



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월07일
(11) 등록번호 10-2644541
(24) 등록일자 2024년03월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/3208 (2016.01) G09G 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09G 3/3208 (2013.01)
G09G 3/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0087048
(22) 출원일자 2019년07월18일
심사청구일자 2022년06월08일
(65) 공개번호 10-2021-0009899
(43) 공개일자 2021년01월27일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110104705 A*
KR1020140066830 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
김정문
서울특별시 송파구
(74) 대리인
박영우

전체 청구항 수 : 총 10 항

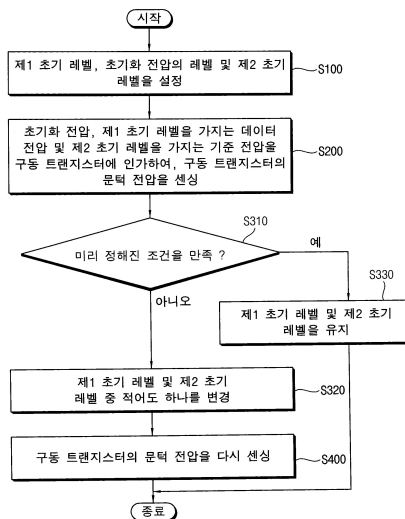
심사관 : 이용백

(54) 발명의 명칭 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법 및 이를 수행하는 디스플레이 구동 집적 회로

(57) 요약

디스플레이 패널에 포함되는 픽셀의 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하는 방법에서, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 데이터 전압의 제1 초기 레벨, 초기화 전압의 레벨 및 초기화 전압과 다른 기준 전압의 제2 초기 레벨을 설정한다. 초기화 전압, 제1 초기 레벨을 가지는 데이터 전압 및 제2 초기 레벨을 가지는 기준 전압을 구동 트랜지스터에 인가하여, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱한다. 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 변화하여 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에, 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한다. 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한 결과에 기초하여, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 다시 센싱한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G09G 2310/06 (2013.01)

G09G 2320/043 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

디스플레이 패널에 포함되는 픽셀의 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하는 방법으로서,

상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 데이터 전압의 제1 초기 레벨, 초기화 전압의 레벨 및 상기 초기화 전압과 다른 기준 전압의 제2 초기 레벨을 설정하는 단계;

상기 초기화 전압, 상기 제1 초기 레벨을 가지는 상기 데이터 전압 및 상기 제2 초기 레벨을 가지는 상기 기준 전압을 상기 구동 트랜지스터에 인가하여, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는 단계;

상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하여 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계; 및

상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한 결과에 기초하여, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 다시 센싱하는 단계를 포함하고,

상기 미리 정해진 조건은, 상기 초기화 전압 및 상기 기준 전압이 인가되는 상기 구동 트랜지스터의 전극의 충전 시간이 미리 정해진 제1 시간 이상 보장되는 조건을 포함하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 미리 정해진 조건은,

상기 초기화 전압 및 상기 기준 전압이 인가되는 상기 구동 트랜지스터의 전극의 충전 전압이 미리 정해진 제1 레벨 이상 보장되는 조건을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계는,

상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨을 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨을 조절하는 단계는,

상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 증가된 경우에, 상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨을 감소시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계는,

상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨을 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨을 조절하는 단계는,

상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 증가된 경우에, 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨을 증가시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

센싱된 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

저장된 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압에 기초하여, 상기 픽셀을 구동하는데 이용되는 상기 데이터 전압의 구동 레벨을 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법.

청구항 9

각각 구동 트랜지스터를 포함하는 복수의 픽셀들을 포함하는 디스플레이 패널을 구동하는 디스플레이 구동 집적 회로로서,

상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 초기화 전압을 발생하는 제1 전압 발생부;

상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되고 상기 초기화 전압과 다른 기준 전압을 발생하는 제2 전압 발생부;

상기 구동 트랜지스터에 인가되는 데이터 전압을 발생하는 데이터 구동부;

상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 상기 데이터 전압의 제1 초기 레벨, 상기 초기화 전압의 레벨 및 상기 기준 전압의 제2 초기 레벨을 저장하는 메모리; 및

상기 초기화 전압, 상기 제1 초기 레벨을 가지는 상기 데이터 전압 및 상기 제2 초기 레벨을 가지는 상기 기준 전압이 상기 구동 트랜지스터에 인가된 경우에 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하고, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하여 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하기 위한 제어 신호를 발생하며, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한 결과에 기초하여 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 다시 센싱하는 센싱부를 포함하고,

상기 미리 정해진 조건은, 상기 초기화 전압 및 상기 기준 전압이 인가되는 상기 구동 트랜지스터의 전극의 충전 시간이 미리 정해진 제1 시간 이상 보장되는 조건을 포함하는 디스플레이 구동 집적 회로.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제1 전압 발생부와 상기 구동 트랜지스터 사이에 배치되고, 상기 초기화 전압의 인가 타이밍을 제어하는 제1 스위치;

상기 제2 전압 발생부와 상기 구동 트랜지스터 사이에 배치되고, 상기 기준 전압의 인가 타이밍을 제어하는 제2 스위치; 및

상기 센싱부와 상기 구동 트랜지스터 사이에 배치되고, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압의 센싱 타이밍을 제어하는 제3 스위치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 구동 집적 회로.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 집적 회로에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법 및 상기 문턱 전압 센싱 방법을 수행하는 디스플레이 구동 집적 회로에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 정보화 기술이 발달함에 따라 사용자와 정보간의 연결매체인 디스플레이 장치의 중요성이 부각되고 있다. 이에 부응하여 액정 표시장치(liquid crystal display device), 플라즈마 디스플레이 장치(plasma display device),

전계발광 디스플레이 장치(electroluminescent display device)와 같은 평판 디스플레이 장치의 사용이 증가하고 있다. 특히 전계발광 디스플레이 장치는 전자와 정공의 재결합에 의하여 빛을 발생하는 발광 다이오드(Light Emitting Diode; LED) 또는 유기 발광 다이오드(Organic Light Emitting Diode)를 이용하여 빠른 응답 속도와 낮은 소비전력으로 구동될 수 있다.

[0003] 전계발광 디스플레이 장치는 빠른 응답속도를 가짐과 동시에 낮은 소비전력으로 구동되는 장점이 있다. 일반적인 OLED 디스플레이 장치는 픽셀마다 형성되는 구동 트랜지스터를 이용하여 데이터 신호에 대응되는 전류를 유기 발광 다이오드로 공급함으로써 유기 발광 다이오드에서 빛을 발생시킨다. 이 때, 구동 트랜지스터 및 유기 발광 다이오드는 사용 시간이 지남에 따라 열화되며, 이를 보상하기 위해 열화의 정도를 지속적으로 센싱할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 목적은 디스플레이 패널의 픽셀에 포함되는 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 효과적으로 센싱하는 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 상기 문턱 전압 센싱 방법을 수행하는 디스플레이 구동 집적 회로를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널에 포함되는 픽셀의 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하는 방법에서, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 데이터 전압의 제1 초기 레벨, 초기화 전압의 레벨 및 상기 초기화 전압과 다른 기준 전압의 제2 초기 레벨을 설정한다. 상기 초기화 전압, 상기 제1 초기 레벨을 가지는 상기 데이터 전압 및 상기 제2 초기 레벨을 가지는 상기 기준 전압을 상기 구동 트랜지스터에 인가하여, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱한다. 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하여 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한다. 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한 결과에 기초하여, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 다시 센싱한다.

[0007] 상기 다른 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 구동 집적 회로는 각각 구동 트랜지스터를 포함하는 복수의 픽셀들을 포함하는 디스플레이 패널을 구동하며, 제1 전압 발생부, 제2 전압 발생부, 데이터 구동부, 메모리 및 센싱부를 포함한다. 상기 제1 전압 발생부는 상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 초기화 전압을 발생한다. 상기 제2 전압 발생부는 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되고 상기 초기화 전압과 다른 기준 전압을 발생한다. 상기 데이터 구동부는 상기 구동 트랜지스터에 인가되는 데이터 전압을 발생한다. 상기 메모리는 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 상기 데이터 전압의 제1 초기 레벨, 상기 초기화 전압의 레벨 및 상기 기준 전압의 제2 초기 레벨을 저장한다. 상기 센싱부는 상기 초기화 전압, 상기 제1 초기 레벨을 가지는 상기 데이터 전압 및 상기 제2 초기 레벨을 가지는 상기 기준 전압이 상기 구동 트랜지스터에 인가된 경우에 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하고, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하여 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하기 위한 제어 신호를 발생하며, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한 결과에 기초하여 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 다시 센싱한다.

발명의 효과

[0008] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법 및 이를 수행하는 디스플레이 구동 집적 회로에서는, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하기 위해 데이터 전압 및 고정된 레벨을 가지는 초기화 전압을 이용하며, 상기 초기화 전압과 구별되는 기준 전압을 추가적으로 이용할 수 있다. 데이터 전압 및 기준 전압 중 적어도 하나는 문턱 전압의 변화에 따라 동적으로 변경되는 레벨을 가질 수 있다. 이에 따라, 고정된 전압 레벨에서부터 구동 트랜지스터를 충전하는 것이 아닌, 센싱하고자 하는 전압 레벨 근처에서부터 구동 트랜지스터를 충전함으로써, 구동 트랜지스터의 초기 충전 전압 레벨을 동적으로 조절하는 방식을 구현할 수 있으며, 따라서 구동 트랜지스터의 충전 시간 및 문턱 전압 센싱 시간을 최소화하고 문턱 전압을 효과적으로 센싱할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 구동 집적 회로 및 이를 포함하는 디스플레이 장치를 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 도 2의 디스플레이 장치의 디스플레이 패널에 포함되는 픽셀의 일 예를 나타내는 회로도이다.
- 도 4는 도 1의 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계의 일 예를 나타내는 순서도이다.
- 도 5, 6a, 6b, 6c, 6d 및 7은 도 4의 동작을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 8은 도 1의 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계의 다른 예를 나타내는 순서도이다.
- 도 9a, 9b, 9c 및 9d는 도 8의 동작을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 10은 도 1의 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계의 또 다른 예를 나타내는 순서도이다.
- 도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 12는 도 11의 센싱된 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 저장하는 단계의 일 예를 나타내는 순서도이다.
- 도 13은 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 14 및 15는 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 구동 집적 회로 및 이를 포함하는 디스플레이 장치를 나타내는 블록도들이다.
- 도 16은 본 발명의 실시예들에 따른 전자 시스템을 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0011] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0012] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 문턱 전압 센싱 방법은, 각각 구동 트랜지스터를 포함하는 복수의 픽셀들을 포함하는 디스플레이 패널을 구동하는 디스플레이 구동 집적 회로(Display Driver Integrated circuit; DDI)에 의해 수행된다. 상기 디스플레이 패널 및 상기 디스플레이 구동 집적 회로를 포함하는 디스플레이 장치의 구조에 대해서는 도 2 및 3 등을 참조하여 후술하도록 한다.
- [0013] 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법에서, 먼저 데이터 전압의 제1 초기 레벨, 초기화 전압의 레벨 및 상기 초기화 전압과 다른 기준 전압의 제2 초기 레벨을 설정한다(단계 S100).
- [0014] 상기 데이터 전압은 상기 디스플레이 패널에 영상을 표시하는 등 다양한 방식으로 상기 디스플레이 패널을 구동하기 위해 상기 구동 트랜지스터에 인가되는 전압이며, 특히 상기 제1 초기 레벨을 가지는 상기 데이터 전압은 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용될 수 있다. 상기 초기화 전압 및 상기 기준 전압은 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하기 위해 상기 구동 트랜지스터에 인가되는 전압이며, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데만 이용된다. 후술하는 것처럼, 상기 초기화 전압은 고정된 레벨을 가지며, 상기 데이터 전압 및 상기 기준 전압 중 적어도 하나는 상기 문턱 전압의 변화에 따라 선택적/동적으로 변경되는 레벨을 가질 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 단계 S100의 상기 제1 초기 레벨, 상기 초기화 전압의 레벨 및 상기 제2 초기 레벨을 설정하는 과정은 상기 디스플레이 패널 및 상기 디스플레이 구동 집적 회로를 포함하는 상기 디스플레이 장치의 제조 시에 수행될 수 있다. 예를 들어, 단계 S100은 상기 디스플레이 장치의 제조 시에 외부의 테스트 장치/설계 장치 등에 의해 1회 수행되고, 이에 따라 상기 제1 초기 레벨, 상기 초기화 전압의 레벨 및 상기 제2 초기 레벨이 설정 및 저장되며, 그 이후에 단계 S100은 메모리 등에 이미 저장되어 있는 상기 제1 초기 레벨, 상기 초기화 전

압의 레벨 및 상기 제2 초기 레벨을 로드하는 동작으로 대체될 수 있다. 이 경우, 이미 저장되어 있는 상기 제1 초기 레벨, 상기 초기화 전압의 레벨 및 상기 제2 초기 레벨을 로드하여 이후의 단계 S200, S310, S320, S330 및 S400이 수행될 수 있다.

- [0016] 상기 초기화 전압, 상기 제1 초기 레벨을 가지는 상기 데이터 전압 및 상기 제2 초기 레벨을 가지는 상기 기준 전압을 상기 구동 트랜지스터에 인가하여, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱한다(단계 S200). 예를 들어, 상기 데이터 전압은 상기 구동 트랜지스터의 게이트 전극에 인가되며, 상기 초기화 전압 및 상기 기준 전압은 상기 구동 트랜지스터의 소스 전극에 인가될 수 있다. 예를 들어, 도 6a 및 6b 등을 참조하여 후술하는 것처럼, 상기 구동 트랜지스터의 상기 소스 전극이 상기 게이트 전극의 전압과 상기 문턱 전압의 차이에 해당하는 전압으로 충전(charging) 및 안정화(settling)되는 것을 센싱하는 방식으로 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱 또는 검출할 수 있다.
- [0017] 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압의 변화 여부 및 변화 정도에 따라, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 상기 데이터 전압의 레벨 및 상기 기준 전압의 레벨 중 적어도 하나를 선택적/동적으로 변경할 수 있다.
- [0018] 구체적으로, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하여 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에 (단계 S310: 아니오), 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨 및 상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하고(단계 S320), 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한 결과에 기초하여 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 다시 센싱한다(단계 S400). 단계 S320 및 이에 따른 단계 S400의 구체적인 과정에 대해서는 도 4 내지 10을 참조하여 후술하도록 한다.
- [0019] 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하지 않아서 또는 변화하였더라도 상기 미리 정해진 조건을 만족하는 경우에는(단계 S310: 예), 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨 및 상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨을 유지하고(단계 S330), 단계 S200에서 센싱된 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 정상적으로 센싱된 것으로 판단하여 추가적인 센싱 동작을 수행하지 않을 수 있다.
- [0020] 일 실시예에서, 단계 S200, S310, S320, S330 및 S400은 상기 디스플레이 패널이 영상을 표시하는 표시 모드와 다른 문턱 전압 센싱 모드에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 상기 디스플레이 장치는 파워 온 된 직후부터 상기 표시 모드가 시작되기 전까지, 또는 파워 오프 요청이 수신되어 상기 표시 모드가 종료된 직후부터 상기 디스플레이 장치가 실제로 파워 오프 될 때까지 상기 문턱 전압 센싱 모드에 진입하여 상술한 동작들을 수행할 수 있다.
- [0021] 발광 다이오드(Light Emitting Diode; LED), 유기 발광 다이오드(Organic Light Emitting Diode)와 같은 발광 소자 및 상기 발광 소자를 구동하기 위한 구동 트랜지스터를 포함하는 전계발광 디스플레이 패널은, 발광 소자들 간의 편차, 구동 트랜지스터들 간의 편차, 발광 소자 및/또는 구동 트랜지스터의 열화 등에 따른 휘도 편차(variation) 문제를 가질 수 있다. 이 경우, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 디스플레이 패널의 내부 또는 외부에서 보상함으로써 상기와 같은 편차를 감소시킬 수 있다. 이 때, 제품 출하 전에는 픽셀들의 편차를 직접 측정하여 보정하는 것이 가능하나, 제품 출하 후에 사용 시간 경과에 따른 열화를 보상하기 위해서는 직접적인 열화의 정도를 지속적으로 센싱하는 방법이 필요할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법에서는, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하기 위해 데이터 전압 및 고정된 레벨을 가지는 초기화 전압을 이용하며, 상기 초기화 전압과 구별되는 기준 전압을 추가적으로 이용할 수 있다. 데이터 전압 및 기준 전압 중 적어도 하나는 문턱 전압의 변화에 따라 동적으로 변경되는 레벨을 가질 수 있다. 이에 따라, 고정된 전압 레벨에서부터 구동 트랜지스터를 충전하는 것이 아닌, 센싱하고자 하는 전압 레벨 근처에서부터 구동 트랜지스터를 충전함으로써, 구동 트랜지스터의 초기 충전 전압 레벨을 동적으로 조절하는 방식을 구현할 수 있으며, 따라서 구동 트랜지스터의 충전 시간 및 문턱 전압 센싱 시간을 최소화하고 문턱 전압을 효과적으로 센싱할 수 있다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 구동 집적 회로 및 이를 포함하는 디스플레이 장치를 나타내는 블록도이다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 디스플레이 장치(100)는 디스플레이 패널(110) 및 디스플레이 구동 집적 회로를 포함한다. 상기 디스플레이 구동 집적 회로는 데이터 구동부(120), 스캔 구동부(130), 센싱 구동부(140), 타이밍 제어부(150), 전원 공급부(160), 센싱 블록(170) 및 메모리(180)를 포함할 수 있다. 다시 말하면, 도 2에 도시된 구성요소들 중에서 디스플레이 패널(110)을 제외한 나머지 구성요소들이 상기 디스플레이 구동 집적 회로를 형성할

수 있다.

- [0025] 디스플레이 패널(110)은 데이터 신호에 기초하여 구동(즉, 영상을 표시)한다. 디스플레이 패널(110)은 복수의 데이터 라인들(D1, D2, ..., DM)을 통해 데이터 구동부(120)와 연결되고, 복수의 스캔 라인들(S1, S2, ..., SN)을 통해 스캔 구동부(130)와 연결되며, 복수의 센싱 제어 라인들(C1, C2, ..., CN)을 통해 센싱 구동부(140)와 연결될 수 있다. 복수의 데이터 라인들(D1, D2, ..., DM)은 제1 방향으로 연장되고, 복수의 스캔 라인들(S1, S2, ..., SN) 및 복수의 센싱 제어 라인들(C1, C2, ..., CN)은 상기 제1 방향과 교차하는(예를 들어, 직교하는) 제2 방향으로 연장될 수 있다.
- [0026] 디스플레이 패널(110)은 복수의 행들 및 복수의 열들을 가지는 매트릭스 형태로 배치된 복수의 픽셀들(PX)을 포함한다. 도 3을 참조하여 후술하는 것처럼, 복수의 픽셀들(PX) 각각은 발광 소자 및 상기 발광 소자를 구동하기 위한 구동 트랜지스터를 포함할 수 있다. 복수의 픽셀들(PX) 각각은 복수의 데이터 라인들(D1, D2, ..., DM) 중 하나, 복수의 스캔 라인들(S1, S2, ..., SN) 중 하나 및 복수의 센싱 제어 라인들(C1, C2, ..., CN) 중 하나와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 디스플레이 패널(110)은 백라이트 없이 자체적으로 발광하는 자발광 디스플레이 패널일 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 패널(110)은 상기 발광 소자로서 유기 발광 다이오드를 포함하는 유기 발광 디스플레이 패널(OLED, organic light emitting display panel)일 수 있다.
- [0028] 일 실시예에서, 디스플레이 패널(110)에 포함된 각 픽셀(PX)은 구동 방식 등에 따른 다양한 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 구동 방식은 계조를 표현하는 방식에 따라 아날로그 구동 또는 디지털 구동으로 구분될 수 있다. 아날로그 구동은 발광 다이오드(이하, 유기 발광 다이오드를 포함한다)가 동일한 발광 시간 동안 발광하면서 픽셀에 인가되는 데이터 전압의 레벨을 변경함으로써 계조를 표현할 수 있다. 디지털 구동은 픽셀에 동일한 레벨의 데이터 전압을 인가하면서 발광 다이오드가 발광되는 발광 시간을 변경함으로써 계조를 표현할 수 있다. 이러한 디지털 구동은, 아날로그 구동에 비하여, 간단한 구조의 픽셀 및 구동 IC(Integrated Circuit)를 포함하는 장점이 있다. 각 픽셀(PX)의 예시적인 구조에 대해서는 도 3을 참조하여 후술하도록 한다.
- [0029] 데이터 구동부(120)는 복수의 데이터 라인들(D1, D2, ..., DM)을 통해 디스플레이 패널(110)에 데이터 전압을 인가할 수 있다. 데이터 구동부(120)는 디지털 형태의 상기 데이터 신호를 아날로그 형태의 상기 데이터 전압으로 변환하는 디지털-아날로그 컨버터(Digital-to-Analog Converter)(DAC)를 포함할 수 있다. 상기 데이터 전압은 디스플레이 패널(110)이 영상을 표시하는 표시 모드에서 구동 레벨을 가지며, 각 픽셀(PX)에 포함되는 상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하기 위한 문턱 전압 센싱 모드에서 선택적/동적으로 변경되는 레벨을 가질 수 있다.
- [0030] 스캔 구동부(130)는 복수의 스캔 라인들(S1, S2, ..., SN)을 통해 디스플레이 패널(110)에 스캔 신호를 인가할 수 있다. 상기 스캔 신호에 기초하여 복수의 스캔 라인들(S1, S2, ..., SN)이 순차적으로 활성화될 수 있다.
- [0031] 센싱 구동부(140)는 복수의 센싱 제어 라인들(C1, C2, ..., CN)을 통해 디스플레이 패널(110)에 센싱 제어 신호를 인가하며, 각 픽셀(PX)에 포함되는 상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압 센싱 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 상기 센싱 제어 신호에 기초하여 상기 문턱 전압 센싱 동작을 수행하고자 하는 픽셀(PX) 및 구동 트랜지스터가 선택될 수 있다.
- [0032] 타이밍 제어부(150)는 디스플레이 장치(100)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 타이밍 제어부(150)는 소정의 제어 신호들을 데이터 구동부(120), 스캔 구동부(130), 센싱 구동부(140), 전원 공급부(160) 및 센싱 블록(170)에 제공함으로써 디스플레이 장치(100)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0033] 일 실시예에서, 데이터 구동부(120), 스캔 구동부(130) 및 타이밍 제어부(150)는 하나의 IC로 구현될 수 있다. 다른 실시예에서, 데이터 구동부(120), 스캔 구동부(130) 및 타이밍 제어부(150)는 2 이상의 IC들로 구현될 수 있다. 적어도 타이밍 제어부(150) 및 데이터 구동부(120)가 일체로 형성된 구동 모듈을 타이밍 컨트롤러 임베디드 데이터 드라이버(Timing Controller Embedded Data Driver, TED)라고 부를 수 있다.
- [0034] 타이밍 제어부(150)는 외부의 호스트 장치(미도시)로부터 입력 영상 데이터 및 입력 제어 신호들을 수신하며, 상기 입력 영상 데이터에 기초하여 상기 데이터 신호를 발생할 수 있다. 예를 들어, 상기 입력 영상 데이터는 적색 영상 데이터, 녹색 영상 데이터 및 청색 영상 데이터를 포함할 수 있다. 상기 입력 영상 데이터는 백색 영상 데이터를 포함할 수 있다. 상기 입력 영상 데이터는 마젠타색(magenta) 영상 데이터, 황색(yellow) 영상 데이터 및 시안색(cyan) 영상 데이터를 포함할 수 있다. 상기 입력 제어 신호들은 마스터 클럭 신호, 데이터 인에이블 신호를 포함할 수 있다. 또한, 상기 입력 제어 신호들은 수직 동기 신호 및 수평 동기 신호를 더 포함할

수 있다.

- [0035] 전원 공급부(160)는 디스플레이 패널(110)에 제1 전원 전압(ELVDD) 및 제2 전원 전압(ELVSS)을 공급할 수 있다. 예를 들어, ELVDD는 고 전원 전압에 해당하고 ELVSS는 저 전원 전압에 해당할 수 있다.
- [0036] 센싱 블록(170)은 도 1을 참조하여 상술한 본 발명의 실시예들에 따른 문턱 전압 센싱 방법을 수행한다. 센싱 블록(170)은 제1 전압 발생부(voltage generator 1)(VGEN1), 제2 전압 발생부(voltage generator 2)(VGEN2), 센싱부(sensing unit)(SU), 제1 스위치(switch 1)(SW1), 제2 스위치(switch 2)(SW2) 및 제3 스위치(switch 3)(SW3)를 포함할 수 있다.
- [0037] 제1 전압 발생부(VGEN1)는 각 픽셀(PX)에 포함되는 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 초기화 전압(VINIT)을 발생한다. 초기화 전압(VINIT)은 고정된 레벨을 가질 수 있다.
- [0038] 제2 전압 발생부(VGEN2)는 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되고 초기화 전압(VINIT)과 다른 기준 전압(VREF)을 발생한다. 기준 전압(VREF)은 선택적/동적으로 변경되는 레벨을 가질 수 있다.
- [0039] 센싱부(SU)는 상기 문턱 전압 센싱 모드에서 초기화 전압(VINIT), 제1 초기 레벨을 가지는 상기 데이터 전압 및 제2 초기 레벨을 가지는 기준 전압(VREF)이 상기 구동 트랜지스터에 인가된 경우에 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하고, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하여 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하기 위한 제어 신호(CS1, CS2)를 발생하며, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경한 결과에 기초하여 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 다시 센싱한다. 예를 들어, 센싱부(SU)는 센싱된 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압과 관련된 아날로그 센싱 값(ASEN)을 디지털 센싱 값(DSEN)으로 변환하는 아날로그-디지털 컨버터(Analog-to-Digital Converter)(ADC)를 포함할 수 있다.
- [0040] 실시예에 따라서, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 변화하여 상기 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우에, 센싱부(SU)는 기준 전압(VREF)의 상기 제2 초기 레벨을 조절하기 위한 제1 제어 신호(CS1)를 발생하여 제2 전압 발생부(VGEN2)에 제공하거나, 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨을 조절하기 위한 제2 제어 신호(CS2)를 발생하여 데이터 구동부(120)에 제공할 수 있다.
- [0041] 도 2의 실시예에서, 센싱부(SU)에 의해 발생하는 디지털 센싱 값(DSEN)은 데이터 구동부(120)에 제공될 수 있다. 데이터 구동부(120)는 디지털 센싱 값(DSEN)에 기초하여 각 픽셀(PX)을 구동하는데 이용되는(즉, 영상 표시를 위한) 상기 데이터 전압의 구동 레벨을 조절할 수 있다.
- [0042] 제1 스위치(SW1)는 제1 전압 발생부(VGEN1)와 상기 구동 트랜지스터 사이에 배치되고, 초기화 전압(VINIT)의 인가 타이밍을 제어할 수 있다. 제2 스위치(SW2)는 제2 전압 발생부(VGEN2)와 상기 구동 트랜지스터 사이에 배치되고, 기준 전압(VREF)의 인가 타이밍을 제어할 수 있다. 제3 스위치(SW3)는 센싱부(SU)와 상기 구동 트랜지스터 사이에 배치되고, 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압의 센싱 타이밍을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제1, 제2 및 제3 스위치들(SW1, SW2, SW3)은 각각 적어도 하나의 트랜지스터를 포함하고, 타이밍 제어부(150)의 제어에 의해 온/오프될 수 있다.
- [0043] 도 2의 실시예에서, 제1, 제2 및 제3 스위치들(SW1, SW2, SW3)은 상기 디스플레이 구동 집적 회로에 포함될 수 있다. 다시 말하면, 제1, 제2 및 제3 스위치들(SW1, SW2, SW3)은 IC 측(IC-side)에 배치될 수 있다.
- [0044] 편의상, 도 2에서는 1개의 제1 전압 발생부(VGEN1), 1개의 제2 전압 발생부(VGEN2), 1개의 센싱부(SU) 및 이와 연결되는 스위치들(SW1, SW2, SW3)을 도시하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 센싱 블록(170)은 복수의 제1 전압 발생부들, 복수의 제2 전압 발생부들 및 복수의 센싱부들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 제1 전압 발생부들, 상기 복수의 제2 전압 발생부들 및 상기 복수의 센싱부들의 개수는 데이터 라인들(D1, D2, ..., DM)의 개수와 동일하며, 하나의 픽셀 행에 배치되는 픽셀들은 서로 다른 제1 전압 발생부들, 제2 전압 발생부들 및 센싱부들과 연결되어 문턱 전압 센싱 동작을 수행할 수 있다. 다른 예에서, 상기 복수의 제1 전압 발생부들, 상기 복수의 제2 전압 발생부들 및 상기 복수의 센싱부들의 개수는 데이터 라인들(D1, D2, ..., DM)의 개수보다 적으며, 하나의 픽셀 행에 배치되는 서로 인접한 픽셀들은 제1 전압 발생부, 제2 전압 발생부 및 센싱부를 공유하여 문턱 전압 센싱 동작을 수행할 수 있다.
- [0045] 또한 편의상, 도 2에서는 데이터 구동부(120) 및 센싱 블록(170)을 별개의 구성요소로 도시하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 데이터 구동부(120)가 센싱 블록(170)을 포함하도록 구현될 수도 있다.
- [0046] 메모리(180)는 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 센싱하는데 이용되는 상기 데이터 전압의 상기 제1 초

기 레벨, 상기 초기화 전압(VINIT)의 레벨 및 기준 전압(VREF)의 상기 제2 초기 레벨을 저장하고, 센싱된 상기 문턱 전압을 저장하며, 그 밖에 디스플레이 장치(100)의 동작에 필요한 데이터들을 저장할 수 있다.

- [0047] 일 실시예에서, 메모리(150)는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory) 등과 같은 휘발성 메모리, 및 EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), 플래시 메모리(flash memory), PRAM(phase change random access memory), RRAM(resistance random access memory), NFGM(nano floating gate memory), PoRAM(polymer random access memory), MRAM(magnetic random access memory), FRAM(ferroelectric random access memory) 등과 같은 비휘발성 메모리 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0048] 실시예에 따라서, 상기 디스플레이 구동 집적 회로에 포함되는 구성요소들 중 적어도 일부는 디스플레이 패널(110) 상에 실장되거나, 테이프 캐리어 패키지(Tape Carrier Package; TCP) 형태로 디스플레이 패널(110)에 연결될 수 있다. 실시예에 따라서, 상기 디스플레이 구동 집적 회로에 포함되는 구성요소들 중 적어도 일부는 디스플레이 패널(110)에 집적될 수도 있다. 실시예에 따라서, 상기 디스플레이 구동 집적 회로에 포함되는 구성요소들 각각은 별개의 회로들/모듈들/칩들로 구현될 수도 있고, 상기 디스플레이 구동 집적 회로에 포함되는 구성요소들 중 몇몇은 기능에 따라 하나의 회로/모듈/칩으로 결합되거나 여러 회로/모듈/칩들로 더 분리될 수 있다.
- [0049] 도 3은 도 2의 디스플레이 장치의 디스플레이 패널에 포함되는 픽셀의 일 예를 나타내는 회로도이다.
- [0050] 도 3을 참조하면, 픽셀(PX)은 스위칭 트랜지스터(TS), 스토리지 커패시터(CST), 구동 트랜지스터(TD), 센싱 트랜지스터(TSE), 유기 발광 다이오드(EL) 및 라인 커패시터(CLINE)를 포함할 수 있다.
- [0051] 스위칭 트랜지스터(TS)는 데이터 라인(Di)에 연결된 제1 전극, 스토리지 커패시터(CST)에 연결된 제2 전극 및 스캔 라인(Sj)에 연결된 게이트 전극을 가질 수 있다. 스위칭 트랜지스터(TS)는 스캔 구동부(130)로부터 인가된 스캔 신호(SSC)에 응답하여 데이터 구동부(120)로부터 제공된 데이터 전압(VDAT)을 스토리지 커패시터(CST)에 전송할 수 있다.
- [0052] 스토리지 커패시터(CST)는 제1 전원 전압(ELVDD)에 연결된 제1 전극 및 구동 트랜지스터(TD)의 게이트 전극에 연결된 제2 전극을 가질 수 있다. 스토리지 커패시터(CST)는 스위칭 트랜지스터(TS)를 통하여 전송된 데이터 전압(VDAT)을 저장할 수 있다.
- [0053] 구동 트랜지스터(TD)는 제1 전원 전압(ELVDD)에 연결된 제1 전극, 유기 발광 다이오드(EL)에 연결된 제2 전극 및 스토리지 커패시터(CST)에 연결된 게이트 전극을 가질 수 있다. 구동 트랜지스터(TD)는 스토리지 커패시터(CST)에 저장된 데이터 전압(VDAT)에 따라 턴 온 또는 턴 오프될 수 있다.
- [0054] 유기 발광 다이오드(EL)는 구동 트랜지스터(TD)에 연결된 애노드 전극 및 제2 전원 전압(ELVSS)에 연결된 캐소드 전극을 가질 수 있다. 유기 발광 다이오드(EL)는 구동 트랜지스터(TD)가 턴 온되는 동안에, 제1 전원 전압(ELVDD)으로부터 제2 전원 전압(ELVSS)으로 흐르는 전류에 기초하여 발광할 수 있다. 유기 발광 다이오드(EL)에 흐르는 전류가 증가할수록 픽셀(PX)의 휘도가 증가할 수 있다.
- [0055] 센싱 트랜지스터(TSE)는 유기 발광 다이오드(EL)에 연결된 제1 전극, 센싱 제어 라인(Cj)에 연결된 게이트 전극, 및 센싱 라인(Mi)과 라인 커패시터(CLINE)에 연결된 제2 전극을 포함할 수 있다. 센싱 트랜지스터(TSE)는 센싱 구동부(140)로부터 인가된 센싱 제어 신호(SSE)에 응답하여 초기화 전압(VINIT) 및 기준 전압(VREF)을 구동 트랜지스터(TD)의 제2 전극에 전송하거나 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극으로부터 센싱된 구동 트랜지스터(TD)의 문턱 전압과 관련된 아날로그 센싱 값(ASEN)을 출력할 수 있다.
- [0056] 스토리지 커패시터(CST)와 다르게, 라인 커패시터(CLINE)는 센싱 라인(Mi)과 접지 전압 사이에 형성된 기생 커패시터일 수 있다. 라인 커패시터(CLINE), 초기화 전압(VINIT) 및 기준 전압(VREF)에 의해 상기 문턱 전압 센싱 모드에서 구동 트랜지스터(TD)의 제2 전극이 충전될 수 있다.
- [0057] 도 3에서는 디스플레이 패널(110)에 포함되는 픽셀(PX)의 일 예를 도시하였으나, 픽셀(PX)의 종류 및 구성은 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예들은 도 3과 다른 구조를 갖는 유기 발광 다이오드 픽셀, 나아가 유기 발광 다이오드 픽셀 이외의 다른 타입의 픽셀에도 적용될 수 있다.
- [0058] 도 4는 도 1의 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계의 일 예를 나타내는 순서도이다.
- [0059] 도 1 및 4를 참조하면, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는데 있어서(단계 S320), 상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨을 조절할 수 있다(단계 S321). 상기 제2 초기 레벨을 조절한 이후

에도 상기 미리 정해진 조건을 만족하지 못하면(단계 S325: 아니오), 단계 S321을 다시 수행하여 상기 제2 초기 레벨을 다시 조절하고, 상기 제2 초기 레벨을 조절한 이후에 상기 미리 정해진 조건을 만족하면(단계 S325: 예), 상기 제2 초기 레벨을 조절하는 동작을 종료할 수 있다. 다시 말하면, 상기 미리 정해진 조건을 만족할 때까지 상기 제2 초기 레벨을 조절할 수 있다. 도 4의 실시예는 상기 제2 초기 레벨만을 조절하는 경우를 나타낸다.

- [0060] 일 실시예에서, 상기 미리 정해진 조건은 상기 초기화 전압 및 상기 기준 전압이 인가되는 상기 구동 트랜지스터의 제2 전극의 충전 시간이 미리 정해진 제1 시간 이상 보장되는 제1 조건을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 미리 정해진 조건은 상기 초기화 전압 및 상기 기준 전압이 인가되는 상기 구동 트랜지스터의 제2 전극의 충전 전압이 미리 정해진 제1 레벨 이상 보장되는 제2 조건을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 미리 정해진 조건은 상기 제1 조건 및 상기 제2 조건을 모두 포함할 수 있다.
- [0061] 도 5, 6a, 6b, 6c, 6d 및 7은 도 4의 동작을 설명하기 위한 도면들이다.
- [0062] 도 5를 참조하면, 도 3의 픽셀(PX)에 데이터 전압(VDAT), 초기화 전압(VINIT) 및 기준 전압(VREF)이 인가되고 도 3의 픽셀(PX)로부터 아날로그 센싱 값(ASEN)을 획득하는 경우를 나타내고 있다.
- [0063] 데이터 구동부(120)에 포함되는 디지털-아날로그 컨버터(DAC)는 데이터 신호(DDAT)를 데이터 전압(VDAT)으로 변환하여 데이터 라인(Di)에 제공할 수 있다. 데이터 전압(VDAT)은 스위칭 트랜지스터(TS)를 통해 구동 트랜지스터(TD)의 상기 게이트 전극 및 스토리지 커패시터(CST)에 전송될 수 있다.
- [0064] 제1 전압 발생부(VGEN1)는 제1 스위치(SW1)가 닫히는 경우에 초기화 전압(VINIT)을 센싱 라인(Mi)에 제공하고, 제2 전압 발생부(VGEN2)는 제2 스위치(SW2)가 닫히는 경우에 기준 전압(VREF)을 센싱 라인(Mi)에 제공할 수 있다. 초기화 전압(VINIT) 및 기준 전압(VREF)은 센싱 트랜지스터(TSE)를 통해 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극(예를 들어, 소스 전극)에 전송되고 라인 커패시터(CLIN)에 전송될 수 있다.
- [0065] 센싱부(SU)는 제3 스위치(SW3)가 닫히는 경우에 아날로그 센싱 값(ASEN)을 획득하고, 센싱부(SU)에 포함되는 아날로그-디지털 컨버터(ADC)는 아날로그 센싱 값(ASEN)을 디지털 센싱 값(DSEN)으로 변환하여 출력할 수 있다.
- [0066] 도 6a, 6b, 6c 및 6d에서, VG는 구동 트랜지스터(TD)의 상기 게이트 전극의 전압 레벨을 나타내며, VS는 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극(예를 들어, 소스 전극)의 전압 레벨을 나타낸다.
- [0067] 도 6a를 참조하면, 기준 전압(VREF)이 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 인가되지 않는다고 가정하면, 상기 문턱 전압 센싱 모드에서 구동 트랜지스터(TD)의 상기 게이트 전극에 제1 초기 레벨(VDAT1)을 가지는 데이터 전압(VDAT)이 인가되고, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 고정 레벨을 가지는 초기화 전압(VINIT)이 인가될 수 있다. 예를 들어, 제1 초기 레벨(VDAT1)은 초기화 전압(VINIT)의 레벨보다 높을 수 있다.
- [0068] 이 때, 구동 트랜지스터(TD)를 오프(off)시켜서 상기 제2 전극이 상기 게이트 전극의 전압(즉, 제1 초기 레벨(VDAT1)을 가지는 데이터 전압(VDAT))과 문턱 전압(VTH1)의 차이에 해당하는 전압 레벨(VDAT1-VTH1)로 충전 및 안정화되는 것을 센싱함으로써, 구동 트랜지스터(TD)의 문턱 전압(VTH1)을 센싱할 수 있다. 도 6a에 도시된 것처럼, 기준 전압(VREF)이 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 인가되지 않는다면, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 및 안정화에 소요되는 시간(Δt_1)이 상대적으로 길 수 있다.
- [0069] 도 6b를 참조하면, 기준 전압(VREF)이 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 인가되는 본 발명의 실시예들에 따르면, 상기 문턱 전압 센싱 모드에서 구동 트랜지스터(TD)의 상기 게이트 전극에 제1 초기 레벨(VDAT1)을 가지는 데이터 전압(VDAT)이 인가되고, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 고정 레벨을 가지는 초기화 전압(VINIT)이 인가되며, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 제2 초기 레벨(VREF1)을 가지는 기준 전압(VREF)이 추가적으로 인가될 수 있다. 예를 들어, 제2 초기 레벨(VREF1)은 제1 초기 레벨(VDAT1)보다 낮고 초기화 전압(VINIT)의 레벨보다 높을 수 있다.
- [0070] 도 6a를 참조하여 상술한 것과 유사하게, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극이 전압 레벨(VDAT1-VTH1)로 충전 및 안정화되는 것을 센싱함으로써, 구동 트랜지스터(TD)의 문턱 전압(VTH1)을 센싱할 수 있다. 이 때, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 시작 레벨은 항상 고정된 초기화 전압(VINIT)의 레벨이 아니며, 초기화 전압(VINIT)의 레벨보다 높은, 즉 센싱하고자 하는 전압 레벨(VDAT1-VTH1)에 보다 가까운 제2 초기 레벨(VREF1)일 수 있다. 따라서, 도 6a와 비교하였을 때 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 및 안정화에 소요되는 시간(Δt_2)이 감소될 수 있다.
- [0071] 일 실시예에서, 제1 초기 레벨(VDAT1)에서 문턱 전압(VTH1) 및 제2 초기 레벨(VREF1)을 뺀 전압 레벨(VDAT1-

VTH1-VREF1)을 아날로그 센싱 값(ASEN)으로 획득하고, 이를 아날로그-디지털 변환하여 디지털 센싱 값(DSEN)을 획득할 수 있다.

- [0072] 한편, 도 6b에서는 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전이 시작된 직후에 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 제2 초기 레벨(VREF1)을 가지는 기준 전압(VREF)이 추가적으로 인가되는 것으로 도시하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 기준 전압(VREF)은 상기 제2 전극의 충전이 시작되기 이전의 임의의 시점에 인가될 수도 있다.
- [0073] 도 6c를 참조하면, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 VTH1에서 VTH2로 변화할 수 있다. 예를 들어, 구동 트랜지스터(TD)의 변화된 문턱 전압(VTH2)은 문턱 전압(VTH1)보다 클 수 있다. 다시 말하면, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 증가될 수 있다.
- [0074] 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 증가된 경우에, 상기 미리 정해진 조건을 만족하지 못할 수 있다. 예를 들어, 도 6c에 도시된 것처럼 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 시간(Δt_3)이 감소되어 도 6b의 시간(Δt_2)보다 짧을 수 있으며, 이 경우 도 4를 참조하여 상술한 상기 제1 조건을 만족하지 못할 수 있다. 다른 예에서, 도 6c에 도시된 것처럼 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 전압(VDAT1-VTH2-VREF1)이 감소되어 도 6b의 충전 전압(VDAT1-VTH1-VREF1)보다 적을 수 있으며, 이 경우 도 4를 참조하여 상술한 상기 제2 조건을 만족하지 못할 수 있다.
- [0075] 일 실시예에서, 아날로그 센싱 값(ASEN) 및 디지털 센싱 값(DSEN)에 기초하여 상기 미리 정해진 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다. 상술한 것처럼, 전압 레벨(VDAT1-VTH1-VREF1)을 아날로그 센싱 값(ASEN)으로 획득하고 이를 기초로 디지털 센싱 값(DSEN)을 획득하므로, 상기 문턱 전압이 VTH1에서 VTH2로 변화하는 경우에 아날로그 센싱 값(ASEN) 또한 VDAT1-VTH1-VREF1에서 VDAT1-VTH2-VREF1로 변경되며, 따라서 변경된 아날로그 센싱 값(ASEN) 및 디지털 센싱 값(DSEN)에 기초하여 상기 제1 조건 및/또는 상기 제2 조건의 만족 여부를 판단할 수 있다.
- [0076] 도 6d를 참조하면, 구동 트랜지스터(TD)의 변화된 문턱 전압(VTH2)을 센싱하기 위해 기준 전압(VREF)의 제2 초기 레벨(VREF1)을 조절할 수 있다. 예를 들어, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 VTH1에서 VTH2로 변화된 경우에, 기준 전압(VREF)의 상기 제2 초기 레벨은 VREF1에서 VREF2로 조절될 수 있다. 다시 말하면, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 증가된 경우에, 기준 전압(VREF)의 상기 제2 초기 레벨은 감소될 수 있다.
- [0077] 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 증가됨에 따라 기준 전압(VREF)의 상기 제2 초기 레벨을 감소시킨 경우에, 상기 미리 정해진 조건을 다시 만족할 수 있다. 예를 들어, 도 6d에 도시된 것처럼 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 시간(Δt_2)이 도 6b의 시간(Δt_2)과 실질적으로 동일할 수 있으며, 이 경우 도 4를 참조하여 상술한 상기 제1 조건을 다시 만족할 수 있다. 다른 예에서, 도 6d에 도시된 것처럼 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 전압(VDAT1-VTH2-VREF2)이 도 6b의 충전 전압(VDAT1-VTH1-VREF1)과 실질적으로 동일할 수 있으며, 이 경우 도 4를 참조하여 상술한 상기 제2 조건을 다시 만족할 수 있다.
- [0078] 일 실시예에서, 제1 초기 레벨(VDAT1)에서 변화된 문턱 전압(VTH2) 및 변경된 제2 초기 레벨(VREF2)을 뺀 전압 레벨(VDAT1-VTH2-VREF2)을 아날로그 센싱 값(ASEN)으로 획득하고, 이를 아날로그-디지털 변환하여 디지털 센싱 값(DSEN)을 획득할 수 있다. 이 경우, 아날로그 센싱 값(ASEN) 및 디지털 센싱 값(DSEN)은 도 6b에서의 아날로그 센싱 값(ASEN) 및 디지털 센싱 값(DSEN)과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0079] 도 7을 참조하면, 도 6a, 6b, 6c 및 6d를 참조하여 상술한 동작들을 하나의 그래프로 나타내고 있다.
- [0080] 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 초기화 전압(VINIT)만이 인가되는 경우에, 구동 트랜지스터(TD)의 문턱 전압(VTH1)에 의해 상기 제2 전극이 전압 레벨(VDAT1-VTH1)로 충전되며, DO_VTH1-DO_VINIT 값이 디지털 센싱 값(DSEN)으로 출력될 수 있다(도 7의 ① 및 ②).
- [0081] 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극에 초기화 전압(VINIT) 및 기준 전압(VREF)이 인가되는 경우에, 상기 제2 전극이 전압 레벨(VDAT1-VTH1)로 충전되는 시간이 감소하며, Dx 값이 디지털 센싱 값(DSEN)으로 출력될 수 있다(도 7의 ③).
- [0082] 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 VTH1에서 VTH2로 변화된 경우에, 기준 전압(VREF)의 상기 제2 초기 레벨은 VREF1에서 VREF2로 조절되고, 상기 제2 전극이 전압 레벨(VDAT1-VTH2)로 충전되며, Dx와 실질적으로 동일한 Dx' 값이 디지털 센싱 값(DSEN)으로 출력될 수 있다(도 7의 ④ 및 ⑤).
- [0083] 상술한 것처럼, 초기화 전압(VINIT) 및 기준 전압(VREF)을 이용하여 문턱 전압 센싱을 위한 충전 시작 레벨을

센싱하고자 하는 전압 레벨에 보다 가깝도록 설정함으로써, 충전 시간 및 이에 따른 문턱 전압 센싱 시간이 감소될 수 있다. 또한, 기준 전압(VREF)의 레벨을 동적으로 조절하는 방식으로 문턱 전압 센싱을 위한 충전 시작 레벨의 동적 제어를 채용함으로써, 충전 전압 및 충전 시간이 일정 수준 보장되면서도 빠른 문턱 전압 센싱을 수행할 수 있다.

- [0084] 도 8은 도 1의 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계의 다른 예를 나타내는 순서도이다. 이하 도 4와 중복되는 설명은 생략한다.
- [0085] 도 1 및 8을 참조하면, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는데 있어서(단계 S320), 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨을 조절할 수 있다(단계 S322). 상기 제1 초기 레벨을 조절한 이후에도 상기 미리 정해진 조건을 만족하지 못하면(단계 S325: 아니오), 단계 S322를 다시 수행하여 상기 제1 초기 레벨을 다시 조절하고, 상기 제1 초기 레벨을 조절한 이후에 상기 미리 정해진 조건을 만족하면(단계 S325: 예), 상기 제1 초기 레벨을 조절하는 동작을 종료할 수 있다. 다시 말하면, 상기 미리 정해진 조건을 만족할 때까지 상기 제1 초기 레벨을 조절할 수 있다. 도 8의 실시예는 상기 제1 초기 레벨만을 조절하는 경우를 나타낸다.
- [0086] 도 9a, 9b, 9c 및 9d는 도 8의 동작을 설명하기 위한 도면들이다. 이하 도 6a, 6b, 6c 및 6d와 중복되는 설명은 생략한다.
- [0087] 도 9a를 참조하면, 도 6a를 참조하여 상술한 것과 유사하게, 제1 초기 레벨(VDAT1)을 가지는 데이터 전압(VDAT) 및 초기화 전압(VINIT)만을 구동 트랜지스터(TD)에 인가한 이후에, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극이 전압 레벨(VDAT1-VTH1)로 충전 및 안정화되는 것을 센싱함으로써, 구동 트랜지스터(TD)의 문턱 전압(VTH1)을 센싱할 수 있다.
- [0088] 도 9b를 참조하면, 도 6b를 참조하여 상술한 것과 유사하게, 제1 초기 레벨(VDAT1)을 가지는 데이터 전압(VDAT), 초기화 전압(VINIT) 및 제2 초기 레벨(VREF1)을 가지는 기준 전압(VREF)을 구동 트랜지스터(TD)에 인가한 이후에, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극이 전압 레벨(VDAT1-VTH1)로 충전 및 안정화되는 것을 센싱함으로써, 구동 트랜지스터(TD)의 문턱 전압(VTH1)을 보다 빠르게 센싱할 수 있다.
- [0089] 도 9c를 참조하면, 도 6c를 참조하여 상술한 것과 유사하게, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 VTH1에서 VTH2로 변화하며, 이에 따라 상기 미리 정해진 조건을 만족하지 못할 수 있다.
- [0090] 도 9d를 참조하면, 구동 트랜지스터(TD)의 변화된 문턱 전압(VTH2)을 센싱하기 위해 데이터 전압(VDAT)의 제1 초기 레벨(VDAT1)을 조절할 수 있다. 예를 들어, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 VTH1에서 VTH2로 변화된 경우에, 데이터 전압(VDAT)의 상기 제1 초기 레벨은 VDAT1에서 VDAT2로 조절될 수 있다. 다시 말하면, 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 증가된 경우에, 데이터 전압(VDAT)의 상기 제1 초기 레벨은 증가될 수 있다.
- [0091] 구동 트랜지스터(TD)의 상기 문턱 전압이 증가됨에 따라 데이터 전압(VDAT)의 상기 제1 초기 레벨을 증가시킨 경우에, 상기 미리 정해진 조건을 다시 만족할 수 있다. 예를 들어, 도 9d에 도시된 것처럼 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 시간(Δt_2)이 도 9b의 시간(Δt_2)과 실질적으로 동일할 수 있으며, 이 경우 도 4를 참조하여 상술한 상기 제1 조건을 다시 만족할 수 있다. 다른 예에서, 도 9d에 도시된 것처럼 구동 트랜지스터(TD)의 상기 제2 전극의 충전 전압(VDAT2-VTH2-VREF1)이 도 9b의 충전 전압(VDAT1-VTH1-VREF1)과 실질적으로 동일할 수 있으며, 이 경우 도 4를 참조하여 상술한 상기 제2 조건을 다시 만족할 수 있다.
- [0092] 일 실시예에서, 변경된 제1 초기 레벨(VDAT2)에서 변화된 문턱 전압(VTH2) 및 제2 초기 레벨(VREF1)을 뺀 전압 레벨(VDAT2-VTH2-VREF1)을 아날로그 센싱 값(ASEN)으로 획득하고, 이를 아날로그-디지털 변환하여 디지털 센싱 값(DSEN)을 획득할 수 있다. 이 경우, 아날로그 센싱 값(ASEN) 및 디지털 센싱 값(DSEN)은 도 9b에서의 아날로그 센싱 값(ASEN) 및 디지털 센싱 값(DSEN)과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0093] 상술한 것처럼, 초기화 전압(VINIT) 및 기준 전압(VREF)을 이용하여 문턱 전압 센싱을 위한 충전 시작 레벨을 센싱하고자 하는 전압 레벨에 보다 가깝도록 설정함으로써, 충전 시간 및 이에 따른 문턱 전압 센싱 시간이 감소될 수 있다. 또한, 데이터 전압(VDAT)의 레벨을 동적으로 조절하는 방식을 채용함으로써, 충전 전압 및 충전 시간이 일정 수준 보장되면서도 빠른 문턱 전압 센싱을 수행할 수 있다.
- [0094] 도 10은 도 1의 제1 초기 레벨 및 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는 단계의 또 다른 예를 나타내는 순서도이다. 이하 도 4 및 8과 중복되는 설명은 생략한다.

- [0095] 도 1 및 10을 참조하면, 상기 제1 초기 레벨 및 상기 제2 초기 레벨 중 적어도 하나를 변경하는데 있어서(단계 S320), 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨 및 상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨을 함께 조절할 수 있다(단계 S323). 상기 제1 및 제2 초기 레벨들을 조절한 이후에도 상기 미리 정해진 조건을 만족하지 못하면(단계 S325: 아니오), 단계 S323을 다시 수행하여 상기 제1 및 제2 초기 레벨들을 다시 조절하고, 상기 제1 및 제2 초기 레벨들을 조절한 이후에 상기 미리 정해진 조건을 만족하면(단계 S325: 예), 상기 제1 및 제2 초기 레벨들을 조절하는 동작을 종료할 수 있다. 다시 말하면, 상기 미리 정해진 조건을 만족할 때까지 상기 제1 및 제2 초기 레벨들을 조절할 수 있다. 도 10의 실시예는 상기 제1 및 제2 초기 레벨들 모두를 조절하는 경우를 나타낸다. 상기 제2 초기 레벨을 조절하는 동작은 도 4 등을 참조하여 상술한 것과 실질적으로 동일하고, 상기 제1 초기 레벨을 조절하는 동작은 도 8 등을 참조하여 상술한 것과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0096] 한편, 도 4 내지 10을 참조하여 각 픽셀(PX)이 NMOS(n-type metal oxide semiconductor) 트랜지스터들을 포함하여 구현되는 경우 및 구동 트랜지스터(ID)의 상기 문턱 전압이 증가하는 경우에 기초하여 상기 제1 및 제2 초기 레벨들이 변경되는 예를 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 각 픽셀이 PMOS(p-type metal oxide semiconductor) 트랜지스터들을 포함하여 구현되는 경우 및/또는 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압이 감소하는 경우에도 적용될 수 있다.
- [0097] 도 11은 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법을 나타내는 순서도이다. 이하 도 1과 중복되는 설명은 생략한다.
- [0098] 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법에서, 단계 S100, S200, S310, S320, S330 및 S400은 각각 도 1의 단계 S100, S200, S310, S320, S330 및 S400과 각각 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0099] 상기 문턱 전압의 센싱이 완료된 이후에, 센싱된 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 저장할 수 있다(단계 S500).
- [0100] 도 12는 도 11의 센싱된 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 저장하는 단계의 일 예를 나타내는 순서도이다.
- [0101] 도 11 및 12를 참조하면, 센싱된 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압을 저장하는데 있어서(단계 S500), 도 6b를 참조하여 상술한 것과 유사하게, 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨에서 상기 문턱 전압의 레벨 및 상기 기준 전압의 상기 제2 초기 레벨을 뺀 아날로그 센싱 값을 획득하고(단계 S510), 상기 아날로그 센싱 값을 아날로그-디지털 변환하여 디지털 센싱 값을 획득하며(단계 S520), 상기 디지털 센싱 값을 저장할 수 있다(단계 S530). 단계 S510 및 S520은 도 2의 센싱부(SU) 및 아날로그-디지털 컨버터(ADC)에 의해 수행되며, 단계 S530은 도 2의 메모리(180)에 의해 수행될 수 있다.
- [0102] 도 13은 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법을 나타내는 순서도이다. 이하 도 1 및 11과 중복되는 설명은 생략한다.
- [0103] 도 13을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 패널의 문턱 전압 센싱 방법에서, 단계 S100, S200, S310, S320, S330 및 S400은 각각 도 1의 단계 S100, S200, S310, S320, S330 및 S400과 각각 실질적으로 동일하며, 단계 S500은 도 11의 단계 S500과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0104] 저장된 상기 구동 트랜지스터의 상기 문턱 전압에 기초하여, 상기 픽셀을 구동하는데 이용되는 상기 데이터 전압의 구동 레벨을 조절할 수 있다(단계 S600). 예를 들어, 도 2를 참조하여 상술한 것처럼, 단계 S600은 데이터 구동부(120)에 의해 수행될 수 있다. 다른 예에서, 도 15를 참조하여 후술하는 것처럼, 단계 S600은 타이밍 제어부(150)에 의해 수행될 수 있다.
- [0105] 본 발명의 실시예들에 따르면, 각 픽셀(PX)의 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하기 위해 데이터 전압(VDAT), 초기화 전압(VINIT) 및 초기화 전압(VINIT)과 구별되는 기준 전압(VREF)을 이용하며, 데이터 전압(VDAT) 및 기준 전압(VREF) 중 적어도 하나의 레벨을 문턱 전압의 변화에 따라 동적으로 변경함으로써, 문턱 전압 센싱 시간을 최소화하고 문턱 전압을 효과적으로 센싱할 수 있다.
- [0106] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터로 판독 가능한 프로그램 코드를 포함하는 제품 등의 형태로 구현될 수도 있다. 상기 컴퓨터로 판독 가능한 프로그램 코드는 다양한 컴퓨터 또는 다른 데이터 처리 장치의 프로세서로 제공될 수 있다. 상기 컴퓨터로 판독 가능한 매체는 컴퓨터로 판독 가능한 신호 매체 또는 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체일 수 있다. 상기 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체는 명령어 실행 시스템, 장비 또는 장치 내에 또는 이들과 접속되어 프로그램을 저장하거나 포함할 수 있는 임의의 유형적인

매체일 수 있다. 예를 들어, 상기 컴퓨터로 판독 가능한 매체는 비일시적(non-transitory) 저장 매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, 비일시적은 저장 매체가 신호(signal)를 포함하지 않으며 실제(tangible)하다는 것을 의미할 뿐 데이터가 저장 매체에 반영구적 또는 임시적으로 저장됨을 구분하지 않는다.

- [0107] 도 14 및 15는 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 구동 집적 회로 및 이를 포함하는 디스플레이 장치를 나타내는 블록도들이다. 이하 도 2와 중복되는 설명은 생략한다.
- [0108] 도 14를 참조하면, 디스플레이 장치(100a)는 디스플레이 패널(110a) 및 디스플레이 구동 집적 회로를 포함한다. 상기 디스플레이 구동 집적 회로는 데이터 구동부(120), 스캔 구동부(130), 센싱 구동부(140), 타이밍 제어부(150), 전원 공급부(160), 센싱 블록(170a) 및 메모리(180)를 포함할 수 있다.
- [0109] 디스플레이 패널(110a) 및 센싱 블록(170a)의 구조가 일부 변경되는 것을 제외하면, 도 14의 디스플레이 장치(100a)는 도 2의 디스플레이 장치(100)와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0110] 도 14의 실시예에서, 센싱 블록(170a)은 제1 전압 발생부(VGEN1), 제2 전압 발생부(VGEN2), 센싱부(SU), 제1 스위치(SW1), 제2 스위치(SW2) 및 제3 스위치(SW3)를 포함할 수 있다. 도 2의 제1, 제2 및 제3 스위치들(SW1, SW2, SW3)과 다르게, 도 14의 제1, 제2 및 제3 스위치들(SW1, SW2, SW3)은 디스플레이 패널(110a)에 포함되고 디스플레이 패널(110a) 상에 배치될 수 있다. 다시 말하면, 제1, 제2 및 제3 스위치들(SW1, SW2, SW3)은 패널 측(panel-side)에 배치될 수 있다.
- [0111] 도 15를 참조하면, 디스플레이 장치(100b)는 디스플레이 패널(110) 및 디스플레이 구동 집적 회로를 포함한다. 상기 디스플레이 구동 집적 회로는 데이터 구동부(120b), 스캔 구동부(130), 센싱 구동부(140), 타이밍 제어부(150b), 전원 공급부(160), 센싱 블록(170) 및 메모리(180)를 포함할 수 있다.
- [0112] 데이터 구동부(120b) 및 타이밍 제어부(150b)의 동작이 일부 변경되는 것을 제외하면, 도 15의 디스플레이 장치(100b)는 도 2의 디스플레이 장치(100)와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0113] 도 15의 실시예에서, 센싱부(SU)에 의해 발생하는 제2 제어 신호(CS2) 및 디지털 센싱 값(DSEN)은 데이터 구동부(120b)가 아닌 타이밍 제어부(150b)에 제공될 수 있다. 타이밍 제어부(150b)는 제2 제어 신호(CS2)에 기초하여 상기 데이터 전압의 상기 제1 초기 레벨을 조절하도록 데이터 구동부(120b)를 제어하며, 디지털 센싱 값(DSEN)에 기초하여 각 픽셀(PX)을 구동하는데 이용되는(즉, 영상 표시를 위한) 상기 데이터 전압의 구동 레벨을 조절하도록 상기 입력 영상 데이터의 값 및/또는 상기 데이터 신호를 조절할 수 있다.
- [0114] 도 16은 본 발명의 실시예들에 따른 전자 시스템을 나타내는 블록도이다.
- [0115] 도 16을 참조하면, 전자 시스템(1000)은 프로세서(1010), 메모리 장치(1020), 통신부(1030), 입출력 장치(1040), 전원 공급 장치(1050) 및 디스플레이 장치(1060)를 포함할 수 있다. 전자 시스템(1000)은 비디오 카드, 사운드 카드, 메모리 카드, USB 장치 등과 통신하거나, 또는 다른 시스템들과 통신할 수 있는 여러 포트(port)들을 더 포함할 수 있다.
- [0116] 프로세서(1010)는 전자 시스템(1000)의 전반적인 동작을 제어하고, 운영 체제, 어플리케이션 등을 실행할 수 있다. 메모리 장치(1020)는 전자 시스템(1000)의 동작에 필요한 데이터들을 저장할 수 있다. 통신부(1030)는 외부 장치와 통신을 수행할 수 있다. 입출력 장치(1040)는 키보드, 키패드, 터치패드, 터치스크린, 마우스, 리모트 컨트롤러 등과 같은 입력 수단, 및 스피커, 프린터 등과 같은 출력 수단을 포함할 수 있다. 전원 공급 장치(1050)는 전자 시스템(1000)의 동작에 필요한 파워를 공급할 수 있다.
- [0117] 디스플레이 장치(1060)는 디스플레이 패널 및 디스플레이 구동 집적 회로를 포함하며, 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 장치일 수 있다. 상기 디스플레이 구동 집적 회로는 본 발명의 실시예들에 따른 디스플레이 구동 집적 회로이고, 각 픽셀의 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 센싱하기 위한 센싱 블록(fast sensing block, FSENB)(1062)을 포함하며, 본 발명의 실시예들에 따른 문턱 전압 센싱 동작을 수행할 수 있다.

산업상 이용가능성

- [0118] 본 발명의 실시예들은 디스플레이 장치를 포함하는 임의의 전자 장치 및 시스템에 유용하게 이용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터(computer), 노트북(laptop), 핸드폰(cellular), 스마트폰(smart phone), MP3 플레이어, PDA(Personal Digital Assistant), PMP(Portable Multimedia Player), 디지털 TV, 디지털 카메라, 포터블 게임 콘솔(portable game console), 네비게이션(navigation) 기기, 웨어러블(wearable) 기기, IoT(Internet of Things) 기기, IoE(Internet of Everything) 기기, e-북(e-book), VR(Virtual

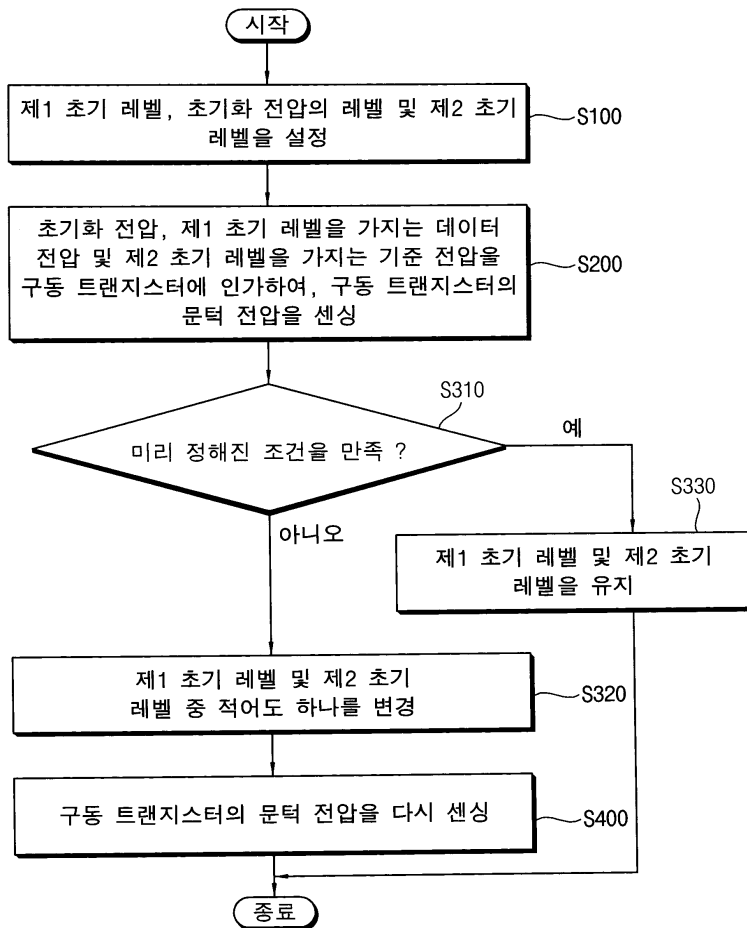
Reality) 기기, AR(Augmented Reality) 기기 등과 같은 전자 기기에 더욱 유용하게 적용될 수 있다.

[0119]

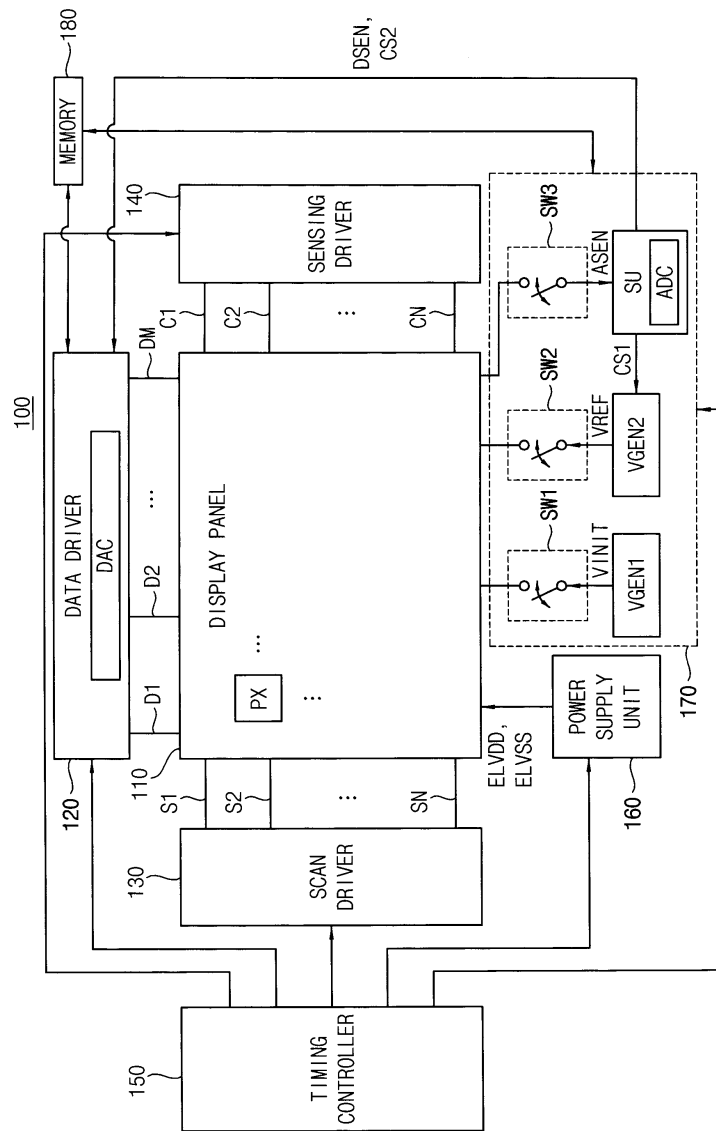
상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

도면

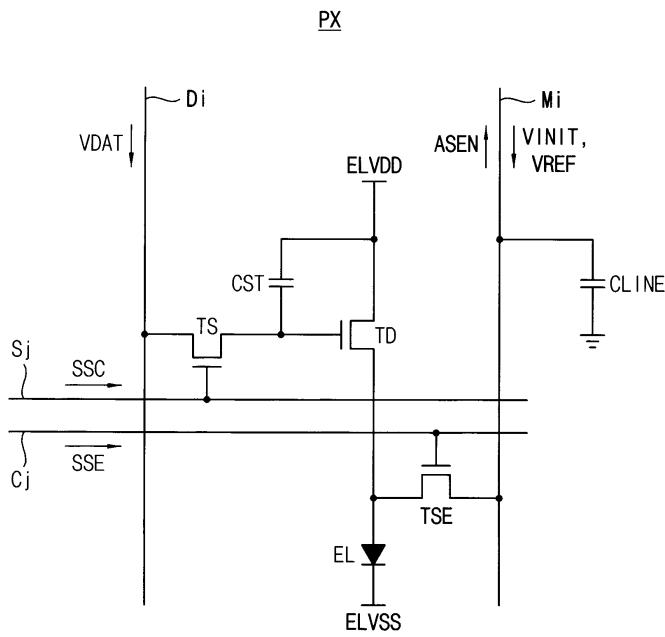
도면1



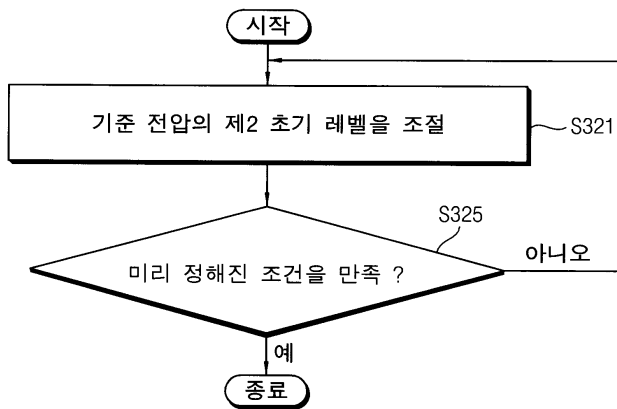
도면2



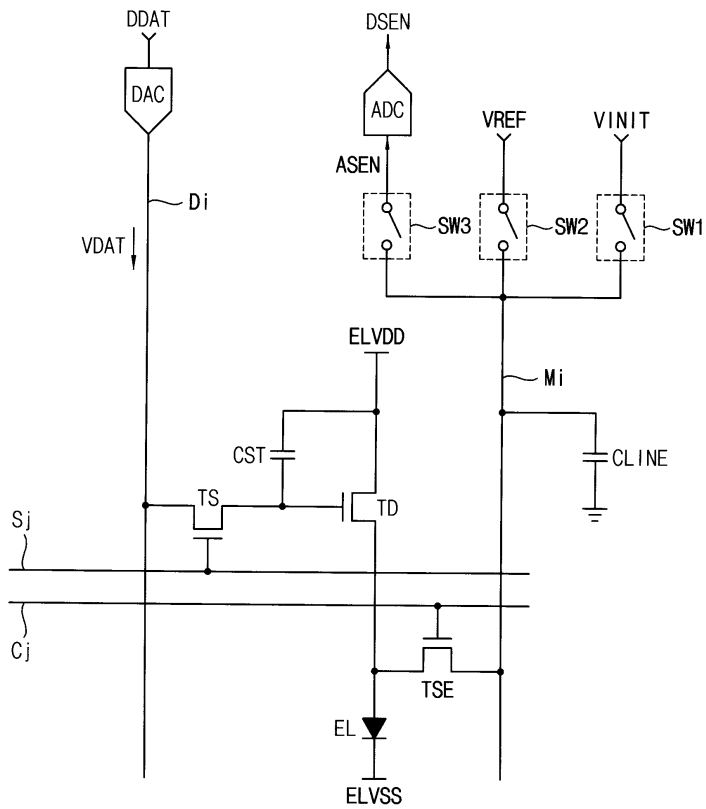
도면3



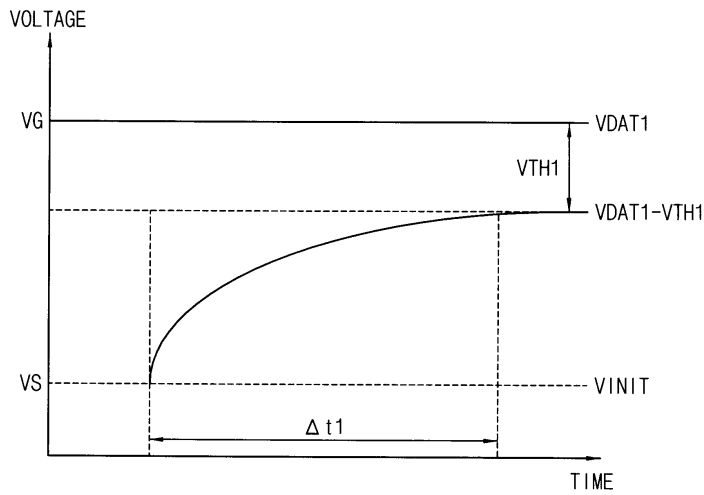
도면4



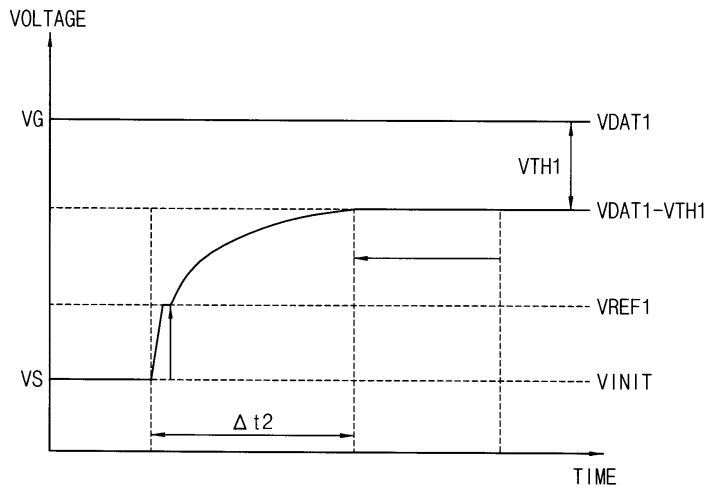
도면5



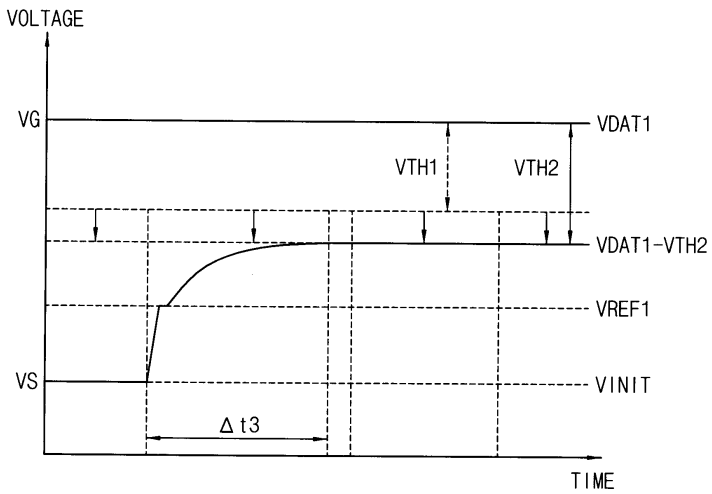
도면6a



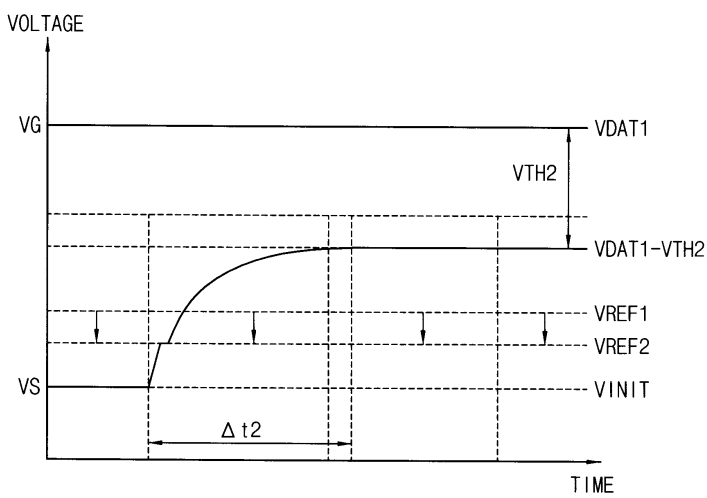
도면6b



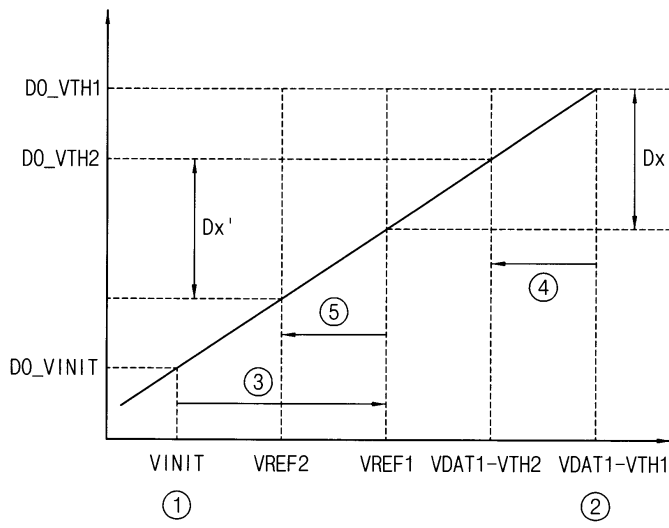
도면6c



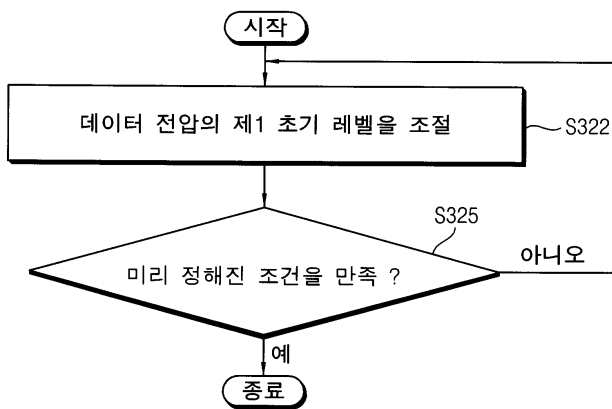
도면6d



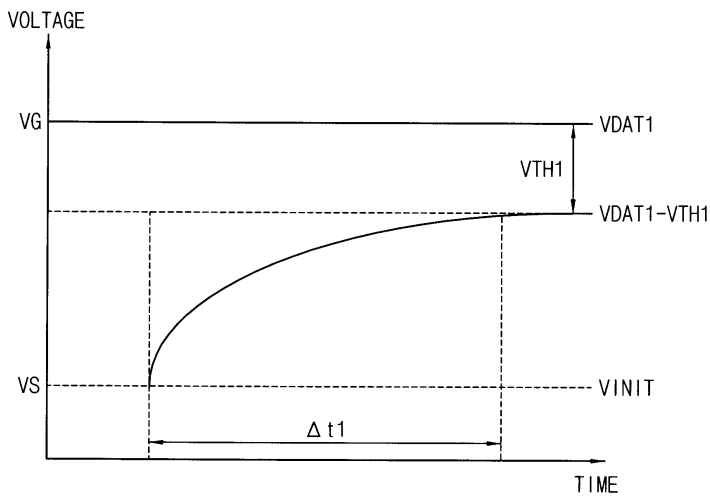
도면7



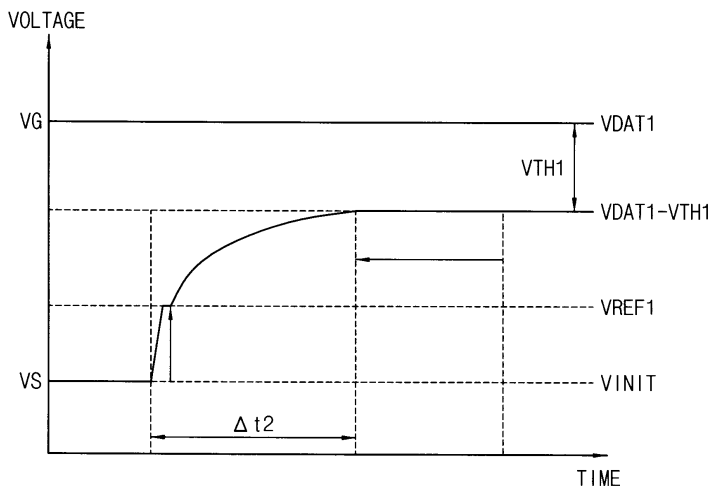
도면8



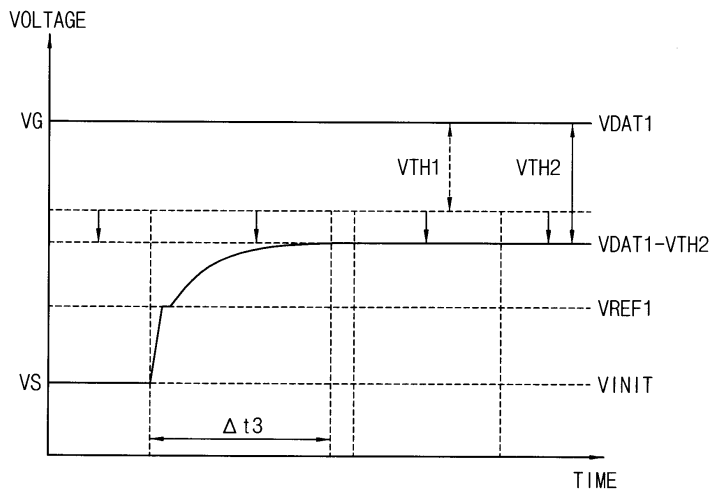
도면9a



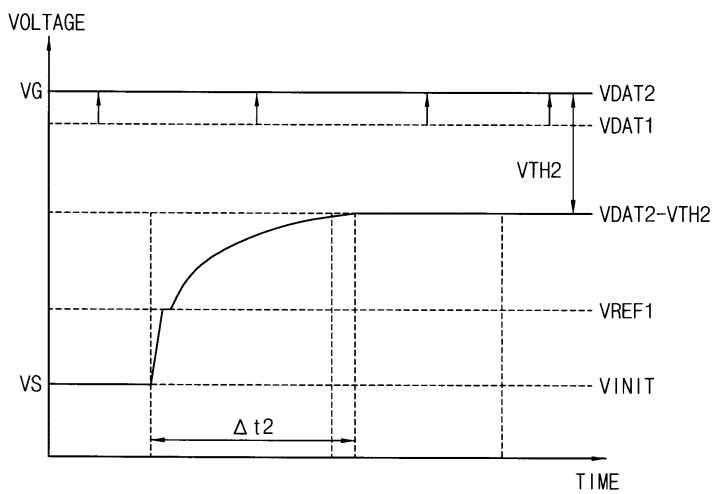
도면9b



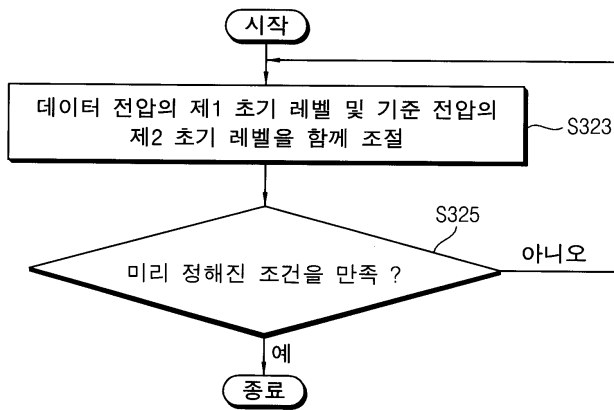
도면9c



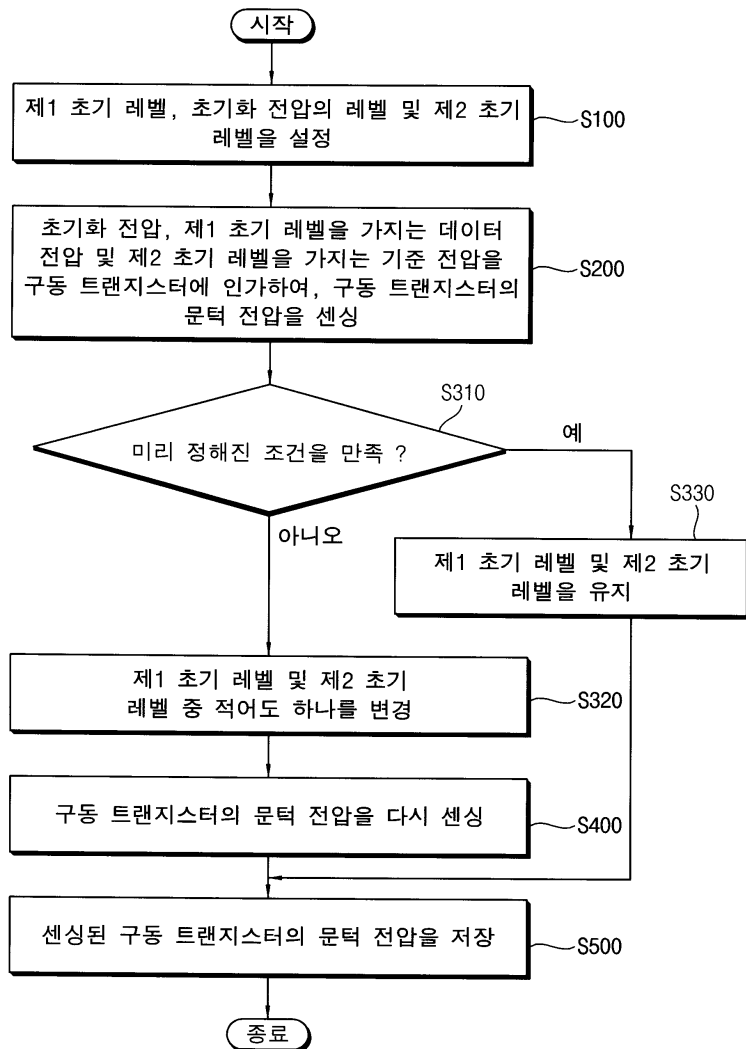
도면9d



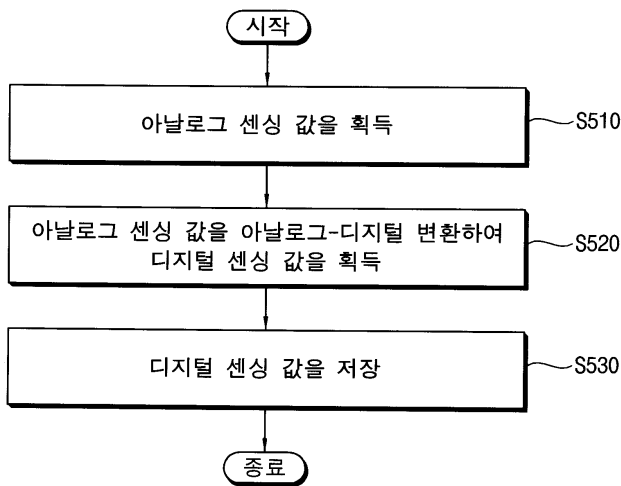
도면10



도면11



도면12



도면13

