



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월16일
(11) 등록번호 10-1978780
(24) 등록일자 2019년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G09G 3/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0035184

(22) 출원일자 2013년04월01일

심사청구일자 2018년03월14일

(65) 공개번호 10-2014-0119980

(43) 공개일자 2014년10월13일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110074986 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

신현기

경기도 파주시 미래로 535 102동 1202호 (목동동, 현대1차아파트)

(74) 대리인

특허법인로알

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 하정균

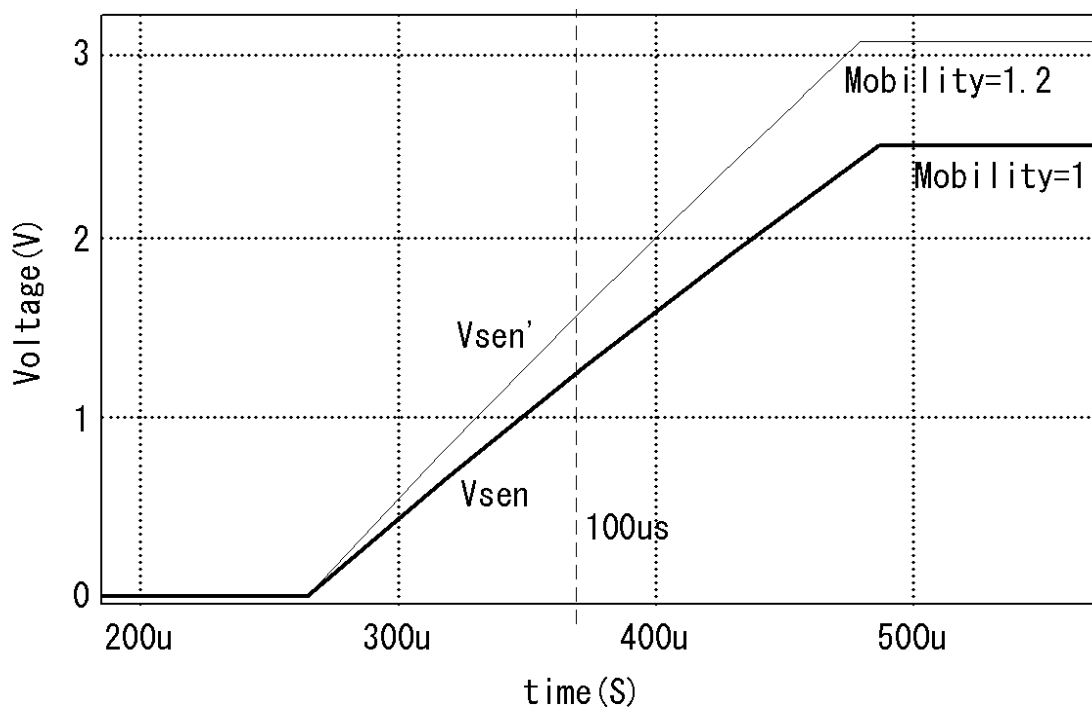
(54) 발명의 명칭 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 유기발광 표시장치는 유기발광다이오드; 노드 A에 접속된 게이트전극, 노드 B에 접속된 소스전극, 및 노드 C에 접속된 드레인전극을 포함하여 상기 유기발광다이오드에 인가되는 전류를 제어하는 구동 TFT; 제1 스캔신호에 따라 상기 노드 A와 데이터라인 사이의 전류 패스를 스위칭하여 상기 노드 A를 초기화하는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



제1 스위치 TFT; 제2 스캔신호에 따라 상기 노드 B와 상기 데이터라인 사이의 전류 패스를 스위칭하는 제2 스위치 TFT; 상기 제2 스캔신호에 따라 상기 노드 A와 상기 노드 C 사이의 전류 패스를 스위칭하여 상기 구동 TFT의 문턱전압을 샘플링하는 제3 스위치 TFT; 발광제어신호에 응답하여 고전위 구동전압의 입력단을 상기 노드 B에 연결하는 제4 스위치 TFT; 상기 발광제어신호에 따라 상기 노드 C와 상기 유기발광다이오드 사이의 전류 패스를 스위칭하는 제5 스위치 TFT; 및 상기 고전위 구동전압의 입력단과 상기 노드 A 사이에 접속된 스토리지 커패시터를 구비한다.

명세서

청구범위

청구항 1

미리 정해진 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 발광시 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압에 대한 입력 데이터전압의 비인 데이터 전송 효율을 화소별로 산출하는 단계;

상기 구동 TFT의 이동도에 대응되는 센싱 전압을 화소들로부터 검출한 후, 상기 센싱 전압을 기반으로 이동도 편차의 보상에 이용되는 보상값을 상기 화소별로 산출하는 단계;

상기 데이터 전송 효율과 상기 보상값을 이용하여 데이터전압에 따른 보정 함수를 상기 화소별로 생성하여 메모리에 저장하는 단계;

상기 보정 함수를 각 화소에 입력될 디지털 비디오 데이터에 곱하여 화소들 간 이동도 편차를 상기 데이터 전송 효율과 상기 보상값에 기초하여 보상하기 위한 디지털 보상 데이터를 계산하는 단계; 및

상기 디지털 보상 데이터를 보상 데이터전압으로 변환하여 각 화소에 인가하는 단계를 포함하고,

상기 보정 함수는 저계조 범위에서 상기 데이터전압이 증가함에 따라 급격하게 감소되도록 설정되고, 중간 계조 이상의 범위에서부터 고계조 범위까지 완만하게 감소되도록 설정되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 데이터 전송 효율은, 발광시 상기 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압에 대한 입력 데이터전압의 비로 정의되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 화소들로부터 검출되는 센싱 전압은 상기 구동 TFT의 이동도에만 대응되며,

상기 센싱 전압을 검출하기에 앞서, 상기 구동 TFT의 문턱전압이 보상된 데이터전압이 상기 화소들에 인가되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 데이터전압에 따른 보정 함수는 아래의 수식으로 정의되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법.

$$f(\alpha, Vdata) = 1 - (1 - \alpha)DTE(Vdata)$$

상기 수식에서, 상기 ' $f(\alpha, Vdata)$ '는 상기 보정 함수를, 상기 ' α '는 상기 보상값을, 그리고 상기 ' $DTE(Vdata)$ '는 상기 데이터전압에 따른 데이터 전송 효율을 각각 나타낸다.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 구동 TFT의 이동도에 대응되는 센싱 전압을 모든 화소들로부터 검출하는 단계는,

센싱 시간을 정해진 기준 시간보다 N (N 은 1보다 큰 양의 실수)배 늘리고, 상기 화소들에 인가되는 데이터전압을 낮추어 각 화소에 흐르는 구동 전류를 $1/N$ 배로 낮춘 상태에서 상기 검출 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는

유기발광 표시장치의 화질 보상 방법.

청구항 6

미리 정해진 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 발광시 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압에 대한 입력 데이터전압의 비인 데이터 전송 효율을 화소별로 산출하는 DTE 산출부;

상기 구동 TFT의 이동도에 대응되는 센싱 전압을 화소들로부터 검출하는 센싱전압 검출부;

상기 센싱전압 검출부로부터 입력되는 상기 센싱 전압을 기반으로 이동도 편차의 보상에 이용되는 보상값을 상기 화소별로 산출하는 보상값 산출부;

상기 데이터 전송 효율과 상기 보상값을 이용하여 데이터전압에 따른 보정 함수를 상기 화소별로 생성하여 메모리에 저장하는 보정함수 생성부;

상기 보정 함수를 각 화소에 입력될 디지털 비디오 데이터에 곱하여 화소들 간 이동도 편차를 상기 데이터 전송 효율과 상기 보상값에 기초하여 보상하기 위한 디지털 보상 데이터를 계산하는 데이터 변조부; 및

상기 디지털 보상 데이터를 보상 데이터전압으로 변환하여 각 화소에 인가하는 데이터 변조부를 구비하고,

상기 보정 함수는 저계조 범위에서 상기 데이터전압이 증가함에 따라 급격하게 감소되도록 설정되고, 중간 계조 이상의 범위에서부터 고계조 범위까지 완만하게 감소되도록 설정되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 데이터 전송 효율은, 발광시 상기 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압에 대한 입력 데이터전압의 비로 정의되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 화소들로부터 검출되는 센싱 전압은 상기 구동 TFT의 이동도에만 대응되며,

상기 센싱 전압을 검출하기에 앞서, 상기 구동 TFT의 문턱전압이 보상된 데이터전압이 상기 화소들에 인가되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 데이터전압에 따른 보정 함수는 아래의 수식으로 정의되는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치.

$$f(\alpha, V_{data}) = 1 - (1 - \alpha)DTE(V_{data})$$

상기 수식에서, 상기 ' $f(\alpha, V_{data})$ '는 상기 보정 함수를, 상기 ' α '는 상기 보상값을, 그리고 상기 ' $DTE(V_{data})$ '는 상기 데이터전압에 따른 데이터 전송 효율을 각각 나타낸다.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 센싱전압 검출부는,

센싱 시간을 정해진 기준 시간보다 N (N 은 1보다 큰 양의 실수)배 늘리고, 상기 화소들에 인가되는 데이터전압을 낮추어 각 화소에 흐르는 구동 전류를 $1/N$ 배로 낮춘 상태에서 상기 검출 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 액티브 매트릭스 타입의 유기발광 표시장치에 관한 것으로, 특히 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치 및 방법에 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 도 1과 같이, 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 화소들을 매트릭스 형태로 배열하고 비디오 데이터의 계조에 따라 화소들의 휘도를 조절한다. 화소들 각각은 도 2와 같이 고전위 구동전압(EVDD)의 입력단과 저전위 구동전압(EVSS)의 입력단 사이에 접속된 OLED, 게이트-소스 간 전압에 따라 OLED에 흐르는 구동전류(Ioled)를 제어하는 구동 TFT(Thin Film Transistor, DT), 구동 TFT(DT)의 게이트-소스 사이에 접속된 스토리지 커패시터(Cst), 및 스캔신호(SCAN)에 응답하여 데이터전압(Vdata)을 스토리지 커패시터(Cst)에 저장하는 스위치 TFT(ST)를 포함한다. 화소의 휘도는 OLED에 흐르는 구동전류(Ioled)의 크기에 비례하며, 이 구동전류(Ioled)는 구동 TFT(DT)의 전기적 특성에 영향받는다.

[0005] 문턱 전압, 이동도 등과 같은 구동 TFT의 전기적 특성은 모든 화소들에서 동일하게 설계됨이 바람직하나, 실제로는 여러 원인에 의해 화소들 간에서 조금씩 편차를 보인다. 구동 TFT의 전기적 특성 편차는 화소들 간의 휘도 편차를 야기한다.

[0006] 구동 TFT의 전기적 특성 편차를 보상하기 위한 다양한 보상 방안들이 알려져 있다. 보상 방안들은 내부 보상 방식과 외부 보상 방식으로 나뉘어진다. 내부 보상 방식은 구동 TFT들 간의 문턱 전압 편차를 화소 회로 내부에서 자동으로 보상한다. 내부 보상을 위해서는 OLED에 흐르는 구동전류가 구동 TFT의 문턱 전압에 상관없이 결정되도록 해야 하기 때문에, 화소 회로의 구성이 비교적 복잡하다. 더욱이, 내부 보상 방식은 구동 TFT들 간의 이동도 편차를 보상하기에는 부적합하다.

[0007] 외부 보상 방식은 구동 TFT들의 문턱 전압(또는 이동도)에 대응되는 센싱 전압들을 측정하고, 이 센싱 전압들을 기반으로 외부 회로에서 비디오 데이터를 변조하여 문턱 전압(또는 이동도) 편차를 보상한다. 외부 보상 방식에서는 통상 문턱 전압의 편차를 보상한 이후에 이동도 편차를 보상하고 있다.

[0008] 도 2 및 도 3을 결부하여 종래 외부 보상 방식에 따른 이동도 편차를 보상하는 과정을 부연 설명하면 다음과 같다.

[0009] 종래 구동 TFT(DT)의 이동도 편차 보상시에는, 문턱전압 편차가 보상된 데이터전압을 구동 TFT(DT)의 게이트에 인가하여 이동도에만 대응되는 일정 값 이상의 센싱 전압(Vsen)을 모든 화소들에 대해 검출한다. 각 화소로부터 검출되는 센싱 전압(Vsen)의 크기는 그 화소에 구비된 구동 TFT(DT)의 이동도에 따라 결정된다. 도 3에서, Vsen'는 모든 화소들로부터 검출된 센싱 전압들(Vsen)의 평균값을 지시한다. 종래 이동도 편차 보상시에는, 검출된 센싱 전압(Vsen)을 아래의 수학적 식 1에 적용하여 각 화소에 대해 보상값(α)을 계산하고, 그 보상값(α)을 수학적 식 2에서와 입력 디지털 비디오 데이터(DATA)에 곱하여 디지털 보상 데이터(MDATA)를 구한다. 디지털 보상 데이터(MDATA)는 구동 TFT(DT)의 이동도 편차를 보상하기 위한 것으로, 보상 구동 이후의 정상 구동시 아날로그 보상 데이터전압으로서 구동 TFT(DT)의 게이트에 인가되게 된다.

수학식 1

$$\alpha = \sqrt{\frac{V_{sen}}{V_{sen}'}}$$

[0010]

수학식 2

$$M DATA = \alpha \times DATA$$

[0011]

[0012] 이러한 종래의 이동도 편차 보상 방법은 다음과 같은 이유로 보상 능력이 떨어져 화질이 저하되는 문제가 있다.

[0013]

첫째, 종래의 이동도 편차 보상 방법은 보상 단계에서 설정한 구동 TFT(DT)의 게이트-소스 간 전압(Vgs)이 발광 단계에서도 동일하게 유지된다는 전제하에 보상 과정을 수행하였다. 보상 단계에서 구동 TFT(DT)의 게이트-소스 간 전압(Vgs)은 편리한 보상 수행을 위해 데이터전압(Vdata)과 동일하게 셋팅되었다. 하지만, 실제 발광시 구동 TFT(DT)의 게이트-소스 간 전압(Vgs)은 보상 단계에서 셋팅된 데이터전압(Vdata)으로 유지되지 못하고 그보다 작아진다. 즉, 발광 단계에서 구동 전류는 $I_{oled} = k(V_{gs})^2 \neq k(V_{data})^2$ 이 되기 때문에, 종래 이동도 편차 보상 방법에 의하는 경우 과보상이 초래된다. 예컨대, 도 4와 같이 이동도 편차로 인해 보상 전 휘도치가 A일 때, 종래의 이동도 보상 방법을 통해 구현되는 휘도는 타겟치 B를 오버하여 과보상치 C가 된다.

[0014]

또한, 발광시 구동 TFT(DT)의 게이트-소스 간 전압(Vgs)은 데이터전압(Vdata)의 계조에 따라 비 선형적(non-linear)으로 변하기 때문에, 특정 계조의 데이터전압(Vdata)을 기반으로 구해낸 보상값(α)을 모든 계조에 적용하게 되면 과보상이 증가하게 되고 특히, 과보상은 저계조로 갈수록 심해진다.

[0015]

둘째, 종래의 이동도 편차 보상 방법은 이동도에 대응하는 센싱 전압을 짧은 시간 내에 센싱 라인에 구비된 센싱 커패시터에 충전해야 했다. 이를 위해, 종래 이동도 편차 보상 방법에서는 매우 큰 데이터전압이 구동 TFT에 인가되어야 했다. 구동 TFT에 가해지는 스트레스가 증가하면 구동 TFT의 전기적 특성이 열화될 수 있고 그 결과 정확한 센싱 전압이 검출되기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016]

따라서, 본 발명의 목적은 보상 능력을 높일 수 있도록 한 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0017]

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 미리 정해진 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 데이터전압에 따른 데이터 전송 효율을 화소별로 산출하는 단계; 상기 구동 TFT의 이동도에 대응되는 센싱 전압을 화소들로부터 검출한 후, 상기 센싱 전압을 기반으로 이동도 편차의 보상에 이용되는 보상값을 상기 화소별로 산출하는 단계; 상기 데이터 전송 효율과 상기 보상값을 이용하여 데이터전압에 따른 보정 함수를 상기 화소별로 생성하여 메모리에 저장하는 단계; 상기 보정 함수를 각 화소에 입력된 디지털 비디오 데이터에 곱하여 화소들 간 이동도 편차를 보상하기 위한 디지털 보상 데이터를 계산하는 단계; 및 상기 디지털 보상 데이터를 보상 데이터전압으로 변환하여 각 화소에 인가하는 단계를 포함한다.

[0018]

본 발명의 일 실시예에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 장치는 미리 정해진 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 데이터전압에 따른 데이터 전송 효율을 화소별로 산출하는 DTE 산출부; 상기 구동 TFT의 이동도에 대응되는

센싱 전압을 화소들로부터 검출하는 센싱전압 검출부; 상기 센싱전압 검출부로부터 입력되는 상기 센싱 전압을 기반으로 이동도 편차의 보상에 이용되는 보상값을 상기 화소별로 산출하는 보상값 산출부; 상기 데이터 전송 효율과 상기 보상값을 이용하여 데이터전압에 따른 보정 함수를 상기 화소별로 생성하여 메모리에 저장하는 보정함수 생성부; 상기 보정 함수를 각 화소에 입력될 디지털 비디오 데이터에 곱하여 화소들 간 이동도 편차를 보상하기 위한 디지털 보상 데이터를 계산하는 데이터 변조부; 및 상기 디지털 보상 데이터를 보상 데이터전압으로 변환하여 각 화소에 인가하는 데이터 변조부를 구비한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명은 종래와 같이 보상값만을 이용하여 이동도 편차를 보상하는 게 아니라, 보상값 외에 데이터 전송 효율까지 고려한 보정 함수를 이용하여 이동도 편차를 보상한다. 본 발명은, 종래 저계조 구간에서의 과보상을 방지하여 모든 계조 구간에서 보상 성능을 양호하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 유기발광다이오드와 그 발광원리를 보여주는 도면.
 도 2는 종래 화소 회로의 일 예를 보여주는 도면.
 도 3은 종래 이동도 편차를 보상하는 데 이용되는 센싱 전압들의 파형을 보여주는 도면.
 도 4는 종래 이동도 편차 보상 방법에 따른 보상 성능을 보여주는 시뮬레이션 결과도.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법을 순차적으로 보여주는 흐름도.
 도 6은 데이터전압에 따른 데이터 전송 효율을 보여주는 그래프
 도 7은 데이터전압에 따른 보정 함수를 보여주는 그래프.
 도 8은 종래 기술과 대비되는 본 발명의 보상 성능을 보여주는 시뮬레이션 결과도.
 도 9는 본 발명을 제품에 적용했을 때 나타나는 휘도 유니포머티를 종래 기술과 대비하여 보여주는 도면.
 도 10은 타이밍 콘트롤러, 데이터 구동회로 및 화소 간 접속 구조를 보여주는 도면.
 도 11은 초기 보상 프로세스와 관련된 구동 타이밍 신호들의 파형을 보여주는 도면.
 도 12에는 노멀 구동을 위한 구동 타이밍 신호들의 파형을 보여주는 도면.
 도 13은 본 발명의 화질 보상 장치 및 방법이 적용되는 유기발광 표시장치를 개략적으로 보여주는 도면.
 도 14는 단위 픽셀의 구성과 센싱전압 공급라인의 배치 형태를 보여주는 도면.
 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 화질 보상 장치를 보여주는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 도 5 내지 도 15를 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하기로 한다.

[0022] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법을 순차적으로 보여준다. 도 6은 데이터 전압에 따른 데이터 전송 효율을 보여주고, 도 7은 데이터전압에 따른 보정 함수를 보여준다.

[0023] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 미리 정해진 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 도 6과 같이 데이터전압(Vdata)과 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압(Vgs)의 관계를 나타내는 데이터전압(Vdata)에 따른 데이터 전송 효율(Data Transfer Efficiency, DTE)(DTE(Vdata))을 화소별로 산출한다.(S1)

[0024] 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))은, 발광시 구동 TFT의 게이트-소스 간 전압(Vgs)에 대한 입력 데이터전압(Vdata)의 비($V_{gs}(\text{emission})/V_{data}(\text{input})$)로 정의된다. 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))을 산출하기 위한 시뮬레이션 프로그램은 공지의 어떠한 프로그램으로도 선택될 수 있다. 예컨대, 본 발명은 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))을 산출하기 위해, 반도체 아날로그 회로 디자인에 주로 사용되는 전자 회로 시뮬레이션 프로그램

(SPICE, Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)을 채용할 수 있다.

- [0025] 데이터전압(Vdata)에 따른 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))은 도 6에서와 같이 저계조 범위(데이터전압의 크기가 낮은 범위)에서 데이터전압의 증가에 따라 급격하게 증가되도록 변하고, 중간 계조 이상의 범위에서부터 고계조 범위까지 완만하게 증가되도록 변하고 있다. 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))의 특성으로 인해 종래와 같은 방식으로 화소들 간 이동도 편차를 보상하면, 저계조 범위에서의 보상 성능이 현저히 떨어질 수밖에 없다. 본 발명에서는 아래에서 후술할 보정 함수 개념을 도입하여 모든 계조 구간에서 보상 능력이 양호하게 되도록 저계조 범위에서의 보상 성능을 강화한다.
- [0026] 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 데이터전압(Vdata)에 따른 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))을 룩업 테이블(Look-Up Tabel, LUT) 형태로 메모리에 저장할 수 있다.(S2)
- [0027] 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 초기 보상 프로세스를 거쳐 이동도 편차의 보상에 이용되는 보상값(α)을 화소별로 산출한다.(S3) 이동도 편차 보상은 문턱전압 편차가 보상된 상태에서 이뤄져야 한다. 따라서, 상기 초기 보상 프로세스는 구동 TFT의 문턱전압이 보상된 데이터전압을 화소들에 인가함으로써, 구동 TFT의 이동도에만 대응되는 센싱 전압을 모든 화소들로부터 검출할 수 있다. 초기 보상 프로세스에 대해서는 도 10 및 도 11에서 후술한다.
- [0028] 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 산출된 화소별 보상값(α)을 메모리에 저장할 수 있다.(S4)
- [0029] 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 메모리로부터 데이터전압(Vdata)에 따른 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))과 화소별 보상값(α)을 읽어들인다. 그리고, 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))과 보상값(α)을 이용하여 도 7과 같은 데이터전압에 따른 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)를 화소별로 생성하여 메모리에 저장한다.(S5)
- [0030] 이러한 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)는 아래의 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

[0031]
$$f(\alpha, Vdata) = 1 - (1-\alpha)DTE(Vdata)$$

- [0032] 수학적 식 3에서, 상기 ' $f(\alpha, Vdata)$ '는 상기 보정 함수를, 상기 ' α '는 상기 보상값을, 그리고 상기 ' $DTE(Vdata)$ '는 상기 데이터전압에 따른 데이터 전송 효율을 각각 나타낸다.
- [0033] 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)는 저계조 범위에서의 보상 성능을 강화하여 모든 계조 구간에서 보상 능력이 양호하게 되도록 한다. 이를 위해, 도 7과 같은 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)의 기울기는 도 6의 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))과 반대 특성을 갖는다. 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)의 기울기는 도 7에서와 같이 저계조 범위에서 데이터전압의 증가에 따라 급격하게 감소되도록 설정되고, 중간 계조 이상의 범위에서부터 고계조 범위까지 완만하게 감소되도록 설정된다.
- [0034] 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)를 화상 표시를 위해 화소들에 표시될 입력 디지털 비디오 데이터(DATA)에 곱하여 화소들 간 이동도 편차를 보상하기 위한 디지털 보상 데이터(MDATA)를 계산($MDATA=f(\alpha, Vdata)*DATA$)한다.(S6)
- [0035] 본 발명에 따른 유기발광 표시장치의 화질 보상 방법은 디지털 보상 데이터(MDATA)를 디지털-아날로그 변환 과정을 통해 아날로그 보상 데이터전압(MVdata)으로 변환한 후 각 화소에 인가한다.(S7)
- [0036] 도 8은 종래 기술과 대비되는 본 발명의 보상 성능을 보여주는 시뮬레이션 결과도이다. 그리고, 도 9는 본 발명을 제품에 적용했을 때 나타나는 휘도 유니포머티를 종래 기술과 대비하여 보여준다.
- [0037] 전술한 바와 같이 본 발명은 종래와 같이 보상값(α)만을 이용하여 이동도 편차를 보상하는 게 아니라, 보상값(α) 외에 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))까지 고려한 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)를 이용하여 이동도 편차를 보상한다. 본 발명은, 종래 저계조 구간에서의 과보상을 방지하여 모든 계조 구간에서 보상 성능을 양호하게 할 수 있다.

- [0038] 예컨대, 도 8과 같이 이동도 편차로 인해 보상 전 휘도치가 A일 때, 종래의 이동도 보상 방법을 통해 구현되는 휘도는 타겟치 B를 초과하여 과보상치 C가 되는 데 반해, 본 발명의 이동도 보상 방법을 통해 구현되는 휘도는 타겟치 B에 유사한 휘도치 D가 될 수 있다.
- [0039] 이렇게 본 발명은 모든 제조 구간에서 양호한 보상 성능을 구현할 수 있기 때문에, 도 9에서와 같이 본 발명의 알고리즘을 제품에 적용할 때 휘도 유니포머티를 종래 기술에 비해 현저히 높일 수 있다.
- [0040] 도 10은 타이밍 컨트롤러(11), 데이터 구동회로(12) 및 화소(P) 간 접속 구조를 보여주고, 도 11은 초기 보상 프로세스와 관련된 구동 타이밍 신호들의 파형을 보여준다.
- [0041] 도 10 및 도 11을 참조하면, 초기 보상 프로세스는 구동 TFT(DT)의 이동도에 대응되는 센싱 전압(Vsen)을 모든 화소(P)들로부터 검출하는 단계와, 검출된 센싱 전압을 기반으로 이동도 편차의 보상에 이용되는 보상값(α)을 화소(P) 별로 산출하는 단계를 포함한다.
- [0042] 화소(P)는 OLED, 구동 TFT(DT), 스토리지 커패시터(Cst), 제1 스위치 TFT(ST), 및 제2 스위치 TFT(ST2)를 구비할 수 있다.
- [0043] OLED는 제2 노드(N2)에 접속된 애노드전극과, 저전위 구동전압(EVSS)의 입력단에 접속된 캐소드전극과, 애노드전극과 캐소드전극 사이에 위치하는 유기화합물층을 포함한다.
- [0044] 구동 TFT(DT)는 게이트-소스 간 전압(Vgs)에 따라 OLED에 흐르는 구동전류(Ioled)를 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.
- [0045] 스토리지 커패시터(Cst)는 제1 노드(N1)와 제2 노드(N2) 사이에 접속된다.
- [0046] 제1 스위치 TFT(ST)는 스캔신호(SCAN)에 응답하여 데이터전압 공급라인(14a) 상의 데이터전압(Vdata)을 제1 노드(N1)에 인가한다. 제1 스위치 TFT(ST)는 스캔 제어라인(15a)에 접속된 게이트전극, 데이터전압 공급라인(14a)에 접속된 드레인전극, 및 제1 노드(N1)에 접속된 소스전극을 구비한다.
- [0047] 제2 스위치 TFT(ST2)는 센싱신호(SEN)에 응답하여 제2 노드(N2)와 센싱전압 공급라인(14b) 간의 전류 흐름을 스위칭함으로써 제2 노드(N2)에 충전된 전압을 센싱전압 공급라인(14b) 상의 센싱 커패시터(Cx)에 저장한다. 제2 스위치 TFT(ST2)는 센싱 제어라인(15b)에 접속된 게이트전극, 제2 노드(N2)에 접속된 드레인전극, 및 센싱전압 공급라인(14b)에 접속된 소스전극을 구비한다.
- [0048] 데이터 구동회로(12)는 데이터전압 공급라인(14a) 및 센싱전압 공급라인(14b)을 통해 화소(P)들과 연결되어 있다. 센싱전압 공급라인(14b)에는 화소(P)들로부터 검출된 센싱전압(Vsen)을 저장하기 위한 센싱 커패시터(Cx)가 형성되어 있다.
- [0049] 데이터 구동회로(12)는 디지털-아날로그 컨버터(DAC), 아날로그-디지털 컨버터(ADC), 제1 및 제2 스위치(SW1, SW2)들을 포함한다.
- [0050] DAC는 타이밍 컨트롤러(11)로부터 입력되는 디지털 데이터를 아날로그 데이터전압(Vdata)으로 변환하여 데이터전압 공급라인(14a)에 인가한다. 제1 스위치(SW1)는 초기화전압(Vpre) 입력단과 센싱전압 공급라인(14b) 사이의 전류 흐름을 스위칭한다. 제2 스위치(SW2)는 센싱전압 공급라인(14b)과 ADC 사이의 전류 흐름을 스위칭한다. ADC는 센싱 커패시터(Cx)에 저장된 아날로그 센싱전압(Vsen)을 디지털 값으로 변환하여 타이밍 컨트롤러(11)에 인가한다.
- [0051] 타이밍 컨트롤러(11)는 ADC로부터 모든 화소들에 대한 센싱 전압(Vsen)을 입력 받은 후 이 센싱 전압(Vsen)을 상기 수학식 1의 알고리즘을 적용하여 각 화소에 대해 보상값(α)을 계산한다.
- [0052] 도 11을 통해, 각 화소(P)로부터 구동 TFT(DT)의 이동도에 대응되는 센싱 전압(Vsen)을 검출하는 과정을 부연 설명하면 다음과 같다.
- [0053] 각 화소(P)로부터 검출되는 센싱 전압(Vsen)은 구동 TFT(DT)의 이동도에만 대응된다. 이를 위해, 본 발명은 센싱 전압(Vsen)을 검출하기에 앞서, 구동 TFT(DT)의 문턱전압이 보상된 데이터전압(Vdata)을 데이터 구동회로(12)의 DAC를 통해 각 화소(P)에 인가한다. 구동 TFT(DT)의 문턱전압 편차를 보상하기 위한 센싱 및 보상 과정은 본 발명의 범주에 해당되지 않기 때문에, 그에 대한 상세한 설명은 생략한다. 다만, 본 발명의 센싱 과정 및 보상값(α) 산출 과정이 문턱전압 편차에도 유사하게 적용될 수 있음은 물론이다.

- [0054] 본 발명의 이동도에만 대응되는 센싱 전압(Vsen)을 검출하는 과정은 도 11과 같이 3 단계로 진행될 수 있다.
① 기간에서, 제1 스위치 TFT(ST1)는 온 되어 문턱전압이 보상된 데이터전압(Vdata)을 제1 노드(N1)에 공급하고, 제1 스위치(SW1)와 제2 스위치 TFT(ST2)는 온 되어 초기화전압(Vpre)을 제2 노드(N2)에 공급한다. 이때, 제2 스위치(SW2)는 오프 되어 있다.
- [0055] ② 기간에서, 제2 스위치 TFT(ST2)는 온 상태로 유지되고, 나머지들(ST1, SW1, SW2)은 오프 된다. 이 기간에서 구동 TFT(DT)를 통해 흐르는 구동전류(Ioled)에 의해 제2 노드(N2)의 전위는 증가되며, 제2 노드(N2)의 충전 전압이 제2 스위치 TFT(ST2)를 경유하여 센싱 커패시터(Cx)에 저장되게 된다.
- [0056] ③ 기간에서, 제2 스위치 TFT(ST2) 외에 제2 스위치(SW2)도 온 된다. 따라서, 센싱 커패시터(Cx)에 저장된 전압은 센싱 전압(Vsen)으로 샘플링되어 ADC로 입력되게 된다.
- [0057] 이동도에만 대응되는 센싱 전압(Vsen)을 검출하는 본 발명의 보상 구동은 제품의 양산 직후에 수행되는 초기 캘리브레이션(calibration) 단계에서 행해질 수 있으나 그에 한정되지 않는다. 구동 TFT의 이동도 특성은 구동시간의 경과에 따라 화소마다 달라질 수 있으므로, 본 발명의 보상 구동은 장치의 구동 전원이 온(또는 오프)된 직후의 수 ~ 수십 프레임 동안 수행될 수 있다.
- [0058] 본 발명은 이렇게 보상 구동의 시점을 설정함으로써, 센싱 시간을 정해진 기준 시간보다 N(N은 1보다 큰 양의 실수)배 늘리고, 화소들에 인가되는 데이터전압을 낮추어 각 화소에 흐르는 구동 전류를 1/N 배로 낮춘 상태에서 상기 검출 동작을 수행할 수 있다. 본 발명은 종래에 비해 센싱 동작 중에 구동 TFT에 가해지는 스트레스를 크게 줄일 수 있어 센싱 전압(Vsen)을 보다 정확히 검출할 수 있다.
- [0059] 한편, 이러한 센싱 과정을 포함한 보상 구동이 종료되고 나면, 보상 데이터전압을 화소들에 인가하여 이동도 편차가 보상된 정상적인 화상을 표시하는 노멀 구동이 진행된다. 도 12에는 노멀 구동을 위한 구동 타이밍 신호들의 파형을 보여준다.
- [0060] 노멀 구동은 초기화 기간(Ti), 프로그래밍 기간(Tp), 발광기간(Te)로 나뉘어 진행되며, 이러한 3단계 진행을 매 프레임마다 반복한다. 노멀 구동시 데이터 구동회로(12)의 제1 스위치(SW1)는 계속해서 온 상태로 유지되는 데 반해, 제2 스위치(SW2)는 계속해서 오프 상태로 유지된다.
- [0061] 초기화 기간(Ti)에서 제2 스위치 TFT(ST2)는 온 되어 제2 노드(N2)를 초기화전압(Vpre)으로 리셋시킨다.
- [0062] 프로그래밍 기간(Tp)에서 제1 스위치 TFT(ST1)는 온 되어 이동도가 보상된 보상 데이터전압(MVdata)을 제1 노드(N1)에 공급한다. 이때, 제2 노드(N2)는 제2 스위치 TFT(ST2)를 통해 초기화전압(Vpre)을 유지하고 있다. 따라서, 이 기간에서 구동 TFT(DT)의 게이트-소스 간 전압(Vgs)은 원하는 레벨로 프로그래밍된다.
- [0063] 발광 기간(Te)에서 제1 및 제2 스위치 TFT(ST1, ST2)가 오프 되고, 구동 TFT(DT)는 프로그래밍된 레벨로 구동전류(Ioled)를 발생하여 OLED에 인가한다. OLED는 구동전류(Ioled)에 대응되는 밝기로 발광하여 계조를 표시한다.
- [0064] 도 13은 본 발명의 화질 보상 장치 및 방법이 적용되는 유기발광 표시장치를 개략적으로 보여준다. 도 14는 단위 픽셀의 구성과 센싱전압 공급라인의 배치 형태를 보여준다.
- [0065] 도 13을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광 표시장치는 화소들이 매트릭스 형태로 배열되는 표시패널(10)과, 데이터 신호배선들(14)을 구동시키기 위한 데이터 구동회로(12)와, 게이트 신호배선들(15)을 구동시키기 위한 게이트 구동회로(13)와, 데이터 구동회로(12) 및 게이트 구동회로(13)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 타이밍 콘트롤러(11)를 구비한다.
- [0066] 표시패널(10)에는 다수의 데이터 신호배선들(14)과 다수의 게이트 신호배선들(15)이 교차되고, 이 교차영역마다 화소들이 매트릭스 형태로 배치된다. 각 데이터 신호배선(14)은 데이터전압 공급라인(14a)과 센싱전압 공급라인(14b)을 포함한다. 각 게이트 신호배선(15)은 스캔 제어라인(15a)과 센싱 제어라인(15b)을 포함한다.
- [0067] 각 화소(P)는 도 10에서 기술한 것과 같이 OLED, 구동 TFT(DT), 제1 및 제2 스위치 TFT(ST1, ST2), 및 스토리지 커패시터(Cst)를 포함하며, 데이터전압 공급라인(14a)과 센싱전압 공급라인(14b), 스캔 제어라인(15a)과 센싱 제어라인(15b)에 접속될 수 있다. 화소(P) 각각은 도시하지 않은 전원발생부로부터 고전위 구동전압(EVDD)과 저전위 구동전압(EVSS)을 공급받는다. 화소(P)를 구성하는 TFT들은 p 타입으로 구현되거나 또는, n 타입으로 구현될 수 있다. 또한, 화소(P)를 구성하는 TFT들은 그 반도체층이 아몰포스 실리콘 또는, 폴리 실리콘 또는, 산화물을 포함할 수 있다.

- [0068] 본 발명의 단위 픽셀은 도 14와 같이 좌우로 이웃하여 서로 다른 컬러를 구현하는 4개의 화소들을 포함할 수 있다. 단위 픽셀은 적색 발광층을 갖는 R 화소, 백색 발광층을 갖는 W 화소, 녹색 발광층을 갖는 G 화소, 및 청색 발광층을 갖는 B화소를 포함할 수 있다.
- [0069] 본 발명의 각 단위 픽셀은 1개의 센싱전압 공급라인(14b)을 공유할 수 있다. 본 발명은 보상의 신뢰성을 떨어뜨리지 않으면서도 보상을 위한 신호라인의 개수를 줄여 개구율을 높일 수 있다.
- [0070] 타이밍 컨트롤러(11)는 외부로부터 입력되는 디지털 비디오 데이터(DATA)를 전송한 보상 방법을 통해 결정된 보정 함수에 적용하여 이동도 보상을 위한 디지털 보상 데이터(MDATA)를 생성한다. 그리고, 타이밍 컨트롤러(11)는 디지털 보상 데이터(MDATA)를 표시패널(10)의 해상도에 맞게 정렬하여 데이터 구동회로(12)에 공급한다. 또한, 타이밍 컨트롤러(11)는 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 도트클럭신호(DCLK) 및 데이터 인에이블신호(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 발생한다.
- [0071] 데이터 구동회로(12)는 데이터 제어신호(DDC)를 기반으로 타이밍 컨트롤러(11)로부터 입력되는 디지털 보상 데이터(MDATA)를 아날로그 데이터전압으로 변환하여 데이터전압 공급라인들(14a)에 공급한다. 한편, 데이터 구동회로(12)는 보상 구동시 센싱전압 공급라인들(14b)을 통해 표시패널(10)로부터 입력되는 센싱 전압들(Vsen)을 디지털 값으로 변환하여 타이밍 컨트롤러(11)에 공급한다.
- [0072] 게이트 구동회로(13)는 게이트 제어신호(GDC)를 기반으로 스캔신호(SCAN)와 센싱신호(SEN)를 발생한다. 그리고, 게이트 구동회로(13)는 스캔신호(SCAN)를 라인 순차 방식으로 스캔 제어라인들(15a)에 공급하고, 센싱신호(SEN)를 라인 순차 방식으로 센싱 제어라인들(15b)에 공급한다. 한편, 게이트 구동회로(13)는 GIP(Gate-driver In Panel) 방식에 따라 표시패널(10) 상에 직접 형성될 수 있다.
- [0073] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 화질 보상 장치를 보여준다.
- [0074] 도 15를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 화질 보상 장치는 DTE 산출부(11A), 보상값 산출부(11B), 보정함수 생성부(11C), 데이터 변조부(11D), 및 보상 데이터전압 출력부(11E)를 포함한다. DTE 산출부(11A), 보상값 산출부(11B), 보정함수 생성부(11C), 데이터 변조부(11D)는 타이밍 컨트롤러(11)에 내장될 수 있다. 보상 데이터전압 출력부(11E)는 데이터 구동회로(12)에 내장될 수 있다.
- [0075] DTE 산출부(11A)는 미리 정해진 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 데이터전압(Vdata)에 따른 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))을 화소별로 산출한다. DTE 산출부(11A)는 데이터전압(Vdata)에 따른 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))을 룩업 테이블(Look-Up Table, LUT) 형태로 메모리에 저장할 수 있다.
- [0076] 보상값 산출부(11B)는, 구동 TFT의 이동도에 대응되는 센싱 전압(Vsen)을 화소들로부터 검출하는 센싱전압 검출부(미도시)에 접속되어, 센싱전압 검출부로부터 센싱 전압(Vsen)을 입력받는다. 그리고 보상값 산출부(11B)는 상기 센싱 전압(Vsen)을 기반으로 이동도 편차의 보상에 이용되는 보상값(α)을 화소별로 산출한다. 이동도 편차 보상은 문턱전압 편차가 보상된 상태에서 이뤄지므로, 보상값 산출부(11B)에 입력되는 센싱 전압(Vsen)은 구동 TFT의 이동도에만 대응되게 된다. 보상값 산출부(11B)는 산출된 화소별 보상값(α)을 메모리에 저장할 수 있다.
- [0077] 보정함수 생성부(11C)는 메모리로부터 데이터전압(Vdata)에 따른 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))과 화소별 보상값(α)을 읽어들인다. 그리고, 보정함수 생성부(11C)는 데이터 전송 효율(DTE(Vdata))과 보상값(α)을 이용하여 상기 수학식 3과 같은 데이터전압에 따른 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)를 화소별로 생성하여 메모리에 저장한다.
- [0078] 데이터 변조부(11D)는 보정함수 생성부(11C)로부터 입력되는 보정 함수($f(\alpha, Vdata)$)를 화상 표시를 위해 화소들에 표시될 입력 디지털 비디오 데이터(DATA)에 곱하여 화소들 간 이동도 편차를 보상하기 위한 디지털 보상 데이터(MDATA)를 계산한다.
- [0079] 보상 데이터전압 출력부(11E)는 디지털 보상 데이터(MDATA)를 디지털-아날로그 변환 과정을 통해 아날로그 보상 데이터전압(MVdata)으로 변환한 후 각 화소에 인가한다.
- [0080] 상술한 바와 같이, 본 발명은 종래와 같이 보상값만을 이용하여 이동도 편차를 보상하는 게 아니라, 보상값 외에 데이터 전송 효율까지 고려한 보정 함수를 이용하여 이동도 편차를 보상한다. 본 발명은, 종래 저계조 구간에서의 과보상을 방지하여 모든 계조 구간에서 보상 성능을 양호하게 할 수 있다.

[0081] 나아가, 본 발명은 센싱 시간을 정해진 기준 시간보다 N (N 은 1보다 큰 양의 실수)배 늘리고, 화소들에 인가되는 데이터전압을 낮추어 각 화소에 흐르는 구동 전류를 $1/N$ 배로 낮춘 상태에서 센싱 전압의 검출 동작을 수행하기 때문에, 센싱시 구동 TFT가 받는 스트레스를 줄임으로써 센싱 전압을 보다 정확히 측정할 수 있다.

[0082] 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

부호의 설명

- [0083]
- 10 : 표시패널

11 : 타이밍 콘트롤러

12 : 데이터 구동회로

13 : 게이트 구동회로

14 : 데이터 신호배선

15 : 게이트 신호배선

11A : DTE 산출부

11B : 보상값 산출부

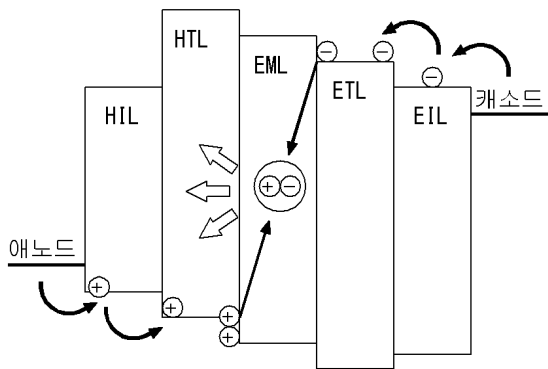
11C : 보정함수 생성부

11D : 데이터 변조부

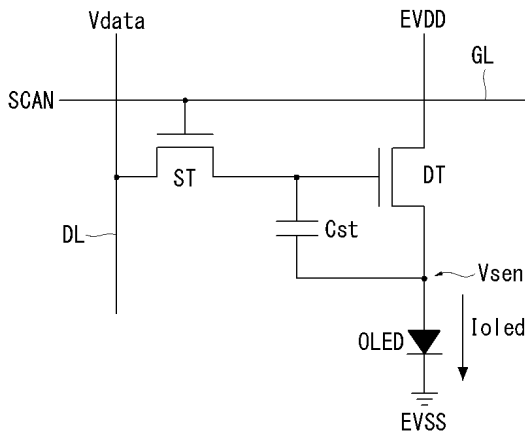
11E : 보상 데이터전압 출력부

도면

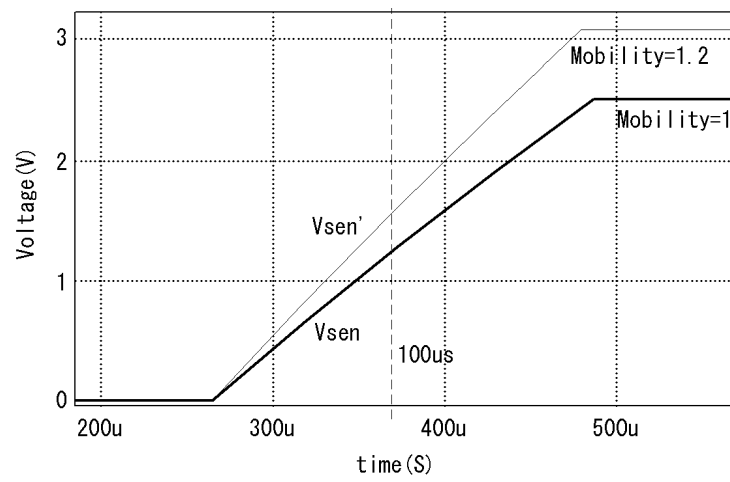
도면1



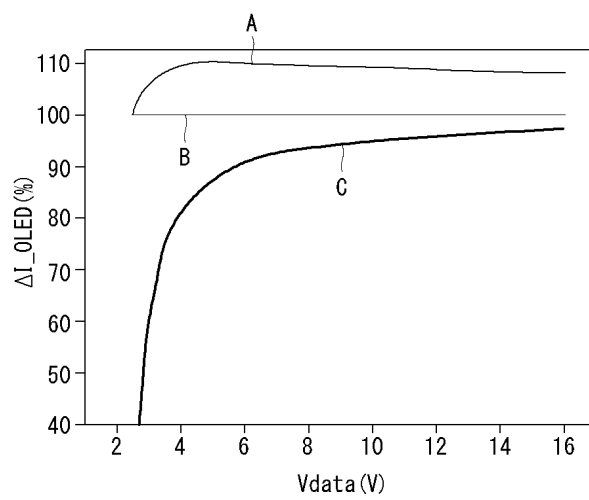
도면2



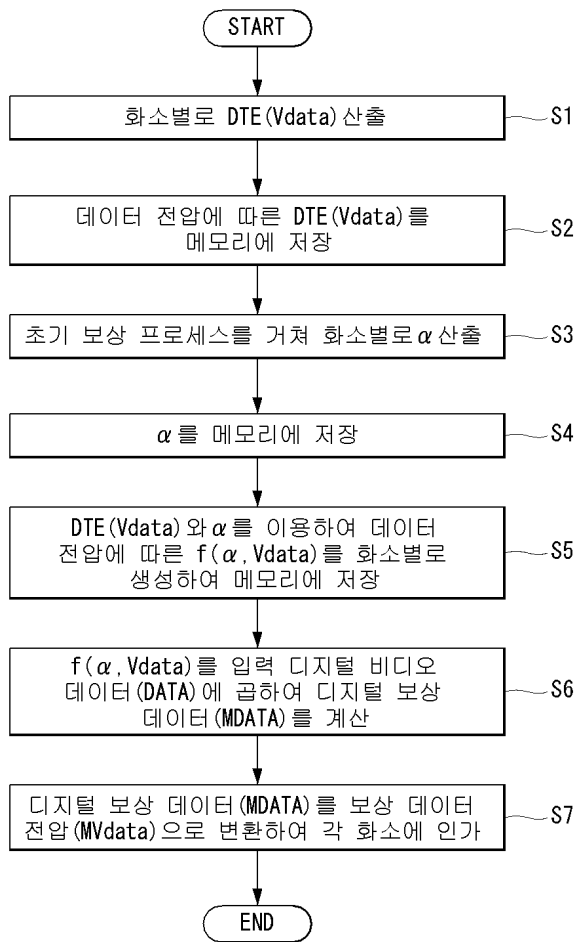
도면3



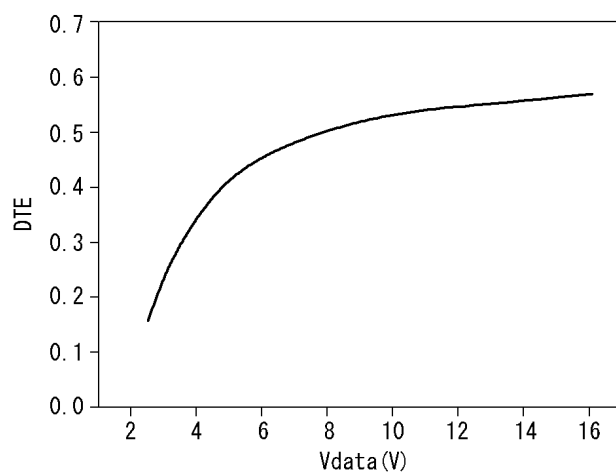
도면4



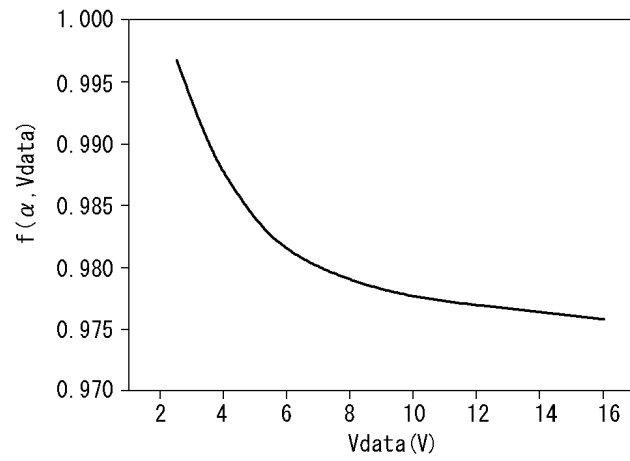
도면5



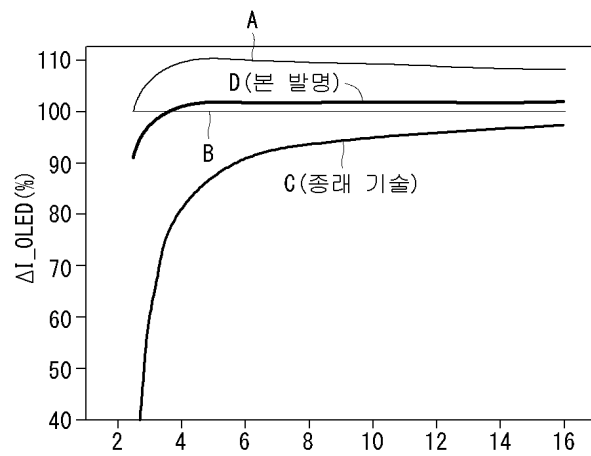
도면6



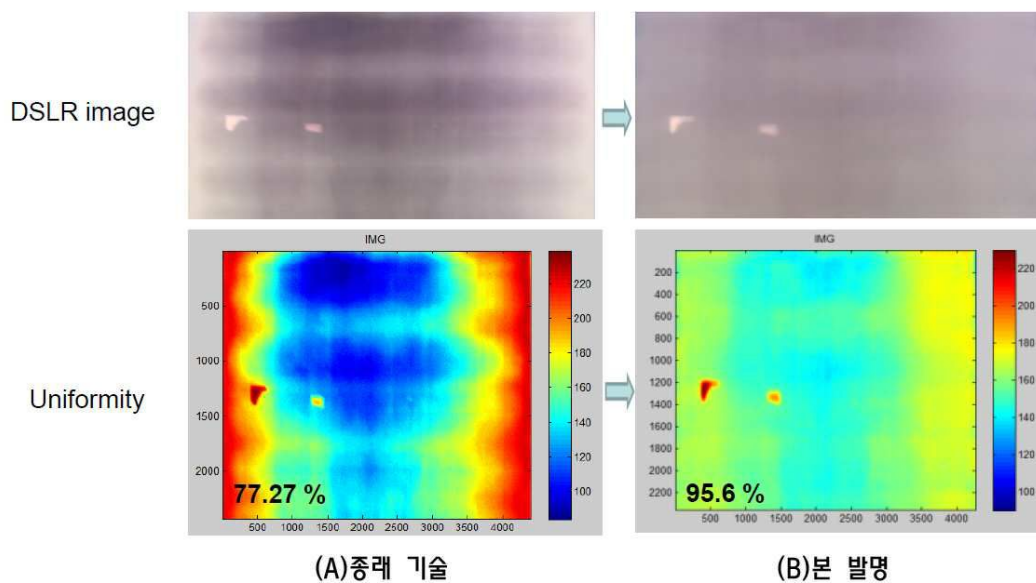
도면7



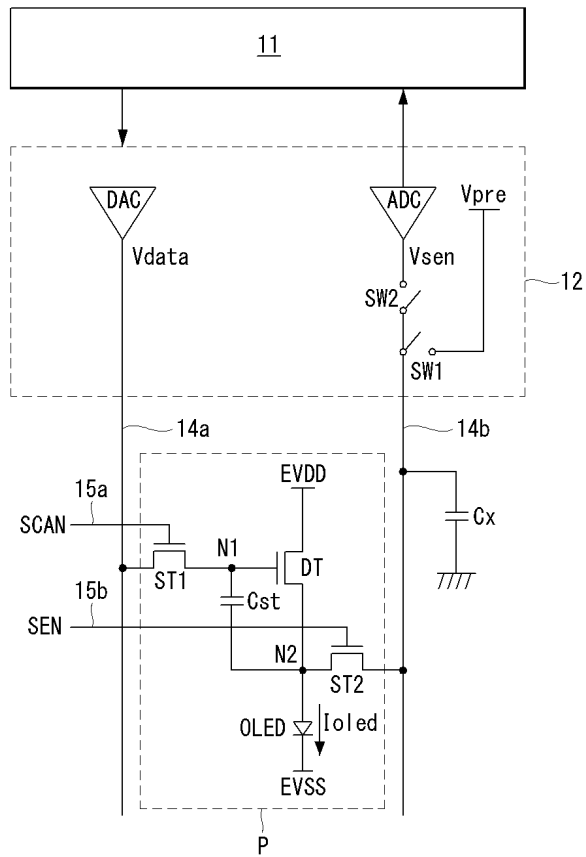
도면8



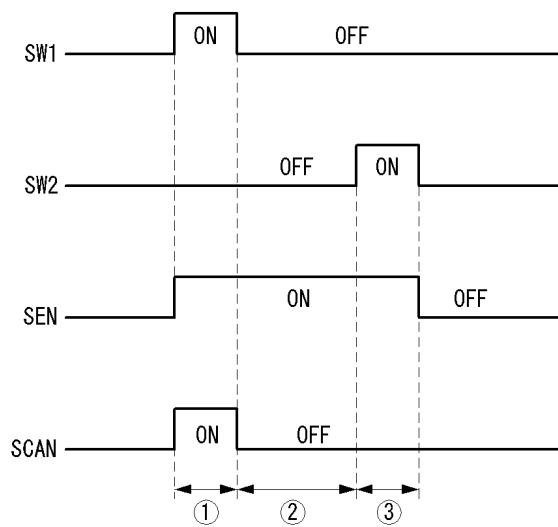
도면9



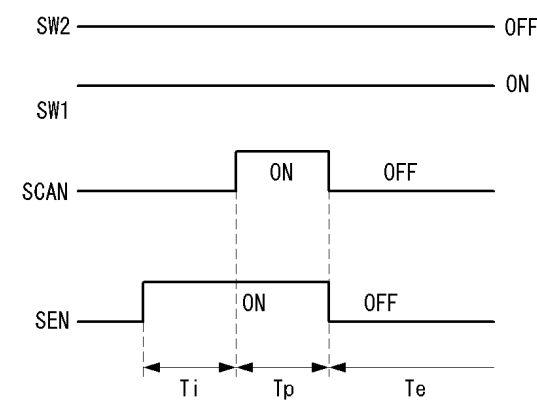
도면10



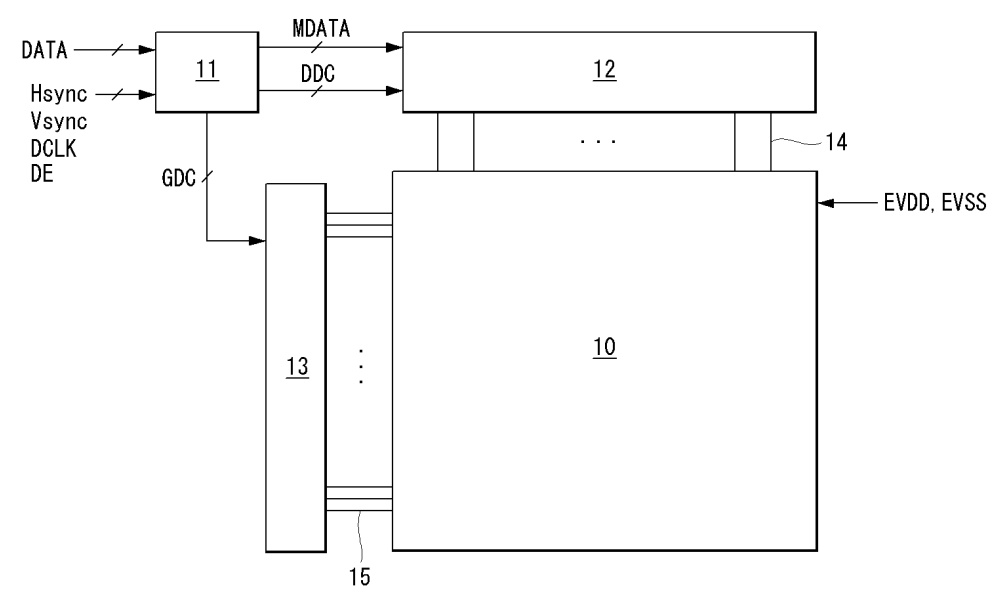
도면11



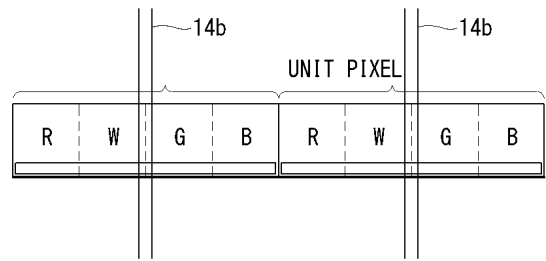
도면12



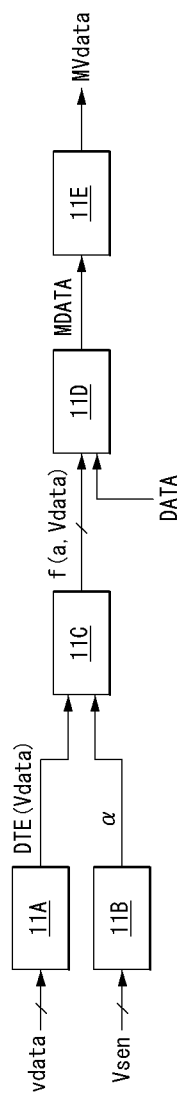
도면13



도면14



도면15



专利名称(译)	有机发光显示器的图像质量补偿设备和方法		
公开(公告)号	KR101978780B1	公开(公告)日	2019-05-16
申请号	KR1020130035184	申请日	2013-04-01
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	신헌기		
发明人	신헌기		
IPC分类号	G09G3/30		
审查员(译)	贞茵		
其他公开文献	KR1020140119980A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的有机发光显示装置包括：有机发光二极管；以及有机发光二极管。一种驱动TFT，用于控制施加到有机发光二极管的电流，该驱动TFT包括连接至节点A的栅极，连接至节点B的源极，以及连接至节点C的漏极。第一开关TFT，其通过根据第一扫描信号切换节点A和数据线之间的电流路径来初始化节点A；第二开关TFT，用于根据第二扫描信号切换节点B和数据线之间的电流路径；第三开关TFT根据第二扫描信号在节点A和节点C之间切换电流路径，以采样驱动TFT的阈值电压；第四开关TFT响应于发光控制信号将高电位驱动电压的输入端子连接至节点B；第五开关TFT，用于根据发光控制信号来切换节点C与有机发光二极管之间的电流路径；以及存储电容器，其连接在高电位驱动电压的输入端子与节点A之间。

도 - 도3

