



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0150052
(43) 공개일자 2022년11월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/32 (2006.01) H04N 5/343 (2011.01)

H04N 5/378 (2011.01)

(52) CPC특허분류

H01L 27/3234 (2013.01)

H01L 27/3248 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0057271

(22) 출원일자 2021년05월03일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

한건희

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김학진

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 광학센서 일체형 표시 장치 및 그 동작 방법

(57) 요약

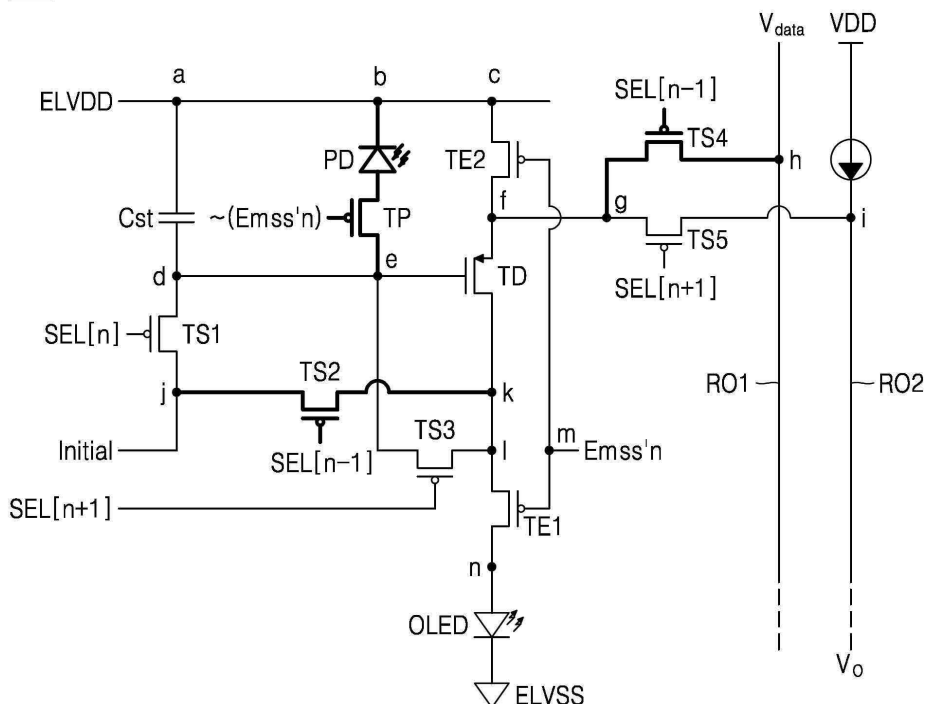
본 발명은 하나의 픽셀(pixel) 내에 디스플레이 발광 소자와 그 밝기를 감지하는 광감지 소자를 함께 구현할 수 있도록 하는 광학센서 일체형 표시 장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

이를 실현하기 위해, 본 발명에 따른 광학센서 일체형 표시 장치에서 하나의 화소(PX)는, 제1 전원선(ELVDD)에

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2

110



광감지 소자(PD)가 연결되고, 제2 전원선(ELVSS)에 발광 소자(OLED)가 연결되며, 감지 트랜지스터(TP)를 통하여 광감지 소자(PD)를 온(ON) 시키고, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)를 통하여 발광 소자(OLED)를 온(ON) 시키며, 감지 트랜지스터(TP)와 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2) 사이에 구동 트랜지스터(TD)가 연결된 구조를 갖는다.

따라서, 본 발명은 하나의 화소를 통하여 디스플레이 모드 및 이미지 감지 모드를 모두 수행할 수 있으며, 그에 따라 디스플레이의 성능 저하를 최소화 할 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 27/326 (2013.01)

H01L 27/3269 (2013.01)

H01L 27/3276 (2022.01)

H04N 5/343 (2013.01)

H04N 5/378 (2013.01)

(72) 발명자

지광환

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김상우

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김태형

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

정중호

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

서기원

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나 이상의 화소를 포함하고,

상기 하나 이상의 화소 중 하나의 화소는,

제1 전원선에 일 측이 연결된 광감지 소자;

제2 전원선에 일 측이 연결된 발광 소자;

상기 발광 소자의 다른 측과 상기 제1 전원선 사이에 직렬로 연결된 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터;

상기 제1 발광 제어 트랜지스터와 상기 제2 발광 제어 트랜지스터 사이에 연결된 구동 트랜지스터;

상기 구동 트랜지스터와 상기 제1 발광 제어 트랜지스터의 연결점과 상기 광감지 소자의 다른 측 사이에 연결된 감지 트랜지스터; 및

상기 구동 트랜지스터와 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 사이에 연결된 리드아웃 라인;

을 포함하는 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전원선과 상기 구동 트랜지스터의 사이에서 상기 광감지 소자에 대하여 병렬로 연결되고, 상기 광감지 소자에 의해 발생한 광전하를 충전하는 스토리지 캐패시터;

를 더 포함하는 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 스토리지 캐패시터와 상기 구동 트랜지스터의 연결점에 제1 전극이 연결되고, 제2 전극이 초기 전원 라인에 연결되며, 제3 전극이 n번째 선택라인에 연결된 제1 선택 트랜지스터;

상기 제1 선택 트랜지스터의 제2 전극에 제1 전극이 연결되고, 상기 구동 트랜지스터와 상기 제1 발광 제어 트랜지스터의 연결점에 제2 전극이 연결되고, 제3 전극이 (n-1)번째 선택라인에 연결된 제2 선택 트랜지스터;

상기 감지 트랜지스터의 제2 전극에 제1 전극이 연결되며, 상기 구동 트랜지스터와 상기 제1 발광 제어 트랜지스터의 연결점에 제2 전극이 연결되고, 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인에 연결된 제3 선택 트랜지스터;

상기 구동 트랜지스터와 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 연결점에 제1 전극이 연결되고, 상기 리드아웃 라인에 제2 전극이 연결되며, 제3 전극이 (n-1)번째 선택라인에 연결된 제4 선택 트랜지스터; 및

상기 구동 트랜지스터와 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 연결점에 제1 전극이 연결되고, 상기 리드아웃 라인에 제2 전극이 연결되며, 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인에 연결된 제5 선택 트랜지스터;

를 더 포함하는 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광감지 소자는 포토 다이오드를 포함하고,

상기 포토 다이오드의 제1 전극은 상기 제1 전원선에 연결되고, 상기 포토 다이오드의 제2 전극은 상기 감지 트랜지스터의 제1 전극에 연결된, 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 감지 트랜지스터는, 제1 전극이 상기 광감지 소자의 다른 측에 연결되고, 제2 전극이 상기 구동 트랜지스터와 상기 스토리지 캐패시터의 연결점에 연결되고, 제3 전극이 감지 신호선에 연결된, 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제1 발광 제어 트랜지스터는, 제1 전극이 상기 구동 트랜지스터의 제2 전극에 연결되고, 제2 전극이 상기 발광 소자의 다른 측에 연결되고, 제3 전극이 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 제3 전극에 연결되고,

상기 제2 발광 제어 트랜지스터는, 제1 전극이 상기 제1 전원선에 연결되고, 제2 전극이 상기 구동 트랜지스터의 제1 전극에 연결되고, 제3 전극이 상기 제1 발광 제어 트랜지스터의 제3 전극에 연결되고,

상기 제1 발광 제어 트랜지스터의 제3 전극과 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 제3 전극 간의 연결점에 발광 신호선이 연결된, 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

디스플레이 모드일 때, 상기 구동 트랜지스터는 상기 발광 신호선을 통해 발광(하이) 신호가 상기 제1 발광 제어 트랜지스터 및 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 제3 전극에 인가되어 턴 온 됨에 따라 구동되고, 상기 감지 트랜지스터는 상기 감지 신호선을 통해 역발광(로우) 신호가 인가되어 동작하지 않으며,

상기 발광 소자는, 상기 제1 전원선으로부터 제1 전원이 상기 제1 발광 제어 트랜지스터, 상기 구동 트랜지스터 및 상기 제2 발광 제어 트랜지스터를 경유해 공급됨에 따라 발광되며,

상기 광감지 소자는 상기 발광 소자에서 발광되는 빛을 수광하여 광전하를 발생시키며,

상기 광감지 소자에서 발생된 광전하가 상기 스토리지 캐패시터에 저장되는, 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

이미지 감지 모드일 때, 상기 감지 트랜지스터는 상기 감지 신호선을 통해 인가된 감지 신호에 의해 구동되고, 상기 구동 트랜지스터는 상기 광감지 소자의 전압과 상기 스토리지 캐패시터의 전압에 의해 구동되며,

상기 구동 트랜지스터의 제1 전극에 연결된 리드아웃 라인을 통해 상기 광감지 소자의 밝기값에 따른 전압값을 출력하는, 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 리드아웃 라인은, 상기 제4 선택 트랜지스터와 상기 제1 전원선 사이에 연결된 제1 리드아웃 라인; 및 상기 제5 선택 트랜지스터와 데이터 전압 라인에 연결된 제2 리드아웃 라인을 포함하는, 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 디스플레이 모드일 때, 상기 구동 트랜지스터는 한 개의 프레임 동안 컬럼 라인을 통해 외부로부터 인가된 전압에 의해 동작하고,

상기 이미지 감지 모드일 때, 상기 광감지 소자는 한 개의 프레임 동안 컬럼 라인을 통해 인가된 전류에 의해 동작하는, 광학 센서 일체형 표시 장치.

청구항 11

광감지 소자가 제1 전원선에 연결되고, 발광 소자가 제2 전원선에 연결되며, 상기 광감지 소자와 상기 발광 소자 사이에 구동 트랜지스터가 연결된 적어도 하나 이상의 화소를 포함하는 광학센서 일체형 표시 장치의 동작 방법으로서,

(a) 디스플레이 모드에서, 발광(하이) 신호가 발광 신호선을 통해 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터에 인가되어 턴 온 됨에 따라 상기 구동 트랜지스터가 구동되는 단계;

(b) 상기 디스플레이 모드에서, 상기 제1 전원선으로부터 제1 전원이 상기 제1 발광 제어 트랜지스터, 상기 구동 트랜지스터 및 상기 제2 발광 제어 트랜지스터를 경유해 공급됨에 따라 상기 발광 소자가 발광되는 단계;

(c) 상기 디스플레이 모드에서, 상기 광감지 소자가 상기 발광 소자에서 발광되는 빛을 수광하여 광전하를 발생시키는 단계;

(d) 상기 디스플레이 모드에서, 상기 광감지 소자에서 발생된 광전하가 상기 제1 전원선과 상기 구동 트랜지스터의 사이에 상기 광감지 소자에 대하여 병렬로 연결된 스토리지 캐패시터에 저장되는 단계;

(e) 이미지 감지 모드에서, 상기 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터가 턴 오프되고, 감지 트랜지스터가 감지 신호선을 통해 인가된 감지 신호에 의해 구동되는 단계; 및

(f) 상기 이미지 감지 모드에서, 상기 광감지 소자의 전압과 상기 스토리지 캐패시터의 전압에 의해 상기 구동 트랜지스터가 구동되고, 상기 구동 트랜지스터에 연결된 리드아웃 라인을 통해 상기 광감지 소자의 밝기값에 따른 전압값이 출력되는 단계;

를 포함하는 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 (a) 단계의 상기 디스플레이 모드에서, 상기 광감지 소자에 연결된 감지 트랜지스터는 감지 신호선을 통해 역발광(로우) 신호가 인가됨에 따라 동작하지 않는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 (e) 단계의 상기 이미지 감지 모드에서, 상기 감지 트랜지스터는 상기 광감지 소자와 상기 구동 트랜지스

터의 사이에 (n-1)번째 신호에 의해 구동되는 트랜지스터, n번째 신호에 의해 구동되는 트랜지스터, 및 (n+1)번째 신호에 의해 구동되는 트랜지스터가 병렬로 연결되고, 감지 신호선을 통해 인가된 (n-1)번째 신호, n번째 신호 및 (n+1)번째 신호의 OR 연산에 의한 감지 신호에 의해 구동되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 (e) 단계의 상기 이미지 감지 모드에서, 상기 감지 트랜지스터는 감지 신호선을 통해 인가된 n번째 초기 전압의 감지 신호에 의해 구동되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 (e) 단계의 상기 이미지 감지 모드에서, 상기 감지 트랜지스터는 외부로부터 별도로 추가된 로우 라인의 감지 신호선을 통해 인가된 감지 신호에 의해 구동되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 (d) 단계의 상기 디스플레이 모드에서, 상기 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터가 턴 오프되고, (n-1)번째 신호에 의해 제4 선택 트랜지스터가 구동됨에 따라, 상기 광감지 소자와 상기 스토리지 캐패시터의 전압이 상기 감지 트랜지스터의 게이트 전압을 형성하고, 컬럼 라인은 외부 전압 드라이버에 의해 구동되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 (d) 단계의 상기 디스플레이 모드에서, 상기 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터가 턴 오프되고, 상기 스토리지 캐패시터와 상기 구동 트랜지스터의 사이에 제1 전극이 연결된 제1 선택 트랜지스터는 제3 전극을 통해 인가된 n번째 신호에 의해 구동되고, 제2 전극을 통해 인가된 초기 전원을 상기 스토리지 캐패시터 및 상기 광감지 소자로 인가하며,

상기 스토리지 캐패시터 및 상기 광감지 소자는 상기 제1 선택 트랜지스터로부터 인가되는 초기 전원에 의해 리셋되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 (d) 단계의 상기 디스플레이 모드에서, 상기 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터가 턴 오프되고, 상기 구동 트랜지스터와 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 연결점에 제1 전극이 연결되고 상기 리드아웃 라인에 제2 전극이 연결되며 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인에 연결된 제5 선택 트랜지스터는 (n+1)번째 신호에 의해 구동되고,

상기 스토리지 캐패시터 및 상기 광감지 소자의 전압이 상기 컬럼 라인의 임계 전압을 형성하고,

상기 리드아웃 라인을 통해 상기 발광 소자의 데이터 전압이 로딩되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 19

제 11 항에 있어서,

상기 (e) 단계의 상기 이미지 감지 모드에서, 컬럼 라인은 외부 불변성 전류 드라이버에 연결되고,

제1 전극이 초기 전원 라인에 연결되고 제2 전극이 상기 구동 트랜지스터에 연결되며 제3 전극이 (n-1)번째 선택라인에 연결된 제2 선택 트랜지스터는 (n-1)번째 신호에 의해 구동되고,

제1 전극이 상기 구동 트랜지스터에 연결되고 제2 전극이 상기 리드아웃 라인에 연결되며 제3 전극이 (n-1)번째 선택라인에 연결된 제4 선택 트랜지스터는 상기 (n-1)번째 신호에 의해 구동되고, 상기 구동 트랜지스터를 통해 인가되는 상기 광감지 소자의 밝기값에 따른 전류값을 리드아웃 라인으로 출력하고,

상기 제2 선택 트랜지스터의 제1 전극에 인가되는 초기 전원은 제2 전원이고,

상기 감지 트랜지스터의 게이트 전압은 이전 프레임의 상기 발광 소자의 전압과 상기 광감지 소자에 저장된 전압에 의해 결정되고,

상기 컬럼 라인에는 상기 감지 트랜지스터의 게이트 전압과 임계 전압이 인가되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 20

제 11 항에 있어서,

상기 (f) 단계의 상기 이미지 감지 모드에서, 상기 스토리지 캐패시터와 상기 구동 트랜지스터의 연결점에 제1 전극이 연결되고, 초기 전원 라인에 제2 전극이 연결되며, n번째 선택라인에 제3 전극이 연결된 제1 선택 트랜지스터는, 제3 전극을 통해 인가된 n번째 신호에 의해 구동되고,

상기 스토리지 캐패시터 및 상기 광감지 소자는 모두 상기 제1 선택 트랜지스터를 통해 인가된 초기 전원 의해 리셋되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 21

제 11 항에 있어서,

상기 (f) 단계의 상기 이미지 감지 모드에서, 상기 구동 트랜지스터에 제1 전극이 연결되고, 상기 리드아웃 라인에 제2 전극이 연결되며, 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인에 연결된 제5 선택 트랜지스터는, 제3 전극을 통해 인가된 (n+1)번째 신호에 의해 구동되고,

상기 스토리지 캐패시터 및 상기 광감지 소자의 전압은 모두 컬럼 라인의 임계 전압을 형성하고, 상기 컬럼 라인을 통해 (n+2)번째 화소의 광감지 소자의 전압이 인가되는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 (f) 단계의 상기 이미지 감지 모드 이후에, 상기 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터가 발광 신호선을 통해 인가된 발광(하이) 신호에 의해 턴 온 되고,

상기 스토리지 캐패시터에 저장된 전원이 상기 구동 트랜지스터를 통해 인가됨에 따라 상기 발광 소자가 구동되고,

상기 광감지 소자는 상기 발광 소자에서 발광되는 빛을 수광하여 광전하를 발생시키고,

상기 스토리지 캐패시터는 상기 광감지 소자에서 발생된 광전하를 저장하는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

청구항 23

제 11 항에 있어서,

하나의 화소는 적어도 하나 이상의 프레임 동안 상기 디스플레이 모드로 동작하고 이어 하나의 프레임 동안 상기 이미지 감지 모드로 동작하는, 광학 센서 일체형 표시 장치의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하나의 픽셀(pixel) 내에 객체(object)의 이미지를 디스플레이하는 발광 소자와 그 밝기를 감지하는 광감지 소자를 함께 구현할 수 있도록 하는 광학센서 일체형 표시 장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 스마트 폰이나 태블릿 PC 등을 비롯한 표시 장치가 다방면으로 활용되고 있다. 일 예로, 표시 장치는 사용자의 지문이나 주변 환경을 인식하거나, 스캐너 기능 등의 다양한 기능을 지원하도록 제조되고 있다. 이에 따라, 광학 이미지 센서를 내장한 표시 장치가 보편화되고 있다.

[0003] 일 예에 따른 표시 장치는 이미지 센서 픽셀을 디스플레이 픽셀 사이에 삽입하고, 게이트 드라이버를 통해 로우 라인(row line)에서 데이터를 입력할 디스플레이 픽셀을 선택하고, 센서 드라이버를 통해 센서 값을 읽을 이미지 픽셀을 선택한다. 선택된 디스플레이 픽셀에 연결된 컬럼 라인(column line)은 디스플레이 픽셀에 입력할 값으로 구동되어 디스플레이 픽셀에 데이터를 입력하고, 선택된 이미지 픽셀에 연결된 컬럼 라인은 이미지 센서에 저장된 값으로 구동되어 센서의 값을 읽어낸다. 따라서 각 이미지 센서 픽셀은 디스플레이 픽셀과 독립된 컬럼 라인과 연결되어 있어야 하므로 추가적인 면적이 필요하다.

[0004] 다른 일 예에 따른 표시 장치는 이미지 센서 픽셀을 디스플레이 픽셀들 간에 삽입하고, 가로 로우 라인(row line)이 선택되면 그 로우 라인에 해당되는 디스플레이 픽셀과 이미지 센서 픽셀이 동시에 선택되고, 선택된 디스플레이 픽셀에 연결된 컬럼 라인(column line)은 디스플레이 픽셀에 입력할 값으로 구동되어 디스플레이 픽셀에 데이터를 입력하고, 선택된 이미지 픽셀에 연결된 컬럼 라인은 이미지 센서에 저장된 값으로 구동되어 센서의 값을 읽어낸다. 따라서 각 이미지 센서 픽셀은 디스플레이 픽셀과 독립된 컬럼 라인과 연결되어 있어야 하므로 추가적인 면적이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 전술한 표시 장치들은, 이미지 센서 픽셀의 구성 요소 전부를 디스플레이 픽셀에 통합할 경우 많은 추가적인 면적이 필요하다. 즉, 포토 다이오드(PD) 뿐만이 아니라 제어에 위한 스위치들이 포함되어야 하고, 포토 다이오드(PD)에 저장된 값을 읽기 위한 소스 팔로워(source-follower) 트랜지스터가 필요하고, 제어 신호를 위한 추가적인 로우 라인이 필요하며, 포토 다이오드(PD)의 값을 읽기 위한 추가적인 컬럼 라인이 필요하다.

[0006] 또한, 전술한 표시 장치들은, 이미지 센서의 동작을 위해 소스 팔로워 트랜지스터의 임계(threshold) 전압 가변(variation)과 포토 다이오드(PD)의 리셋(reset) 전압을 보상하는 상관 이중 샘플링(correlated double sampling; CDS)이 필수적이다. 이때, 포토 다이오드(PD)의 리셋 전압을 보상하는 과정이 추가될 경우 추가적인 복잡한 제어가 필요하고, 상관 이중 샘플링을 수행하기 위해 디스플레이보다 빠른 속도로 이미지 픽셀이 동작해야 하거나, 상관 이중 샘플링을 수행하지 않을 경우에 매우 낮은 이미지 품질을 얻는 문제점이 있다.

[0007] 이에, 본 명세서의 발명자는 전술한 문제점을 해결하기 위해, 표시 장치에서 하나의 픽셀에 대하여 디스플레이(Display) 모드 및 이미징(imaging) 모드 모두 수행할 수 있는 복합 픽셀(hybrid pixel)로 구현하는 광학센서 일체형 표시 장치를 발명하였다.

[0008] 또한, 본 명세서의 발명자들은, 디스플레이 픽셀과 이미지 센서 픽셀의 구성 요소 공유를 통한 픽셀 면적을 최적화하고, 상관 이중 샘플링(CDS) 과정을 포함한 이미지 센서 동작을 통해 높은 품질의 이미지를 획득하고, 두 동작의 리셋(reset) 과정을 통합시킴으로써 구동 과정의 수를 줄이고 픽셀의 구동 속도를 증가시킬 수 있도록

하는 광학센서 일체형 표시 장치의 동작 방법을 발명하였다.

[0009] 상기한 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치를 제공할 수 있다. 상기 광학센서 일체형 표시 장치는, 하나의 화소(PX) 내에 광감지 소자(PD)의 일측에 제1 전원선(ELVDD)이 연결되고, 발광 소자(OLED)의 일측에 제2 전원선(ELVSS)이 연결되고, 상기 발광 소자의 다른 측과 상기 제1 전원선 사이에 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 직렬로 연결되고, 상기 제1 발광 제어 트랜지스터와 상기 제2 발광 제어 트랜지스터 사이에 구동 트랜지스터(TD)가 연결되고, 상기 구동 트랜지스터와 상기 제1 발광 제어 트랜지스터의 연결점과 상기 광감지 소자의 다른 측 사이에 감지 트랜지스터(TP)가 연결되고, 상기 구동 트랜지스터와 상기 제2 발광 제어 트랜지스터의 사이에 리드아웃 라인(RO)이 연결될 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 동작 방법을 제공할 수 있다. 상기 광학센서 일체형 표시 장치의 동작 방법은, 디스플레이 모드에서, 발광(하이) 신호가 발광 신호선을 통해 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)에 인가되어 턴 온 됨에 따라 상기 구동 트랜지스터가 구동되는 단계; 상기 제1 전원선으로부터 제1 전원이 상기 제1 발광 제어 트랜지스터, 상기 구동 트랜지스터 및 상기 제2 발광 제어 트랜지스터를 경유해 공급됨에 따라 상기 발광 소자가 발광되는 단계; 상기 광감지 소자가 상기 발광 소자에서 발광되는 빛을 수광하여 광전하를 발생시키는 단계; 상기 광감지 소자에서 발생된 광전하가 상기 제1 전원선과 상기 구동 트랜지스터의 사이에 상기 광감지 소자에 대하여 병렬로 연결된 스토리지 캐패시터에 저장되는 단계; 상기 디스플레이 모드에서 이미지 감지 모드로 전환되어, 상기 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴 오프되고, 감지 트랜지스터(TP)가 감지 신호선을 통해 인가된 감지 신호에 의해 구동되는 단계; 및 상기 광감지 소자의 전압과 상기 스토리지 캐패시터의 전압에 의해 상기 구동 트랜지스터가 구동되고, 상기 구동 트랜지스터에 연결된 리드아웃 라인(RO)을 통해 상기 광감지 소자의 밝기값에 따른 전압값이 출력되는 단계로 진행될 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예에 따라, 전압 구동(voltage driving) 방식으로 구동되는 디스플레이 픽셀(display pixel)에 이미징 픽셀(imaging pixel)을 도입하여 디스플레이 전면에서 이미지를 획득할 수 있도록 하는 하이브리드(hybrid) 픽셀을 제공할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명은, 기존의 디스플레이 제어 신호선(display control signal line)만을 이용해 제어(control) 및 리드아웃(readout) 되도록 구성하고, 1 개의 컬럼 라인(column line)을 도입함으로써 in-pixel TR의 수를 줄이거나 디스플레이/이미징(display/imaging)의 동시 동작(operation)을 수행할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명은, 디스플레이 픽셀의 포토 다이오드 연결 트랜지스터를 이미지 센서 픽셀 동작의 소스 팔로워(source-follower) 트랜지스터로 사용하고, 이미지 획득 과정에서의 리셋 과정(reset phase)을 디스플레이의 리셋 과정과 통합함으로써 필요한 트랜지스터의 개수를 최소화 할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명은, 하이브리드 픽셀에 대하여, 주변 픽셀의 선택(select) 신호, 초기 로우 라인(Initial row line)의 신호, 및 별도의 추가된 로우 라인의 신호에 의해 소스 팔로워 트랜지스터를 동작시키고, 데이터 입출력은 2 개의 컬럼 라인으로 동시에 이루어질 수도, 1 개의 컬럼 라인을 공유하여 모드를 변경해 가며 이루어질 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명은, 디스플레이 픽셀과 이미지 센서 픽셀의 구성 요소 공유를 통한 픽셀 면적을 최적화 할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명은, 상관 이중 샘플링(CDS) 과정을 포함한 이미지 센서 동작을 통해 높은 품질의 이미지를 획득할 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명은, 디스플레이 및 광 감지에 대한 두 동작의 리셋(reset) 과정을 통합시킴으로써 구동 과정 수를 줄이고 픽셀의 구동 속도를 증가시키는 효과가 있다.

[0019] 본 명세서의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0020] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 전체 구성을 개략적으로 나타낸 구성도이다.
 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치에서 하나의 화소 구성을 나타낸 회로도이다.
 도 3 내지 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 디스플레이 모드 시 동작을 나타낸 회로 구성도이다.
 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치에서 하나의 화소 구성을 나타낸 회로도이다.
 도 8 내지 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 디스플레이 모드 시 동작을 나타낸 회로 구성도이다.
 도 14 내지 도 19는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 이미지 감지 모드 시 동작을 나타낸 회로 구성도이다.
 도 20A 내지 도 20C는 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치에서 광감지 소자(PD)를 온(ON)시키는 3 가지 방식을 나타낸 도면이다.
 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 컬럼 라인을 구성하는 방식을 나타낸 도면이다.
 도 22는 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 동작 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
 도 23A 내지 도 23D는 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치를 30×30 픽셀로 시뮬레이션하여 얻은 OLED 빛의 세기를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.

[0023] 또한 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 상기 구성요소들은 서로 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성요소 사이에 다른 구성요소가 "개재"되거나, 각 구성요소가 다른 구성요소를 통해 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0024] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않은 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0025] 이하에서는, 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치 및 그 동작 방법을 설명하도록 한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 전체 구성을 개략적으로 나타낸 구성도이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, 휘도 제어부(10)를 비롯하여 다수의 화소(PX)가 정의되는 표시패널(20)과, 표시패널(20)과 연결된 스캔 구동부(30), 데이터 구동부(40), 발광 제어부(50), 전원부(60) 및 타이밍 제어부(70)를 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 광학센서 일체형 표시 장치(100)는 도시하지는 않았지만 표시 영역, 비표시 영역 및 벤딩(Bending) 영역을 포함할 수 있다.

[0029] 휘도 제어부(10)는 복수의 감마 데이터들을 각각 포함하는 복수의 감마 세트들 중에서 선택되는 하나의 감마 세

트를 데이터 구동부(40)에 제공하고, 선택된 감마 세트에 대응하는 디밍 데이터를 발광 제어부(50)에 제공할 수 있다.

- [0030] 표시패널(20)은 복수의 화소(PX)들을 포함할 수 있다. 이 때, 화소(PX)들 각각은 유기 발광 다이오드를 구비할 수 있다.
- [0031] 표시패널(20)은 복수의 게이트 배선(GL) 및 복수의 데이터 배선(DL)이 교차하여 배치되고, 각 교차점에서 각 화소(PX)를 정의할 수 있다.
- [0032] 즉, 표시패널(20)은 유기 기판 또는 플라스틱 기판 상에 서로 교차되도록 복수의 게이트 배선(GL) 및 데이터 배선(DL)이 형성되고, 게이트 배선(GL) 및 데이터 배선(DL)이 교차하는 지점에 각각 적(R), 녹(G) 및 청(B)에 해당하는 화소(PX)들이 정의된다.
- [0033] 하나 이상의 화소 중 하나의 화소(PX; 110)는 도 2에 도시된 바와 같이 제1 전원선(ELVDD)에 일 측이 연결된 광 감지 소자(PD) 및 제2 전원선(ELVSS)에 일 측이 연결된 발광 소자(OLED)를 포함할 수 있다. 여기서, 하나의 화소(PX; 110)에 대한 구조는 도 2에서 좀 더 상세히 설명하기로 한다.
- [0034] 표시패널(20)의 각 배선(SL, DL)들은 표시패널(20)의 외곽에 형성된 스캔 구동부(30) 및 데이터 구동부(40)와 연결된다. 또한, 표시패널(20)에는 데이터 배선(DL)과 평행한 방향으로 형성되는 전원전압 공급배선(ELVDD, Vini, ELVSS)이 더 형성되어 각 화소들(PX)과 연결될 수 있다.
- [0035] 또한, 도시하지는 않았지만 각 화소(PX)들은 적어도 하나의 유기전계 발광다이오드(OLED), 캐패시터(Cst), 스위칭 박막트랜지스터 및 구동 박막트랜지스터(TD)를 포함할 수 있다. 여기서, 유기전계 발광다이오드(OLED)는 제 1 전극(정공주입 전극)과 유기 화합물층 및 제 2 전극(전자주입 전극)으로 이루어질 수 있다.
- [0036] 유기 화합물층은 실제 발광이 이루어지는 발광층 이외에 정공 또는 전자의 캐리어를 발광층까지 효율적으로 전달하기 위한 다양한 유기층들을 더 포함할 수 있다. 이러한 유기층들은 제 1 전극과 발광층 사이에 위치하는 정공 주입층 및 정공 수송층, 제 2 전극과 발광층 사이에 위치하는 전자 주입층 및 전자 수송층일 수 있다.
- [0037] 또한, 스위칭 및 구동 박막트랜지스터들은 스캔 배선(SL) 및 제어신호 공급배선(CL)과 데이터 배선(DL)에 연결되며, 스캔 배선(SL)에 입력되는 게이트 전압에 따라 스위칭 박막트랜지스터들이 도통되고, 동시에 데이터 배선(DL)에 입력되는 데이터 전압을 구동 박막트랜지스터로 전송한다. 캐패시터는 박막트랜지스터와 전원공급배선 사이에 연결되며, 박막트랜지스터로부터 전송되는 데이터 전압으로 충전되어 1 프레임 동안 유지하게 된다.
- [0038] 그리고, 구동 박막트랜지스터는 전원공급배선(VL)과 캐패시터에 연결되고, 게이트-소스 간 전압에 대응하는 드레인 전류를 유기전계 발광다이오드로 공급한다. 이에 따라 유기전계 발광다이오드는 드레인 전류에 의해 발광하게 된다. 여기서, 구동 박막트랜지스터는 게이트 전극과 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하며, 유기전계 발광다이오드의 애노드 전극은 구동 박막트랜지스터의 일 전극에 연결된다.
- [0039] 스캔 구동부(30)는 복수의 스캔 배선(SL)에 스캔 신호를 인가한다. 즉, 스캔 구동부(30)는 게이트 제어 신호(GCS)에 대응하여 각 화소들(PX)에 게이트 전압을 하나의 수평선 단위씩 순차적으로 인가한다. 이러한 스캔 구동부(30)는 1 수평 기간마다 하이레벨의 게이트 전압을 순차적으로 출력하는 다수의 스테이지를 갖는 쉬프트 레지스터로 구현될 수 있다.
- [0040] 데이터 구동부(40)는 복수의 데이터 배선(DL)에 데이터 신호를 인가한다. 즉, 데이터 구동부(40)는 타이밍 제어부(70)로부터 인가되는 디지털 파형의 영상 신호를 입력받아 화소(PX)가 처리할 수 있는 계조값을 갖는 아날로그 전압 형태의 데이터 전압으로 변환하고, 또한 입력되는 데이터 제어 신호(DCS)에 대응하여 데이터 배선(DL)을 통해 각 화소(PX)에 데이터 전압을 공급한다.
- [0041] 여기서, 데이터 구동부(40)는 기준전압 공급부(미도시)로부터 공급되는 다수의 기준전압을 이용하여 영상 신호를 데이터 전압으로 변환하게 된다.
- [0042] 발광 제어부(50)는 발광 제어 신호를 복수의 화소들에 인가한다.
- [0043] 전원부(60)는 고전원 전압(ELVDD), 저전원 전압(ELVSS) 및 초기화 전압(Vini)을 각 화소들에 공급한다. 본 발명의 실시예에서 고전원 전압(ELVDD)을 제1 전압이라 칭하고, 저전원 전압(ELVSS)을 제2 전압이라 칭하며, 초기화 전압(Vini)을 제3 전압이라 칭할 수 있다.
- [0044] 타이밍 제어부(70)는 스캔 구동부(30) 및 데이터 구동부(40)를 제어한다. 즉, 타이밍 제어부(70)는 외부로부터

인가되는 영상 신호와, 클럭 신호, 수직 및 수평 동기신호 등의 타이밍 신호를 인가받아, 게이트 제어 신호(GCS) 및 데이터 제어 신호(DCS)를 생성한다.

- [0045] 여기서, 수평 동기신호는 화면의 한 라인을 표시하는 데 걸리는 시간을 나타내고, 수직 동기신호는 한 프레임의 화면을 표시하는 데 걸리는 시간을 나타낸다. 또한, 클럭 신호는 게이트 및 각 구동부의 제어신호의 생성 기준이 되는 신호이다.
- [0046] 한편, 도시하지는 않았지만, 타이밍 제어부(70)는 외부의 시스템과 소정의 인터페이스를 통해 연결되어 그로부터 출력되는 영상 관련 신호와 타이밍 신호를 잡음 없이 고속으로 수신하게 된다. 이러한 인터페이스로는 LVDS(Low Voltage Differential Signal) 방식 또는 TTL(Transistor-Transistor Logic) 인터페이스 방식 등이 이용될 수 있다.
- [0047] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치에서 하나의 화소 구성을 나타낸 회로도이다.
- [0048] 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, 광감지 소자(PD), 발광 소자(OLED), 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2), 구동 트랜지스터(TD), 감지 트랜지스터(TP), 스토리지 캐패시터(Cst), 제1 및 제2 리드아웃 라인(R01, R02) 및 제1 내지 제5 선택 트랜지스터(TS1~TS5)를 포함할 수 있다.
- [0049] 광감지 소자(PD)는 일 측이 제1 전원선(ELVDD)에 연결되고, 다른 측이 감지 트랜지스터(TP)에 연결될 수 있다. 광감지 소자(PD)는 수광량에 대응하는 전기적 신호를 발생하기 위한 것으로서, 일 예로 포토 다이오드일 수 있다. 실시예에 따라, 포토 다이오드는 PIN 다이오드, APD 다이오드 등을 비롯하여 다양한 종류의 포토 다이오드들 중 하나일 수 있으며, 그 종류가 특별히 한정되지는 않는다. 예를 들어, 광감지 소자(PD)는 제1 전원선(ELVDD)에 연결된 스토리지 캐패시터(Cst)에 대하여 제1 전원선(ELVDD)에 병렬로 연결된 포토 다이오드로 구성될 수 있다. 이러한 광 감지 소자(PD)는 광이 입사될 수 있는 수광부를 포함하며, 입사 광에 대응하여 광전하를 발생한다.
- [0050] 여기서, 발광 소자(OLED)는 예를 들면, 유기전계 발광다이오드를 포함할 수 있다. 유기전계 발광다이오드는 제1 전극(정공주입 전극)과 유기 화합물층 및 제2 전극(전자주입 전극)으로 이루어질 수 있다.
- [0051] 유기 화합물층은 실제 발광이 이루어지는 발광층 이외에 정공 또는 전자의 캐리어를 발광층까지 효율적으로 전달하기 위한 다양한 유기층들을 더 포함할 수 있다. 이러한 유기층들은 제1 전극과 발광층 사이에 위치하는 정공 주입층 및 정공 수송층, 제2 전극과 발광층 사이에 위치하는 전자 주입층 및 전자 수송층일 수 있다.
- [0052] 구동 트랜지스터(TD)는 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)와 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 사이에 연결되고, 데이터 구동부(40)에서 전달되는 데이터 신호(DATA)에 기초하여 발광 소자(OLED)를 흐르는 전류(id)를 조절할 수 있다. 이 때, 전류(id)의 크기에 따라 발광 소자(OLED)의 휘도가 조절될 수 있다.
- [0053] 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)는 구동 트랜지스터(TD) 및 발광 소자(OLED)와 연결되어 발광 소자(OLED)의 발광을 제어할 수 있다. 즉, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)는 발광 소자(OLED)의 다른 측과 제1 전원선(ELVDD) 사이에 직렬로 연결되어, 발광 소자(OLED)의 발광을 제어할 수 있다.
- [0054] 구체적으로, 발광 제어 라인으로부터 공급되는 발광 제어 신호(Emss'n)에 응답하여, 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴-온되면 구동 트랜지스터(TD)에 흐르는 전류가 발광 소자(OLED)로 전달되어 발광 소자(OLED)가 발광할 수 있고, 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴-오프되면 구동 트랜지스터(TD)에 흐르는 전류가 발광 소자(OLED)로 전달되지 않아 발광 소자(OLED)가 발광하지 않을 수 있다.
- [0055] 이와 같이, 구동 트랜지스터(TD)에서 공급되는 전류(id)의 크기 및 발광 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴-온 되는 시간에 의해 발광 소자(OLED)의 휘도가 결정될 수 있다.
- [0056] 감지 트랜지스터(TP)는 구동 트랜지스터(TD)와 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)의 연결점(1)과 광감지 소자(PD)의 다른 측 사이에 연결될 수 있다. 즉, 감지 트랜지스터(TP)는, 제1 전극이 광감지 소자(PD)의 다른 측에 연결되고, 제2 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 스토리지 캐패시터(Cst)의 연결점(e)에 연결되고, 제3 전극이 감지 신호선(~(Emss'n))에 연결될 수 있다.
- [0057] 광감지 소자(PD)는 포토 다이오드를 포함하고, 포토 다이오드의 제1 전극은 제1 전원선(ELVDD)에 연결되고, 포토 다이오드의 제2 전극은 감지 트랜지스터(TP)의 제1 전극에 연결될 수 있다.
- [0058] 스토리지 캐패시터(Cst)는 제1 전원선(ELVDD)과 구동 트랜지스터(TD)의 사이에서 광감지 소자(PD)에 대하여 병렬로 연결되고, 광감지 소자(PD)에 의해 발생한 광전하를 충전한다.

- [0059] 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)는, 제1 전극이 구동 트랜지스터(TD)의 제2 전극에 연결되고, 제2 전극이 발광 소자(OLED)의 다른 측에 연결되고, 제3 전극이 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 제3 전극에 연결될 수 있다.
- [0060] 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)는, 제1 전극이 제1 전원선(ELVDD)에 연결되고, 제2 전극이 구동 트랜지스터(TD)의 제1 전극에 연결되고, 제3 전극이 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)의 제3 전극에 연결될 수 있다.
- [0061] 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)의 제3 전극과 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 제3 전극 간의 연결점(m)에 발광 신호선(Emss'n)이 연결될 수 있다.
- [0062] 제1 리드아웃 라인(RO1)은 제4 선택 트랜지스터(TS4)와 제1 전원선(ELVDD) 사이에 연결되고, 제2 리드아웃 라인(RO2)은 제5 선택 트랜지스터(TS5)와 데이터 전압(Vdata) 라인에 연결된다. 예를 들면, 제1 리드아웃 라인(RO1)에는 데이터 전압(Vdata)이 연결되고, 제2 리드아웃 라인(RO2)에는 고전위 전압(VDD)이 연결될 수 있다.
- [0063] 제1 선택 트랜지스터(TS1)는 제1 전극이 스토리지 캐패시터(Cst)와 구동 트랜지스터(TD)의 연결점(d)에 연결되고, 제2 전극이 초기 전원(Initial) 라인에 연결되며, 제3 전극이 n번째 선택라인(SEL[n])에 연결될 수 있다.
- [0064] 제2 선택 트랜지스터(TS2)는 제1 전극이 제1 선택 트랜지스터(TS1)의 제2 전극에 연결되고, 제2 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)의 연결점(k)에 연결되고, 제3 전극이 (n-1)번째 선택라인(SEL[n-1])에 연결될 수 있다.
- [0065] 제3 선택 트랜지스터(TS3)는 제1 전극이 감지 트랜지스터(TP)의 제2 전극에 연결되며, 제2 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)의 연결점(l)에 연결되고, 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인(SEL[n+1])에 연결될 수 있다.
- [0066] 제4 선택 트랜지스터(TS4)는 제1 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 연결점(g)에 연결되고, 제2 전극이 리드아웃(RO) 라인에 연결되며, 제3 전극이 (n-1)번째 선택라인(SEL[n-1])에 연결될 수 있다.
- [0067] 제5 선택 트랜지스터(TS5)는 제1 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 연결점(f)에 연결되고, 제2 전극이 리드아웃(RO) 라인에 연결되며, 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인(SEL[n+1])에 연결될 수 있다.
- [0068] 도 3 내지 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 디스플레이 모드 시 동작을 나타낸 회로 구성도이다.
- [0069] 도 3 내지 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, 디스플레이 모드인 경우, 도 3의 발광 동작(Phase 1 : emission), 도 4의 리드아웃 동작(Phase 2 : readout), 도 5의 리셋 동작(Phase 3 : reset), 도 6의 데이터로드 동작(Phase 4 : dataload)을 실행한다.
- [0070] 도 3 내지 도 6에서, 픽셀 Pn의 스캔(Scan) 및 발광 신호(emission signal)는 각각 S[n] 및 em[n]으로 표시한다. Pn은 S[n], em[n]과 더불어 바로 위의 픽셀의 scan signal인 S[n-1]과 바로 아래 픽셀의 scan signal인 S[n+1]에 의해 control된다. 즉, 본 픽셀은 기존 display 동작에 더해 데이터를 읽기 위한 하나의 phase를 더 추가하기 위해 하나의 scan 신호를 더 사용한다.
- [0071] 먼저, Phase 1(emission)에서, 기존 display pixel에서와 동일한 방식으로, Pn은 em[n]이 high인 동안 Vdata, prev에 대응하는 세기의 빛을 방출한다.
- [0072] 즉, 디스플레이 모드에서 발광(emission) 동작은, 도 3에 도시된 바와 같이, n번째 발광 신호(em[n])에 의해 온(ON) 되는 것으로서, 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)의 제3 전극(Gate)과 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 제3 전극(Gate) 간의 연결점(m)에 발광 신호(Emss'n)를 인가하여, 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1) 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)를 모두 턴 온(Turn On)시킴으로써 제1 전원선(ELVDD)으로부터 고전위 전압이 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1), 구동 트랜지스터(TD) 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)를 경유해 발광 소자(OLED)에 인가되어 발광 소자(OLED)가 발광하게 되는 것이다.
- [0073] 또한, Phase 2(readout)에서, em[n]이 low가 되어 OLED가 빛을 발하지 못하게 되고, 이와 동시에 S[n-2]이 high가 된다. S[n-2]는 TD(M1)를 통해 source follower를 형성함과 동시에 PD를 TD(M1)의 gate에 연결하여 voltage 변화 Δ 를 발생시킨다. 이 때, TD(M1)의 출력 전압은 Vdata, prev+가 된다. 이를 읽어내 이미 알고 있는 Vdata, prev값을 빼서 빛에 의한 전압 변화 만을 알아낼 수 있다.

- [0074] 즉, 디스플레이 모드에서 리드아웃(readout) 동작은, 도 4에 도시된 바와 같이, (n-1)번째 스캔(Scan) 신호(S[n-1])에 의해 온(ON) 되는 것으로서, 제1 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 연결되고, 제2 전극이 리드아웃(RO) 라인에 연결되며, 제3 전극이 (n-1)번째 선택라인(SEL[n-1])에 연결된 제4 선택 트랜지스터(TS4)가 제3 전극인 게이트 전극에 연결된 (n-1)번째 선택라인(SEL[n-1])을 통해 하이 신호를 인가받아 턴 온(Turn On)되는 것이다. 이때, 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1) 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)는 모두 턴 오프(Turn Off)되고, 제3 선택 트랜지스터(TS3)도 턴 오프(Turn Off) 상태이다.
- [0075] 이에, 광감지 소자(PD)와 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된 전하에 의해 구동 트랜지스터(TD)가 턴 온(Turn On)되어, 구동 트랜지스터(TD)는 전압(voltage) 변화(Δ)를 발생시키고, 그에 따라 출력 전압(Vdata, prev+ Δ)이 제4 선택 트랜지스터(TS4)를 경유해 제2 리드아웃 라인(RO2)으로 출력되는 것이다.
- [0076] 따라서, 제2 리드아웃 라인(RO2)의 출력 전압에서 이미 알고 있는 Vdata, prev값을 빼서 빛에 의한 전압 변화 Δ 만을 알아낼 수 있다.
- [0077] 또한, Phase 3(reset)에서, S[n-1]이 low가 되고 S[n]이 high가 되어 driver TR인 TD(M1)의 gate voltage와 PD를 reset한다.
- [0078] 즉, 디스플레이 모드에서 리셋(reset) 동작은, 도 5에 도시된 바와 같이, (n)번째 스캔(Scan) 신호(S[n])에 의해 온(ON) 되는 것으로서, 제2 전극이 초기 전원(Initial) 라인에 연결된 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 턴 온(Turn On) 됨으로써, 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 제1 전극을 통해 스토리지 캐패시터(Cst)와 구동 트랜지스터(TD)의 연결점(d)에 연결됨에 따라 구동 트랜지스터(TD)의 게이트 전압과 광감지 소자(PD)를 리셋하게 되는 것이다. 이때, 제1 선택 트랜지스터(TS1)는 제1 전극이 스토리지 캐패시터(Cst)와 구동 트랜지스터(TD)의 연결점(d)에 연결되고, 제2 전극이 초기 전원(Initial) 라인에 연결되며, 제3 전극이 n번째 선택라인(SEL[n])에 연결되어 있다. 또한, 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1) 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)는 모두 턴 오프(Turn Off)되고, 제2 선택 트랜지스터(TS2) 내지 제5 선택 트랜지스터(TS5)는 모두 턴 오프(Turn Off) 상태이다.
- [0079] 또한, Phase 4(data load)에서, S[n]이 low가 되고 S[n+1]이 high가 된다. 이는 TD(M1)의 gate voltage와 PD를 data line에서 입력된 전압 Vdata에서 TD(M1)의 threshold voltage VTH만큼 낮아진 전압으로 설정한다. 다시 phase 1이 되면서, S[n+1]은 low가 되고 em[n]은 high가 된다. 이 때, TD(M1)는 기존 디스플레이에서와 같이 입력된 data에 의해서만 결정되는 전류를 흘려준다.
- [0080] 즉, 디스플레이 모드에서 데이터 로드(data load) 동작은, 도 6에 도시된 바와 같이, (n+1)번째 스캔(Scan) 신호(S[n+1])에 의해 온(ON) 되는 것으로서, (n+1)번째 스캔(Scan) 신호(S[n+1])에 연결된 제3 선택 트랜지스터(TS3) 및 제5 선택 트랜지스터(TSR)가 각각 턴 온(Turn On) 되는 것이다.
- [0081] 여기서, 제3 선택 트랜지스터(TS3)는 제1 전극이 감지 트랜지스터(TP)의 제2 전극에 연결되며, 제2 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1)의 연결점(1)에 연결되고, 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인(SEL[n+1])에 연결된다.
- [0082] 또한, 제5 선택 트랜지스터(TS5)는 제1 전극이 구동 트랜지스터(TD)와 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 연결점(f)에 연결되고, 제2 전극이 제1 리드아웃 라인(RO1)에 연결되며, 제3 전극이 (n+1)번째 선택라인(SEL[n+1])에 연결된다.
- [0083] 따라서, 광감지 소자(PD)와 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된 전하에 의해 구동 트랜지스터(TD)가 턴 온(Turn On)되어, 광감지 소자(PD)에 걸린 전압이 구동 트랜지스터(TD)와 제5 선택 트랜지스터(TS5)를 통해 제1 리드아웃 라인(RO1)으로 출력됨으로써 데이터 전압 값을 읽어내는 것이다.
- [0084] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치에서 하나의 화소 구성을 나타낸 회로도이다.
- [0085] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, 광감지 소자(PD), 발광 소자(OLED), 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2), 구동 트랜지스터(TD), 감지 트랜지스터(TP), 스토리지 캐패시터(Cst), 리드아웃 라인(RO) 및 제1 내지 제5 선택 트랜지스터(TS1~TS5)를 포함할 수 있다.
- [0086] 여기서, 광감지 소자(PD), 발광 소자(OLED), 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2), 구동 트랜지스터(TD), 감지 트랜지스터(TP), 스토리지 캐패시터(Cst), 및 제1 내지 제5 선택 트랜지스터(TS1~TS5)는 모두 도 2에 도시된 제1 실시예에 따른 구성 요소와 동일한 것으로서 기능 또한 모두 동일할 수 있다.
- [0087] 도 7에 도시된 본 발명의 제2 실시예에서는 하나의 화소(110)에 대하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 도 2의

구조와 다른 부분을 위주로 설명하기로 한다.

- [0088] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서는 제4 선택 트랜지스터(TS4) 및 제5 선택 트랜지스터(TS5)에 하나의 리드아웃 라인(RO)이 연결된 특징을 가질 수 있다.
- [0089] 여기서, 리드아웃(RO) 라인은 제4 선택 트랜지스터(TS4)의 제1 전극 또는 제2 전극에 연결됨과 더불어, 제5 선택 트랜지스터(TS5)의 제1 전극 또는 제2 전극에 연결될 수 있다.
- [0090] 하나의 리드아웃 라인(RO)은 디스플레이 모드일 때, 데이터 로드 라인으로 동작하고, 이미지 감지 모드일 때, 데이터 리드 라인으로 동작할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는 OLED 픽셀과 Column Line을 공유하는 것으로서, 추가되는 row, column line 없이 동작이 가능하다는 것이다. Column line을 공유할 시 필요한 이미지 센서 값을 읽기 위한 추가적인 timing들을 구동 트랜지스터(TD/M1)를 공유함으로써 해결한다.
- [0092] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는 Display 동작 모드인 경우, emission → reset → OLED data load → emission 과정으로 동작한다.
- [0093] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는 Imaging 동작 모드인 경우, PD integration → PD data read → reset → reset read(corelated double sampling, CDS) → integration 과정으로 동작한다.
- [0094] 따라서 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는 구동 트랜지스터(TD)를 공유함으로써, 디스플레이 동작에서 threshold variation 이 보상되고, imaging 동작에서는 추가적인 CDS 과정이 필요 없으며 간소화 된 구현이 가능하다는 것이다.
- [0095] 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는 프레임 마다 일부는 display mode로 동작하고, 일부는 imaging mode로 동작하며 디스플레이 도중 이미지 획득도 가능하다는 것이다.
- [0096] 예를 들면, 60 프레임(fps)에서 59 프레임은 display mode, 1 프레임은 imaging mode 동작을 수행할 수 있다.
- [0097] 도 8 내지 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 디스플레이 모드 시 동작을 나타낸 회로 구성도이다.
- [0098] 도 8 내지 도 13을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 디스플레이 모드 시에는, 1) 한 개의 프레임 동안 column 라인을 OLED data로 voltage driving을 실행하고, 2) Column 라인 전압은 외부 driver에 의해 결정되며, 3) 디스플레이는 일반적인 동작을 수행하는 것이다.
- [0099] 도 8은 n-th row 픽셀의 display mode 동작을 나타낸 것으로서, 전압 구동 컬럼 라인(Voltage Driving Column Line)을 통해 동작하는 것을 나타낸 것이다. Column line은 외부 voltage driver에 의해 픽셀에 입력하고자 하는 OLED 픽셀의 전압으로 인가된다. pMOS로 구현되어 있으므로 active-low control 신호들이 인가된다.
- [0100] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, SEL [n-1], SEL [n], SEL [n+1] 3 개의 신호 동안 동작한다. SEL [n-1] 신호는 제2 선택 트랜지스터(TS2) 및 제4 선택 트랜지스터(TS4)가 턴 온 되는 기간이고, SEL [n] 신호는 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 턴 온 되는 기간이며, SEL [n+1] 신호는 제3 선택 트랜지스터(TS3) 및 제5 선택 트랜지스터(TS5)가 턴 온 되는 기간이다.
- [0101] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, 발광 신호(Emss' n)에 의한 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)와 발광 소자(OLED)가 켜져 있는 동안 켜져 있는 감지 트랜지스터(TP) 및 광감지 소자(PD)를 위한 역발광 신호(~(Emss' n))가 필요하다. 이때, PMOS 만을 사용할 수 있으므로 inversion 사용이 불가능하다.
- [0102] 따라서, 본 발명의 제2 실시예에서는 역발광 신호(~(Emss' n))의 생성을 위해, 1) SEL 신호들을 이용하거나, 2) initial line을 이용하거나, 3) 외부 라인을 추가하는 방식으로, 이렇게 3가지를 이용할 수 있다.
- [0103] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, 발광 신호(Emss' n)에 의해 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)와 발광 소자(OLED)가 켜져 현재 발광 소자(OLED)가 display 발광하고 있다. 광감지 소자(PD)는 발광 소자(OLED)로부터 받은 빛을 integration 하는 중이다. 즉, 발광 소자(OLED)로부터 발광된 빛은 광감지 소자(PD)에서 전하를 발생시키고, 발생된 전하가 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장(축적)되는 것이다.
- [0104] 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)와 발광 소자(OLED)가 꺼지고 SEL [n-1] 이 활성화 된다.

- [0105] 광감지 소자(PD)와 스토리지 캐패시터(Cst)가 공유되어 구동 트랜지스터(TD)의 게이트의 전압을 형성한다.
- [0106] (n-1)번째 스캔(Scan) 신호(S[n-1])에 의해 제2 선택 트랜지스터(TS2) 및 제4 선택 트랜지스터(TS4)가 턴 온(Turn ON) 된다.
- [0107] 따라서, 제1 전극이 초기 전압 라인(Initial)에 연결된 제2 선택 트랜지스터(TS2)와, 제2 전극이 제2 선택 트랜지스터(TS2)에 연결된 구동 트랜지스터(TD) 및 제2 전극이 리드아웃 라인(RO)에 연결된 제4 선택 트랜지스터(TS4)를 경유해 출력전압이 리드아웃 라인(RO)으로 출력되는 것이다.
- [0108] 하지만 Column line은 외부 voltage driver에 의해 구동되고 있으며, 외부 driver가 충분히 강할 경우 외부 column 라인의 전압은 픽셀 내 PD 전압에 영향을 받지 않는다.
- [0109] 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, (n)번째 스캔(Scan) 신호(S[n])에 의해 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 온(ON) 되어 SEL [n]이 활성화 되는 것이다.
- [0110] 즉, 제2 전극이 초기 전원 라인(Initial)에 연결된 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 턴 온(Turn On) 됨으로써, 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 제1 전극을 통해 스토리지 캐패시터(Cst)와 구동 트랜지스터(TD)의 연결점(d)에 연결됨에 따라, 구동 트랜지스터(TD)의 게이트 전압과 광감지 소자(PD)를 리셋하게 되는 것이다. 이때, 스토리지 캐패시터(Cst)와 광감지 소자(PD) 모두 initial 전압으로 reset된다.
- [0111] 도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, S[n]이 low가 되고 S[n+1]이 high가 되어 SEL [n+1]이 활성화 되는 것이다.
- [0112] 구동 트랜지스터(TD)의 gate voltage와 광감지 소자(PD)에 대하여, data line에서 입력된 전압 Vdata에서 구동 트랜지스터(TD)의 임계 전압(threshold voltage) VTH만큼 낮아진 전압으로 설정한다.
- [0113] 이때, 스토리지 캐패시터(Cst)와 광감지 소자(PD) 모두 column line의 전압이 임계 전압(|threshold|)으로 주어진다.
- [0114] 따라서, 구동 트랜지스터(TD)와 제5 선택 트랜지스터(TS5)를 경유해 리드아웃 라인(RO)으로 OLED data를 load하게 되는 것이다.
- [0115] 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, S[n+1]은 low가 되고 em[n]은 high가 되어, 발광 소자(OLED)가 온(ON)되는 것이다.
- [0116] 발광 신호(Emss' n)에 의해 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴 온(Turn On) 됨에 따라, 발광 소자(OLED)는 광감지 소자(PD) 및 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된 디스플레이 값에 해당하는 빛을 방출한다.
- [0117] 이때, 광감지 소자(PD)는 발광 소자(OLED)로부터 발광된 빛을 수광하여 integration하고, 수광함에 따라 광 전하를 발생시키고, 발생된 전하는 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된다.
- [0118] 도 14 내지 도 19는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 이미지 감지 모드 시 동작을 나타낸 회로 구성도이다.
- [0119] 도 14 내지 도 19를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 이미지 감지 모드 시에는, 1) 한 개의 프레임 동안 column 라인을 일정한 전류로 driving을 실행하고, 2) Column 라인은 선택된 row의 픽셀 내 PD에 의해 결정되며, 3) 디스플레이는 동작하지 않는 것이다.
- [0120] 도 14는 n-th row 픽셀의 imaging mode 동작을 나타낸 것으로서, 일정 전류 컬럼 라인 구동(Constant Current Column Line Driving)을 통해 동작하는 것을 나타낸 것이다. Column line은 외부 constant current driver에 연결된다. pMOS로 구현되어 있으므로 active-low control 신호들이 인가된다.
- [0121] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, SEL [n-1], SEL [n], SEL [n+1] 3 개의 신호 동안 동작한다. SEL [n-1] 신호는 제2 선택 트랜지스터(TS2) 및 제4 선택 트랜지스터(TS4)가 턴 온 되는 기간이고, SEL [n] 신호는 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 턴 온 되는 기간이며, SEL [n+1] 신호는 제3 선택 트랜지스터(TS3) 및 제5 선택 트랜지스터(TS5)가 턴 온 되는 기간이다.
- [0122] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, 발광 신호(Emss' n)에 의한 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)와 발광 소자(OLED)가 꺼져 있는 동안 꺼져 있는 감지 트랜지스터(TP) 및 광감지 소자(PD)를 위한 역발광 신호(~(Emss' n))가 필요하다. 이때, PMOS 만을 사용할 수 있으므로 inversion 사용이 불가능하다.

- [0123] 따라서, 본 발명의 제2 실시예에서는 역발광 신호($\sim(\text{Emss}' n)$)의 생성을 위해, 1) SEL 신호들을 이용하거나, 2) initial line을 이용하거나, 3) 외부 라인을 추가하는 방식으로, 이렇게 3가지를 이용할 수 있다.
- [0124] 도 15는 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, 발광 신호($\text{Emss}' n$)에 의해 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1 , TE2)와 발광 소자(OLED)가 켜져 현재 발광 소자(OLED)가 display 발광하고 있다. 광감지 소자(PD)는 발광 소자(OLED)로부터 받은 빛을 integration 하는 중이다. 즉, 발광 소자(OLED)로부터 발광된 빛은 광 감지 소자(PD)에서 전하를 발생시키고, 발생된 전하가 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장(축적)되는 것이다.
- [0125] 도 16은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)는, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1 , TE2)와 발광 소자(OLED)가 꺼지고 SEL $[n-1]$ 이 활성화 된다.
- [0126] Initial 전압은 거의 VSS에 가까운 낮은 전압이며, 이에 감지 트랜지스터(TP)가 pMOS source-follower로 동작 한다.
- [0127] 감지 트랜지스터(TP)의 gate 전압은 이전 프레임의 OLED data 전압과 광감지 소자(PD)에 저장된 전압에 의해 정 해진다(cap 비율에 따라 평균).
- [0128] Column line은 감지 트랜지스터(TP)의 gate 전압 + threshold 전압으로 주어진다. Threshold 전압은 스토리지 캐패시터(Cst)에 OLED data가 저장 될 때 보상된다. 이전 프레임에 저장되어 있는 전압 값은 알고 있으므로 광 감지 소자(PD)에 의한 값 만을 추출 할 수 있다.
- [0129] $(n-2)$ 번째 픽셀은 스토리지 캐패시터(Cst) 값을 읽어오는 OLED data read 과정을 수행하고 있으나, column line이 current driving을 수행하고 있으므로 (n) -번째 픽셀이 광감지 소자(PD)의 data를 출력하는 과정에 영 향을 주지 않는다.
- [0130] 도 17은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, (n) 번째 스캔(Scan) 신호($\text{S}[n]$)에 의해 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 온(ON) 되어 SEL $[n]$ 이 활성화 되는 것이다.
- [0131] 즉, 제2 전극이 초기 전원 라인(Initial)에 연결된 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 턴 온(Turn On) 됨으로써, 제1 선택 트랜지스터(TS1)가 제1 전극을 통해 스토리지 캐패시터(Cst)와 구동 트랜지스터(TD)의 연결점(d)에 연결됨 에 따라, 구동 트랜지스터(TD)의 게이트 전압과 광감지 소자(PD)를 리셋하게 되는 것이다. 이때, 스토리지 캐패 시터(Cst)와 광감지 소자(PD) 모두 initial 전압으로 reset된다.
- [0132] 도 18은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, $\text{S}[n]$ 이 low가 되고 $\text{S}[n+1]$ 이 high가 되어 SEL $[n+1]$ 이 활성화 되는 것이다.
- [0133] 구동 트랜지스터(TD)의 gate voltage와 광감지 소자(PD)에 대하여, data line에서 입력된 전압 Vdata에서 구동 트랜지스터(TD)의 임계 전압(threshold voltage) V_{TH} 만큼 낮아진 전압으로 설정한다.
- [0134] 이때, 스토리지 캐패시터(Cst)와 광감지 소자(PD) 모두 column line의 전압이 임계 전압($| \text{threshold} |$)으로 주어 진다.
- [0135] Column line 전압은 $(n+2)$ 번째 픽셀 광감지 소자(PD)를 읽을 때의 전압으로 주어지며 이 과정에 현재 픽셀은 영향을 주지 않는다.
- [0136] 도 19는 본 발명의 제2 실시예에 따른 하나의 화소(110)에서, $\text{S}[n+1]$ 은 low가 되고 $\text{em}[n]$ 은 high가 되어, 발광 소자(OLED)가 온(ON)되는 것이다.
- [0137] 발광 신호($\text{Emss}' n$)에 의해 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1 , TE2)가 턴 온(Turn On) 됨에 따라, 발광 소 자(OLED)는 광감지 소자(PD) 및 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된 디스플레이 값에 해당하는 빛을 방출한다.
- [0138] 이때, 광감지 소자(PD)는 발광 소자(OLED)로부터 발광된 빛을 수광하여 integration하고, 빛을 수광함에 따라 광 전하를 발생시키고, 발생된 전하는 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된다.
- [0139] 도 20A 내지 도 20C는 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치에서 광감지 소자(PD)를 온(ON)시키 는 3 가지 방식을 나타낸 도면이다.
- [0140] 도 20A 내지 도 20C를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, 디스플레이를 위 해 pMOS만을 사용해야 하므로 역발광 신호($\sim(\text{Emss}' n)$)를 발광 신호($\text{Emss}' n$)로부터 만들 수 없어 다음과 같이 3 가지 방식에 따른 별도의 신호를 인가하는 것이 필요하다.

- [0141] 도 20A는 $S[n-1]$, $S[n]$, $S[n+1]$ 의 OR 연산으로 역발광 신호($\sim(\text{Emss}' n)$)의 생성을 수행하는 것이다. 즉, $S[n-1]$ 의 로우(Low) 신호, $S[n]$ 의 로우(Low) 신호, 및 $S[n+1]$ 의 로우(Low) 신호를 OR 연산하여, 발광 소자(OLED)의 $\text{OLED}[n-2]$, $\text{OLED}[n-1]$, $\text{OLED}[n]$ 시간 동안 로우(Low) 신호의 역발광 신호($\sim(\text{Emss}' n)$)를 생성하는 것이다.
- [0142] 도 20B는 감지 트랜지스터(TP)의 게이트 전극에 초기화 전압 라인(Init line)을 통해 발광 신호($\text{Emss}' n$)를 인가하는 것이다. 즉, 감지 트랜지스터(TP)의 게이트 전극에 초기화 전압 라인(Init line)을 연결하여 역발광 신호($\sim(\text{Emss}' n)$)의 공급 라인으로 사용하는 것이다. 이 경우에, 역발광 신호($\sim(\text{Emss}' n)$)는 발광 신호($\text{Emss}' n$)를 인가하는 동안 로우(Low) 신호를 유지한다. 초기화 전압 라인(Init line)은 원래는 픽셀 reset 동안 낮은 전압을 공급하는 역할을 하지만, 본 발명에서는 역발광 신호($\sim(\text{Emss}' n)$)가 공급되는 동안만 로우(Low) 상태를 유지하는 것이다.
- [0143] 도 20C는 감지 트랜지스터(TP)의 게이트 전극에 별도의 로우(Low) 신호 라인을 연결하고, 이 별도의 로우(Low) 신호 라인을 통해 로우(Low) 신호를 인가하는 것이다.
- [0144] 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 컬럼 라인을 구성하는 방식을 나타낸 도면이다.
- [0145] 도 21을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, (a)에 도시된 바와 같이, 추가적인 컬럼 라인(column line; VPD)을 사용할 수 있다.
- [0146] 즉, (a)와 같이 Vdata 라인에 $S[n+1]$ TR이 연결되고, VDD 라인에 $S[n-1]$ TR이 연결된 추가적인 컬럼 라인을 사용할 수 있다. 이렇게 추가적인 column line을 사용함으로써 프레임 별로 display mode와 imaging mode를 분리해서 사용하는 것이 아닌 매번 동시에 디스플레이 동작과 image readout 기능을 수행할 수 있다.
- [0147] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, (b)에 도시된 바와 같이, 공유 컬럼 라인(Shared column line)을 사용할 수 있다.
- [0148] 즉, (b)와 같이 V_o 라인에 Vdata 전원과 VDD 전원을 선택할 수 있는 WR 스위칭 소자와 !WR 스위칭 소자를 연결하고, 여기에 $S[n-1]$ 및 $S[n+1]$ 스위칭 소자를 구동 트랜지스터(TD/M1)의 제1 전극에 연결하는 것이다. 이렇게 공유 컬럼 라인을 사용함으로써 display mode frame과 imaging mode frame으로 시간 상으로 나뉘어 동작하며, 디스플레이로 동작하다 특정 프레임에서 이미지를 획득하도록 동작하는 것이다.
- [0149] 도 22는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치의 동작 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
- [0150] 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, 하나의 화소(PX)에서 OLED가 발광하는 디스플레이 모드(S910~S940)와, OLED에서 발광된 빛의 밝기를 감지하는 이미지 감지 모드(imaging mode; S950~S960)로 동작할 수 있다. 이때, 하나의 화소(PX)는 적어도 하나 이상의 프레임, 예컨대, 여러 프레임 동안 디스플레이 모드로 동작하다가 이미지 감지 모드로 동작할 수 있다. 도 22에서는 하나의 화소(PX)가 하나의 디스플레이 모드로 동작하고 이어 하나의 이미지 감지 모드로 동작하는 예를 나타내었으나, 한 프레임 동안 디스플레이 모드로 동작하고 이어 한 프레임 동안 이미지 감지 모드로 동작하는 것으로 한정되지 않고, 적어도 하나 이상 다수의 프레임 동안에 디스플레이 모드로 동작한 후에 하나의 프레임 동안 이미지 감지 모드로 동작할 수 있다.
- [0151] 도 22를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, 먼저 디스플레이 모드에서, 발광(하이) 신호가 발광 신호선을 통해 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1 , TE2)에 인가되어 턴 온 됨에 따라 구동 트랜지스터(TD)가 구동된다(S910).
- [0152] 이때, 광감지 소자(PD)에 연결된 감지 트랜지스터(TP)는 감지 신호선을 통해 역발광(로우) 신호가 인가됨에 따라 동작하지 않는다.
- [0153] 이어, 제1 전원선으로부터 제1 전원(ELVDD)이 제1 발광 제어 트랜지스터(TE1), 구동 트랜지스터(TD) 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)를 경유해 공급됨에 따라 발광 소자(OLED)가 발광된다(S920).
- [0154] 이어, 광감지 소자(PD)는 발광 소자(OLED)에서 발광되는 빛을 수광하여 광전하를 발생시킨다(S930).
- [0155] 이어, 광감지 소자(PD)에서 발생한 광전하가 제1 전원선(ELVDD)과 구동 트랜지스터(TD)의 사이에 광감지 소자(PD)에 대하여 병렬로 연결된 스토리지 캐패시터(C_{st})에 저장된다(S940).
- [0156] 여기서, 디스플레이 모드는, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1 , TE2)가 턴 오프되고, $(n-1)$ 번째 신호($\text{SEL}[n-1]$)에 의해 제4 선택 트랜지스터(TS4)가 구동됨에 따라, 광감지 소자(PD)와 스토리지 캐패시터의 전압이 감지 트랜지스터(TP)의 게이트 전압을 형성하고, 컬럼 라인(column line)은 외부 전압 드라이버에 의해 구동될

수 있다.

- [0157] 또한, 디스플레이 모드는, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴 오프되고, 스토리지 캐패시터(Cst)와 구동 트랜지스터(TD)의 사이에 제1 전극이 연결된 제1 선택 트랜지스터(TS1)는 제3 전극을 통해 인가된 n 번째 신호(SEL[n])에 의해 구동되고, 제2 전극을 통해 인가된 초기 전원(Initial)을 스토리지 캐패시터(Cst) 및 광감지 소자(PD)로 인가하며, 스토리지 캐패시터(Cst) 및 광감지 소자(PD)는 제1 선택 트랜지스터(TS1)로부터 인가되는 초기 전원(Initial)에 의해 리셋(reset)될 수 있다.
- [0158] 또한, 디스플레이 모드는, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴 오프되고, 구동 트랜지스터(TD)와 제2 발광 제어 트랜지스터(TE2)의 연결점에 제1 전극이 연결되고 리드아웃(RO) 라인에 제2 전극이 연결되며 제3 전극이 $(n+1)$ 번째 선택라인(SEL[n+1])에 연결된 제5 선택 트랜지스터(TS5)는 $(n+1)$ 번째 신호(SEL[n+1])에 의해 구동되고, 스토리지 캐패시터(Cst) 및 광감지 소자(PD)의 전압이 컬럼 라인(column line)의 임계(threshold) 전압을 형성하고, 리드아웃 라인(RO)을 통해 발광 소자(OLED)의 데이터 전압이 로딩(loading)될 수 있다.
- [0159] 한편, 이미지 감지 모드의 광학센서 일체형 표시 장치(100)는 디스플레이 모드에서 이미지 감지 모드로 전환되어, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 턴 오프되고, 감지 트랜지스터(TP)가 감지 신호선을 통해 인가된 감지 신호에 의해 구동된다(S950).
- [0160] 이때, 감지 트랜지스터(TP)는 광감지 소자(PD)와 구동 트랜지스터(TP)의 사이에 $(n-1)$ 번째 신호(S[n-1])에 의해 구동되는 트랜지스터, n 번째 신호(S[n])에 의해 구동되는 트랜지스터, 및 $(n+1)$ 번째 신호(S[n+1])에 의해 구동되는 트랜지스터가 병렬로 연결되고, 감지 신호선을 통해 인가된 $(n-1)$ 번째 신호(S[n-1]), n 번째 신호(S[n]) 및 $(n+1)$ 번째 신호(S[n+1])의 OR 연산에 의한 감지 신호에 의해 구동될 수 있다.
- [0161] 또한, 이미지 감지 모드에서, 감지 트랜지스터(TP)는 감지 신호선을 통해 인가된 n 번째 초기 전압(Init[n])의 감지 신호에 의해 구동될 수 있다.
- [0162] 또한, 이미지 감지 모드에서, 감지 트랜지스터(TP)는 외부로부터 별도로 추가된 로우 라인(row line)의 감지 신호선을 통해 인가된 감지 신호에 의해 구동될 수 있다.
- [0163] 이어, 광감지 소자(PD)의 전압과 스토리지 캐패시터(Cst)의 전압에 의해 구동 트랜지스터(TD)가 구동되고, 구동 트랜지스터(TD)에 연결된 리드아웃 라인(RO)을 통해 광감지 소자(PD)의 밝기값에 따른 전압값을 출력한다(S960).
- [0164] 이미지 감지 모드에서, 컬럼 라인(column line)은 외부 불변성 전류 드라이버(constant current driver)에 연결될 수 있다.
- [0165] 이미지 감지 모드에서, 제1 전극이 초기 전원(Initial) 라인에 연결되고 제2 전극이 구동 트랜지스터(TD)에 연결되며 제3 전극이 $(n-1)$ 번째 선택라인(SEL[n-1])에 연결된 제2 선택 트랜지스터(TS2)는 $(n-1)$ 번째 신호(SEL[n-1])에 의해 구동될 수 있다.
- [0166] 이미지 감지 모드에서, 제1 전극이 구동 트랜지스터(TD)에 연결되고 제2 전극이 리드아웃(RO) 라인에 연결되며 제3 전극이 $(n-1)$ 번째 선택라인(SEL[n-1])에 연결된 제4 선택 트랜지스터(TS4)는 $(n-1)$ 번째 신호(SEL[n-1])에 의해 구동되고, 구동 트랜지스터(TD)를 통해 인가되는 광감지 소자(PD)의 밝기값에 따른 전압값을 리드아웃 라인(RO)으로 출력할 수 있다.
- [0167] 이미지 감지 모드에서, 제2 선택 트랜지스터(TS2)의 제1 전극에 인가되는 초기 전원은 제2 전원(ELVSS)이고, 감지 트랜지스터(TP)의 게이트 전압은 이전 프레임의 발광 소자의 전압과 광감지 소자에 저장된 전압에 의해 결정될 수 있다. 컬럼 라인(column line)에는 감지 트랜지스터(TP)의 게이트 전압과 임계(threshold) 전압이 인가될 수 있다.
- [0168] 이미지 감지 모드에서, 스토리지 캐패시터(Cst)와 구동 트랜지스터(TD)의 연결점에 제1 전극이 연결되고, 초기 전원(Initial) 라인에 제2 전극이 연결되며, n 번째 선택라인(SEL[n])에 제3 전극이 연결된 제1 선택 트랜지스터(TS1)는, 제3 전극을 통해 인가된 n 번째 신호(SEL[n])에 의해 구동될 수 있다.
- [0169] 이미지 감지 모드에서, 스토리지 캐패시터(Cst) 및 광감지 소자(PD)는 모두 제1 선택 트랜지스터(TS1)를 통해 인가된 초기 전원(Initial)에 의해 리셋(reset) 될 수 있다.
- [0170] 이미지 감지 모드에서, 구동 트랜지스터(TD)에 제1 전극이 연결되고, 리드아웃(RO) 라인에 제2 전극이 연결되며, 제3 전극이 $(n+1)$ 번째 선택라인(SEL[n+1])에 연결된 제5 선택 트랜지스터(TS5)는, 제3 전극을 통해

인가된 (n+1)번째 신호(SEL[n+1])에 의해 구동될 수 있다.

- [0171] 이미지 감지 모드에서, 스토리지 캐패시터(Cst) 및 광감지 소자(PD)의 전압은 모두 컬럼 라인(column line)의 임계 전압을 형성하고, 컬럼 라인(column line)을 통해 (n+2)번째 화소의 광감지 소자의 전압이 인가될 수 있다.
- [0172] 이미지 감지 모드에서, 제1 및 제2 발광 제어 트랜지스터(TE1, TE2)가 발광 신호선을 통해 인가된 발광(하이) 신호에 의해 턴 온 되고, 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된 전원이 구동 트랜지스터(TD)를 통해 인가됨에 따라 발광 소자(OLED)가 구동될 수 있다.
- [0173] 이미지 감지 모드에서, 광감지 소자(PD)는 발광 소자에서 발광되는 빛을 수광하여 광전하를 발생시키고, 스토리지 캐패시터(Cst)는 광감지 소자(PD)에서 발생된 광전하를 저장하게 된다.
- [0174] 전술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치(100)는, 픽셀 내부의 select 신호만을 이용하여 픽셀이 control되고 data read/load가 한 개의 column line을 공유하여 동작하는 경우의 구성으로 이루어짐에 따라 도 23과 같은 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있다. 도 23A 내지 도 23D는 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치를 30×30 픽셀로 시뮬레이션하여 얻은 OLED 빛의 세기를 나타낸 그래프이다.
- [0175] 도 23A는 30 by 30 픽셀 array에 지문 패턴의 빛이 광감지 소자(PD)에 조사 되었을 때, 빛의 세기를 표현한 그래프이다. 검은 색에 가까울수록 강한 빛이 광감지 소자(PD)에 조사된 상태를 나타낸다.
- [0176] 도 23B는 빛이 조사되고 있는 픽셀의 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장되는 전압 data를 표현한 그래프이다. 검은 색에 가까울수록 높은 전압이 data로 디스플레이에 입력되며, 저장된 전압에 해당되는 만큼 발광 소자(OLED)에서 빛이 발생한다.
- [0177] 도 23C는 광감지 소자(PD)의 data readout 모드에서 column line의 전압 값을 나타낸다. 광감지 소자(PD)의 data readout 시 source-follower 트랜지스터인 구동 트랜지스터(TD)의 threshold 전압은 이전 디스플레이 모드에서 보상되었으며, column line의 전압은 pixel의 스토리지 캐패시터(Cst)에 저장된 디스플레이 데이터와 광감지 소자(PD)에 저장된 값의 합으로 나타나다. 픽셀의 디스플레이 동작을 위해 입력된 data는 이미 알고 있는 값이며, 이를 측정된 column line의 전압에서 빼는 것은 간단하게 수행 가능하다.
- [0178] 도 23D는 도 23C의 column line 전압에서 이전 프레임의 디스플레이 데이터 전압을 뺀 결과를 나타낸 것이다. 전체적으로 전압 swing이 작지만 입력된 빛의 세기에 비례하는 출력 신호를 얻은 것을 확인할 수 있다.
- [0179] 전술한 바와 같이 본 발명에 의하면, 표시 장치에서 하나의 픽셀에 대하여 디스플레이(Display) 모드 및 이미징(imaging) 모드 모두 수행할 수 있는 복합 픽셀(hybrid pixel)로 구현하는 광학센서 일체형 표시 장치를 실현할 수 있다.
- [0180] 또한, 본 발명에 의하면, 디스플레이 픽셀과 이미지 센서 픽셀의 구성 요소 공유를 통한 픽셀 면적을 최적화하고, 상관 이중 샘플링(CDS) 과정을 포함한 이미지 센서 동작을 통해 높은 품질의 이미지를 획득하고, 두 동작의 리셋(reset) 과정을 통합시킴으로써 구동 과정의 수를 줄이고 픽셀의 구동 속도를 증가시킬 수 있도록 하는 광학센서 일체형 표시 장치의 동작 방법을 구현할 수 있다.
- [0181] 따라서 본 발명의 실시예에 따른 광학센서 일체형 표시 장치 및 그 동작 방법은 디스플레이의 성능 저하를 최소화함으로써 제품 신뢰성이 향상될 수 있다.
- [0182] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

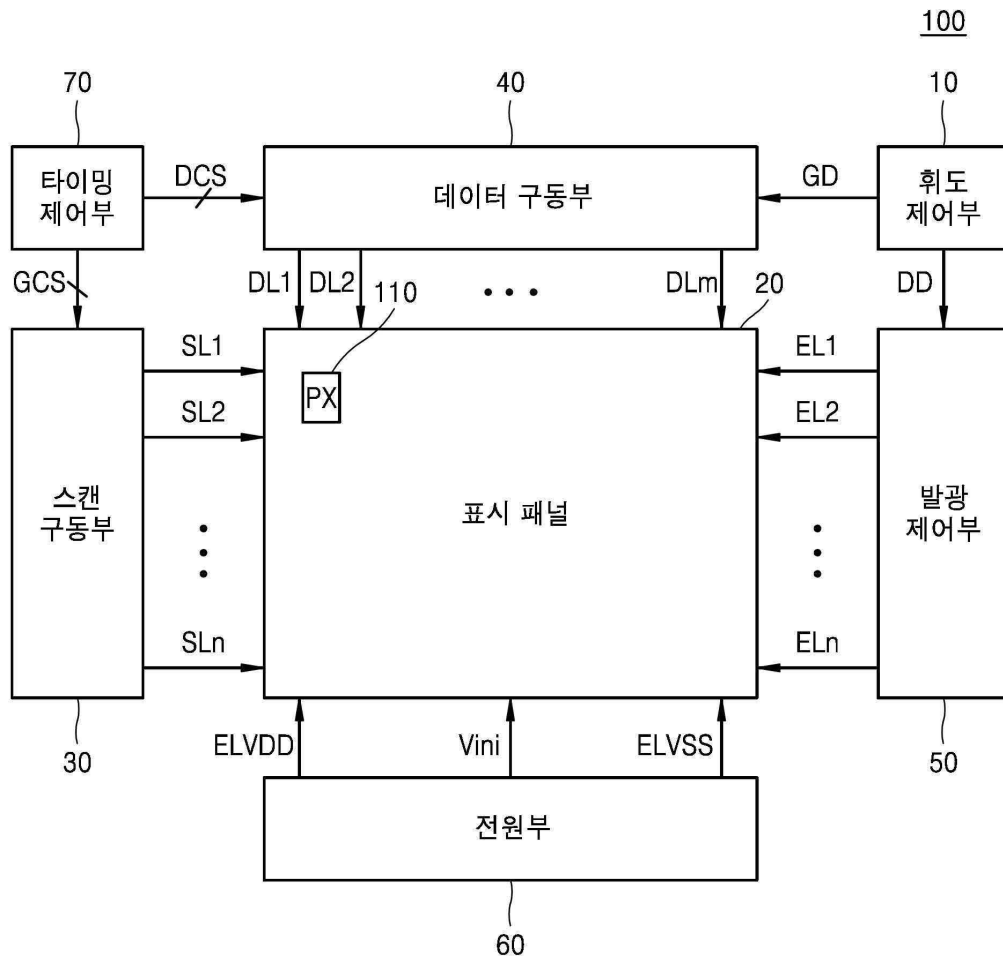
부호의 설명

- [0183] 100 : 광학센서 일체형 표시장치 10 : 휘도 제어부
20 : 표시패널 30 : 스캔 구동부
40 : 데이터 구동부 50 : 발광 제어부

60 : 전원부
 PX : 화소
 PD : 광감지 소자
 TD : 구동 트랜지스터
 Cst : 스토리지 캐패시터
 TS1~TS5 : 선택 트랜지스터
 70 : 타이밍 제어부
 110 : 본 발명 화소(pixel)
 TE1, TE2 : 발광제어 트랜지스터
 TP : 감지 트랜지스터
 RO, RO1, RO2 : 리드아웃라인
 OLED : 발광 소자

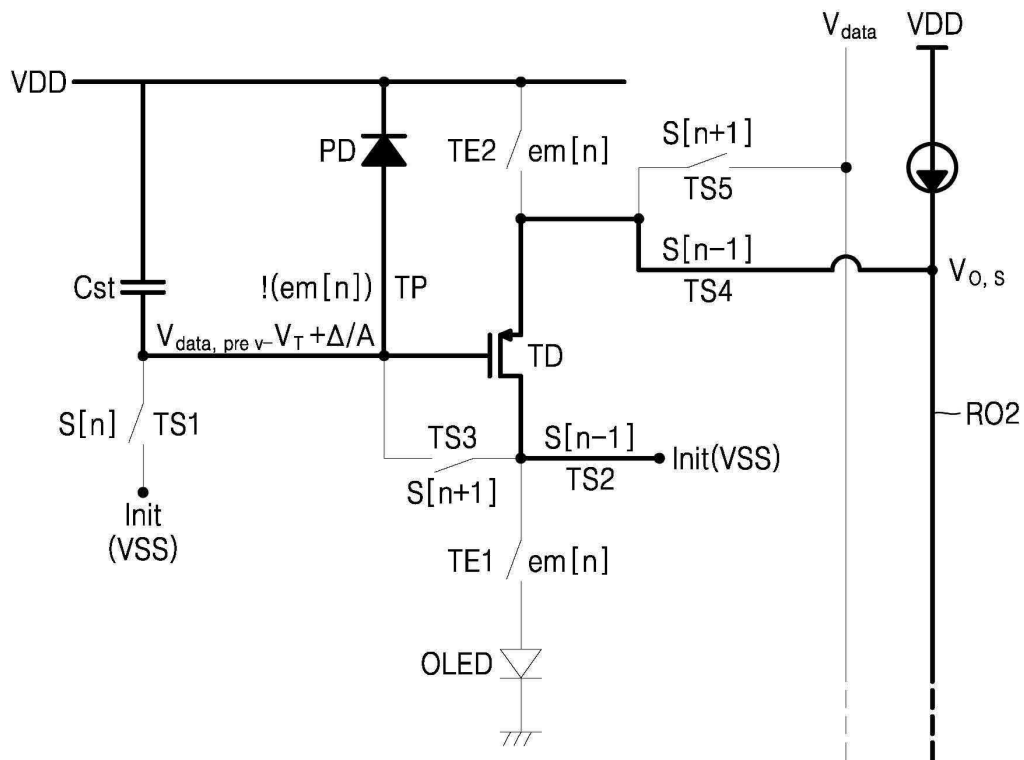
도면

도면1



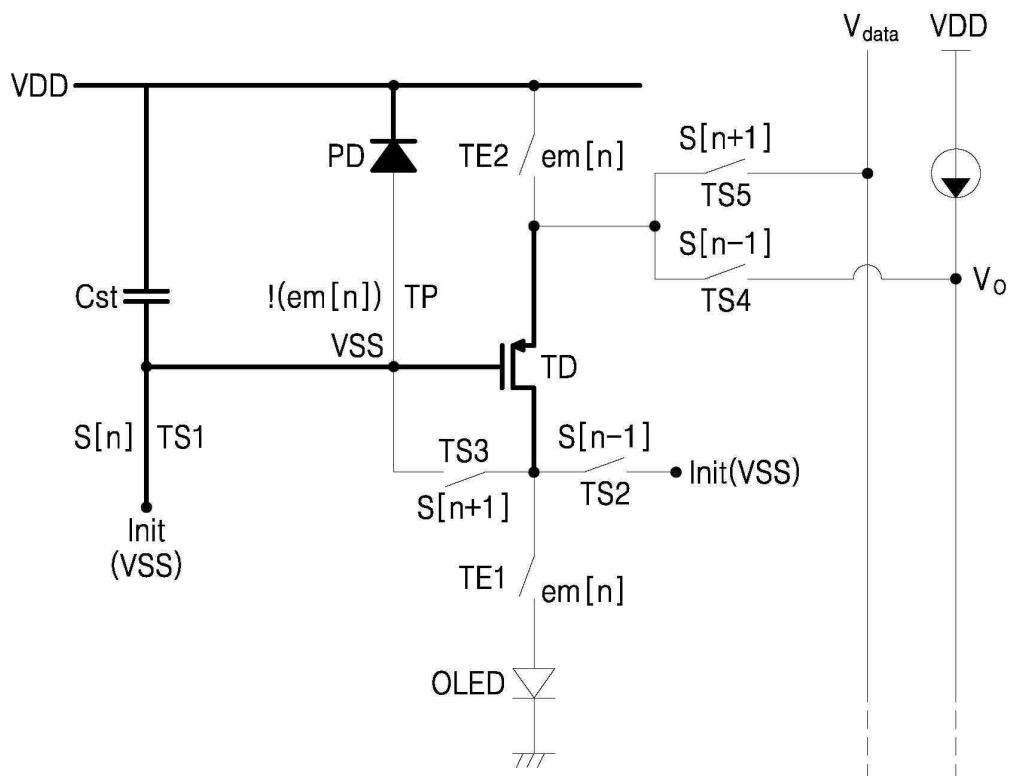
도면4

Phase 2 (readout) – $S[n-1]$ on



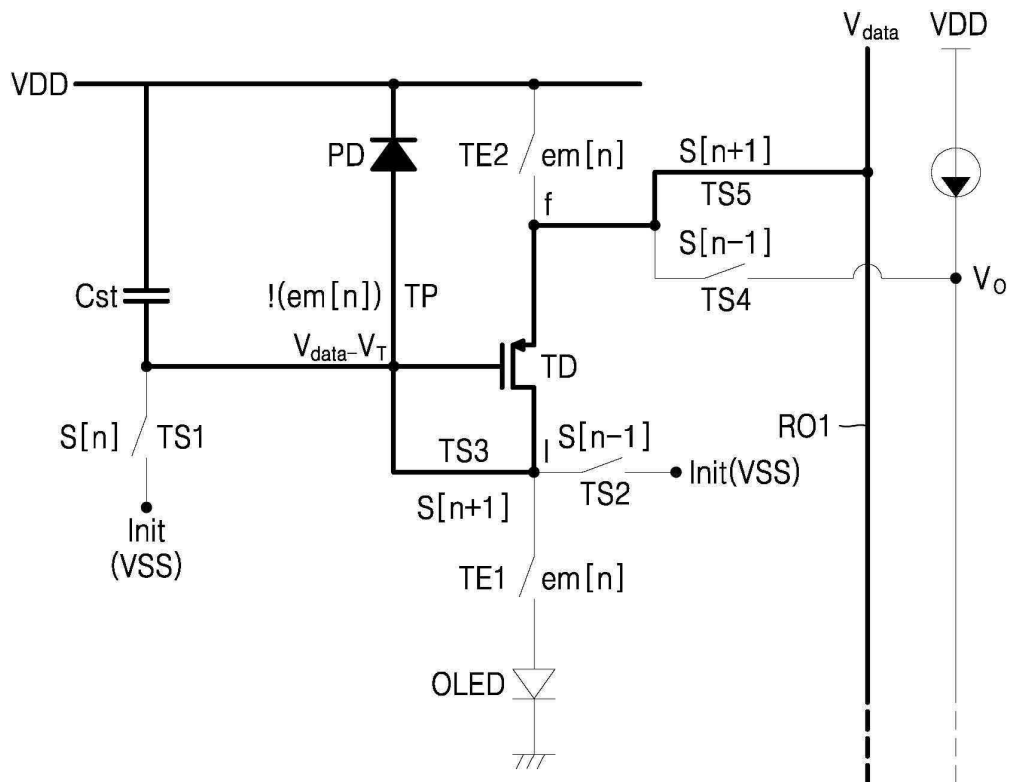
도면5

Phase 3 (reset) – S[n] on

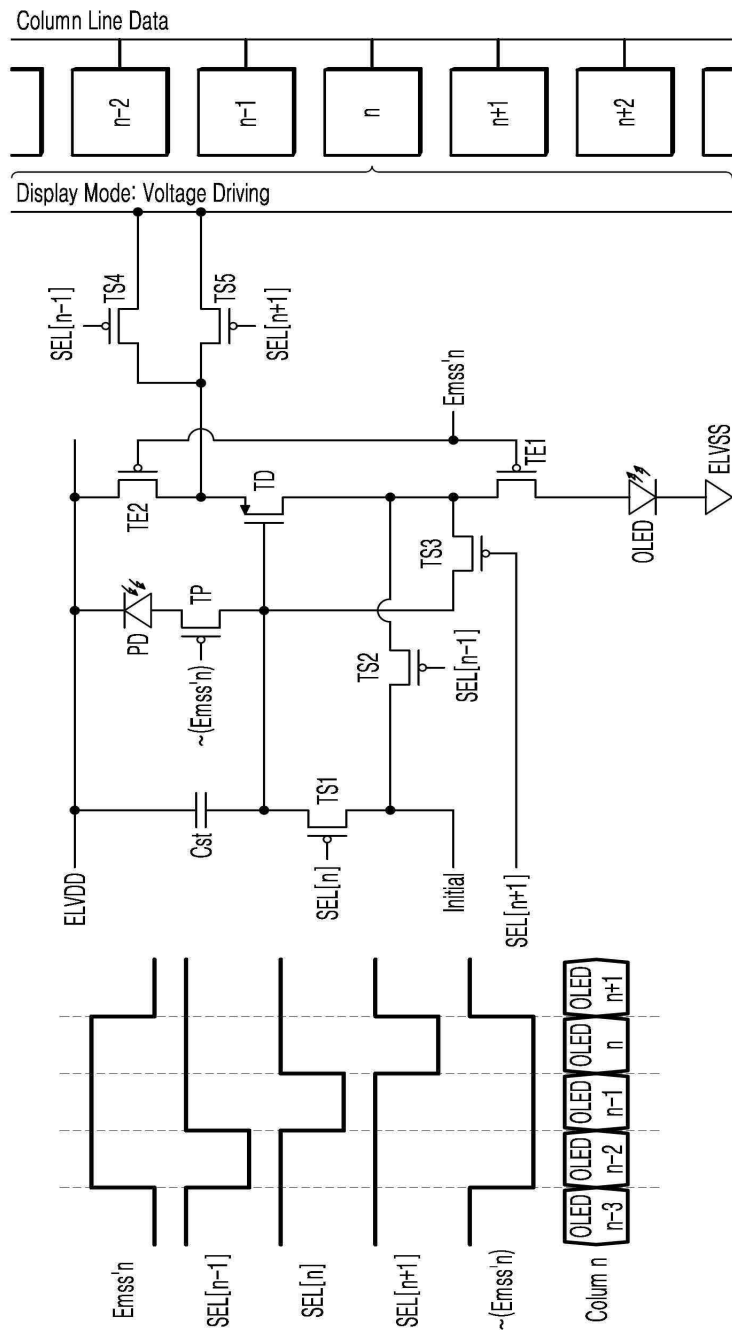


도면6

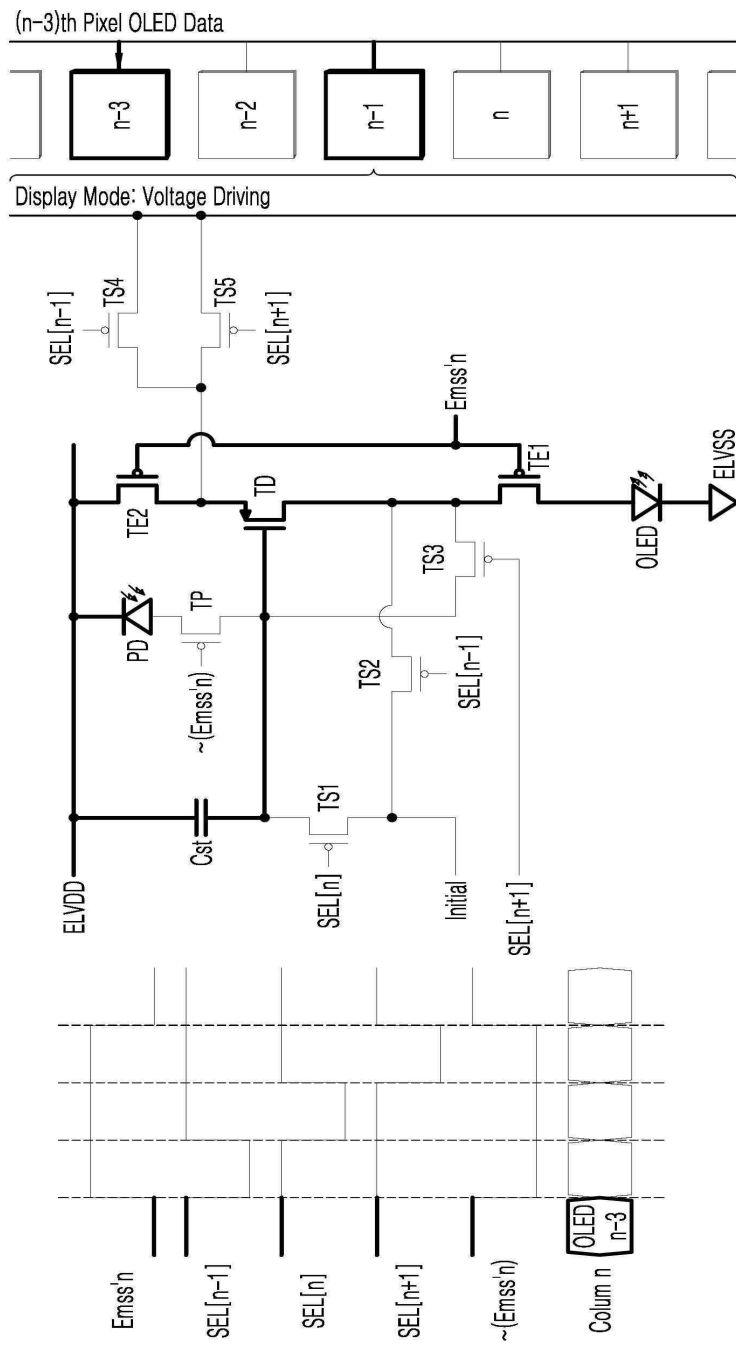
Phase 4 (data load) – $S[n+1]$ on



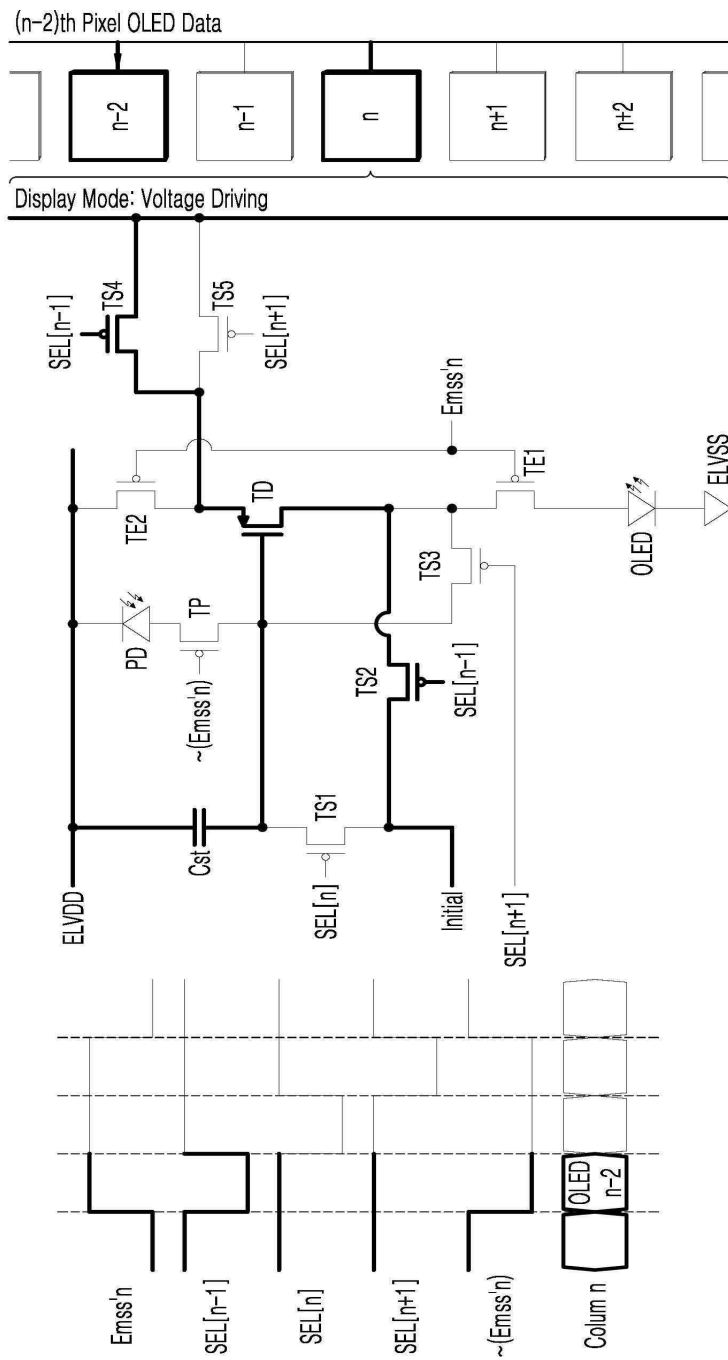
도면8



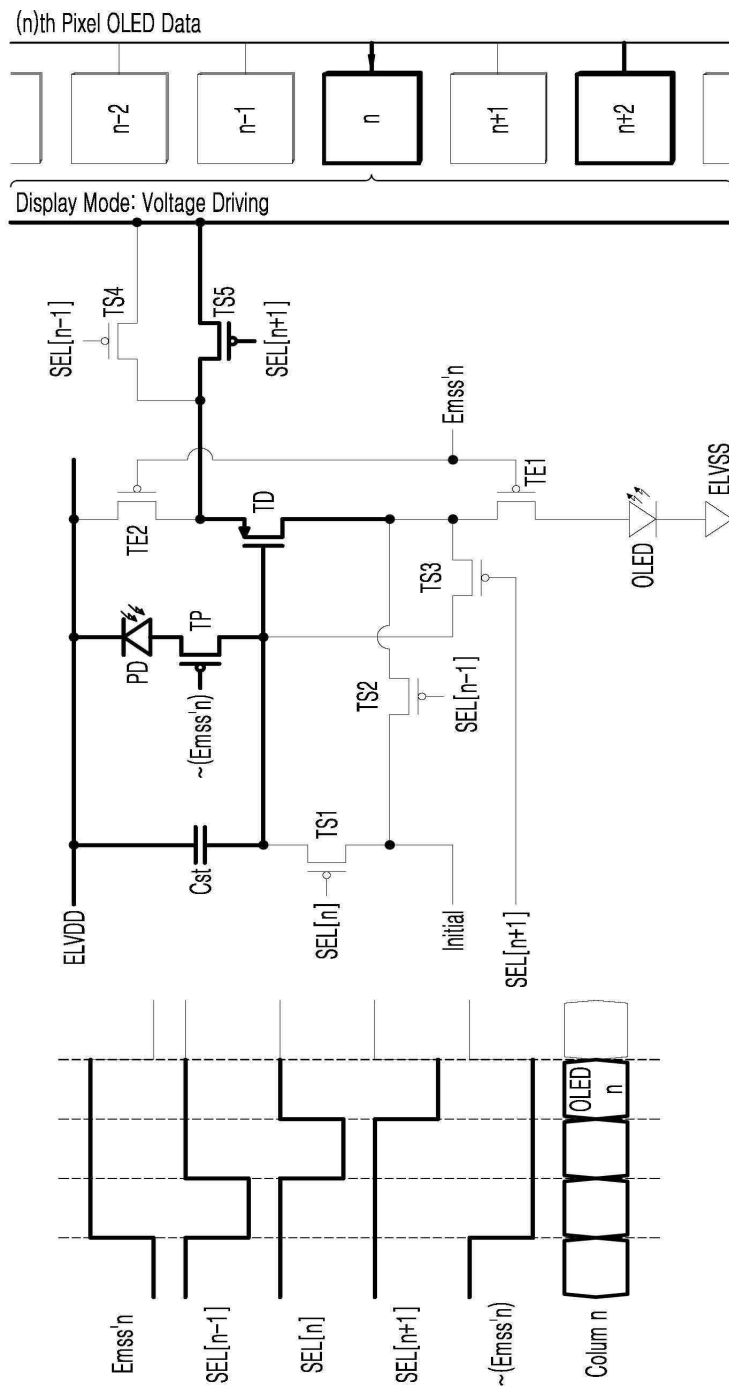
도면9



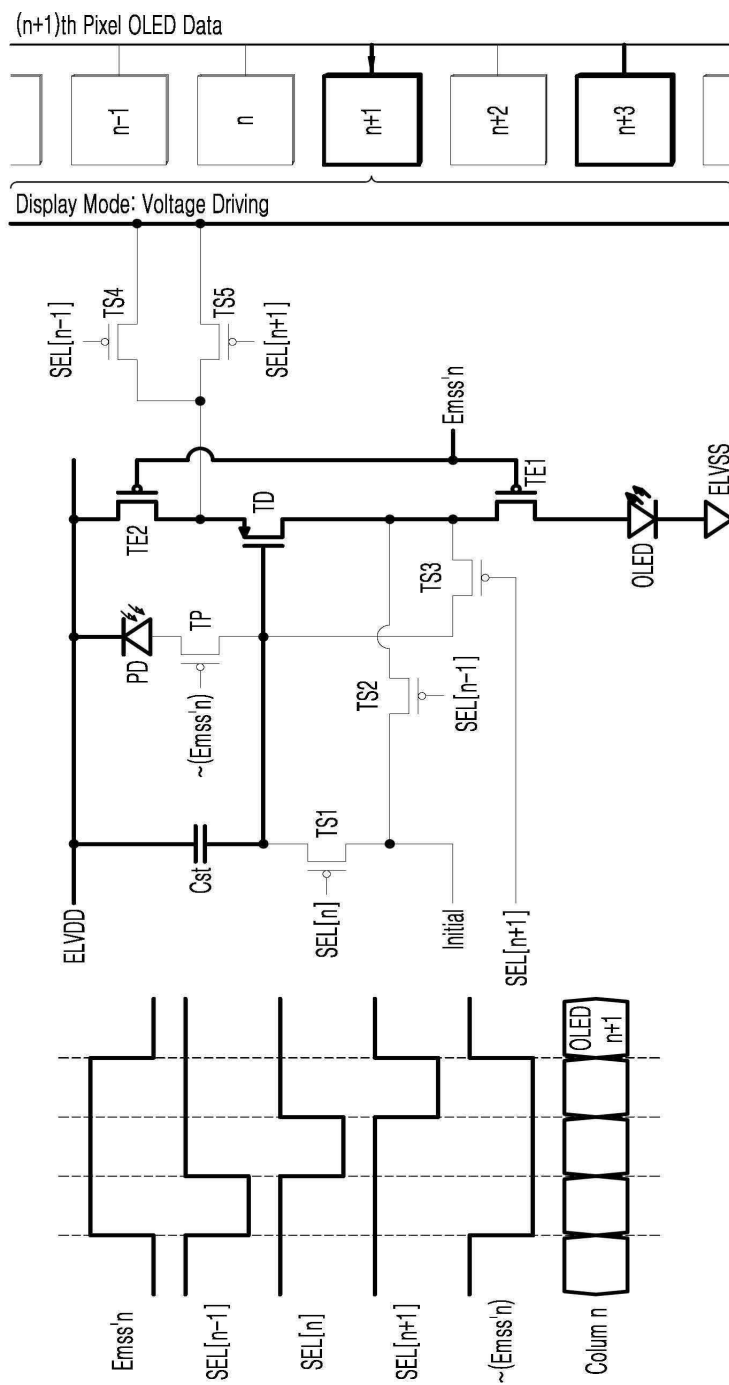
도면10



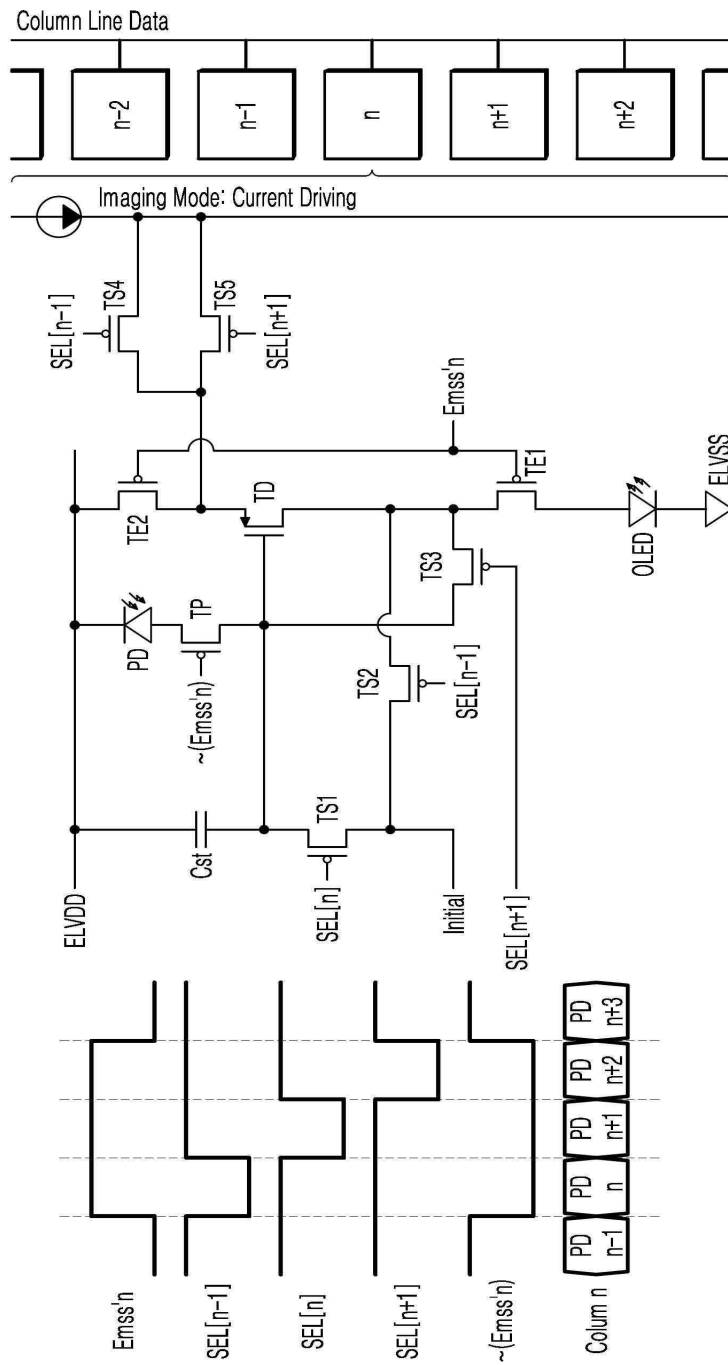
도면12



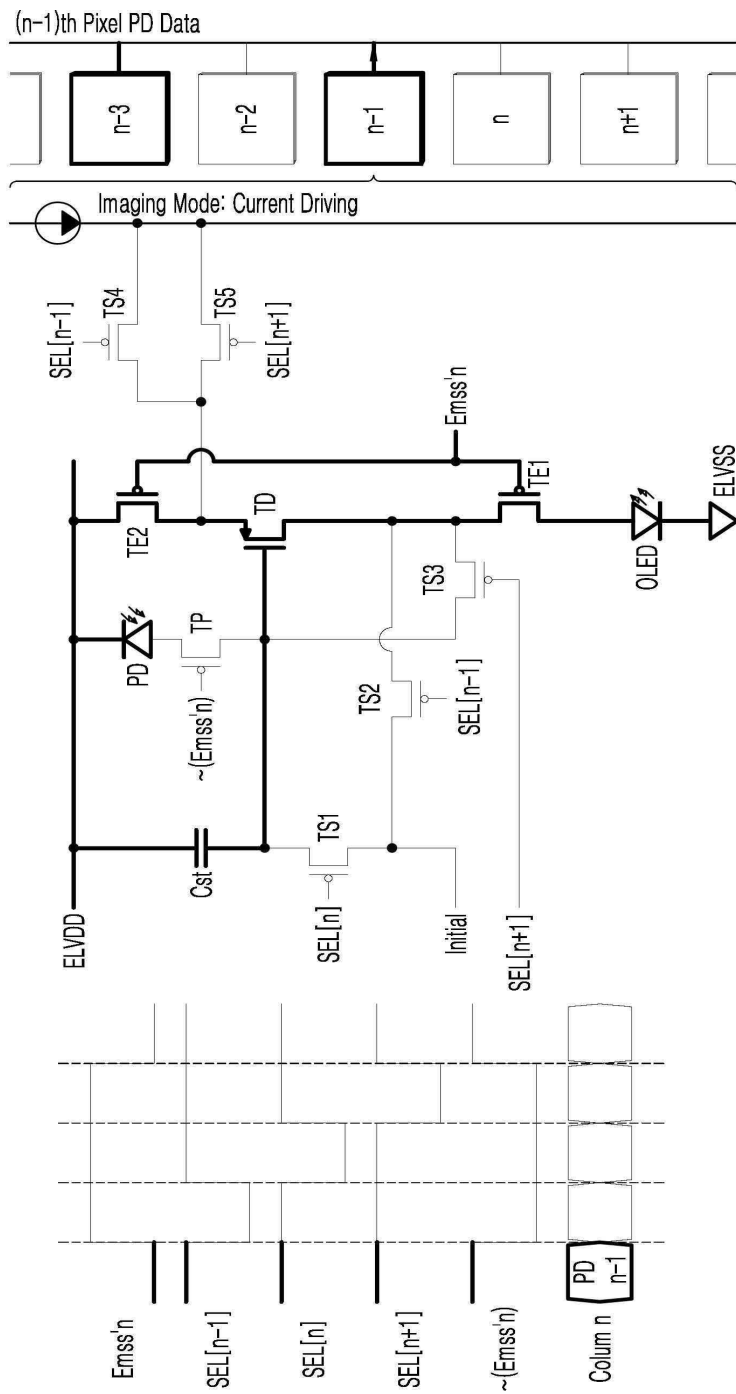
도면 13



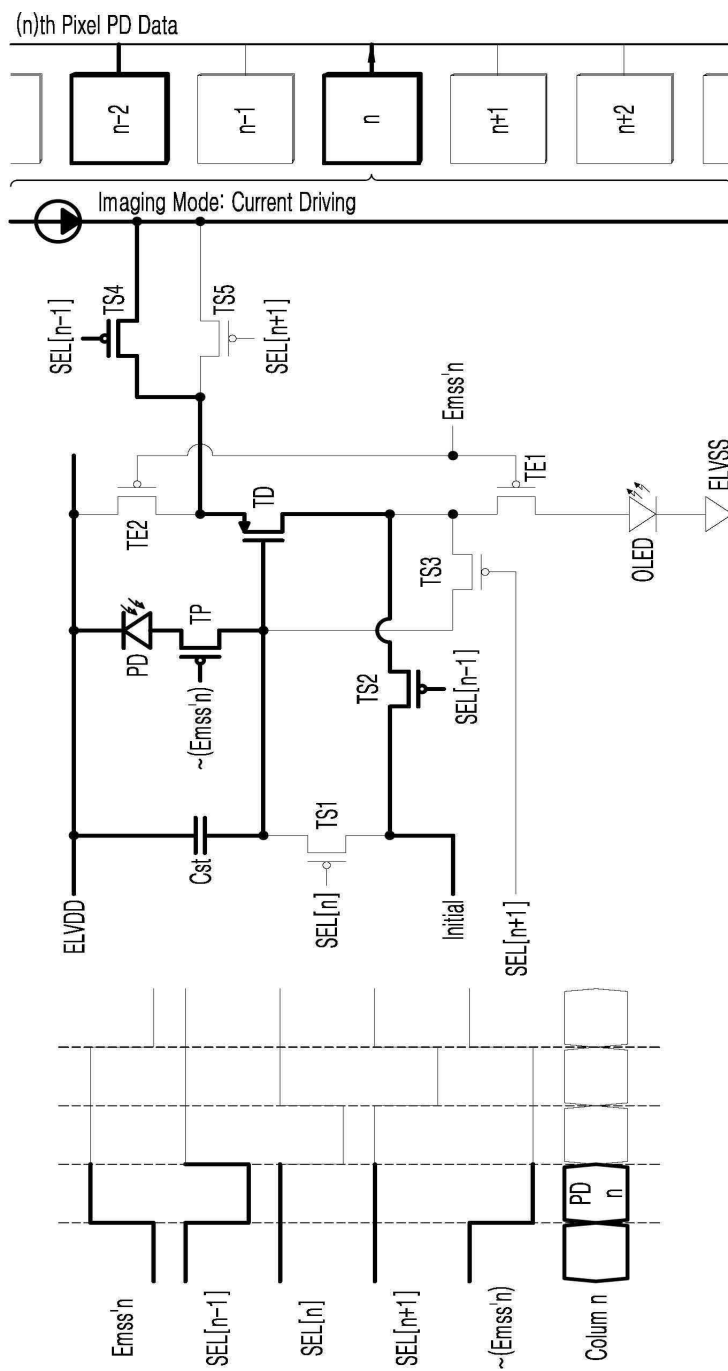
도면14



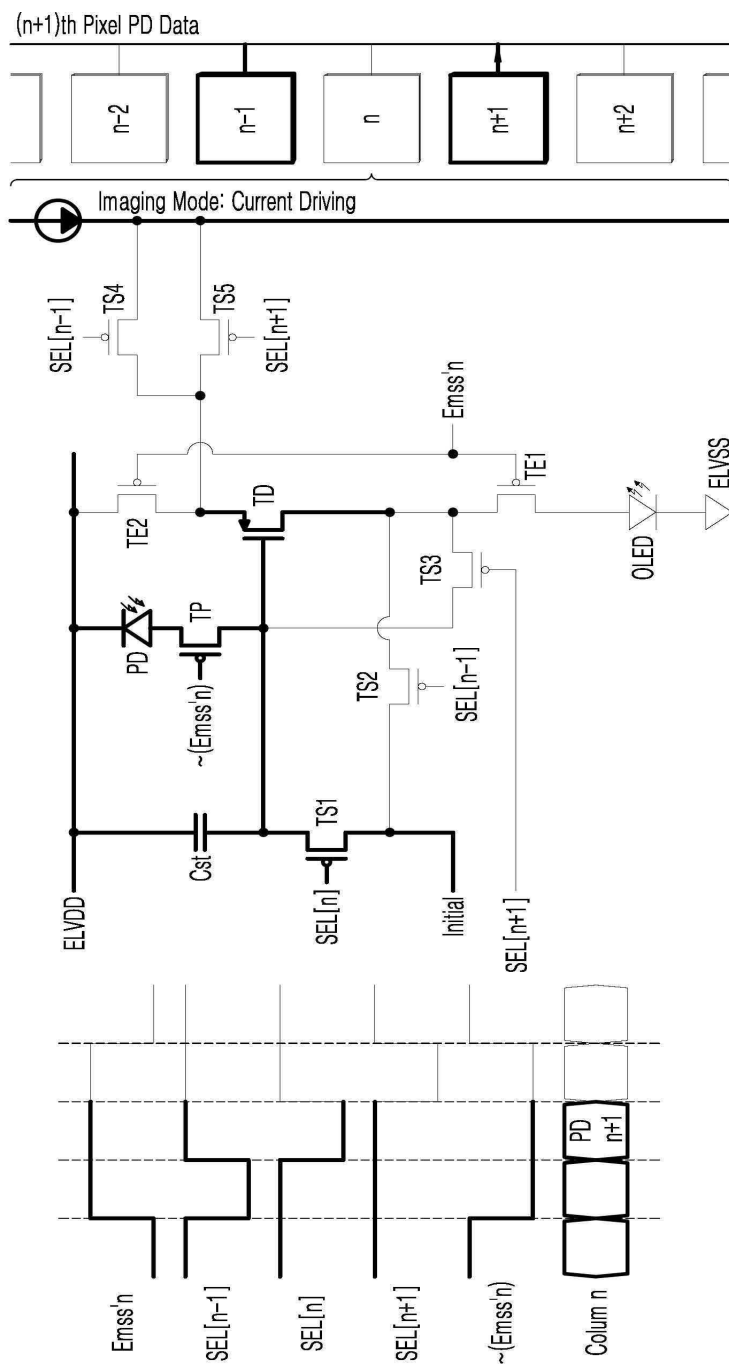
도면15



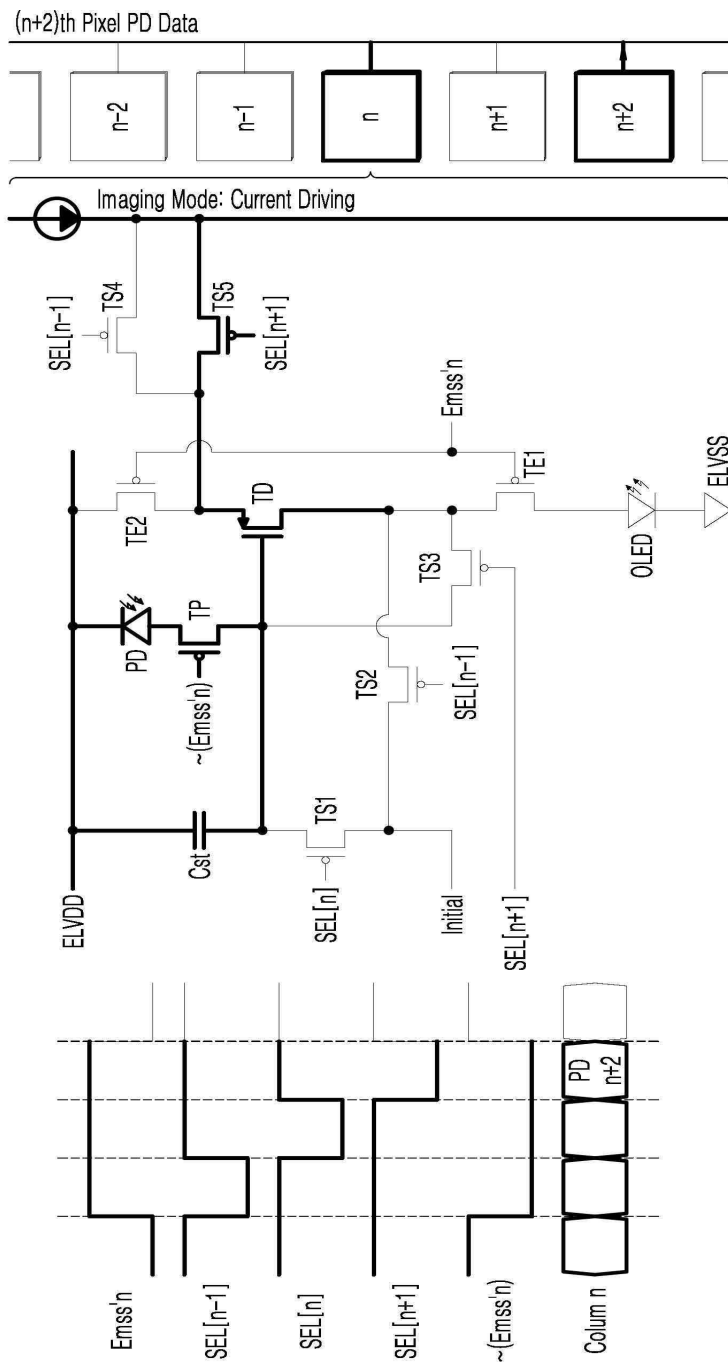
도면16



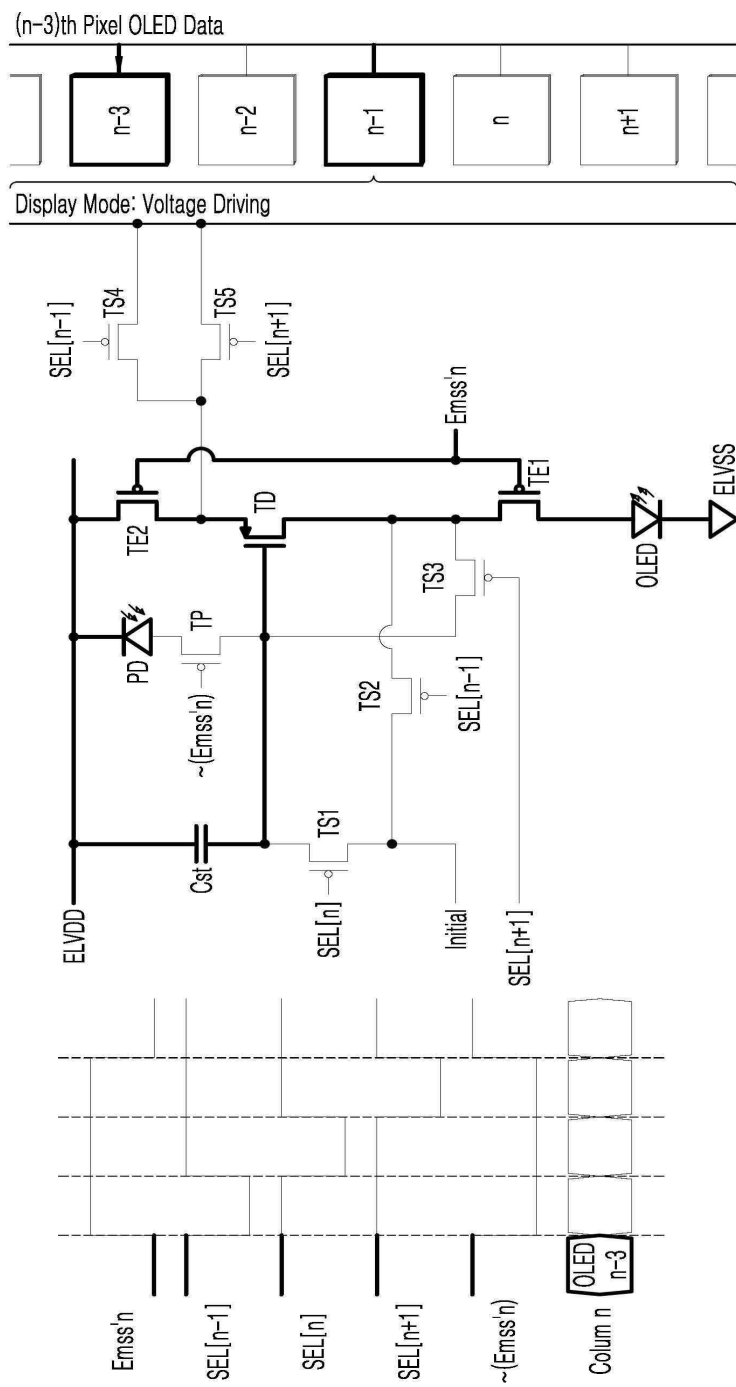
도면17



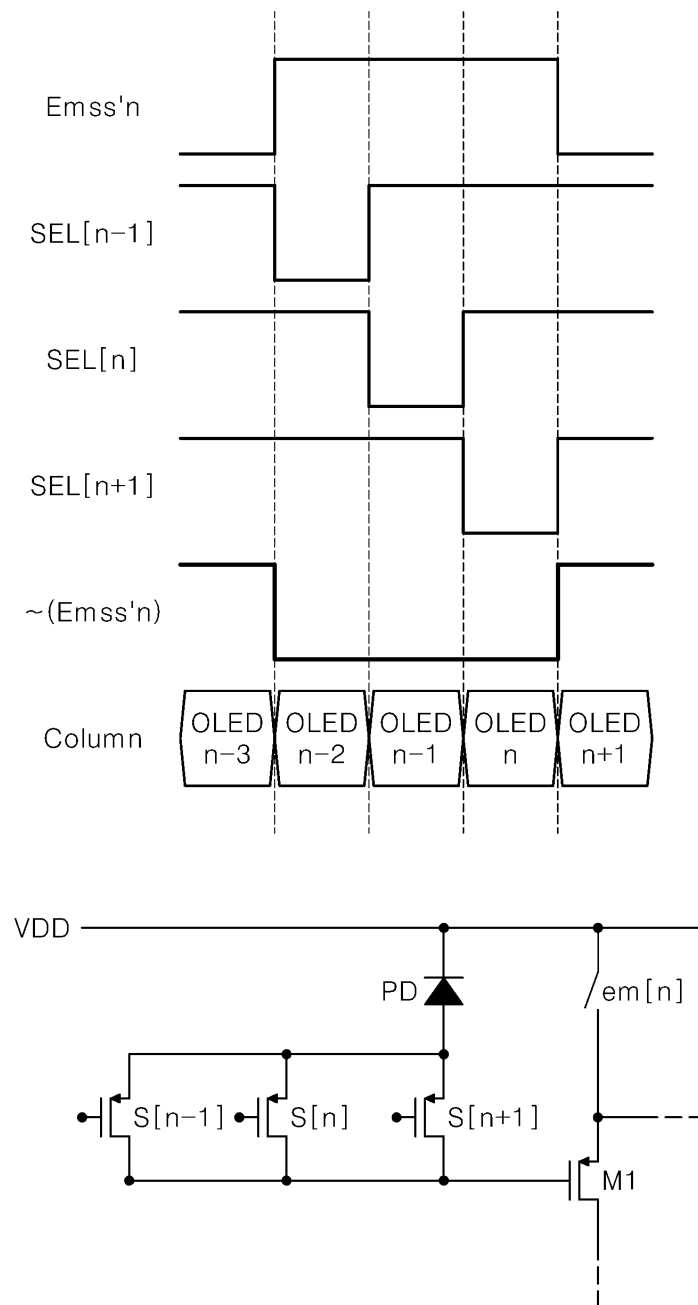
도면18



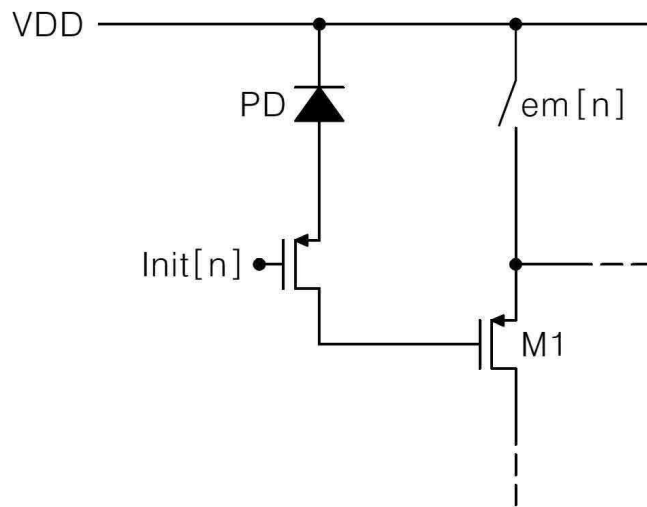
도면 19



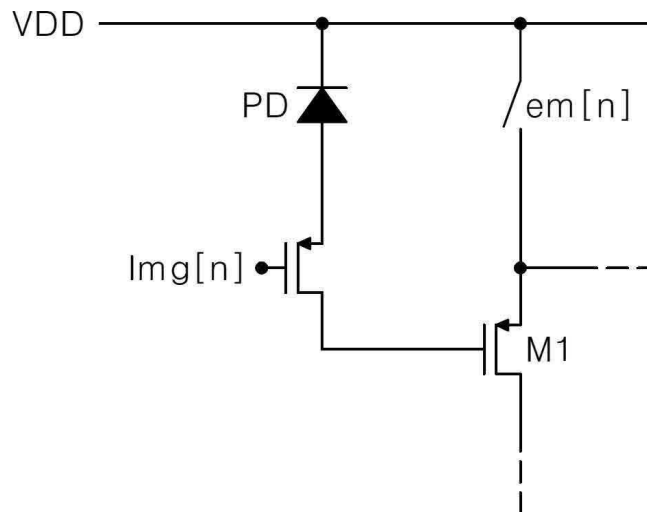
도면20a



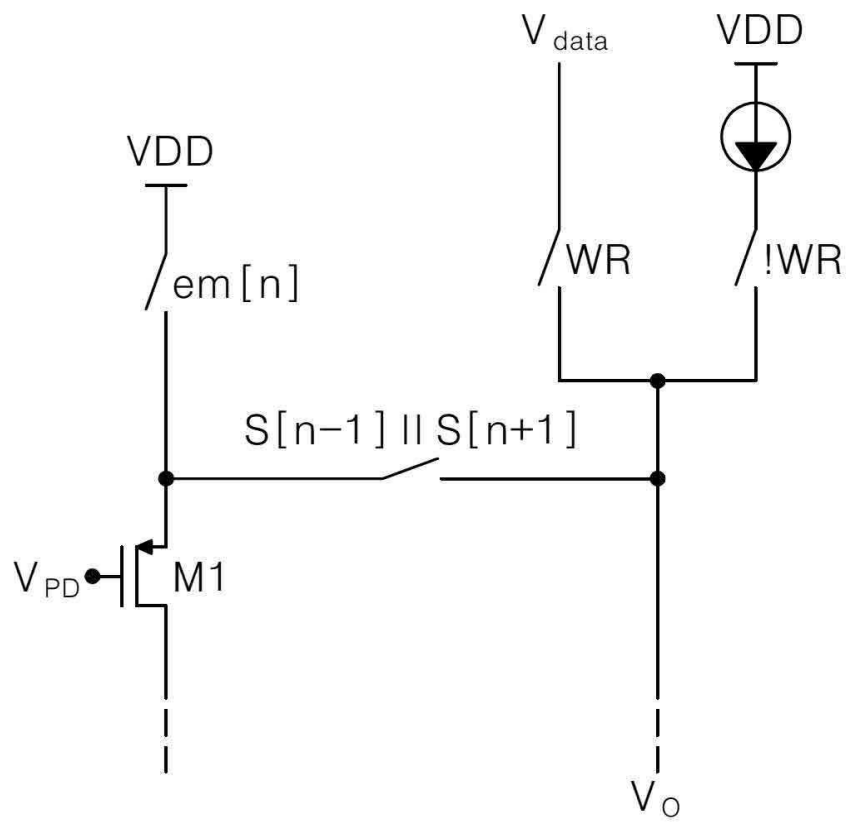
도면20b



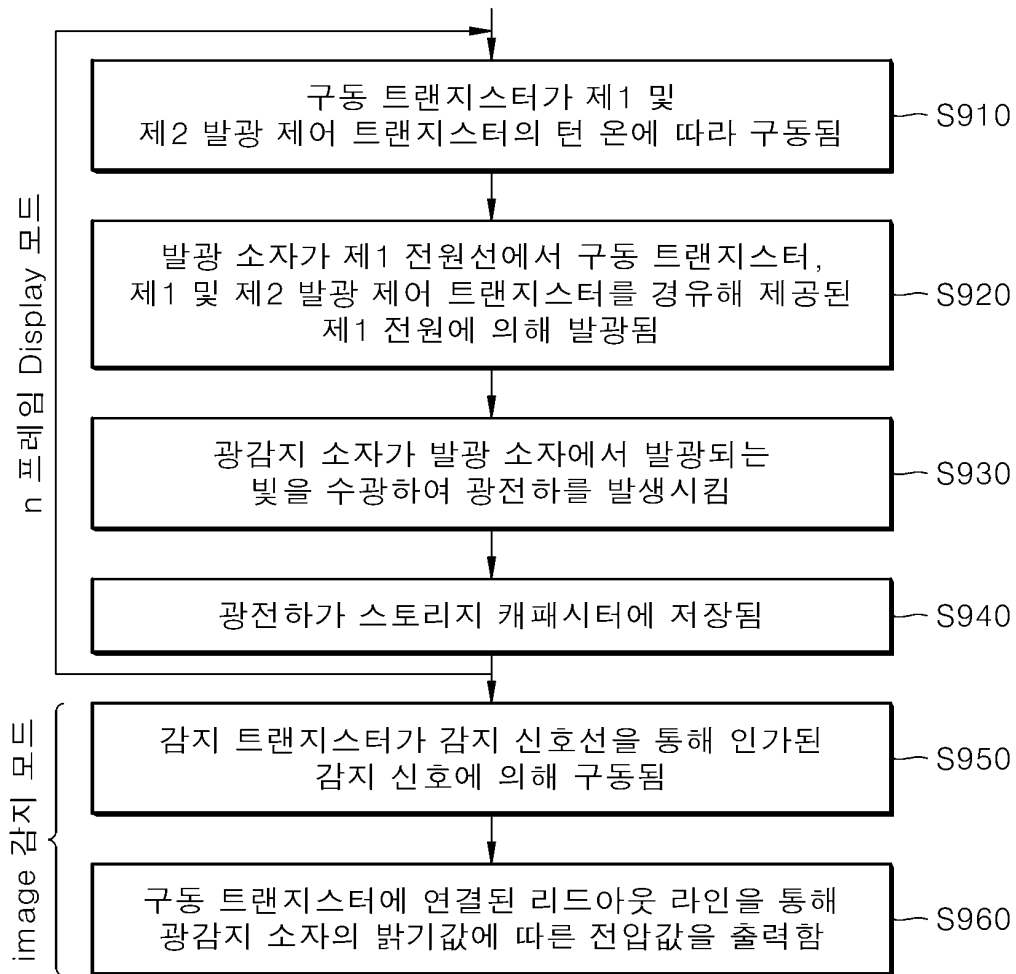
도면20c



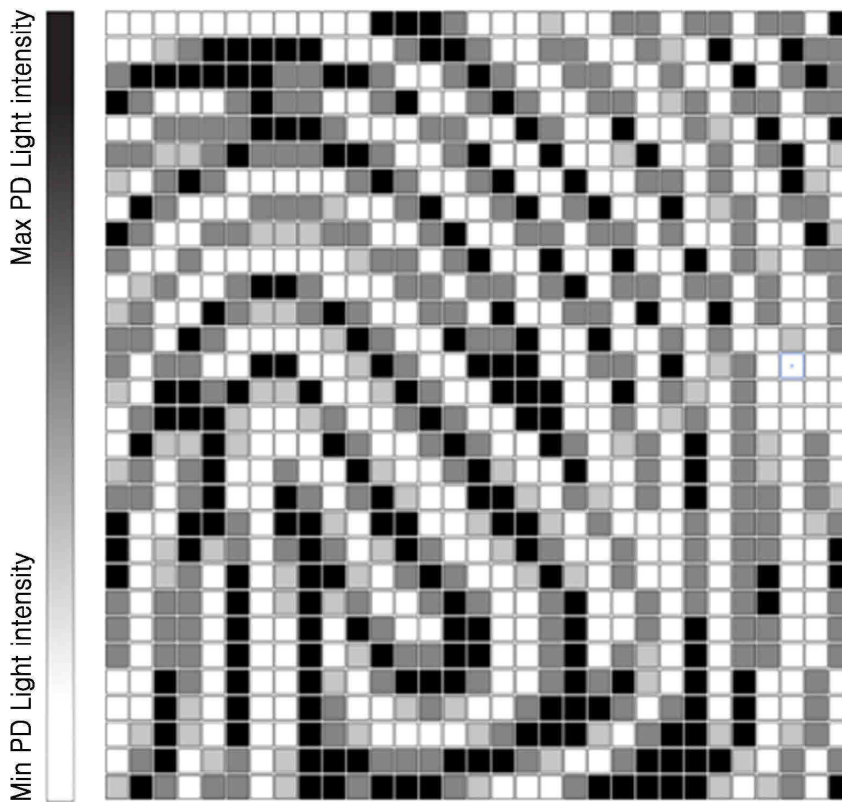
도면21



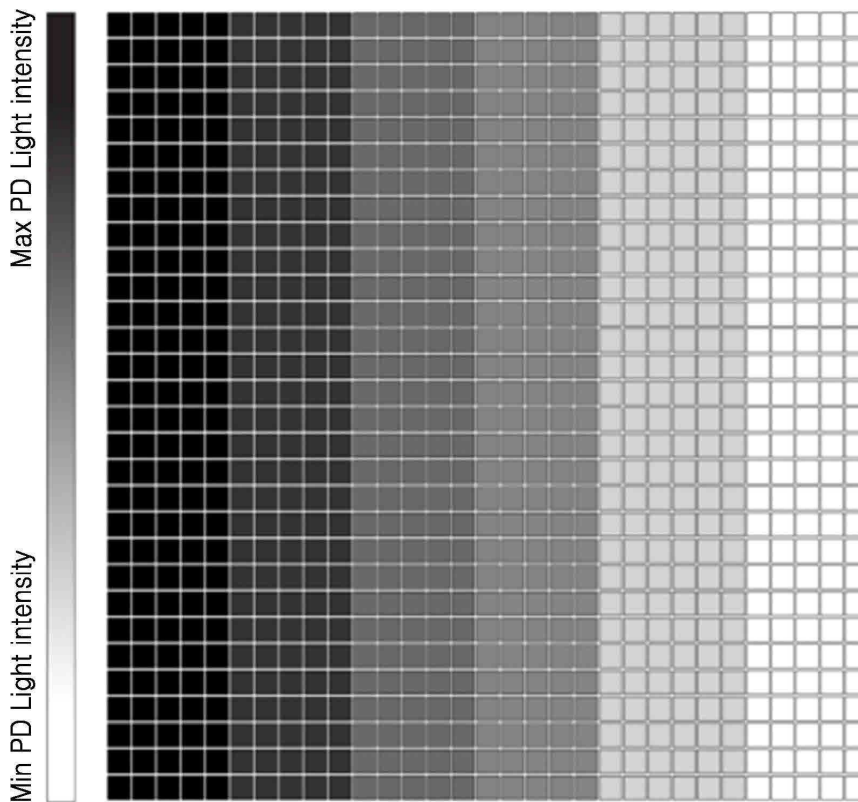
도면22



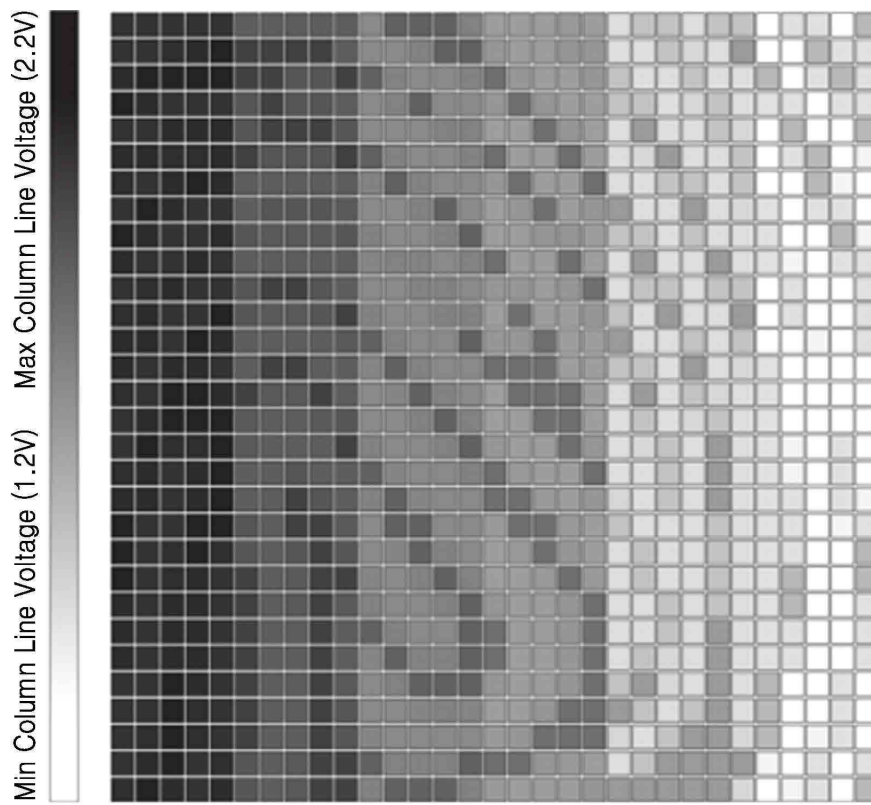
도면23a



도면23b



도면23c



도면23d

