐(nozzle)을 일정 방향으로 스캔함으로써 뱅크 내의 화소영역에 유기물질을 포함하는 용액을 적하(drop)한 후, 이를 건조하여 발광층을 형성한다.
- [0009] 그런데, 이러한 용액 공정에 의해 형성된 발광층은 표면 모폴러지(surface morphology) 특성이 좋지 않다. 즉, 용액 공정에 의해 형성된 발광층은 표면 거칠기(surface roughness)가 비교적 크며, 이는 누설 전류(leakage current)를 유발하여 소자의 성능을 저하시키고, 수명을 감소시키는 문제가 있다.
- [0010] 또한, 이러한 발광층을 포함하는 유기발광다이오드는 구동 전압이 높아 소비 전력이 증가된다.
- [0011] 이에 따라, 표면 모폴러지가 우수한 발광층 재료를 선택해야 하므로, 재료 선택에 제한이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위한 것으로, 종래 유기발광다이오드 표시장치의 누설 전류에 의한 소자 성능 저하 문제를 해결하고자 한다.
- [0014] 또한, 본 발명은 종래 유기발광다이오드 표시장치의 높은 구동 전압에 의한 소비 전력 증가 문제를 해결하고자 한다.
- [0015] 또한, 본 발명은 종래 유기발광다이오드 표시장치의 재료 선택의 폭을 넓히고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법은, 기판 상부의 제1 전극과, 제1 전극의 가장자리를 덮으며 제1 전극을 노출하는 뱅크층과, 뱅크층에 의해 노출된 제1 전극 상부의 발광층과, 발광층 상부의 제2 전극을 포함하며, 발광층은 고분자 물질로 용액 공정을 통해 형성되고, 용매를 이용하여 적어도 1회 표면 처리된다. 이에 따라, 발광층은 제1 전극에 인접한 제1 영역의 막 밀도가 제2 전극에 인접한 제2 영역의 막 밀도보다 낮거나, 발광층은 5 nm보다 작은 표면 거칠기 R_{pv}를 가진다.
- [0018] 여기서, 발광층을 표면 처리하는 단계는 발광층을 용융시키는 단계와 건조하는 단계를 포함한다. 발광층을 용융시키는 단계는 발광층을 용매 증기에 노출하는 단계를 포함한다.
- [0019] 발광층을 표면 처리하는 단계는 10^{-1} Torr 내지 10^{-3} Torr의 진공 상태에서 이루어진다.
- [0020] 또한, 발광층을 표면 처리한 후, 발광층의 표면 거칠기 R_{pv}를 산출하여 R_{pv}를 기준 값과 비교하며, R_{pv}가 기준 값보다 작을 경우 제2 전극을 형성하고, R_{pv}가 기준 값보다 크거나 같을 경우 발광층을 추가적으로 표면 처리한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에서는, 용액 공정에 의해 유기발광다이오드 표시장치의 발광층을 형성함으로써, 제조 비용을 줄일 수 있으며, 대면적 및 고해상도의 표시장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0023] 또한, 본 발명에서는, 발광층을 적어도 1회 표면 처리함으로써, 표면 특성을 개선하여 누설 전류를 방지하고, 소자 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0024] 또한, 구동 전압을 낮추어 소비 전력을 절감할 수 있으며, 재료 선택의 폭을 넓힐 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역을 나타내는 회로도이다.
도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 단면도이다.
도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 제조 과정을 개략적으로 나타내는 순서도이다.
도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 실시예에 따른 표면 처리 전과 후의 발광층의 표면을 도시한 원자힘 현미경 사진이다.
도 5는 도 4a 내지 도 4c의 발광층의 전압 특성을 도시한 그래프이다.
도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 실시예에 따른 발광층의 단면을 도시한 투과 전자 현미경 사진이다.
도 7a와 도 7b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 발광층의 표면 처리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.
도 8a와 도 8b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 발광층의 표면 처리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치는, 기판과, 상기 기판 상부의 제1 전극과, 상기 제1 전극의 가장자리를 덮으며 상기 제1 전극을 노출하는 뱅크층과, 상기 뱅크층에 의해 노출된 상기 제1 전극 상부의 발광층과, 상기 발광층 상부의 제2 전극을 포함하고, 상기 발광층은 상기 제1 전극에 인접한 제1 영역의 막 밀도와 상기 제2 전극에 인접한 제2 영역의 막 밀도가 다르다.
- [0028] 상기 제2 영역의 막 밀도가 상기 제1 영역의 막 밀도보다 높다.
- [0029] 또 다른 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치는, 기판과, 상기 기판 상부의 제1 전극과, 상기 제1 전극의 가장자리를 덮으며 상기 제1 전극을 노출하는 뱅크층과, 상기 뱅크층에 의해 노출된 상기 제1 전극 상부의 발광층과, 상기 발광층 상부의 제2 전극을 포함하고, 상기 발광층의 표면 거칠기 R_{pv}는 5 nm보다 작으며, 상기 R_{pv}

는 기준면에 대한 5개의 최대 피크 평균값과 5개의 최소 피크 평균값의 차이이다.

[0030] 여기서, 상기 발광층은 상기 제1 전극에 인접한 제1 영역의 막 밀도가 상기 제2 전극에 인접한 제2 영역의 막 밀도보다 낮다.

[0031] 상기 발광층은 고분자를 포함한다.

[0032] 또한, 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법은, 기판 상부에 제1 전극을 형성하는 단계와, 상기 제1 전극의 가장자리를 덮으며 상기 제1 전극을 노출하는 뱅크층을 형성하는 단계와, 상기 뱅크층에 의해 노출된 상기 제1 전극 상부에 발광층을 형성하는 단계와, 용매를 이용하여 상기 발광층을 표면 처리하는 단계와, 표면 처리된 상기 발광층 상부에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0033] 상기 발광층을 표면 처리하는 단계는 상기 발광층을 용융시키는 단계와 용융된 상기 발광층을 건조하는 단계를 포함한다.

[0034] 상기 발광층을 용융시키는 단계는 상기 발광층을 용매 증기에 노출하는 단계를 포함한다.

[0035] 상기 발광층을 표면 처리하는 단계는 10^{-1} Torr 내지 10^{-3} Torr의 진공 상태에서 이루어진다.

[0036] 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법은, 상기 발광층을 표면 처리하는 단계 다음에, 상기 발광층의 표면 거칠기 R_{pv} 를 산출하는 단계와 상기 R_{pv} 를 기준 값과 비교하는 단계를 더 포함하며, 상기 R_{pv} 가 상기 기준 값보다 작을 경우 상기 제2 전극을 형성하는 단계를 수행하고, 상기 R_{pv} 가 상기 기준 값보다 크거나 같을 경우 상기 발광층을 추가적으로 표면 처리하는 단계를 수행하며, 상기 R_{pv} 는 기준면에 대한 5개의 최대 피크 평균값과 5개의 최소 피크 평균값의 차이이다.

[0037] 상기 발광층은 고분자를 이용한 용액 공정에 의해 형성된다.

[0039] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에 대하여 상세히 설명한다.

[0040] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역을 나타내는 회로도이다.

[0041] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL)과 데이터 배선(DL)을 포함하고, 각각의 화소영역(P)에는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커페시터(Cst), 그리고 발광다이오드(D)가 형성된다.

[0042] 보다 상세하게, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극은 게이트 배선(GL)에 연결되고 소스 전극은 데이터 배선(DL)에 연결된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극에 연결되고, 소스 전극은 고전위 전압(VDD)에 연결된다. 발광다이오드(D)의 애노드(anode)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극에 연결되고, 캐소드(cathode)는 저전위 전압(VSS)에 연결된다. 스토리지 커페시터(Cst)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 드레인 전극에 연결된다.

[0043] 이러한 유기발광다이오드 표시장치의 영상표시 동작을 살펴보면, 게이트 배선(GL)을 통해 인가된 게이트 신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되고, 이때, 데이터 배선(DL)으로 인가된 데이터 신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 스토리지 커페시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.

[0044] 구동 박막트랜지스터(Td)는 데이터 신호에 따라 턴-온 되어 발광다이오드(D)를 흐르는 전류를 제어하여 영상을 표시한다. 발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 전달되는 고전위 전압(VDD)의 전류에 의하여 발광한다.

[0045] 즉, 발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양은 데이터 신호의 크기에 비례하고, 발광다이오드(D)가 방출하는 빛의 세기는 발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양에 비례하므로, 화소영역(P)은 데이터 신호의 크기에 따라 상이한 계조를 표시하고, 그 결과 유기발광다이오드 표시장치는 영상을 표시한다.

[0046] 스토리지 커페시터(Cst)는 데이터 신호에 대응되는 전하를 일 프레임(frame) 동안 유지하여 발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양을 일정하게 하고 발광다이오드(D)가 표시하는 계조를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.

[0047] 한편, 화소영역(P)에는 스위칭 및 구동 박막트랜지스터(Ts, Td)와 스토리지 커페시터(Cst) 외에 다른 트랜지스터 및/또는 커페시터가 더 추가될 수도 있다.

- [0049] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 단면도로, 하나의 화소영역을 도시한다.
- [0050] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 기판(110)과, 상기 기판(110) 상에 위치하는 박막트랜지스터(Tr)와, 상기 기판(110) 상부에 위치하고 상기 박막트랜지스터(Tr)에 연결된 발광다이오드(D)를 포함할 수 있으며, 상기 발광다이오드(D) 상부에는 인캡슐레이션층(도시하지 않음)이 위치할 수 있다.
- [0051] 상기 기판(110)은 유리 기판이나 폴리이미드와 같은 고분자로 이루어진 플렉서블 기판일 수 있다.
- [0052] 상기 기판(110) 상에는 베퍼층(112)이 형성되고, 상기 베퍼층(112) 상에 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 상기 베퍼층(112)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 이루어질 수 있다. 상기 베퍼층(112)은 생략될 수 있다.
- [0053] 상기 베퍼층(112) 상에는 반도체층(114)이 형성된다. 상기 반도체층(114)은 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0054] 상기 반도체층(114)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우, 상기 반도체층(114) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(114)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(114)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(114)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(114)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0055] 반도체층(114) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(116)이 형성된다. 상기 게이트 절연막(116)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0056] 상기 게이트 절연막(116) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(120)이 반도체층(114)의 중앙에 대응하여 형성된다.
- [0057] 도 2에서는 게이트 절연막(116)이 기판(110) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(116)은 게이트 전극(120)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0058] 상기 게이트 전극(120) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(122)이 형성된다. 층간 절연막(122)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0059] 상기 층간 절연막(122)은 상기 반도체층(114)의 양측을 노출하는 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)을 갖는다. 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)은 게이트 전극(120)의 양측에 게이트 전극(120)과 이격되어 위치한다.
- [0060] 여기서, 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)은 게이트 절연막(116) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(116)이 게이트 전극(120)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)은 층간 절연막(122) 내에만 형성될 수도 있다.
- [0061] 상기 층간 절연막(122) 상에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(130)과 드레인 전극(132)이 형성된다.
- [0062] 소스 전극(130)과 드레인 전극(132)은 상기 게이트 전극(120)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 상기 제1 및 제2 콘택홀(124, 126)을 통해 상기 반도체층(114)의 양측과 접촉한다.
- [0063] 상기 반도체층(114)과, 상기 게이트 전극(120), 상기 소스 전극(130), 상기 드레인 전극(132)은 상기 박막트랜지스터(Tr)를 이룬다. 상기 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능하며, 도 1의 구동 박막트랜지스터(Td)에 해당한다.
- [0064] 상기 박막트랜지스터(Tr)는 상기 반도체층(114)의 상부에 상기 게이트 전극(120), 상기 소스 전극(130) 및 상기 드레인 전극(132)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0065] 이와 달리, 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스탠더드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0066] 도시하지 않았으나, 게이트 배선과 데이터 배선이 서로 교차하여 화소영역을 정의하며, 상기 게이트 배선과 상

기 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자가 더 형성된다. 상기 스위칭 소자는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다.

[0067] 또한, 파워 배선이 상기 게이트 배선 또는 상기 데이터 배선과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 구동소자인 박막트랜지스터(Tr)의 게이트 전극의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 캐패시터가 더 구성될 수 있다.

[0068] 상기 박막트랜지스터(Tr)의 상기 드레인 전극(132)을 노출하는 드레인 콘택홀(136)을 갖는 보호층(134)이 상기 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 형성된다.

[0069] 상기 보호층(134) 상에는 상기 드레인 콘택홀(136)을 통해 상기 박막트랜지스터(Tr)의 상기 드레인 전극(132)에 연결되는 제1 전극(140)이 각 화소영역 별로 분리되어 형성된다. 상기 제1 전극(140)은 애노드(anode)일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 전극(140)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.

[0070] 또한, 상기 보호층(134) 상에는 상기 제1 전극(140)의 가장자리를 덮는 뱅크층(146)이 형성된다. 상기 뱅크층(146)은 상기 화소영역에 대응하여 상기 제1 전극(140)의 중앙을 노출한다. 상기 뱅크층(146)은 소수성의 유기 절연 물질로 이루어진 단일층 구조일 수 있다.

[0071] 이와 달리, 상기 뱅크층(146)은 친수성의 무기 절연 물질로 이루어진 제1 뱅크와 소수성의 유기 절연 물질로 이루어진 제2 뱅크를 포함하는 이중층 구조일 수 있다.

[0072] 상기 뱅크층(146)에 의해 노출된 상기 제1 전극(140) 상에는 발광층(150)이 형성된다. 상기 발광층(150)은 용액 공정(soluble process)을 통해 형성될 수 있다. 용액 공정으로는 다수의 노즐을 포함하는 분사장치를 이용한 인쇄법이나 코팅법이 이용될 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 일례로, 용액 공정으로 잉크젯 인쇄법(inkjet printing method)이 이용될 수 있다.

[0073] 도시하지 않았지만, 발광층(150)은 제1 전극(140) 상부로부터 순차적으로 적층된 정공보조층(hole auxiliary layer)과 발광물질층(emitting material layer: EML), 그리고 전자보조층(electron auxiliary layer)을 포함할 수 있다. 정공보조층은 정공주입층(hole injecting layer: HIL)과 정공수송층(hole transporting layer: HTL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 전자보조층은 전자수송층(electron transporting layer: ETL)과 전자주입층(electron injecting layer: EIL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0074] 상기 발광층(150)이 형성된 상기 기판(110) 상부로 제2 전극(160)이 형성된다. 상기 제2 전극(160)은 표시영역의 전면에 위치하며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드(cathode)로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 전극(160)은 알루미늄(Al)과 마그네슘(Mg), 은(Ag) 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0075] 상기 제1 전극(140), 상기 발광층(150) 및 상기 제2 전극(160)은 발광다이오드(D)를 이룬다.

[0076] 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 발광층(150)으로부터의 빛이 제1 전극(140)을 통해 외부로 출력되는 하부 발광 방식(bottom emission type)일 수 있다.

[0077] 이와 달리, 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치는 발광층(150)으로부터의 빛이 제2 전극(160)을 통해 외부로 출력되는 상부 발광 방식(top emission type)일 수도 있다. 이러한 경우, 상기 제1 전극(140) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 반사전극 또는 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다. 이때, 상기 제2 전극(160)은 빛이 투과되도록 상대적으로 얇은 두께를 가질 수 있다.

[0078] 앞서 언급한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치에서 발광층(150)은 용액 공정을 통해 형성된다. 이때, 정공보조층과 발광물질층 및 전자보조층 모두 용액 공정을 통해 형성될 수 있다. 이와 달리, 정공보조층과 발광물질층은 용액 공정을 통해 형성될 수 있으며, 전자보조층은 진공 증착 공정을 통해 형성될 수도 있다.

[0079] 따라서, 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치에서는, 발광층의 전부 또는 일부가 비교적 작은 면적에 적용이 가능한 용액 공정을 통해 형성되므로, 증착 공정을 생략하거나 줄여 제조 비용을 줄일 수 있으며, 대면적 및 고해상도 표시장치에도 적용할 수 있다.

- [0081] 한편, 본 발명의 발광층(150)은 적어도 1회의 표면 처리 단계를 거쳐 개선된 표면 모파러지를 가진다. 이에 대해 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0082] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 제조 과정을 개략적으로 나타내는 순서도이며, 도 2를 함께 참조한다.
- [0083] 도 2와 도 3에 도시한 바와 같이, 제1 단계(st1)에서, 박막트랜지스터(Tr)와 보호층(134)이 형성된 기판(110) 상에 제1 전극(140)을 형성한다. 이때, 상기 제1 전극(140)은 인듐-탄-옥사이드나 인듐-징크-옥사이드와 같은 투명 도전성 물질을 진공 증착한 후, 이를 패터닝함으로써 형성될 수 있다.
- [0084] 다음, 제2 단계(st2)에서, 상기 제1 전극(140) 상부에 상기 제1 전극(140)의 가장자리를 덮는 뱅크층(146)을 형성한다. 상기 뱅크층(146)은 소수성의 유기 절연 물질을 도포 및 건조한 후, 이를 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 이와 달리, 상기 뱅크층(146)은 유기 절연 물질을 도포 및 건조하고 패터닝한 후, 이를 소수성 처리함으로써 형성될 수도 있다.
- [0085] 한편, 상기 뱅크층(146)은 이중층 구조로 형성될 수도 있다.
- [0086] 다음, 제3 단계(st3)에서, 상기 뱅크층(146)에 의해 노출된 상기 제1 전극(140) 상부에 용액 공정을 통해 발광층(150)을 형성한다. 이때, 상기 발광층(150)은 다수의 노즐을 포함하는 분사장치를 이용하여 고분자를 포함하는 용액을 적하(drop)함으로써 용액층을 형성하고, 상기 용액층을 건조하여 형성될 수 있다.
- [0087] 다음, 제4 단계(st4)에서, 상기 발광층(150)을 표면 처리한다. 여기서, 상기 발광층(150)의 표면 처리는 용융 단계(st41)와 건조 단계(st42)를 포함하며, 용융 단계(st41)는 용매 증기를 이용한다.
- [0088] 즉, 용융 단계(st41)에서 상기 발광층(150)을 용매 증기에 노출하여 상기 발광층(150)을 용융시킨다. 고분자로 이루어진 상기 발광층(150)은 자유 부피(free volume)을 가지는데, 용매 증기가 상기 발광층(150)의 자유 부피 내로 침투하여 상기 발광층(150)을 부풀어 오르게(swelling) 함으로써 상기 발광층(150)을 용융 및 팽창시킨다.
- [0089] 이때, 상기 발광층(150)은 상면으로부터 일부만 용융될 수 있다. 이와 달리, 상기 발광층(150)은 전부가 용융될 수도 있으며, 이는 상기 발광층(150)의 두께에 따라 달라질 수 있다.
- [0090] 이어, 건조 단계(st42)에서 용융된 상기 발광층(150)을 건조함으로써 상기 발광층(150)의 자유 부피 내에 있는 용매를 제거한다. 이때, 상기 발광층(150)의 건조를 위해 열처리 공정이 이용될 수 있다.
- [0091] 이러한 용융 및 건조 단계(st41, st42)는 대기압에서 이루어질 수 있다. 이와 달리, 보다 낮은 온도에서 보다 신속한 처리를 위해 용융 및 건조 단계(st41, st42)는 진공 상태에서 이루어질 수 있다. 즉, 진공 상태에서는 대기압 상태의 끓는 점(boiling point)보다 낮은 온도에서 용매가 기화된다. 또한, 용매가 건조되는 속도 또한 빨라질 수 있다.
- [0092] 다음, 제5 단계(st5)에서, 표면 처리된 상기 발광층(150)의 표면을 검사하여 상기 발광층(150)의 표면 거칠기 R_{pv}를 산출한다. 여기서, 상기 표면 거칠기 R_{pv}는 R_p-R_v로 구해지며, R_p는 기준면에 대한 5개의 최대 피크(maximum peaks)의 평균값이고, R_v는 기준면에 대한 5개의 최소 피크(minimum peaks)의 평균값이다.
- [0093] 다음, 제6 단계(st6)에서, 상기 표면 거칠기 R_{pv}를 기준 값과 비교한다. 여기서, 상기 기준 값은 약 10 nm이하이며, 바람직하게는 5 nm 이하이고, 더욱 바람직하게는, 2 nm 내지 4 nm이다.
- [0094] 상기 표면 거칠기 R_{pv}가 기준 값보다 크거나 같을 경우, 제4 단계(st4)의 표면 처리를 다시 수행한다.
- [0095] 반면, 상기 표면 거칠기 R_{pv}가 기준 값보다 작을 경우, 다음 단계를 수행한다. 즉, 제7 단계(st7)로 제2 전극(160)을 형성한다. 상기 제2 전극(160)은 알루미늄(Al)과 마그네슘(Mg), 은(Ag) 또는 이들의 합금과 같은 금속 물질을 진공 증착하여 형성될 수 있다.
- [0097] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 실시예에 따른 표면 처리 전과 후의 발광층의 표면을 도시한 원자힘 현미경(atomic force microscopy, AFM) 사진이다. 여기서, 도 4a는 표면 처리 전의 발광층 표면을 나타내고, 도 4b는 1회 표면 처리된 발광층의 표면을 나타내며, 도 4c는 2회 표면 처리된 발광층의 표면을 나타낸다. 여기서, 상기 발광층은 정공보조층에 해당하며, 보다 상세하게는, 정공주입층일 수 있다.

- [0098] 도 4a 내지 도 4c에 도시한 바와 같이, 도 4a의 표면 처리 전의 발광층에 비해 도 4b와 도 4c의 표면 처리된 발광층의 표면이 매끄러운 것을 알 수 있다. 또한, 도 4a의 1회 표면 처리된 발광층에 비해 도 4c의 2회 표면 처리된 발광층의 표면이 더 매끄러운 것을 알 수 있다.
- [0099] 여기서, 도 4a의 표면 처리 전 발광층의 R_{pv} 는 16.82 nm이고, 도 4b의 1회 표면 처리된 발광층의 R_{pv} 는 10.06 nm이며, 도 4c의 2회 표면 처리된 발광층의 R_{pv} 는 3.56 nm이다.
- [0101] 도 5는 도 4a 내지 도 4c의 발광층의 전압 특성을 도시한 그래프로, 정공 주입 특성을 나타낸다.
- [0102] 도 5에 도시한 바와 같이, 15 mA/cm^2 의 전류 밀도에서 표면 처리 전의 발광층의 구동 전압은 1.13 V인 반면, 1회 표면 처리된 발광층의 구동 전압은 0.98 V이고, 2회 표면 처리된 발광층의 구동 전압은 0.91 V이다. 즉, 표면 처리된 발광층이 표면 처리 전의 발광층보다 낮은 구동 전압을 가지며 정공 주입이 빠른 것을 알 수 있다.
- [0103] 또한, 표면 거칠기가 더 작은 2회 표면 처리된 발광층의 구동 전압이 1회 표면 처리된 발광층에 비해 더 낮은 것을 알 수 있다.
- [0104] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 발광층은 적어도 1회의 표면 처리를 통해 표면 특성을 개선하여 누설 전류를 방지하고, 소자 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0105] 또한, 구동 전압을 낮추어 소비 전력을 절감할 수 있으며, 재료 선택의 폭을 넓힐 수 있다.
- [0107] 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 실시예에 따른 발광층의 단면을 도시한 투과 전자 현미경(transmission electron microscopy, TEM) 사진이다. 여기서, 도 6a는 표면 처리 전의 발광층의 단면을 도시하고, 도 6b는 1회 표면 처리된 발광층의 단면을 도시하며, 도 6c는 2회 표면 처리된 발광층의 단면을 도시한다. 여기서, 상기 발광층은 정공보조층에 해당하며, 보다 상세하게는, 정공주입층일 수 있다.
- [0108] 도 6a 내지 도 6c에 도시한 바와 같이, 도 6a의 표면 처리 전의 발광층에 비해 도 6b와 도 6c의 표면 처리된 발광층의 막 밀도가 높은 것을 알 수 있다.
- [0109] 이때, 도 6b의 1회 표면 처리된 발광층은 상부 영역과 하부 영역이 서로 다른 막 밀도를 가지며, 상부 영역의 막 밀도가 하부 영역의 막 밀도보다 높다.
- [0110] 한편, 도 6c의 2회 표면 처리된 발광층은 모든 영역에서 실질적으로 균일한 막 밀도를 가지는 것으로 도시되어 있으나, 발광층의 두께가 두꺼워질 경우, 발광층의 상부 영역과 하부 영역은 서로 다른 막 밀도를 가질 수 있다.
- [0111] 즉, 적어도 1회 표면 처리된 발광층은 하부의 제1 전극에 인접한 제1 영역과 상부의 제2 전극에 인접한 제2 영역이 서로 다른 막 밀도를 가질 수 있으며, 제2 영역의 막 밀도가 제1 영역의 막 밀도보다 높을 수 있다.
- [0113] 제1 실시예
- [0114] 도 7a와 도 7b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 발광층의 표면 처리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0115] 도 7a에 도시한 바와 같이, 용융 단계를 통해 발광층을 용융시킨다.
- [0116] 보다 상세하게는, 비커(beaker)와 같은 용기(230)를 준비한다. 상기 용기(230)의 내부는 셀링부(240)에 의해 상부의 제1 공간(232)과 하부의 제2 공간(234)으로 나뉜다. 상기 셀링부(240)는 상기 제1 공간(232)과 상기 제2 공간(234)을 선택적으로 밀폐한다. 상기 제2 공간(234)의 내부에는 용매층(250)이 위치한다.
- [0117] 여기서, 용매층(250)으로는 특별히 제한되지 않으며, 통상의 알려진 물질이 사용될 수 있고, 하나 또는 둘 이상의 물질이 혼합된 것일 수 있다.
- [0118] 이어, 상기 용매층(250)을 포함하는 용기(230)를 가열수단(220) 상에 배치하고, 열을 가하여 용매층(250)을 증발시킨다. 이에 따라, 용매 증기(252)가 생성되고, 상기 제1 공간(232) 내에 용매 증기(252)가 분포하게 된다.
- [0119] 이러한 용매 증기(252)가 생성된 상기 제1 공간(232)에 발광층이 형성된 기판(210)을 배치하고, 상기 발광층을

상기 용매 증기(252)에 노출시켜 상기 발광층을 용융시킨다.

[0120] 이와 달리, 상기 제1 공간(232)에 상기 발광층이 형성된 기판(210)을 배치하고, 상기 용매 증기(252)를 생성한 다음, 상기 발광층을 상기 용매 증기(252)에 노출시킬 수도 있다.

[0121] 일례로, 이러한 용융 단계는 약 45 °C의 온도에서 약 1시간 동안 수행될 수 있다.

[0122] 다음, 도 7b에 도시한 바와 같이, 건조 단계를 통해 상기 발광층을 건조시킨다.

[0123] 보다 상세하게, 용융된 상기 발광층이 형성된 기판(210)을 핫 플레이트(260) 상에 배치하고, 열을 가하여 용융된 상기 발광층 내의 용매를 제거한다. 이러한 건조 단계는 용융 단계보다 높은 온도에서 이루어질 수 있다.

[0124] 일례로, 건조 단계는 약 170 °C의 온도에서 약 30분 동안 수행될 수 있다.

제2 실시예

[0127] 도 8a와 도 8b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 발광층의 표면 처리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0128] 도 8a에 도시한 바와 같이, 용융 단계를 통해 발광층을 용융시킨다.

[0129] 보다 상세하게는, 밀폐된 반응 공간을 제공하는 진공 챔버(320)를 준비한다. 상기 진공 챔버(320) 내에는 히터(330)와 다수의 분사 노즐(spray nozzle)(340)이 위치한다.

[0130] 먼저, 상기 진공 챔버(320) 내부를 진공 상태로 만든다. 일례로, 상기 진공 챔버(320) 내부의 기압은 10^{-1} Torr 내지 10^{-3} Torr일 수 있다.

[0131] 이어, 상기 분사 노즐(340)을 통해 상기 진공 챔버(320) 내부로 용매를 분사하여 용매 증기(352)를 생성한다. 이때, 히터(330)를 통해 상기 진공 챔버(320) 내부를 가열함으로써, 보다 빠르게 상기 용매 증기(352)를 형성할 수 있다.

[0132] 여기서, 용매로는 특별히 제한되지 않으며, 통상의 알려진 물질이 사용될 수 있고, 하나 또는 둘 이상의 물질이 혼합된 것일 수 있다.

[0133] 이러한 용매 증기(352)가 생성된 상기 진공 챔버(320) 내의 상기 히터(330) 상부에 발광층이 형성된 기판(310)을 배치하고, 상기 발광층을 상기 용매 증기(352)에 노출시켜 상기 발광층을 용융시킨다.

[0134] 이와 달리, 상기 히터(330) 상부에 상기 발광층이 형성된 기판(310)을 배치하고, 진공 상태에서 상기 용매 증기(352)를 생성한 다음, 상기 발광층을 상기 용매 증기(352)에 노출시킬 수도 있다.

[0135] 다음, 도 8b에 도시한 바와 같이, 건조 단계를 통해 상기 발광층을 건조시킨다.

[0136] 보다 상세하게, 상기 진공 챔버(320) 내에 상기 용매의 분사를 중단하여 용융된 상기 발광층이 형성된 기판(310)을 건조함으로써, 상기 발광층 내의 용매를 제거한다. 이때, 상기 용매의 빠른 제거를 위해, 히터(330)를 통해 상기 기판(310)을 가열할 수 있다. 이러한 건조 단계는 용융 단계보다 높은 온도에서 이루어질 수 있다.

[0137] 이러한 본 발명의 제2 실시예에서는 진공 상태에서 상기 발광층을 용융 및 건조함으로써, 제1 실시예보다 낮은 온도에서 발광층을 표면 처리할 수 있다.

[0139] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0141] 110: 기판 112: 버퍼층

114: 반도체층 116: 게이트 절연막

120: 게이트 전극 122: 충간 절연막

124: 제1 콘택홀 126: 제2 콘택홀

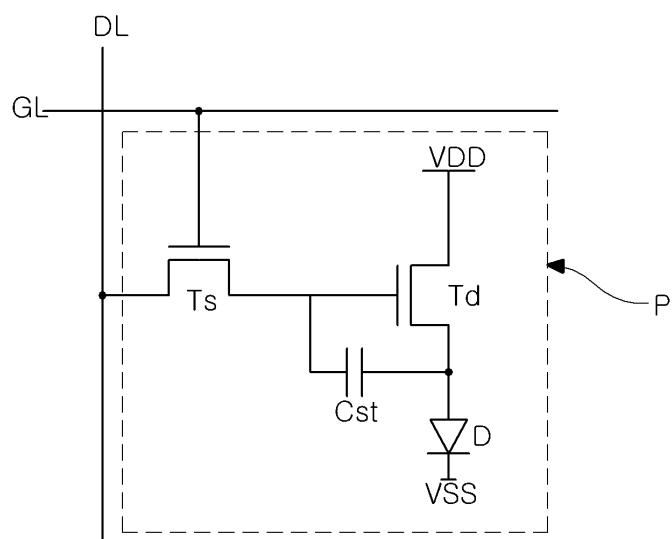
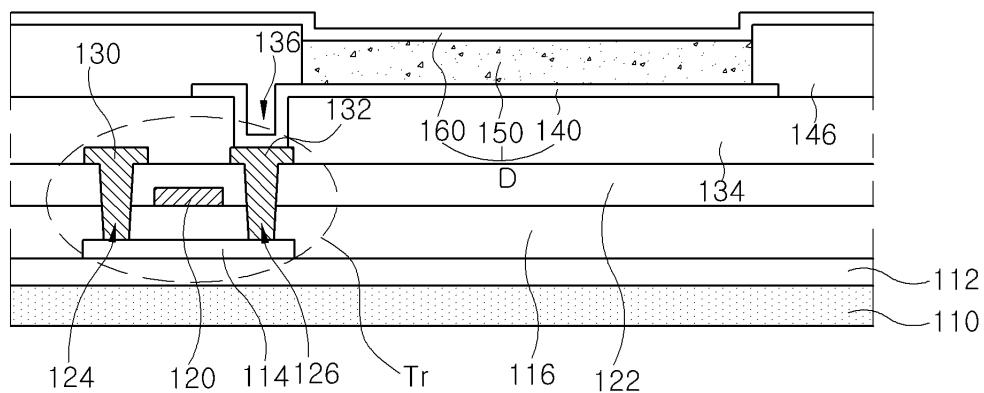
130: 소스 전극 132: 드레인 전극

134: 보호층 136: 드레인 콘택홀

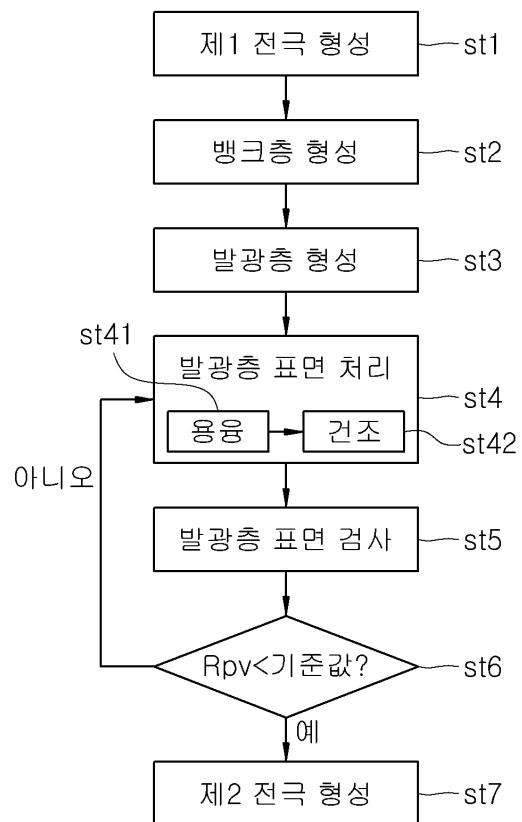
140: 제1 전극 146: 뱅크층

150: 발광층 160: 제2 전극

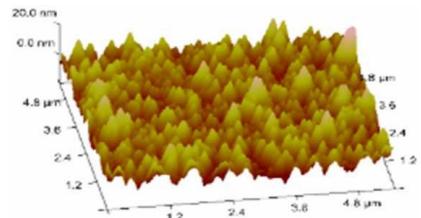
D: 발광다이오드

도면**도면1****도면2**

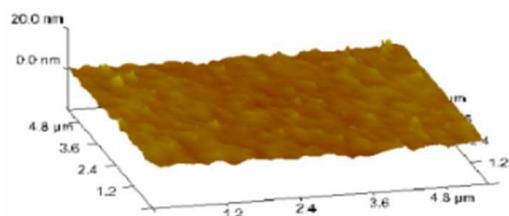
도면3



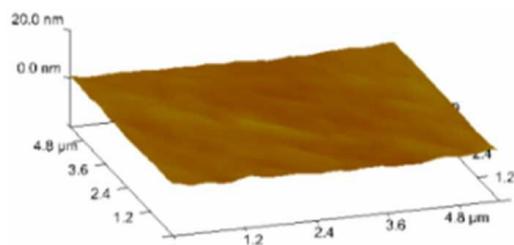
도면4a



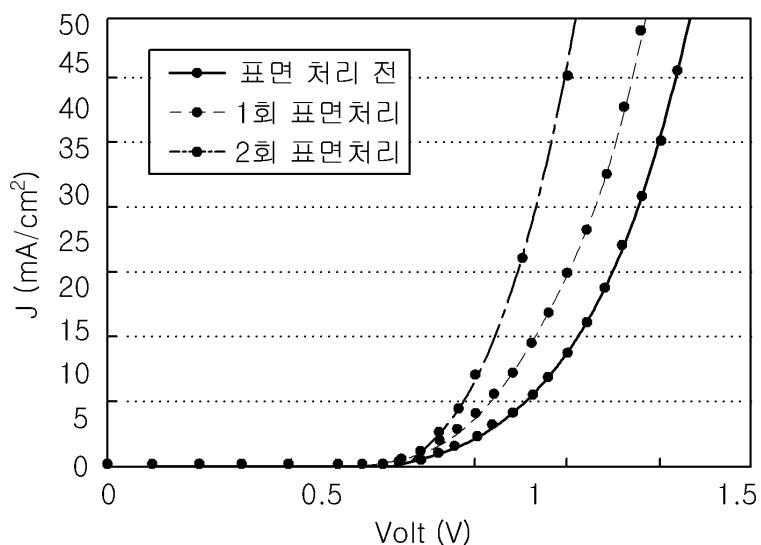
도면4b



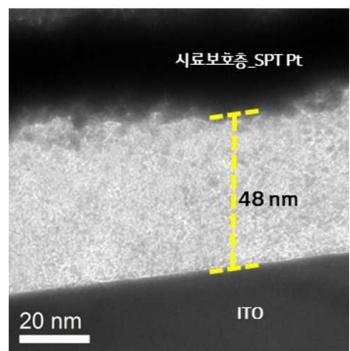
도면4c



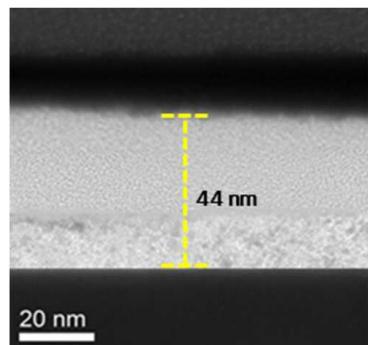
도면5



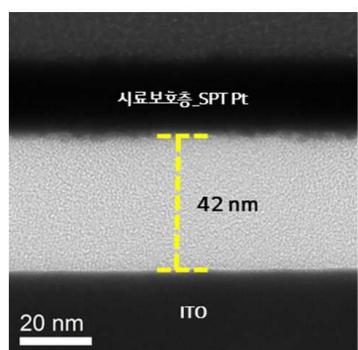
도면6a



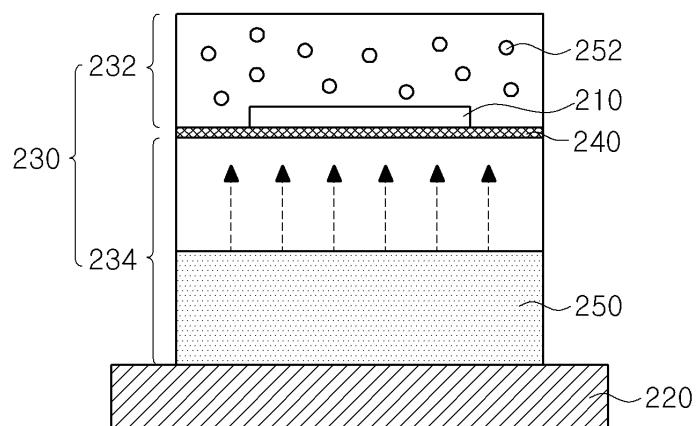
도면6b



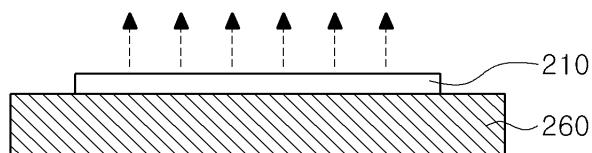
도면6c



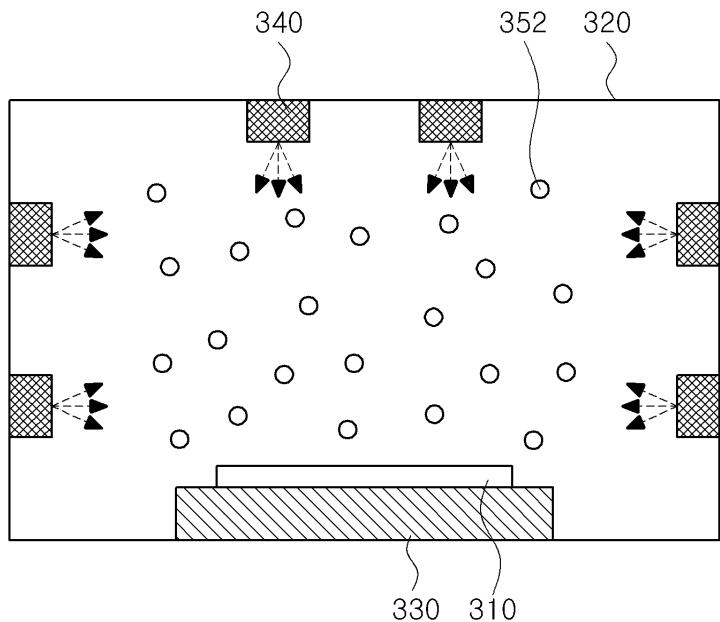
도면7a



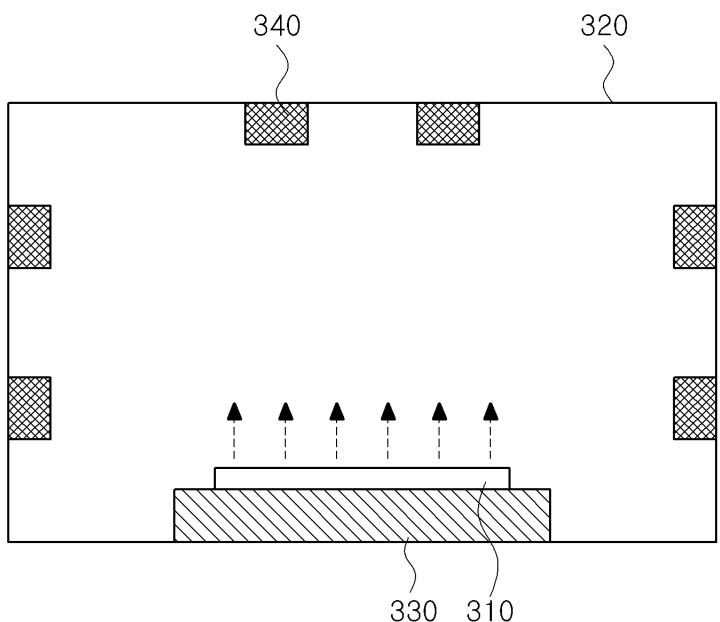
도면7b



도면8a



도면8b



专利名称(译)	有机发光二极管显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020180077504A	公开(公告)日	2018-07-09
申请号	KR1020160181916	申请日	2016-12-29
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	SON YOUNG TAE 손영태		
发明人	손영태		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 H01L51/00 H01L51/52 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5012 H01L27/3246 H01L51/5221 H01L51/0034 H01L51/56 H01L51/0028 H01L51/0005 H01L2251/55		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及有机发光二极管显示器及其制造方法，以及根据本发明的有机发光二极管显示装置及其制造方法，是基板上侧的第一电极，堤层，光 - 包括暴露在堤层中的第一电极上部的发光层，并且包括发光层上部的第二电极，并且通过溶液工艺用聚合物形成发光层并对其进行表面处理使用溶剂至少使用一次。堤层暴露第一电极同时覆盖第一电极的边缘。因此，改善了表面性质，并且发光层可以防止漏电流，并且可以改善元件性能。

