



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0047156  
(43) 공개일자 2019년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 27/32 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 27/3262 (2013.01)  
H01L 27/3258 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0139521  
(22) 출원일자 2017년10월25일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성디스플레이 주식회사  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)  
(72) 발명자  
서종오  
서울특별시 강동구 양재대로 1340, 405동 208호  
(둔촌동, 주공아파트)  
소병수  
경기도 용인시 기흥구 탑실로 15, 104동 2002호  
(공세동, 탑실마을대주피오레1단지아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
팬코리아특허법인

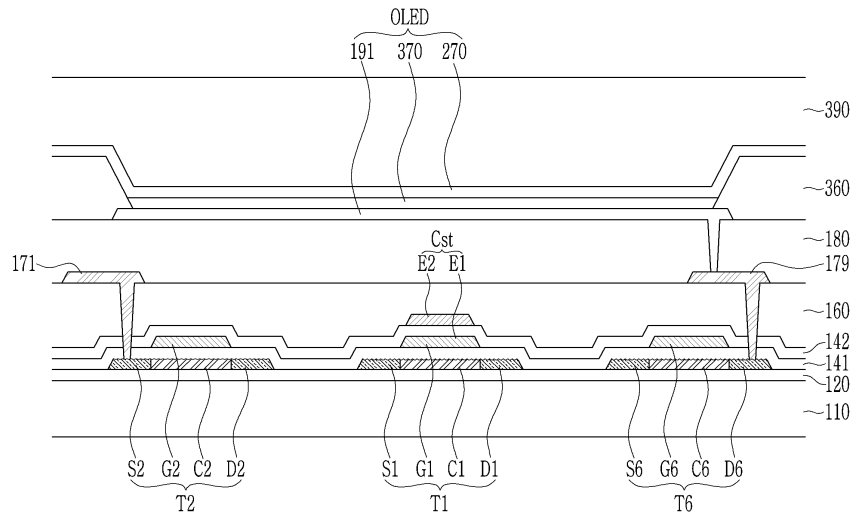
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 기판, 상기 기판 위에 위치하며 스캔 신호를 전달하는 스캔선, 상기 기판 위에 위치하며 데이터 신호를 전달하는 데이터선, 상기 스캔선 및 상기 데이터선과 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터, 상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있는 구동 트랜지스터, 그리고 상기 구동 트랜지스터와 전기적으로 연결되어 있는 유기 발광 다이오드를 포함한다. 상기 구동 트랜지스터가 포함하는 제1 반도체층의 표면 거칠기보다 상기 스위칭 트랜지스터가 포함하는 제2 반도체층의 표면 거칠기가 작다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01L 27/3276* (2013.01)

*H01L 51/56* (2013.01)

(72) 발명자

**이동민**

경기도 용인시 기흥구 농서로 84, 월계수동 814호  
(농서동, 남자기숙사)

**이동성**

경기도 용인시 기흥구 서천동로21번길 11-22, 606  
동 803호 (서천동, 서천2차 아이파크)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관,

상기 기관 위에 위치하며 스캔 신호를 전달하는 스캔선,

상기 기관 위에 위치하며 데이터 신호를 전달하는 데이터선,

상기 스캔선 및 상기 데이터선과 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터,

상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있는 구동 트랜지스터, 그리고

상기 구동 트랜지스터와 전기적으로 연결되어 있는 유기 발광 다이오드

를 포함하며,

상기 구동 트랜지스터가 포함하는 제1 반도체층의 표면 거칠기보다 상기 스위칭 트랜지스터가 포함하는 제2 반도체층의 표면 거칠기가 작은 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 2

제1항에서,

상기 제1 반도체층은 9nm 내지 15nm의 RMS 거칠기를 갖고, 상기 제2 반도체층은 2nm 내지 7nm의 RMS 거칠기를 가지는 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 3

제2항에서,

상기 제1 반도체층은 10nm 내지 14nm의 RMS 거칠기를 갖고, 상기 제2 반도체층은 5nm 내지 7nm의 RMS 거칠기를 가지는 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 4

제1항에서,

상기 제1 반도체층 및 상기 제2 반도체층은 다결정 규소를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 5

제4항에서,

상기 스위칭 트랜지스터는 상기 구동 트랜지스터보다 S-팩터가 작은 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 6

제5항에서,

상기 제1 반도체층 및 상기 제2 반도체층과 접하면서 상기 제1 반도체층 및 상기 제2 반도체층을 덮는 절연층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 7

제1항에서,

발광 제어 신호를 전달하는 발광 제어선, 그리고

상기 발광 제어선, 상기 구동 트랜지스터 및 상기 유기 발광 다이오드와 연결되어 있는 발광 제어 트랜지스터

를 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

**청구항 8**

기관 위에 비정질 규소층을 형성하는 단계,

상기 비정질 규소층에 제1 레이저 빔을 조사하여 다결정 규소층을 형성하는 단계,

상기 다결정 규소층 위의 산화층을 제거하는 단계,

상기 다결정 규소층에서 제1 트랜지스터의 제1 반도체층이 형성될 영역을 차폐하고 제2 트랜지스터의 제2 반도체층이 형성될 영역을 노출하는 마스크를 사용하여, 상기 다결정 규소층의 상기 제2 반도체층 영역에 제2 레이저 빔을 선택적으로 조사하는 단계, 그리고

상기 다결정 규소층 위에 절연층을 형성하는 단계

를 포함하는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

**청구항 9**

제8항에서,

상기 제2 레이저 빔을 선택적으로 조사하는 단계는 상기 다결정 규소층 위에 상기 마스크를 배치하는 단계를 포함하고, 상기 마스크는 금속 마스크인 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

**청구항 10**

제8항에서,

상기 제2 트랜지스터는 스캔 신호를 전달하는 스캔선 및 데이터 신호를 전달하는 데이터선과 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터이고,

상기 제1 트랜지스터는 상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있는 구동 트랜지스터인 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

**청구항 11**

제8항에서,

상기 다결정 규소층의 상기 제2 반도체층 영역은 상기 제2 레이저 빔의 조사에 의해 용융 후 재결정화되는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

**청구항 12**

제11항에서,

상기 다결정 규소층의 상기 제1 반도체층 영역은 9nm 내지 15nm의 RMS 거칠기를 가지고, 상기 다결정 규소층의 상기 제2 반도체층 영역은 재결정화된 후 2nm 내지 7nm의 RMS 거칠기를 가지는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

**청구항 13**

제8항에서,

상기 제2 레이저 빔의 밀도는 상기 제1 레이저 빔의 밀도의 80% 내지 100%인 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

**청구항 14**

제8항에서,

상기 산화층을 제거하는 단계는 불화수소 용액을 사용하여 수행되는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 유기 발광 표시 장치는 두 개의 전극과 그 사이에 위치하는 유기 발광층을 포함하며, 한 전극인 캐소드(cathode)로부터 주입된 전자(electron)와 다른 전극인 애노드(anode)로부터 주입된 정공(hole)이 유기 발광층에서 결합하여 여기자(exciton)를 형성하고, 여기자가 에너지를 방출하면서 발광한다.

[0003] 유기 발광 표시 장치는 캐소드, 애노드 및 유기 발광층으로 이루어진 유기 발광 다이오드를 포함하는 화소들을 포함하며, 각각의 화소는 유기 발광 다이오드를 구동하기 위한 트랜지스터들과 축전기를 포함한다. 트랜지스터들은 기본적으로 스위칭 트랜지스터와 구동 트랜지스터를 포함하고, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하기 위한 보상 트랜지스터 같은 추가적인 트랜지스터를 포함할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 실시예들은 구동 트랜지스터의 구동 범위(driving range)가 유지되면서 스위칭 트랜지스터의 스위칭 능력이 개선된 유기 발광 표시 장치 및 그 제조 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는, 기판, 상기 기판 위에 위치하며 스캔 신호를 전달하는 스캔선, 상기 기판 위에 위치하며 데이터 신호를 전달하는 데이터선, 상기 스캔선 및 상기 데이터선과 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터, 상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있는 구동 트랜지스터, 그리고 상기 구동 트랜지스터와 전기적으로 연결되어 있는 유기 발광 다이오드를 포함한다. 상기 구동 트랜지스터가 포함하는 제1 반도체층의 표면 거칠기보다 상기 스위칭 트랜지스터가 포함하는 제2 반도체층의 표면 거칠기가 작다.

[0006] 상기 제1 반도체층은 9nm 내지 15nm의 RMS 거칠기를 가질 수 있고, 상기 제2 반도체층은 2nm 내지 7nm의 RMS 거칠기를 가질 수 있다.

[0007] 상기 제1 반도체층은 10nm 내지 14nm의 RMS 거칠기를 가질 수 있고, 상기 제2 반도체층은 5nm 내지 7nm의 RMS 거칠기를 가질 수 있다.

[0008] 상기 제1 반도체층 및 상기 제2 반도체층은 다결정 규소를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 스위칭 트랜지스터는 상기 구동 트랜지스터보다 S-팩터가 작을 수 있다.

[0010] 상기 유기 발광 표시 장치는 상기 제1 반도체층 및 상기 제2 반도체층과 접하면서 상기 제1 반도체층 및 상기 제2 반도체층을 덮는 절연층을 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 유기 발광 표시 장치는, 발광 제어 신호를 전달하는 발광 제어선, 그리고 상기 발광 제어선, 상기 구동 트랜지스터 및 상기 유기 발광 다이오드와 연결되어 있는 발광 제어 트랜지스터를 더 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은, 기판 위에 비정질 규소층을 형성하는 단계, 상기 비정질 규소층에 제1 레이저 빔을 조사하여 다결정 규소층을 형성하는 단계, 상기 다결정 규소층 위의 산화층을 제거하는 단계, 상기 다결정 규소층에서 제1 트랜지스터의 제1 반도체층이 형성될 영역을 차폐하고 제2 트랜지스터의 제2 반도체층이 형성될 영역을 노출하는 마스크를 사용하여, 상기 다결정 규소층의 상기 제2 반도체층 영역에 제2 레이저 빔을 선택적으로 조사하는 단계, 그리고 상기 다결정 규소층 위에 절연층을 형성하는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 제2 레이저 빔을 선택적으로 조사하는 단계는 상기 다결정 규소층 위에 상기 마스크를 배치하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 마스크는 금속 마스크일 수 있다.

[0014] 상기 제2 트랜지스터는 스캔 신호를 전달하는 스캔선 및 데이터 신호를 전달하는 데이터선과 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터일 수 있고, 상기 제1 트랜지스터는 상기 스위칭 트랜지스터와 연결되어 있는 구동 트랜지스터일 수 있다.

- [0015] 상기 다결정 규소층의 상기 제2 반도체층 영역은 상기 제2 레이저 빔의 조사에 의해 용융 후 재결정화될 수 있다.
- [0016] 상기 다결정 규소층의 상기 제1 반도체층 영역은 9nm 내지 15nm의 RMS 거칠기를 가질 수 있고, 상기 다결정 규소층의 상기 제2 반도체층 영역은 재결정화된 후 2nm 내지 7nm의 RMS 거칠기를 가질 수 있다.
- [0017] 상기 제2 레이저 빔의 밀도는 상기 제1 레이저 빔의 밀도의 80% 내지 100%일 수 있다.
- [0018] 상기 산화층을 제거하는 단계는 불화수소 용액을 사용하여 수행될 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 실시예들에 따르면, 구동 트랜지스터의 구동 범위를 유지하면서 스위칭 트랜지스터의 스위칭 능력을 개선할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 한 화소의 등가 회로도이다.
- 도 3 내지 도 7은 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 공정을 나타내는 공정 단면도이다.
- 도 8은 다결정 규소층의 전자현미경 사진이다.
- 도 9는 다결정 규소층을 포함하는 트랜지스터의 S-팩터를 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 여러 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0022] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0023] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다. 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 도면에서, 설명의 편의를 위해, 일부 층 및 영역의 두께를 과장되게 나타내었다.
- [0024] 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0025] 명세서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0026] 명세서에서, "평면상"이라 할 때, 이는 대상 부분을 위에서 보았을 때를 의미하며, "단면상"이라 할 때, 이는 대상 부분을 수직으로 자른 단면을 옆에서 보았을 때를 의미한다.
- [0027] 이하, 본 발명의 실시예들에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 도면들을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 단면도이고, 도 2는 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 한 화소의 등가 회로도이다.
- [0029] 도 1은 유기 발광 표시 장치의 한 화소(PX)에 대응하는 영역의 단면 구조를 개략적으로 나타낸 도면으로, 도 2에 도시되는 한 화소(PX)의 구성요소들 중 구동 트랜지스터(T1), 스위칭 트랜지스터(T2), 발광 제어 트랜지스터(T6), 유지 축전기(Cst) 및 유기 발광 다이오드(OLED)를 도시한다.
- [0030] 도 1 및 도 2를 참고하면, 유기 발광 표시 장치는 기판(110) 위에 위치하는 다수의 화소(PX)를 포함하고, 각각의 화소(PX)는 여러 신호선들(151, 152, 153, 158, 171, 172, 192)에 연결되어 있는 트랜지스터들(T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7), 유지 축전기(Cst), 그리고 유기 발광 다이오드(OLED)를 포함한다. 도시되지 않았지만, 유기

발광 표시 장치는 영상이 표시되는 표시 영역(display area)(화면에 해당함)과 비표시 영역(non-display area)을 포함한다. 표시 영역에는 화소들(PX)이 예컨대 행렬로 배열되어 있고, 비표시 영역에는 화소들(PX)을 동작시키기 위한 구동 장치(게이트 구동부, 발광 제어부, 데이터 구동부, 신호 제어부 등)가 위치할 수 있다.

[0031] 트랜지스터들은 구동 트랜지스터(T1) 및 스위칭 트랜지스터(T2)를 포함하고, 보상 트랜지스터(T3), 초기화 트랜지스터(T4), 동작 제어 트랜지스터(T5), 발광 제어 트랜지스터(T6) 및 바이패스 트랜지스터(T7)를 더 포함할 수 있다. 각각의 트랜지스터는 소스 전극, 드레인 전극 및 채널을 포함하는 반도체층, 그리고 게이트 전극을 포함한다. 예컨대, 도 1에 도시된 바와 같이, 구동 트랜지스터(T1)는 소스 전극(S1), 드레인 전극(D1) 및 채널(C1)을 포함하는 반도체층과 게이트 전극(G1)을 포함한다. 스위칭 트랜지스터(T2)는 소스 전극(S2), 드레인 전극(D2) 및 채널(C2)을 포함하는 반도체층과 게이트 전극(G2)을 포함하고, 발광 제어 트랜지스터(T6)는 소스 전극(S6), 드레인 전극(D6) 및 채널(C6)을 포함하는 반도체층과 게이트 전극(G6)을 포함한다. 각각의 트랜지스터(T1, T2, T6)에서 채널(C1, C2, C6)은 소스 전극(S1, S2, S6)과 드레인 전극(D1, D2, D6) 사이에 위치하고, 게이트 전극(G1, G2, G6)은 채널(C1, C2, C6)과 중첩한다. 트랜지스터들의 반도체층들은 비정질 규소를 결정화하여 형성된 다결정 규소를 포함한다.

[0032] 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층의 표면은 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층의 표면보다 평탄하다. 다시 말해, 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층의 표면 거칠기가 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층의 표면 거칠기보다 작다. 구체적으로, 스위칭 트랜지스터(T2)는 2nm 내지 7nm, 5nm 내지 7nm, 또는 5nm 내지 6nm의 RMS(root mean square) 거칠기를 가질 수 있고, 구동 트랜지스터(T1)은 9nm 내지 15nm, 10nm 내지 14nm, 또는 10nm 내지 12nm의 RMS 거칠기를 가질 수 있다. RMS 거칠기는 AFM(atomic force microscope) 표면 거칠기 분석을 통해 얻어질 수 있다. 반도체층의 RMS 거칠기가 작다는 것은 반도체층 표면의 돌기(protrusion)의 높이가 낮은 것을 의미한다. 반도체층 표면의 돌기는 비정질 규소의 결정화 시 겪는 상 변화(고체, 액체 및 고체)로 인해 생성될 수 있다.

[0033] 표면 거칠기가 작으면 반도체층 표면의 돌기에 집중되는 전기장이 감소하고, 결정립계(grain boundary) 부근의 절연층과 반도체층 계면에서 포획되는 전하의 양이 줄어들어 전체적으로 계면 포획 전하(interface trap charge)를 감소시킨다. 계면 포획 전하가 감소하면 계면 포획 밀도(interface trap density)가 낮아져서 S-팩터(factor)를 감소시킨다. S-팩터는 트랜지스터의 전류-전압 특성으로서, 트랜지스터에 문턱 전압 이하의 게이트 전압이 인가될 때 드레인 전류를 10배 증가시키는데 필요한 게이트 전압의 크기(변화량)를 의미한다. S-팩터는 부문턱 기울기(subthreshold slope)로도 불린다.

[0034] 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층과 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층의 표면 거칠기 차이로 인해, 구동 트랜지스터(T1)는 S-팩터가 상대적으로 크고, 스위칭 트랜지스터(T2)는 S-팩터가 상대적으로 작다. 따라서 구동 트랜지스터(T1)는 넓은 구동 범위(driving range) 특성을 가질 수 있고, 스위칭 트랜지스터(T2)는 빠른 스위칭 특성을 가질 수 있다. 스위칭 트랜지스터(T2)는 빠른 구동 속도를 위해 S-팩터가 작은 것이 유리하지만, 구동 트랜지스터(T1)는 제조 표현을 높이기 위해서 S-팩터가 큰 것이 유리하다.

[0035] 구동 트랜지스터(T1)와 스위칭 트랜지스터(T2) 이외의 트랜지스터들(T3, T4, T5, T6, T7)의 반도체층들은 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층과 유사한 RMS 거칠기를 가지거나, 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층과 유사한 RMS 거칠기를 가질 수 있다.

[0036] 이제 도 1을 참고하여 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면상 구조에 대해 적층 순서에 따라 설명하고, 도 2를 참고하여 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 회로 관점에서 연결 관계와 동작에 대해 설명하기로 한다. 단면상 구조에 있어서, 동작 제어 트랜지스터(T5), 보상 트랜지스터(T3), 초기화 트랜지스터(T4), 동작 제어 트랜지스터(T5) 및 바이패스 트랜지스터(T7)는 발광 제어 트랜지스터(T6)와 적층 구조가 실질적으로 동일할 수 있으므로 상세한 설명은 생략한다.

[0037] 도 1을 참고하면, 기판(110) 위에 버퍼층(120)이 위치한다. 기판(110)은 플라스틱, 유리, 석영, 세라믹 등의 절연 물질로 형성될 수 있다. 버퍼층(120)은 반도체층을 형성하는 과정에서 기판(110)으로부터 반도체층으로 확산할 수 있는 불순물을 차단하고 기판(110)이 받는 스트레스를 줄이는 역할을 하며, 무기 절연 물질을 포함할 수 있다.

[0038] 버퍼층(120) 위에는 소스 전극(S1), 드레인 전극(D1) 및 채널(C1)을 포함하는 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층, 소스 전극(S2), 드레인 전극(D2) 및 채널(C2)을 포함하는 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층, 그리고 소스 전극(S6), 드레인 전극(D6) 및 채널(C6)을 포함하는 발광 제어 트랜지스터(T6)의 반도체층이 위치한다. 전술한 바

와 같이, 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층은 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층보다 작은 표면 거칠기를 갖는다.

- [0039] 반도체층들 위에는 이를 덮는 제1 절연층(141)이 위치하고, 제1 절연층(141) 위에는 게이트 전극들(G1, G2, G6)이 위치한다. 도 2에 도시된 스캔선(151), 전단 스캔선(152), 발광 제어선(153) 및 바이패스 제어선(158) 중 적어도 하나는 게이트 전극들(G1, G2, G6)과 같은 층에 위치할 수 있다. 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)은 유지 축전기(Cst)의 제1 유지 전극(E1)으로 사용된다. 게이트 전극들(G1, G2, G6) 위에는 이를 덮는 제2 절연층(142)이 위치한다. 제1 및 제2 절연층들(141, 142)은 질화 규소(SiN<sub>x</sub>), 산화 규소(SiO<sub>y</sub>) 따위의 무기 절연 물질을 포함할 수 있다.
- [0040] 제2 절연층(142) 위에는 유지 축전기(Cst)의 제2 유지 전극(E2)이 위치하고, 제2 유지 전극(E2) 위에는 제3 절연층(160)이 위치한다. 제3 절연층(160)은 질화 규소(SiN<sub>x</sub>) 또는 산화 규소(SiO<sub>y</sub>) 따위의 무기 절연 물질을 포함할 수 있고, 유기 절연 물질을 포함할 수도 있다.
- [0041] 제3 절연층(160) 위에는 데이터선(171)과 데이터 연결 부재(179)가 위치한다. 데이터선(171)은 제1, 제2 및 제3 절연층들(141, 142, 160)에 형성된 접촉 구멍을 통해 스위칭 트랜지스터(T2)의 소스 전극(S2)과 연결되어 있다. 데이터 연결 부재(179)는 제1, 제2 및 제3 절연층들(141, 142, 160)에 형성된 접촉 구멍을 통해 발광 제어 트랜지스터(T6)의 드레인 전극(D2)과 연결되어 있다. 도 2에 도시된 구동 전압선(172)은 데이터선(171)과 같은 층에 위치할 수 있다.
- [0042] 데이터선(171) 및 데이터 연결 부재(179) 위에는 평탄화층(180)이 위치한다. 평탄화층(180)은 유기 절연 물질을 포함할 수 있다. 평탄화층(180) 위에는 화소 전극(191)이 위치한다. 화소 전극(191)은 평탄화층(180)에 형성된 접촉 구멍을 통해 데이터 연결 부재(179)와 연결되어 있다. 도 2에 도시된 초기화 전압선(192)은 화소 전극(191)과 같은 층에 위치할 수 있다.
- [0043] 평탄화층(180) 위에는 화소 전극(191)과 중첩하는 개구를 가진 화소 정의막(350)이 위치한다. 화소 정의막(350)은 유기 절연 물질을 포함할 수 있고, 무기 절연 물질을 포함할 수도 있다.
- [0044] 화소 전극(191) 위에는 유기 발광층(370)이 위치하고, 유기 발광층(370) 위에는 공통 전극(270)이 위치한다. 화소 전극(191), 유기 발광층(370) 및 공통 전극(270)은 유기 발광 다이오드(OLED)를 이룬다. 화소 전극(191)은 정공 주입 전극인 애노드일 수 있고, 공통 전극(270)은 전자 주입 전극인 캐소드일 수 있다. 화소 전극(191) 및 공통 전극(270)으로부터 각각 정공과 전자가 유기 발광층(370) 내부로 주입되고, 주입된 정공과 전자가 결합한 엑시톤이 여기 상태에서부터 기저 상태로 떨어질 때 발광하게 된다.
- [0045] 공통 전극(270) 위에는 유기 발광 다이오드(OLED)를 보호하는 봉지 층(390)이 위치한다. 봉지층(390)은 무기층과 유기층이 적층된 박막 봉지층일 수 있다.
- [0046] 도 2를 참고하면, 신호선들은 스캔선(151), 전단 스캔선(152), 발광 제어선(153), 바이패스 제어선(158), 데이터선(171), 구동 전압선(172) 및 초기화 전압선(192)을 포함할 수 있다.
- [0047] 스캔선(151)은 게이트 구동부에 연결되어 스캔 신호(Sn)를 스위칭 트랜지스터(T2) 및 보상 트랜지스터(T3)에 전달한다. 전단 스캔선(152)은 게이트 구동부에 연결되어 전단 스캔 신호(Sn-1)를 초기화 트랜지스터(T4)에 전달한다. 발광 제어선(153)은 발광 제어부(도시되지 않음)에 연결되어 발광 제어 신호(EM)를 동작 제어 트랜지스터(T5) 및 발광 제어 트랜지스터(T6)에 전달한다. 바이패스 제어선(158)은 바이패스 신호(BP)를 바이패스 트랜지스터(T7)에 전달한다.
- [0048] 데이터선(171)은 데이터 구동부에서 생성되는 데이터 신호(Dm)를 전달하고, 구동 전압선(172)은 구동 전압(ELVDD)을 전달한다. 초기화 전압선(192)은 구동 트랜지스터(T1)를 초기화하는 초기화 전압(Vint)을 전달한다.
- [0049] 구동 트랜지스터(T1)는 유지 축전기(Cst)의 제1 유지 전극(E1)과 연결되어 있다. 구동 트랜지스터(T1)의 소스 전극(S1)은 동작 제어 트랜지스터(T5)를 경유하여 구동 전압선(172)과 연결되어 있다. 구동 트랜지스터(T1)의 드레인 전극(D1)은 발광 제어 트랜지스터(T6)를 경유하여 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드와 연결되어 있다. 구동 트랜지스터(T1)는 스위칭 트랜지스터(T2)의 스위칭 동작에 따라 데이터 신호(Dm)를 전달받아 유기 발광 다이오드(OLED)에 구동 전류(Id)를 공급한다.
- [0050] 스위칭 트랜지스터(T2)는 게이트 전극(G2)이 스캔선(151)과 연결되어 있고 소스 전극(S2)이 데이터선(171)과 연결되어 있다. 스위칭 트랜지스터(T2)의 드레인 전극(D2)은 구동 트랜지스터(T1)의 소스 전극(S1)과 연결되어

있고, 동작 제어 트랜지스터(T5)를 경유하여 구동 전압선(172)과 연결되어 있다. 스캔선(151)을 통해 전달되는 스캔 신호(Sn)에 따라 스위칭 트랜지스터(T2)가 켜지면, 데이터선(171)을 통해 전달되는 데이터 신호(Dm)가 구동 트랜지스터(T1)의 소스 전극(S1)으로 전달된다.

[0051] 보상 트랜지스터(T3)는 게이트 전극(G3)이 스캔선(151)과 연결되어 있고, 소스 전극(S3)이 구동 트랜지스터(T1)의 드레인 전극(D1) 및 발광 제어 트랜지스터(T6)의 소스 전극(S6)과 연결되어 있다. 보상 트랜지스터(T3)의 드레인 전극(D3)은 초기화 트랜지스터(T4)의 드레인 전극(D4), 유지 축전기(Cst)의 제1 유지 전극(E1) 및 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)과 연결되어 있다. 보상 트랜지스터(T3)는 스캔선(151)을 통해 전달받은 스캔 신호(Sn)에 따라 켜져서 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)과 드레인 전극(D1)을 연결, 즉 구동 트랜지스터(T1)를 다이오드 연결한다.

[0052] 초기화 트랜지스터(T4)는 게이트 전극(G4)이 전단 스캔선(152)과 연결되어 있고, 소스 전극(S4)이 초기화 전압선(192)과 연결되어 있다. 초기화 트랜지스터(T4)의 드레인 전극(D4)은 보상 트랜지스터(T3)의 드레인 전극(D3)을 경유하여 유지 축전기(Cst)의 제1 유지 전극(E1) 및 구동 트랜지스터(T1)의 구동 게이트 전극(G1)에 연결되어 있다. 초기화 트랜지스터(T4)는 전단 스캔선(152)을 통해 전달받은 전단 스캔 신호(Sn-1)에 따라 켜져서 초기화 전압(Vint)을 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)에 전달한다. 이에 따라 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)의 게이트 전압이 초기화된다.

[0053] 동작 제어 트랜지스터(T5)는 게이트 전극(G5)이 발광 제어선(153)과 연결되어 있고, 소스 전극(S5)이 구동 전압선(172)과 연결되어 있다. 동작 제어 트랜지스터(T5)의 드레인 전극(D5)은 구동 트랜지스터(T1)의 소스 전극(S1) 및 스위칭 트랜지스터(T2)의 드레인 전극(D2)과 연결되어 있다. 발광 제어 트랜지스터(T6)는 게이트 전극(G6)이 발광 제어선(153)과 연결되어 있고, 드레인 전극(D6)이 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드와 연결되어 있다. 발광 제어 트랜지스터(T6)의 소스 전극(S6)은 구동 트랜지스터(T1)의 드레인 전극(D1) 및 보상 트랜지스터(T3)의 소스 전극(S3)과 연결되어 있다. 동작 제어 트랜지스터(T5) 및 발광 제어 트랜지스터(T6)는 발광 제어선(153)을 통해 전달받은 발광 제어 신호(EM)에 따라 동시에 켜지고, 이를 통해 구동 전압(ELVDD)이 다이오드 연결된 구동 트랜지스터(T1)를 통해 보상되어 유기 발광 다이오드(OLED)로 전달된다.

[0054] 바이패스 트랜지스터(T7)는 게이트 전극(G7)이 바이패스 제어선(158)과 연결되어 있고, 소스 전극(S7)이 발광 제어 트랜지스터(T6)의 드레인 전극(D6) 및 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드와 연결되어 있고, 드레인 전극(D7)이 초기화 전압선(192) 및 초기화 트랜지스터(T4)의 소스 전극(S4)과 연결되어 있다. 바이패스 제어선(158)이 전단 스캔선(152)에 연결되어 있을 수 있다.

[0055] 유지 축전기(Cst)의 제2 유지 전극(E2)은 구동 전압선(172)과 연결되어 있다. 유기 발광 다이오드(OLED)의 캐소드는 공통 전압(ELVSS)을 전달하는 공통 전압선(741)과 연결되어 있다.

[0056] 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 한 화소의 동작에 대해, 초기화 기간 동안 로우 레벨의 전단 스캔 신호(Sn-1)가 전단 스캔선(152)을 통해 화소(PX)로 공급된다. 그러면, 로우 레벨의 전단 스캔 신호(Sn-1)에 따라서 초기화 트랜지스터(T4)가 켜지고, 초기화 전압선(192)으로부터 초기화 트랜지스터(T4)를 통해 초기화 전압(Vint)이 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)에 인가되어, 초기화 전압(Vint)에 의해 구동 트랜지스터(T1)가 초기화된다.

[0057] 이후, 데이터 프로그래밍 기간 동안 스캔선(151)을 통해 로우 레벨의 스캔 신호(Sn)가 화소(PX)로 공급된다. 그러면, 로우 레벨의 스캔 신호(Sn)에 따라서 스위칭 트랜지스터(T2) 및 보상 트랜지스터(T3)가 켜지고, 구동 트랜지스터(T1)는 켜진 보상 트랜지스터(T3)에 의해 다이오드 연결되고 순방향으로 바이어스된다. 그러면, 데이터선(171)을 통해 전달된 데이터 신호(Dm)에서 구동 트랜지스터(T1)의 문턱 전압(Vth)만큼 감소한 보상 전압(Dm+Vth, Vth는 (-)의 값)이 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)에 인가된다. 유지 축전기(Cst)의 두 유지 전극(E1, E2)에는 구동 전압(ELVDD)과 보상 전압(Dm+Vth)이 인가되고, 유지 축전기(Cst)에는 두 유지 전극(E1, E2)의 전압 차에 대응하는 전하가 저장된다.

[0058] 이후, 발광 제어선(153)으로부터 공급되는 발광 제어 신호(EM)가 하이 레벨에서 로우 레벨로 변경되어, 발광 기간 동안 로우 레벨의 발광 제어 신호(EM)에 의해 동작 제어 트랜지스터(T5) 및 발광 제어 트랜지스터(T6)가 켜진다. 그러면, 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 전극(G1)의 게이트 전압과 구동 전압(ELVDD) 간의 전압 차에 따르는 구동 전류(Id)가 발생하고, 구동 전류(Id)는 발광 제어 트랜지스터(T6)를 통해 유기 발광 다이오드(OLED)로 공급된다. 발광 기간 동안 유지 축전기(Cst)에 의해 구동 트랜지스터(T1)의 게이트-소스 전압(Vgs)은 "(Dm+Vth)-ELVDD"으로 유지되고, 구동 트랜지스터(T1)의 전류-전압 관계에 따르면, 구동 전류(Id)는 소스-게이트

트 전압(Vgs)에서 문턱 전압(Vth)을 차감한 값의 제곱인 " $(Dm-ELVDD)^2$ "에 비례한다. 따라서 구동 전류(Id)는 구동 트랜지스터(T1)의 문턱 전압(Vth)에 관계없이 결정되므로, 예컨대 공정 산포로 인해 발생할 수 있는 구동 트랜지스터(T1) 특성의 불균일성을 개선할 수 있다.

- [0059] 바이패스 트랜지스터(T7)는 구동 트랜지스터(T1)의 최소 전류(즉, 구동 트랜지스터(T1)의 게이트-소스 전압(Vgs)이 문턱 전압(Vth)보다 작아서 구동 트랜지스터(T1)가 오프되는 조건에서의 전류)의 일부를 바이패스 전류(Ibp)로서 유기 발광 다이오드 쪽의 전류 경로 외의 다른 전류 경로로 분산시킨다. 이에 따라 블랙 계조를 더욱 정확하게 표시할 수 있고 대비비(contrast ratio)를 향상시킬 수 있다.
- [0060] 도 2의 실시예에서 화소 회로는 7개의 트랜지스터와 1개의 축전기를 포함하지만 이에 제한되지 않으며, 트랜지스터의 수와 축전기의 수, 이들의 연결, 그리고 구동 방법은 다양하게 변경 가능하다.
- [0061] 이하에서는 전술한 것과 같은 유기 발광 표시 장치를 제조하는 방법에 대해 도 3 내지 도 7을 참고하여 설명한다.
- [0062] 도 3 내지 도 7은 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 공정을 나타내는 공정 단면도이다.
- [0063] 도 3을 참고하면, 기판(110) 위에 버퍼층(120)을 형성한 후 비정질 규소층(130)을 형성한다. 비정질 규소층(130)의 표면에는 산화층(30)이 자연적으로 형성된다.
- [0064] 도 4를 참고하면, 비정질 규소층(130)에 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)을 조사하여 다결정 규소층(131)을 형성한다. 다결정 규소층(131)은 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)에 의해 비정질 규소층(130)이 용해된 후 고체화되어 형성된다. 이때, 산화층(30)도 용해 후 굳어지고, 다결정 규소층(131)의 결정립계에 대응하여 돌기들이 형성된다. 산화층(30)은 돌기에 대응하여 위치할 수 있다. 다결정 규소층(131)의 결정립계에 대응할 수 있는 돌기의 높이는 다결정 규소층(131)의 하부면으로부터 다결정 규소층(131)의 돌기의 피크(peak)까지 높이일 수 있다. 또한, 높이는 다결정 규소층(131) 자체의 두께일 수 있다.
- [0065] 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)의 폭은 450 $\mu$ m 내지 510 $\mu$ m일 수 있다. 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)의 에너지 밀도는 405mJ/cm<sup>2</sup> 내지 425mJ/cm<sup>2</sup> 일 수 있다. 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)은 비정질 규소층(130)에 한 방향으로 80% 내지 95% 중첩하도록 조사될 수 있다. 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)의 한 방향으로의 스캔 피치는 20 $\mu$ m 내지 40 $\mu$ m일 수 있다.
- [0066] 도 5를 참고하면, 다결정 규소층(131) 위에 위치하는 산화층(30)을 제거한다. 구체적으로, 0.5% 농도의 불화수소(HF) 용액을 30초 내지 180초 동안 다결정 규소층(131)에 도포하여 산화층(30)을 제거하고, 탈이온수(deionized water) 및 수소수로 다결정 규소층(131)을 세정할 수 있다. 산화층(30)이 제거됨으로써, 다결정 규소층(131)의 결정립계에 대응하는 돌기의 높이가 낮아진다.
- [0067] 도 6을 참고하면, 다결정 규소층(131)에서 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층이 형성될 영역을 차폐하고 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층이 형성될 영역을 노출하는 마스크(M)를 다결정 규소층(131) 위에 배치한다. 마스크(M)는 금속 마스크일 수 있다. 그 다음 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)을 마스크(M) 위에 조사하면, 다결정 규소층(131)에서 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층 영역에만 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)이 선택적으로 조사된다. 다결정 규소층(131)에서 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)이 조사된 영역, 즉 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층 영역은 용해 후 재결정화된다. 이때 산화층(30)이 제거된 상태이므로, 재결정화 시 산화층(30)에 의한 장력이 제거되어, 다결정 규소층(131)의 결정립계에 대응하는 돌기의 높이가 낮아진다. 따라서 다결정 규소층(131)의 재결정화된 영역의 표면 거칠기가 다른 영역보다 작아진다.
- [0068] 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)의 폭은 450 $\mu$ m 내지 510 $\mu$ m일 수 있다. 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)의 에너지 밀도는 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)의 에너지 밀도의 80% 내지 100%인 324mJ/cm<sup>2</sup> 내지 425mJ/cm<sup>2</sup>일 수 있다. 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)의 에너지 밀도는 340mJ/cm<sup>2</sup> 내지 425mJ/cm<sup>2</sup>일 수 있다. 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)은 다결정 규소층(131)에 한 방향으로 78% 내지 96% 중첩하도록 조사될 수 있다. 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)의 한 방향으로의 스캔 피치는 5 $\mu$ m 내지 120 $\mu$ m일 수 있다.
- [0069] 도 7을 참고하면, 다결정 규소층(131)을 패터닝하여 구동 트랜지스터(T1), 스위칭 트랜지스터(T2), 발광 제어 트랜지스터(T6) 등의 반도체층들을 형성한다. 반도체층들 위에 제1 절연층(141)을 형성하고, 제1 절연층(141) 위에 게이트 전극들(G1, G2, G6)을 형성하고, 게이트 전극들(G1, G2, G6)을 마스크로 반도체층들을 도핑하여 소스 전극(S1, S2, S6)과 드레인 전극(D1, D2, D6)을 형성한다. 반도체층들에서 도핑되지 않은 영역은 채널(C1,

C2, C6)이 된다. 이후, 게이트 전극들(G1, G2, G6) 위에 통상적인 방법으로 층들을 형성 및/또는 패터닝하여 도 1에 도시된 것과 같은 유기 발광 표시 장치를 제조할 수 있다.

[0070] 위와 같이 제조된 유기 발광 표시 장치에 있어서, 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층은 마스크(M)에 의해 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)이 차폐되어 재결정화되지 않았으므로 돌기가 도 5에 도시된 것과 같이 상태를 유지한다. 하지만 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층은 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)에 의해 재결정화된 상태이므로, 돌기가 도 6에 도시된 것과 같이 낮아진 상태이다. 따라서 구동 트랜지스터(T1)의 S-팩터를 유지하면서, 스위칭 트랜지스터(T2)의 S-팩터를 선택적으로 낮출 수 있으므로, 유기 발광 표시 장치의 성능을 개선할 수 있다. 돌기가 낮아져 표면 거칠기가 작아지면 트랜지스터의 이동도(mobility)가 증가하므로, 스위칭 트랜지스터(T2)의 스위칭 특성을 더욱 개선할 수 있다.

[0071] 도 8 및 도 9를 참고하여, 다결정 규소층(131)의 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)의 적용에 따른 효과를 보여주는 실험 결과를 설명한다.

[0072] 도 8은 다결정 규소층의 전자현미경 사진이고, 도 9는 다결정 규소층을 포함하는 트랜지스터의 S-팩터를 나타내는 그래프이다.

[0073] 도 8을 참고하면, (A)는 비정질 규소층에 전술한 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)을 조사하여 형성된 다결정 규소층의 사진이고, (B)는 산화층이 제거된 다결정 규소층의 사진이고, (C)는 산화층이 제거된 다결정 규소층에 전술한 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)을 조사하여 재결정화된 다결정 규소층의 사진이다. (A), (B) 및 (C)에서 다결정 규소층의 돌기의 최대 높이가 각각 1026Å, 911Å 및 504Å으로 낮아짐을 확인할 수 있다. 다결정 규소층의 평균 최저 높이인 결정립의 중앙부의 높이는 (A), (B) 및 (C)에서 거의 변화가 없으나, 평균 최고 높이, 즉 결정립계에 대응하는 돌기의 평균 높이는 각각 약 800Å, 약 650Å 및 약 500Å이다. 따라서 비정질 규소층의 표면 거칠기가 산화층의 제거 및 재결정화에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이것은 전술한 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 스위칭 트랜지스터(T2)의 반도체층의 표면 거칠기가 구동 트랜지스터(T1)의 반도체층의 표면 거칠기보다 작은 것을 의미한다.

[0074] 도 9를 참고하면, Ref는 비정질 규소층에 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)을 조사하여 형성된 다결정 규소층을 포함하는 트랜지스터의 S-팩터이고, PLA1 및 PLA2는 산화층이 제거된 다결정 규소층에 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)을 조사하여 재결정화된 다결정 규소층을 포함하는 트랜지스터의 S-팩터이다. PLA1와 PLA2는 공정 시간에 있어서 차이가 있으며, 전자는 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)의 단위 면적당 조사 시간이 제1 엑시머 레이저 빔(LB1)의 단위 면적당 조사 시간의 200%인 경우이고 후자는 119%인 경우다. 제2 엑시머 레이저 빔(LB2)을 조사하여 재결정화된 다결정 규소층을 포함하는 트랜지스터는 Ref보다 S-팩터가 감소함을 확인할 수 있다. 이것은 전술한 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 스위칭 트랜지스터(T2)의 S-팩터가 구동 트랜지스터(T1)의 S-팩터보다 작은 것을 의미한다.

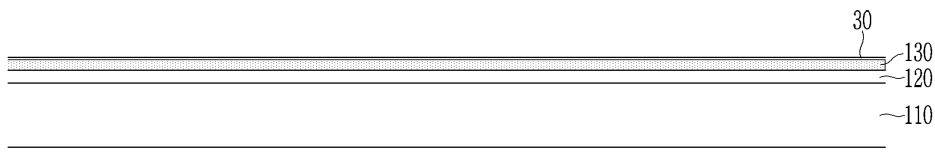
[0075] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

### 부호의 설명

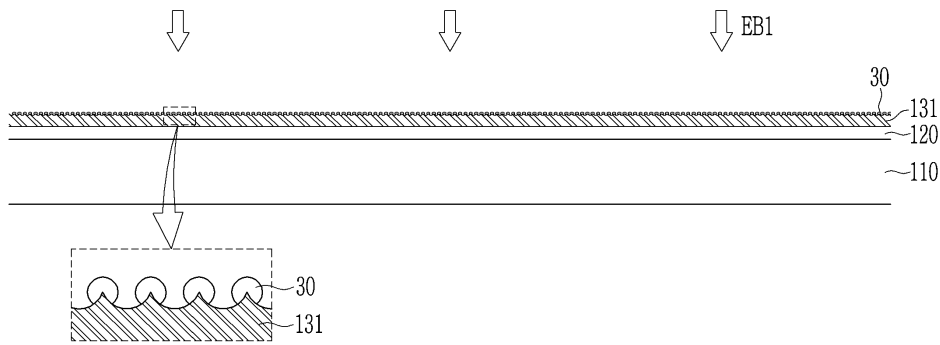
- [0076] 110: 기판
- 130: 비정질 규소층
- 131: 다결정 규소층
- 30: 산화층
- T1: 구동 트랜지스터
- T2: 스위칭 트랜지스터



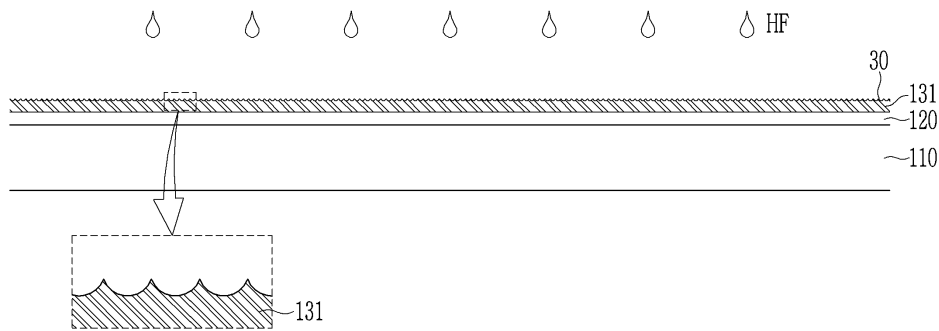
도면3



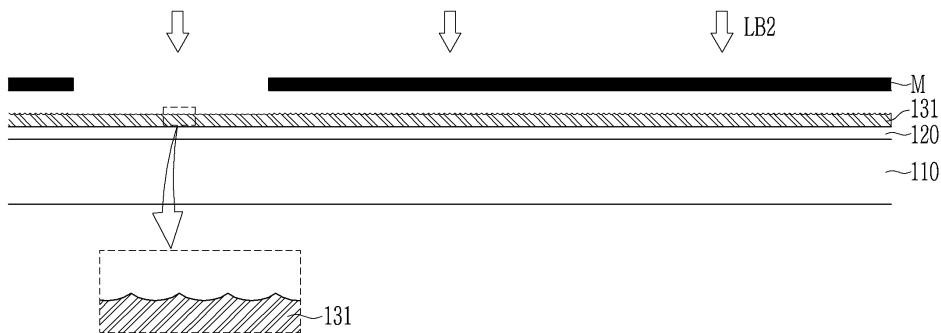
도면4



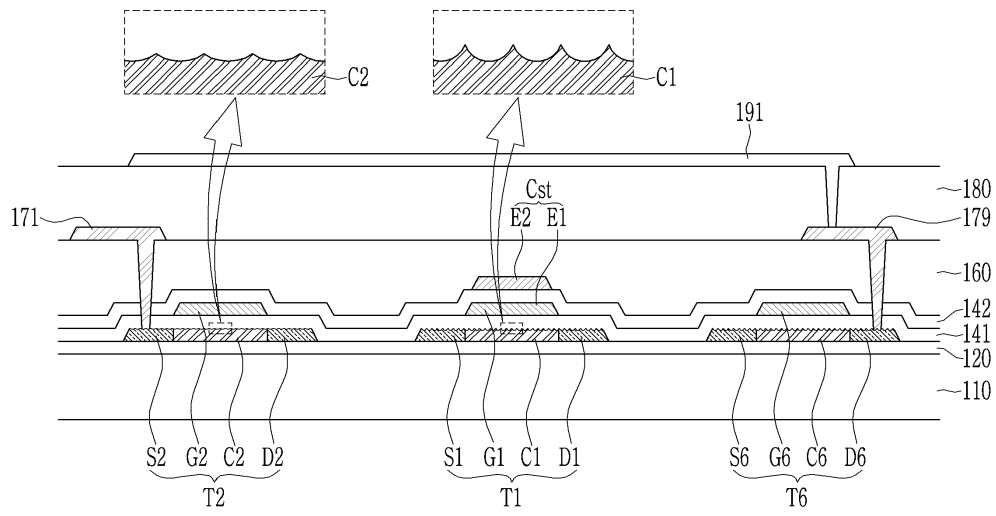
도면5



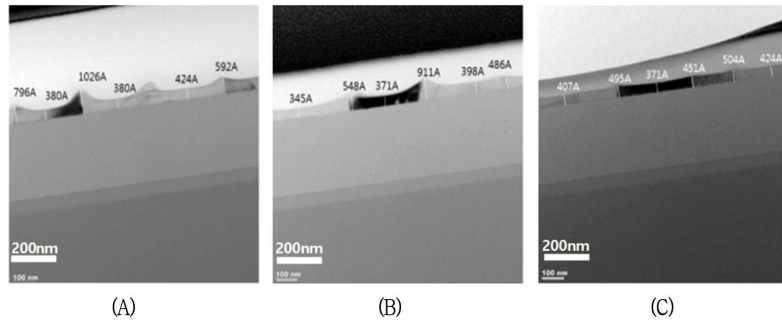
도면6



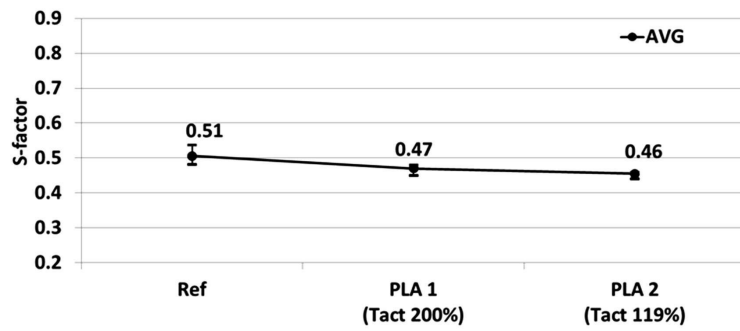
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	有机发光显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020190047156A</a>	公开(公告)日	2019-05-08
申请号	KR1020170139521	申请日	2017-10-25
[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		
[标]发明人	서종오 소병수 이동민 이동성		
发明人	서종오 소병수 이동민 이동성		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/56		
CPC分类号	H01L27/3262 H01L27/3258 H01L27/3276 H01L51/56		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供了根据实施例的有机发光显示装置。基板，位于基板上并发送扫描信号的扫描线，位于基板上并发送数据信号的数据线，连接至扫描线和数据线的开关晶体管以及连接至开关晶体管的驱动晶体管并且有机发光二极管电连接到驱动晶体管。开关晶体管中包括的第二半导体层的表面粗糙度小于驱动晶体管中包括的第一半导体层的表面粗糙度。

