



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월14일  
(11) 등록번호 10-2011178  
(24) 등록일자 2019년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G09G 3/32 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
G09G 3/3283 (2013.01)  
G09G 2300/0852 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7012157  
(22) 출원일자(국제) 2013년11월25일  
심사청구일자 2018년06월20일  
(85) 번역문제출일자 2015년05월08일  
(65) 공개번호 10-2015-0088247  
(43) 공개일자 2015년07월31일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/074635  
(87) 국제공개번호 WO 2014/080014  
국제공개일자 2014년05월30일  
(30) 우선권주장  
61/729,738 2012년11월26일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
WO2008114407 A1\*  
KR100847426 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
아이엠이씨 브이제트더블유  
벨기에 비-3001 루벤 카펠드리프 75  
네덜란드 오르가니자티에 포오르 토에게파스트-나  
투우르베텐샤펠리크스 온데르조에크 테엔오  
네덜란드 엔엘-2595 디에이 '에스-그라벤헤이그  
안나 반 뷰렌플레인 1  
(72) 발명자  
제누, 안  
벨기에 비-3001 루벤 카펠드리프 75 아이엠이씨  
아이피 디파트먼트  
(74) 대리인  
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 12 항

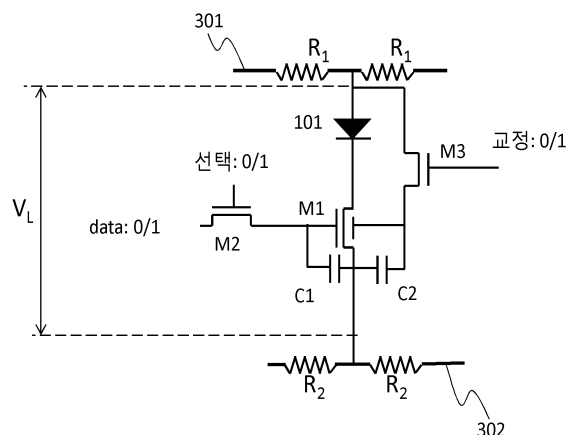
심사관 : 이승민

(54) 발명의 명칭 액티브 매트릭스 디스플레이의 저전력 디지털 구동 장치 및 방법

(57) 요약

복수의 행과 복수의 열로 논리적으로 조직된 복수의 픽셀들을 포함하는 액티브 매트릭스 디스플레이(210)를 구동하는 디지털 구동 회로에 대하여, 각 픽셀은 발광 소자(101)를 포함하고, 액티브 매트릭스 디스플레이는 복수의 열 각각에 대해 대응하는 열을 통하여 미리 설정된 전류를 구동하는 전류 드라이버(203)를 포함하고, 미리 설정된 전류는 대응하는 열에서 ON인 픽셀들의 숫자와 비례한다. 디지털 구동 회로는 복수의 행에서 연속적으로 선택하는 디지털 라인 선택 구동 회로(202)를 더 포함하고, 디지털 라인 선택 구동 회로와 동기화되고, 디지털 이미지 코드를 선택된 행에서의 픽셀에 기록하는 디지털 데이터 라인 구동 회로(201)를 포함한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류  
G09G 2320/0693 (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

액티브 매트릭스 디스플레이(210)를 구동하는 디지털 구동 회로에 있어서 -상기 액티브 매트릭스 디스플레이(210)는 복수의 행과 복수의 열로 논리적으로 조직된 복수의 픽셀을 포함하고, 픽셀 각각은 발광 소자(101)를 포함함- ,

상기 복수의 열 각각에서 대응하는 열을 통하여 미리 설정된 전류를 구동하는 전류 드라이버(203) -상기 미리 설정된 전류는 대응하는 열에서의 ON인 상기 픽셀들의 숫자에 비례함- ;

상기 복수의 행들을 연속적으로 선택하는 디지털 라인 선택 구동 회로(202); 및

상기 디지털 라인 선택 구동 회로와 동기화되고, 선택된 행에서 디지털 이미지 코드를 상기 픽셀들에 기록하는 디지털 데이터 라인 구동 회로(201)

를 포함하고,

상기 디지털 구동 회로는,

제1 저항성 경로(resistive path)(301)가 있는 제1 라인과 제2 저항성 경로(302)가 있는 제2 라인을 포함하고 -상기 제1 라인과 제2 라인 사이에 열들 각각을 통해 미리 설정된 전류가 구동될 수 있음- ,

상기 제1 저항성 경로 및 상기 제2 저항성 경로는 각각의 열에서 발광 소자 전부에 대한 상기 제1 라인 및 상기 제2 라인의 길이와 실질적으로 같은,

디지털 구동 회로.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액티브 매트릭스 디스플레이(210)는 후면을 포함하고,

상기 전류 드라이버(203)는 상기 디스플레이 후면의 외부에 위치한 디지털 구동 회로.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전류 드라이버(203)는 단결정 반도체(monocrystalline semiconductor)에 기반한 회로를 포함하는 디지털 구동 회로.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전류 드라이버(203)는 특정 순간에 상기 대응하는 열에서 ON인 상기 발광 소자(101)의 개수와 동일한 자연수를 저장하는 카운터(1201)를 포함하고,

상기 카운터(1201)는,

상기 디지털 라인 선택 구동 회로(202)와 동기화 되고, 상기 디지털 데이터 라인 구동 회로(201)의 변화에 대응할 수 있는 카운터인 디지털 구동 회로.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 카운터(1201)는 업/다운 카운터인 디지털 구동 회로.

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 있어서,

액티브 매트릭스 디스플레이(210)의 복수의 발광 소자(101)들과 연결이 가능한 픽셀 구동 회로(310, 510)를 포함하는 후면을 더 포함하고,

상기 각각의 픽셀 구동 회로(310, 510)는,

열에서의 서로 다른 픽셀들 간에 전압 강하의 차이를 보상하는 수단을 포함하고,

상기 전압 강하는 상기 발광 소자(101) 및 상기 픽셀 구동 회로(310, 510)의 직렬 연결(series connection)에서 결정되는 디지털 구동 회로.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전압 강하의 차이를 보상하는 수단은,

디지털 보상을 적용하는 수단을 포함하는 디지털 구동회로.

## 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 전압 강하의 차이를 보상하는 수단은,

아날로그 보상을 적용하는 수단을 포함하는 디지털 구동회로.

## 청구항 10

액티브 매트릭스 디스플레이(210)를 디지털 구동하는 방법에 있어서 -상기 액티브 매트릭스 디스플레이(210)는 복수의 행과 복수의 열로 논리적으로 구성된 복수의 픽셀을 포함함- ,

디지털 라인 선택 구동 회로(202)를 이용해 복수의 행의 각각을 연속적으로 선택하는 단계;

디지털 데이터 라인 구동 회로(201)를 이용해 상기 선택된 행에서의 픽셀들에 이미지 데이터를 기록하는 단계; 및

각 열을 통하여 미리 설정된 전류를 구동하는 단계

를 포함하고,

각 열에 대한 미리 설정된 전류는 대응하는 열에서 ON인 픽셀들의 숫자에 비례하며,

상기 각 열을 통하여 미리 설정된 전류를 구동하는 단계는,

제1 저항성 경로(301)를 포함하는 전류원(current source)(303) 및 제2 저항성 경로(302)를 포함하는 전류 싱크(current sink)(304) 간에 전류를 구동하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 저항성 경로 및 제2 저항성 경로의 저항값들은 실질적으로 동일한,

디지털 구동 방법.

## 청구항 11

제10항에 있어서,

각각의 열에 대하여 특정 순간에 특정한 열에서 ON인 픽셀들의 숫자와 동일한 자연수를 저장하는 단계를 더 포

함하고,

상기 자연수는 디지털 데이터 라인 구동 회로와 동기화 되고, 상기 디지털 데이터 라인 구동 회로의 변화에 따라 업데이트 되는 디지털 구동 방법.

## 청구항 12

제10항 또는 11항에 있어서,

교정(calibration)을 수행하는 단계를 더 포함하고,

상기 교정을 수행하는 단계는,

각 열에 대한 우선적(preferred) 전압 강하를 결정 하는 단계; 및

상기 대응하는 열에서의 상기 픽셀들 각각에 상기 우선적 전압 강하를 부과하는 단계

를 포함하는 디지털 구동 방법.

## 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 우선적 전압 강하를 결정하는 단계는,

픽셀 구동 회로 및 상기 픽셀의 직렬 연결에서의 전압 차이로 전압 강하를 결정하는 단계

를 포함하는 디지털 구동 방법.

## 청구항 14

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 디스플레이의 저전력 디지털 구동에 대한 장치 및 방법에 대한 것이다. 보다 구체적으로는 액티브 매트릭스 유기 발광 다이오드(AMOLED: Active Matrix Organic Light Emitting Diode)디스플레이와 같은 액티브 매트릭스 디스플레이를 디지털 구동하고 보상하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 액티브 매트릭스 유기 발광 다이오드(AMOLED: Active Matrix Organic Light-emitting Diode) 디스플레이를 예로 들 수 있는 액티브 매트릭스 디스플레이에 대한 후면의 종래 기술은, 유기 발광 다이오드(OLED: Organic Light-Emitting Diode)가 한 예시인 발광 소자 각각에 대해 픽셀 구동 회로를 사용하는 것이고, 각 픽셀 구동 회로는 대응하는 발광 소자를 통해 미리 설정된 전류를 구동한다. 복수의 픽셀 구동 회로 설계가 구현되었는데, 이들은 전부 발광 소자를 통하여 미리 설정된 전류를 구동하는 구동 트랜지스터를 포함한다. 도 1의 예시를 참고하면, 이 경우 OLED(101)가 발광 소자이고, 공급 전압 VDD와 접지 GND간에 구동 트랜지스터 M1이 발광 소자에 직렬로 연결되어 있다. 구동 트랜지스터 M1의 게이트는 선택 트랜지스터 M2의 주 전극에 연결되었는데, 트랜지스터 M2의 게이트는 선택 라인 SA에 연결되어있고, 트랜지스터 M2의 제2 전극은 데이터 라인 DA에 연결되어 있다. 커패시터 C1이 구동 트랜지스터 M1의 게이트 및 구동 트랜지스터 M1에 연결된 OLED(101)의 전극에 연결되어 있다.

[0003] 아날로그 구동 방법에서는 진폭 변조(amplitude modulation) 접근법이 사용되어왔고, 이 접근법에서 예를 들어, OLED인 각각의 발광 소자는 필요한 그레이 레벨(gray level)에 대응하는 밝기로 프레임 주기의 전체에서 빛을 방출한다. 예를 들어, OLED인 발광 소자에 흐르는 전류는 구동 트랜지스터 M1에서 게이트의 아날로그 데이터 전압에 따라 결정된다. 트랜지스터 M1이 정확한 전류 제어를 위해 바람직하게는 포화상태에서 작동하는데, 예를 들어, 서로 다른 발광 소자(예를 들어, OLED)사이에 발광 소자에서의 차이로 인한(예를 들어, OLED 문턱 전압(threshold voltage)) 밝기의 차이를 실질적으로 줄이거나 없애기 위함이다. 후면은 8V를 넘어서는 전원 전압에서 일반적으로 구동된다. 구동 트랜지스터에서 전압 강하(일반적으로 4V 이상)는 발광 소자에서의 전압 강

하보다 높다. 이는 발광 소자 보다 후면에서 더 많은 에너지가 소멸되는 것을 초래한다. 발광 소자에 흐르는 전류(따라서 발광 소자의 밝기)는 M1 게이트 전압의 공급에 따라 변한다. 이는 디스플레이 응답에서 비선형성을 생성하고, 정확도를 제한하며 디스플레이가 노이즈에 민감해지게 만든다.

[0004] 디지털 구동 방법에서는 펄스-폭 변조(Pulse Width Modulation) 접근법이 사용될 수 있다. 이 접근법에서는 예를 들어, OLED인 각각의 발광 소자가 프레임 주기의 일부에서만 빛을 방출한다. 이 접근법에서 발광 소자가 빛을 방출하는 프레임 주기의 일부의 지속시간은 필요한 그레이 레벨에 대응한다. 펄스 폭 변조에 기초하여 디지털 구동하는 액티브 매트릭스 디스플레이(예를 들어, AMOLED 디스플레이)에서, 액티브 매트릭스 디스플레이의 전력 소비를 줄이기 위하여, 구동 트랜지스터가 선형 상태에서 작동하는 것이 바람직하다. 하지만, 구동 트랜지스터가 선형 상태에서 작동하는 경우 발광 소자 특성, 트랜지스터의 특성 또는 장치의 온도의 차이 및/또는 발광 소자의 시간에 따른 열화(degradation)로 인해 발광 소자에 흘러 보내는 전류의 차이가 발생한다. 이 효과들은 특별히 AMOLED 디스플레이에서 볼 수 있다. 이는 이미지의 열화를 초래하는데, 예를 들어 스크린 번인(screen burn-in)이 있다. 게다가, 이 예시에 제한되는 것은 아니고, 특별히 AMOLED 컬러 디스플레이의 경우에서, 이러한 열화는 서로 다른 색상에서 다르다(파란색이 다른 색에 비해 일반적으로 빨리 열화된다). 따라서, 일반적으로 보상 회로가 각 픽셀에 사용되어, 픽셀 회로를 상대적으로 복잡하게 만들고, 픽셀의 크기를 증가하는 결과를 초래한다.

[0005] 보상 회로를 사용하는 것의 대안으로써, 디지털 방식으로 구동되는 디스플레이에서, OLED등의 발광 소자를 통하는 전류를 직접 제어하는 방법이 제안되었다. 이러한 구동 방법의 예시가 US 2011/0134163에 개시되어 있다. 이 방법에서, 디스플레이의 각 픽셀은 전류 공급 회로를 가지고 있는데, 스위치 부분과 발광 소자가 전원 공급 참조 선과 전원 공급 선 사이에 직렬로 연결되어 있다. 스위치 부분은 디지털 비디오 신호를 사용하여 ON 과 OFF사이에서 스위칭된다. 전류 공급 회로는 지속적인 전류를 일레로 OLED와 같은 발광 소자를 통하여 흐르는 것을 초래한다. 그럼에도 불구하고 이 방법에서, 각 발광 소자는 전류의 특성이 바뀌어도(예를 들어 열화에 의하여 바뀜) 일정한 밝기로 빛을 방출할 수 있고, 이 방법에서 디스플레이의 해상도가 감소되는 단점이 있다. 해상도가 감소되는 이유는 각 픽셀에 대하여, 각각의 픽셀에서 전류 공급 회로를 제공하는 것은 픽셀 사이즈의 증가와 함께 픽셀을 복잡하게 하고 따라서 해상도를 낮추기 때문이다. 또한 트랜지스터 매칭 문제(transistor matching issues)로 인해, 픽셀 내부에서 전류 제어가 제한될 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 목적은 액티브 매트릭스 디스플레이의 디지털 구동에 대한 좋은 방법을 제공하는 것이다. 본 발명을 제한하지 않는 액티브 매트릭스 디스플레이의 예로써 AMOLED 디스플레이가 있다.

[0007] 전술한 목적은 본 발명의 일실시예에 따른 방법이나 장치에 의하여 달성될 수 있다.

[0008] 본 발명의 일측면은 액티브 매트릭스 디스플레이에 대한 디지털 구동 회로에 관한 것이고, 액티브 매트릭스 디스플레이의 디지털 구동에 대한 방법에 관한 것이다. 액티브 매트릭스 디스플레이는 선형 상태에서 작동하는 픽셀 구동 회로를 포함하고, 종래의 솔루션에 비교하여 픽셀 회로의 사이즈와 복잡성이 감소하며, 발광 소자를 통하는 전류의 좋은 제어가 가능하다.

[0009] 본 발명의 일측면은 AMOLED 디스플레이와 같은 액티브 매트릭스 디스플레이를 구동하는 디지털 구동 회로에 관한 것으로서, 액티브 매트릭스 디스플레이는 복수의 행과 열이 논리적으로 조직된 픽셀을 포함한다. 각 픽셀은 OLED와 같은 발광 소자를 포함한다. 디지털 구동 회로는 대응하는 열을 통해 미리 설정된 전류를 구동하는 복수의 열 각각에 대한 전류 드라이버를 포함하고, 미리 설정된 전류는 픽셀의 개수에 비례하며, 이러한 이유로 그 열에서 ON인 발광 소자(예를 들어, OLED)의 개수에 비례한다. 디지털 구동 회로는 복수의 행들을 연속적으로 선택하는 디지털 라인 선택 구동 회로 및 선택된 행에서 픽셀에 디지털 이미지 코드를 기록하는 디지털 데이터 라인 구동 회로를 더 포함하는데, 디지털 데이터 라인 구동 회로는 디지털 라인 선택 구동 회로와 동기화되어 있다.

[0010] 포화 상태에서 구동되는 시스템과 비교하여, 소비 전력의 감소, 회로 복잡도의 감소를 가능하게 하고, 크로스

토크(cross talk)를 줄이고, 채널 길이의 감소를 가능하게 하고, 구동 트랜지스터의 채널 폭의 증가되므로, 본 발명의 일실시예에 따라 트랜지스터가 선형 모드에서 작동될 수 있다는 것은 본 발명의 장점이다. 전류 제어기가 외부 집적 회로(IC: Integrated Circuit)를 사용하여 수행될 수 있고, 이러한 이유로 더 정확한 제어가 가능한 것이 본 발명의 일실시예의 또 다른 장점이다. 밝은 주변광에서 가시성이 떨어지는 경우, 디지털 구동 회로에서 추가적인 밝기 제어가 이 문제를 줄여줄 수 있다는 것이 추가적인 장점이다.

- [0011] 각 픽셀이 아니라 각 열에 대해 고유한 전류 제어가 필요한 것이 본 발명의 일실시예에 따른 장점이다. 이는 전체 구동 회로를 단순하게 한다.
- [0012] 디스플레이는 후면을 포함할 수 있고, 본 발명의 일실시예에 따른 디지털 구동 회로에서 전류 구동 회로는 후면의 외부에 위치할 수 있다. 이는 소형 디스플레이 회로 및 높은 해상도를 가능하게 한다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에 따르면, 전류 구동 회로는 단결정 반도체(monocrystalline semiconductor)에 기반한 회로를 포함한다. 이는 구동 회로가 높은 동질성(highly homogeneous)을 가지게 되고, 이는 트랜지스터와 트랜지스터 간의 차이에 의한 문제를 최소화 또는 방지하여 좋은 트랜지스터 매칭을 제공하므로, 이점이 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에 따르면 각 전류 드라이버는 특정 순간에 대응하는 열에서 ON인 발광 소자(예를 들어 OLED)의 개수와 동일한 자연수를 저장하는 카운터를 포함한다. 카운터에 저장된 자연수를 업데이트하는 과정은 디지털 라인 선택 구동 회로와 동기화 되어 있고, 디지털 데이터 라인 구동 회로에서 제시된 디지털 이미지 데이터의 변화에 대응하여 수행된다. 디스플레이가 밝기의 좋은 안정성과 함께 실시간으로 바뀔 수 있다는 것이 본 발명의 일실시예에 따른 장점이다.
- [0015] 예를 들어 OLED인 발광 소자의 상태 변화에서, 디지털 이미지 데이터에 기초하여 OFF에서 ON으로 발광 소자의 상태가 바뀌는 특정 열에서, 카운터에 저장된 숫자는 1만큼 증가된다. 예를 들어 OLED인 발광 소자의 상태 변화에서, 디지털 이미지 데이터에 기초하여 ON에서 OFF로 발광 소자의 상태가 바뀌는 특정 열에서, 카운터에 저장된 숫자는 1만큼 감소된다. 대응하는 열을 통하여 구동되는 미리 설정된 전류는 미리 설정된 참조 전류에 카운터에 저장된 자연수를 곱한 숫자와 동일하다. 여기에서, 카운터는 업/다운 카운터일 수 있다. 카운터는 쉽게 구현될 수 있고, 예를 들어 IC의 수단에 의해 구현될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 따르면 각 전류 드라이버는 제1 저항성 경로가 있는 제1 라인과 제2 저항성 경로가 있는 제2 라인 사이에 미리 설정된 전류를 구동하고, 제1 저항성 경로 및 제2 저항성 경로는 저항이 매칭되어 있는데, 특정 열에서 저항성 경로가 OLED와 같은 발광 소자 전부에 대한 제1 라인 및 제2 라인의 길이와 실질적으로 같다. 저항 강도가 ON인 픽셀의 숫자와 독립적인 것이 본 발명의 실시예의 장점이다. 저항 매칭(Resistance matching)은 디자인 또는 기술에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 저항 매칭은 OLED와 같은 발광 소자 각각의 상단 전극을 후면에서 사용되는 금속 레이어 뒤쪽에 연결하고 디자인에 따라 저항을 매칭하여 얻을 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 따르면, AMOLED 디스플레이와 같은 액티브 매트릭스 디스플레이는 액티브 매트릭스 디스플레이의 복수의 발광 소자들과 연결이 가능한 픽셀 구동 회로를 포함하는 후면을 포함하고, 여기에서 각 픽셀 구동 회로는 열에서 다른 픽셀 간의 전압 강하의 차이를 보상하는 수단을 포함하고, 전압 강하는 OLED와 같은 발광 소자의 직렬 연결(series connection)에서 결정된다. 트랜지스터 특성의 차이, 발광 소자 특성의 차이, 온도의 차이, 시간에 의한 열화에 따른 출력의 차이를 보정하는 보상이 본 발명의 실시예의 장점이다.
- [0018] 본 발명의 일실시예에 따르면, 보상하는 수단은 디지털 보상을 적용하는 수단을 포함할 수 있다. 이 경우, 보상은 오직 작은 디지털 컴포넌트를 사용하여 적용될 수 있다. 대체적으로, 보상하는 수단은 아날로그 보상을 적용하는 수단을 포함할 수 있다. 이 경우에서 보상은 예를 들어 전압 강하를 증가함으로써 수행될 수 있는데, 이는 쉽게 구현할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 측면은 AMOLED 디스플레이와 같은 액티브 매트릭스 디스플레이를 구동하는 방법에 관한 것이고, 액티브 매트릭스 디스플레이는 복수의 행과 복수의 열이 논리적으로 조직된 복수의 픽셀들을 포함한다. 각 픽셀은 예를 들어 OLED와 같은 발광 소자를 포함할 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따른 구동 방법은 디지털 라인 선택 구동 회로를 사용하여 복수의 행 각각을 연속적으로 선택하는 단계, 디지털 데이터 라인 구동 회로를 이용해 선택된 행의 픽셀들에 이미지 데이터를 기록하는 단계, 각 열에 미리 설정된 전류를 보내어 구동하는 단계를 포함하고, 주어진 열에 대한 미리 설정된 전류는 그 열에서 ON인 픽셀의 개수에 비례한다.
- [0020] 본 발명의 일실시예에 따르면, 디지털 데이터 라인 구동 회로는 AMOLED 디스플레이와 같은 액티브 매트릭스 디스플레이를 구동하는데 사용될 수 있고, 이런 이유로 픽셀은 OLED를 발광 소자로써 포함할 수 있다. 다만, 본



발명은 이러한 예시에 제한되지 않는다. 디지털 라인 선택 구동 회로는 복수의 행에서 각각을 연속적으로 선택 하는데 사용될 수 있다. 디지털 데이터 라인 구동 회로는 선택된 행에서 디지털 이미지 데이터를 픽셀에 기록 하는데 사용될 수 있다.

[0021] 픽셀에 기초한 전류 제어를 요구하지 않으면서, 특정 열에서의 각 픽셀에 흐르는 전류의 정확도가 높아져 전류 제어가 향상된다는 것이 본 발명의 실시예의 장점이다.

[0022] 본 발명의 일실시예에 따른 구동 방법은, 각 열에 대하여 OLED와 같은 발광 소자 또는 픽셀이 특정 순간에 ON인 개수와 동일한 자연수를 저장하는 단계를 더 포함한다. 구동 방법은 디지털 라인 선택 구동 회로와 동기화 되어 있고, 디지털 이미지 데이터에서의 변화에 따라 자연수를 업데이트 하는 과정을 더 포함한다. 각 열에 흐르는 전류가 표시될 데이터에 따라 업데이트되어 동일하게 구동되는 모든 픽셀들에서 동일한 밝기가 얻어지게 하는 것이 본 발명의 장점이다.

[0023] OLED와 같은 발광 소자의 상태 변화에서, 주어진 열에서 디지털 이미지 데이터에 기초하여 OFF에서 ON으로 바뀌면, 자연수는 1만큼 증가된다. OLED와 같은 발광 소자의 상태 변화에서, 주어진 열에서 디지털 이미지 데이터에 기초하여 ON에서 OFF로 바뀌면, 자연수는 1만큼 감소된다. 미리 설정된 전류를 대응하는 열을 통하여 구동하는 단계는 미리 설정된 참조 전류와 저장된 자연수를 곱한 수와 동일한 전류를 구동하는 과정을 포함한다.

[0024] 본 발명의 일실시예에 따른 방법은 교정 절차(calibration procedure)를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있고, 따라서 각 열에서 우선적(preferred) 전압 강하를 결정하고, 픽셀 구동 회로의 일부인 보상 회로를 사용하여, 대응 하는 열에서 각각의 픽셀에 대해 우선적 전압 강하를 부과한다. 전압 강하는 OLED와 같은 발광 소자의 직렬 연결 및 픽셀 구동 회로에서 전압 차이 결정될 수 있다. 보상은 온도의 변화 또는 에이징(aging) 및 기타 원인에 따른 출력에서의 차이를 바로잡는다.

[0025] OLED와 같은 발광 소자에 흐르는 전류가 픽셀 수준 대신 열 수준에서 제어된다는 것이 본 발명의 실시예의 장점이다. 이 접근법은 실리콘 집적 회로와 같은 외부 집적 회로에 의한 전류 제어를 가능하게 한다. 예를 들어 이 외부 집적 회로는 트랜지스터간의 차이를 매우 줄여 좋은 매칭을 제공하는 단결정 실리콘에 기반한 회로일 수 있다.

[0026] 픽셀 회로의 복잡성이 줄어들고, 좋은 해상도를 얻을 수 있다는 것이 본 발명의 실시예의 장점이다.

[0027] 특정한 목적 및 본 발명의 다양한 측면의 장점이 개시되었다. 물론, 반드시 이러한 모든 목적 또는 장점이 개시된 어느 특정한 실시예에 따라 달성할 수 있는 것은 아니라는 점이 이해되어야 한다. 예를 들어, 해당 분야의 기술자는 개시된 달성 또는 최적화하는 하나의 장점이거나 장점들의 그룹들을 개시된 다른 목적이나 장점을 반드시 달성하지 않고서 수행할 수 있는 것으로 개시된 발명을 인식할 것이다. 더 나아가서, 이 요약이 단지 몇 개의 예만을 언급하였을 뿐이고, 개시된 본 발명의 범위를 제한하는 의도가 없음이 이해되어야 한다. 조직된 것이나 작동 방법 전부에 대하여 그것의 특징과 장점이 같이 있는 본 발명의 실시예는 도면을 참고한 이후의 상세한 설명에 따라서 이해되는 것이 최선일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 구동 트랜지스터 M1의 게이트에서의 아날로그 전압이 OLED 밝기를 결정하는 AMOLED 픽셀 구동 회로의 종래 기술의 일례를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 전류가 열 수준에서 제어되는 액티브 매트릭스 디스플레이의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 도 2의 구조에서 사용될 수 있고, OLED와 같은 발광 소자를 복수의 픽셀 각각이 가지고 있는 열의 개략적인 대표도면이다.

도 4는 OLED의 상단 전극이 후면의 금속 레이어를 통과하여 연결된 것을 도시한 도면이다.

도 5는 도 2의 구조에 사용될 수 있고, 복수의 픽셀로 표현한 대체적인 열의 개략적인 대표도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 백-게이트를 사용하여 전압 강하를 보상하는데 사용될 수 있는 픽셀 구동 회로의 예시를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 백-게이트를 사용하여 전압 강하를 보상하는데 사용될 수 있는 픽셀 구동 회로의 예시를 도시한 도면이다.



도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 도 6 또는 도 7에 도시된 픽셀 구동 회로를 사용하는데 적용될 수 있는 전압 강하 보상 방법을 도시한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 백-게이트를 사용하지 않고 전압 강하를 보상하는데 사용될 수 있는 픽셀 구동 회로의 예시를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 백-게이트를 사용하지 않고 전압 강하를 보상하는데 사용될 수 있는 픽셀 구동 회로의 예시를 도시한 도면이다.

도 11은 도 9또는 도 10에 도시된 픽셀 구동 회로를 사용하는데 적용될 수 있는 전압 강하 보상 방법을 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 AMOLED 디스플레이의 열에 대한 전류 드라이버의 간단한 구현의 일례를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이후의 상세한 설명에서, 몇몇 상세한 설명은 본 발명의 완벽한 이해를 위해 제공되며 특정한 실시예에서 어떻게 사용될 수 있는지를 알리고자 제시된다. 하지만, 본 발명에 개시된 실시예는 필요한 모든 특정 세부사항이 없어도 수행될 수 있음을 이해해야 한다. 다른 예를 들어, 잘 알려진 방법이나 절차 및 기술은 개시된 발명을 모호하게 하지 않기 위하여 자세하게 설명되지 않았다. 몇몇 참고 도면 및 특정한 실시예에 관한 본 발명이 이후 개시되지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 포함되고 서술된 도면은 개략적인 것이고, 개시된 본 발명의 범위를 제한하지 않는다. 또한 도면에서, 몇몇 요소는 과장되었으며, 따라서 크기를 도시할 목적으로 그려진 것이 아니다.

[0030] 제1, 제2, 제3 및 이와 같은 서술은 비슷한 요소간에 구별하고자 사용된 것이고 반드시 순서를 서술한 것이 아니고, 시간적으로, 공간적으로, 순위를 매기거나 또는 다른 방식으로 서술한 것이 아니다. 사용된 용어들은 적절한 상황에서 상호 교환 가능하며 개시된 실시예들은 개시되거나 도시된 것과 다른 순서로 작동할 수 있음이 이해되어야 한다.

[0031] 더 나아가서, 상단, 하단, 위에, 아래에와 같은 서술은 설명적인 목적으로만 사용된 것이고 상대적인 위치를 서술한 것이 아니다. 사용된 용어들이 적절한 상황에서 상호 교환되어 사용될 수 있고, 개시된 발명의 실시예들이 개시되거나 도시된 것과 다른 방향으로 작동할 수 있음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 발명의 특정한 실시예는 AMOLED에 대한 구동 회로를 포함할 수 있고, 개시된 맥락에서, OLED의 하단 전극은 예를 들어 OLED와 가장 근접한 AMOLED 디스플레이의 액티브 매트릭스의 부분일 수 있다. 이 경우 OLED의 상단 전극은 하단 전극의 반대 전극이 될 것이다. 여기에서 AMOLED의 실제 방향은 고려되지 않았다.

[0032] “포함한다”라는 용어는 이후에 나열되는 수단들에 제한되는 것으로 해석되어선 안된다; 이는 다른 요소 또는 단계를 제외하는 것이 아니다. 따라서 이는 서술한 특징, 정수들, 단계나 컴포넌트의 존재를 명시하는 것으로 해석되어야 하고, 다른 특징, 정수들, 단계나 컴포넌트 또는 이들의 그룹의 추가가 불가능한 것으로 해석되어선 안된다. 따라서, “A 및 B를 포함하는 장치”라는 표현의 범위는 장치가 오로지 A요소 그리고 B요소만으로 이루어진 것으로 제한되지 않는다.

[0033] OLED 디스플레이는 방출성 전계 발광 레이어(emissive electroluminescent layer)가 전류에 대응하여 빛을 방출하는 유기 화합물의 필름인 발광 다이오드의 배열을 포함하는 디스플레이이다. OLED 디스플레이는 패시브 매트릭스(예를 들어, 패시브 매트릭스 OLED, PMOLED: Passive-Matrix OLED)의 어드레싱 방식(addressing schemes) 또는 액티브 매트릭스(예를 들어, AMOLED)의 어드레싱 방식 중 하나를 사용할 수 있다. OLED 디스플레이의 경우, 본 발명은 AMOLED 디스플레이에 관한 것이다. 대응하는 어드레싱 방식은 각 개별 OLED픽셀의 온/오프를 스위칭하는 박막 트랜지스터 후면을 활용한다. AMOLED 디스플레이는 PMOLED 디스플레이 보다 높은 해상도 및 큰 디스플레이 크기를 가질 수 있다.

[0034] 하지만, 본 발명은 AMOLED 디스플레이에 제한되지 않으며, 일반적으로는 액티브 매트릭스 디스플레이에 대한 광범위한 개념에 속해있다. 비록 AMOLED 디스플레이가 픽셀 소자의 전류 스위칭 속도의 관점에서 특별히 유리하지만, 다른 어느 종류의 액티브 매트릭스 디스플레이도 본 발명의 일실시예의 개념에 사용될 수 있다. 높은 프레임 레이트를 얻을 수 있고, 이런 이유로 이미지의 깜빡임이 줄어들기에, 액티브 매트릭스 디스플레이의 픽셀 소자가 더 빨리 스위칭 할수록 유리하다.

- [0035] 본 발명의 일실시예에 따르면, AMOLED 디스플레이와 같은 액티브 매트릭스 디스플레이는 복수의 픽셀들을 포함하고, 픽셀 각각은 OLED 소자와 같은 발광 소자를 포함한다. 발광 소자는 행과 열로 논리적으로 조직된 배열에 할당된다. 본 발명의 이후 서술에서, “수평의” 및 “수직의” 용어는(각각 “라인”의 “행”과 “열”과 관련된다) 시스템의 좌표를 제공하기 위해 사용되고, 설명을 편하게 하기 위해서만 사용된다. 그렇지 않을 수도 있지만, 이 용어들은 장치의 실제 물리적 방향을 참조하지 않는다. 더 나아가서, “열” 및 “행” 또는 “라인” 용어는 같이 연결된 배열 소자의 집합을 서술하기 위해 사용된다. 연결은 라인 그리고 열의 데카르트 배열(a Cartesian array of lines and columns)의 방식 일 수 있다; 하지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 해당 분야의 기술자에 의해 이해될 것과 같이, 열과 라인이 쉽게 상호 교환될 수 있고, 이 용어들이 상호 교환의 의도로 개시되었다. 또한, 비-데카르트 배열(non-Cartesian arrays)도 설계될 수 있고 본 발명의 범위에 포함된다. 따라서 “행” 또는 “라인” 그리고 “열” 용어는 폭넓게 해석되어야 한다. 이 폭넓은 해석을 용이하게 하고자, 청구항은 행과 열로 논리적으로 조직된 구성을 참조한다. 이것은 픽셀 소자의 집합이 위상적으로 선형 교차하는 방식으로 같이 연결된 것을 의미한다; 하지만, 물리 또는 위상적인 배열이 반드시 선형 교차할 필요는 없다. 예를 들어, 행은 원들일 수 있고, 열은 이 원들의 반지름들이면, 원과 반지름은 본 발명에 개시된 “논리적으로 조직된” 행과 열이다. 또한, 라인 선택 그리고 데이터 라인과 같은 다양한 라인의 특정한 이름들은 설명을 용이하게 하기 위한 포괄적인 이름으로 의도된 것이고, 특정한 기능을 참조하기 위한 포괄적인 이름으로 의도된 것이고, 이러한 단어의 특정한 선택은 본 발명을 제한하기 위해 의도된 것이 아니다. 이 모든 용어들은 서술한 특정 구조의 보다 나은 이해를 가능하게 하고자 사용된 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 본 발명의 일실시예에 따르면, 전류 드라이버는 액티브 매트릭스 디스플레이의 발광 소자를 통하여 전류를 구동하기 위해 조정된 장치이다. 본 발명의 일실시예에 따르면, 전류 드라이버는 액티브 매트릭스 디스플레이의 픽셀의 열과 연계된다. 전류 드라이버는 전류 드라이버와 연계된 열의 발광 소자를 통하여 전류가 흐르도록 조정되고, 열의 픽셀의 발광 소자는 바로 그 열에 연계된 전류 드라이버가 보낸 전류를 받는다.
- [0037] 본 발명은 액티브 매트릭스 디스플레이를 제어하는 구동 회로 및 방법에 관한 것으로, 액티브 매트릭스 디스플레이에 대해 본 발명을 제한하지 않는 예로써 AMOLED 디스플레이가 있다. 본 발명은 액티브 매트릭스의 어느 종류에도 제한되지 않으며, 예를 들어 금속 산화막 반도체 전계 효과 트랜지스터(MOSFET: metal-oxide-semiconductor field-effect transistor)인 n타입 또는 p타입 박막 트랜지스터(TFT: Thin Film Transistor)들을 포함할 수 있다. 추가적으로, 본 발명의 실시예는 OLED나 다른 적절한 타입의 발광 소자를 포함할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일측면에 따르면, 디지털 방식으로 구동되는 액티브 매트릭스 디스플레이를 제어하는 방법이 제공되며, 픽셀의 발광 소자를 통하는 전류 제어가 픽셀 수준이 아닌 열 수준에서 수행된다. 본 발명의 일측면에서, 발광 소자를 통하는 전류는 각 픽셀 내부의 구동 트랜지스터가 아니라 외부의 회로에 의해 제어될 수 있다. 외부의 열 구동 회로는 반도체 회로에 유리하게 설계될 수 있고, 본 발명을 제한하지 않는 예로써 단결정 반도체 회로가 있다(이는 같은 서브스트레이트(substrate)에서 제조된 다른 구동 트랜지스터간에 좋은 동질성(homogeneity)을 제공한다). 전류 제어가 외부 집적 회로를 사용하여 수행됨으로써 전류 제어가 더 정확해질 수 있다는 것이 본 발명의 일측면에 따른 접근법의 장점이다.
- [0039] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 액티브 매트릭스 디스플레이(210)을 구동하기 위한 디지털 데이터 라인 구동 회로(201)에 관한 것이다. 개략적으로 도 2에 도시된 바와 같이, 복수의 전류 드라이버(열 드라이버)가 포함된 디지털 데이터 라인 구동 회로(201)가 제공되며, 예를 들어, 액티브 매트릭스 디스플레이(210)의 열마다 하나의 전류 드라이버(203)이 접지 또는 전류 싱크(204)에 연결된다. 각각의 전류 드라이버(203)는 미리 설정된 전류를 연계된 열을 통하여 구동하도록 조정되고, 각 열에 대한 전류는 그 열에서 ON인 발광 소자의 숫자에 비례하게 선택된다. 발광 소자는 디지털 방식으로 구동되고, 이는 발광 소자가 ON 또는 OFF중 하나라는 의미이다. 발광 소자의 빛 밝기는 표시될 그레이 레벨과 관계되지 않으며, 이 그레이 레벨은 발광 소자의 구동하는 시간에 따라 얻어지며, 예로써 펄스 폭 변조(pulse width modulation)가 있다.
- [0040] 예를 들어, 전류 드라이버는 각 열에 대한 디지털-아날로그 컨버터(DAC: Digital to Analog Converter)와 같은 외부 칩이 될 수 있다. 도 2는 전류 드라이버(203)를 포함하는 디지털 데이터 라인 구동 회로(201)를 가지는 디스플레이 구조를 개략적으로 도시한 도면으로, 전류는 열 수준에서 제어된다. 각 열에서, 전류는 그 열에서 ON인 발광 소자의 숫자에 비례하도록 제어된다. 데이터 라인에서 데이터의 변화는 ON인 발광 소자의 숫자를 바꿀 수 있으며, 따라서 유리한 실시예에서, 전류 드라이버(203)에 의해 전송되는 전류를 업데이트하는 수단이 디지털 전류 드라이버(203) 자체에 포함된다. 본 발명을 제한하지 않는 예로써, 카운터가 각 열에서 전류를 업데이트

이트 하기 위해 포함될 수 있고, 입력 데이터와 동기화될 수 있다.

- [0041] 디지털 라인 선택 구동 회로(202)가 액티브 매트릭스 디스플레이(201)의 복수의 행 각각을 연속적으로 선택하기 위해 사용되고, 디지털 데이터 라인 구동 회로(201)가 선택된 행에서 디지털 이미지 코드를 기록하기 위해 사용된다.
- [0042] 본 발명의 특정한 일실시예에 따르면, 픽셀의 구동 트랜지스터가 소스-드레인 전압(VSD)이 일반적으로 0.1V보다 낮은 선형 상태에서 구동될 수 있으며, 본 발명이 서술한 수치에 제한되지 않는다. 구동 트랜지스터는 (보상된)선택 트랜지스터로 작동될 수 있다. 구동 트랜지스터가 예를 들어, 좋은 전류 제어를 위해 포화 상태에서 구동되는 구성과 비교하여, 이는 액티브 매트릭스에서의 전력 소비의 실질적인 감소를 초래한다. 본 발명의 일실시예에 따르면, 구동 트랜지스터의 출력 저항은 문제되지 않는다. 따라서, 종래의 픽셀 구동 회로의 구동 트랜지스터와 비교하여, 크로스 토크가 줄어들면서, 회로가 더 간단하게 제조될 수 있다. 더 나아가서, 구동 트랜지스터 M1이 포화 상태에서 구동하는 것이 요구되지 않고, 본 발명의 일실시예에 따르면 선형 상태에서 구동될 수 있으므로, 낮은 출력 저항과 같은 포화 상태에 대한 조건을 충족할 필요가 없고, 구동 트랜지스터 M1의 채널 길이가 감소될 수 있으며(예를 들어 1 $\mu$ m 또는 그 이하로), 구동 트랜지스터 M1의 채널 폭이 간단한 픽셀 디자인을 유지하면서 증가될 수 있다.
- [0043] 본 발명의 일실시예에 따르면, 보다 정확한 전류 제어를 가능하게 하기 위하여, 열의 미리 설정된 전류가 바람직하게는 제1 라인과 제2 라인의 사이로 구동되는데 두 라인은 열의 길이에 따른 저항값이 정확히 매칭되어 있어서, 열에서 각 발광 소자에 대한 저항성 경로가 동일하다. 종래의 디스플레이에서, 전류는 제1 라인과 제2 라인 사이로 구동되었고, 제2 라인은 디스플레이에서 모든 발광 소자에 대한 공통의 평면인 공통 상단 전극 평면(common top electrode plane)에 대응하였다. 공통 상단 전극 평면을 사용하는 장치에서, 저항 강하는 ON인 발광 소자의 숫자에 따른다. 본 발명의 일실시예에서 이 문제가 해결된다.
- [0044] 도 3은 액티브 매트릭스 디스플레이 구조에서 열의 개략적인 대표 도면으로, 제어되는 전류 전원(303) 및 제어되는 전류 싱크 또는 공통 접지(304)와 평행하게 전기적으로 연결된 복수의 픽셀을 도시한다. 제어되는 전류 전원(303) 및/또는 제어되는 전류 싱크 또는 공통 접지(304)는 외부 구동 칩으로 유리하게 구현될 수 있다. 도 3을 참고하면, 각 픽셀은 도 1과 같은 픽셀 회로를 포함한다. 하지만, 본 발명은 도시된 픽셀 회로 구성에 제한되지 않으며, 다른 픽셀 구현이 사용될 수 있다. 도 3은 하나의 픽셀에 대한 픽셀 회로(310)만을 도시하지만, 모든 픽셀이 동일한 회로를 가진 것으로 간주된다; 예를 들어 모든 픽셀은 발광 소자(101)를 포함할 수 있고, 선택 트랜지스터 M2 및 커패시터 C1이 구동 트랜지스터 M1 및 발광 소자에 연결된다.
- [0045] 열 전류는 제1 라인(301)과 제2 라인(302) 사이로 구동되며, 제1 라인은 픽셀의 모든 평행한 연결 사이에 R1 저항을 포함하며, 제2 라인은 픽셀의 모든 평행한 연결 사이에 R2 저항을 포함한다. 본 발명의 일실시예에 따르면, 모든 R1 저항값은 실질적으로 모든 R2 저항값과 동일하다. 일반적으로 R1 저항은 디스플레이의 후면의 금속 상호 연결 배선(metal interconnect wiring)과 관계된다. 예를 들어, 일반적으로 금속은 30nm 두께의 물리 브덴 레이어 또는 30nm 두께의 은 레이어일 수 있다. 일반적으로, 상단 전극 배선에 대응하는 R2저항은 투명 금속 산화물(transparent metal oxide)을 포함한다. 투명 금속 산화물은 금속보다 실질적으로 높은 저항을 가진다. 따라서, 열에서의 발광 소자(101) 전부에 대해 동일한 저항성 경로의 실현을 가능하게 하기 위해, 본 발명의 일실시예에서 제1 라인(301)과 제2 라인(302) 사이에 저항 매칭을 측정하는 방안이 수행된다. 도 4에 도시된 예시를 참고하면, 이러한 저항 매칭은 발광 소자의 상단 전극을 후면에 사용된 동일한 금속 레이어 후면에 연결하여 얻어진다. 후면의 금속 레이어(401)는 상단 전극(402)(다른 경우 모서리 덮개(403)로 절연될 수 있다) 및 액티브 소자 레이어 스택(예를 들어, OLED)(405) 각각의 하단 전극(404)에 연결될 수 있다. 다른 경우에서, 하단 전극(404)은 중간층(interlayer)(406) 및 패시베이션 레이어(passivation layer)(407)에 의해 절연될 수 있다. R1과 R2를 동일한 금속 레이어에 구현하여, R1 및 R2는 설계와 일치될 수 있다. 도 4에 도시된 예시 방법은 저항 매칭에 초점을 맞춘 것으로, 단순화에 대해 도시된 것이 아니며, 플렉서블 레이어의 부분과 같은 레이어 스택의 부분일 수 있다. 도 4에서 도시된 실시예에 본 발명이 제한되지 않으며, 상단 라인과 하단 라인을 매칭하는 다른 구현이 사용될 수 있음에 주의해야 한다. 예를 들어, 설계된 저항 매칭의 대안으로써, 저항 매칭은 재료 선택과 같은 기술적인 수정에 기초하여 달성될 수 있다.
- [0046] 보상(이에 대해선 후술한다)이 픽셀(구동 트랜지스터/발광 소자 유닛)에서 동일한 전압을 얻기 위해 사용될 수 있다. 보상은 픽셀 각각의 전류를 정확하게 제어하지 않고도 발광 소자 각각에 흐르는 전류를 동일하게 한다. 결론적으로, 픽셀을 작게 만들 수 있어 고해상도 디스플레이가 구현될 수 있다.
- [0047] 도 5에 도시된 것처럼 구동 트랜지스터 M1의 위치 및 픽셀 회로(510)의 발광 소자의 위치를 상호 교환함으로써,

도 3에 도시된 실시예는 더 개선될 수 있다. 도 5의 구동 트랜지스터 M1의 게이트는 접지와 전원 전압(디스플레이 및 드라이버 칩 전부의 전원 전압)사이에서 디지털 방식으로 구동될 수 있다. 이는 설계 복잡도를 실질적으로 줄인다. 이전과 같이, 추가적으로, 제1 저항 R1들은 열에서 평행으로 연결된 픽셀간의 제1 라인(301)에 제공될 수 있고, 제2 저항 R2들은 열에서 평행으로 연결된 픽셀간의 제2 라인(302)에 제공될 수 있고, 모든 제1 저항 R1이 제2 저항 R2와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0048] 일반적으로, 저항 매칭은 ON인 모든 발광 소자를 동일한 전류  $I_{ref}$  및 동일한 (우선적)전압 강하  $V_L^*$ 로 구동하기에 충분하지 않다. 예를 들어, 차이는 트랜지스터 특성에서의 차이, 온도의 변화, 에이징(aging) 그리고 다른 원인에서 기인한다. 참조 전류  $I_{ref}$ 에서, 예를 들어서  $I_{ref}$ 는 ON인 하나의 픽셀에 흐르는 전류이고, 우선되는 전압 강하  $V_L^*$ 는 구동 트랜지스터 M1 및 발광 소자의 조합 각각에서 얻어지는 것이 가능하다. 예를 들어, 구동 트랜지스터의 전압 강하 보상이 적용될 수 있다. 본 발명을 제한하지 않는 예로써, 전압 강하 보상은 소위 3T2C(3개 트랜지스터, 2개 커패시터) 픽셀 회로 설계에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 백-게이트를 가지는 구동 트랜지스터 M1이 사용될 수 있다.

[0049] 도 6 및 도 7에 도시된 회로는 도 5의 픽셀 회로(510)과 유사하고, 주 전극 중 하나가 구동 트랜지스터 M1의 백-게이트에 연결된 교정 트랜지스터 M3를 더 포함한다. 도 6에 도시된 실시예에서, 트랜지스터 M3는 픽셀의 저항성 경로에 연결될 수 있으며, 이는 트랜지스터 M3의 제2 주 전극이 제1 라인(301)에 연결된 발광 소자(101)의 전극에 연결되어 있다는 의미이다. 도 7에 도시된 실시예에서, 트랜지스터 M3는 픽셀의 저항성 경로에 연결되어 있지 않고, 트랜지스터 M3의 주 전극 중 하나는 구동 트랜지스터 M1의 백-게이트에 연결되어 있으며, 다른 주 전극이 데이터 회로(도 7에 도시되지는 않음)에 연결된다. 두 경우 모두에서, 교정 트랜지스터 M3의 게이트는 교정 라인에 연결되어 있고, 교정 신호를 받도록 조정된다.

[0050] 전압  $V_L$ 이  $V_L^*$ 로 교정된 도 8을 참고하면, 열의 각 픽셀에서의 전압 강하는 모든 전압 강하를 예를 들어 열의 가장 낮은 곳으로 보내어 동질화될 수 있다. 비록 아날로그 보상에서 추가적인 연결 또는 전류원이 필요하여 픽셀을 크게 할 수 있는 회로 소자의 증가를 초래할 수 있음에도 불구하고, 동질화는 디지털 수단(도 6) 또는 아날로그 수단(도 7)을 통하여 수행될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 이 실시예는 전류 세기의 정확한 조율이 필수적인 몇몇 응용에서 이로운 수 있다. 교정 절차는 이후 더 자세히 설명된다.

[0051] 본 발명은 도 6 및 도 7에서 도시된 보상 회로에 제한되지 않는다. 예를 들어, 다른 트랜지스터 및 구성이 사용될 수 있다. 도 9에 도시된 회로는 백-게이트 연결을 포함하지 않았다. 도 9에 도시된 회로는 구동 트랜지스터 M1의 게이트 및 드레인의 사이(또는 사용된 트랜지스터의 종류에 따라 게이트 및 에미터의 사이)에 교정 트랜지스터 M4를 포함한다. 앞서 서술한 바와 똑같이, 교정 트랜지스터 M4의 게이트는 교정 신호를 받도록 조정된 교정 라인에 연결된다. 이는 데이터 라인을 사용하여 전압 강하를 증가할 수 있다. 본 발명은 트랜지스터의 종류에 제한되지 않는다.

[0052] 본 발명은 2개 또는 3개의 트랜지스터를 가지는 어느 구현에도 제한되지 않는다. 도 10은 4개의 트랜지스터를 가진 구성을 도시하는데, 구동 트랜지스터 M1, 선택 트랜지스터 M2, 더 나아가서 구동 트랜지스터 M5가 구동 트랜지스터 M1에 직렬로 연결되어 있고, 교정을 제어하는 교정 트랜지스터 M6가 구동 트랜지스터 M5의 게이트에 연결되어 있다. 구동 트랜지스터 M5의 게이트 전압은 감소될 수 있고(아날로그 제어에서) 이런 이유로 픽셀에서 전압 강하의 보상이 얻어질 수 있다.

[0053] 본 발명은 서술한 특정 실시예에 제한되지 않으며, p-타입 뿐만 아니라 n-타입 트랜지스터에도 적용될 수 있다. 또한, 구동 회로는 TFT를 더 포함하는 후면을 포함할 수 있고, 본 발명을 제한하지 않는 예로써, TFT는 비정질 실리콘(hydrogenated amorphous Si, a-Si:H), 다결정질 실리콘(polycrystalline silicon), 유기-반도체(organic-semiconductor), (비정질) 인듐-갈륨 아연 산화물((amorphous) indium-gallium zinc oxide (a-IGZO, IGZO)) TFT이다. 본 발명은 액티브 매트릭스를 사용하는 디스플레이에 적용될 수 있고, 본 발명은 디스플레이의 특정한 종류에 제한되지 않는다. 예를 들어, 본 발명은 RGB또는 RGBW AMOLED인 AMOLED 디스플레이에 적용될 수 있고, RGB또는 RGBW AMOLED는 형광 또는 인광 OLED, 폴리머(polymer) 또는 폴리덴드리머(polydendrimers), 고 전력 효율의 인광 폴리덴드리머 등을 포함할 수 있다.

[0054] 본 발명의 일실시예에 따르면, 액티브 매트릭스 디스플레이를 디지털 구동하는 방법이 개시된다. 액티브 매트릭스 디스플레이는 복수의 픽셀들을 포함할 수 있는데, 각 픽셀은 복수의 행과 복수의 열로 논리적으로 조직된 발광 소자를 포함한다. 디지털 구동 방법은 디지털 라인 선택 구동 회로를 이용해 복수의 행의 각각을 연속적으로 선택하는 단계(본 발명이 제한되지 않는 예로써 클럭 신호를 사용할 수 있다); 디지털 라인 선택 구동 회



로를 이용해 선택된 행에서의 픽셀들에 이미지 데이터를 기록하는 단계(본 발명이 제한되지 않는 예로써 디스플레이 구성의 멀티플렉싱으로 구현될 수 있다); 각 열을 통하여 미리 설정된 전류를 구동하는 단계(주어진 열에 대한 미리 설정된 전류는 그 열에서 ON인 픽셀의 숫자에 비례한다)를 포함한다.

[0055] 본 발명의 일실시예에 따른 디지털 구동 방법은 열에서 픽셀의 상태 변화에 따른 미리 설정된 전류를 업데이트 하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 픽셀이 OFF로 바뀐 경우, 전류는 ON 상태인 픽셀의 새로운 개수에 비례하여 바뀐다. 이는 카운터에 의해 제어될 수 있는데, 본 발명이 제한되지 않는 예로써 카운터는 업/다운 카운터를 포함할 수 있다. 예를 들어 디지털-아날로그 컨버터를 통하여, 전류는 아날로그 신호로 변환될 수 있고, 제1 저항성 경로가 있는 제1 라인(301)을 통하여 각 열에서의 픽셀에 연결되며, 픽셀은 제2 저항성 경로가 있는 제2 라인(302)에 연결되는데, 제2 저항성 경로는 전류 싱크(304) 또는 접지 역할을 한다. 본 발명의 일실시예의 이점으로써, 제1 저항성 경로 및 제2 저항성 경로가 동일하거나 실질적으로 동일하여, 따라서 각 열의 픽셀이 실질적으로 동일한 전류로 구동된다. 여기에서, “실질적으로 동일한 전류”는 서로 다른 픽셀에서, 적어도 인간의 눈에 대하여, 픽셀 밝기를 구분할 수 있는 차이를 만드는데 필요한 어느 전류보다 작은 전류로 이해될 수 있다. 이런 이유로, 열의 저항성 경로는 픽셀에서 ON인 픽셀의 숫자에 의존하지 않고, 각 픽셀에 대한 전류 제어도 필요하지 않다.

[0056] 각 열에서 전류의 동질성에도 불구하고, 액티브 매트릭스에서의 라인 선택 및 데이터 라인은 트랜지스터를 더 포함할 수 있다. 상기 서술한 트랜지스터에서 약간의 차이(제조 공정, 온도 등으로 인하여)가 약간의 고르지 않은 구동을 발생할 수 있다. 추가적으로, 본 발명은 트랜지스터를 전술한 차이가 더 커질 수 있음을 의미하는 선형 상태에서 구동하는 것을 가능하게 하고, 교정 및 보상 단계의 도입을 이롭게 한다.

[0057] 본 발명의 일실시예에 따른 전압 교정에 대한 방법이 이후 서술된다.

[0058] 첫번째로, 교정 절차는 구동 트랜지스터(들) M1, M5 및 발광 소자(101)의 조합에서 우선적 전압 강하  $V_L^*$ 를 결정하도록 수행된다. 교정 절차가 진행되는 동안 열에서의 발광 소자(101)이 연속적으로 구동되고, 그 순간에 단일 발광 소자(101)이 구동(ON)된다. 각각의 ON인 발광 소자에 대하여,  $V_L$ 은 하기의 설명과 같이 결정된다. 결정된 이후에, 열 내에서 가장 낮은 전압  $V_L$ (예를 들어,  $V_L^*$ )이 우선적 전압 강하로 선택된다. 교정 절차는 디스플레이의 각 열에 대하여 반복된다. 일반적으로 교정 절차는 디스플레이가 켜지는 시점에서 수행되고, 그 후 정기적으로 반복된다, 예를 들어, 온도와 같은 동적 효과를 보상하기 위해 재교정을 매시간마다 한번씩 수행할 수 있다. 우선적 전압 강하  $V_L^*$ 는 서로 다른 열에서 다를 수 있다. 도 6 및 도 7에 도시된 회로의 어느 예시와 같은 보상 회로는, 열에서의 픽셀의 각각에 대한 미리 설정된 전압 강하  $V_L^*$ 를 산출하기 위해 사용될 수 있다. 도 8에서 보상 방법이 개략적으로 도시된다.

[0059] 도 6의 회로를 사용하여, 참조 전류  $I_{ref}$ 에 대한 트랜지스터 및 픽셀 구동 회로에서 미리 설정된 전압  $V_L^*$ 를 얻는 절차가 전압 보상의 예시으로써 이후 서술된다. 교정 절차가 수행되는 동안, 디스플레이가 OFF인 때에 교정 트랜지스터 M3가 모든 픽셀에 대하여 활성화된다(교정 신호가 논리값 1처럼 높음(high)). 연속적으로 디스플레이는 행마다 구동되고(선택 트랜지스터 M2의 활성화 및 열을 통하여  $I_{ref}$ 가 흐름) 전압  $V_L$ 이 각각의 열에서 측정된다, 예를 들어,  $V_L$ 은 발광 소자 및 구동 트랜지스터 M1의 조합에서 전압 강하이다.  $V^*$ 는 특정 참조 전류가 발광 소자를 통해 구동될 때에 발광 소자에서의 전압 강하이며, 발광 소자 각각에 대해 이 값이 알려져 있다. 구동 트랜지스터 M1에서 전압 강하는  $V_L - V^*$ 이다. 열에 대한 미리 설정된 전압  $V_L^*$ 는 열에서 측정된 모든  $V_L$ 값 가운데 가장 낮은 전압으로 선택된다. 연속적으로 교정 트랜지스터 M3가 짧은 디지털 펄스를 사용하여, 열에서의 픽셀의 각각에 대해 전압 강하  $V_L$ 이 미리 설정된 전압 크기  $V_L^*$ 에 도달할 때까지 개방된다. 이는 도 8에서 개략적으로 도시된다.

[0060] 도 7에 도시된 방식을 사용하는 유사한 교정 절차가 후술된다. 선택 트랜지스터 M2의 활성화 및 열에서 활성 픽셀에서만 구동 트랜지스터 M1의 게이트의 충전 이후에, 구동 트랜지스터 M2가 다시 비활성화되어, 발광 소자를 통해 흐르는 전류  $I_{ref}$ 를 보존한다. 연속적으로 교정 트랜지스터 M3가 전압  $V_L$ 을 우선적 전압 강하  $V_L^*$ 로 점진적으로 낮추는데 필요한 전압으로 백-게이트를 충전하기 위하여 활성화 된다. 교정을 위한 아날로그 데이터 라인이 작업 중에 디지털 데이터 라인과 공유 될 수 있다.

[0061] 도 6 및 도 7에 도시된 실시예의 차이는 도 6의 방식이  $V_L$ 을 낮추는데 디지털 펄스를 사용하는 반면, 도 7의 방식은  $V_L$ 을 제어하기 위하여 아날로그 제어 전압을 사용하는 것이다. 앞서 언급한 것처럼, 이후의 실시예는 더

정확하게 수행될 수 있지만, 정확하게 할수록 최종 구현은 아마도 더 복잡해질 것이다. 도 6의 실시예는 완전히 디지털로만 작동되지만 VL을 낮출수만 있고, 높일 수 없다. 일반적으로, 백-게이트 전압은 최초 0이고, 저항을 낮추기 위하여 그 이상의 전압이 백-게이트에 인가될 수 있다. 이는 가파른 저항/트랜지스터 부하 선(load line)을 유도하고 VL을 낮춘다(도 8을 참조). 도 7, 도 9 및 도 10의 실시예는 VL을 높일 수 있다. 따라서 도 7에서 도시된 실시예는 추가적인 장점을 가지다: 만약에 보상이 수행된 경우, 백-게이트의 전압이 이후 다시 감소될 수 있고, 도 11에서 도시된 것처럼 VL의 증가로 이어진다.

[0062] 백-게이트를 가지는 박막 트랜지스터는 모든 최신기술에서 전부 사용 가능한 것은 아니다. 또한 디스플레이 기술에서 보상은 백-게이트 기술 없이도 가능하다. 이러한 경우, 도 9에서 도시된 것처럼, 예를 들어서 3T2C 픽셀 구동 회로가 사용될 수 있다. 전압 VL의 교정은 후술하는 바에 따라 얻어질 수 있다: 처음 구동 트랜지스터 M2 및 교정 트랜지스터 M4가 커패시터 C2를 방전하기 위하여 활성화된다. 구동 트랜지스터 M1 및 발광 소자(101)의 조합에서 전압 강하 VL이 열에서의 모든 픽셀에 대하여 측정된다. 그 다음에 전압 강하 VL은 선택 트랜지스터 M2 및 교정 트랜지스터 M4를 활성화하고, 데이터 라인에서 전압(또는 연속적인 짧은 디지털 펄스)을 적용하는데 필요한 만큼 증가될 수 있다. 도 9에서 도시된 바와 같은 백-게이트가 없는 실시예에서, 데이터 라인에서 음의 전압이 적용될 수 없다면, 전압 강하 VL은 오직 증가할 수만 있다. 하지만, 음의 전압을 적용하는 것은 더 복잡한 설계를 요구한다. 도 6 및 도 7에서 도시된 픽셀 회로와 비교하여, 도 9의 회로는 같은 크기에서 낮은 전류를 가진다.

[0063] 전류 경로에서 추가적인 트랜지스터 M5를 가지는 픽셀 구동 회로의 다른 실시예가 도 10에 도시된다. 일반적으로 트랜지스터 M5는 완전히 ON으로 구동된다(예를 들어, 전원 전압에서 구동된다). 하지만, 참조 전류 Iref에서 모든 픽셀에 대해서 동일한 전압 강하 VL을 갖기 위하여, 보충 구동 트랜지스터 M5(및 보충 커패시터 C2)에서 게이트 전압이, 예를 들어, 교정 트랜지스터 M6에 의한 아날로그 제어를 사용하여 감소될 수 있다.

[0064] 도 11은 도 9 및 도 10에서 도시된 픽셀 구동 회로 전부에 대응하는 교정 방법을 도시한다. 도 9에 도시된 실시예의 경우와 같이, 이 픽셀 구동 회로들은 전압을 더 높이 조절할 수 있다( $VL^* > VL$ ). 교정이 진행되는 중에 트랜지스터의 저항이 증가된 경우, 부하 선의 기울기가 감소되고, 더 높은  $VL^*$ 를 초래한다.

[0065] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 액티브 매트릭스 디스플레이의 열을 구동하는데 사용될 수 있는 전류 드라이버(203)의 간단한 구현의 일례를 도시한 도면이다. 전류 드라이버(203)가 각 열에 대해 제공된다. 이미지 데이터 코드(디지털 비트) 및 이전의 이미지 데이터 코드가 EXOR 게이트(1203)에서 비교되고 그 출력이 예시로든 업/다운 카운터로 구동되며, 간단한 클럭으로 작동하는 업/다운 카운터(1201)가 n-비트 전류 DAC를 유리하게 구동하고, 업/다운 카운터의 예로 동기식 업/다운 카운터(synchronous up/down counter)가 있다. 특정 순간에 카운터는 대응하는 열에서의 ON인 발광 소자의 개수와 동일한 자연수를 저장한다. 카운터(1201)에서 저장된 자연수를 업데이트하는 과정은 각 클럭 펄스마다 수행되며, 디지털 라인 선택 구동 회로와 동기화되고, 디지털 이미지 데이터에 따라 수행된다. 주어진 열에서의 발광 소자의 상태 변화가 OFF에서 ON이면, 카운터(1201)에 저장된 숫자는 1만큼 증가된다. 주어진 열에서의 발광 소자의 상태 변화가 ON에서 OFF이면, 카운터(1201)에 저장된 숫자는 1만큼 감소된다. 대응하는 열을 통하여 구동되는 미리 설정된 전류는 카운터(1201)에서 저장된 자연수와 미리 설정된 참조 전류 Iref를 곱한 값과 동일하다. 전류 DAC들(각 열마다 하나씩)은 디스플레이에서 전류의 선형성을 얻기 위하여 신중하게 설계되어야 한다.

[0066] 본 발명의 일실시예에 따른 외부 열 드라이버에 의한 전류 제어는 디스플레이의 전력 소비가 실질적으로 감소된다는 점에서 유리하다. 픽셀에서의 구동 트랜지스터들은 선형 상태에서 작동하고 이런 이유로 아주 낮은 전압 강하에서(예를 들어,  $VSD < 0.1V$ ) 발광 소자를 통하는 전류를 구동할 수 있다. 구동 트랜지스터는 보상되는 스위치로 작동하고 열에 대한 저항성 네트워크는 정확히 매칭된다.

[0067] 앞의 상세한 설명은 개시된 실시예를 확실하게 한다. 하지만, 앞선 텍스트에서 얼마나 자세하게 서술하였는지와 관계없이, 개시된 발명은 다양한 방법으로 수행될 수 있다. 개시된 발명의 확실한 특징이나 측면을 서술할 때 사용한 특별한 용어는 그 용어와 관계된 개시의 특징이나 측면의 어느 특정한 성격을 포함하는 것으로 제한되도록 재정의된 것이 아님을 유의해야 한다.

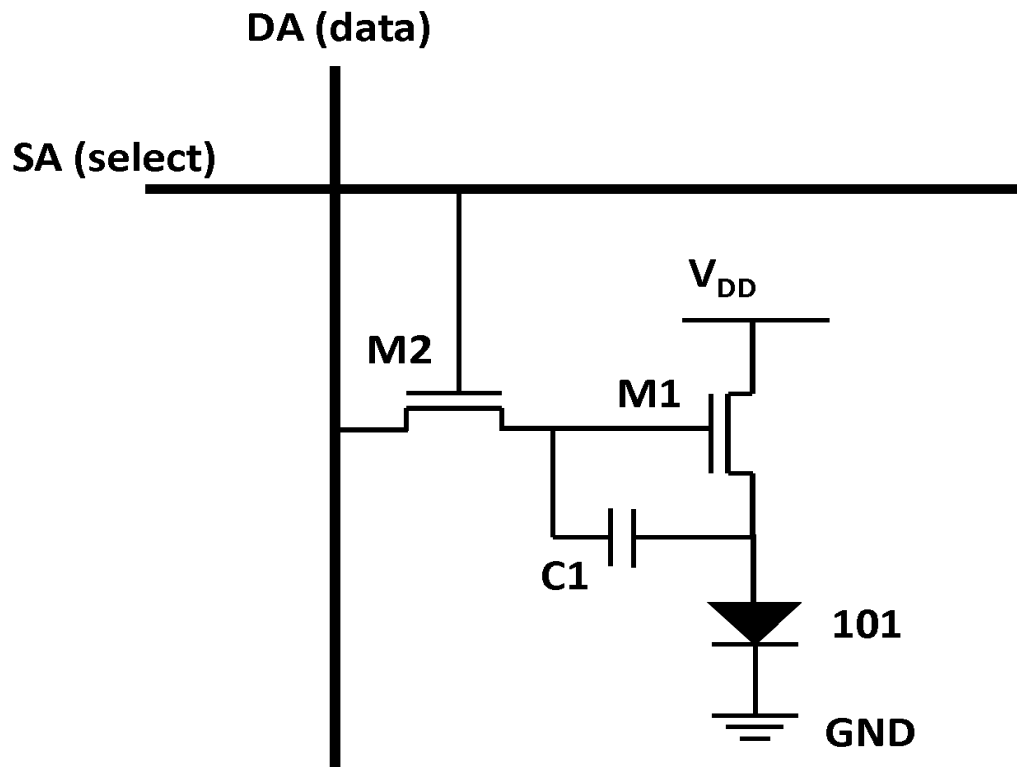
[0068] 앞서 상세한 설명이 제시되고, 묘사되고, 다양한 실시예에 적용되는 것과 같이 발명의 새로운 특징이 언급되었음에도, 다양한 누락과, 대체와, 형식상 교환 및 장비의 상세한 부분 또는 도시된 과정은 통상의 기술자가 본 발명의 본질에서 벗어나지 않고 만들 수 있음이 이해되어야 한다.

[0069] 다른 도면에서, 동일한 참조 부호가 동일하거나 비슷한 요소를 참조한다. 청구항에서 어느 참조 부호도 발명의

범위를 제한하는 것으로 이해되어선 안될 것이다.

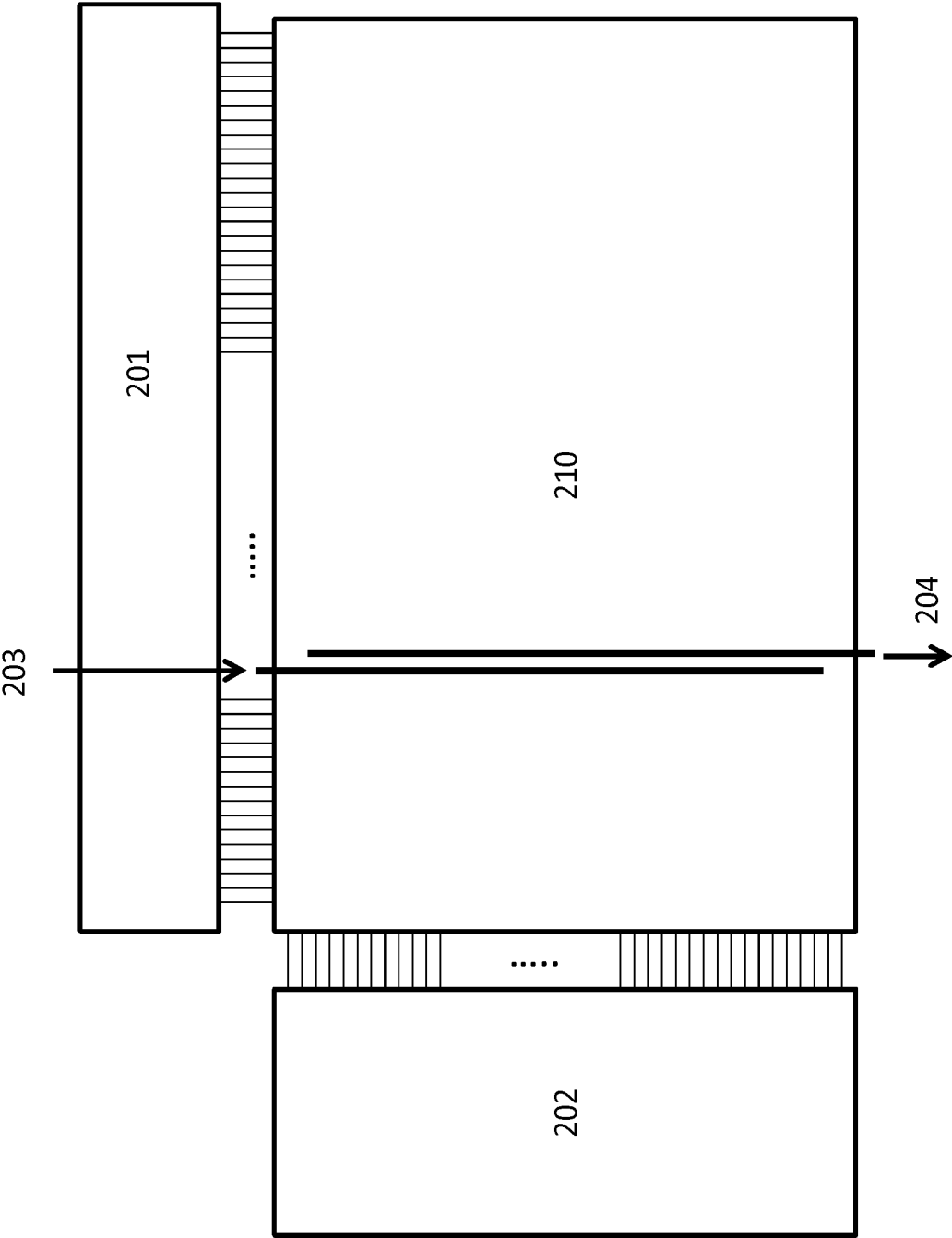
도면

도면1

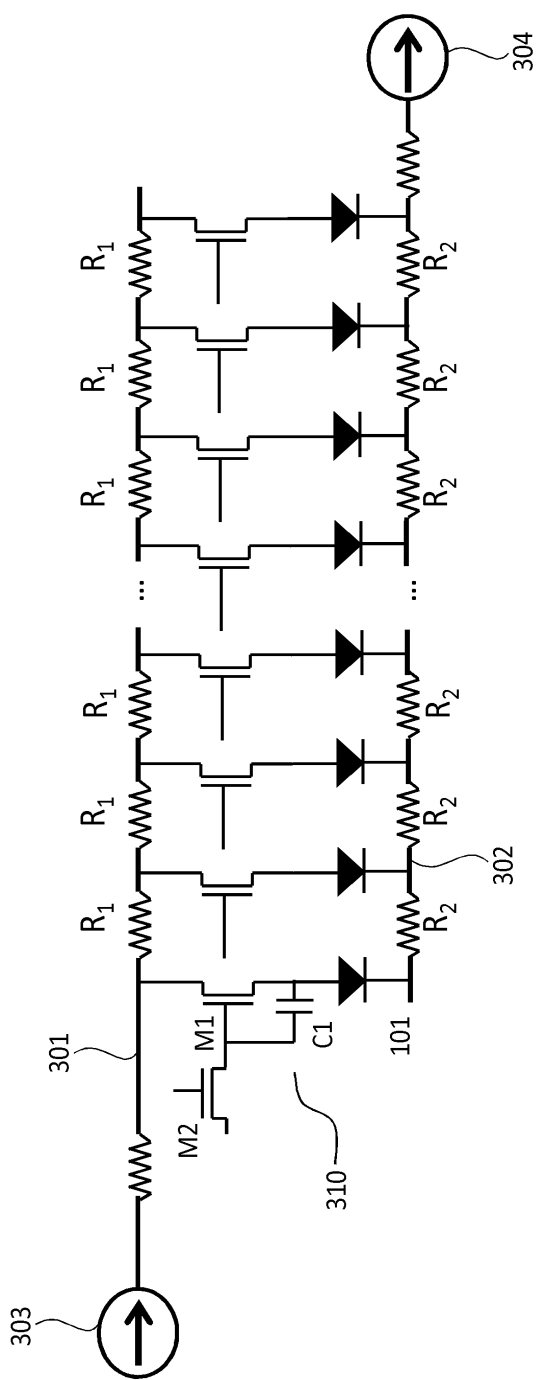




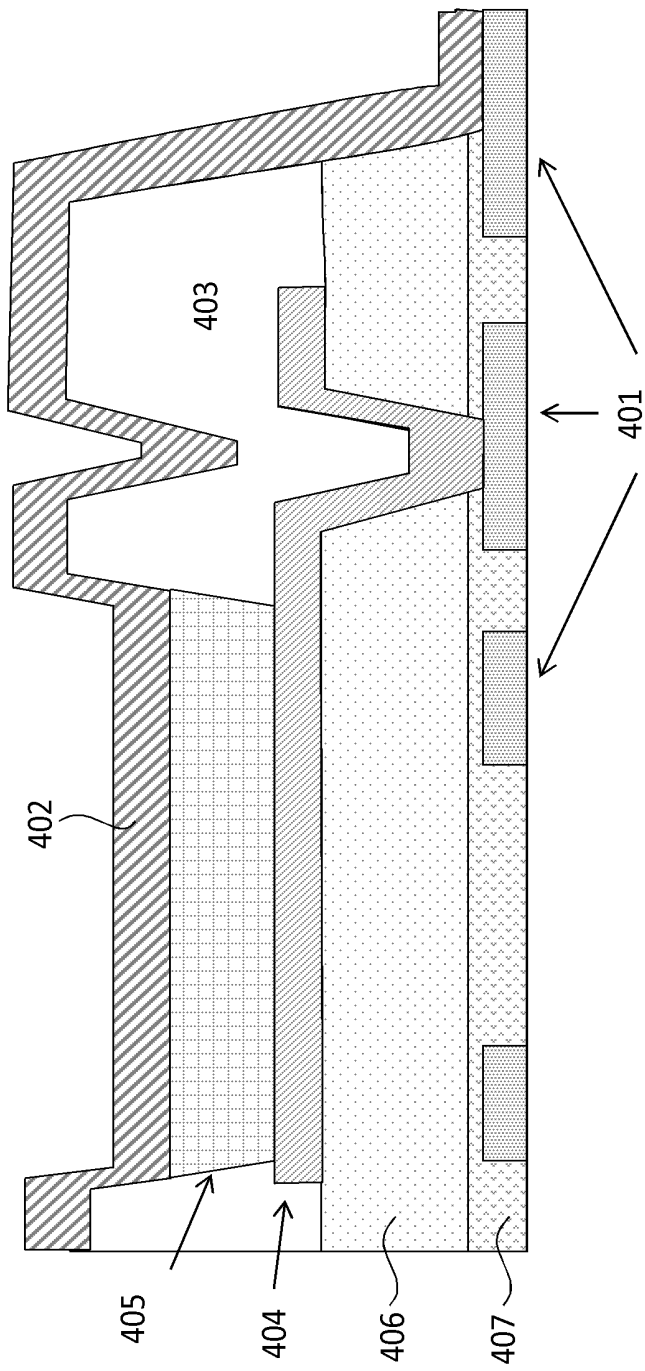
도면2



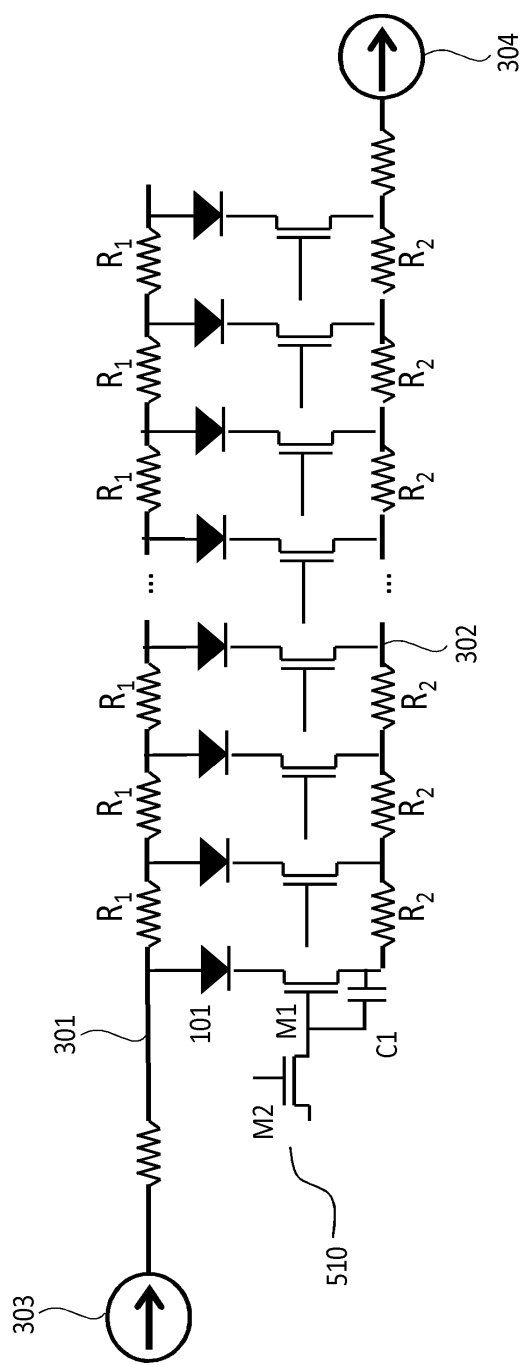
도면3



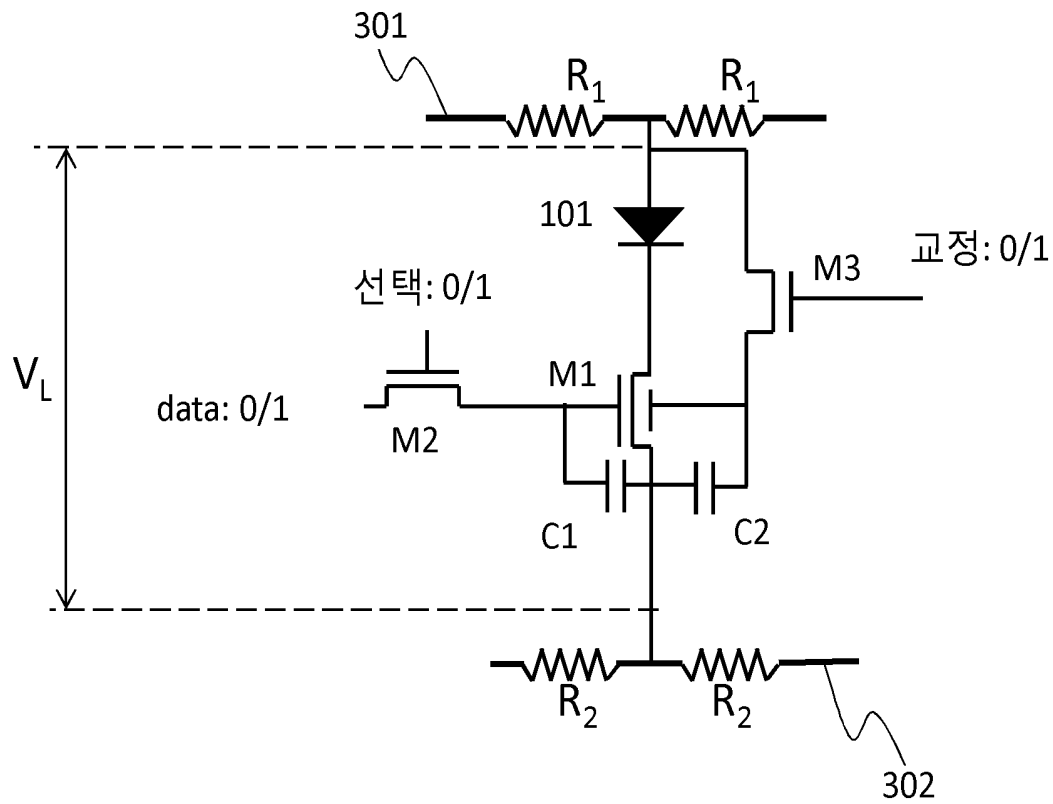
도면4



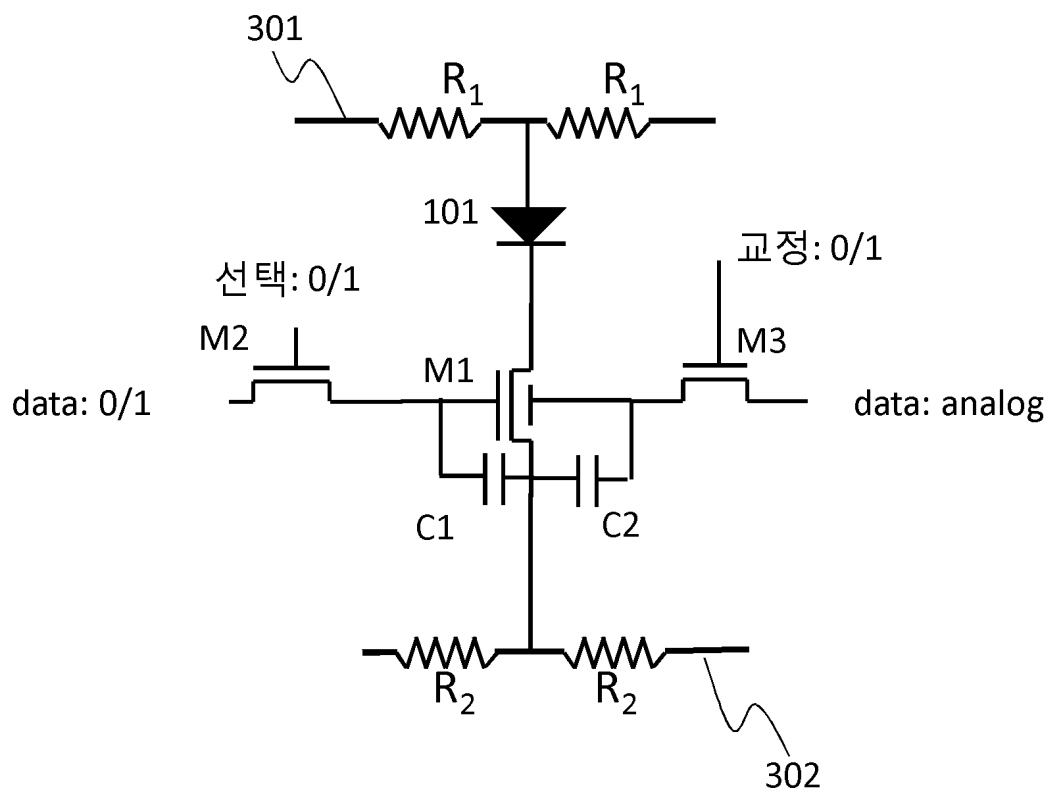
도면5



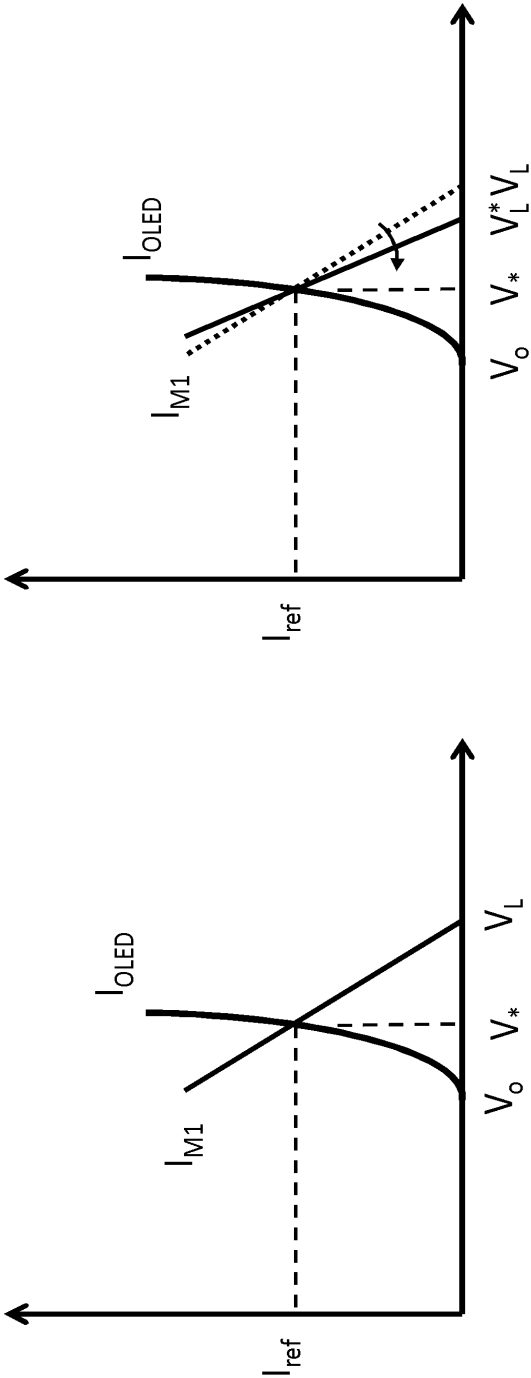
도면6



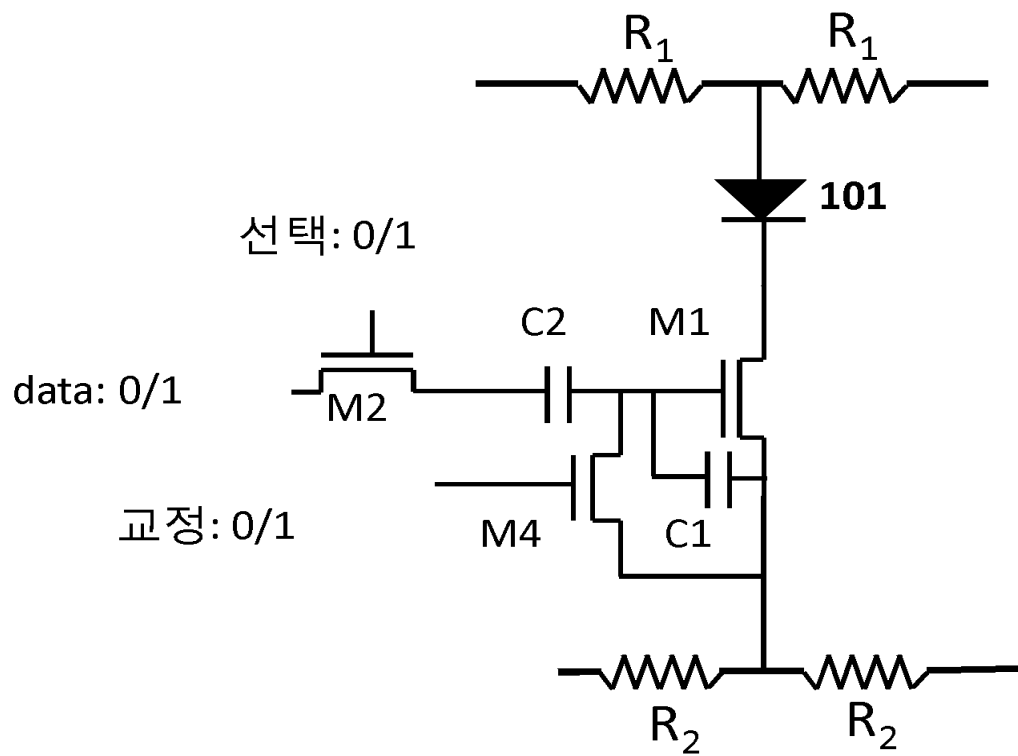
도면7



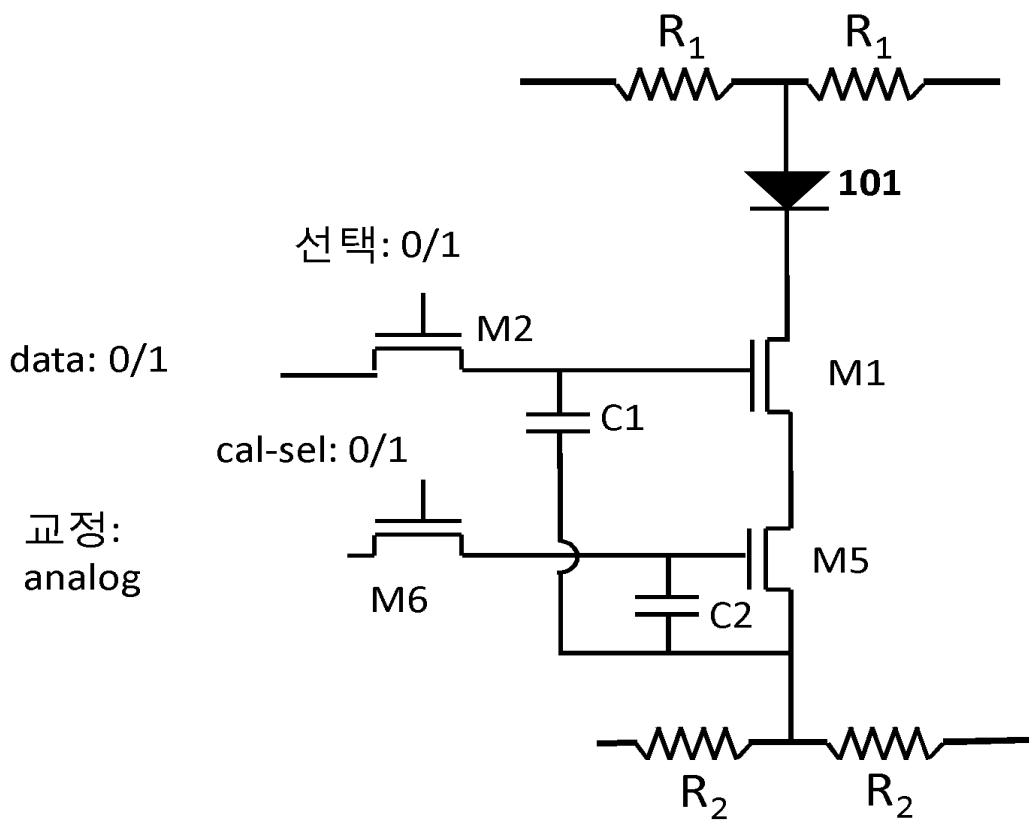
도면8



도면9

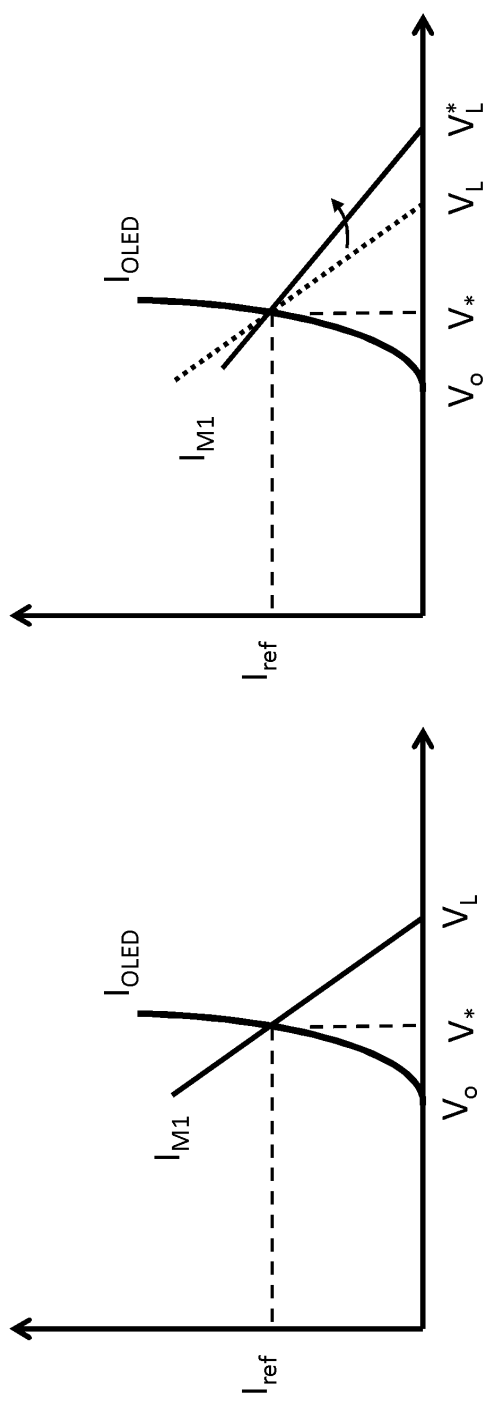


도면10





도면11



도면12

