



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월23일
(11) 등록번호 10-2168879
(24) 등록일자 2020년10월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0086901
(22) 출원일자 2014년07월10일
심사청구일자 2019년06월12일
(65) 공개번호 10-2016-0007971
(43) 공개일자 2016년01월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR100873707 B1*
KR1020090063207 A*
KR1020140071097 A*
US20120293478 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
오혜미
광주광역시 광산구 첨단중앙로68번길 22 202동 1507호 (산월동, 부영아파트)
김창희
대구광역시 달서구 장기로 115 102동 1803호 (성당동, 성당포스코더샵아파트)
신현기
경기도 파주시 미래로 535 102동 1202호 (목동동, 현대1차아파트)
(74) 대리인
이승찬

전체 청구항 수 : 총 5 항

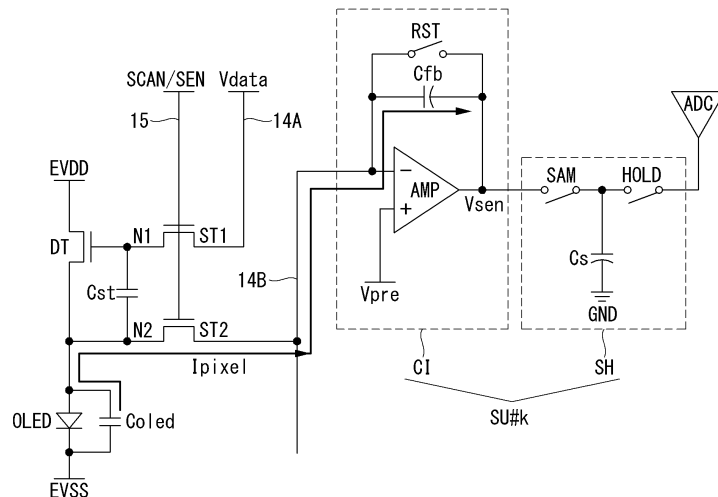
심사관 : 황재연

(54) 발명의 명칭 유기발광다이오드의 열화를 센싱할 수 있는 유기발광 표시장치

(57) 요약

본 발명은 OLED, 상기 OLED의 발광량을 제어하는 구동 TFT를 각각 포함하며, 센싱 라인들에 연결된 다수의 픽셀들이 형성된 표시패널; 및 상기 OLED의 열화 정도를 센싱하기 위해 센싱 라인을 통해 해당 픽셀에 접속되어, 상기 OLED에 구동전류가 흐를 때 상기 OLED의 기생 커패시터에 축적되는 전하량을 센싱하는 적어도 하나 이상의 센싱 유닛을 포함한다.

대표도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

OLED, 상기 OLED의 발광량을 제어하는 구동 TFT를 각각 포함하며, 센싱 라인들에 연결된 다수의 픽셀들이 형성된 표시패널; 및

상기 OLED의 열화 정도를 센싱하기 위해 센싱 라인을 통해 해당 픽셀에 접속되어, 상기 OLED에 구동전류가 흐를 때 상기 OLED의 기생 커패시터에 축적되는 전하량을 센싱하는 적어도 하나 이상의 센싱 유닛을 포함하고,

상기 전하량 센싱을 위한 센싱 프로세서는 데이터기입 기간, 부스팅 기간, 및 센싱 기간을 포함하여 이뤄지며,

상기 데이터기입 기간에서 상기 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압이 상기 구동전류에 맞게 세팅되고,

상기 부스팅 기간에서 상기 OLED를 통해 흐르는 상기 구동전류에 의해 상기 OLED의 애노드전압이 부스팅되어 상기 OLED의 기생 커패시터에 저장되고,

상기 센싱 기간에서 상기 구동전류는 차단되고, 상기 OLED의 기생 커패시터에 축적된 전하량은 센싱 유닛에 의해 센싱되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 센싱 유닛은 전류 적분기 및 전류 비교기 중 어느 하나로 구현되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 센싱 프로세서는 상기 부스팅 기간과 상기 센싱 기간 사이에 위치하는 방전 기간을 더 포함하여 이뤄지며,

상기 부스팅 기간에서 상기 OLED의 기생 커패시터에 축적된 전하량은 상기 방전 기간에서 상기 OLED의 문턱전압까지 방전되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 픽셀들 각각은,

데이터라인과 상기 구동 TFT의 게이트전극 사이에 접속되며 스캔 제어신호에 따라 스위칭되는 제1 스위치 TFT;

상기 센싱 라인과 상기 구동 TFT의 소스전극 사이에 접속되며 센싱 제어신호에 따라 스위칭되는 제2 스위치 TFT; 및

상기 구동 TFT의 게이트전극과 소스전극 사이에 접속된 스토리지 커패시터를 구비하고;

상기 스캔 제어신호와 상기 센싱 제어신호는 서로 동일하게 구현되거나 또는 서로 다르게 구현되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 센싱 라인은 수평으로 이웃한 각 픽셀에 서로 독립적으로 접속되거나 또는, 수평으로 이웃한 적어도 2개 이상의 픽셀들에 공통으로 접속되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광 표시장치에 관한 것으로, 특히 유기발광다이오드의 열화를 센싱할 수 있는 유기발광 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액티브 매트릭스 타입의 유기발광 표시장치는 스스로 발광하는 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode: 이하, "OLED"라 함)를 포함하며, 응답속도가 빠르고 발광효율, 휘도 및 시야각이 큰 장점이 있다.

[0003] 자발광 소자인 OLED는 애노드전극 및 캐소드전극과, 이들 사이에 형성된 유기 화합물층(HIL, HTL, EML, ETL, EIL)을 포함한다. 유기 화합물층은 정공주입층(Hole Injection layer, HIL), 정공수송층(Hole transport layer, HTL), 발광층(Emission layer, EML), 전자수송층(Electron transport layer, ETL) 및 전자주입층(Electron Injection layer, EIL)으로 이루어진다. 애노드전극과 캐소드전극에 구동전압이 인가되면 정공수송층(HTL)을 통과한 정공과 전자수송층(ETL)을 통과한 전자가 발광층(EML)으로 이동되어 여기자를 형성하고, 그 결과 발광층(EML)이 가시광을 발생하게 된다.

[0004] 유기발광 표시장치는 OLED를 각각 포함한 픽셀들을 매트릭스 형태로 배열하고 비디오 데이터의 계조에 따라 픽셀들의 휘도를 조절한다. 픽셀들 각각은 자신의 게이트전극과 소스전극 사이에 걸리는 전압(Vgs)에 따라 OLED에 흐르는 구동전류를 제어하는 구동 TFT(Thin Film Transistor)를 포함하며, 구동전류에 비례하는 OLED의 발광량으로 표시 계조(휘도)를 조절한다.

[0005] 통상 OLED는 발광시간이 경과 함에 따라서 OLED의 동작점 전압(문턱전압)이 증가하고 발광효율이 감소하는 열화 특성이 있다. 각 픽셀의 OLED에 인가되는 전류 누적치는 해당 픽셀에서 구현된 계조 누적치에 비례하므로, 상기와 같은 OLED 열화 정도는 픽셀마다 달라질 수 있다. 이러한 픽셀들 간 OLED 열화 편차는 휘도 편차를 야기하고, 이것이 심화되면 영상 고착화(Image Sticking) 현상이 발생될 수 있다.

[0006] OLED 열화를 보상하기 위해 OLED 열화를 센싱한 후, 이 센싱값을 기초로 외부 회로에서 비디오 데이터를 변조하는 다양한 보상 방식이 제안된 바 있다. 이러한 종래의 보상 방식에서, 데이터 구동회로는 센싱 라인을 통해 각 픽셀로부터 센싱 전압을 직접 입력받고, 이 센싱 전압을 디지털 센싱값으로 변환한 후 타이밍 콘트롤러에 전송한다. 타이밍 콘트롤러는 디지털 센싱값을 기초로 디지털 비디오 데이터를 변조하여 OLED의 열화 편차를 보상한다.

[0007] 이러한 종래 보상 방식은 다음과 같은 문제가 있다.

[0008] 종래 보상 방식은 OLED의 열화 정도를 센싱하기 위해 전압 센싱 방식을 취하였다. 즉, 종래 보상 방식은 OLED 애노드 전압을 센싱 라인의 기생 커패시터에 저장한 후, 이 저장 전압을 센싱한다. 이때, 센싱 라인의 기생 커패시턴스는 수백 내지 수천 pF으로 매우 크기 때문에 센싱에 소요되는 시간이 길어질 수밖에 없다. 즉, 센싱 라인의 기생 커패시턴스가 크면, 센싱 가능한 전압 수준으로 전류를 인입하는 데 많은 시간이 소요되며, 이러한 문제는 고계조 센싱보다 저계조 센싱에서 더욱 심해진다.

[0009] 또한, 센싱 라인의 기생 커패시턴스는 인접한 데이터라인의 영향 등에 의한 표시패널의 설계 조건에 따라 그 크기가 변동될 수 있다. 이렇게 기생 커패시턴스의 크기가 센싱 라인들 간에 달라지면, 정확한 센싱값 획득이 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 본 발명의 목적은 OLED의 열화를 센싱함에 있어 센싱 시간을 줄이고 센싱의 신뢰성을 제고할 수 있도록

한 유기발광 표시장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 OLED, 상기 OLED의 발광량을 제어하는 구동 TFT를 각각 포함하며, 센싱 라인들에 연결된 다수의 픽셀들이 형성된 표시패널; 및 상기 OLED의 열화 정도를 센싱하기 위해 센싱 라인을 통해 해당 픽셀에 접속되어, 상기 OLED에 구동전류가 흐를 때 상기 OLED의 기생 커패시터에 축적되는 전하량을 센싱하는 적어도 하나 이상의 센싱 유닛을 포함한다.
- [0012] 상기 센싱 유닛은 전류 적분기 및 전류 비교기 중 어느 하나로 구현된다.
- [0013] 상기 전하량 센싱을 위한 센싱 프로세서는 데이터기입 기간, 부스팅 기간, 및 센싱 기간을 포함하여 이뤄지며, 상기 데이터기입 기간에서 상기 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압이 상기 구동전류에 맞게 세팅되고, 상기 부스팅 기간에서 상기 OLED를 통해 흐르는 상기 구동전류에 의해 상기 OLED의 애노드전압이 부스팅되어 상기 OLED의 기생 커패시터에 저장되고, 상기 센싱 기간에서 상기 구동전류는 차단되고, 상기 OLED의 기생 커패시터에 축적된 전하량은 센싱 유닛에 의해 센싱된다.
- [0014] 상기 센싱 프로세서는 상기 부스팅 기간과 상기 센싱 기간 사이에 위치하는 방전 기간을 더 포함하여 이뤄지며, 상기 부스팅 기간에서 상기 OLED의 기생 커패시터에 축적된 전하량은 상기 방전 기간에서 상기 OLED의 문턱전압까지 방전된다.
- [0015] 상기 픽셀들 각각은, 데이터라인과 상기 구동 TFT의 게이트전극 사이에 접속되며 스캔 제어신호에 따라 스위칭되는 제1 스위치 TFT; 상기 센싱 라인과 상기 구동 TFT의 소스전극 사이에 접속되며 센싱 제어신호에 따라 스위칭되는 제2 스위치 TFT; 및 상기 구동 TFT의 게이트전극과 소스전극 사이에 접속된 스토리지 커패시터를 구비하고; 상기 스캔 제어신호와 상기 센싱 제어신호는 서로 동일하게 구현되거나 또는 서로 다르게 구현된다.
- [0016] 상기 센싱 라인은 수평으로 이웃한 각 픽셀에 서로 독립적으로 접속되거나 또는, 수평으로 이웃한 적어도 2개 이상의 픽셀들에 공통으로 접속된다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명은 저전류 및 고속 센싱을 구현하여 센싱 시간을 줄이고 센싱의 정확도를 높이기 위해 전류 센싱 방식을 채용한다. 이러한 전류 센싱 방식의 일환으로, 본 발명은 데이터 구동회로 내에 적어도 하나 이상의 센싱 유닛을 설치하고, 센싱 대상 픽셀의 OLED에 구동전류가 흐를 때 그 OLED의 기생 커패시터에 축적되는 전하량을 상기 센싱 유닛을 통해 센싱하는 특징을 갖는다. 본 발명의 센싱 유닛은 전류 적분기 또는 전류 비교기를 통해 구현되며, 이를 이용한 전류 센싱 방식은 센싱 가능한 수준까지 전류를 인입하는 데 소요되는 시간이 종래의 전압 센싱 방식에 비해 획기적으로 짧아지므로, 저전류 및 고속 센싱을 구현하는 데 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 센싱 유닛을 포함한 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치를 보여주는 도면.
- 도 2a 및 도 2b는 센싱 라인과 픽셀의 접속 예를 보여주는 도면.
- 도 3 및 도 4는 전류 센싱 방식을 구현하기 위한 픽셀 어레이와 데이터 드라이버 IC의 일 구성들을 보여주는 도면들.
- 도 5는 전류 센싱 방식의 외부 보상에 적용되는 일 픽셀과 전류 적분기를 포함한 센싱 유닛 간의 일 접속 구조를 보여주는 도면.
- 도 6은 전류 센싱 방식의 외부 보상에 적용되는 일 픽셀과 전류 적분기를 포함한 센싱 유닛 간의 다른 접속 구조를 보여주는 도면.
- 도 7은 도 5를 기반으로 한 OLED 열화 센싱 타이밍을 보여주는 도면.

도 8 및 도 9는 도 6을 기반으로 한 OLED 열화 센싱 타이밍들을 보여주는 도면들.

도 10a 내지 도 10c는 각각 도 7 내지 도 9에 공통으로 포함된 데이터기입 기간, 부스팅 기간, 및 센싱 기간에 있어 픽셀과 전류 적분기의 동작 상태를 보여주는 도면들.

도 11은 OLED 문턱전압과 전류 적분기에서 출력되는 센싱 전압 간의 관계를 보여주는 그래프.

도 12는 OLED 문턱전압과 OLED 기생 커패시터에 충전되는 전하량 간의 관계를 보여주는 그래프.

도 13은 OLED 애노드 전압과 OLED 구동전류 간의 관계를 나타내는 그래프가 OLED 열화에 따라 쉬프트되는 것을 보여주는 도면.

도 14a 및 도 14b는 OLED 구동전류의 크기에 따라 열화 전후의 센싱 전압값들 간의 차이가 달라지는 것을 보여주는 도면.

도 15는 전류 센싱 방식의 외부 보상에 적용되는 일 픽셀과 전류 비교기를 포함한 센싱 유닛 간의 일 접속 구조를 보여주는 도면.

도 16 내지 도 18은 도 2b와 같은 적어도 2개 이상의 픽셀들(공유 그룹 픽셀들)이 동일한 센싱 라인을 공유하는 구조에서의 센싱 방법을 설명하기 위한 도면들.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 이러한 본 발명의 기술적 사상을 실시예를 통해 구체적으로 설명한다.

[0020] **[전류 센싱 방식의 센싱 유닛을 포함한 유기발광 표시장치]**

[0021] 도 1은 상기 센싱 유닛을 포함한 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치를 보여준다. 도 2a 및 도 2b는 센싱 라인과 픽셀의 접속 예를 보여준다. 도 3 및 도 4는 전류 센싱 방식을 구현하기 위한 픽셀 어레이와 데이터 드라이버 IC의 일 구성들을 보여준다.

[0022] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는 표시패널(10), 타이밍 콘트롤러(11), 데이터 구동회로(12), 게이트 구동회로(13), 및 메모리(16)를 구비한다.

[0023] 표시패널(10)에는 다수의 데이터라인들 및 센싱라인들(14A, 14B)과, 다수의 게이트라인들(15)이 교차되고, 이 교차영역마다 픽셀들(P)이 매트릭스 형태로 배치된다.

[0024] 픽셀들(P)은 도 2a 및 도 2b와 같이 서로 수평으로 이웃한 적색 표시용 R 픽셀, 백색 표시용 W 픽셀, 녹색 표시용 G 픽셀, 청색 표시용 B 픽셀을 포함할 수 있다. 각 픽셀(P)은 데이터라인들(14A) 중 어느 하나에, 센싱라인들(14B) 중 어느 하나에, 그리고 게이트라인들(15) 중 어느 하나에 접속된다. 각 픽셀(P)은 게이트라인(15)을 통해 입력되는 게이트펄스에 응답하여, 데이터라인(14A)과 전기적으로 연결되어 데이터라인(14A)으로부터 데이터전압을 입력받고, 센싱라인(14B)을 통해 센싱신호를 출력한다.

[0025] 센싱 라인(14B)은 도 2a, 도 3 및 도 4와 같이 수평으로 이웃한 각 픽셀에 서로 독립적으로 접속될 수 있다. 예컨대, 수평으로 서로 이웃한 R 픽셀, W 픽셀, G 픽셀, B 픽셀 각각이 서로 다른 센싱 라인에 접속될 수 있다. 한편, 센싱 라인(14B)은 표시패널에서 개구율이 용이하게 확보되도록 도 2b와 같이 수평으로 이웃한 적어도 2개 이상의 픽셀들에 공통으로 접속될 수도 있다. 예컨대, 수평으로 서로 이웃한 R 픽셀, W 픽셀, G 픽셀, B 픽셀이 서로 동일한 센싱 라인을 공유할 수 있다. 센싱 라인은 유닛 픽셀(R 픽셀, W 픽셀, G 픽셀, B 픽셀을 포함)마다 하나씩 할당될 수 있다.

[0026] 픽셀(P) 각각은 도시하지 않은 전원생성부로부터 고전위 구동전압(EVDD)과 저전위 구동전압(EVSS)을 공급받는다. 본 발명의 픽셀(P)은 외부 보상을 위해 OLED, 구동 TFT, 제1 및 제2 스위치 TFT, 및 스토리지 커패시터를 포함할 수 있다. 픽셀(P)을 구성하는 TFT들은 p 타입으로 구현되거나 또는, n 타입으로 구현될 수 있다. 또한, 픽셀(P)을 구성하는 TFT들의 반도체층은, 아몰포스 실리콘 또는, 폴리 실리콘 또는, 산화물을 포함할 수 있다.

[0027] 픽셀(P) 각각은 화상 구현을 위한 노멀 구동시와, 센싱값 획득을 위한 센싱 구동시에 서로 다르게 동작할 수 있다. 센싱 구동은 노멀 구동에 앞서 소정 시간 동안 수행되거나 또는, 노멀 구동 중의 수직 블랭크 기간들에서

수행될 수 있다.

- [0028] 노멀 구동은 타이밍 컨트롤러(11)의 제어하에 데이터 구동회로(12)와 게이트 구동회로(13)의 일 동작으로 이루어질 수 있다. 센싱 구동은 타이밍 컨트롤러(11)의 제어하에 데이터 구동회로(12)와 게이트 구동회로(13)의 다른 동작으로 이루어질 수 있다. 센싱 결과를 기반으로 편차 보상을 위한 보상 데이터를 도출하는 동작과, 보상 데이터를 이용하여 디지털 비디오 데이터를 변조하는 동작은 타이밍 컨트롤러(11)에서 수행된다.
- [0029] 데이터 구동회로(12)는 적어도 하나 이상의 데이터 드라이버 IC(Integrated Circuit)(SDIC)를 포함한다. 데이터 드라이버 IC(SDIC)에는 각 데이터라인(14A)에 연결된 다수의 디지털-아날로그 컨버터(이하, DAC)들과, 센싱 채널들(CH1~CHn)을 통해 센싱라인(14B)들에 연결된 다수의 센싱 유닛들(SU#1~#6)이 포함되어 있다.
- [0030] 데이터 드라이버 IC(SDIC)의 DAC는 노멀 구동시 타이밍 컨트롤러(11)로부터 인가되는 데이터타이밍 제어신호(DDC)에 따라 디지털 비디오 데이터(RGB)를 화상 구현용 데이터전압으로 변환하여 데이터라인들(14A)에 공급한다. 한편, 데이터 드라이버 IC(SDIC)의 DAC는 센싱 구동시 타이밍 컨트롤러(11)로부터 인가되는 데이터타이밍 제어신호(DDC)에 따라 센싱용 데이터전압을 생성하여 데이터라인들(14A)에 공급한다.
- [0031] 데이터 드라이버 IC(SDIC)의 각 센싱 유닛들(SU#1~#6)은 센싱 대상 픽셀(P)의 전류 정보(구동 전류에 대응하여 센싱 대상 픽셀(P)의 OLED 기생 커패시터에 축적되는 전하량)를 센싱한다. 각 센싱 유닛들(SU#1~#6)은 전류 적분기(도 5 내지 도 14b 참조)를 포함하여 구현될 수도 있고, 전류 비교기(도 15 참조)로 구현될 수도 있다. 각 센싱 유닛들(SU#1~#6)이 전류 적분기(도 5 내지 도 14b 참조)를 포함하여 구현되는 경우, 데이터 드라이버 IC(SDIC)에는 센싱 유닛들(SU#1~#6)의 출력단에 연결된 아날로그-디지털 컨버터(이하, ADC)가 더 구비될 수 있다. 데이터 드라이버 IC(SDIC)는 아날로그 센싱값을 디지털 처리하여 타이밍 컨트롤러(11)에 전송한다.
- [0032] 게이트 구동회로(13)는 노멀 구동시 게이트 제어신호(GDC)를 기반으로 화상 표시용 게이트펄스를 생성한 후, 행 순차 방식(L#1, L#2, ...)으로 게이트라인들(15)에 순차 공급한다. 게이트 구동회로(13)는 센싱 구동시 게이트 제어신호(GDC)를 기반으로 센싱용 게이트펄스를 생성한 후, 행 순차 방식(L#1, L#2, ...)으로 게이트라인들(15)에 순차 공급한다. 센싱용 게이트펄스는 화상 표시용 게이트펄스에 비해 온 펄스 구간이 짧을 수 있다. 센싱용 게이트펄스의 온 펄스 구간은 1 라인 센싱 온 타임에 대응되며, 여기서, 1 라인 센싱 온 타임이란 1 행 픽셀라인((L#1, L#2, ...)의 픽셀들을 동시에 센싱하는 데 할애되는 스캔 시간을 의미한다.
- [0033] 게이트펄스는 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)를 포함(도 3 내지 도 9 참조)할 수 있다. 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)는 서로 동일하게 구현되거나(도 3, 5, 7참조) 또는, 서로 다르게 구현(도 4, 6, 8, 9참조)될 수 있다. 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)가 동일하게 구현될 때, 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)는 단일한 신호 형태로 동일한 게이트라인(15)을 통해 각 픽셀(P)에 인가될 수 있어, 신호 배선수 줄이는데 효과적이다. 반면, 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)가 서로 다르게 구현될 때, 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)는 서로 다른 게이트라인(15A, 15B)을 통해 각 픽셀(P)에 인가될 수 있다.
- [0034] 타이밍 컨트롤러(11)는 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 도트클럭신호(DCLK) 및 데이터 인에이블 신호(DE) 등의 타이밍 신호들에 기초하여 데이터 구동회로(12)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 제어신호(DDC)와, 게이트 구동회로(13)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 게이트 제어신호(GDC)를 생성한다. 타이밍 컨트롤러(11)는 소정의 참조 신호(구동전원 인에이블신호, 수직 동기신호, 데이터 인에이블 신호등)를 기반으로 노멀 구동과 센싱 구동을 구분하고, 각 구동에 맞게 데이터 제어신호(DDC)와 게이트 제어신호(GDC)를 생성한다. 아울러, 타이밍 컨트롤러(11)는 노멀 구동과 센싱 구동에 맞게 각 센싱 유닛들(SU#1~#6)의 내부 스위치들을 동작시키기 위해 관련 스위칭 제어신호들을 더 생성할 수 있다.
- [0035] 타이밍 컨트롤러(11)는 센싱 구동시 센싱용 데이터전압에 대응되는 디지털 데이터를 데이터 구동회로(12)에 전송할 수 있다. 타이밍 컨트롤러(11)는 센싱 구동시 데이터 구동회로(12)로부터 전송되는 디지털 센싱값(SD)을 기반으로 각 픽셀(P)의 OLED 열화를 검출하고, 픽셀들(P) 간 열화 편차 보상할 수 있는 보상 데이터를 메모리(16)에 저장할 수 있다.
- [0036] 타이밍 컨트롤러(11)는 노멀 구동시 메모리(16)에 저장된 보상 데이터를 참조로 화상 구현을 위한 디지털 비디오 데이터(RGB)를 변조한 후 데이터 구동회로(12)에 전송한다.
- [0037] 이러한 본 발명은 저전류 및 고속 센싱을 구현하여 센싱 시간을 줄이고 센싱의 정확도를 높이기 위해 전류 센싱 방식을 채용한다. 이러한 전류 센싱 방식의 일환으로, 본 발명은 데이터 구동회로 내에 적어도 하나 이상의 센싱 유닛을 설치하고, 센싱 대상 픽셀의 OLED에 구동전류가 흐를 때 그 OLED의 기생 커패시터에 축적되는 전하량

을 상기 센싱 유닛을 통해 센싱하는 특징을 갖는다.

- [0038] OLED의 기생 커패시터에 축적되는 전하량을 센싱하기 위해, 본 발명은 도 5 내지 도 14에서와 같은 전류 적분기를 센싱 유닛으로 이용할 수도 있고, 또한 도 15와 같은 전류 비교기를 센싱 유닛으로 이용할 수 있다. 이하에서는 이러한 전류 센싱 방식의 구체적 구현 예들에 대해 살펴본다.
- [0039] **[전류 적분기를 이용한 전류 센싱 방식의 일 구현 예]**
- [0040] 도 5는 전류 센싱 방식의 외부 보상에 적용되는 일 픽셀과 전류 적분기를 포함한 센싱 유닛 간의 일 접속 구조를 보여준다. 도 6은 전류 센싱 방식의 외부 보상에 적용되는 일 픽셀과 전류 적분기를 포함한 센싱 유닛 간의 다른 접속 구조를 보여준다. 도 5는 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)가 서로 동일하게 구현되는 경우를, 그리고 도 6은 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)가 서로 다르게 구현되는 경우를 나타낸 것으로, 그외 나머지 구성에 있어 도 5 및 도 6은 실질적으로 동일하다.
- [0041] 도 5 및 도 6를 참조하면, 각 픽셀(P)은 OLED, 구동 TFT(Thin Film Transistor)(DT), 스토리지 커패시터(Cst), 제1 스위치 TFT(ST1), 및 제2 스위치 TFT(ST2)를 구비할 수 있다.
- [0042] OLED는 제2 노드(N2)에 접속된 애노드전극과, 저전위 구동전압(EVSS)의 입력단에 접속된 캐소드전극과, 애노드전극과 캐소드전극 사이에 위치하는 유기화합물층을 포함한다. 애노드전극과 캐소드전극, 그들 간에 존재하는 다수의 절연막들에 의해 OLED에는 기생 커패시터(Co1ed)가 생성된다. 이러한 OLED 기생 커패시터(Co1ed)의 커패시턴스는 수 pF으로서, 센싱 라인(14B)에 존재하는 기생 커패시턴스인 수백 ~ 수천 pF에 비해 아주 적다. 본 발명은 전류 센싱을 위해 OLED 기생 커패시터(Co1ed)를 이용한다.
- [0043] 구동 TFT(DT)는 게이트-소스 간 전압(Vgs)에 따라 OLED에 입력되는 전류량을 제어한다. 구동 TFT(DT)는 제1 노드(N1)에 접속된 게이트전극, 고전위 구동전압(EVDD)의 입력단에 접속된 드레인전극, 및 제2 노드(N2)에 접속된 소스전극을 구비한다. 스토리지 커패시터(Cst)는 제1 노드(N1)와 제2 노드(N2) 사이에 접속된다. 제1 스위치 TFT(ST1)는 스캔 제어신호(SCAN)에 응답하여 데이터라인(14A) 상의 데이터전압(Vdata)을 제1 노드(N1)에 인가한다. 제1 스위치 TFT(ST1)는 게이트라인(15)에 접속된 게이트전극, 데이터라인(14A)에 접속된 드레인전극, 및 제1 노드(N1)에 접속된 소스전극을 구비한다. 제2 스위치 TFT(ST2)는 센싱 제어신호(SEN)에 응답하여 제2 노드(N2)와 센싱 라인(14B) 간의 전류 흐름을 스위칭한다. 제2 스위치 TFT(ST2)는 제2 게이트라인(15D)에 접속된 게이트전극, 센싱 라인(14B)에 접속된 드레인전극, 및 제2 노드(N2)에 접속된 소스전극을 구비한다.
- [0044] 또한, 상기 픽셀(P)에 접속된 센싱 유닛(SU#k, k는 양의 정수)은 전류 적분기(CI)와 샘플&홀드부(SH)를 포함할 수 있다.
- [0045] 전류 적분기(CI)는 픽셀로부터 유입되는 전류정보(Ipixel)를 적분하여 센싱 전압(Vsen)을 생성한다. 전류 적분기(CI)는, 센싱 채널(CH)을 통해 센싱 라인(14B)에 연결되어 센싱 라인(14B)으로부터 픽셀의 전류정보(Ipixel) 즉, 픽셀(P)의 OLED 기생 커패시터(Co1ed)에 충전된 전하를 입력받는 반전 입력단자(-), 기준전압(Vpre)을 입력받는 비 반전 입력단자(+), 및 출력 단자를 포함한 앰프(AMP)와, 앰프(AMP)의 반전 입력단자(-)와 출력 단자 사이에 접속된 적분 커패시터(Cfb)와, 적분 커패시터(Cfb)의 양단에 접속된 리셋 스위치(RST)를 포함한다.
- [0046] 전류 적분기(CI)는 샘플&홀드부(SH)를 통해 ADC에 연결된다. 샘플&홀드부(SH)는 앰프(AMP)로부터 출력되는 센싱 전압(Vsen)을 샘플링하여 샘플링 커패시터(Cs)에 저장하는 샘플링 스위치(SAM), 샘플링 커패시터(C)에 저장된 센싱 전압(Vsen)을 ADC에 전달하기 위한 홀딩 스위치(HOLD)를 포함한다.
- [0047] 도 7은 도 5를 기반으로 한 OLED 열화 센싱 타이밍을 보여준다. 도 8 및 도 9는 도 6을 기반으로 한 OLED 열화 센싱 타이밍들을 보여준다. 도 10a 내지 도 10c는 각각 도 7 내지 도 9에 공통으로 포함된 데이터기입 기간, 부스팅 기간, 및 센싱 기간에 있어 픽셀과 전류 적분기의 동작 상태를 보여준다. 도 11은 OLED 문턱전압과 전류 적분기에서 출력되는 센싱 전압 간의 관계를 보여주는 그래프이다. 도 12는 OLED 문턱전압과 OLED 기생 커패시터에 충전되는 전하량 간의 관계를 보여주는 그래프이다.
- [0048] 도 7 내지 도 12를 참조하면, 본 발명에 따라 OLED 기생 커패시터(Co1ed)에 충전된 전하량을 센싱하기 위한 센싱 프로세서는 데이터기입 기간(Twrt), 부스팅 기간(Tbst), 및 센싱 기간(Tsen)을 포함하여 이뤄질 수 있다. 센싱 프로세서는 센싱 기간(Tsen)에 이어 샘플링 기간(Tsam)을 더 포함할 수 있다. 도 10a 내지 도 10c를 결부하여 센싱 프로세서를 설명하면 다음과 같다.

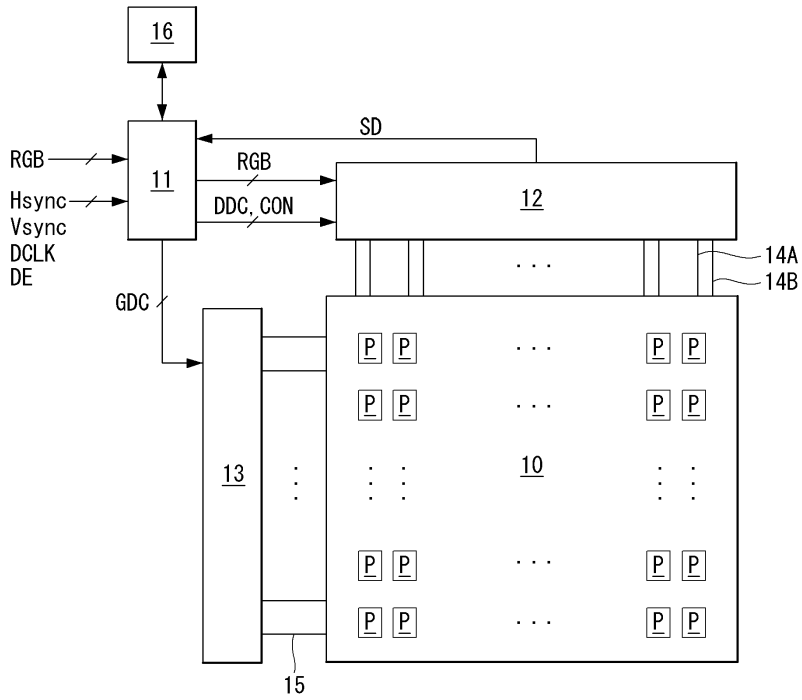
- [0049] 도 7, 8, 10a과 같이, 데이터기입 기간(Twrt)에서 리셋 스위치(RST)의 턴 온으로 인해 앰프(AMP)는 이득이 1인 유닛 게인 버퍼로 동작하여, 앰프(AMP)의 입력 단자들(+,-)과 출력 단자, 센싱 라인(14B)은 모두 기준전압(Vpre)으로 초기화된다. 데이터기입 기간(Twrt)에서 데이터 드라이버 IC(SDIC)의 DAC를 통해 센싱용 데이터전압(Vdata_SEN)이 데이터라인(14A)에 인가된다.
- [0050] 데이터라인(14A) 상의 센싱용 데이터전압(Vdata_SEN)은 온 스위칭된 제1 스위치 TFT(ST1)를 경유하여 제1 노드(N1)에 인가되고, 센싱 라인(14B) 상의 기준전압(Vpre)은 온 스위칭된 제2 스위치 TFT(ST2)를 경유하여 제2 노드(N2)에 인가된다. 그에 따라 구동 TFT(DT)에는 제1 노드(N1)와 제2 노드(N2)의 전위차{Vdata_SEN-VREF}에 상응하는 소스-드레인 간 전류(Ids), 즉 OLED 구동전류가 흐른다. 하지만, 앰프(AMP)는 계속해서 유닛 게인 버퍼로 동작하므로, 데이터기입 기간(Twrt)에서 출력 단자의 전위는 기준전압(Vpre)으로 유지된다.
- [0051] 도 7, 8, 10b와 같이, 부스팅 기간(Tbst)에서 제1 및 제2 스위치 TFT(ST1,ST2)는 오프 스위칭된다. 이에 따라 구동 TFT(DT)의 소스-드레인 간 전류(Ids)에 의해 제2 노드(N2)의 전위, 즉 OLED의 애노드전압(Vanode)은 상승한다. 부스팅 이후의 OLED의 애노드전압(Vanode)은 OLED의 열화 정도에 따라 다르게 되며(도 7 및 도 8의 Vanode 전위 변화 파형에서 점선으로 표기된 부분이 실선으로 표기된 부분에 비해 상대적으로 열화가 큼), 이때 OLED 기생 커패시터(Coled)에 충전되는 전하량도 열화 정도에 따라 달라진다.(Q=Coled*Vanode) 한편, 앰프(AMP)는 계속해서 유닛 게인 버퍼로 동작하므로, 부스팅 기간(Tbst)에서 출력 단자의 전위는 기준전압(Vpre)으로 유지된다.
- [0052] 도 7, 8, 10c와 같이, 센싱 기간(Tsen)에서 제1 및 제2 스위치 TFT(ST1,ST2)는 온 스위칭되고, 리셋 스위치(RST)는 오프 스위칭된다. OLED 기생 커패시터(Coled)에 충전된 전하는 제2 스위치 TFT(ST2)를 통해 전류 적분기(CI)의 적분 커패시터(Cfb)에 저장되면서 센싱이 이뤄진다. 이때, 데이터 드라이버 IC(SDIC)의 DAC를 통해 블랙 계조용 데이터전압(Vdata_black)이 데이터라인(14A)에 인가되며, 구동 TFT(DT)는 제1 스위치 TFT(ST1)를 통해 인가되는 블랙 계조용 데이터전압(Vdata_black)에 의해 턴 오프됨으로써, 구동 TFT(DT)에 흐르는 전류에 의해 센싱값이 왜곡되는 것을 방지한다.
- [0053] 센싱 기간(Tsen)에서 앰프(AMP)의 반전 입력단자(-)에 유입되는 전하에 의해 적분 커패시터(Cfb)의 양단 전위차는 센싱 시간이 경과 할수록, 즉 축적되는 전류량(Ipixel)이 증가할수록 커진다. 그런데, 앰프(AMP)의 특성상 반전 입력단자(-) 및 비 반전 입력단자(+)는 가상 접지(Virtual Ground)를 통해 쇼트되어 서로 간 전위차가 0이므로, 센싱 기간(2)에서 반전 입력단자(-)의 전위는 적분 커패시터(Cfb)의 전위차 증가에 상관없이 기준전압(Vpre)으로 유지된다. 그 대신, 적분 커패시터(Cfb)의 양단 전위차에 대응하여 앰프(AMP)의 출력 단자 전위가 낮아진다. 이러한 원리로 센싱 기간(2)에서 센싱 라인(14B)을 통해 유입되는 전하는 적분 커패시터(Cfb)를 통해 적분값인 센싱 전압(Vsen)으로 변하며, 이 경우 센싱 전압(Vsen)은 기준전압(Vpre)보다 낮은값으로 출력될 수 있다. 이는 전류 적분기(CI)의 입출력 특성에 기인한 것이다.
- [0054] OLED 기생 커패시터(Coled)에 충전되는 전하량은 도 12와 같이 OLED 문턱전압(OLED_Vth)에 비례한다. 즉, OLED 열화에 따라 OLED 문턱전압(OLED_Vth)이 증가할수록 OLED 기생 커패시터(Coled)에 충전되는 전하량은 커진다. 한편, 전류 적분기(CI)에서 출력되는 센싱 전압(Vsen)은 전류 적분기(CI)의 입출력 특성상 도 11과 같이 같이 OLED 문턱전압(OLED_Vth)에 반비례할 수 있다. 즉, OLED 열화가 심해질수록 전류 적분기(CI)에서 출력되는 센싱 전압(Vsen)은 작아질 수 있다.
- [0055] 도 7 및 도 8의 샘플링 기간(Tsam)에서, 센싱 전압(Vsen)은 샘플링 스위치(SAM)를 경유하여 샘플링 커패시터(Cs)에 저장된다. 샘플링 기간(Tsam)에서, 홀딩 스위치(HOLD)가 턴 온 되면, 샘플링 커패시터(Cs)에 저장된 센싱 전압(Vsen)이 홀딩 스위치(HOLD)를 경유하여 ADC에 입력된다. 센싱 전압(Vsen)은 ADC에서 디지털 센싱값으로 변환된 후 타이밍 컨트롤러에 전송된다. 타이밍 컨트롤러는 디지털 센싱값을 미리 저장된 보상 알고리즘에 적용하여, OLED 열화 편차와 함께, 이 편차를 보상하기 위한 보상 데이터를 도출한다. 보상 알고리즘은 룩업 테이블 또는, 계산 로직으로 구현될 수 있다.
- [0056] 한편, 본 발명의 센싱 프로세서는 도 9와 같이 부스팅 기간(Tbst)과 센싱 기간(Tsen) 사이에 위치하는 방전 기간(Tdis)을 더 포함할 수 있다. 방전 기간(Tdis)은 도 9와 같이 스캔 제어신호(SCAN)와 센싱 제어신호(SEN)를 서로 다르게 구성할 때에 한해 구현 가능하다.
- [0057] 도 9를 참조하면, 방전 기간(Tdis)에서 데이터 드라이버 IC(SDIC)의 DAC를 통해 블랙 계조용 데이터전압(Vdata_black)이 데이터라인(14A)에 인가되며, 구동 TFT(DT)는 제1 스위치 TFT(ST1)를 통해 인가되는 블랙 계조용 데이터전압(Vdata_black)에 의해 턴 오프된다. 이에 따라, 부스팅 기간(Tbst)에서 OLED의 기생 커패시터

(Coled)에 축적된 전하량은 방전 기간(Tdis)에서 OLED의 문턱전압(OLED_Vth)까지 방전될 수 있다.

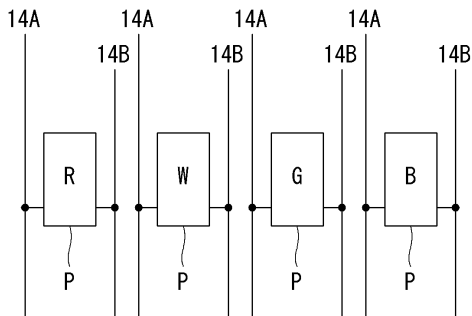
- [0058] 도 7 및 도 8에서는 기생 커패시터(Coled)에 축적된 전하량이 계조(데이터 기입 기간에서 세팅되는 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압에 대응됨)에 따라 달라져 계조별로 센싱 전압값이 달라질 수 있다. 이 경우, 열화 여부의 기준이 되는 기준값을 계조별로 다르게 세팅해야 한다. 반면, 도 9에서는 기생 커패시터(Coled)에 축적된 전하를 방전 기간(Tdis)을 통해 OLED 문턱전압까지 낮추기 때문에 계조 별로 센싱 전압값이 달라지지는 않는다. 따라서, 도 9에 의하는 경우 열화 여부의 기준이 되는 기준값을 계조별로 다르게 세팅할 필요가 없이 1개만으로 족하므로 보상을 위한 준비 과정이 간소해지는 잇점이 있다.
- [0059] 이러한 본 발명의 센싱 유닛에 포함되는 적분 커패시터(Cfb)의 커패시턴스는 센싱 라인에 존재하는 기생 커패시턴스에 비해 수백 분의 1만큼 작아, 본 발명의 전류 센싱 방식은 센싱 가능한 수준까지 전류를 인입하는 데 소요되는 시간이 종래의 전압 센싱 방식에 비해 획기적으로 짧아진다. 또한, 본 발명의 센싱 유닛에 포함되는 적분 커패시터(Cfb)는 센싱 라인의 기생 커패시터와 달리, 표시 부하에 따라 저장값이 변동되지 않아 정확한 센싱 값 획득이 가능하다. 이와 같이 본 발명은 전류 적분기를 이용한 전류 센싱 방식을 통해 저전류 및 고속 센싱을 구현하여 센싱 시간을 크게 줄일 수 있다.
- [0060] 도 13은 OLED 애노드 전압과 OLED 구동전류 간의 관계를 나타내는 그래프가 OLED 열화에 따라 쉬프트되는 것을 보여준다. 그리고, 도 14a 및 도 14b는 OLED 구동전류의 크기에 따라 열화 전후의 센싱 전압값들 간의 차이가 달라지는 것을 보여준다.
- [0061] 도 13을 참조하면, 구동 시간이 누적됨에 따라 동일 OLED 구동전류(Ioled)에 대응되는 OLED 애노드전압(Vanode)이 열화 전에 비해 열화 후에 더 증가 되어 있음을 알 수 있다.
- [0062] OLED 애노드전압(Vanode)의 증가 정도는 도 14a 및 도 14b에 도시된 것처럼, OLED 구동전류(Ioled)의 크기에 따라 비례한다. 도 14a 및 도 14b에서 실선은 열화 전의 OLED 애노드전압(Vanode)을, 그리고 점선은 열화 후의 OLED 애노드전압(Vanode)을 각각 나타낸다. 각 픽셀을 대상으로, 도 14a 및 도 14b와 같이 OLED 구동전류(Ioled)의 크기를 변경해가면서 최소한 2번 이상 센싱 동작이 수행되면, 해당 픽셀에 포함된 OLED의 열화 경향성이 충분히 파악될 수 있다.
- [0063] **[전류 비교기를 이용한 전류 센싱 방식의 일 구현 예]**
- [0064] 도 15는 전류 센싱 방식의 외부 보상에 적용되는 일 픽셀과 전류 비교기를 포함한 센싱 유닛 간의 일 접속 구조를 보여준다.
- [0065] 도 15를 참조하면, 픽셀(P)의 구성은 도 6에서 설명한 것과 실질적으로 동일하며, 픽셀(P)에 접속된 센싱 유닛(SU#k, k는 양의 정수)은 전류 비교기로 구현될 수 있다.
- [0066] 전류 비교기는 센싱 라인(14B)를 통해 픽셀의 전류정보(Ipixel)를 입력받고, 이 픽셀의 전류정보(Ipixel)를 내부의 기준전류(Iref)와 비교하고, 그 비교 결과를 열화 판단을 위한 센싱 정보로서 타이밍 컨트롤러(11)에 전송할 수 있다.
- [0067] 이를 위해, 전류 비교기는 센싱 채널(CH)을 통해 센싱 라인(14B)에 연결되어 센싱 라인(14B)으로부터 픽셀의 전류정보(Ipixel) 즉, 픽셀(P)의 OLED 기생 커패시터(Coled)에 충전된 전하를 입력받는 반전 입력단자(-), 기준전압(Vpre)을 입력받는 비 반전 입력단자(+), 및 출력 단자를 포함한 앰프(AMP)와, 앰프(AMP)의 반전 입력단자(-)와 출력 단자 사이에 접속된 제1 스위치(SW1)와, 앰프(AMP)의 출력 단자에 접속된 비교부와, 기준전류(Iref)를 출력하는 기준전류원(IREF)과 앰프(AMP)의 반전 입력단자(-) 사이에 접속된 제2 스위치(SW2)와, 센싱 채널(CH)과 앰프(AMP)의 반전 입력단자(-) 사이에 접속된 제3 스위치(SW3)를 포함한다.
- [0068] 비교부는 기준전류(Iref)에 따라 고정 레벨의 제1 전위로 세팅되는 제1 노드와, 픽셀의 전류정보(Ipixel)에 따라 가변 레벨의 제2 전위로 세팅되는 제2 노드와, 상기 제1 및 제2 전위를 비교하여 0 또는 1을 출력하는 출력부를 포함할 수 있다. 비교부는 제2 전위가 제1 전위보다 크면 "1"을 출력할 수 있고, 반대로 제2 전위가 제1 전위보다 작으면 "0"을 출력할 수 있다. 여기서, "1"은 해당 픽셀의 OLED가 열화되었음을 지시하는 정보일 수 있고, "0"은 해당 픽셀의 OLED가 열화되지 않았음을 지시하는 정보일 수 있다.
- [0069] 리셋 기간에서 제2 스위치(SW2)는 온 스위칭되어 기준전류(Iref)를 앰프(AMP)를 통해 비교부에 입력할 수 있다. 기준전류(Iref)에 의해 비교부 내에서 제1 및 제2 노드는 제1 전위로 리셋된다.

도면

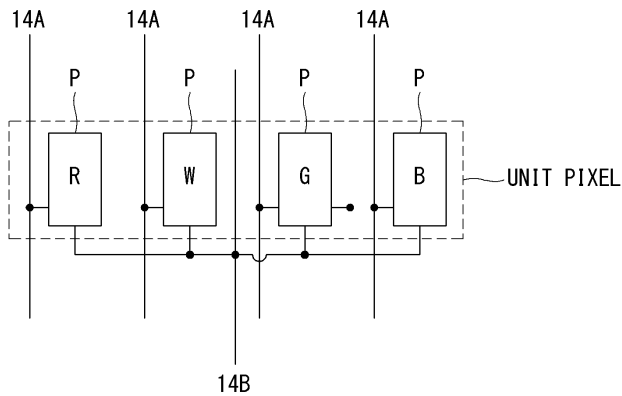
도면1



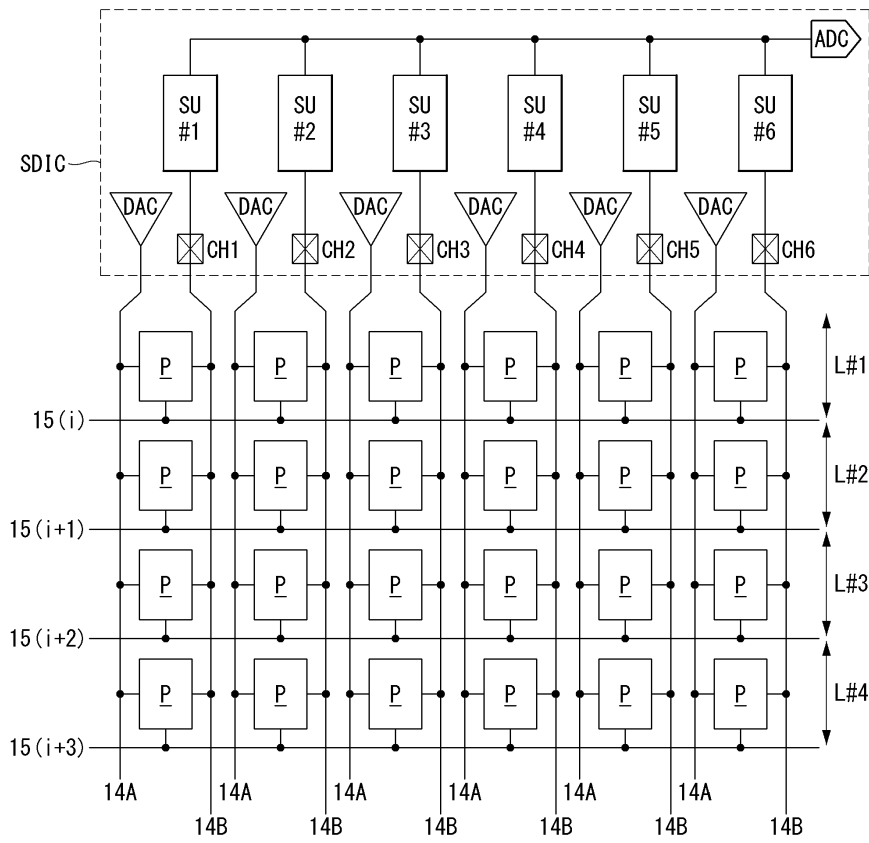
도면2a



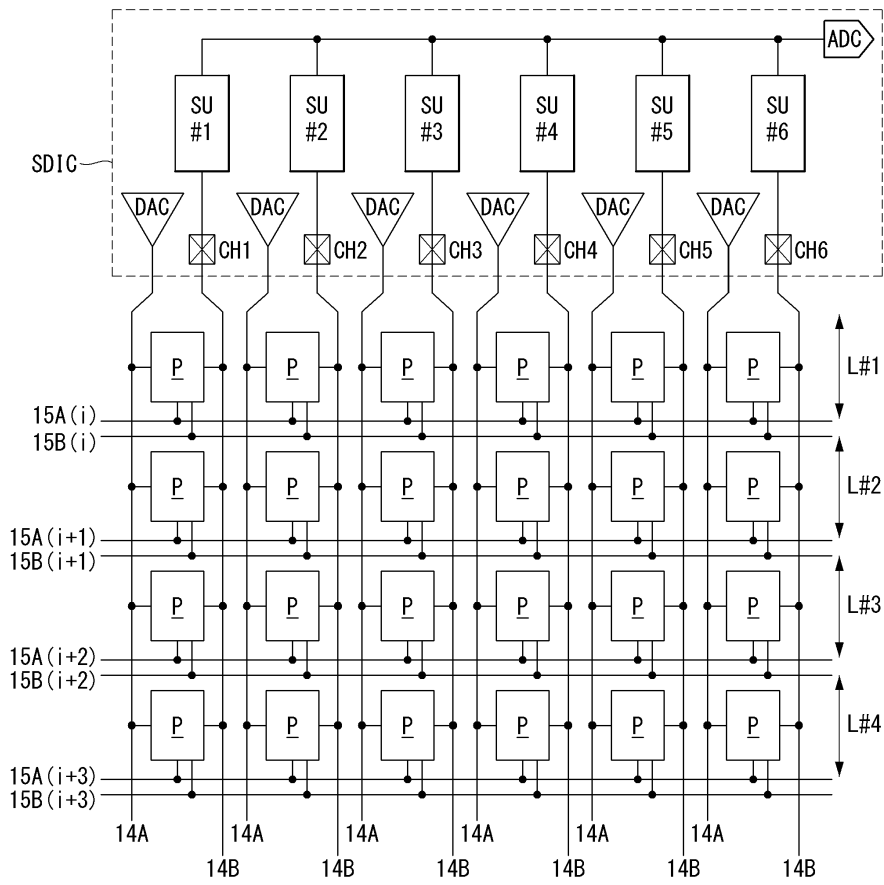
도면2b



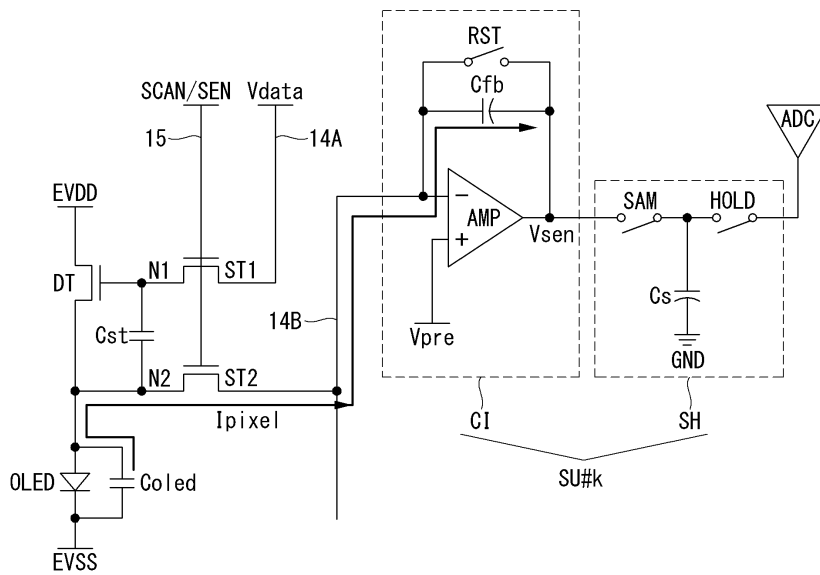
도면3



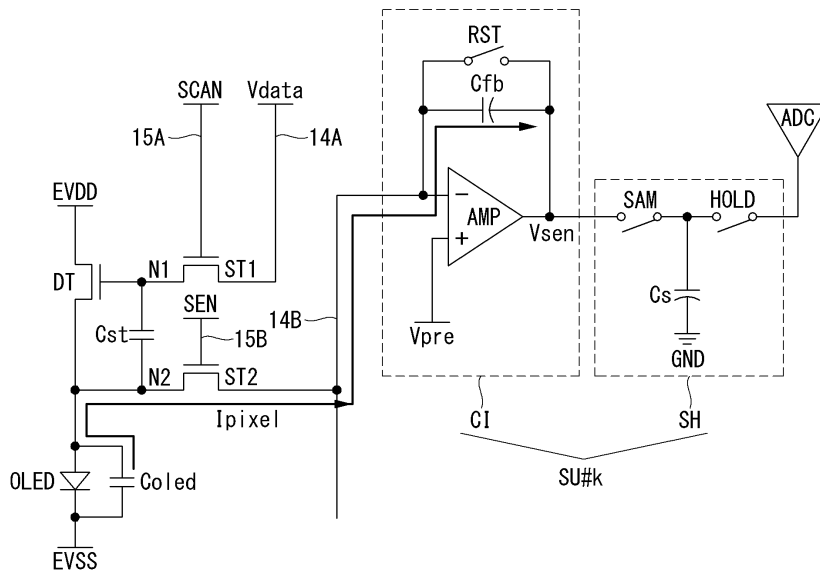
도면4



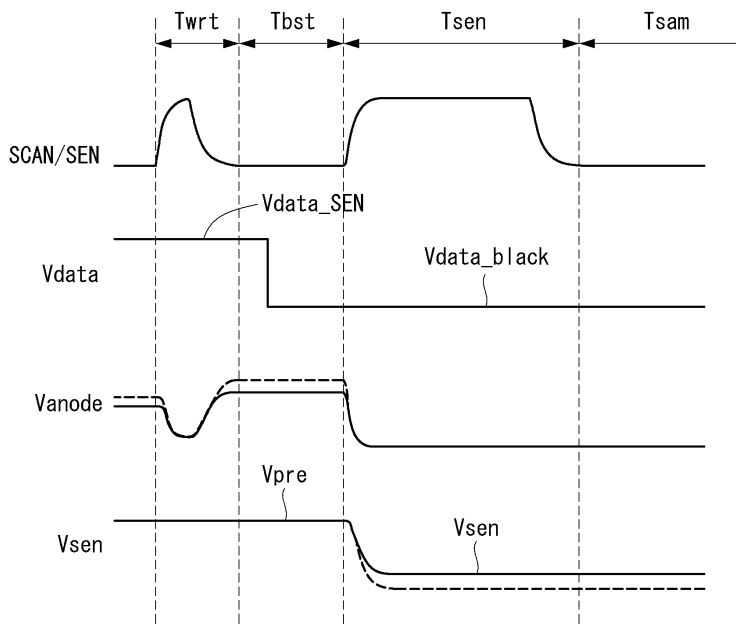
도면5



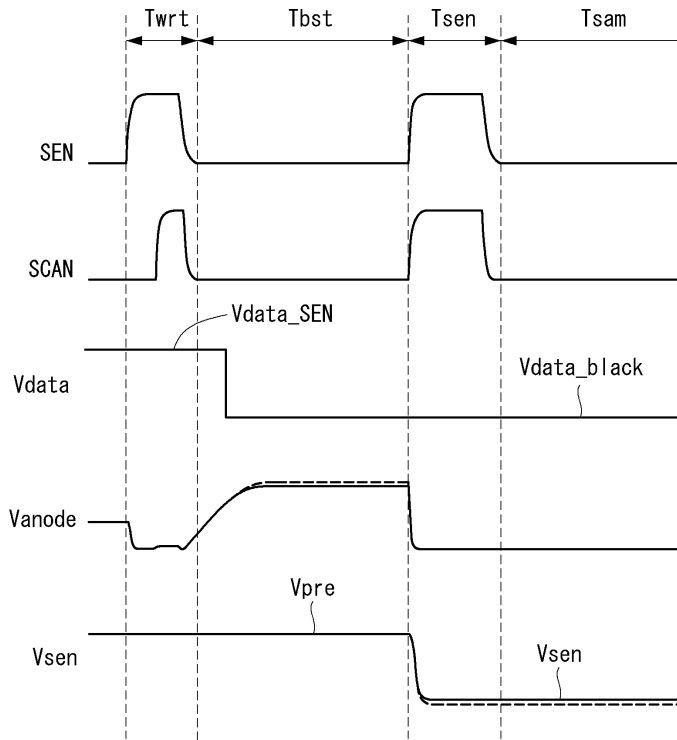
도면6



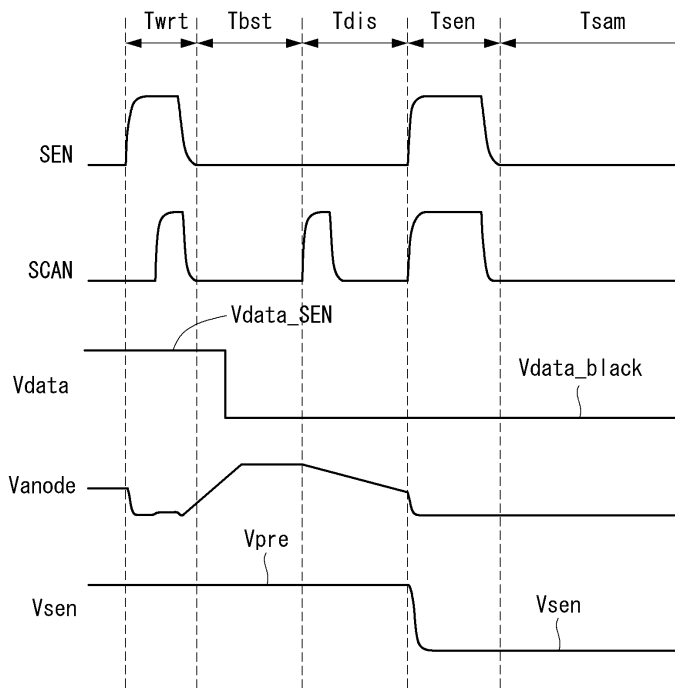
도면7



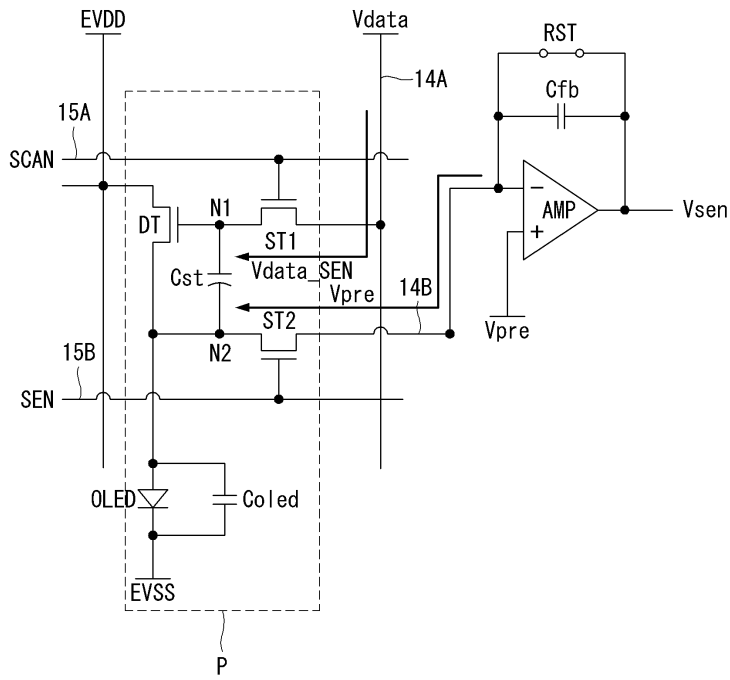
도면8



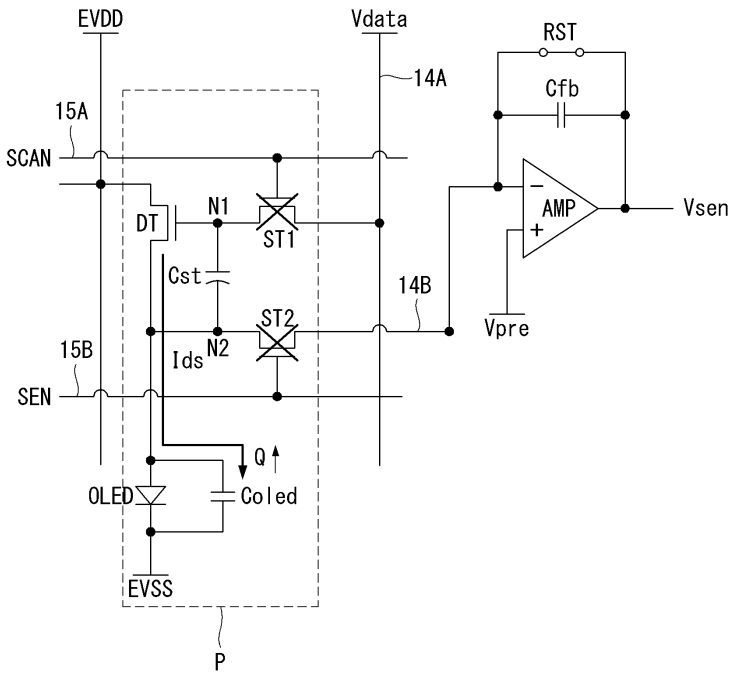
도면9



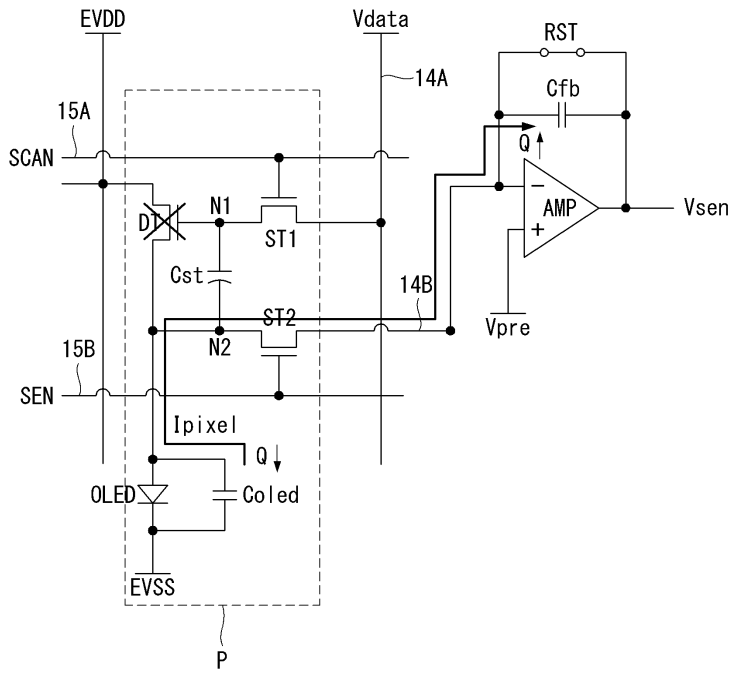
도면10a



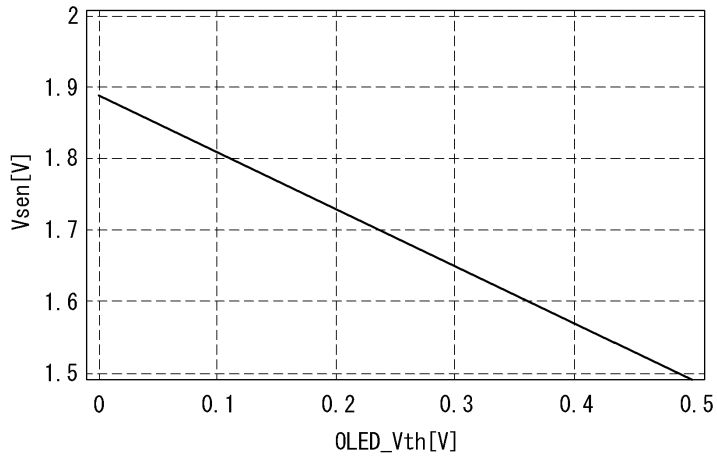
도면10b



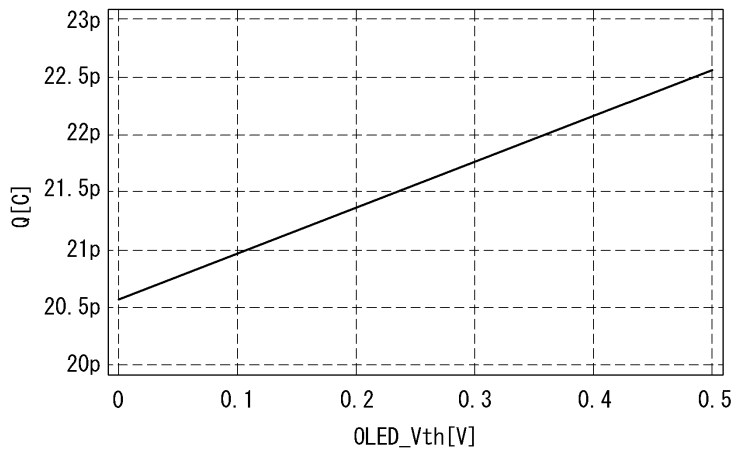
도면10c



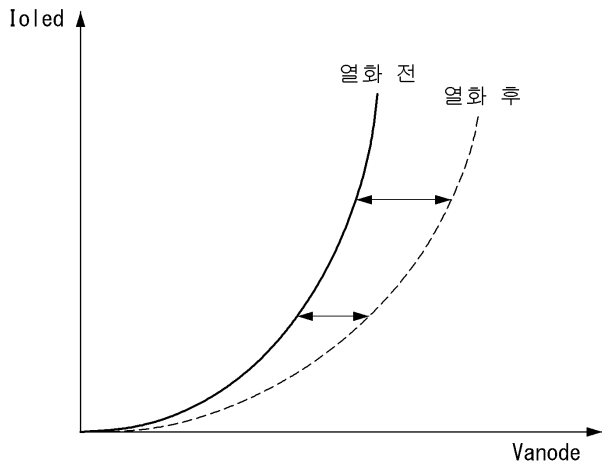
도면11



도면12

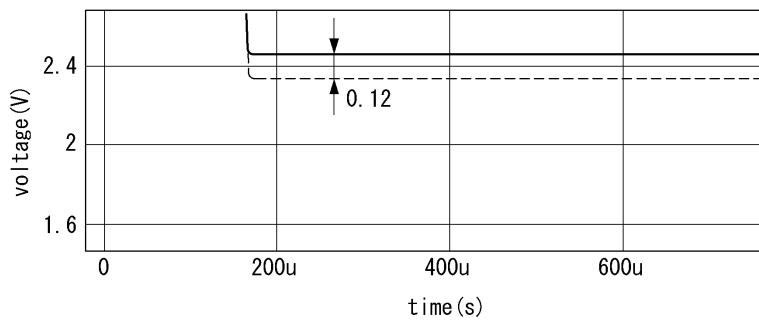


도면13



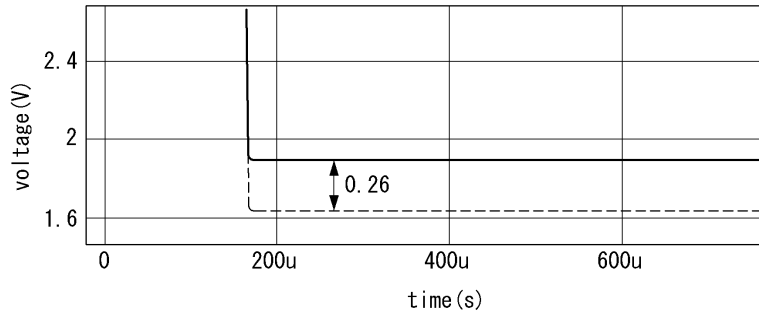
도면14a

<Ioled: 100nA>

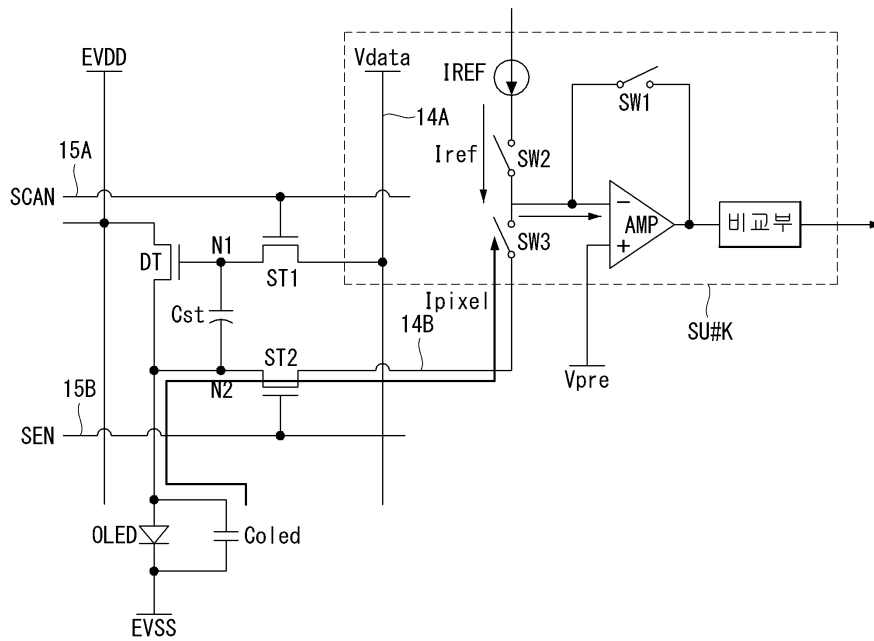


도면14b

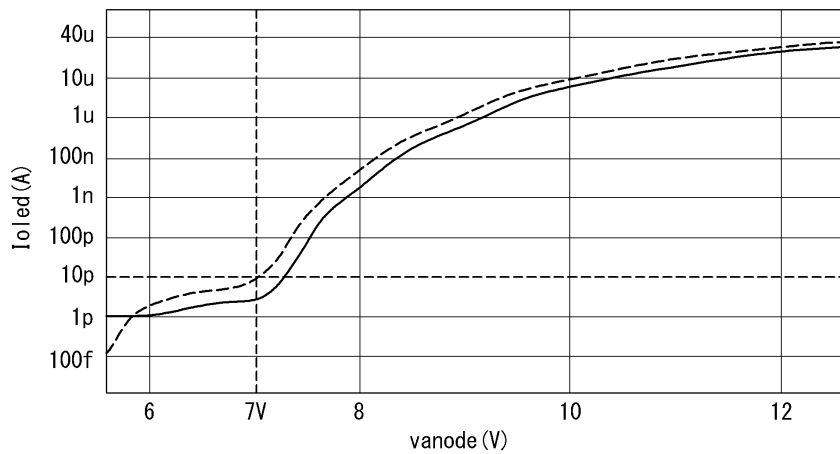
<Ioled:900nA>



도면15



도면16



도면17

OLED Vth	Case1	Case2	Case3	Case4
R	0V	+2V	0V	+2V
W	0V	+2V	0V	+2V
G	0V	+2V	0V	+2V
B	0V	0V	+2V	+2V

도면18

