



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월12일
(11) 등록번호 10-2476466
(24) 등록일자 2022년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/3233 (2016.01) G06F 3/041 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09G 3/3233 (2013.01)
G06F 3/0416 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2017-0165706
(22) 출원일자 2017년12월05일
심사청구일자 2020년11월12일
(65) 공개번호 10-2019-0066200
(43) 공개일자 2019년06월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070003522 A*
KR1020080062808 A*
KR1020110069325 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
나세환
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
김동준
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 11 항

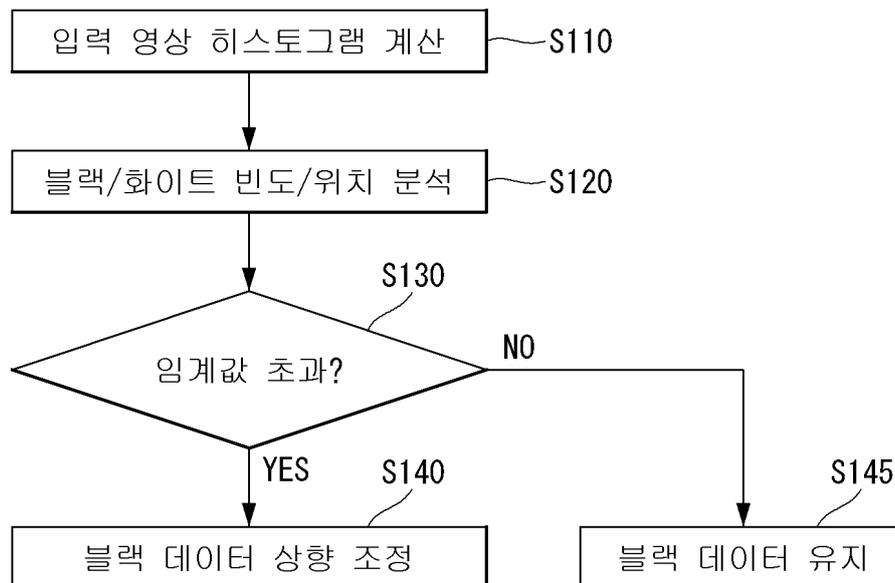
심사관 : 이옥우

(54) 발명의 명칭 표시 장치 및 영상 처리 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 표시 장치는, 발광 소자, 데이터 전압을 저장하기 위한 커패시터 및 발광 소자에 데이터 전압에 대응하는 구동 전류를 흐르게 하는 구동 트랜지스터를 포함하는 복수 개의 픽셀; 데이터 전압을 픽셀에 인가하는 데이터 구동 회로; 픽셀에 인가되는 데이터 전압과 동기하여 스캔 신호 및 발광 소자를 발광시키기 위한 에미션 (뒷면에 계속)

대표도 - 도9



신호를 출력하는 게이트 구동 회로; 및 외부에서 입력되는 영상 데이터를 변경하여 데이터 구동 회로에 제공하는 타이밍 컨트롤러를 포함하여 구성되고, 타이밍 컨트롤러는 영상 데이터를 분석하여 제1 계조 이하를 표현하는 제1 픽셀들이 표시될 제1 영역과 제1 계조보다 소정 계조 값 이상 큰 제2 계조 이상을 표현하는 제2 픽셀들이 표시될 제2 영역의 인접 여부를 판단하고, 이를 근거로 영상 데이터를 변경하고 변경된 영상 데이터를 데이터 구동 회로에 제공할 수 있다. 따라서, 블랙 이미지에서 화이트 이미지로 급격하게 화면이 변경될 때 화이트 계조에 대응하는 휘도를 출력하는 응답 속도가 빨라지고, 화면이 이동하더라도 블러를 느끼지 못하게 되어 화질 개선 효과가 발생한다.

(52) CPC특허분류

G09G 2230/00 (2013.01)
 G09G 2300/0842 (2013.01)
 G09G 2310/08 (2013.01)
 G09G 2320/0252 (2013.01)
 G09G 2320/0257 (2013.01)

임상현

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

(72) 발명자

김봉환

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김상우

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

명세서

청구범위

청구항 1

발광 소자, 데이터 전압을 저장하기 위한 커패시터 및 상기 발광 소자에 상기 데이터 전압에 대응하는 구동 전류를 흐르게 하는 구동 트랜지스터를 포함하는 픽셀 복수 개의 픽셀;

상기 데이터 전압을 상기 픽셀에 인가하는 데이터 구동 회로;

상기 픽셀에 인가되는 데이터 전압과 동기하여 스캔 신호를 출력하고 상기 발광 소자를 발광시키기 위한 에미션 신호를 출력하는 게이트 구동 회로; 및

상기 데이터 구동 회로와 게이트 구동 회로를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하고 외부에서 입력되는 영상 데이터를 변경하여 상기 데이터 구동 회로에 제공하는 타이밍 컨트롤러를 포함하고,

상기 타이밍 컨트롤러는 상기 영상 데이터를 분석하여 제1 계조 이하를 표현하는 제1 픽셀들이 표시될 제1 영역과 제1 계조보다 소정 계조 값 이상 큰 제2 계조 이상을 표현하는 제2 픽셀들이 표시될 제2 영역의 인접 여부를 판단하고, 이를 근거로 상기 영상 데이터를 변경하고 변경된 영상 데이터를 상기 데이터 구동 회로에 제공하는 것을 특징으로 하고,

상기 픽셀은:

상기 데이터 전압을 상기 구동 트랜지스터의 소스 전극에 인가하는 제1 트랜지스터; 고전위 전압을 상기 구동 트랜지스터의 소스 전극에 인가하는 제2 트랜지스터; 상기 구동 트랜지스터의 게이트 전극과 드레인 전극을 연결하는 제3 트랜지스터; 상기 구동 트랜지스터의 드레인 전극과 상기 발광 소자의 애노드 전극을 연결하는 제4 트랜지스터; 상기 구동 트랜지스터의 게이트 전극에 초기화 전압을 인가하는 제5 트랜지스터; 및 상기 발광 소자의 애노드 전극에 상기 초기화 전압을 인가하는 제6 트랜지스터를 더 구비하는 것을 특징으로 하는, 표시 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 타이밍 컨트롤러는, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접할 때 상기 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 타이밍 컨트롤러는, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접하지 않을 때, 상기 영상 데이터를 변경하지 않고 상기 데이터 구동 회로에 제공하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 타이밍 컨트롤러는, 상기 영상 데이터의 모션을 분석하여 상기 영상 데이터가 구성하는 화면의 이동 여부를 판단하고, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접하고 상기 화면이 이동할 때 상기 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 타이밍 컨트롤러는, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접하지만 상기 화면이 이동하지 않을 때, 상기 영상 데이터를 변경하지 않고 상기 데이터 구동 회로에 제공하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

터치가 발생할 때 터치 신호를 출력하는 터치 스크린; 및

상기 터치 스크린을 구동하고 상기 터치 신호를 수신하여 터치 데이터를 출력하는 터치 구동 회로를 더 포함하고,

상기 타이밍 컨트롤러는, 상기 터치 데이터를 근거로 상기 영상 데이터가 구성하는 화면의 이동 여부를 판단하고, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접하고 상기 화면이 이동할 때 상기 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 타이밍 컨트롤러는, 히스토그램 방법을 이용하여 상기 제1 계조, 상기 제1 픽셀들의 개수, 상기 제2 계조 및 상기 제2 픽셀들의 개수를 계산하고, 비트맵 방법을 이용하여 상기 제1 영역과 제2 영역의 인접 정도를 계산하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 8

제3 항에 있어서,

상기 타이밍 컨트롤러는, 두 픽셀 사이 거리가 소정 개수의 픽셀 이하가 되는 제1 픽셀과 제2 픽셀의 조합들이 소정 개수 이상이 될 때, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접하다고 판단하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 타이밍 컨트롤러는, 상기 구동 트랜지스터의 게이트 전극에 상기 초기화 전압이 인가되는 초기화 기간, 상기 발광 소자의 애노드 전극에 상기 초기화 전압을 인가하고 상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 샘플링 하여 상기 커패시터에 저장하는 샘플링 기간 및 상기 구동 전류가 상기 발광 소자에 흘러 상기 발광 소자가 빛을 발하는 에미션 기간으로 하나의 프레임을 나누어 구동하고,

상기 데이터 구동 회로는 상기 샘플링 기간에 상기 데이터 전압을 상기 픽셀에 인가하고,

상기 게이트 구동 회로는 상기 초기화 기간에 상기 제5 트랜지스터를 활성화하기 위한 제1 스캔 신호, 상기 샘플링 기간에 상기 제1, 제3 및 제6 트랜지스터를 활성화하기 위한 제2 스캔 신호 및 상기 에미션 기간에 상기 제2 및 제6 트랜지스터를 활성화하기 위한 에미션 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

청구항 11

표시 패널에 표시할 영상 데이터를 수신하는 단계;

상기 수신되는 영상 데이터를 분석하여 제1 계조 이하를 표현하는 제1 픽셀들이 표시될 제1 영역과 제1 계조보다 소정 계조 값 이상 큰 제2 계조 이상을 표현하는 제2 픽셀들이 표시될 제2 영역의 인접 여부를 판단하는 단계; 및

상기 제1 영역과 제2 영역이 인접할 때 상기 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절하여 출력하고, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접하지 않을 때 상기 영상 데이터를 변경하지 않고 출력하는 단계를 포함하여 이루어지고,

상기 제1 픽셀들 및 상기 제2 픽셀들을 포함하는 픽셀 각각은:

발광 소자; 상기 영상 데이터에 대응하는 데이터 전압을 저장하기 위한 커패시터; 상기 발광 소자에 상기 데이터 전압에 대응하는 구동 전류를 흐르게 하는 구동 트랜지스터; 상기 데이터 전압을 상기 구동 트랜지스터의 소

스 전극에 인가하는 제1 트랜지스터; 고전위 전압을 상기 구동 트랜지스터의 소스 전극에 인가하는 제2 트랜지스터; 상기 구동 트랜지스터의 게이트 전극과 드레인 전극을 연결하는 제3 트랜지스터; 상기 구동 트랜지스터의 드레인 전극과 상기 발광 소자의 애노드 전극을 연결하는 제4 트랜지스터; 상기 구동 트랜지스터의 게이트 전극에 초기화 전압을 인가하는 제5 트랜지스터; 및 상기 발광 소자의 애노드 전극에 상기 초기화 전압을 인가하는 제6 트랜지스터를 구비하는 것을 특징으로 하는,

표시 장치에서 영상 처리 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 영상 데이터가 구성하는 화면의 이동 여부를 판단하여, 상기 제1 영역과 제2 영역이 인접하고 상기 화면이 이동할 때 상기 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 표시 장치에서 영상 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 표시 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 모션 블러 현상을 개선하는 영상 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액티브 매트릭스 타입의 유기 발광 표시 장치는 스스로 발광하는 유기 발광 다이오드(Organic Light Emitting Diode: OLED)를 포함하며, 응답 속도가 빠르고 발광 효율, 휘도 및 시야각이 큰 장점이 있다.

[0003] 스스로 발광하는 OLED는 애노드 전극 및 캐소드 전극과, 이들 사이에 형성된 유기 화합물층(HIL, HTL, EML, ETL, EIL)을 포함한다. 유기 화합물층은 정공 주입층(Hole Injection layer: HIL), 정공 수송층(Hole transport layer: HTL), 발광층(Emission layer: EML), 전자 수송층(Electron transport layer: ETL) 및 전자 주입층(Electron Injection layer: EIL)으로 이루어진다. 애노드 전극과 캐소드 전극에 구동 전압이 인가되면 정공 수송층(HTL)을 통과한 정공과 전자 수송층(ETL)을 통과한 전자가 발광층(EML)으로 이동되어 여기자를 형성하고, 그 결과 발광층(EML)이 가시광을 발생하게 된다.

[0004] 유기 발광 표시 장치는 OLED를 각각 포함한 픽셀들을 매트릭스 형태로 배열하고 영상 데이터의 계조에 따라 OLED의 발광량을 제어하여 휘도를 조절한다. 각 픽셀 회로는, 발광 소자인 OLED, 계조에 해당하는 데이터 전압의 인가를 제어하기 위한 스위치 트랜지스터 또는 TFT(Thin Film Transistor), 게이트 전극과 소스 전극 사이에 걸리는 전압에 따라 OLED에 흐르는 픽셀 전류를 제어하는 구동 트랜지스터, 및 데이터 전압을 저장하기 위한 커패시터를 포함하고, 구동 트랜지스터의 문턱 전압 검출, 발광 제어, 초기화 제어 등을 위한 복수 개의 스위치 트랜지스터를 더 포함할 수 있다.

[0005] OLED를 포함하여 구성되는 픽셀들이 블랙 계조의 영상에서 화이트 계조의 영상으로 전환할 때, 전환 후 첫 번째 프레임의 휘도가 실제 목표로 하는 화이트 휘도에 비해 낮게 나오게 된다. 특히, 화이트 바탕에 블랙의 패턴, 예를 들어 블랙 계조의 텍스트로 이루어진 화면이 스크롤될 때, 스크롤에 의해 이동하는 텍스트의 블랙 영역이 빨리 화이트의 바탕으로 바뀌지 않고 중간 계조의 회색으로 표현되어, 사용자에게 블러(Blur) 또는 화면 끌림 현상으로 인지된다.

[0006] 이는 표시 장치의 품질이 낮은 것으로 인식되는 요인이 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 이러한 상황을 감안한 것으로, 본 발명의 목적은 응답 속도를 개선하고 화면 끌림 현상을 줄이는 발광 표시 장치 및 영상 처리 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치는, 발광 소자, 데이터 전압을 저장하기 위한 커패시터 및 발광 소자에 데이터 전압에 대응하는 구동 전류를 흐르게 하는 구동 트랜지스터를 포함하는 복수 개의 픽셀; 데이터 전압을 픽셀에 인가하는 데이터 구동 회로; 픽셀에 인가되는 데이터 전압과 동기하여 스캔 신호를 출력하고 발광 소자를 발광시키는 에미션 신호를 출력하는 게이트 구동 회로; 및 외부에서 입력되는 영상 데이터를 변경하여 데이터 구동 회로에 제공하는 타이밍 컨트롤러를 포함하여 구성되고, 타이밍 컨트롤러는 영상 데이터를 분석하여 제1 계조 이하를 표현하는 제1 픽셀들이 표시될 제1 영역과 제1 계조보다 소정 계조 값 이상 큰 제2 계조 이상을 표현하는 제2 픽셀들이 표시될 제2 영역의 인접 여부를 판단하고, 이를 근거로 영상 데이터를 변경하고 변경된 영상 데이터를 데이터 구동 회로에 제공하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 일 실시예에서, 타이밍 컨트롤러는 제1 영역과 제2 영역이 인접할 때 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 타이밍 컨트롤러는 제1 영역과 제2 영역이 인접하지 않을 때 영상 데이터를 변경하지 않고 데이터 구동 회로에 제공할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에서, 타이밍 컨트롤러는, 영상 데이터의 모션을 분석하여 영상 데이터가 구성하는 화면의 이동 여부를 판단하고, 제1 영역과 제2 영역이 인접하고 화면이 이동할 때 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 타이밍 컨트롤러는 제1 영역과 제2 영역이 인접하지만 화면이 이동하지 않을 때 영상 데이터를 변경하지 않고 데이터 구동 회로에 제공할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 표시 장치는 터치가 발생할 때 터치 신호를 출력하는 터치 스크린; 및 터치 스크린을 구동하고 터치 신호를 수신하여 터치 데이터를 출력하는 터치 구동 회로를 더 포함하고, 타이밍 컨트롤러는 터치 데이터를 근거로 영상 데이터가 구성하는 화면의 이동 여부를 판단하고 제1 영역과 제2 영역이 인접하고 화면이 이동할 때 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 타이밍 컨트롤러는, 히스토그램 방법을 이용하여 제1 계조 값, 제1 픽셀들의 개수, 제2 계조 값 및 제2 픽셀들의 개수를 계산하고, 비트맵 방법을 이용하여 제1 영역과 제2 영역의 인접 정도를 계산할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 타이밍 컨트롤러는 두 픽셀 사이 거리가 소정 개수의 픽셀 이하가 되는 제1 픽셀과 제2 픽셀의 조합들이 소정 개수 이상이 될 때 제1 영역과 제2 영역이 인접하다고 판단할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 픽셀은, 데이터 전압을 구동 트랜지스터의 소스 전극에 인가하는 제1 트랜지스터; 고전위 전압을 구동 트랜지스터의 소스 전극에 인가하는 제2 트랜지스터; 구동 트랜지스터의 게이트 전극과 드레인 전극을 연결하는 제3 트랜지스터; 구동 트랜지스터의 드레인 전극과 발광 소자의 애노드 전극을 연결하는 제4 트랜지스터; 구동 트랜지스터의 게이트 전극에 초기화 전압을 인가하는 제5 트랜지스터; 및 발광 소자의 애노드 전극에 초기화 전압을 인가하는 제6 트랜지스터를 더 구비할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에서, 타이밍 컨트롤러는, 구동 트랜지스터의 게이트 전극에 초기화 전압이 인가되는 초기화 기간, 발광 소자의 애노드 전극에 초기화 전압을 인가하고 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 샘플링 하여 커패시터에 저장하는 샘플링 기간 및 구동 전류가 발광 소자에 흘러 발광 소자가 빛을 발하는 에미션 기간으로 하나의 프레임을 나누어 구동하고, 데이터 구동 회로는 샘플링 기간에 데이터 전압을 픽셀에 인가하고, 게이트 구동 회로는 초기화 기간에 제5 트랜지스터를 활성화하기 위한 제1 스캔 신호, 샘플링 기간에 제1, 제3 및 제6 트랜지스터를 활성화하기 위한 제2 스캔 신호 및 에미션 기간에 제2 및 제6 트랜지스터를 활성화하기 위한 에미션 신호를 출력할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치에서 영상 처리 방법은, 표시 패널에 표시할 영상 데이터를 수신하는 단계; 수신되는 영상 데이터를 분석하여 제1 계조 이하를 표현하는 제1 픽셀들이 표시될 제1 영역과 제1 계조보다 소정 계조 값 이상 큰 제2 계조 이상을 표현하는 제2 픽셀들이 표시될 제2 영역의 인접 여부를 판단하는 단계; 및 제1 영역과 제2 영역이 인접할 때 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절하여 출력하고, 제1 영역과 제2 영역이 인접하지 않을 때 영상 데이터를 변경하지 않고 출력하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 일 실시예에서, 표시 장치에서 영상 처리 방법은, 영상 데이터가 구성하는 화면의 이동 여부를 판단하여, 제1 영역과 제2 영역이 인접하고 화면이 이동할 때 제1 픽셀들의 계조 값을 상향 조절하는 단계를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0020] 따라서, 블랙 이미지에서 화이트 이미지로 급격하게 화면이 변경될 때 화이트 계조에 대응하는 휘도를 출력하는 응답 속도가 빨라지고, 화면이 이동하더라도 블러를 느끼지 못하게 되어 화질 개선 효과가 발생한다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 블랙 계조의 텍스트가 화면 안에서 이동할 때 다음 프레임에서 잔상이 남는 예를 도시한 것이고,
- 도 2는 블랙 계조에서 높은 계조로 전환된 후 시간에 따른 휘도의 변화를 도시한 것이고,
- 도 3은 블랙 계조의 데이터 전압으로 구동 트랜지스터를 지속적으로 구동할 때 구동 트랜지스터의 특성 변화를 도시한 것이고,
- 도 4는, 가로 축은 이전 프레임에 인가되는 계조 값이고, 세로 축은 다음 프레임에 화이트 계조가 인가될 때 화이트 계조가 표현하는 휘도 값을 그래프로 도시한 것이고,
- 도 5는 본 발명이 적용되는 표시 장치의 블록을 도시한 것이고,
- 도 6은 본 발명이 적용되는 픽셀의 등가 회로를 도시한 것이고,
- 도 7은 도 6의 픽셀에 인가되는 구동 신호의 파형도와 주요 노드의 전압 변화를 도시한 것이고,
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 영상 분석을 통해 블랙 계조의 영상 데이터를 변경하는 기능을 수행하는 블록을 도시한 것이고,
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 영상 분석을 통해 블랙 계조의 영상 데이터를 변경하는 과정을 도시한 것이고,
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따라 영상 분석과 터치 신호를 이용하여 블랙 계조의 영상 데이터를 변경하는 과정을 도시한 것이고,
- 도 11은 연속되는 3개의 프레임에 저계조 -> 고계조 -> 고계조의 데이터 전압이 인가될 때 도 6의 픽셀 회로에서 주요 노드의 전압을 도시한 것이고,
- 도 12는 본 발명에 따라 G0의 블랙 계조에서 G255의 화이트 계조로 변경되는 상황에서 G0의 블랙 계조의 데이터를 G3 계조의 데이터로 변경할 때 반응 속도가 개선되는 결과를 비교하여 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 실질적으로 동일한 구성 요소들을 의미한다. 이하의 설명에서, 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0023] 도 1은 블랙 계조의 텍스트가 화면 안에서 이동할 때 다음 프레임에서 잔상이 남는 예를 도시한 것이다.
- [0024] 도 1에서, n번째 프레임(Frame #n)까지 여러 프레임 동안 밝은 배경, 예를 들어 화이트 계조의 배경에 블랙 계조의 텍스트가 표시된 상태에서 스크롤과 같은 동작에 의해 텍스트가 이동하면, n번째 프레임(Frame #n)에서 블랙 계조의 텍스트가 표시되는 영역이었고 (n+1)번째 프레임(Frame #(n+1))에 화이트 계조의 배경으로 바뀌는 영역이 빨리 화이트 계조에 해당하는 휘도로 바뀌지 않고 중간 계조 정도의 휘도로 표시될 수 있다.
- [0025] 특히 도 1과 같이 밝은 배경에 텍스트가 표시되는 화면이 스크롤되면, 이동한 블랙 계조의 텍스트와 함께, 이전 프레임에서의 텍스트가 표시되었던 영역에 회색 계조의 텍스트가 표시되어, 텍스트 인식을 어렵게 하고 블러로 인식되어 눈을 피곤하게 한다.
- [0026] 도 2는 블랙 계조에서 높은 계조로 전환된 후 시간에 따른 휘도의 변화를 도시한 것이다. 도 2와 같이, 블랙 계조(G0)를 표시하던 화면이 G127나 G191의 중간 계조 또는 화이트 계조(G255)를 표시하는 화면으로 바뀌면, 표시 패널은 첫 번째 프레임(Frame #1)에서 입력된 계조에 대응하는 휘도를 제대로 나타내지 못하고, 두 번째(Frame #2) 이후 프레임이 되어야 입력된 계조에 대응하는 휘도를 표현할 수 있게 된다.
- [0027] 도 3은 블랙 계조의 데이터 전압으로 구동 트랜지스터를 지속적으로 구동할 때 구동 트랜지스터의 특성 변화를

도시한 것이다.

- [0028] 일반적으로, 유기 발광 다이오드를 픽셀로 사용하는 표시 패널에서는 콘트라스트 비를 높게 확보하기 위해, 발광 소자에 전류를 흐르게 하지 않도록 하고, 이를 위해 구동 트랜지스터가 켜지지 않도록 하는 오프 바이어스(Off Bias) 또는 블랙 바이어스(Black Bias) 전압을 블랙 계조에 해당하는 데이터 전압으로 구동 트랜지스터에 인가한다.
- [0029] 하지만, 지속적으로 오프 바이어스 전압을 구동 트랜지스터에 인가하여 구동 트랜지스터에 블랙 스트레스(Black Stress)를 주면, 구동 트랜지스터의 채널 영역에 전하가 가두어져(Charge Trap), 도 3과 같이 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 이동하게 되고, 이로 인해 픽셀이 표시할 계조가 블랙에서 화이트로 바뀔 때 첫 번째 프레임에서 화이트 계조의 휘도가 낮아진다.
- [0030] 첫 번째 프레임 발광 후, 화이트 계조에 대응하는 데이터 전압이 온 커런트 바이어스(On Current Bias)로 구동 트랜지스터에 인가되면서, 구동 트랜지스터에 가두어진 전하가 빠져나가(De-trap) 발광 소자가 화이트 계조에 대응하는 휘도까지 발광하게 된다.
- [0031] 이와 같이, 화면 전환 때 같은 계조의 데이터가 인가됨에도 불구하고 휘도가 일정하지 않고 첫 번째 프레임과 이후 프레임 사이에 휘도 차가 발생하게 되어, 사용자에게 깜빡임으로 인지되는 모션 블러 현상이 발생한다.
- [0032] 도 4는, 가로 축은 이전 프레임에 인가되는 계조 값이고, 세로 축은 다음 프레임에 화이트 계조가 인가될 때 화이트 계조가 표현하는 휘도 값을 그래프로 도시한 것이다.
- [0033] 도 4에서, 이전 프레임에 블랙 계조인 G0가 유기 발광 표시 패널에 인가되고 다음 프레임에 화이트 계조인 G255가 표시 패널에 인가될 때, 화이트 계조가 인가되는 첫 번째 프레임에 표시 패널은 화이트 계조가 표현해야 하는 휘도의 60% 정도의 휘도만을 표현하게 된다.
- [0034] 반면, 이전 프레임에 G2나 G3의 계조 값이 패널에 인가된 후 다음 프레임에 G255의 계조 값이 패널에 인가될 때에는, 화이트 계조가 인가되는 첫 번째 프레임에 화이트 계조가 표현해야 하는 휘도의 80% 정도의 휘도까지 표현된다.
- [0035] 이전 프레임에 G5 이상의 계조 값이 패널에 인가된 후 다음 프레임에 화이트 계조인 G255가 패널에 인가될 때에는, 이전 프레임의 계조 값을 올리더라도 첫 번째 프레임에 화이트 계조가 표현하는 휘도가 크게 증가하지 않는다.
- [0036] 본 발명은, 도 4와 같은 실험 결과를 고려하여, 블랙 계조에서 화이트 계조로 화면이 급격하게 전환할 때, G0인 블랙 계조에 블랙 옵셋을 적용하여 블랙 계조보다 약간 높은 그레이 계조, 예를 들어 G2나 G3으로 변경하여 픽셀 회로에 인가하여, 화이트 계조가 인가되는 첫 번째 프레임의 휘도가 원하는 휘도에 가깝게 표현되어 사용자가 블러를 인지하지 않도록 할 수 있다.
- [0037] G0의 블랙 계조를 구동 트랜지스터에 블랙 바이어스 전압을 인가하여 표현하면 블랙 휘도가 0.005nit 이하가 되는데, 화이트 계조로 화면이 바뀔 때 블랙 계조를 상향 조절하여 G2나 G3의 계조 값에 대응하는 데이터 전압으로 구동 트랜지스터를 구동하면, 블랙 계조를 0.01nit 수준(콘트라스트 비가 40,000~50,000:1)의 휘도로 표현할 수 있게 되어, 상황 조정된 블랙 계조의 휘도 변화를 인지하기 어렵다.
- [0038] 대신, 화이트 계조로 화면이 바뀌는 첫 번째 프레임에서도 원하는 휘도의 80% 정도까지 표현되어 응답 속도가 향상되므로, 사용자가 화이트 계조의 휘도 저하를 인지하지 못하고 되고 이에 화면 끌림을 인지하지 못하게 된다. 특히, 화이트 바탕에 블랙 텍스트가 포함된 웹 사이트를 스크롤 하여 시청하는 경우, 화면 전환 때 화면 끌림이 발생하는 것을 억제하여 화질 개선 효과가 크게 된다.
- [0039] 본 발명은, 영상 분석을 통해 블랙 계조와 화이트 계조의 패턴을 검출하고, 블랙과 화이트 패턴이 인접한 정도를 근거로 G0의 블랙 계조를 G2나 G3의 낮은 계조로 변경하는 블랙 옵셋을 적용할 수 있는데, 히스토그램 방법과 비트맵 방법을 이용하여 블랙 계조와 화이트 계조를 표현하는 픽셀의 개수 및 블랙 계조와 화이트 계조가 인접한 정도를 계산할 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명은, 히스토그램 방법이나 비트맵 방법과 같은 영상 분석뿐만 아니라, 블랙 계조 영역과 화이트 계조 영역이 인접한 패턴의 이미지에 스크롤과 같은 모션이 있는지 확인하기 위해 터치 데이터를 더 이용할 수 있는데, 터치에 의해 블랙과 화이트 패턴이 움직일 때 블랙 계조에 블랙 옵셋을 적용하여, 블랙 계조 이후 화이트 계조가 적용되는 픽셀이 빠른 응답 속도로 화이트 계조의 휘도를 표현하도록 할 수 있다. 본 발명은, 터치 데

이터를 이용하지 않고 영상 데이터의 모션을 분석하여 화면의 이동 여부를 판단할 수도 있다.

- [0041] 도 5는 본 발명이 적용되는 표시 장치를 블록으로 도시한 것이다. 본 발명에 따른 표시 장치는 표시 패널(10), 타이밍 컨트롤러(11), 데이터 구동 회로(12), 게이트 구동 회로(13), 터치 스크린(16) 및 터치 구동 회로(17)를 구비한다.
- [0042] 표시 패널(10)에는 다수의 데이터 라인들(14)과 다수의 스캔 라인들(15)이 교차하고, 교차 영역마다 픽셀들이 매트릭스 형태로 배치되어 픽셀 어레이를 형성한다. 스캔 라인들(15)은 데이터 전압 인가를 위한 스캔 신호가 공급되는 다수의 게이트 라인(Gate Line: GL)과 발광 소자의 발광을 제어하기 위한 발광 신호가 공급되는 다수의 에미션 라인(Emission Line: EL)을 포함할 수 있다.
- [0043] 픽셀 어레이에서, 각 픽셀은 데이터 라인들(14) 중 어느 하나에 연결되고, 복수의 픽셀들이 게이트 라인들(GL) 중 어느 하나와 에미션 라인들(EL) 중 어느 하나에 접속되어 픽셀 라인을 형성한다. 픽셀은, 게이트 라인(GL)을 통해 입력되는 스캔 펄스에 응답하여 데이터 라인(14)과 전기적으로 연결되어 데이터 전압을 입력 받고, 에미션 라인(EL)을 통해 입력되는 에미션 펄스에 응답하여 발광 소자의 발광을 제어할 수 있다. 동일 픽셀 라인에 배치된 픽셀들은 같은 게이트 라인(GL)과 같은 에미션 라인(EL)으로부터 인가되는 스캔 펄스와 에미션 펄스에 따라 동시에 동작한다.
- [0044] 픽셀은, 전원 생성부(미도시)로부터 고전위 구동 전압, 저전위 구동 전압, 초기화 전압을 공급 받고, 발광 소자, 구동 트랜지스터, 스토리지 커패시터, 복수 개의 스위치 트랜지스터를 구비할 수 있다. 발광 소자는 무기 전계 발광 소자나 유기 발광 다이오드(OLED)가 될 수 있다. 이하에서는 편의상 OLED를 예로 들어 설명한다.
- [0045] 픽셀을 구성하는 트랜지스터(또는 TFT)들은 p 타입 또는 n 타입의 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 구조로 구현되거나, 또는 p 타입과 n 타입이 혼용된 하이브리드 타입으로 구현될 수 있다. 이하의 실시예에서 p 타입 트랜지스터를 예시하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0046] 트랜지스터는 게이트(gate), 소스(source) 및 드레인(drain)을 포함한 3 전극 소자이다. 소스는 캐리어(carrier)를 트랜지스터에 공급하는 전극이다. 트랜지스터 내에서 캐리어는 소스로부터 흐르기 시작한다. 드레인은 트랜지스터에서 캐리어가 외부로 나가는 전극이다. 즉, MOSFET에서의 캐리어의 흐름은 소스로부터 드레인으로 흐른다.
- [0047] n 타입 MOSFET(NMOS)의 경우, 캐리어가 전자(electron)이기 때문에 소스에서 드레인으로 전자가 흐를 수 있도록 소스 전압이 드레인 전압보다 낮은 전압을 가진다. n 타입 MOSFET에서 전자가 소스로부터 드레인 쪽으로 흐르기 때문에 전류의 방향은 드레인으로부터 소스 쪽으로 흐른다. p 타입 MOSFET(PMOS)의 경우, 캐리어가 정공(hole)이기 때문에 소스로부터 드레인으로 정공이 흐를 수 있도록 소스 전압이 드레인 전압보다 높다. p 타입 MOSFET에서 정공이 소스로부터 드레인 쪽으로 흐르기 때문에 전류가 소스로부터 드레인 쪽으로 흐른다.
- [0048] MOSFET의 소스와 드레인은 고정된 것이 아니라는 것에 주의하여야 한다. 예를 들어, MOSFET의 소스와 드레인은 인가 전압에 따라 변경될 수 있다. 이하의 실시예에서 트랜지스터의 소스와 드레인으로 인하여 발명이 제한되어서는 안 된다.
- [0049] 타이밍 컨트롤러(11)는, 외부 호스트 시스템(미도시)으로부터 전달되는 영상 데이터(RGB)를 데이터 구동 회로(12)에 공급한다. 또한, 타이밍 컨트롤러(11)는, 호스트 시스템으로부터 수직 동기 신호(Vsync), 수평 동기 신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(Data Enable, DE), 클럭(CLK) 등의 타이밍 신호를 입력 받아, 데이터 구동 회로(12)와 게이트 구동 회로(13)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 제어 신호들을 생성한다. 제어 신호들은 게이트 구동 회로(13)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 게이트 타이밍 제어 신호(GCS)와 데이터 구동 회로(12)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 타이밍 제어 신호(DCS)를 포함한다.
- [0050] 타이밍 컨트롤러(11)는, 표시 패널(10)을 구성하는 픽셀들에 하나의 화면을 구성하는 영상 데이터가 인가되는 한 프레임을 적어도 초기화 기간, 샘플링 기간, 에미션 기간으로 나누어 구동할 수 있다.
- [0051] 데이터 구동 회로(12)는, 타이밍 컨트롤러(11)의 제어에 따라, 타이밍 컨트롤러(11)에서 인가되는 영상 데이터(RGB')를 데이터 전압으로 변환하여 데이터 라인들(14)로 출력한다.
- [0052] 게이트 구동 회로(13)는, 타이밍 컨트롤러(11)의 제어에 따라, 게이트 제어 신호(GDC)를 기반으로 스캔 신호와 에미션 신호를 생성할 수 있다. 게이트 구동 회로(13)는, 쉬프트 레지스터, 쉬프트 레지스터의 출력 신호를 픽셀의 TFT 구동에 적합한 스윙 폭으로 변환하기 위한 레벨 쉬프터 및 출력 버퍼 등을 각각 포함하는 다수의 게이트 드라이브 집적 회로들로 구성될 수 있다. 또는, 게이트 구동 회로(13)는 GIP(Gate Drive IC in Panel) 방

식으로 표시 패널(10)의 하부 기판에 직접 형성될 수도 있다. GIP 방식의 경우, 레벨 쉬프터는 PCB(Printed Circuit Board) 위에 실장되고, 쉬프트 레지스터는 표시 패널(10)의 하부 기판에 형성될 수 있다.

- [0053] 게이트 구동 회로(13)는 별개로 분리된 스캔 구동부와 에미션 구동부로 구성될 수 있는데, 스캔 구동부는 행 순차 방식으로 스캔 신호를 생성하여 픽셀 라인마다 연결된 적어도 하나 이상의 게이트 라인(GL)에 공급하고, 에미션 구동부는 행 순차 방식으로 에미션 신호를 생성하여 픽셀 라인마다 연결된 적어도 하나 이상의 에미션 라인(EL)에 공급할 수 있다. 픽셀 회로에 인가되는 발광 신호는 픽셀의 발광 시간을 조절할 수 있다.
- [0054] 터치 스크린(16)은 정전 용량 방식으로 구현된다. 정전 용량 방식의 터치 스크린은 다수의 터치 센서들을 포함한다. 터치 센서들 각각은 정전 용량(capacitance)을 포함한다. 정전 용량은 자기 정전 용량(Self Capacitance)과 상호 정전 용량(Mutual Capacitance)으로 나뉘어질 수 있다. 자기 정전 용량은 한 방향으로 형성된 단층의 도체 배선을 따라 형성될 수 있고, 상호 정전 용량은 직교하는 두 도체 배선들 사이에 형성될 수 있다.
- [0055] 상호 용량 센서로 구현되는 터치 스크린(16)은 Tx 라인들, Tx 라인들과 교차하는 Rx 라인들 및 Tx 라인들과 Rx 라인들의 교차점마다 형성된 터치 센서들을 포함할 수 있다. Tx 라인들은 터치 센서들 각각에 센서 구동용 펄스 신호(터치 센서 구동 신호)를 인가하여 터치 센서들에 전하를 공급하는 구동 신호 배선들이다. Rx 라인들은 터치 센서에 연결되어 터치 센서들의 전하를 터치 센서 구동부(20)로 공급하는 센서 배선들이다. 상호 용량 센싱 방법은 Tx 라인을 통해 Tx 전극에 터치 센서 구동 신호를 인가하여 상호 용량 센서에 전하를 공급하고, 터치 센서 구동 신호와 동기하여 Rx 전극과 Rx 라인을 통해 용량 변화를 센싱 하여 터치 입력을 센싱 할 수 있다.
- [0056] 자기 용량 센서로 구현되는 터치 스크린(16)은, 터치 전극들 각각이 한 방향을 따라 형성된 센서 배선들과 1:1로 연결될 수 있다. 자기 용량 센서는 전극들 각각에 형성된 정전 용량을 포함한다. 자기 용량 센싱 방법은 구동 신호가 센서 배선을 통해 전극에 인가되면 전하가 터치 센서에 축적된다. 이때 손가락이나 전도성 물체가 전극에 접촉되면 자기 용량 센서에 추가로 기생 용량이 연결되어 커패시턴스 값이 변한다. 따라서, 손가락이 터치된 센서와 그렇지 않은 센서 간에 커패시턴스(Capacitance) 값이 달라져 터치 여부를 판단할 수 있다.
- [0057] 터치 스크린(16)은 표시 패널(10)의 상부 편광판 위에 접합되거나 상부 편광판과 상부 기판 사이에 형성될 수 있다. 또한, 터치 스크린(16)의 센서 노드들은 표시 패널(10)의 픽셀 어레이에 내장될 수도 있다.
- [0058] 터치 구동 회로(17)는 터치 전후 터치 센서의 전하 변화량을 센싱 하여 손가락과 같은 전도성 물질의 터치 여부와 그 위치를 판단한다. 터치 구동 회로(17)는 수신 채널들에 연결된 다수의 센싱 유닛들과 센싱 유닛들로부터의 출력 전압을 아날로그-디지털 변환하기 위한 아날로그 디지털 변환부를 포함할 수 있다.
- [0059] 각 센싱 유닛은 다수의 수신 채널들을 통해 터치 센서들로부터 터치 센싱 신호를 수신하고, 수신된 터치 센싱 신호를 이용하여 터치 입력을 센싱 한다. 수신 채널들은 Rx 라인들 또는 센서 배선들에 1:1로 연결될 수 있다. 센싱 유닛은 터치 센싱 신호를 수신하기 위해 연산 증폭기와 센싱 커패시터를 포함한 전하 적분기로 구현될 수 있다.
- [0060] 터치 센서들은 터치 구동 회로(17)로부터 터치 센서 구동 신호를 공급 받는다. 터치 센서 구동 신호는 구형파 형태의 펄스, 정현파, 삼각파 등 다양한 형태로 발생될 수 있다. 터치 센서 구동 신호는 센싱 유닛의 전하 적분기에 전하가 복수 회 이상 누적될 수 있도록 터치 센서들 각각에 복수 회 인가될 수 있다. 센싱 유닛은 터치 센서들로부터의 전하를 전하 적분기에 누적하고 아날로그 디지털 변환부에 공급하고, 아날로그 디지털 변환부가 센싱 유닛의 출력 전압을 디지털 값으로 변환한다.
- [0061] 터치 구동 회로(17)는 터치 센서 알고리즘을 실행하여 디지털 변환 값을 미리 설정된 문턱 값과 비교하여, 문턱 값보다 큰 디지털 변환 값을 터치 입력 위치의 터치 센싱 신호로 판정할 수 있다. 터치 구동 회로(17)로부터 출력되는 터치 데이터(T_{DATA})는 터치 입력들 각각의 좌표 정보를 포함하여 타이밍 컨트롤러(11)로 전송될 수 있다.
- [0062] 타이밍 컨트롤러(11)는, 호스트 시스템으로부터 입력되는 영상 데이터를 분석하여, 영상 데이터가 블랙 계조와 화이트 계조의 픽셀이 인접한 패턴을 포함하거나 블랙 계조에서 화이트 계조로 급격하게 전환될 때, 블랙 계조에 블랙 오프셋을 적용하여 블랙 계조를 낮은 계조로 변경한 영상 데이터(RGB')를 데이터 구동 회로(12)에 공급할 수 있다.
- [0063] 또한, 타이밍 컨트롤러(11)는, 터치 구동 회로(17)로부터 입력되는 터치 데이터(T_{DATA})를 근거로 화면의 이동 여부를 판단하고, 영상 데이터가 블랙 계조와 화이트 계조의 픽셀이 인접한 패턴을 포함하는 영상 데이터가 입력

되는 상태에서 터치에 의한 화면 이동이 인지되면, 블랙 계조를 상향 조정하여 변경한 영상 데이터(RGB')를 데이터 구동 회로(12)에 공급할 수 있다. 타이밍 컨트롤러(11)의 블랙 계조 변경 동작에 대해서는 도 7 내지 도 9를 참조하여 아래에서 자세히 설명한다.

- [0064] 한편, 도 5 및 이와 관련된 앞선 설명에서는, 타이밍 컨트롤러(11)가 터치 데이터를 수신하고 영상 분석과 터치 데이터 분석을 근거로 블랙 계조 데이터를 변경하는 것으로 설명하였지만, 터치 데이터가 호스트 시스템으로 전송되고 호스트 시스템이 터치 데이터를 근거로 화면의 이동을 판단하고 이를 영상 분석 결과와 결합하여 블랙 계조 데이터를 변경할 수도 있다.
- [0065] 호스트 시스템은 텔레비전 시스템, 셋톱 박스, 네비게이션 시스템, DVD 플레이어, 블루레이 플레이어, 개인용 컴퓨터, 홈 시어터 시스템, 폰 시스템(Phone system) 중 어느 하나로 구현될 수 있다. 호스트 시스템은 스케일러 scaler)를 내장한 SoC(System on chip)을 포함하여 입력 영상의 비디오 데이터(RGB)를 표시 패널(10)에 표시하기에 적합한 포맷으로 변환한다. 또한, 호스트 시스템은 터치 구동 회로로부터 입력되는 터치 데이터와 연계된 응용 프로그램을 실행하여 사용자의 터치가 의도하는 동작을 해석하고 이를 반영하여 영상 데이터를 변경할 수 있다.
- [0066] 본 발명에 따른 표시 장치는 호스트 시스템을 구성 요소로 더 포함하여 구성될 수 있고, 호스트 시스템과 타이밍 컨트롤러가 일체형으로 구현될 수 있다. 일체화된 호스트 시스템 또는 일체화된 타이밍 컨트롤러가 블랙 계조와 화이트 계조의 배치 패턴을 분석하고 터치에 의한 화면의 이동을 판단하고 이를 근거로 블랙 계조에 블랙 오프셋을 적용할 수 있다.
- [0067] 도 6은 본 발명이 적용되는 픽셀의 등가 회로를 도시한 것으로, 도 6의 픽셀 회로는 7개의 트랜지스터와 하나의 커패시터로 구성된다. 본 발명은, 도 6의 픽셀 회로에 적용되는 것에 한정되지 않는다.
- [0068] 유기 발광 다이오드(OLED)는 구동 트랜지스터(DT)로부터 공급되는 구동 전류에 의해 발광한다.
- [0069] 구동 트랜지스터(DT)는 자신의 소스-게이트 간 전압(V_{SG})에 따라 유기 발광 다이오드(OLED)에 인가되는 구동 전류를 제어한다. 구동 트랜지스터(DT)의 게이트 전극은 노드 A에 접속하고, 소스 전극은 노드 D에 접속하고, 드레인 전극은 노드 B에 접속한다.
- [0070] 제1 트랜지스터(T1)는, 데이터 라인(DL)에 연결되는 소스 전극, 노드 A에 연결되는 드레인 전극 및 n번째 게이트 라인($GL(n)$)에 연결되는 게이트 전극을 포함한다. 제1 트랜지스터(T1)는 스캔 신호(SCAN(n))에 응답하여, 데이터 라인(DL)으로부터 공급받는 데이터 전압(VDATA)을 노드 A에 인가한다.
- [0071] 제2 트랜지스터(T2)는, 고전위 전압 라인(V_{DD})에 연결되는 소스 전극, 노드 A에 연결되는 드레인 전극 및 에미션 라인(EL(n))에 연결되는 게이트 전극을 포함하고, n번째 에미션 신호(EM(n))에 응답하여 고전위 전압(V_{DD})을 노드 A에 인가한다.
- [0072] 제3 트랜지스터(T3)는, 노드 B에 접속하는 소스 전극, 노드 C에 접속하는 드레인 전극 및 n번째 게이트 라인($GL(n)$)에 연결되는 게이트 전극을 포함한다. 제3 트랜지스터(T3)는 턴-오프 될 때 누설 전류를 감소시킬 수 있도록 듀얼 게이트 트랜지스터로 형성할 수 있다.
- [0073] 제4 트랜지스터(T4)는, 노드 C에 접속하는 소스 전극, 노드 D에 접속하는 드레인 전극 및 n번째 에미션 라인(EL(n))에 접속하는 게이트 전극을 포함하여, 에미션 신호(EM(n))에 응답하여 노드 C와 노드 D 간의 전류 패스를 형성한다.
- [0074] 제5 트랜지스터(T5)는, 노드 B에 연결되는 드레인 전극, 초기화 전압(V_{INI}) 입력단에 연결되는 소스 전극 및 (n-1)번째 게이트 라인($GL(n-1)$)에 연결되는 게이트 전극을 포함하여, (n-1)번째 스캔 신호(SCAN(n-1))에 응답하여 초기화 전압(V_{INI})을 노드 B에 인가한다. 제5 트랜지스터(T5)도 듀얼 게이트 트랜지스터로 형성할 수 있다.
- [0075] 제6 트랜지스터(T6)는, 초기화 전압(V_{INI}) 입력단에 연결되는 소스 전극, 노드 D에 연결되는 드레인 전극 및 n번째 게이트 라인($GL(n)$)에 연결되는 게이트 전극을 포함하여, 스캔 신호(SCAN(n))에 응답하여 초기화 전압(V_{INI})을 노드 D, 즉 OLED의 한쪽 전극, 예를 들어 애노드 전극에 인가한다.
- [0076] 스토리지 커패시터(C_{ST})는 노드 B에 연결되는 제1 전극 및 고전위 전압 라인(V_{DD})에 연결되는 제2 전극을 포함한다. 스토리지 커패시터(C_{ST})는 스캔 신호(SCAN)가 비활성화인 동안 구동 트랜지스터(DT)의 게이트 전극의 전압

레벨을 유지할 수 있다.

- [0077] 도 7은 도 6의 픽셀에 인가되는 구동 신호의 파형도와 주요 노드의 전압 변화를 도시한 것이다.
- [0078] 도 6과 도 7을 참조하면, 본 발명이 적용되는 유기 발광 표시 장치에서 한 프레임 기간은 초기화 기간(T_1), 샘플링 기간(T_s) 및 에미션 기간(T_E)으로 구분될 수 있다. 초기화 기간(T_1)은 구동 트랜지스터(DT)의 게이트 전극의 전압을 초기화하는 기간이다. 샘플링 기간(T_s)은 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극의 전압을 초기화하며, 구동 트랜지스터(DT)의 문턱 전압을 샘플링 하여 노드 B에 저장하는 기간이다. 에미션 기간(T_E)은 샘플링된 문턱 전압을 포함하여 구동 트랜지스터(DT)의 소스-게이트 사이 전압을 프로그래밍하고, 프로그래밍된 소스-게이트 사이 전압에 따른 구동 전류로 유기 발광 다이오드(OLED)를 발광시키는 기간이다.
- [0079] n 번째 픽셀 라인의 초기화 기간(T_1)은 $(n-1)$ 번째 픽셀 라인의 샘플링 기간과 중첩할 수 있다. 즉, 샘플링 기간(T_s)을 충분히 확보할 수 있어서 문턱 전압의 보상을 더욱 정확하게 할 수 있다.
- [0080] 초기화 기간(T_1) 동안, 제5 트랜지스터(T5)는 n 번째 스캔 신호(SCAN(n)))에 응답하여, 노드 B에 초기화 전압(V_{INI})을 인가한다. 그 결과 구동 트랜지스터(DT)의 게이트 전극은 초기화 전압(V_{INI})으로 초기화된다. 기준 초기화 전압(V_{INI})은 유기 발광 다이오드(OLED)의 동작 전압보다 충분히 낮은 전압 범위 내에서 선택할 수 있으며, 저전위 구동 전압(V_{SS})과 같거나 낮은 전압으로 설정될 수 있다. 그리고, 초기화 기간(T_1)에 노드 B에는 이전 프레임의 데이터 전압(V_{DATA})이 유지되어 있다.
- [0081] 샘플링 기간(T_s) 동안, 제6 트랜지스터(T6)는 n 번째 스캔 신호(SCAN(n)))에 응답하여, 초기화 전압(V_{INI})을 노드 D에 인가한다. 그 결과 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극인 노드 D는 초기화 전압(V_{INI})으로 초기화된다.
- [0082] 제1 트랜지스터(T1)는 n 번째 스캔 신호(SCAN(n)))에 응답하여, 데이터 라인(DL)으로부터 공급받는 데이터 전압(V_{DATA})을 노드 A에 인가한다. 그리고 제3 트랜지스터(T3)는 n 번째 스캔 신호(SCAN(n)))에 응답하여 턴-온 되어, 구동 트랜지스터(DT)는 다이오드 커넥션(Diode Connection, 게이트 전극과 드레인 전극이 쇼트 되어 트랜지스터가 다이오드처럼 동작)된다.
- [0083] 샘플링 기간(T_s)에, 구동 트랜지스터(DT)의 소스-드레인 사이에는 전류(I_{ds})가 흐른다. 구동 트랜지스터(DT)의 게이트 전극과 드레인 전극은 다이오드 커넥션 된 상태이기 때문에, 소스 전극에서 드레인 전극으로 흐르는 전류(I_{ds})에 의해서 구동 트랜지스터(DT)의 노드 B의 전압은 점차 상승한다. 샘플링 기간(T_s) 동안, 노드 B의 전압은 데이터 전압(V_{DATA})에서 구동 트랜지스터(DT)의 문턱 전압(V_{TH})을 뺀 값($V_{DATA} - V_{TH}$)까지 높아진다.
- [0084] 에미션 기간(T_E) 동안, 제2 트랜지스터(T2)는 n 번째 에미션 신호(EM(n)))에 응답하여, 노드 A에 고전위 전압(V_D)을 인가한다. 제4 트랜지스터(T4)는 n 번째 에미션 신호(EM(n)))에 응답하여, 노드 C 및 노드 D의 전류 패스를 형성한다. 결국, 구동 트랜지스터(DT)의 소스 전극과 드레인 전극을 경유하는 구동 전류(I_{OLED})는 유기 발광 다이오드(OLED)에 인가된다.
- [0085] 에미션 기간(T_E) 동안, 유기 발광 다이오드(OLED)에 흐르는 구동 전류(I_{OLED})에 대한 관계식은 아래 수학적 식 1과 같이 된다.

수학적 식 1

[0086]
$$I_{OLED} = k/2(V_{sg} - V_{TH})^2 = k/2(V_{DD} - (V_{DATA} - V_{TH}) - V_{TH})^2 = k/2(V_{DD} - V_{DATA})^2$$

- [0087] 수학적 식 1에서, $k/2$ 는 구동 트랜지스터(DT)의 전자 이동도, 기생 커패시턴스, 채널 용량 등에 의해 결정되는 비례 상수를 나타낸다.
- [0088] 수학적 식 1에서 보는 바와 같이 구동 전류(I_{OLED})의 관계식에는 구동 트랜지스터(DT)의 문턱 전압(V_{TH}) 성분이 소거

되고, 이는 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 문턱 전압(V_{TH})이 변한다고 할지라도 구동 전류(I_{OLED})는 변하지 않는다는 것을 의미한다.

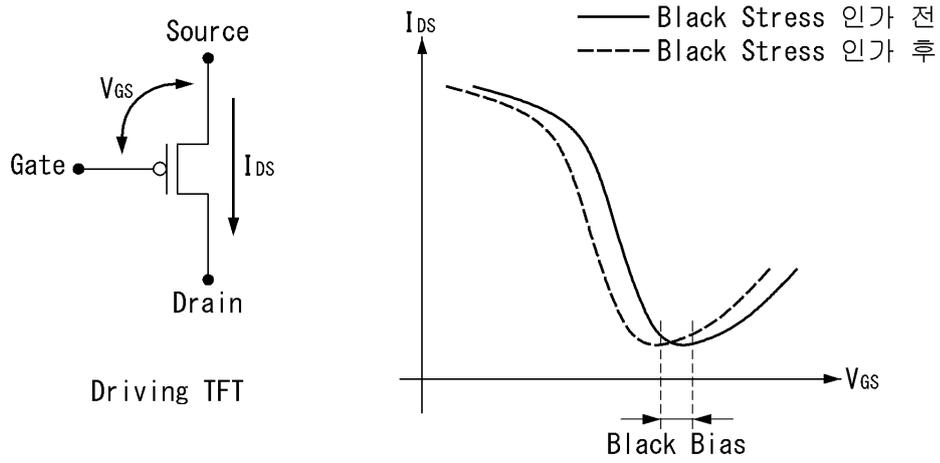
- [0089] 도 8은 본 발명에 따라 초기화 전압을 조절하는 실시예를 도시한 것이고, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 영상 분석을 통해 블랙 계조의 영상 데이터를 변경하는 과정을 도시한 것이고, 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따라 영상 분석과 터치 신호를 이용하여 블랙 계조의 영상 데이터를 변경하는 과정을 도시한 것이다.
- [0090] 타이밍 컨트롤러(11)는, 블랙 계조와 화이트 계조가 인접하는 패턴이 있는지 입력되는 영상 데이터(RGB)를 분석하는 영상 분석부(110), 영상 분석부(110)의 분석 결과를 근거로 블랙 계조의 데이터를 변경할 지 여부를 판단하는 영상 판단부(120), 및 영상 판단부(120)의 판단을 근거로 블랙 계조의 데이터에 블랙 오프셋을 적용하여 블랙 데이터를 낮은 계조의 데이터로 변경하여 변경된 영상 데이터(RGB')를 출력하는 영상 변경부(130)를 포함할 수 있다. 영상 분석부(110)와 영상 판단부(120)는 일체로 구현되어 영상 분석부로 불릴 수 있다.
- [0091] 영상 분석부(110)는, 히스토그램 방법을 이용하여 입력되는 영상 데이터(RGB)에 블랙 계조 영역과 화이트 계조 영역이 함께 있는지 분석할 수 있는데(도 9와 도 10에서 S110), 영상 데이터 프레임에 대해서 히스토그램을 생성하고, 생성된 히스토그램에서 피크가 발생하는 위치(계조)와 도수를 계산할 수 있다.
- [0092] 또한, 영상 분석부(110)는, 비트맵 방법을 추가로 이용하여, 피크가 발생한 계조 값을 표현하는 픽셀들의 위치 관계, 예를 들어 제1 피크 계조의 제1 픽셀들과 제2 피크 계조의 제2 픽셀들이 서로 인접한 지 여부나 어느 정도 인접한지 인접 정도를 분석할 수 있다(도 9와 도 10에서 S120).
- [0093] 영상 분석부(110)는, 피크가 발생한 둘 이상의 계조와 해당 계조들의 도수, 및 피크가 발생한 계조들을 표현하는 픽셀들의 인접 정도에 대한 데이터를 생성하여 영상 판단부(120)에 제공할 수 있다.
- [0094] 영상 판단부(120)는, 블랙에 해당하는 G0 계조 값(또는 블랙에 가까운 낮은 계조 값, 예를 들어 G1이나 G2)과 화이트에 해당하는 G255 계조 값(또는 화이트에 준하는 높은 계조 값, 예를 들어 G250 이상의 계조 값)에서 피크가 발생하는지 판단하는데, 히스토그램에 나타나는 두 피크의 계조 값의 차이가 소정 임계 값, 예를 들어 G250 계조 값 이상일 때 영상이 블랙 픽셀과 화이트 픽셀이 함께 하는 패턴을 포함하는 것으로 판단할 수 있다.
- [0095] 또한, 영상 판단부(120)는, 제1 피크 계조의 제1 픽셀들과 제2 피크 계조의 제2 픽셀들 사이 간격(제1 픽셀과 제2 픽셀이 가장 가까운 간격)이 소정 임계 값, 예를 들어 3 픽셀 이내일 때(또한 3 픽셀 이내가 되는 제1 픽셀과 제2 픽셀의 조합이 소정 개수 이상일 때), 두 피크 계조의 픽셀들이 서로 인접한다고 판단할 수 있다.
- [0096] 영상 판단부(120)는, 블랙 계조의 피크와 화이트 계조의 피크 사이 계조 값 간격이, 예를 들어 G250 계조 값 이상이고, 블랙 계조의 픽셀들과 화이트 계조의 픽셀들이, 예를 들어 3 픽셀 이내에 위치한다면, 프레임 내에 블랙 계조를 표현하는 픽셀들의 영역과 화이트 계조를 표현하는 픽셀들의 영역이 서로 인접한 것으로 판단하고, 블랙 계조의 데이터를 낮은 계조, 예를 들어 G3 계조 값으로 변경하도록 하는 제어 신호를 영상 변경부(130)에 제공할 수 있다(도 9와 도 10의 S130에서 YES).
- [0097] 반면, 영상 판단부(120)는, 블랙 계조의 피크와 화이트 계조의 피크 사이 계조 값 간격이, 예를 들어 G250 계조 값보다 작거나, 블랙 계조의 픽셀들과 화이트 계조의 픽셀들이 서로, 예를 들어 3 픽셀 이상 떨어져 위치한다면, 프레임 내에 블랙 계조를 표현하는 픽셀들의 영역과 화이트 계조를 표현하는 픽셀들의 영역이 서로 인접하지 않은 것으로 판단하고, 블랙 계조의 데이터에 블랙 오프셋을 적용하지 않도록 하는 제어 신호를 영상 변경부(130)에 제공할 수 있다(도 9와 도 10의 S130에서 NO).
- [0098] 블랙 픽셀 영역과 화이트 픽셀 영역이 인접할 때 화면 이동과 상관 없이 블랙 계조의 데이터에 블랙 오프셋을 적용하더라도, 화이트 픽셀과 대비 정도가 크기 때문에 블랙 픽셀의 휘도 상승이 눈에 띄지 않게 되고, 이후 화면 이동이 발생하여 블랙 픽셀이 화이트 픽셀로 바뀔 때 해당 픽셀이 빠른 응답 속도로 화이트 계조의 휘도를 표시하여 블러를 느끼지 못하게 하는 장점이 있다.
- [0099] 또한, 영상 판단부(120)는, 터치 구동 회로(17)로부터 터치 데이터(T_{DATA})를 연속으로 전송 받고, 이를 분석하여 화면에 포함된 오브젝트가 이동하는지 여부를 판단할 수 있는데, 연속되는 터치 데이터가 화면의 이동을 가리키거나 화면의 확대나 축소를 가리킨다면 화면 내의 오브젝트가 이동하는 것으로 예측할 수 있다.
- [0100] 영상 판단부(120)는, 블랙 픽셀 영역과 화이트 픽셀 영역이 서로 인접할 때(도 9의 S930에서 YES), 터치 데이터로부터 화면이 이동하는 것으로 판단하면, 블랙 계조의 데이터를 낮은 계조 값으로 변경하도록 하는 제어 신호를 영상 변경부(130)에 제공할 수 있다(도 10의 S135에서 YES).

- [0101] 영상 판단부(120)는, 블랙 픽셀 영역과 화이트 픽셀 영역이 서로 인접할 때(도 9의 S930에서 YES), 터치 데이터로부터 화면이 이동하지 않는 것으로 판단하면, 블랙 계조의 데이터를 변경하지 않고 유지하도록 하는 제어 신호를 영상 변경부(130)에 제공할 수 있다(도 10의 S135에서 NO).
- [0102] 영상 변경부(130)는, 영상 판단부(120)가 제공하는 제어 신호를 근거로, 블랙 계조의 데이터를 상향 조정하여(도 9와 도 10에서 S140) 변경된 영상 데이터(RGB')를 출력하거나, 블랙 계조의 데이터를 변경하지 않고 그 계조 값을 유지할 수 있다(도 9와 도 10에서 S145).
- [0103] 한편, 영상 분석부(110)는, 영상 데이터가 구성하는 화면 전체에 대해 히스토그램을 생성하고 비트맵을 분석할 수도 있고, 또는 화면의 일부 영역 또는 분할된 영역에 대해서 히스토그램을 생성하고 비트맵을 분석하여, 영역 단위로 피크가 발생한 계조와 해당 계조들의 도수, 및 피크가 발생한 계조들을 표현하는 픽셀들의 인접 정도에 대한 데이터를 생성하여 영상 판단부(120)에 제공할 수도 있다.
- [0104] 또한, 영상 분석부(110)는, 모션 검출 모듈을 이용하여 연속되는 두 프레임의 영상을 분석하여 프레임 내에서 모션이 발생하는지 확인할 수도 있는데, 특히 블랙 계조를 표현하는 픽셀들에 움직임이 발생하는지 확인하고 움직임이 발생한 블랙 계조를 표현하는 픽셀들을 가리키는 정보를 영상 판단부(120)에 제공할 수 있다. 이 경우, 영상 판단부(120)는 터치 데이터를 이용하지 않아도 되므로 터치 구동 회로(17)로부터 터치 데이터를 받지 않아도 된다.
- [0105] 스크롤 같이 화면이 이동할 때, 이동하기 전 마지막 프레임에서 블랙 계조의 데이터를 상향 조절하여 이동하는 첫 번째 프레임부터 블랙 계조에서 화이트 계조로 바뀌는 픽셀의 화이트 휘도를 올리는 것이 가장 좋지만, 영상을 분석하고 화면의 이동을 판단하는 동작에 시간이 제법 소요되어, 분석과 판단 동작을 수행한 후에 화면 전환이 발생하기 전 프레임의 블랙 데이터를 변경하도록 타이밍을 맞추는 것이 쉽지 않다.
- [0106] 하지만, 스크롤과 같은 동작은 두 프레임 사이에서만 발생하는 것이 아니고, 예를 들어 10개 이상의 복수 개의 프레임에 걸쳐서 발생한다. 이에, 화면이 이동하는 처음 몇 프레임에서 블랙 데이터에 대한 블랙 옵션 적용이 이루어지지 않더라도 그 다음 프레임부터라도 블랙 데이터를 상향 조절하면, 블랙 계조가 화이트 계조로 바뀌는 픽셀들을 빠른 응답 속도로 화이트 계조에 대응하는 휘도에 가깝게 표현할 수 있게 되어, 사용자가 블러를 인식하지 못하게 된다.
- [0107] 따라서, 블랙 데이터를 상향 조절하는 동작을 적용하는 시점을 당기기 위해 시스템 구성을 너무 복잡하게 하지 않고도 블러 인식을 못하게 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0108] 블랙 픽셀 영역은, 블랙 계조, 즉 G0 계조만 표시하는 영역으로 한정할 필요는 없고, 소정의 낮은 계조를 표현하는 픽셀들의 영역으로 확대할 수 있는데, 예를 들어 G2 계조보다 낮은 계조를 표시하는 영역이 될 수 있다. 마찬가지로, 화이트 픽셀 영역은, G255의 화이트 계조만 표시하는 영역으로 한정할 필요는 없고, 예를 들어 G253 계조 이상의 높은 계조를 표현하는 픽셀들의 영역으로 확대할 수 있다.
- [0109] 블랙 계조 픽셀들 영역과 화이트 계조 픽셀들 영역이 인접한 영상 데이터가 표현하는 화면이 스크롤 동작에 의해 이동하는 경우에, 본 발명이 적용되어 블랙이나 블랙과 가까운 낮은 계조 데이터가 상향 조절되면, 계조 변화가 발생하는 연속하는 3 프레임에 걸쳐 블랙 계조(G0) -> 화이트 계조(G255) -> 화이트 계조(G255) 순서로 데이터가 인가되는 대신, 저계조(G3) -> 화이트 계조(G255) -> 화이트 계조(G255) 순서로 데이터가 인가될 수 있다.
- [0110] 도 11은 연속되는 3개의 프레임에 저계조(G3) -> 화이트 계조(G255) -> 화이트 계조(G255) 순서로 도 6의 픽셀 회로에 데이터가 인가될 때 주요 노드의 전압을 도시한 것이다.
- [0111] 도 11에서, 제1 프레임(Frame #1)을 포함하여 이전 복수 개의 프레임에 블랙 계조(G0)의 데이터 전압(V_{DATA_G0})이 인가되어, 구동 트랜지스터(DT)를 턴-오프 하기 위한 블랙 바이어스가 소스 전극과 게이트 전극 사이에 형성되어, 구동 트랜지스터(DT)의 채널 영역에 전하가 가두어지는 전하 트랩 현상이 발생하고 구동 트랜지스터(DT)의 문턱 전압이 이동해서, 화이트 계조(G255)의 데이터 전압(V_{DATA_G0})이 소스 전극에 인가되더라도, 채널 영역의 전하가 빠르게 빠지지 않아, 구동 트랜지스터(DT)의 게이트 전극과 드레인 전극의 전압이 원하는 레벨로 빨리 바뀌지 않게 되고, 구동 전류가 화이트 계조에 해당하는 양까지 흐르게 되는데 시간이 소요되게 된다.
- [0112] 제1 프레임(Frame #1)에 블랙 계조(G0)의 데이터 전압(V_{DATA_G0})이 인가되고, 제2 프레임과 제3 프레임(Frame #2, Frame #3)에 화이트 계조(G255)의 데이터 전압(V_{DATA_G255})이 인가되어야 하는 상황에서, 도 11에서는, 제1 프레임

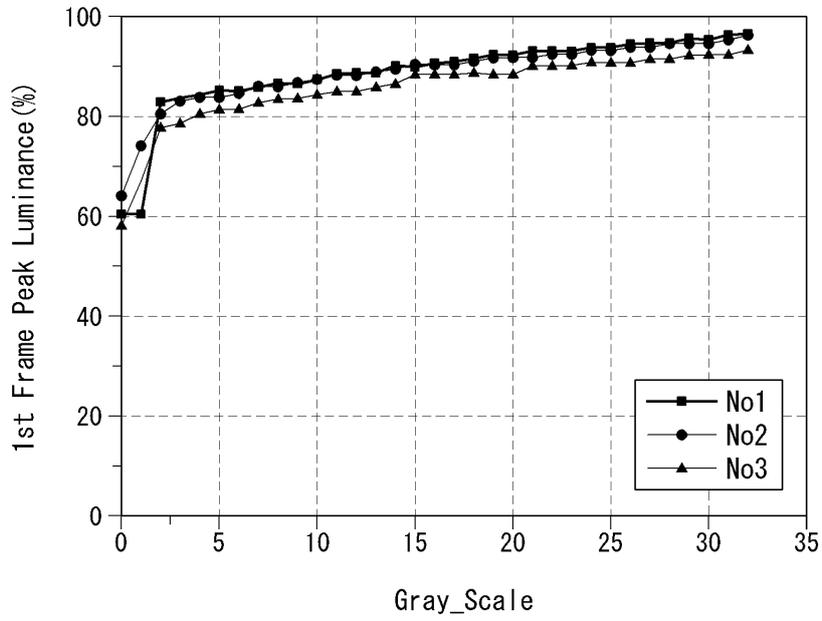
(Frame #1)에 블랙 계조(G0)의 데이터 전압($V_{DATA,G0}$)을 인가하는 대신, 영상 변경부(130)에 의해 블랙 계조(G0)를 G3 계조의 데이터 전압($V_{DATA,G3}$)으로 변경하여 데이터 구동 회로(12)를 거쳐 노드 A에 인가한다.

- [0113] p 타입의 구동 트랜지스터(DT)로 유기 발광 다이오드(OLED)를 구동할 때, 수학식 1과 같이 유기 발광 다이오드(OLED)에 흐르는 구동 전류(I_{OLED})는 고전위 전압(V_{DD})과 데이터 전압(V_{DATA})의 차이에 비례하므로, G3 계조에 해당하는 데이터 전압($V_{DATA,G3}$)이 화이트 계조(G255)에 해당하는 데이터 전압($V_{DATA,G255}$)보다 높고, 에미션 기간(T_E)에, 노드 B의 전압은 유기 발광 다이오드(OLED)가 G3 계조를 표현할 때가 화이트 계조를 표현할 때보다 높게 되고, 노드 C와 D의 전압은 유기 발광 다이오드(OLED)가 화이트 계조를 표현할 때가 G3 계조를 표현할 때보다 높게 된다.
- [0114] G3 계조를 표현할 때, 에미션 기간(T_E)에, 구동 트랜지스터(DT)가 유기 발광 다이오드(OLED)에 전류를 매우 작은 양으로 흐르게 하여, 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극(노드 D)의 전압은 초기화 전압(V_{INI})으로부터 유기 발광 다이오드(OLED)의 문턱 전압($V_{TH,0}$)을 간신히 넘는 수준($V_{INI} + V_{TH,0}$)까지 천천히 상승하여 유기 발광 다이오드(OLED)를 낮은 휘도로 발광시킨다.
- [0115] G255의 화이트 계조를 표현할 때, 에미션 기간(T_E)에, 구동 트랜지스터(DT)가 전류를 많이 흐르게 하여, 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극(노드 D)의 전압은 초기화 전압(V_{INI})으로부터 유기 발광 다이오드(OLED)의 문턱 전압($V_{TH,0}$)을 넘어 유기 발광 다이오드(OLED)가 발광하기 시작하고, 유기 발광 다이오드(OLED)의 내부 저항 등으로 인해 전류가 많이 흐를수록 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극(노드 D)의 전압이 올라가게 된다($V_{INI} + V_{TH,0} +$).
- [0116] 하지만, 제1 프레임(Frame #1)에 G3 계조의 데이터 전압($V_{DATA,G3}$)이 인가된 후 제2 프레임(Frame #2)에 처음으로 화이트 계조의 데이터 전압($V_{DATA,G255}$)이 인가되면, 제2 프레임(Frame #2)의 에미션 기간(T_E)에, 구동 트랜지스터(DT)가 전류를 빠르게 많이 흐르게 하지 못하여, 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극(노드 D)이 제3 프레임(Frame #3)의 에미션 기간(T_E)에 올라가는 전압($V_{INI} + V_{TH,0} +$)보다도 δ 만큼 덜 올라간다($V_{INI} + V_{TH,0} + '$).
- [0117] 즉, G3 계조의 데이터 전압이 인가된 후 화이트 계조의 데이터 전압이 인가되는 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임의 에미션 기간(T_E)에 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극(노드 D)의 전압 차이가 δ 가 된다.
- [0118] 하지만, 블랙 계조(G0)의 데이터 전압이 인가된 후 화이트 계조의 데이터 전압이 인가되는 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임에 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극(노드 D)의 전압 차이는 δ 보다 더 크다.
- [0119] 도 12는 본 발명에 따라 G0의 블랙 계조에서 G255의 화이트 계조로 변경되는 상황에서 G0의 블랙 계조의 데이터를 G3 계조의 데이터로 변경할 때 반응 속도가 개선되는 결과를 비교하여 도시한 것이다.
- [0120] 도 12에서 블랙 계조, 즉 G0가 인가된 후 화이트 계조, 즉 G255가 인가되는 첫 번째 프레임에서 유기 발광 다이오드(OLED)가 출력하는 빛의 휘도는 원래 화이트 계조가 표현해야 하는 휘도의 60% 정도밖에 되지 않지만, 블랙 계조 대신 G3 계조가 인가된 후 G255가 인가되는 첫 번째 프레임에서 유기 발광 다이오드(OLED)가 출력하는 빛의 휘도는 원래 화이트 계조가 표현해야 하는 휘도의 80%를 넘게 된다.
- [0121] 즉, 도 11에서 제2 프레임(Frame #2)과 제3 프레임(Frame #3)의 에미션 기간(T_E)에서, 유기 발광 다이오드(OLED)의 애노드 전극(노드 D)의 전압 차이 δ 는 20%의 휘도 저하에 불과할 뿐이다.
- [0122] 도 12에서 화이트 계조로 바뀐 이후 두 번째 프레임 이후부터는 유기 발광 다이오드(OLED)가 원래 화이트 계조가 표현해야 하는 휘도로 빛을 출력하게 된다.
- [0123] 이와 같이, 오랜 프레임 동안 블랙 계조의 데이터 전압이 인가된 후 화이트 계조의 데이터 전압이 인가될 때, 마지막 블랙 계조의 데이터 전압 대신 G5 이하 저계조, 예를 들어 G3의 데이터 전압을 인가하면, 화이트 계조의 데이터 전압이 인가되는 첫 번째 프레임에서 휘도 저하를 발생하는 것을 줄일 수 있게 된다.
- [0124] 화면이 급격하게 바뀌는 상황에서 마지막 블랙 계조 대신 G5 이하의 낮은 계조로 계조를 상향하여 픽셀을 구동 하더라도 블랙 계조가 바뀌는 것을 인지하기 어렵고, 반면에 화이트 계조가 인가되는 첫 번째 프레임에서 휘도가 향상되어 응답 특성이 개선되고, 화면이 이동할 때 끌림 현상이 줄게 된다.

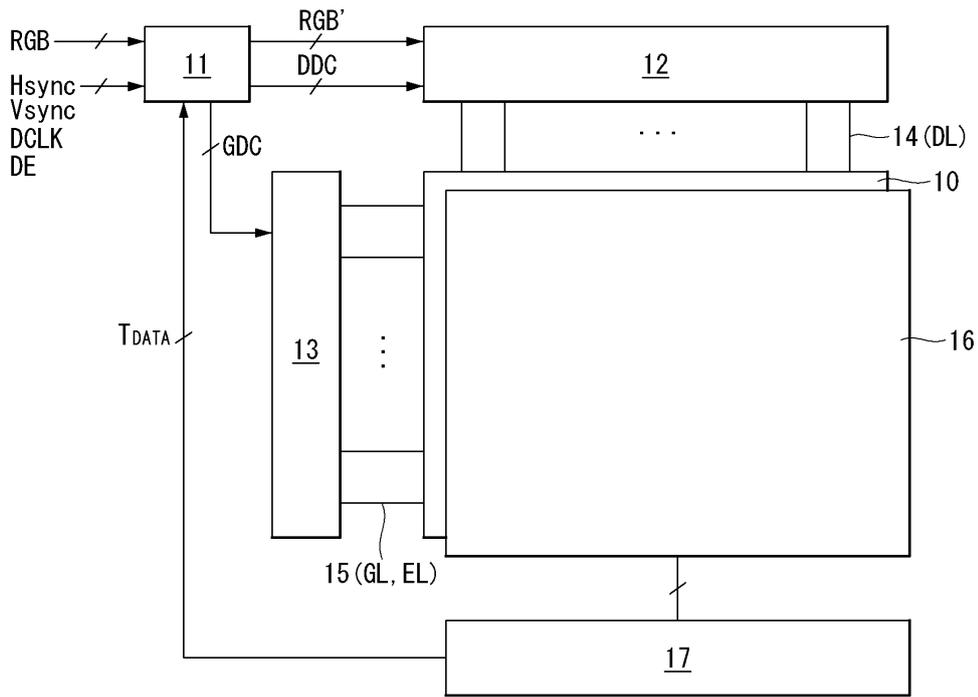
도면3



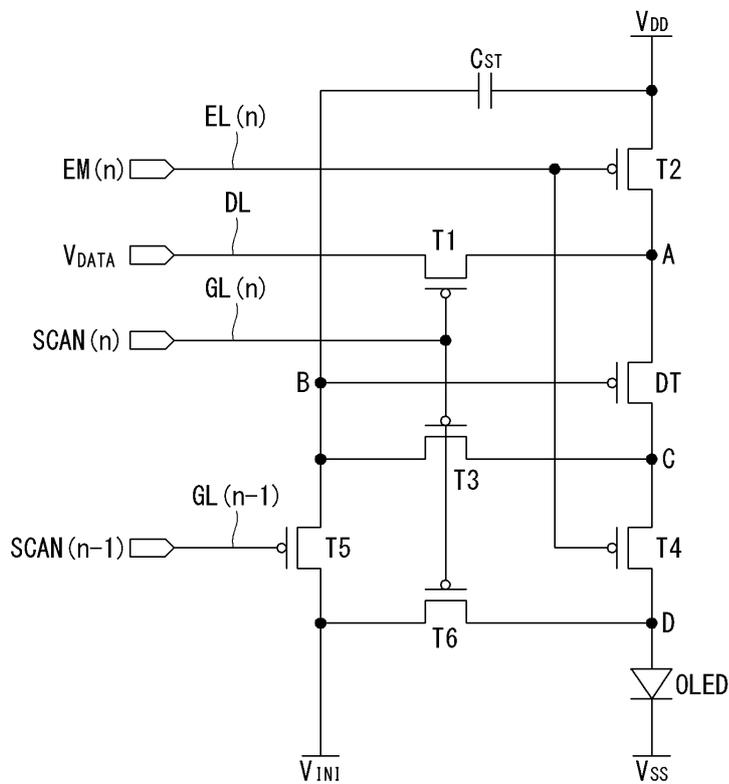
도면4



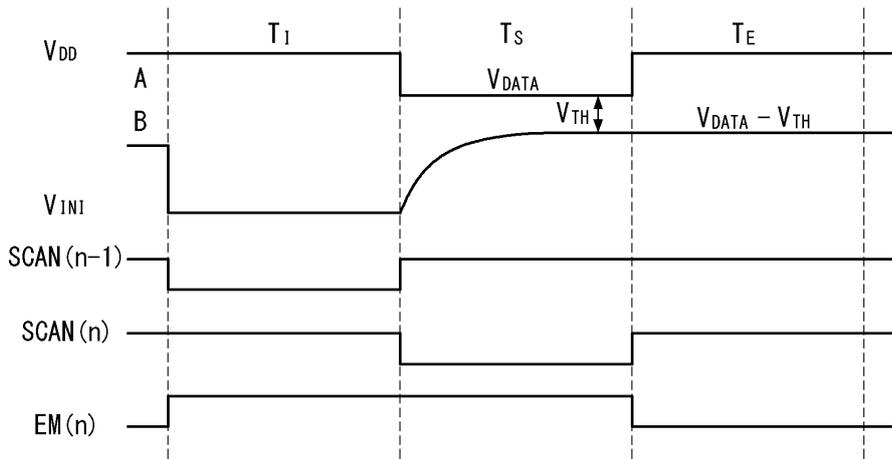
도면5



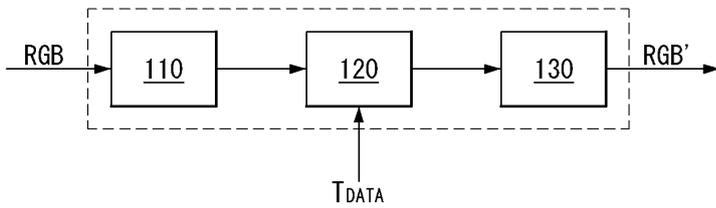
도면6



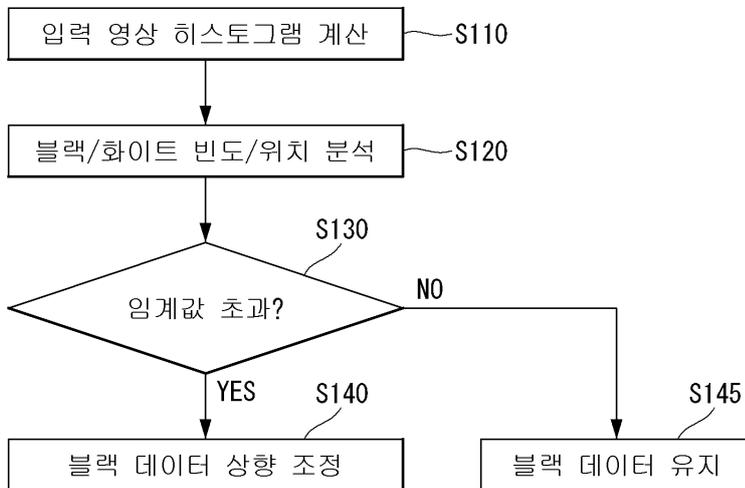
도면7



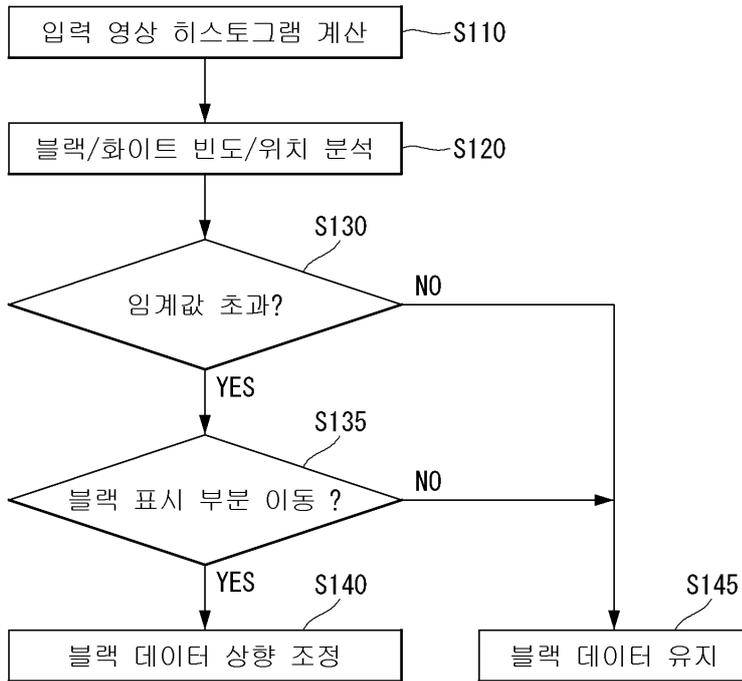
도면8



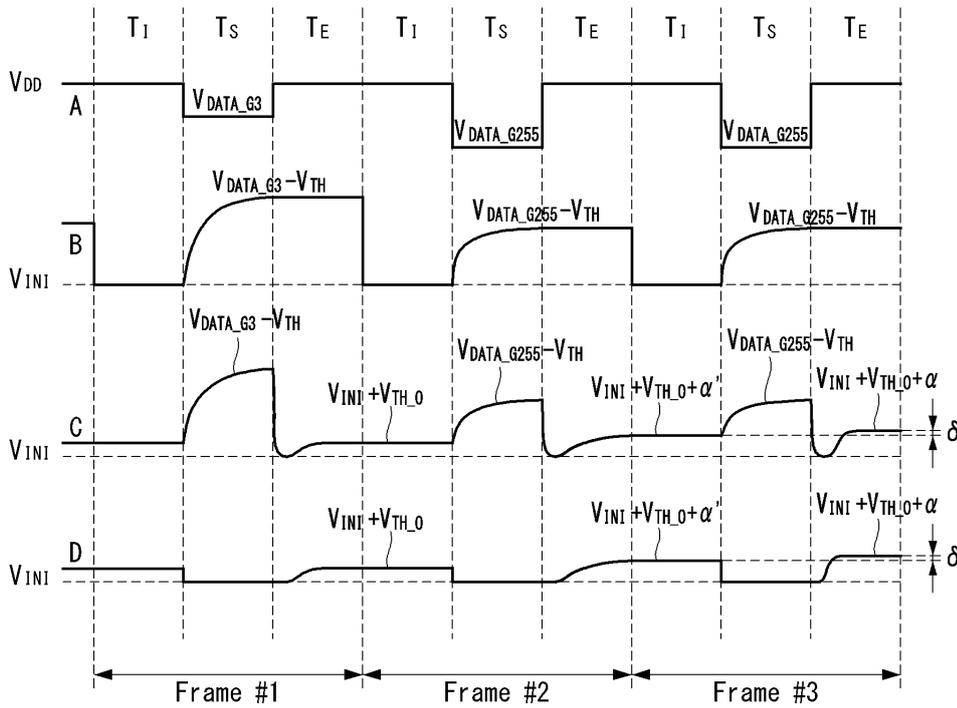
도면9



도면10



도면11



도면12

