

TFT, 구동 TFT(DT)에 인가되는 전압을 저장하는 제1 및 제2 저장 커패시터 및 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드에 연결되어 구동 TFT의 게이트 노드에 인가되는 전압을 상승 시키는 커플링 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치는 복수 화소 각각이 유기 발광 소자와, 상기 유기 발광 소자를 구동하는 화소 구동 회로를 구비한다. 또한, 화소 구동 회로는 유기 발광 소자의 구동을 제어하고, 제1 노드인 게이트 노드, 제2 노드인 소스 노드 및 드레인 노드를 구비한 구동 TFT를 구비한다.

화소 구동 회로는 구동 TFT와 전기적으로 연결된 제1 내지 제3 스위칭 TFT, 구동 TFT(DT)에 인가되는 전압을 저장하는 제1 및 제2 저장 커패시터 및 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드인 제3 노드와 구동 TFT의 게이트 노드인 제1 노드에 연결되는 커플링 커패시터를 포함한다.

화소 구동 회로는 제1 노드에 기준 전압(Vref)을 공급하고, 제2 노드에 초기화 전압(Vinit)을 공급하는 초기화 기간, 커플링 커패시터에 의해 제1 노드에 상기 기준 전압(Vref) 보다 큰 전압이 공급되고, 제2 노드에 기준 전압(Vref) 보다 큰 전압에서 문턱전압(Vth)을 뺀 전압이 공급되는 샘플링 기간, 제1 노드에 데이터 전압(Vdata)이 공급되고, 상기 데이터 전압(Vdata)에 의해 제2 노드의 전압이 변경되는 프로그래밍 기간 및 구동 TFT(DT)의 소스 노드에 부트스트랩핑된 전압에 의해 유기 발광 소자의 발광에 관여하는 전류의 딜레이를 최소화 하는 발광 기간으로 구분하여 동작하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

G09G 2300/0852 (2013.01)

G09G 2320/0247 (2013.01)

G09G 2330/021 (2013.01)

김기태

서울특별시 동작구 동작대로29길 110, 408동 1305호(사당동, 신동아아파트)

(72) 발명자

이준호

경기도 파주시 탄현면 풍뎡이길 170

류성빈

경기도 파주시 해솔로 85, 104동 1904호(목동동, 해솔마을1단지두산위브아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

화소 구동회로를 각각 포함하는 복수의 화소를 구비하고,

상기 복수의 화소는,

유기 발광 소자;

상기 유기 발광 소자의 구동을 제어하고, 제1 노드인 게이트 노드, 제2 노드인 소스 노드 및 드레인 노드를 구비한 구동 TFT;

상기 구동 TFT와 전기적으로 연결된 제1 내지 제3 스위칭 TFT;

상기 구동 TFT에 인가되는 전압을 저장하는 제1 및 제2 저장 커패시터; 및

상기 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드에 연결되어 상기 구동 TFT의 게이트 노드에 인가되는 전압을 상승시키는 커플링 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 구동 TFT의 게이트 노드인 상기 제1 노드는 상기 커플링 커패시터의 일 전극과 연결된 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 구동 TFT의 게이트 노드는 상기 제1 스위칭 TFT의 소스 노드에 연결되어, 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 공급 받는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 구동 TFT의 소스 노드인 상기 제2 노드는 상기 제2 스위칭 TFT 에 연결되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 구동 TFT의 소스 노드는 상기 제2 스위칭 TFT의 소스 노드에 연결되고, 상기 유기 발광 소자의 애노드와 연결되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 제2 노드는 상기 제1 저장 커패시터에 샘플링 전압을 유지하도록, 상기 제1 노드의 전압 상승에 대응하여 상승된 전압이 공급되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 구동 TFT의 드레인 노드는 상기 제3 스위칭 TFT의 소스 노드에 연결되어 고전위 전압(VDD)을 공급받는 것

을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 커플링 커패시터에 의한 상기 제1 노드의 전압 상승은 상기 유기 발광 소자에 흐르는 전류의 딜레이를 저감시키는 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 제1 스위칭 TFT의 게이트 노드는 제1 스캔 신호 라인에 연결되어, 제1 스캔 신호(SCAN1)에 의해 턴-온 또는 턴-오프 되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 제1 스위칭 TFT는 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 상기 제1 노드에 공급하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 제2 스위칭 TFT의 게이트 노드는 제2 스캔 신호 라인에 연결되어, 제2 스캔 신호(SCAN2)에 의해 턴-온 또는 턴-오프 되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제1 항에 있어서,

상기 제2 스위칭 TFT는 초기화 전압(Vinit)을 상기 제2 노드에 공급하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제1 항에 있어서,

상기 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드는 상기 제3 노드이며, 발광 제어 신호 라인에 연결되어 발광 제어 신호(EM)에 의해 턴-온 또는 턴-오프 되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제1 항에 있어서,

상기 제3 스위칭 TFT는 고전위 전압(VDD)을 상기 구동 TFT의 드레인 노드에 공급하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 커플링 커패시터는 상기 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드인 상기 제3 노드와 상기 구동 TFT의 드레인 노드인 제4 노드 사이에 전기적으로 연결된 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 제4 노드의 전압은 상기 커플링 커패시터에 의해 부트스트랩핑 되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 17

제15 항에 있어서,

상기 구동 TFT의 게이트 노드 인 상기 제1 노드와 상기 구동 TFT의 드레인 노드 인 상기 제4 노드 사이에는 상기 제1 커패시터와 커플링하는 기생 커패시터(Cpara)가 배치되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 커플링 커패시터와 상기 기생 커패시터(Cpara)는 순차적으로 커플링 동작하여 상기 제1 노드의 전압을 부스트트랩핑 시키는 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 19

제1 항에 있어서,

상기 구동 TFT는 LTPS TFT 인 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 20

제1 항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 스위칭 TFT는 Oxide 반도체 TFT인 것을 특징으로 하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 21

복수의 화소 각각이 유기 발광 소자와, 상기 유기 발광 소자를 구동하는 화소 구동 회로를 구비하고,

상기 화소 구동 회로는

상기 유기 발광 소자의 구동을 제어하고, 제1 노드인 게이트 노드, 제2 노드인 소스 노드 및 드레인 노드를 구비한 구동 TFT;

상기 구동 TFT와 전기적으로 연결된 제1 내지 제3 스위칭 TFT;

상기 구동 TFT에 인가되는 전압을 저장하는 제1 및 제2 저장 커패시터; 및

상기 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드인 제3 노드와 상기 구동 TFT의 게이트 노드인 상기 제1 노드에 연결되는 커플링 커패시터를 포함하고,

상기 화소 구동 회로는

상기 제1 노드에 기준 전압(Vref)을 공급하고, 상기 제2 노드에 초기화 전압(Vinit)을 공급하는 초기화 기간;

상기 커플링 커패시터에 의해 상기 제1 노드에 상기 기준 전압(Vref) 보다 큰 전압이 공급되고, 상기 제2 노드에 상기 기준 전압(Vref) 보다 큰 전압에서 문턱전압(Vth)을 뺀 전압이 공급되는 샘플링 기간;

상기 제1 노드에 데이터 전압(Vdata)이 공급되고, 상기 데이터 전압(Vdata)에 의해 상기 제2 노드의 전압이 변경되는 프로그래밍 기간; 및

상기 구동 TFT(DT)의 소스 노드에 부스트트랩핑된 전압에 의해 상기 유기 발광 소자의 발광에 관여하는 전류의 딜레이를 최소화 하는 발광 기간으로 구분하여 동작하도록 구성된 것을 특징으로 하는 OLED 표시장치.

청구항 22

제21 항에 있어서,

상기 초기화 기간에 상기 제1 스위칭 TFT 및 제2 스위칭 TFT는 턴 온되고, 상기 제3 스위칭 TFT는 턴 오프되는 것을 특징으로 하는 OLED 표시장치.

청구항 23

제21 항에 있어서,

상기 샘플링 기간에 상기 제1 스위칭 TFT 및 제3 스위칭 TFT는 턴 온되고, 상기 제2 스위칭 TFT는 턴 오프되는 것을 특징으로 하는 OLED 표시장치.

청구항 24

제23 항에 있어서,

상기 제3 스위칭 TFT의 턴-온에 의하여 상기 제1 저장 커패시터와 상기 커플링 커패시터의 커플링이 발생하며, 상기 제1 노드에 인가되는 전압이 부트스트랩핑되는 것을 특징으로 하는 OLED 표시장치.

청구항 25

제21 항에 있어서,

상기 프로그래밍 기간에 상기 제1 스위칭 TFT는 턴 온되고, 상기 제2 스위칭 TFT 및 제3 스위칭 TFT는 턴 오프되는 것을 특징으로 하는 OLED 표시장치.

청구항 26

제25 항에 있어서,

상기 제1 스위칭 TFT의 턴 온에 의하여 제1 노드의 전압이 변동되고, 상기 제2 노드는 상기 샘플링 구간에서 결정된 전압과 상기 제1 노드의 변동된 전압이 상기 제1 저장 커패시터 및 상기 제2 저장 커패시터 사이의 전압 분배에 의해 변동된 전압으로 충전되는 것을 특징으로 하는 OLED 표시장치.

청구항 27

제21 항에 있어서,

상기 발광 기간에 상기 제1 스위칭 TFT 및 제2 스위칭 TFT는 턴 오프되고, 상기 제3 스위칭 TFT는 턴 온되는 것을 특징으로 하는 OLED 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 유기 발광 표시 장치 및 그의 구동 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 플리커를 저감시킬 수 있는 유기 발광 표시 장치 및 그의 구동 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 정보화 시대로 접어들어 따라 전기적 정보신호를 시각적으로 표현하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 박형화, 경량화, 저소비전력화의 우수한 성능을 지닌 여러 가지 다양한 표시 장치(Display Device)가 개발되고 있다.

[0003] 이와 같은 표시 장치의 구체적인 예로는 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display device: LCD), 플라즈마 표시 장치(Plasma Display Panel device: PDP), 전계 방출 표시 장치(Field Emission Display device: FED), 유기 발광 표시 장치(Organic Light Emitting Display Device: OLED) 등을 들 수 있다.

[0004] 유기 발광 표시 장치를 구성하는 다수의 화소들 각각은 애노드 및 캐소드 사이의 유기 발광층으로 구성된 유기 발광 소자와, 유기 발광 소자를 독립적으로 구동하는 화소 구동 회로를 구비한다. 화소 구동 회로는 스위칭 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor; 이하 TFT라고 함), 구동 TFT 및 커패시터를 포함한다. 여기서, 스위칭 TFT는 스캔 펄스에 응답하여 데이터 전압을 커패시터에 충전하고, 구동 TFT는 커패시터에 충전된 데이터 전압에 따라 유기 발광 소자로 공급되는 전류량을 제어하여 유기 발광 소자의 발광량을 조절한다.

[0005] 유기 발광 표시 장치는 자체 발광형 표시 장치로서, 액정 표시 장치와는 달리 별도의 광원이 필요하지 않아 경량 박형으로 제조 가능하다. 또한, 유기 발광 표시 장치는 저전압 구동에 의해 소비전력 측면에서 유리할 뿐만 아니라, 색상 구현, 응답 속도, 시야각, 명암 대비비(contrast ratio; CR)도 우수하여, 다방면에서 차세대 표시 장치로서 연구되고 있다. 또한, 유기 발광 소자는 면 발광 구조를 가지므로, 플렉서블(flexible)한 형태의 구현에 용이하다.

[0006] 상기의 장점을 가지는 유기 발광 표시 장치는 공정 편차 등의 이유로 화소 마다 구동 TFT의 문턱 전압(Vth) 및 이동도(mobility)와 같은 특성 차이가 발생하고, 고전위 전압(VDD)의 전압 강하가 발생하여 유기 발광 소자를 구동하는 전류량이 달라짐으로써 화소들 간에 휘도 편차가 발생하게 된다. 이러한 휘도 편차는 사용자가 플리커(Flicker)로 인식하게 된다.

[0007] 이에, 플리커 현상이 거의 발생하지 않는 새로운 구조의 유기 발광 표시 장치가 요구되고 있다.

[0008] [관련기술문헌]

[0009] 1. 표시 장치 (한국 공개특허 KR 10-2015-0106370 호)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 발명자들은 유기 발광 표시 장치는 공정 편차 등의 이유로 화소 마다 구동 TFT의 문턱 전압(Vth) 및 이동도(mobility)와 같은 특성 차이가 발생하고, 고전위 전압(VDD)의 전압 강하가 발생하여 유기 발광 소자를 흐르는 전류가 딜레이(Delay)되는 현상을 억제할 수 있음을 인식하였다.

[0011] 이에, 본 발명자들은 유기 발광 표시 장치의 화소 구동회로 각각에서 커플링 커패시터를 이용함으로써, 화소의 구동 TFT의 게이트 노드 및 소스 노드의 전압을 빠르게 상승 시켜 유기 발광 소자에 흐르는 전류의 딜레이(delay)를 개선할 수 있는 유기 발광 표시 장치 및 그의 구동 방법을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 진술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 각각의 화소 구동회로를 포함하는 복수의 화소를 구비한다. 복수의 화소는 유기 발광 소자, 유기 발광 소자의 구동을 제어하고, 제1 노드인 게이트 노드, 제2 노드인 소스 노드 및 드레인 노드를 구비한 구동 TFT를 구비한다. 또한, 구동 TFT와 전기적으로 연결된 제1 내지 제3 스위칭 TFT, 구동 TFT(DT)에 인가되는 전압을 저장하는 제1 및 제2 저장 커패시터 및 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드에 연결되어 구동 TFT의 게이트 노드에 인가되는 전압을 상승 시키는 커플링 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치는 복수 화소 각각이 유기 발광 소자와, 상기 유기 발광 소자를 구동하는 화소 구동 회로를 구비한다. 또한, 화소 구동 회로는 유기 발광 소자의 구동을 제어하고, 제1 노드인 게이트 노드, 제2 노드인 소스 노드 및 드레인 노드를 구비한 구동 TFT를 구비한다.

[0015] 화소 구동 회로는 구동 TFT와 전기적으로 연결된 제1 내지 제3 스위칭 TFT, 구동 TFT(DT)에 인가되는 전압을 저장하는 제1 및 제2 저장 커패시터 및 제3 스위칭 TFT의 게이트 노드인 제3 노드와 구동 TFT의 게이트 노드인 제1 노드에 연결되는 커플링 커패시터를 포함한다.

[0016] 화소 구동 회로는 제1 노드에 기준 전압(Vref)을 공급하고, 제2 노드에 초기화 전압(Vinit)을 공급하는 초기화 기간, 커플링 커패시터에 의해 제1 노드에 상기 기준 전압(Vref) 보다 큰 전압이 공급되고, 제2 노드에 기준 전압(Vref) 보다 큰 전압에서 문턱 전압(Vth)을 뺀 전압이 공급되는 샘플링 기간, 제1 노드에 데이터 전압(Vdata)이 공급되고, 상기 데이터 전압(Vdata)에 의해 제2 노드의 전압이 변경되는 프로그래밍 기간 및 구동 TFT(DT)의 소스 노드에 부트스트랩핑 전압에 의해 유기 발광 소자의 발광에 관여하는 전류의 딜레이를 최소화 하는 발광 기간으로 구분하여 동작하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명은 유기 발광 표시 장치의 화소 구동회로에 커플링 커패시터를 이용하여 구동 TFT의 게이트 노드 및 소스 노드의 전압을 빠르게 상승 시킴으로써, 발광 기간에 유기 발광 소자에 흐르는 전류의 딜레이를 개선하여 플리커 현상을 억제할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 설명하기 위한 개략적인 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 하나의 화소 구동회로를 나타내는 회로도이다.
- 도 3은 도2에 도시된 화소 구동회로에 입력되는 신호 및 이에 따른 개략적인 출력 신호를 나타내는 파형도이다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 하나의 화소 구동회로를 나타내는 회로도이다.
- 도 5는 비교예 및 실시예에 따른 효과를 나타내기 위한 Ioled의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0021] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0022] 소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 "위 (on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.
- [0023] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0024] 구성 요소를 단수로 표현한 경우, 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 특정 수치가 기재된 경우, 특정 수치는 통상적인 오차의 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0026] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0027] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0028] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0029] 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치 및 그의 구동 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)를 설명하기 위한 개략적인 블록도이다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 유기 발광 표시 장치(100)는 복수의 화소(P)를 포함하는 표시 패널(110), 복수의 화소(P) 각각에 게이트 신호를 공급하는 게이트 드라이버(130), 복수의 화소(P) 각각에 데이터 신호를 공급하는 데이터 드라이버(140) 및 게이트 드라이버(130)와 데이터 드라이버(140)를 제어하는 타이밍 컨트롤러(120)를 포함한다.
- [0032] 타이밍 컨트롤러(120)는 외부로부터 입력되는 영상 데이터(RGB)를 표시 패널(110)의 크기 및 해상도에 적합하게 처리하여 데이터 드라이버(140)에 공급한다. 타이밍 컨트롤러(120)는 외부로부터 입력되는 동기 신호(SYNC)들, 예를 들어, 도트 클럭신호(DCLK), 데이터 인에이블 신호(DE), 수평 동기신호(Hsync), 수직 동기신호(Vsync)를 이용해 다수의 게이트 및 데이터 제어신호(GCS, DCS)를 생성한다. 생성된 다수의 게이트 및 데이터 제어신호(GCS, DCS)를 게이트 드라이버(130) 및 데이터 드라이버(140)에 각각 공급함으로써, 게이트 드라이버(130) 및 데이터 드라이버(140)를 제어한다.
- [0033] 게이트 드라이버(130)는 타이밍 컨트롤러(120)로부터 공급된 게이트 제어 신호(GCS)에 따라 게이트 라인(GL)에

게이트 신호를 공급한다. 여기서, 게이트 신호는 적어도 하나의 스캔 신호 및 발광 제어 신호를 포함한다. 도 1에서는 게이트 드라이버(130)가 표시 패널(110)의 일 측에 이격되어 배치된 것으로 도시되었으나, 게이트 드라이버(130)의 수와 배치 위치는 이에 제한되지 않는다. 즉, 게이트 드라이버(130)는 GIP(Gate In Panel) 방식으로 표시 패널(110)의 일측 또는 양측에 배치될 수도 있다.

- [0034] 데이터 드라이버(140)는 타이밍 컨트롤러(120)로부터 공급된 데이터 제어 신호(DCS)에 따라 영상 데이터(RGB)를 데이터 전압으로 변환하고, 변환된 데이터 전압을 데이터 라인(DL)을 통해 화소(P)에 공급한다.
- [0035] 표시 패널(110)에서 복수의 게이트 라인(GL) 및 복수의 데이터 라인(DL)이 서로 교차되고, 복수의 화소(P) 각각은 게이트 라인(GL) 및 데이터 라인(DL)에 연결된다. 구체적으로, 하나의 화소(P)는 게이트 라인(GL)을 통해 게이트 드라이버(130)로부터 게이트 신호를 공급받고, 데이터 라인(DL)을 통해 데이터 드라이버(140)로부터 데이터 신호를 공급받으며, 전원 공급 라인을 통해 다양한 전원을 공급받는다. 구체적으로, 하나의 화소(P)는 게이트 라인(GL)을 통해 적어도 하나의 스캔 신호 및 발광 제어 신호를 수신하고, 데이터 라인(DL)을 통해 데이터 전압 또는 기준 전압을 수신하며, 전원 공급 라인을 통해 고전위 전압(VDD), 저전위 전압(VSS) 및 초기화 전압(Vinit)을 수신한다.
- [0036] 또한, 화소(P) 각각은 유기 발광 소자 및 유기 발광 소자의 구동을 제어하는 화소 구동 회로를 포함한다. 여기서, 유기 발광 소자는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이의 유기 발광층으로 이루어진다. 화소 구동회로는 스위칭 TFT, 구동 TFT 및 커패시터를 포함한다. 구체적으로, 화소 회로에서 구동 TFT는 커패시터에 충전된 데이터 전압에 따라 유기 발광 소자에 공급되는 전류량을 제어하여 유기 발광 소자의 발광량을 조절하고, 스위칭 TFT는 게이트 라인(GL)을 통해 공급되는 스캔 신호를 수신하여 데이터 전압을 커패시터에 충전한다.
- [0037] 이와 같이 유기 발광 표시 장치(100)는 화소 구동회로에 구동 TFT 및 스위칭 TFT를 포함하고, 구동 TFT 및 스위칭 TFT 각각을 구성하는 액티브층은 서로 다른 물질로 구성될 수 있다. 이와 같이 하나의 화소 구동회로에서 구동 TFT 및 스위칭 TFT 각각이 서로 다른 특성을 갖는 TFT로 이루어져, 유기 발광 표시 장치(100)는 멀티 타입의 TFT를 포함할 수 있다.
- [0038] 구체적으로, 멀티 타입의 TFT를 포함하는 유기 발광 표시 장치(100)에서는 다결정 반도체 물질을 액티브층으로 하는 TFT로서 저온 폴리 실리콘(Low Temperature Poly-Silicon; 이하, LTPS라고 함)을 이용한 LTPS TFT가 사용된다. 폴리 실리콘 물질은 이동도가 높아 (100cm²/Vs 이상), 에너지 소비전력이 낮고 신뢰성이 우수하므로, 표시 소자용 TFT들을 구동하는 구동 소자용 게이트 드라이버(130) 및/또는 멀티플렉서(MUX)에 적용할 수 있다. 또는 유기 발광 표시 장치(100)에서 화소(P) 내 구동 TFT로 적용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0039] 또한, 멀티 타입의 TFT를 포함하는 유기 발광 표시 장치(100)에서는 산화물 반도체 물질을 액티브층으로 하는 산화물 반도체 TFT가 사용된다. 산화물 반도체 물질은 오프-전류(Off-Current)가 낮으므로, 턴 온(turn On) 시간이 짧고 턴 오프(turn Off) 시간을 길게 유지하는 스위칭 TFT에 적합할 수 있다.
- [0040] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 멀티 타입의 TFT를 포함하는 유기 발광 표시 장치(100)는 스위칭 TFT가 산화물 반도체 TFT로 이루어지고 구동 TFT는 LTPS TFT로 이루어진 화소 구동회로를 포함한다. 다만, 본 발명의 유기 발광 표시 장치(100)에서 스위칭 TFT는 산화물 반도체 TFT, 구동 TFT는 LTPS TFT로 한정되지 않으며, 멀티 타입의 TFT가 다양하게 구성될 수 있다. 또한, 본 발명의 유기 발광 표시 장치(100)에서 화소 구동회로는 멀티 타입의 TFT를 포함하지 않고 하나의 종류로 이루어진 TFT를 포함할 수도 있다.
- [0041] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)는 공정 편차 등의 이유로 화소 마다 구동 TFT의 문턱 전압(Vth) 및 이동도(mobility)와 같은 특성 차이가 발생하고, 고전위 전압(VDD)의 전압 강하가 발생하여 유기 발광 소자를 흐르는 전류가 딜레이(Delay)되는 현상을 개선하기 위하여 커플링 커패시터를 포함하는 화소 구동 회로가 다양하게 구성될 수 있다.
- [0042] 이러한 커플링 커패시터를 포함하는 화소 구동회로는 구동 TFT의 게이트 노드에서 전압(Vg)이 부트스트랩핑(Bootstrapping)으로 빠르게 상승하며, 유기 발광 소자에는 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압(Vgs)에 대응하여 딜레이(Delay) 없는 전류(Ioled)가 흐르게 된다. 따라서, 본 발명의 유기 발광 표시 장치(100)는 유기 발광 소자의 휘도 저하로 인한 플리커 발생을 최소화 할 수 있다.
- [0043] 이하, 본 발명의 화소를 구체적으로 설명한다. 도 2는 도 1에 도시된 화소의 구동 회로도이다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 화소(1)는 유기 발광소자(OLED)와, 4개의 트랜지스터와, 3개의 커패시터를 구비하여 유기 발광소자(OLED)를 구동하는 화소 구동 회로(200)를 포함한다.

- [0045] 구체적으로, 화소 구동 회로(200)는 구동 트랜지스터(DT), 제1 내지 제3 스위칭 트랜지스터(T1~ T3), 그리고 제1 내지 제3 커패시터(C1~ C3)를 포함한다.
- [0046] 여기서, 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2)는 저장 커패시터이고, 제3 커패시터는 커플링 커패시터일 수 있다.
- [0047] 구동 TFT(DT)는 제1 스위칭 TFT(T1)와 연결된 제1 노드(N1)인 게이트 노드, 제2 스위칭 TFT(T2)와 연결된 제2 노드(N2)인 소스 노드 및 제3 스위칭 TFT(T3)에 연결된 드레인 노드를 포함한다.
- [0048] 구체적으로, 구동 TFT(DT)의 게이트 노드는 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 공급하는 데이터 라인(DL)에 전기적으로 연결된다. 이에, 구동 TFT(DT)의 게이트 노드는 제1 스위칭 TFT(T1)의 소스 노드에 연결되어 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 공급 받는다. 구동 TFT(DT)의 드레인 노드는 고전위 전압(VDD) 라인에 전기적으로 연결된다. 이에, 구동 TFT(DT)의 드레인 노드는 제3 스위칭 TFT(T3)의 소스 노드에 연결되어 고전위 전압(VDD)을 공급 받는다. 구동 TFT(DT)의 소스 노드는 유기 발광 소자와 전기적으로 연결된다. 구체적으로, 구동 TFT(DT)의 소스 노드는 유기 발광 소자의 애노드와 연결되고, 제2 스위칭 TFT(T2)의 소스 노드와 연결된다.
- [0049] 이에 따라, 발광 제어 신호(EM)에 의해 제3 스위칭 TFT(T3)가 턴 온되고 구동 TFT(DT)도 턴 온되면, 구동 TFT(DT)는 게이트 노드 및 소스 노드에 인가된 전압에 기초하여 유기 발광 소자에 흐르는 전류(Ioled)의 크기를 제어하여, 유기 발광 소자의 휘도를 제어한다.
- [0050] 제1 스위칭 TFT(T1)는 제1 스캔 신호(SCAN1) 라인에 연결된 게이트 노드, 데이터 라인에 연결된 드레인 노드 및 구동 TFT(DT)와 연결된 제1 노드(N1)인 소스 노드를 포함한다. 구체적으로, 제1 스위칭 TFT(T1)의 게이트 노드는 제1 스캔 신호(SCAN1) 라인에 연결되어 제1 스캔 신호(SCAN1)에 의해 턴 온되거나 턴 오프된다. 제1 스위칭 TFT(T1)의 드레인 노드는 데이터 라인(DL)에 연결되어 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 구동 TFT(DT)의 게이트 노드에 전달한다. 제1 스위칭 TFT(T1)의 소스 노드는 구동 TFT(DT)의 게이트 노드에 직접 연결된다.
- [0051] 이에 따라, 제1 스캔 신호(SCAN1)가 하이 상태인 경우, 제1 스위칭 TFT(T1)는 턴 온되어 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 구동 TFT(DT)의 게이트 노드에 공급한다.
- [0052] 제2 스위칭 TFT(T2)는 제2 스캔 신호(SCAN2) 라인에 연결된 게이트 노드, 초기화 전압(Vinit) 라인에 연결된 드레인 노드 및 구동 TFT(DT)의 소스 노드와 연결된 소스 노드를 포함한다. 구체적으로, 제2 스위칭 TFT(T2)의 게이트 노드는 제2 스캔 신호(SCAN2)가 하이 상태인 경우 제2 스위칭 TFT(T2)가 턴 온 된다. 제2 스위칭 TFT(T2)는 초기화 전압(Vinit)을 제2 노드(N2)에 공급한다. 제2 스위칭 TFT(T2)의 소스 노드는 구동 TFT(DT)의 소스 노드 및 유기 발광 소자의 애노드와 연결된 제2 노드(N2)에 직접 연결된다.
- [0053] 이에 따라, 제2 스캔 신호(SCAN2)가 하이 상태인 경우, 제2 스위칭 TFT(T2)는 턴 온되어 초기화 전압(Vinit)을 제2 노드(N2)에 공급하여, 유기 발광 소자에 기입된 데이터 전압(Vdata)을 초기화 시킨다.
- [0054] 제3 스위칭 TFT(T3)는 발광 제어 신호(EM) 라인에 연결된 제3 노드(N3)인 게이트 노드, 고전위 전압(VDD) 라인에 연결된 드레인 노드 및 구동 TFT(DT)의 드레인 노드와 연결된 소스 노드를 포함한다. 구체적으로, 제3 스위칭 TFT(T3)의 게이트 노드는 발광 제어 신호(EM) 라인에 연결되어, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 온 된다. 제3 스위칭 TFT(T3)의 드레인 노드는 고전위 전압(VDD) 라인에 직접 연결된다.
- [0055] 이에 따라, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우, 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 온되어 고전위 전압(VDD)을 구동 TFT(DT)의 드레인 노드에 공급하여, 구동 TFT(DT)가 데이터 전압(Vdata)에 의해 유기 발광 소자의 전류량을 조절한다.
- [0056] 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2)는 구동 TFT(DT)의 게이트 노드 또는 소스 노드에 인가되는 전압을 저장하는 저장 커패시터일 수 있다. 또한, 2개의 저장 커패시터는 구동 TFT(DT)의 소스 노드에서 직렬로 연결된다.
- [0057] 제1 커패시터(C1)는 구동 TFT(DT)의 게이트 노드인 제1 노드(N1) 및 구동 TFT(DT)의 소스 노드인 제2 노드(N2)와 전기적으로 연결된다. 이에, 제1 커패시터(C1)는 제1 노드(N1) 및 제2 노드(N2)에 인가되는 전압의 차이만큼 전압을 저장한다. 제2 커패시터(C2)는 구동 TFT(DT)의 소스 노드인 제2 노드(N2) 및 고전위 전압(VDD) 라인과 전기적으로 연결된다. 또한, 제2 커패시터(C2)는 제2 노드(N2)에서 제1 커패시터(C1)와 직렬로 연결된다. 이에, 제2 커패시터(C2)는 제1 커패시터(C1)와 함께 전압 분배에 의한 전압을 저장한다.

- [0058] 예를 들어, 제1 커패시터(C1)는 제1 노드(N1) 및 제2 노드(N2)의 전압 차이로 구동 TFT(DT)의 문턱 전압(Vth)을 저장하여 샘플링한다. 또한, 데이터 전압(Vdata)이 인가되는 경우, 제1 커패시터(C1)는 제2 커패시터(C2)와의 전압 분배에 의해 결정되는 전압을 저장하여 프로그래밍한다. 즉, 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2)는 소스 팔로워(source-follower) 방식으로 구동 TFT(DT)의 문턱 전압(Vth)을 샘플링한다. 제1 노드(N1) 및 제2 노드(N2)의 전위가 변하는 경우, 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2)는 전압 분배를 통해 제1 노드(N1) 및 제2 노드(N2)의 전위를 각각 저장한다.
- [0059] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 화소 구동 회로(200)의 제3 커패시터(C3)는 제3 스위칭 TFT(T3)의 게이트 노드인 제3 노드(N3) 및 구동 TFT(DT)의 게이트 노드인 제1 노드(N1) 사이에 배치된다. 즉, 제3 커패시터(C3)는 발광 제어 신호(EM) 라인 및 제1 노드(N1) 사이에 전기적으로 연결되어 배치된다.
- [0060] 이에 따라, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우, 제1 커패시터(C1)와 제3 커패시터(C3)의 커패시터 커플링에 의해 제1 노드(N1)에 빠르게 상승한, 부트스트랩핑된 전압이 충전된다. 즉, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우, 제3 노드(N3)에는 발광 제어 신호(EM)가 공급되고, 제1 노드(N1)의 전압은 제1 및 제3 커패시터(C1, C3)의 커패시터 커플링에 의해 빠르게 상승한다. 또한, 제1 노드(N1)의 전압인 구동 TFT(DT)의 게이트 노드의 전압이 상승함에 따라, 구동 TFT(DT)의 소스 노드의 전압도 상승한다.
- [0061] 따라서, 발광 제어 신호(EM)가 제3 스위칭 TFT(T3)를 턴-온 시키면, 고전위 전압(VDD)이 구동 TFT(DT)의 드레인 노드에 인가된다. 또한 제1 커패시터(C1) 및 제3 커패시터(C3)의 커패시터 커플링에 의해 구동 TFT(DT)의 게이트 전압이 빠르게 상승하게 된다. 이어서, 구동 TFT(DT)의 소스 노드인 제2 노드(N2)도 전압이 빠르게 상승한다.
- [0062] 그 결과, 구동 TFT(DT)의 Vgs에 의해 유기 발광 소자에 흐르는 전류는(Ioled)가 조절되고, Ioled에 의해 유기 발광 소자가 발광하는 화소 구동회로(200)에 있어서, 제1 커패시터(C1) 및 제3 커패시터(C3)의 커패시터 커플링에 의해 Ioled의 크기도 보다 신속하게 증가할 수 있다.
- [0063] 따라서, 커패시터 커플링에 의해 구동 TFT(DT)의 게이트 노드에 걸리는 전압의 빠른 증가는 유기 발광 소자에 흐르는 전류(Ioled)가 상승하는 시간의 딜레이도 현저하게 감소 시킬 수 있다.
- [0064] 추가로, 2개의 커패시터가 직렬로 연결되어 발생하는 커패시터 커플링 현상에 대하여 설명하고자 한다.
- [0065] 커패시터는 양단의 전압차를 유지하려는 성질이 있고, 커패시터 커플링을 통해 서로의 값에 관여하게 된다. 이는 전하량 보존의 법칙과 밀접한 관계를 갖는다. 이와 같이 전하량 보존의 법칙은 다음 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

$$Q = CV, Q1 = Q2$$

$$C1 (\Delta V1 - \Delta V2) = C2 (\Delta V2 - \Delta V3), \Delta V3 = 0$$

$$C1 (\Delta V1 - \Delta V2) = C2 \Delta V2$$

$$\therefore \Delta V2 = C1 / (C1 + C2) * \Delta V1$$

- [0066] 여기서, Q1 및 Q2는 전하량이고, C1 및 C2는 커패시터이다. [수학식 1]을 검토해 보면, [수학식 1]에서 보여주는 커패시터 일단의 전압 변화량은 커패시터 커플링에 의해 변동되는 전압 값과 관련이 있다.
- [0068] 도 2를 참조하면, 본 발명의 화소 구동회로(200)에서는 제1 커패시터(C1) 및 제3 커패시터(C3)의 영향을 받아 구동 TFT(DT)의 게이트 노드 전압이 커패시터 커플링에 의해 상승하게 된다. 이와 같은 현상을 부트스트랩핑(Bootstrapping)이라 한다.
- [0069] 도 3은 도 2에 도시된 화소 구동회로(200)에 입력되는 신호 및 이에 따른 개략적인 출력 신호를 나타내는 파형도이다. 설명의 편의를 위해 도 2 및 도 3을 참조하여 후술한다.
- [0070] 도 3을 참조하면, 리프레시 구간은 초기화 구간(t1), 샘플링 구간(t2), 프로그래밍 구간(t3) 및 발광 구간(t4)

을 포함한다. 리프레시 구간은 대략 1 수평 기간(1H)로 설정될 수 있으며, 몇몇 실시예에서 1 수평 구간(1H) 내에 발광 구간(t_4)이 포함되지 않을 수도 있다. 리프레시 구간 동안 화소 어레이의 1 수평 라인에 배열된 화소에 데이터가 기입된다. 구체적으로, 리프레시 구간 동안 화소 구동회로(200)의 구동 TFT(DT)의 문턱 전압(V_{th})이 샘플링 되고, 문턱 전압(V_{th})만큼 데이터 전압(V_{data})이 보상된다. 이에, 문턱 전압(V_{th})에 무관하게 유기 발광 소자의 전류량이 결정될 수 있도록 데이터 전압(V_{data})이 보상되어 화소에 기입된다.

- [0071] 도 3에서는 초기화 구간(t_1), 샘플링 구간(t_2), 프로그래밍 구간(t_3) 및 발광 구간(t_4) 각각이 동일한 시간 동안 유지되는 것으로 도시되었으나, 초기화 구간(t_1), 샘플링 구간(t_2), 프로그래밍 구간(t_3) 및 발광 구간(t_4) 각각의 시간은 실시예에 따라 다양하게 변화할 수 있다.
- [0072] 먼저, 초기화 구간(t_1)이 시작되는 순간 제1 스캔 신호(SCAN1) 및 제2 스캔 신호(SCAN2)가 라이징되어 하이 상태로 된다. 이와 동시에 발광 제어 신호(EM)는 폴딩되어 로우 상태로 된다. 이에, 초기화 구간(t_1) 동안 제1 스위칭 TFT(T1) 및 제2 스위칭 TFT(T2)는 턴 온되고, 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 오프된다.
- [0073] 이에 따라, 제1 스위칭 TFT(T1)에 의해 데이터 라인으로부터 기준 전압(V_{ref})이 제1 노드(N1)에 공급된다. 초기화 구간(t_1) 동안 제1 노드(N1)의 전압은 기준 전압(V_{ref})으로 충전된다. 또한, 제2 스위칭 TFT(T2)에 의해 초기화 전압(V_{init}) 라인으로부터 초기화 전압(V_{init})이 제2 노드(N2)에 공급된다. 즉, 구동 TFT(DT)의 소스 노드인 제2 노드(N2)에 초기화 전압(V_{init})이 공급됨에 따라, 유기 발광 소자에 기입된 데이터 전압(V_{data})은 초기화 전압(V_{init})으로 초기화된다.
- [0074] 샘플링 구간(t_2) 동안, 제1 스캔 신호(SCAN1)는 하이 상태로 유지되고, 제2 스캔 신호(SCAN2)는 로우 상태를 유지한다. 샘플링 구간(t_2)이 시작되는 순간 발광 제어 신호(EM)는 라이징되어 샘플링 구간(t_2) 동안 하이 상태를 유지한다. 이에, 샘플링 구간(t_2) 동안 제1 스위칭 TFT(T1) 및 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 온되고, 제2 스위칭 TFT(T2)는 턴 오프된다.
- [0075] 샘플링 구간(t_2) 동안, 턴 온된 제1 스위칭 TFT(T1)를 통해 기준 전압(V_{ref})이 제1 노드(N1)로 계속하여 공급되고, 턴 온된 제3 스위칭 TFT(T3)를 통해 고전위 전압(VDD)이 구동 TFT(DT)의 드레인 노드로 공급된다.
- [0076] 이어서, 샘플링 구간(t_2) 동안 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태로 공급됨으로써, 제3 스위칭 TFT(T3)가 턴 온되고, 제1 커패시터(C1)와 제3 커패시터(C3)의 커패시터 커플링에 의해 제1 노드(N1)의 전압이 빠르게 상승한다. 또한, 제1 스캔 신호(SCAN1)가 하이 상태로 유지됨으로써, 제1 스위칭 TFT(T1)가 턴 온되어 제1 노드(N1)에 기준 전압(V_{ref})이 계속하여 공급된다. 즉, 샘플링 구간(t_2) 동안 제1 노드(N1)의 전압은 기준 전압(V_{ref})에 커플링된 전압만큼 빠르게 상승한다.
- [0077] 즉, 샘플링 구간(t_2) 동안 제1 노드(N1)의 전압은 기준 전압(V_{ref})으로 유지되지 않고, 제3 커패시터(C3)의 커플링에 의해 기준 전압(V_{ref})보다 커진다. 이에, 샘플링 구간(t_2) 동안 제1 노드(N1)의 전압은 기준 전압(V_{ref})보다 큰 전압(이하, V'_{ref} 라고 함)이 걸리게 되고, 제2 노드(N2)의 전압은 V'_{ref} 전압에서 문턱전압(V_{th})을 뺀 전압이 될 수 있다. 제2 노드(N2)의 전압은 구동 TFT(DT)의 드레인-소스 간 전류(이하, I_{ds} 라고 함)에 의해 빠르게 상승한다.
- [0078] 여기서, 소스 팔로워(source-follower) 방식에 의해 구동 TFT(DT)의 게이트-소스 간 전압(이하, V_{gs} 라 함)은 구동 TFT(DT)의 문턱 전압(V_{th})으로 샘플링된다. 이와 같이 샘플링된 구동 TFT(DT)의 문턱 전압(V_{th})은 제1 커패시터(C1)에 저장된다.
- [0079] 프로그래밍 구간(t_3) 동안 제1 스캔 신호(SCAN1)는 하이 상태로 유지되고, 제2 스캔 신호(SCAN2)는 로우 상태를 유지한다. 프로그래밍 구간(t_3)이 시작되는 순간 발광 제어 신호(EM)는 폴딩되어 프로그래밍 구간(t_3) 동안 로우 상태를 유지한다. 이에, 프로그래밍 구간(t_3) 동안 제1 스위칭 TFT(T1)만 턴 온되고, 제2 스위칭 TFT(T2) 및 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 오프된다. 이에 따라, 턴 온된 제1 스위칭 TFT(T1)를 통해 데이터 전압(V_{data})이 제1 노드(N1)로 공급되고, 구동 TFT(DT)의 드레인 노드 및 소스 노드는 플로팅 된다.
- [0080] 이에 따라, 샘플링 구간(t_2)에서 샘플링된 구동 TFT(DT)의 문턱 전압(V_{th}) 및 제3 커패시터(C3)의 커플링에 의한 상승된 전압(V'_{ref})을 기초로, 프로그래밍 구간(t_3) 동안 구동 TFT(DT)의 V_{gs} 가 프로그래밍된다.
- [0081] 또한, 프로그래밍 구간(t_3) 동안, 제1 노드(N1)에 데이터 전압(V_{data})이 공급됨으로써, 제1 노드(N1)의 전압이 변동된다. 이어서, 샘플링 구간(t_2) 동안 빠르게 상승된 제2 노드의 전압은 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2)와 전기적 연결에 의하여 제1 노드(N1)에 공급된 데이터 전압(V_{data})이 반영된 전압으로 변동될 수 있다.
- [0082] 따라서, 프로그래밍 구간(t_3) 동안 제1 노드(N1)에 데이터 전압(V_{data})이 공급됨으로써, 제1 노드(N1)의 전압

변화량은 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2) 사이에서 전압 분배되고, 제2 노드(N2)의 전압은 전압 분배된 전압값으로 결정된다. 구체적으로, 제1 노드(N1)의 전압 변화량은 $V_{data}-V'_{ref}$ 이고, 직렬로 연결된 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2) 사이의 전압 분배로 인해, 프로그래밍 구간(t3) 동안 제2 노드(N2)에서의 전압 변화량은 $C1/(C1+C2)*(V_{data}-V'_{ref})$ 이다. 즉, 제2 노드(N2)의 전압은 샘플링 구간(t2)에서 결정된 $V'_{ref}-V_{th}$ 에 프로그래밍 구간(t3) 동안 제2 노드(N2)에서의 전압 변화량인 $C1/(C1+C2)*(V_{data}-V'_{ref})$ 을 더한 값이 된다. 다시 말해, 프로그래밍 구간(t3)에서 제2 노드(N2)의 전압은 $(V'_{ref}-V_{th})+C1/(C1+C2)*(V_{data}-V'_{ref})$ 이고, 구동 TFT(DT)의 V_{gs} 는 $(1- C1/(C1+C2))*(V_{data}-V'_{ref})+V_{th}$ 로 프로그래밍된다.

[0083] 예를 들어, 제3 커패시터(C3)의 커플링에 의해 V'_{ref} 전압이 데이터 전압(V_{data})과 비슷한 전압으로 상승하게 되면, 구동 TFT(DT)의 V_{gs} 는 샘플링 된 전압으로 일정하게 유지하게 된다.

[0084] 발광 구간(t4) 동안, 구동 TFT(DT)의 V_{gs} 에 의해 유기 발광 소자에 흐르는 전류(I_{oled})가 조절되고, I_{oled} 에 의해 유기 발광 소자가 발광한다. 이와 같이 발광 구간(t4) 동안 유기 발광 소자에 흐르는 I_{oled} 는 다음 [수학식 1]과 같다.

수학식 2

$$I_{oled} = \frac{k}{2} [(1 - C') \times (V_{data} - V_{ref})]^2$$

[0085]

[0086] 여기서, k 는 화소 회로(200)의 다양한 요인이 반영된 비례 상수이고, $C' = C1/(C1+C2)$ 이다. [수학식 2]을 검토해보면, [수학식 2]에서 문턱 전압(V_{th})이 소거되어, 유기 발광 소자에 흐르는 전류(I_{oled})는 구동 TFT(DT)의 문턱 전압(V_{th})의 영향을 받지 않는다.

[0087] 종래에는, 발광 구간(t4)에서 발광 제어 신호(EM)가 인가된 이후, 화소 회로(200) 내의 기생 용량 또는 화소 내부의 전압 변동으로 인해 I_{oled} 가 증가하는 속도가 느려져, 유기 발광 소자가 충분한 휘도로 발광하는데 딜레이가 발생하고, 이로 인해 낮은 휘도가 인지되어 플리커 현상이 발생할 수 있다.

[0088] 도 3을 참조하면, 발광 구간(t4) 동안, 제1 스캔 신호(SCAN1)는 로우 상태로 되고, 제2 스캔 신호(SCAN2)도 로우 상태를 유지한다. 발광 구간(t4)이 시작되는 순간 발광 제어 신호(EM)는 하이 상태로 유지한다. 이에, 발광 구간(t4) 동안 제1 스위칭 TFT(T1) 및 제2 스위칭 TFT(T2)는 턴 오프되고, 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 온된다.

[0089] 이에 따라, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우, 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 온되어 고전위 전압(VDD)을 구동 TFT(DT)의 드레인 노드에 공급하고, 구동 TFT(DT)가 데이터 전압(V_{data})에 의해 유기 발광 소자의 전류량을 조절한다.

[0090] 발광 구간(t4) 동안, 턴 온된 제3 스위칭 TFT(T3)를 통해 고전위 전압(VDD)이 구동 TFT(DT)의 드레인 노드로 공급되고, 제3 커패시터(C3)의 커플링에 의해 빠르게 상승된 구동 TFT(DT)의 게이트 노드인 제1 노드(N1) 및 소스 노드인 제2 노드(N2)의 전압은 유기 발광 소자에 흐르는 전류(I_{oled})의 딜레이를 최소화 하는 역할을 한다.

[0091] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 하나의 화소 구동 회로를 나타내는 회로도이다.

[0092] 도 4에 도시된 화소 회로는 도 2에 도시된 화소 구동회로에서 제3 커패시터의 배치가 다를 뿐, 나머지 구성은 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 중복 설명은 생략한다. 즉, 발명의 화소 구동회로(300)는 도 2에 도시된 화소 구동회로(200)에서 커플링 커패시터인 제3 커패시터(C3)가 연결된 하나의 노드만 상이할 뿐, 나머지 구성은 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 중복 설명은 생략한다.

[0093] 도 4을 참조하면, 화소 구동회로(300)는 구동 TFT(DT), 3개의 스위칭 TFT 및 제1 커패시터(C1), 제2 커패시터(C2) 및 제3 커패시터(C3)를 포함한다. 여기서, 제1 커패시터(C1) 및 제2 커패시터(C2)는 저장 커패시터이고, 제3 커패시터(C3)는 커플링 커패시터일 수 있다.

[0094] 제3 커패시터(C3)는 제3 스위칭 TFT(T3)의 게이트 노드인 제3 노드(N3) 및 구동 TFT(DT)의 드레인 노드인 제4 노드(N4) 사이에 배치된다. 즉, 제3 커패시터는 발광 제어 신호(EM) 라인 및 제4 노드(N4) 사이에 전기적으로 연결되어 배치된다.

- [0095] 이에 따라, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우, 제3 커패시터(C3)에 의해 제3 노드(N3)와 제4 노드(N4) 사이에 일정한 전압이 충전된다. 즉, 제3 노드(N3)에 발광 제어 신호(EM)가 공급되고, 제4 노드(N4)의 전압은 제1 커패시터(C1)와 제3 커패시터(C3)에서의 커패시터 커플링에 의해 빠르게 상승한다.
- [0096] 또한, 구동 TFT(DT)의 게이트 노드 인 제1 노드(N1)와 드레인 노드 인 제4 노드(N4) 사이에 기생 커패시터(Cpara)가 생성될 수 있다. 구동 TFT(DT)의 기생 커패시터(Cpara)는 제1 커패시터(C1)와 함께, 제1 커패시터(C1)와 제3 커패시터(C3)에서의 커패시터 커플링에 이어서, 두번째 커패시터 커플링을 형성할 수 있다.
- [0097] 이에 따라, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우, 제4 노드(N4)의 전압이 제3 커패시터(C3)의 커플링에 의해 상승하고, 제1 노드(N1)의 전압은 구동 TFT(DT)의 기생 커패시터(Cpara)의 커플링에 의해 상승한다. 따라서, 제1 노드(N1)의 전압은 제3 커패시터(C3)와 구동 TFT(DT)의 기생 커패시터(Cpara)의 이중 커플링에 의해 빠르게 상승한다.
- [0098] 다시 말해, 발광 제어 신호(EM)가 하이 상태인 경우에는 제4 노드(N4)의 전압이 상승함에 따라, 이어진 두번째 커패시터 커플링에 의해 구동 TFT(DT)의 게이트 노드 인 제1 노드(N1)의 전압도 빠르게 상승한다.
- [0099] 따라서, 발광 제어 신호(EM)가 제3 스위칭 TFT(T3)를 턴-온 시키면, 고전위 전압(VDD)이 구동 TFT(DT)의 드레인 노드에 인가된다. 또한 제3 커패시터(C3) 및 기생 커패시터(Cpara)의 이중 커패시터 커플링에 의해 구동 TFT(DT)의 게이트 전압이 빠르게 상승하게 된다.
- [0100] 또한, 제2 노드(N2)의 전압은 제1 노드(N1)의 전압에서 문턱전압(Vth)을 뺀 전압이 될 수 있다. 제2 노드(N2)의 전압은 구동 TFT(DT)의 드레인-소스 간 전류(이하, Ids라고 함)에 의해 빠르게 상승한다.
- [0101] 그 결과, 구동 TFT(DT)의 Vgs에 의해 유기 발광 소자에 흐르는 전류(Ioled)가 조절되고, Ioled에 의해 유기 발광 소자가 발광하는 화소 구동회로(300)에 있어서, 제3 커패시터(C3) 및 기생 커패시터(Cpara)의 이중 커패시터 커플링에 의해 Ioled의 크기도 보다 신속하게 증가할 수 있다.
- [0102] 또한, 커패시터 커플링에 의해 구동 TFT(DT)의 게이트 노드에 걸리는 전압의 빠른 증가는 Ioled가 상승하는 시간의 딜레이도 현저하게 감소 시킬 수 있다.
- [0103] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서의 Ioled 변화를 보여주는 그래프이다. 또, 도 5는 비교예 및 실시예로 도시하여 Ioled 변화를 보여준다.
- [0104] 여기서, 실시예 1은 도 2에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서의 Ioled이고, 실시예 2는 도 4에 도시된 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서의 Ioled이다.
- [0105] 여기서, 도 5는 시간에 따른 Ioled의 변화를 나타내는 그래프로서, 도 5에서의 시간은 발광 제어 신호(EM)가 화소 구동회로에 공급된 순간부터의 시간을 의미한다.
- [0106] 도 5를 참조하면, 비교예에서는 Ioled의 딜레이가 약 350 μ s 정도이고, Ioled의 최대 크기도 약 1nA 정도이다. 반면, 실시예 1에서 Ioled의 딜레이가 약 35 μ s이고, Ioled의 최대 크기는 약 5nA 정도이고, 실시예 2에서 Ioled의 딜레이가 약 25 μ s이고, Ioled의 최대 크기는 약 10nA 정도이다.
- [0107] 즉, 실시예마다 Ioled의 최대값은 서로 다르더라도, Ioled의 딜레이는 본 발명의 실시예 각각에 따라 비교예에 비하여 현저하게 감소될 수 있다.
- [0108] 본 발명의 실시예에 따라 커플링 커패시터인 제3 커패시터(C3) 및 기생 커패시터(Cpara)에 의해 구동 TFT(DT)의 게이트 노드 전압이 빠르게 증가하고, 이로 인해 발광 구간(t4)이 시작하는 시점에서 Ioled가 신속하게 증가하여 Ioled의 딜레이가 현저하게 감소될 수 있다.
- [0109] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 커플링 커패시터를 이용하여 유기 발광 소자에 흐르는 전류의 딜레이를 저감시키는 화소 구동회로를 구비하는 유기 발광 표시 장치의 다양한 특징들에 대해 설명한다.
- [0110] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 구동 TFT(DT)의 게이트 노드인 제1 노드(N1)는 커플링 커패시터의 일 전극과 연결된 것을 특징으로 한다.
- [0111] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 구동 TFT(DT)의 게이트 노드는 제1 스위칭 TFT(T1)의 소스 노드에 연결되어, 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 공급 받는 것을 특징으로 한다.
- [0112] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 구동 TFT(DT)의 소스 노드인 제2 노드(N2)는 제2 스위칭 TFT(T2)에 연결되

는 것을 특징으로 한다.

- [0113] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 구동 TFT(DT)의 소스 노드는 제2 스위칭 TFT(T2)의 소스 노드에 연결되고, 유기 발광 소자의 애노드와 연결되는 것을 특징으로 한다.
- [0114] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제2 노드(N2)는 제1 저장 커패시터(C1)에 샘플링 전압을 유지하도록, 제1 노드(N1)의 전압 상승에 대응하여 상승된 전압이 공급되는 것을 특징으로 한다.
- [0115] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 구동 TFT(DT)의 드레인 노드는 제3 스위칭 TFT(T3)의 소스 노드에 연결되어 고전위 전압(VDD)을 공급받는 것을 특징으로 한다.
- [0116] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 커플링 커패시터에 의한 제1 노드(N1)의 전압 상승은 유기 발광 소자에 흐르는 전류(Ioled)의 딜레이를 저감 시키는 것을 특징으로 한다.
- [0117] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 스위칭 TFT(T1)의 게이트 노드는 제1 스캔 신호 라인에 연결되어, 제1 스캔 신호(SCAN1)에 의해 턴-온 또는 턴-오프 되는 것을 특징으로 한다.
- [0118] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 스위칭 TFT(T1)는 데이터 전압(Vdata) 또는 기준 전압(Vref)을 제1 노드(N1)에 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0119] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제2 스위칭 TFT(T2)의 게이트 노드는 제2 스캔 신호 라인에 연결되어, 제2 스캔 신호(SCAN2)에 의해 턴-온 또는 턴-오프 되는 것을 특징으로 하는 한다.
- [0120] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제2 스위칭 TFT(T2)는 초기화 전압(Vinit)을 제2 노드(N2)에 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0121] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제3 스위칭 TFT(T3)의 게이트 노드는 제3 노드(N3)이며, 발광 제어 신호 라인에 연결되어 발광 제어 신호(EM)에 의해 턴-온 또는 턴-오프 되는 것을 특징으로 한다.
- [0122] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제3 스위칭 TFT(T3)는 고전위 전압(VDD)을 구동 TFT(DT)의 드레인 노드에 공급하는 것을 특징으로 한다.
- [0123] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 커플링 커패시터는 제3 스위칭 TFT(T3)의 게이트 노드인 제3 노드(N3)와 구동 TFT(DT)의 드레인 노드인 제4 노드(N4) 사이에 전기적으로 연결된 것을 특징으로 한다.
- [0124] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제4 노드(N4)에 걸리는 전압은 커플링 커패시터에 의해 부트스트랩핑 되는 것을 특징으로 한다.
- [0125] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 구동 TFT(DT)의 게이트 노드 인 제1 노드(N1)와 구동 TFT(DT)의 드레인 노드 인 제4 노드(N4) 사이에는 제1 커패시터(C1)와 커플링 하는 기생 커패시터(Cpara)가 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0126] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 커플링 커패시터와 기생 커패시터(Cpara)는 순차적으로 커플링 동작하여 제1 노드(N1)의 전압을 부트스트랩핑 시키는 것을 특징으로 한다.
- [0127] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 구동 TFT(DT)는 LTPS TFT 인 것을 특징으로 한다.
- [0128] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 내지 제3 스위칭 TFT(T1~T3)는 Oxide 반도체 TFT인 것을 특징으로 한다.
- [0129] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 커플링 커패시터 및 구동 TFT(DT)의 기생 커패시터(Cpara)를 이용하여 유기 발광 소자에 흐르는 전류의 딜레이를 저감 시키는 화소 구동회로를 구비하는 OLED 표시장치의 다양한 특징들에 대해 설명한다.
- [0130] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 초기화 기간(t1)에 제1 스위칭 TFT(T1) 및 제2 스위칭 TFT(T2)는 턴 온되고, 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 오프되는 것을 특징으로 한다.
- [0131] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 샘플링 기간(t2)에 제1 스위칭 TFT(T1) 및 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 온되고, 제2 스위칭 TFT(T2)는 턴 오프되는 것을 특징으로 한다.
- [0132] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제3 스위칭 TFT(T3)의 턴-온에 의하여 제1 저장 커패시터(C1)와 커플링 커패시터의 커플링이 발생하며, 제1 노드(N1)에 인가되는 전압이 부트스트랩핑 되는 것을 특징으로 한다.
- [0133] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로그래밍 기간(t3)에 제1 스위칭 TFT(T1)는 턴 온되고, 제2 스위칭

TFT(T2) 및 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 오프되는 것을 특징으로 한다.

[0134] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 스위칭 TFT(T1)의 턴 온에 의하여 제1 노드(N1)의 전압이 변동되고, 제2 노드(N2)는 샘플링 구간(t2)에서 결정된 전압과 제1 노드(N1)의 변동된 전압이 제1 저장 커패시터(C1) 및 제2 저장 커패시터(C2) 사이의 전압 분배에 의해 변동된 전압으로 충전되는 것을 특징으로 한다.

[0135] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 발광 기간(t4)에 제1 스위칭 TFT(T1) 및 제2 스위칭 TFT(T2)는 턴 오프되고, 제3 스위칭 TFT(T3)는 턴 온되는 것을 특징으로 한다.

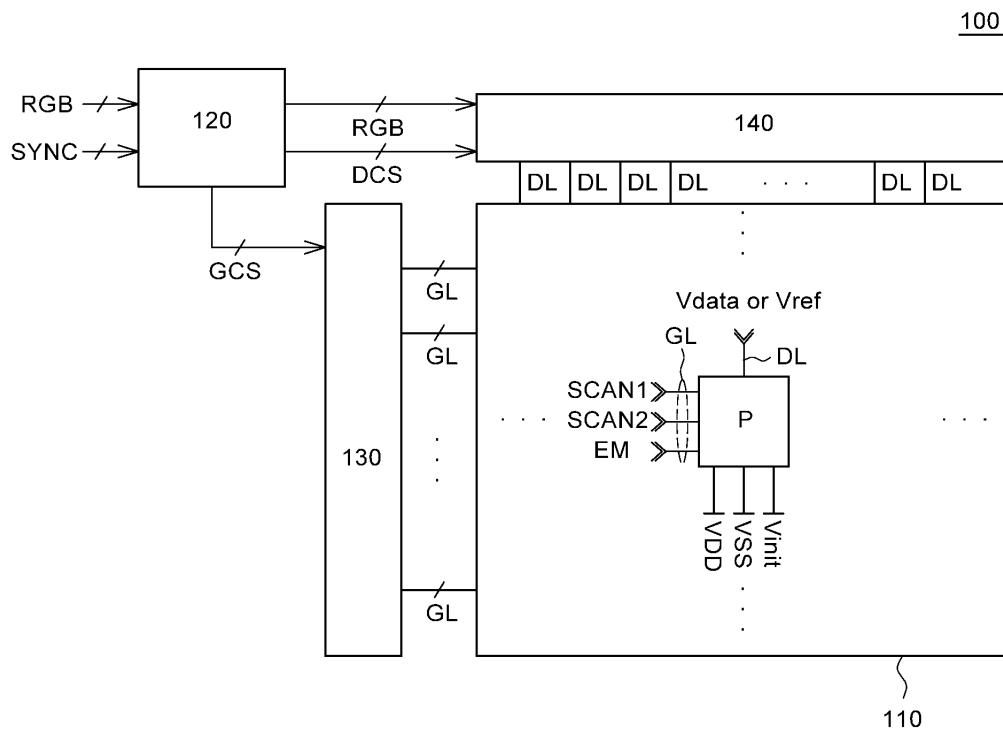
[0136] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

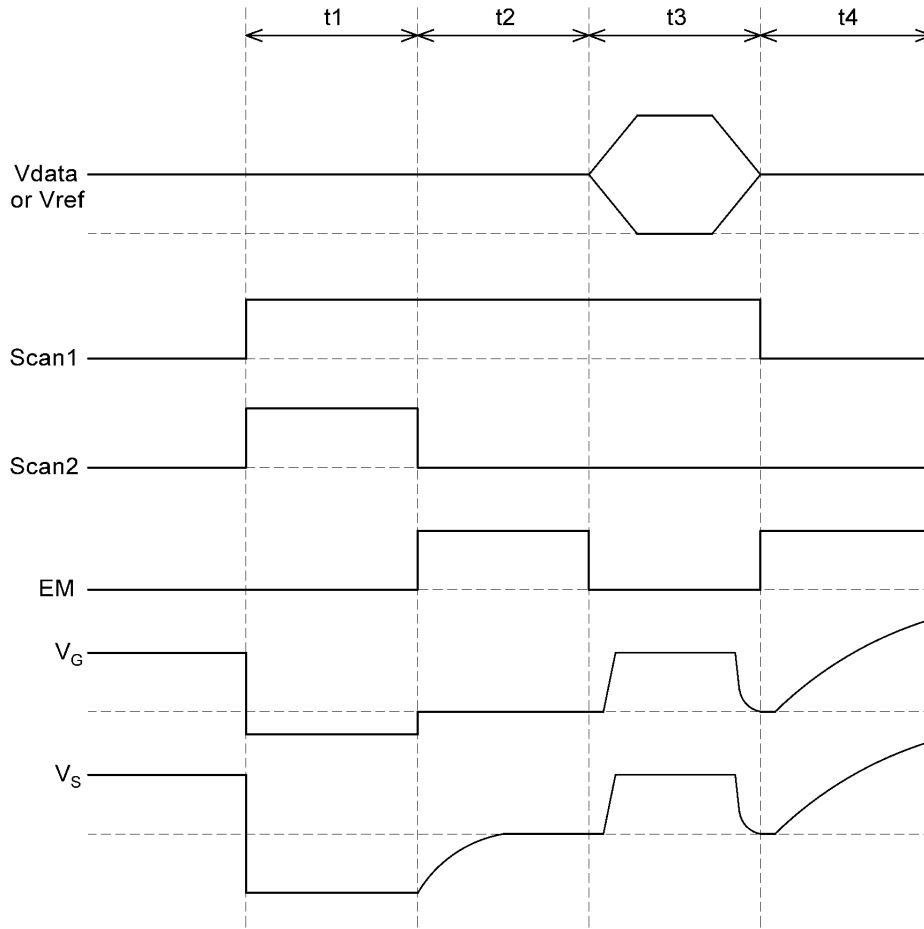
- [0137] 100: 유기 발광 표시 장치
- 110: 표시 패널
- 120: 타이밍 컨트롤러
- 130: 게이트 드라이버
- 140: 데이터 드라이버
- 200, 300: 화소 구동회로

도면

도면1



도면3



도면5

