(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년06월03일
(11) 등록번호 10-1039218
(24) 등록일자 2011년05월30일

(51) Int. Cl.
*G09G 3/30* (2006.01) *G09G 3/32* (2006.01)
*G09G 3/20* (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7020375
(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년09월25일
심사청구일자 2008년08월20일
(85) 번역문제출일자 2008년08월20일
(65) 공개번호 10-2008-0106191
(43) 공개일자 2008년12월04일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/069154
(87) 국제공개번호 WO 2008/038819
국제공개일자 2008년04월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2006-00258717 2006년09월25일 일본(JP)
JP-P-2007-00078963 2007년03월26일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006003731 A*
KR1020050040679 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**가시오게산키 가부시키가이샤**
일본국 도쿄도 시부야쿠 혼마치 1쵸메 6반 2고
(72) 발명자
**오구라 쥰**
일본국 도쿄도 205-8555 하무라시 사카에쵸 3쵸메 2반 1고 가시오게산키 가부시키가이샤 하무라기쥬츠센터내
(74) 대리인
**손은진, 김문종**

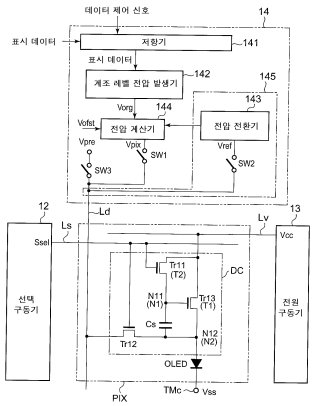
전체 청구항 수 : 총 25 항 심사관 : 조기덕

# (54) 표시 구동 장치 및 표시 구동 장치를 구동하는 방법, 그리고 표시 장치 및 표시 장치를 구동하는 방법

## (57) 요 약

발광 소자(OLED)는 표시 데이터에 따라 원하는 밝기와 계조레벨로 발광하게 된다. 기충전 구간동안 데이터 구동기(14)는 데이터선(Ld)을 통해 캐패시터(Cs)에 기충전 전압(Vpre)을 인가한다. 기충전 전압의 인가 후에, 전압 전환기(143)는 임시 응답 구간(Ttrs) 후 데이터선(Ld)의 기준 전압(Vref)을 판독하여 보상 전압(a·Vref)을 발생한다. 전압 계산기(144)는 보상 전압(a·Vref)에 기초하여, 계조 레벨 전압 발생기(142)에 의해 발생된 표시 데이터에 따른 값을 가지는 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 보상한다. 그 결과, 전압 계산기(144)는 발광을 구동하는 트랜지스터(Tr13)의 소자 특성의 변화량에 대응하는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 발생시키고, 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 픽셀(PIX)의 밝기를 설정하도록 데이터선(Ld)에 인가된다.

*대 표 도* - 도10



## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

표시 장치로서:

공급된 전류에 따른 계조 레벨로 발광하는 발광 소자(OLED);

데이터선(Ld)을 통해 인가되는 전압에 따라, 전류를 상기 발광소자에 공급하는 픽셀 구동회로(DC);

소정의 기충전 전압을 상기 데이터선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원;

상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및

상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 생성하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함하고,

상기 표시 장치는, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 의존하지 않는 전압값을 가지는 본래 계조 레벨 전압을 발생시키는 본래 계조 레벨 전압 발생기를 포함하고, 그리고,

상기 본래 계조 레벨 전압은 상기 발광 소자가 계조 레벨에 대응하는 소망하는 밝기로 발광함을 특징으로 하고,

상기 보상 계조 데이터 신호 발생기는 본래 계조 레벨 전압에 기초한 보상 계조 데이터 신호와, 상기 데이터선의 전압을 기초하여 발생된 제 1 보상 전압(a·Vref)과, 그리고 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성을 기초하여 판별된 제 2 보상 전압(Vofst)을 발생함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 보상 계조 데이터 신호 발생기는 본래 계조 레벨 전압과, 제 1 보상 전압 및 제 2 보상 전압을 계산하여 보상 계조 데이터 신호를 발생하도록 하는 계산 회로를 포함함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 표시 장치는, 상기 발광 소자가 흑색 표시를 하도록 하는 흑색 계조 레벨 전압을 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 흑색 계조 레벨 전압원과, 그리고 상기 흑색 계조 레벨 전압원을 소정 타이밍에서 상기 데이터선에 연결시키는 스위치(SW4)를 포함함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 표시 장치는, 각각 소정의 타이밍에서, 상기 전압 판독기와, 상기 보상 계조 데이터 신호 발생기 및 상기 기충전 전압원에 상기 데이터선을 연결시키는 연결로 스위칭용 스위치를 구비함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

상기 픽셀 구동회로에는 기충전 전압이 인가되고, 상기 기충전 전압원에 의한 기충전전압을 상기 데이터선으로의 인가를 차단하도록 상기 연결로 스위칭용 스위치를 스위칭한 후, 상기 전압 판독기는 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하도록 구성되고, 그리고 상기 임시 응답 구간은 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 수렴 전압값으로 수렴하도록 상기 데이터선의 전압에 요구되는 시간보다 짧은 것을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 연결로 스위칭용 스위치가 상기 기충전 전압원을 상기 데이터선에 연결하도록 사용되는 경우, 상기 기충전 전압원은 기충전 전압을 인가하고, 그리고 상기 기충전 전압은 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 수렴 전압값의 절대값보다 높은 절대값을 가짐을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 7**

제 4 항에 있어서,

상기 표시 장치는, 소정의 기간 내에서,

ⅰ) 기충전 전압을 상기 픽셀 구동회로에 인가하도록 상기 연결로 스위칭용 스위치를 사용하여, 상기 기충전 전압원을 상기 데이터선에 연결하도록 하고, ⅱ) 임시 응답 구간 다음에 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응되는 상기 데이터선의 전압을 판독하도록 상기 연결로 스위칭용 스위치를 사용하여, 상기 전압 판독기를 상기 데이터선에 연결하도록 하고, ⅲ) 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하도록 상기 연결로 스위칭용 스위치를 사용하여, 상기 보상 계조 데이터 신호 발생기를 상기 데이터선에 연결하도록 하는 제어기를 더 포함함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,

상기 표시 장치는 선택 구동기 및 표시 패널을 포함하며, 상기 선택 구동기는 선택 신호를 선택선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하여 상기 픽셀 구동회로가 선택 상태에 있도록 하며, 상기 표시 패널에서는 복수의 표시 픽셀이 매트릭스 방식으로 정렬되며, 각각의 복수의 상기 표시 픽셀은 한 쌍으로 이루어진 하나의 상기 발광 소자와 하나의 상기 픽셀 구동회로를 포함하고,

복수의 상기 표시 픽셀은 행 방향 및 열 방향으로 정렬되어 있으며, 상기 데이터선은 열 방향으로 정렬된 복수의 상기 표시 픽셀의 픽셀 구동회로에 연결되고, 그리고 상기 선택선은 행 방향으로 정렬된 복수의 상기 표시 픽셀의 픽셀 구동회로에 연결됨을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

상기 픽셀 구동회로는 상기 발광 소자에 직렬로 연결된 구동 트랜지스터(Tr13)를 구비하고, 그리고,

상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성의 변화량은 상기 구동 트랜지스터의 임계전압값의 변화량임을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

상기 픽셀 구동회로는 상기 발광 소자에 직렬로 연결된 구동 트랜지스터와, 상기 구동 트랜지스터와 상기 데이터선 사이에 연결된 선택 트랜지스터(Tr12)와, 그리고 상기 구동 트랜지스터가 다이오드 연결 상태에 있도록 하는 다이오드 연결 트랜지스터(Tr11)를 포함함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 픽셀 구동회로는,

전위가 소정의 타이밍으로 스위칭되는 전원 전압에 상기 구동 트랜지스터의 전류로의 제 1 말단부가 연결되고, 상기 구동 트랜지스터의 전류로의 제 2 말단부에는 상기 발광 소자의 제 1 말단부와 연결되며,

상기 선택 트랜지스터의 전류로의 제 1 말단부가 상기 구동 트랜지스터의 전류로의 제 2 말단부와 연결되고, 상기 선택 트랜지스터의 전류로의 제 2 말단부에는 상기 데이터선과 연결되며,

상기 다이오드 연결 트랜지스터의 전류로의 제 1 말단부가 전원 전압에 연결되고, 그리고 상기 다이오드 연결 트랜지스터의 전류로의 제 2 말단부에는 상기 구동 트랜지스터의 제어 단자와 연결되며,

상기 선택 트랜지스터 및 상기 다이오드 트랜지스터의 제어 단자가 선택선에 연결되며, 그리고,

상기 발광 소자의 제 2 말단부가 고정 기준 전압에 연결되도록 구성됨을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 12**

제 9 항에 있어서,

상기 구동 트랜지스터의 제어 단자와 상기 구동 트랜지스터의 하나의 단자 사이의 전압은, 상기 발광 소자가 계조 레벨에 대응되는 소망하는 밝기로 발광하도록 하는 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 의존하지 않는 제 1 전압 성분과 상기 구동 트랜지스터의 임계 전압보다 적어도 1.05배인 제 2 전압 성분의 합을 기초로 하여 판별됨을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 13**

제 9 항에 있어서,

상기 구동 트랜지스터의 제어 단자와, 보상 계조 레벨을 특정하는 보상 계조 데이터 신호에 의해 상기 구동 트랜지스터의 전류로의 하나의 단자 사이에서 유지된 전압은, 상기 발광 소자가 계조 레벨에 대응되는 소망하는 밝기로 발광하는 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 의존하지 않는 제 1 전압 성분과 상기 트랜지스터의 임계 전압보다 소정의 배수만큼 높은 제 2 전압 성분의 합계로 판별됨을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,

상기 표시 장치는 선택 구동기 및 표시 패널을 포함하며, 상기 선택 구동기는 선택 신호를 선택선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하여 상기 픽셀 구동회로가 선택 상태에 있도록 하며, 상기 표시 패널에서는 복수의 표시 픽셀이 매트릭스 방식으로 정렬되며, 각각의 복수의 상기 표시 픽셀은 한 쌍으로 이루어진 하나의 상기 발광 소자와 하나의 상기 픽셀 구동회로를 포함하고,

복수의 상기 표시 픽셀은 행 방향 및 열 방향으로 정렬되어 있으며, 상기 데이터선은 열 방향으로 정렬된 복수의 상기 표시 픽셀의 픽셀 구동회로에 연결되고, 그리고 상기 선택선은 행 방향으로 정렬된 복수의 상기 표시 픽셀의 픽셀 구동회로에 연결되고,

상기 픽셀 구동회로는 상기 발광 소자에 직렬로 연결된 구동 트랜지스터와, 상기 구동 트랜지스터와 상기 데이터선 사이에 연결된 선택 트랜지스터와, 그리고 상기 구동 트랜지스터가 다이오드 연결 상태에 있도록 하는 다이오드 연결 트랜지스터를 포함하고, 그리고 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성의 변화량은 상기 구동 트랜지스터의 임계전압값의 변화량이고, 그리고

상기 구동 트랜지스터의 제어 단자와 상기 구동트랜지스터의 전류로의 하나의 단자 사이의 전압에 기초하여, 상기 보상 계조 데이터 신호에 의한 구동 트랜지스터의 전류로를 통해 상기 발광 소자에 흐르는 구동 전류는 상기 선택 트랜지스터의 소자 크기와 선택 신호의 전압과 연관되어서, 상기 발광 소자가 발광하도록 하는 모든 계조 레벨은, 상기 구동 트랜지스터가 임계 전압에서 변화가 없는 초기 상태하에서 최대 전류값의 2% 내에 있는 상기 구동 트랜지스터의 임계 전압의 변화로 인해 전류값의 변화량을 일으킬 수 있음을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서,

상기 보상 계조 데이터 신호발생기는, 상기 픽셀 구동회로에 유지된 전압인 상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하도록, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 상기 보상 계조 데이터 신호를 발생시킴을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 16**

표시 장치로서:

공급된 전류에 따른 계조 레벨로 발광하는 발광 소자(OLED);

데이터선(Ld)을 통해 인가되는 전압에 따라, 전류를 상기 발광소자에 공급하는 픽셀 구동회로(DC);

소정의 기충전 전압을 상기 데이터선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원;

상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및

상기 픽셀 구동회로에 유지된 전압인 상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 전압 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 생성하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함하고,

상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 전압 특성에 의존하지 않는 전압값을 가지는 본래 계조 레벨 전압을 발생시키는 본래 계조 레벨 전압 발생기를 포함하고, 그리고,

상기 본래 계조 레벨 전압은 상기 발광 소자가 계조 레벨에 대응하는 소망하는 밝기로 발광함을 특징으로 하고,

상기 보상 계조 데이터 신호발생기는, 본래 계조 레벨 전압에 기초한 보상 계조 데이터 신호와 상기 데이터선의 전압에 기초하여 발생된 보상 전압과 상기 픽셀 구동회로에 고유한 전압 특성에 대응하는 전압을 발생시킴을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서,

상기 보상 계조 데이터 신호발생기는, 본래 계조 레벨 전압과 보상 전압을 계산하여 보상 계조 데이터 신호를 발생시키는 계산 회로를 포함함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 18**

제 16 항에 있어서,

상기 픽셀 구동회로는 상기 발광소자에 직렬로 연결된 구동 트랜지스터(Tr13)를 포함하고, 그리고 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 전압 특성은 상기 구동 트랜지스터의 제어 단자와 상기 구동 트랜지스터의 전류로의 하나의 단자 사이의 전압 변화에 기초함을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 19**

표시 장치를 구동하는 방법으로서:

데이터선을 통해 소정의 기충전 전압을 픽셀 구동회로에 인가하는 단계;

상기 기충전 전압의 인가 후, 상기 데이터선의 전압이 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 수렴 전압값으로 수렴하는 구간보다 짧은 소정의 임시 응답 구간 다음에 상기 데이터선의 전압을 판독하는 단계;

상기 픽셀 구동회로에 유지된 전압인 상기 데이터선의 판독전압에 기초하여  상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 발생하는 단계;

발생된 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 단계; 및

상기 픽셀 구동회로로부터 데이터선을 통해 인가된 전압에 따른 전류를 발광소자에 공급하는 단계;를 포함함을 특징으로 하는 표시장치 구동 방법.

**청구항 20**

표시 구동장치로서:

데이터선을 통해 소정의 기충전 전압을 발광 소자에 연결된 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원;

상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 상기 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및

상기 픽셀 구동회로에 유지된 전압인 상기 데이터선의 판독전압에 기초하여  , 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 인가하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함하고,

상기 임시 응답 구간은 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 수렴 전압값으로 수렴하도록 상기 데이터선의 전압에 요구되는 시간보다 짧은 것을 특징으로 하는 표시 구동장치.

**청구항 21**

표시 구동장치를 구동하는 방법으로서:

데이터선을 통해 소정의 기충전 전압을 픽셀 구동회로에 인가하는 단계;

상기 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 상기 데이터선의 전압을 판독하는 단계;

상기 픽셀 구동회로에 유지된 전압인 상기 데이터선의 판독전압에 기초하여 , 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 발생하는 단계; 및

발생된 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 단계;를 포함하고,

상기 임시 응답 구간은 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 수렴 전압값으로 수렴하도록 상기 데이터선의 전압에 요구되는 시간보다 짧은 것을 특징으로 하는 표시 구동장치의 구동 방법.

**청구항 22**

표시 장치로서:

공급된 전류에 따른 계조 레벨로 발광하는 발광 소자(OLED);

데이터선(Ld)을 통해 인가되는 전압에 따라, 전류를 상기 발광소자에 공급하는 픽셀 구동회로(DC);

소정의 기충전 전압을 상기 데이터선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원;

상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및

상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 생성하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함하고,

상기 표시 장치는, 각각 소정의 타이밍에서, 상기 전압 판독기와, 상기 보상 계조 데이터 신호 발생기 및 상기 기충전 전압원에 상기 데이터선을 연결시키는 연결로 스위칭용 스위치를 구비하고,

상기 픽셀 구동회로에는 기충전 전압이 인가되고, 상기 기충전 전압원에 의한 기충전전압을 상기 데이터선으로의 인가를 차단하도록 상기 연결로 스위칭용 스위치를 스위칭한 후, 상기 전압 판독기는 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하도록 구성되고, 그리고 상기 임시 응답 구간은 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 수렴 전압값으로 수렴하도록 상기 데이터선의 전압에 요구되는 시간보다 짧은 것을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 23**

표시 장치로서:

공급된 전류에 따른 계조 레벨로 발광하는 발광 소자(OLED);

데이터선(Ld)을 통해 인가되는 전압에 따라, 전류를 상기 발광소자에 공급하는 픽셀 구동회로(DC);

소정의 기충전 전압을 상기 데이터선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원;

상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및

상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 생성하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함하고,

상기 픽셀 구동회로는 상기 발광 소자에 직렬로 연결된 구동 트랜지스터(Tr13)를 구비하고, 그리고,

상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성의 변화량은 상기 구동 트랜지스터의 임계전압값의 변화량이고,

상기 구동 트랜지스터의 제어 단자와 상기 구동 트랜지스터의 하나의 단자 사이의 전압은, 상기 발광 소자가 계조 레벨에 대응되는 소망하는 밝기로 발광하도록 하는 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 의존하지 않는 제 1 전압 성분과 상기 구동 트랜지스터의 임계 전압보다 적어도 1.05배인 제 2 전압 성분의 합을 기초로 하여 판별됨을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 24**

표시 장치로서:

공급된 전류에 따른 계조 레벨로 발광하는 발광 소자(OLED);

데이터선(Ld)을 통해 인가되는 전압에 따라, 전류를 상기 발광소자에 공급하는 픽셀 구동회로(DC);

소정의 기충전 전압을 상기 데이터선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원;

상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및

상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 생성하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함하고,

상기 픽셀 구동회로는 상기 발광 소자에 직렬로 연결된 구동 트랜지스터(Tr13)를 구비하고, 그리고,

상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성의 변화량은 상기 구동 트랜지스터의 임계전압값의 변화량이고,

상기 구동 트랜지스터의 제어 단자와, 보상 계조 레벨을 특정하는 보상 계조 데이터 신호에 의해 상기 구동 트랜지스터의 전류로의 하나의 단자 사이에서 유지된 전압은, 상기 발광 소자가 계조 레벨에 대응되는 소망하는 밝기로 발광하는 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 의존하지 않는 제 1 전압 성분과 상기 트랜지스터의 임계 전압보다 소정의 배수만큼 높은 제 2 전압 성분의 합계로 판별됨을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 25**

표시 장치로서:

공급된 전류에 따른 계조 레벨로 발광하는 발광 소자(OLED);

데이터선(Ld)을 통해 인가되는 전압에 따라, 전류를 상기 발광소자에 공급하는 픽셀 구동회로(DC);

소정의 기충전 전압을 상기 데이터선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원;

상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및

상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 생성하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함하고,

상기 임시 응답 구간은 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 수렴 전압값으로 수렴하도록 상기 데이터선의 전압에 요구되는 시간보다 짧은 것을 특징으로 하는 표시 장치.

## *명 세 서*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은, 표시 구동장치 및 표시 구동장치를 구동하는 방법과, 그리고, 표시장치 및 표시 장치를 구동하는 방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 매트릭스 방식으로 전류 구동형 발광 소자(예를 들면, 유기 전계 발광(EL) 소자, 무기 EL 소자, 발광 다이오드(LED))가 배치된 표시 패널을 포함하는 표시 장치가 존재한다.

[0003] 예를 들면, 미심사된 일본 특개 H8-330600 호는 전압 신호에 의해 전류가 제어되는 능동 매트릭스형 구동 표시 장치를 개시한다. 이 구동 표시장치는, 전류 제어 박막 트랜지스터와 스위칭 박막 트랜지스터가 각 픽셀마다 구비되도록 구성된다. 화상 데이터에 상응하는 전압 신호가 게이트에 인가되는 경우, 전류 제어 박막 트랜지스터는 유기 EL 소자에 전류를 흐르게 하고, 그리고 스위칭 박막 트랜지스터는 전류 제어 박막 트랜지스터의 게이트에 전압 신호의 공급이 켜지거나 꺼지게 한다. 미심사된 일본 특개 H8-330600 호에 의해 개시된 구동 표시 장치는, 유기 EL 소자가 전류 제어 박막 트랜지스터의 게이트에 인가된 전압 신호의 전류값을 제어하여 발광할 시. 밝기를 제어한다.

[0004] 그러나, 트랜지스터의 임계전압은 일반적으로 시간이 경과함에 따라 변화한다. 이로써, 미심사된 일본 특개 H8-330600 호의 구동 표시 장치의 경우에 있어서, 시간이 경과함에 따라 유기 EL 소자에 전류를 공급하는 전류 제어 박막 트랜지스터의 임계전압이 변화하고, 이는 유기 EL 소자에 흐르는 전류값을 변화시킨다. 결국, 유기 EL 소자에 의해 발광하는 동안 밝기가 변할 수 있는 문제점이 있게 된다.

## *발명의 상세한 설명*

[0005] 본 발명은 상술한 단점을 감안해서 고안된 발명이다. 본 발명은, 발광 소자에 발광 전류를 공급하는 트랜지스터의 임계 전압이 변화할지라도 발광 소자가 적당한 계조 레벨로 화상을 표시시키는 표시 장치를 제공함을 목적으로 한다.

[0006] 상술된 문제점을 해결하기 위해서, 본 발명에 따른 표시 장치는: 공급된 전류에 따른 계조 레벨로 발광하는 발광 소자; 데이터선을 통해 인가되는 전압에 따라, 전류를 상기 발광소자에 공급하는 픽셀 구동회로; 소정의 기충전 전압을 상기 데이터선을 통해 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원; 상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및 상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 생성하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함한다.

[0007] 상술된 문제점을 해결하기 위해서, 구동 방법은 본 발명의 표시 장치가 그에 대한 특성 동작을 실행하도록 하게 한다.

[0008] 상술된 문제점을 해결하기 위해서, 본 발명에 따른 표시 구동 장치는: 데이터선을 통해 소정의 기충전 전압을 발광 소자에 연결된 픽셀 구동회로에 인가하는 기충전 전압원; 상기 기충전 전압원에 의한 기충전 전압의 인가 후에, 소정의 임시 응답 구간 다음의 데이터선의 전압을 판독하는 전압 판독기; 및 상기 데이터선의 판독 전압에 기초하여, 상기 픽셀 구동회로에 대해 고유한 소자 특성에 대응하는 전압값을 가지는 보상 계조 데이터 신호를 인가하여, 이 보상 계조 데이터 신호를 상기 픽셀 구동회로에 인가하는 보상 계조 데이터 신호 발생기를 포함한다.

[0009] 상술된 문제점을 해결하기 위해, 구동 방법은 표시 구동 장치가 그에 대한 특성 장치를 실행시키도록 한다.

[0010] 본 발명에 따라서, 발광 전류가 유기 EL 소자에 공급하는 트랜지스터의 임계 전압에서 변화가 일어나는 경우라도, 발광 소자는 계조 레벨의 소망하는 밝기로 발광할 수 있다.

## *실 시 예*

[0072] 이하에서, 본 발명의 실시예에 따른 표시 장치 및 표시 구동장치를 설명한다. 본 실시예는, 본 발명의 표시 장치가 화상을 표시하기 위해 전류 구동형 발광 소자를 사용하여 표시 장치(1)인 일례이다.이 발광 소자는 임의의 발광 소자일 수 있다. 그러나, 다음에서는 발광 소자가 유기 EL 소자인 경우를 설명한다.

[0073] 우선, 본 실시예의 표시 장치(1)의 표시 픽셀(PIX)을 설명한다. 도 1에서 도시된 바와 같이, 표시 픽셀(PIX)은 픽셀 구동회로(DC)와 유기 EL 소자(OLED)를 포함한다. 픽셀 구동회로(DC)는 트랜지스터(T1)와, 트랜지스터(T2)와, 캐패시터(Cs)를 가진다. 트랜지스터(T1)와 트랜지스터(T2)는 임의의 소자 구조 및 특성을 가질 수 있다. 그러나, 다음에서는 트랜지스터(T1)와 트랜지스터(T2)가 n 채널형 박막 트랜지스터인 경우를 설명한다.

[0074] 트랜지스터(T1)는 발광하기 위해 유기 EL 소자(OLED)를 구동하는 n 채널형 박막 트랜지스터(이하에서 "구동 트랜지스터"라 칭함)이다. 구동 트랜지스터(T1)는, 드레인 단자가 전원 단자(TMv)에 연결되도록, 소스 단자가 접점(N2)에 연결되도록, 그리고 게이트 단자가 접점(N1)에 연결되도록 구성된다. 이 전원 단자(TMv)에는 픽셀 구동회로(DC)의 동작 상태에 따라서 다른 전압을 가지는 전원 전압(Vcc)이 인가된다.

[0075] 트랜지스터(T2)는 이하에서 "유지 트랜지스터"로 칭하는 n 채널형 박막 트랜지스터이다. 유지 트랜지스터(T2)는 드레인 단자가 전원 단자(TMv)(구동 트랜지스터(T1)의 드레인 단자)에 연결되도록, 소스 단자가 접점(N1)에 연결되도록, 그리고 게이트 단자가 제어 단자(TMh)에 연결되도록 구성된다. 제어 단자(TMh)에는 유지 제어 신호(Shld)가 인가된다.

[0076] 캐패시터(Cs)는 구동 트랜지스터(T1)의 게이트 단자와 소스 단자 사이에 연결된다(접점(N1)과 접점(N2) 사이). 캐패시터(Cs)는 구동 트랜지스터(T1)의 게이트와 소스 단자 사이에서 형성된 기생 용량일 수 있거나 용량 소자에 병렬로 연결된 기생 용량일 수도 있다.

[0077] 유기 EL 소자(OLED)는 공급된 전류에 따라 계조 레벨을 가진 광이 발사하는 유기 EL 소자이다. 유기 EL 소자(OLED)는 애노드 단자가 접점(N2)에 연결되도록, 그리고 캐소드 단자(TMc)가 기준 전압(Vss)이 인가되도록 구성된다. 이 기준 전압(Vss)은 고정된 값을 가진다. 접점(N2)에 연결된 데이터 단자(TMd)에는 표시 데이터의 계조 값에 대응하는 데이터 전압(Vdata)이 인가된다.

[0078] 다음에는 상술된 구조를 가지는 표시 픽셀(PIX)를 제어하는 방법을 설명한다.

[0079] 픽셀 구동회로(DC)는 캐패시터(Cs)를 충전하기 위해 캐패시터(Cs)에 표시 데이터의 계조 레벨 값에 상응하는 전압을 인가한다(이하에서 "기입 동작"으로 칭함). 기입 동작 후, 캐패시터(Cs)는 기입 전압을 유지한다(이하에서 "유지 동작"으로 칭함). 캐패시터(Cs)에 의해 유지된 충전 전압에 기초하여, 표시 데이터의 계조 레벨에 대응하는 계조 레벨 전류는 유기 EL 소자(OLED)에 흐르고 그리고 유기 EL 소자(OLED)는 발광한다(이하 "발광 동작"이라 칭함). 유기 EL 소자(OLED)에 의해 발광된 밝기는 표시 데이터의 계조 레벨에 대응된다.

[0080] 도 2에 도시된 바와 같이, 픽셀 구동회로(DC)는 상술된 기입 동작, 유지 동작, 그리고 발광 동작을 순차적으로 실행한다. 다음으로, 각 동작을 실행하기 위해 표시 픽셀(PIX)를 요구하는 조건을 설명한다.

[0081] (기입 동작)

[0082] 기입 동작에서, 캐패시터(Cs)는 표시 데이터의 계조 레벨값에 대응하는 전압으로 기입된다. 기입 동작동안, 유기 EL 소자(OLED)는, 유기 EL 소자(OLED)가 발광하지 않는 광이 꺼진 상태로 된다. 픽셀 구동회로(DC)에 의해 기입 동작 동안, 구동 트랜지스터(T1)는 도 4a에 도시된 동작 특성을 제시한다.

[0083] 도 4a에 있어서, 실선으로 표시된 특성선(SPw)은 구동 트랜지스터(T1)로서 n채널형의 박막 트랜지스터가 다이오드와 연결된 초기 상태에서 드레인-소스 전압(Vds)와 드레인-소스 전류(Ids) 간의 관계를 나타낸 것이다. 특성선(SPw)의 점(PMw)은 구동 트랜지스터(T1)의 동작점이다. 도 4a에 파선으로 표시된 특성선(SPw2)은, 구동 트랜지스터(T1)이 그 구동이력으로 인해 특성 변화를 가지는 경우, 드레인-소스 전압(Vds)과 드레인-소스 전류(Ids) 사이의 관계를 나타낸 것이다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 드레인-소스 전압(Vds)은 다음 [수학식 1]에 표기된 바와 같이, 임계 전압(Vth)과 전압(Veff_gs)의 합이다.

*수학식 1*

[0084] $$Vds=Vth+Veff_gs$$

[0085] 드레인-소스 전압(Vds)은 임계 전압(Vth)(게이트와 소스 사이의 임계전압 = 드레인 소스 사이의 임계 전압)을 넘는 경우, 드레인-소스 전류(Ids)는 특성선(SP2)에 의해 제시된 바와 같이, 드레인-소스 전압(Vds)의 증가에 수반해 비선형적으로 증가한다. 이로써, 도 4a의 Veff_gs는 드레인-소스 전류(Ids)를 효과적으로 형성하는 전압을 나타낸다.

[0086] 도 2에 도시된 기입 동작동안, 유기 EL 소자(OLED)의 구동 전류와 구동 전압은 도 4b에 나타낸 특성을 제시한다. 도 4b에서, 실선으로 표기된 특성선(SPe)은 유기 EL 소자(OLED)의 애노드와 캐소드 사이에서 인가된 구동 전압(Voled)와 애노드와 캐소드 사이에서 흐르는 구동 전류(Ioled) 간의 초기 상태를 나타낸다. 구동 전압(Voled)가 임계 전압(Vth_oled)을 넘은 경우, 구동 전류(Ioled)는 특성선(SPe)으로 표기된 구동 전압(Voled)의 증가에 수반해 비선형적으로 증가한다. 도 4b에서, 특성선(SPe2)은, 유기 EL 소자(OLED)의 구동 이력에 따라서 특성이 변화되는 경우, 구동 전압(Voled)과 구동 전류(Ioled) 사이의 관계의 예를 나타낸다.

[0087] 도 3a에 도시된 바와 같이, 기입 동작 동안, 유기 트랜지스터(T2)의 제어 단자(TMh)에는 유지 트랜지스터(T2)를 켜기 위해 ON-레벨(하이 레벨 H)의 유지 제어 신호(Shld)가 인가된다. 그 결과, 구동 트랜지스터(T1)의 게이트

와 드레인 사이의 연결(합선)은 구동 트랜지스터(T1)가 다이오드에 연결된 상태가 되도록 설정된다. 전원 단자(TMv)에는 기입 동작을 위해 제 1 전원 전압(Vccw)이 인가되고, 데이터 단자(TMd)에는 표시 데이터의 계조 레벨 값에 대응하는 데이터 전압(Vdata)이 인가된다.

[0088] 이때, 구동 트랜지스터(T1)의 드레인과 소스는 드레인과 소스 사이의 전위차(Vccw-Vdata)에 대응하는 전류(Ids)("기대값 전류"라 칭한다)를 가진다. 데이터 전압(Vdata)은, 표기 데이터의 계조 레벨값에 따라서 적당한 밝기로 발광하는 유기 EL 소자(OLED)에 요구되는 전류값을 획득하기 위해 필요한 전압값으로서 이 기대값 전류(Ids)를 포함하도록 설정된다. 이때에, 상술된 합선은 구동 트랜지스터(T1)의 게이트와 드레인 사이에서 일어나고, 구동 트랜지스터(T1)의 드레인은 다이오드가 연결된 상태로 된다. 이로써, 도 3b에 도시된 바와 같이, 구동 트랜지스터(T1)의 드레인-소스 전압(Vds)은 게이트-소스 전압(Vgs)과 동일하고, 다음 [수학식 2]과 같다. 캐패시터(Cs)는 이 게이트-소스 전압(Vgs)으로 기입(또는 충전)된다.

### *수학식 2*

[0089] $$Vds=Vgs=Vccw-Vdata$$

[0090] 다음으로, 제 1 전원 전압(Vccw)을 상술한다. 구동 트랜지스터(T1)는 n 채널형트랜지스터이다. 이로써, 구동 트랜지스터(T1)의 게이트-소스 전류(Ids)가 흐르기 위해, 게이트 전위는 소스 전위보다 더 높아야 한다(양의 전위). 도 3b에 도시된 바와 같이, 게이트 전위는 드레인 전위와 동일(제1 전원 전압(Vccw))하고, 그리고 소스 전위는 데이터 전압과 동일하다. 이로써, 드레인-소스 전류(Ids)를 흐르기 위해, 다음 [수학식 3]이 성립해야 한다.

### *수학식 3*

[0091] $$Vdata<Vccw$$

[0092] 유기 EL 소자(OLED)의 발광이 꺼진 상태로 되기 위해서, 유기 EL 소자(OLED)의 애노드 단자 전압과 캐소드 단자(TMc) 전압 사이의 차이가 유기 EL 소자(OLED)의 발광 임계 전압(Vth_oled) 이하여야 한다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 접점(N2)은 유기 EL 소자(OLED)의 애노드 단자에 연결된다. 접점(N2)은 데이터 단자(TMd)와 연결되고 데이터 전압(Vdata)으로 인가된다. 반면, 캐소드 단자(TMc)에는 고정값을 가지는 기준 전압(Vss)이 인가된다.

[0093] 그러므로, 기입 동작에서 유기 EL 소자(OLED)의 발광이 꺼진 상태로 되기 위해서, 데이터 전압(Vdata)과 기준 전압(Vss) 사이의 차이점은 유기 EL 소자(OLED)의 발광 임계 전압(Vth_oled) 이하여야 한다. 이 경우에서, 접점(N2)은 전위(Vdata)를 가지며; 그러므로 다음 [수학식 4]는 기입 동작 동안 유기 EL 소자(OLED)의 발광이 꺼진 상태가 되도록 만족하여야 한다. 여기서, 기준 전압()이 0V의 접지 전위로 설정하는 경우, [수학식 4]는 다음 [수학식 5]로 나타날 수 있다.

### *수학식 4*

[0094] $$Vdata-Vss=Vth_oled$$

### *수학식 5*

[0095] $$Vdata=Vth_oled$$

[0096] 이로써, 캐패시터(Cs)가 구동 트랜지스터(T1)의 게이트-소스 전압(Vgs)으로 기입되도록, 그리고 유기 EL 소자(OLED)가 기입 동작 동안 발광이 꺼지지 않도록 하도록, 상술된 [수학식 2]와 [수학식 5]에 기초하여 다음 [수학식 6]이 성립되어야 한다.

### *수학식 6*

[0097] $$Vccw-Vgs=Vth_oled$$

[0098] 이때, 구동 트랜지스터(Tr1)가 다이오드에 연결되는 경우(Vgs=Vds=Vth+Veff_gs), 게이트-소스 전압(Vgs)을 위해 성립된 [수학식 1]의 관계는 다음 [수학식 7]을 제공하기 위해 [수학식 6]으로 대치된다.

### *수학식 7*

[0099] $$Vccw=Vth_oled+Vth+Veff_gs$$

[0100] 전압(Veff_gs=0)이 형성되고, 드레인-소스 전류(Ids)가 형성되는 경우, [수학식 7]은 다음 [수학식 8]로 표시된다.

[0101] 이 [수학식 8]에 의해 표기된 바와 같이, 기입 동작 동안, 기입 레벨에서의 제 1 전원 전압(Vccw)은 발광 임계 전압(Vth_oled)과 구동 트랜지스터(T1)의 임계 전압(Vth)의 합 이하이다(게이트-소스 임계 전압=드레인-소스 임계 전압).

*수학식 8*

[0102] $Vccw=Vth_oled+Vth$

[0103] 일반적으로, 도 4a의 구동 트랜지스터(T1)의 특성과 도 4b에 제시된 유기 EL 소자의 특성은 구동 이력에 따라서 변화된다. 기입 동작에서 구동 이력에 따라서 구동 트랜지스터(T1)의 특성과 유기 EL 소자 OLED의 변화의 영향을 설명한다.

[0104] 우선, 구동 트랜지스터(T1)의 특성을 설명한다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 초기 상태의 구동 트랜지스터(T1)의 임계 전압(Vth)은 구동 이력에 따라서 임계전압 변화량(ΔVth)만큼 증가된다. 구동 이력에 따라서 임계 전압이 변화되는 경우, 특성선은 더 높은 전압측으로 초기 특성선(SPw)을 충분히 이동시켜 획득된 특성선(SPw2)이 된다. 이 경우, 표시 데이터의 계조레벨 값에 따라서 계조 레벨 전류(드레인-소스 전류(Ids))를 획득하기 위해, 데이터 전압(Vdata)은 임계 전압 변화량(ΔVth)만큼 증가된다.

[0105] 다음으로, 기입 동작 동안 유기 EL 소자(OLED)의 특성 변화의 영향을 설명한다. 일반적으로, 유기 EL 소자는 구동 이력에 따라서 증가하는 저항을 가진다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 유기 EL 소자(OLED)의 저항 변화 후의 특성선(SPe2)에 있어서, 저항 변화 이전에 초기의 특성선(SPe)과 비교되는 경우, 구동 전류(Ioled)가 구동 전압(Voled)의 증가에 대해 증가되는 비율(증가율)은 감소한다. 저항이 높아질지라도 유기 EL 소자(OLED)가 표시 데이터의 계조 레벨값에 따른 적당한 밝기를 가진 광이 발광하도록 하기 위해, 계조 레벨값에 따르는 구동 전류(Iolde)는 유기 EL 소자(OLED)에 공급되어야 한다. 그러한 구동 전류(Iolde)가 공급되기 위해서, 구동 전압(Volde)은 특성선(SPe2)의 계조 레벨을 위해 필요한 구동 전류(Iolde)에 대응하는 전압과 특성선(SPe)의 계조 레벨을 위해 필요한 구동 전류(Iolde)에 대응하는 전압 사이의 차이만큼 증가되어야 한다. 구동 전류(Iolde)가 최대값(Iolde_max)인 경우, 이 차이 전압은 최대값(Volde_max)에 이른다. 기입 동작이 상술된 조건을 만족하기 위해 완료되는 경우, 표시 픽셀(PIX)은 유지 동작을 실행한다.

[0106] (유지 동작)

[0107] 유지 동작 동안, 도 5a에 도시된 바와 같이, 제어 단자(TMh)에는 OFF 레벨의 유지 제어 신호(로우 레벨 L)가 인가된다. 그 결과, 유지 트랜지스터(T2)는 구동 트랜지스터(T1)의 게이트와 드레인 사이의 전기가 차단되도록 꺼진다. 이로써, 구동 트랜지스터(T1)의 다이오드 연결은 캐패시터(Cs)의 충전을 정지하도록 취소한다. 도 5b에 도시된 바와 같이, 캐패시터(Cs)는 기입 동작 동안 충전된 구동 트랜지스터(T1)의 드레인-소스 전압(Vds)(=게이트-소스 전압(Vgs))을 유지한다.

[0108] 드레인-소스 전압(Vds)과 드레인-소스 전류(Ids) 사이의 관계는, 구동 트랜지스터(T1)의 다이오드 연결이 해제되는 경우, 도 6에 실선으로 표기된 특성선(SPh)을 따른다. 이 경우에서 게이트-소스 전압(Vgs)은 고정된 값(예를 들면, 유지 동작 동안의 캐패시터(Cs)에 의해 유지된 전압값)을 가지기 위해 유지된다.

[0109] 도 6의 특성선(SPw)은 도 4a의 기입 동작 동안 특성선(SPw)과 현저하게 동일하고, 그리고 구동 트랜지스터(T1)이 다이오드와 연결될 시의 특성을 나타낸다. 특성선(SPh)과 특성선(SPw)의 교차점은 유지동작 동안 동작점(PMh)이 된다. 도 6의 특성선(SPo)은 특성선(SPw)의 전압(Vgs)으로부터 임계 전압(Vth)을 빼서 획득된다. 특성선(SPo)와 특성선(SPh)의 교차점(Po)에서, 드레인-소스 전압(Vds)은 핀치-오프 전압(Vpo)을 가진다.

[0110] 구동 트랜지스터(T1)가 특성선(SPh)에 따라서 동작되는 경우, 드레인-소스 전압(Vds)이 0V부터 핀치-오프 전압(Vpo)까지 변화되는 영역은 불포화 영역이다. 불포화된 영역에서, 드레인-소스 전류(Ids)는 드레인-소스 전압(Vds)의 증가로 증가된다. 전압(Vds)이 핀치-오프 전압(Vpo) 이상인 영역은 포화 영역이다. 포화 영역에서, 드레인-소스 전압(Vds)이 증가될지라도 드레인-소스 전류(Ids)에서의 변화는 실질적으로 없다.

[0111] 유지 제어 신호(Shld)는, 전원 전압(Vcc)이 기입 동작을 위해 제 1 전원 전압(Vccw)에서 발광 동작을 위한 제 2 전원 전압(Vcce)으로 스위칭되는 경우(유지 동작이 발광동작으로 스위칭되는 경우), ON-레벨에서 OFF 레벨로 스

위칭될 수 있다. 유지 동작이 상술된 방식으로 완료되는 경우, 표시 픽셀(PIX)은 발광 동작을 수행한다.

[0112] (발광 동작)

[0113] 도 7a에 도시된 바와 같이, 상술된 유지 동작 후에, 발광 동작 동안 그러한 구동 트랜지스터(T1)의 다이오드 연결은 해제된다. 전원 단자(TMv)에는 기입 동작을 제 1 전원 전압(Vccw)을 대신하여 단자 전압(Vcc)으로서 발광 동작을 위해 제 2 전원 전압(Vcce)이 인가된다. 이 제 2 전원 전압(Vcce)은 제 1 전원 전압(Vccw)보다 더 높은 전위를 가진다.

[0114] 그 결과, 도 7b에 도시된 바와 같이, 게이트-소스 전압(Vgs)의 값에 따라서 전류(Ids)는 구동 트랜지스터(T1)의 드레인과 소스 사이에 흐른다. 이 전류(Ids)는 유기 EL 소자(OLED)가 전류(Ids)의 값에 따른 밝기를 가지고 발광하도록 유기 EL 소자(OLED)에 인가된다. 발광 동작 동안에, 전류(Ids)는 고정된 레벨에서 게이트-소스 전압(Vgs)을 유지하면서 고정된 레벨에서 유지될 수 있다. 이로써, 캐패시터(Cs)(유지 동작 구간에서 발광 동작 구간으로 캐패시터(Cs)에 인가된 전압)에 의해 유지된 전압은 예를 들면 게이트와 소스 사이에서 인가될 수 있다.

[0115] 발광 동작 동안, 게이트-소스 전압(Vgs)이 고정되는 경우, 유기 EL 소자(OLED)는 도 8a의 실선으로 표기된 부하선(SPe)에 기초하여 동작한다. 부하선(SPe)은 기준으로서 유기 EL 소자(OLED)의 전원 단자(TMv)와 캐소드 단자(TMc) 사이에 전위차(Vcce-Vss)의 값에 대하여 유기 EL 소자(OLED)의 구동 전압(Voled)과 구동 전류(Ioled) 사이의 역관계를 나타낸다. 도 8a에서, 특성선(SPh)은 유지 동작동안 도 6에 표기된 특성선(SPh)과 실질적으로 동일하다.

[0116] 도 8a에 도시된 바와 같이, 유지 동작에서 발광 동작으로 처리를 진행하는 경우, 구동 트랜지스터(T1)의 동작점은 유지 동작 동안 동작점(PMh)에서 발광 동작 동안 동작점(PMe)으로 이동한다(유기 EL 소자(OLED)의 특성선(SPh)과 부하선(SPe)의 유지 동작 중의 교점). 도 8a에 도시된 바와 같이, 이 동작점(PMe)은 유기 EL 소자의 전원 단자(TMv)와 캐소드 단자(TMc) 사이의 전위차(Vcce-Vss)가 구동 트랜지스터(T1)의 드레인과 소스 사이와, 그리고 유기 EL 소자(OLED)의 애노드와 캐소드 사이에서 분포되는 지점이다. 특히, 발광 동작 중의 동작점(PMe)에서, 전압(Vds)은 구동 트랜지스터(T1)의 드레인과 소스 사이에 인가되고, 구동 전압(Voled)은 도 7b에 도시된 바와 같이, 유기 EL 소자(OLED)의 애노드와 캐소드 사이에서 인가된다.

[0117] 기입 동작 중 구동 트랜지스터(T1)의 드레인과 소스 사이에 흐르는 기대값 전류(Ids)가 발광 동작 중 유기 EL 소자(OLED)에 공급된 구동 전류(Ioled)와 동일한 경우, 유기 EL 소자(OLED)는 표시 데이터의 계조 레벨 값에 따라서 밝기를 가지는 발광을 한다. 이를 실현하기 위해, 발광 동작 중의 구동 트랜지스터(T1)의 동작점(PMe)은 도 8a에 도시된 포화영역 내에 유지되어야 한다.

[0118] 반면, 표시 계조 레벨이 최고에 이른 경우, 유기 EL 소자(OLED)의 구동 전압(Voled)은 최대값(Voled_max)을 가진다. 특히, 유기 EL 소자(OLED)가 표시 데이터의 계조 레벨 값에 따른 밝기를 가지는 발광을 하도록, 발광 동작을 위한 제 2 전원 전압(Vcce)은 다음 [수학식 9]에 표기된 관계를 만족하도록 설정될 수 있다. [수학식 9]의 좌측은 유기 EL 소자(OLED)의 상술된 전원 단자(TMv)와 캐소드 단자(TMc) 사이에 인가된 전압을 나타낸다. 유기 EL 소자(OLED)의 캐소드 단자에 인가된 기준 전압(Vss)이 0V의 접지 전위를 가지도록 설정되는 경우, 다음 [수학식 10]에 의해 나타낼 수 있다.

*수학식 9*

[0119] $$Vcce-Vss=Vpo+Voled_max$$

*수학식 10*

[0120] $$Vcce=Vpo+Voled_max$$

[0121] 다음으로, 발광 동작 중의 유기 EL 소자(OLED)의 특성 변화의 영향을 설명한다.

[0122] 도 4b에 도시된 바와 같이, 유기 EL 소자(OLED)는 구동 이력에 따라서 더 높은 저항을 가지며, 그 결과 구동 전압(Voled)에 대한 구동 전류(IolED)의 증가율은 감소된다. 그 후, 유기 EL 소자(OLED)의 부하선(SPe)은 도 8b의 SPe2와 SPe3과 비교하여, 더 기울어져 있다. 특히, 유기 EL 소자(OLED)의 부하선은 SPe2를 통하여 SPe로부터 SPe3까지 부하선의 변화를 발생시키기 위해 구동 이력에 따라 변화한다. 그 결과, 구동 트랜지스터(T1)의 동작점은 특성선(SPh)에 대해 PMe2를 통해 PMe로부터 PMe3으로 변화된다.

[0123] 구동 트랜지스터(T1)의 동작점이 포화 영역에 존재하는 경우(PMe 내지 PMe2), 기입 동작 중 기대값 전류(Ids)의 값을 유지한다. 그러나, 동작점이 불포화영역에 존재하는 경우(예를 들면, 동작점이 PMe2에서 PMe3으로 이동하는 경우), 구동 전류(Ioled)는 감소되고, 기입 동작 중의 기대값 전류(Ids)보다 낮게 된다. 구동 전류(Ioled)는 발광 소자가 표시 데이터의 계조 레벨 값에 대응하는 밝기보다 더 낮은 계조 레벨을 가지는 발광을 하도록 하게 한다.

[0124] 도 8b의 예에서, 핀치-오프점(Po)은 불포화영역과 포화영역 사이의 경계에서 존재한다. 이로써, 유기 EL 소자가 더 높은 저항을 가지는 경우, 발광 동작 중에 동작점(PMe)과 핀치-오프점(Po) 사이의 전위차는 발광 동작 중 구동 전류(Ioled)를 유지시키기 위해 보상 마진으로서 기능을 한다. 즉, 구동 전류의 전류값에 대응하는 보상 마진은 유지 EL 소자의 핀치-오프점 궤도(SPo)와 부하선(SPe) 사이의 특성선(SPh)에 대한 전위차로서 기능을 한다. 보상 마진은 구동 전류(Ioled)의 증가로 감소된다. 유기 EL 소자(OLED)(Vcce-Vss)의 전원 단자(TMv)와 캐소드 단자(TMc) 사이에 인가된 전압이 증가되는 경우, 보상 마진은 증가된다.

[0125] 상술된 실시예에서, 트랜지스터 전압은 각 발광 소자의 제어 밝기("전압 계조 레벨 제어"라 칭함)에 사용된다. 그리고, 데이터 전압(Vdata)은 이전에 판별된 트랜지스터 드레인-소스(Vds)와 드레인-소스 전류(Ids)의 초기 특성에 기초하여 설정된다. 그러나, 상술된 바와 같은 방법에 기초하여 설정된 데이터 전압(Vdata)은 구동 이력에 따라서 임계 전압(Vth)의 증가를 발생시킨다. 발광 소자에 공급된 구동 전류는 표시 데이터(데이터 전압)에 상응하지 못해서 발광 소자는 바람직한 밝기로 발광을 하지 못한다. 특히 트랜지스터가 무정형의 트랜지스터인 경우, 소자 특성은 현저하게 변화한다.

[0126] n 채널형 무정형 실리콘 트랜지스터에 있어서, 구동 이력이나 임시 변화는 게이트 절연막에 대해 캐리어 트랩을 일으킨다. 이 캐리어 트랩은 게이트 전계를 상쇄시키고, 드레인-소스 전압(Vds)과 드레인-소스 전류(Ids) 사이의 특성은 증가된 임계 전압(Vth)을 가진다. 도 4a의 예에서, 기입 동작 동안, 임계 전압()은 높은 초기 상태의 특성(SPw)에서 더 높은 전압의 특성선(SPw2)으로 이동된다. 드레인-소스 전압(Vds)이 이 경우에 고정되는 경우, 드레인-소스 전류(Ids)는 감소되고 발광 소자의 밝기는 감소된다. 도 4a에 도시된 예에서 무정형 트랜지스터는 300㎚(3000Å)의 게이트 절연 두께, 500㎛의 채널 폭, 6.28㎛의 채널 길이, 그리고 2.4V의 임계 전압 가지도록 설계된다.

[0127] 트랜지스터의 소자 특성이 변화되는 경우, 임계 전압(Vth)은 대개 증가한다. 소자 특성이 변화한 후, 드레인-소스 전압(Vds)과 드레인-소스 전류(Ids) 사이의 관계를 제시하는 특성선(SPw2)은 초기 상태의 특성선(SPw)의 실질적인 전이이다. 이로써, 변화된 특성선(SPw2)에 실질적으로 대응하는 특성은 초기 임계 전압(Vth)의 변화량(△Vth)에 대응하는 고정 전압(이하에서, "OFFSET 전압(Vofst)"이라 칭함)을 초기 특성선(SPw)의 드레인-소스 전압(Vds)에 가산하여 획득될 수 있다. 특히, 픽셀 구동회로(DC)에 대해 표시 데이터를 기입하기 위한 동작 동안, 구동 트랜지스터(T1)(접점(N2))의 소스 단자는 특성선(SPw)에 대한 드레인-소스 전압(Vds)에 의해 획득된 전압에, 그리고 OFFSET 전압(Vofst)에 인가된다(이하에서, "보상 계조 레벨 전압(Vpix)"으로 칭함).

[0128] 이를 행하여, 임계 전압(Vth)의 변화로 기인한 소자 특성의 변화는 보상될 수 있다. 특히, 표시 데이터에 따른 값을 가지는 발광 구동 전류(Iem)는 유기 EL 소자(OLED)에 공급될 수 있다. 수용된 발광 구동 전류(Iem)를 가지는 유기 EL 소자(OLED)는 표시 데이터에 따른 밝기는 가진 발광을 한다.

[0129] (실시예 1)

[0130] 다음으로, 상술된 표시 픽셀PIX)에 의해 화상을 표시하는 표시 장치(1)의 실시예를 설명한다. 우선, 표시장치(1)의 구조를 설명한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 표시 장치(1)는: 표시 영역부(11); 선택 구동기(12); 전원 구동기(13); 데이터 구동기(표시 구동장치)(14); 제어기(15); 표시 신호 발생회로(16); 및 표시 패널(17)을 포함한다.

[0131] 표시 영역부(11)는: 복수의 선택선(Ls); 복수의 데이터선(Ld); 그리고 복수의 표시 픽셀(PIX)을 포함한다. 각 선택선(Ls)은 표시 영역부(11)의 행방향으로 배열된다(도 9의 좌우 방향). 각 선택선(Ls)은 서로 평행하다. 각 데이터선(Ld)은 표시 영역부(11)의 열 방향으로 배치된다(도 9의 상하 방향). 각 데이터선(Ld)은 서로 평행하다. 각 표시 픽셀(PIX)은 각 선택선(Ls)과 각 데이터선의 각 교점 주변에서, 그리고 "n"행×"m"열 (n 및 m은 양의 정수)과 같이 격자 방식으로 배치된다.

[0132] 선택 구동기(12)는 소정의 타이밍으로 선택 신호(Ssel)를 각 선택선(Ls)으로 공급한다. 선택 신호(Ssel)는 표시

데이터의 계조 레벨값에 대응하는 전압이 기입되는 표시 픽셀(PIX)에 대해 캐패시터(Cs)를 지시하는 신호이다. 선택 구동기(12)는 집적회로(IC) 칩이거나 트랜지스터로 구성될 수 있다.

[0133] 전원 구동기(13)는 소정의 타이밍으로, 소정의 전압 레벨의 전원 전압(Vcc)을 선택선(Ls)과 평행한 선택선(Ls)에 배치된 복수의 전원 전압선(Lv)에 공급된다.

[0134] 데이터 구동기(표시 구동장치)(14)는 소정의 타이밍으로 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(예를 들면, Vpix(i), Vpix(i+1))을 각 데이터선(Ld)에 인가시킨다.

[0135] 표시 신호 발생회로(16)로부터 공급된 타이밍 신호에 기초하여, 제어기(15)는 신호를 각 부재에 공급하는 각 부자의 동작을 제어하는 신호를 발생시킨다. 예를 들면, 제어기(15)는 선택 구동기(12)의 동작을 제어하는 선택 제어 신호와, 전원 구동기(13)의 동작을 제어하는 전원 제어 신호와, 그리고 데이터 구동기(14)의 동작을 제어하는 데이터 제어 신호를 공급한다.

[0136] 표시 신호 발생 회로(16)는 데이터 구동기(14)에 표시 데이터를 공급하기 위해 표시 장치(1)의 외부로부터 입력된 비디오 신호에 기초하여 표시 데이터(밝기용 데이터)를 발생시킨다. 표시 신호 발생 회로(16)는, 발생된 표시 데이터에 기초하여, 타이밍 신호를 제어기(15)에 공급하도록 표시 영역부(11)의 화상을 표시시키는 타이밍 신호(예를 들면, 시스템 클락)도 추출한다. 이 타이밍 신호는 표시 신호 발생 회로(16)에 의해 발생될 수도 있다.

[0137] 표시 패널(17)은 표시 영역부(11)와, 선택 구동기(12)와 데이터 구동기(14)를 가지는 기판이다. 이 기판은 전원 구동기(13)도 가질 수 있다. 표시 패널(17)은 데이터 구동기(14)의 일부를 가질 수도 있고, 그리고 데이터 구동기의 나머지 부분은 표시 패널(17)의 외부에서 구비될 수 있다. 이 경우에서, 표시 패널(17)의 데이터 구동기(14)의 일부는 IC 칩이나 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0138] 표시 패널(17)은 각 표시 픽셀(PIX)이 격자 방식으로 배치된 표시 패널(17)을 그 중앙에서 가진다. 각 표시 픽셀(PIX)은 표시 영역부(11)의 상부 영역에 위치한 그룹과 하부 영역에 위치한 그룹으로 분할된다. 각 그룹에 포함된 표시 픽셀(PIX)은 분지된 전원 전압선(Lv)에 각각 연결된다. 제 1 실시예의 상부 영역에서의 그룹은 첫 번째 내지 (n/2) 번째 표시 픽셀(PIX)("n"은 짝수)을 포함한다. 하부 영역에서의 그룹은 (n/2+1) 내지 "n" 번째 표시 픽셀(PIX)을 포함한다.

[0139] 상부영역에서 그룹의 각 전원 전압선(Lv)은 제 1 전원전압선(Lv1)에 연결된다. 하부영역에서 그룹의 각 전원 전압선(Lv)은 제 2 전원전압선(Lv2)에 연결된다. 제 1 전원전압선(Lv1)과 제 2 전원전압선(Lv2)은 독립 방식으로 전원 구동기(13)에 연결된다. 이로써, 전원 전압(Vcc)은 제 1 전원전압선(Lv1)을 통해 첫 번째 내지 (n/2) 번째 표시 픽셀(PIX)에 공통적으로 인가된다. (n/2+1) 내지 "n" 번째 표시 픽셀(PIX)에는 제 2 전원전압선(Lv2)을 통해 전원 전압(Vcc)이 공통적으로 인가된다. 전원 구동기(13)는 전원 구동기(13)가 제 2 전원전압선(Lv2)을 통해 전원 전압(Vcc)을 인가하는 타이밍과는 다른 타이밍에서 제 1 전원전압선(Lv1)을 통해 전원 전압(Vcc)을 인가한다.

[0140] 도 9에 도시된 표시 픽셀(PIX)은 도 10에 도시된 바와 같이, 픽셀 구동회로(DC)와 유기 EL 소자(OLED)를 포함한다. 픽셀 구동회로(DC)는 트랜지스터(Tr11)와, 선택 트랜지스터(Tr12)와, 구동 트랜지스터(Tr13)와, 그리고 캐패시터(Cs)를 가진다. 이 트랜지스터(Tr11)는 도 1에 도시된 유지 트랜지스터(T2)에 대응되고, 구동 트랜지스터(Tr13)는 도 1에 도시된 구동 트랜지스터(T1)에 대응된다. 각 트랜지스터(Tr11 내지 Tr13)는 임의의 트랜지스터 형태일 수 있지만, 다음 설명의 각 트랜지스터(Tr11 내지 Tr13) 모두는 n 채널형 전계 효과 트랜지스터이다.

[0141] 유지 트랜지스터(Tr11)는 구동 트랜지스터(Tr13)의 다이오드 연결용 트랜지스터이다. 유지 트랜지스터(Tr11)는, 게이트 단자가 선택선(Ls)에 연결되도록, 드레인 단자가 전원전압선(Lv)에 연결되도록, 그리고 소스 단자가 접점(N11)에 연결되도록 구성된다. 선택선(Ls)에는 선택 신호(Ssel)가 인가된다. 이 선택 신호(Ssel)는 도 2에 도시된 유지 제어 신호(Shld)와 동일하다.

[0142] 도 10에 도시된 선택 트랜지스터(Tr12)는, 게이트 단자가 선택선(Ls)에 연결되도록, 소스 단자가 데이터선(Ld)에 연결되도록, 그리고 드레인 단자가 접점(N12)에 연결되도록 구성된다. 이 접점(N12)은 도 1에 도시된 접점(N2)에 대응한다. 구동 트랜지스터(Tr13)는, 게이트 단자가 접점(N11)에 연결되도록, 드레인 단자가 전원 전압선(Lv)에 연결되도록, 그리고 소스 단자가 접점(N12)에 연결되도록 구성된다. 접점(N11)은 도 1에 도시된 접점(N1)에 대응한다.

[0143] 캐패시터(Cs)는 도 1에 도시된 바와 같이 동일하다. 도 10에 도시된 캐패시터(Cs)는 접점(N11)과 접점(N12) 사

이에서 연결된다(구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스). 유기 EL 소자(OLED)는 애노드 단자가 접점(N12)에 연결되도록, 그리고 캐소드 단자(TMc)에 고정된 기준 전압(Vss)이 인가되도록 구성된다.

[0144] 기입 동작 동안, 표시 데이터의 계조 레벨 값에 대응하는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 픽셀 구동회로(DC)의 캐패시터(Cs)에 인가된다. 그리고, 발광 동작 동안 전원 전압선(Lv)에 인가된 높은 전위를 가지는 보상 계조 레벨 전압(Vpix), 기준 전압(Vss)과, 그리고 전원 전압(Vcc)(Vcce)은 상술된 [수학식 3 내지 10]의 관계를 만족시킨다. 이로써, 기입 동작 동안, 유기 EL 소자(OLED)는 발광이 꺼진 상태로 된다. 픽셀 구동회로(DC)는 도 10에 도시된 구성에 국한되지 않으며, 도 1에 도시된 각 소자에 대응하는 소자를 가지고, 직렬로 배치된 전류 구동형 발광 소자(OLED)를 가지는 구동 트랜지스터(T1)의 전류로를 가지는 구성이라면 그러한 구성도 가질 수 있다. 발광 소자는 유기 EL 소자(OLED)에 국한되는 것이 아니라 발광 다이오드와 같은 다른 전류 구동형 발광 소자일 수도 있다.

[0145] 선택 구동기(12)는, 예를 들면, 시프트 레지스터와 출력 회로부(출력 버퍼)를 포함한다. 시프트 레지스터는 제어기(15)로부터 선택 제어 신호에 기초하여, 각 행의 선택선(Ls)에 대응하는 시프트 신호를 순차적으로 출력한다. 출력 회로부는 이 시프트 신호의 레벨을 소정의 선택 레벨로 전환시킨다(하이 레벨(H)이나 로우 레벨(L)). 전환 후, 출력 회로부는 전환된 시프트 신호를 선택 신호(Ssel)로서 각 행의 선택선(Ls)으로 순차적으로 출력한다.

[0146] 예를 들면, 도 13에 도시된 선택 구간(기충전 구간(Tpre), 임시응답  구간(Ttrs) 및 기입 구간(Twrt)을 포함하는 구간) 동안, 선택 구동기(12)는 하이 레벨의 선택 신호(Ssel)를, 선택 신호 표시 픽셀(PIX)에 연결된 각 행의 선택선(Ls)으로 공급한다. 선택 구동기(12)는, 각 행의 표시 픽셀(PIX)을 선택 상태로 순차적으로 설정하도록 소정의 타이밍으로 선택 신호(Ssel)를 각 행의 선택선(Ls)으로 공급한다. 선택 구동기(12)는 픽셀 구동회로(DC)의 각 트랜지스터(Tr11 내지 Tr13)와 동일한 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0147] 선택 구간(Tse) 동안, 전원 구동기(13)는, 제어기(15)로부터의 전원 제어 신호에 기초하여, 낮은 전위(=Vccw)의 전원 전압(Vcc)을 각 전원 전압선(Lv)에 인가한다. 발광 구간 동안, 전원 구동기(13)는 높은 전위(=Vcce)의 전원 전압(Vcc)을 각 전원 전압선(Lv)에 인가한다. 도 9의 예에서, 상부 영역의 그룹에 포함된 표시 픽셀(PIX)의 동작 동안, 전원 구동기(13)는 제 1 전원 전압선(Lv1)을 통해 이러한 표시 픽셀(PIX)에 전원 전압(Vcc)을 인가한다. 상부 영역의 그룹에 포함된 표시 픽셀(PIX)의 동작 동안, 전원 구동기(13)도 제 2 전원 전압선(Lv2)을 통해 이러한 표시 픽셀(PIX)에 전원 전압(Vcc)을 인가한다.

[0148] 전원 구동기(13)는 타이밍 발생기와 출력 회로부를 포함할 수 있다. 타이밍 발생기는, 제어기(15)로부터의 전원 제어 신호에 기초하여, 각 전원전압선(Lv)에 대응하는 타이밍 신호를 발생시킨다. 타이밍 발생기는, 예를 들면 시프트 신호를 순차적으로 출력하는 시프트 레지스터이다. 출력 회로부는 타이밍 신호를 소정의 전압 레벨(전압 값 Vccw 및 Vccw)로 전환하여, 이 전압 레벨에 적합한 전원 전압(Vcc)을 각 전원 전압선(Lv)에 인가한다. 전원 전압선(Lv)의 수가 적은 경우, 전원 구동기(13)은 표시 패널(17) 대신에 제어기(15)에 구비될 수 있다.

[0149] 데이터 구동기(표시 구동장치)(14)는 보상용 표시 신호 발생회로(16)로부터 공급된 각 표시 픽셀(PIX)마다 표시 데이터(발광 색에 대응하는 밝기)DP 대응하는 신호 전압(본래 계조 레벨 전압(Vorg))을 발생시킨다. 본래 계조 레벨 전압(Vorg)의 보상에 의해, 데이터 구동기(14)는 각 표시 픽셀(PIX)에 구비된 구동 트랜지스터(Tr13)의 소자 특성(임계 전압)에 대응하는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 발생시킨다. 발생 후, 데이터 구동기(14)는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 데이터선(Ld)을 통해 각 표시 픽셀(PIX)에 인가한다.

[0150] 도 10에 도시된 바와 같이, 데이터 구동기(14)는: 저항기(141)와, 계조 레벨 전압 발생기(142)와, 전압 전환기(143)와, 전압 계산기(144)와, 그리고 변환 스위치(SW1 내지 SW3)를 포함한다. 계조 레벨 전압 발생기(142)와, 전압 계산기(144)와, 변환 스위치(SW1 내지 SW3)는 각 열의 데이터선(Ld)에 구비되고, 전체 데이터 구동기(14)의 "m"의 양에 구비된다.

[0151] 전압 판독기(145)는 전압 전환기(143)와 변환 스위치(SW2)를 포함한다. 전압 전환기(143)와 변환 스위치(SW2)는 데이터선(Ld)에 연결된다. 데이터선(Ld)부터 각 변환 스위치(SW1 내지 SW3)까지의 배선 저항 및 용량은 서로 같도록 구성된다. 이로써, 데이터선(Ld)으로 인한 전압 드롭은 각 변환 스위치(SW1 내지 SW3)와 실질적으로 동일하다.

[0152] 레지스터(141)는 시프트 레지스터와 데이터 레지스터를 가진다. 시프트 레지스터는 제어기(15)로부터 데이터 제어 신호에 기초하여 시프트 신호를 순차적으로 출력한다. 데이터 레지스터는 출력된 시프트 신호에 기초하여, 평행한 각 열에 구비된 계조 레벨 전압 발생기(142)에 데이터를 이동시키도록 계조 레벨의 밝기에 대한 데이터

를 획득한다. 데이터 레지스터는 표시 영역(11)에 대해 한 행의 표시 픽셀(PIX)에 상응하는 데이터를 획득하여 계조 레벨에 대한 데이터를 획득한다.

[0153] 계조 레벨 전압 발생기(142)는 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 발생 및 출력한다. 이 본래 계조 레벨 전압(Vorg)은 각 표시 픽셀(PIX)마다 표시 데이터에 상응하는 값을 가지는 전압과, 각 유기 EL 소자(OLED)의 계조 레벨 밝기를 나타내는 전압이다. 본래 계조 레벨 전압(Vorg)은 유기 EL 소자(OLED)의 애노드와 캐소드 사이에 인가되어, 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)에 의존하지 않는다. 구동 트랜지스터(Tr13)가 도 4a에 도시된 특성선(SPw)에 기초하여 동작되는 경우, 계조 레벨 전압 발생기(142)는 이 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 임계 전압(Vth)에 가산하여 획득된 전압 절대값(|Vorg+Vth|)을 데이터선(Ld)에 출력한다. 그리고, 전원 전압선(Lv)과 데이터선(Ld) 사이의 전위차에 의해 유기 EL 소자(OLED)가 표시 데이터에 따른 밝기를 가진 발광을 하도록 하는 전류는 트랜지스터(Tr13)에 흐른다.

[0154] 기입 동작 동안, 전류가 전원 전압선(Lv)에서 데이터선(Ld)으로 흐르는 경우, 계조 레벨 전압 발생기(142)는 값을 출력하기 위해 본래 계조 레벨 전압(Vorg)과 임계 전압(Vth)의 합을 가지는 전압을 -1로 곱하여 획득된 값을 계산한다. 전류가 데이터선(Ld)에서 전원 전압선(Lv)으로 흐르는 경우, 계조 레벨 전압 발생기(142)는 전압을 계수로 곱함 없이 본래 계조 레벨 전압(Vorg)과 임계 전압(Vth)의 합을 가지는 전압을 직접적으로 출력한다. 본래 계조 레벨 전압(Vorg)은 표시 데이터의 계조 레벨의 증가로 더 높은 전압을 가지기 위해 설정된다.

[0155] 계조 레벨 전압 발생기(142)는 예를 들면, 디지털 대 아날로그 전환기(DAC)와 출력회로도 포함할 수 있다. DAC 전환기는 전원 공급부(미도시)로부터 공급된 계조 레벨 기준 전압에 기초하여, 표시 데이터의 디지털 신호 전압을 아날로그 신호 전압으로 전환한다. 이 계조 레벨 기준 전압은 계조 레벨의 값에 기초한 기준 전압이다. 출력회로는 소정의 타이밍으로 DAC에 의해 전환된 아날로그 신호 전압을 본래 계조 레벨 전압(Vorg)으로서 출력한다.

[0156] 전압 전환기(143)는 소정의 기충전 전압을 데이터선(Ld)에 인가한다. 인가된 다음, 임시 응답 구간(자연 완화 구간) 후, 캐패시터(Cs)의 전압(기준 전압(Vref))은 데이터선(Ld)을 통해 판독된다.

[0157] 판독 후, 전압 전환기(143)는 특성 변화 후에 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압을 측정하기 위해 계수를 판별한다. 다음으로, 전압 전환기(143)는 제 1 보상 전압(a·Vref)을 발생하도록 기준 전압(Vref)에 계수를 곱하여 제 1 보상 전압(a·Vref)을 전압 계산기(144)에 출력한다.

[0158] 도 10의 예에서, 기입 동작 동안 데이터선(Ld)에 흐르는 전류는 데이터선(Ld)에서 데이터 구동기(14)로 흐르도록 설정된다. 이로써, 제 1 보상 전압(a·Vref)은 a·Vref< Vccw-Vth1-Vth2가 성립되도록 설정된다. 이 식으로, Vth1은 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압을 나타내고, Vth2는 트랜지스터(Tr12)의 임계전압을 나타낸다. 그리고, 트랜지스터(Tr13)의 드레인과 소스와, 트랜지스터(Tr12)의 드레인과 소스와, 그리고 데이터선(Ld)을 통해 전원 전압선(Lv)로부터 전류가 흐른다.

[0159] 전압 계산기(144)는 계조 레벨 전압 발생기(142)로부터의 본래 계조 레벨 전압(Vorg)과, 전압 전환기(143)로부터의 제 1 보상 전압(a·Vref)과, 그리고 이전에 설정된 제 2 보상 전압(Vofst)의 가산 및 감산을 행한다. 계조 레벨 전압 발생기(142)는 DAC를 포함하는 경우, 가산 및 감산 처리는 아날로그 신호를 위해 실행된다. 제 2 보상 전압(Vofst)은, 예를 들면, 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)의 출력 변화 특성에 기초하여 판별된다. 다음으로, 전압 계산기(144)는 가산 및 감산에 의해 획득된 전압을 보상 계조 레벨 전압(Vpix)으로서 데이터선(Ld)에 출력한다. 기입 동작 동안, 전압 계산기(144)는 예를 들면 다음 [수학식 11]을 만족시키기 위해 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 판별한다.

*수학식 11*

[0160] $$Vpix=a\cdot Vref-Vorg+Vofst$$

[0161] 각 변환 스위치(SW1 내지 SW3)는 제어기(15)로부터의 데이터 제어 신호에 각각 기초하여 ON 및 OFF로 스위칭된다. 변환 스위치(SW1)는 데이터선(Ld)에 대해 보상 계조 레벨 전압(Vpix)의 전압 계산기(144)에 의한 인가를 ON 또는 OFF 시킨다. 변환 스위치(SW2)는 전압 전환기(143)가 데이터선(Ld)을 판독하는 동작을 ON 또는 OFF 시킨다. 변환 스위치(SW3)는 데이터선(Ld)에 대해 기충전 전압(Vpre)의 인가를 ON 또는 OFF 시킨다.

[0162] 제어기(15)는 선택 구동기(12)와, 전원 구동기(13)과, 그리고 데이터 구동기(14)를 제어하여 소정의 타이밍으로 각 구동기를 동작시킨다. 선택 구동기(12)는 표시 픽셀(PIX)을 선택 상태로 순차적으로 설정한다. 전원 구동기(13)는 전원 전압(Vcc)을 각 전원 전압선(Lv)에 인가한다. 데이터 구동기(14)는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을

각 표시 픽셀(PIX)에 인가한다.

[0163] 각 표시 픽셀(PIX)의 픽셀 구동회로(DC)는 제어기(15)에 의한 제어하에 일련의 구동 제어 동작을 실행한다. 이 구동 제어 동작은: 보상 계조 레벨 전압 설정 동작(기충전 동작, 임시 응답, 기준 전압 판독 동작); 기입 동작; 유지 동작; 및 발광 동작을 포함한다. 구동 제어 동작에 의해, 픽셀 구동회로(DC)는 표시 영역부(11)가 비디오 신호에 기초하여 화상 정보를 표시하게 한다. 표시 신호 계조 회로(16)는 표시 장치(1) 외부로부터 입력된 비디오 신호에 포함된 계조 레벨 신호를 추출한다. 추출 후에 표시 신호 발생 회로(16)는 계조 데이터 신호를 표시 영역부(11)의 모든 한 행에 대해 데이터 구동기(14)에 공급한다. 비디오 신호가 화상이 표시되는 타이밍을 정하는 타이밍 신호를 포함하는 경우, 표시 신호 발생 회로(16)는 타이밍 신호를 제어부(15)에 출력하도록 타이밍 신호를 추출할 수 있다. 이로써, 제어기(15)는 타이밍 신호에 의해 정해진 타이밍에 기초하여 각 제어 신호를 각 구동기에 출력한다.

[0164] (표시 장치를 구동하는 방법)

[0165] 다음으로, 표시 장치(1)를 구동하는 방법을 설명한다. 표시 픽셀(PIX)(i,j)에 의한 표시 영역부(11)(n 행 × m 열)에 위치(i,j) 설정된 각 표시 픽셀(PIX)을 나타낼 것이다.

[0166] 도 11에 도시된 바와 같이, 제 1 실시예의 표시 장치(1)를 구동하는 방법은: 선택 단계와, 비-선택 상태 스위칭 단계와, 비-선택 상태 유지 단계와. 전원 전압 스위칭 단계와, 그리고 발광 단계를 포함한다. 각 단계는 각 표시 픽셀(PIX)에서 실행되는 동작이기 때문에, 전체 표시 영역부(11)의 각 표시 픽셀(PIX)은 각 단계의 동작을 독립적으로 실행한다. 이 선택단계는 도 13에 도시된 동작(기충전 동작, 보상 계조 레벨 전압설정 동작, 기입 동작)을 실행하는 단계이다. 비-선택 상태 유지 단계는 도 2에 도시된 유지 동작을 실행하는 단계이다. 발광 단계는 도 2에 도시된 발광 동작을 실행하는 단계이다.

[0167] 도 12에 도시된 바와 같이, 표시 장치(1)는 소정의 주기 구간(Tcyc)으로 일련의 동작을 반복한다. 주기 구간(Tcyc)은 예를 들면 1 프레임 화상의 1 픽셀을 표시시키기 위해 1 표시 픽셀(PIX)을 요구하는 구간이다. 제 1 실시예에서, 주기 구간(Tcyc)는 비디오 프레임의 1 행의 화상을 표시시키기 위해 1 행에 대한 표시 픽셀(PIX)을 요구하는 구간이다.

[0168] 우선, 선택 구간(Tsel)의 보상 구간(Tdet)에서, 기충전 동작은 실행된다. 기충전 동작에서, 전압 전환기(143)는 소정의 기충전 전압(Vpre)을 각 열의 데이터선(Ld)에 인가한다. 그 결과, 전원 전압선(Lv)로부터의 기충전 전류(Ipre)는 데이터선(Ld)에 대해 각 행에서 흐른다. 그 후, 도 13에 도시된 바와 같이, 변환 스위치(SW3)는 OFF되고, 전압 전환기(143)에 의한 기충전 전압(Vpre)의 인가는 정지된다. 그 결과, 기충전 동작은 완료된다. 기충전 전압(Vpre)의 인가가 완료된 타이밍은 보상 구간(Tdet)에 포함된다.

[0169] 기충전 전압(Vpre) 인가가 정지된 이후, 도 13에 도시된 판독 타이밍(t1)이 경과된 경우, 전압 전환기(143)는 기준 전압(Vref(t1))을 판독한다.

[0170] 보상 계조 레벨 전압 설정 동작에서, 계조 레벨 전압 발생기(142)는 표시 신호 발생 회로(16)로부터 공급된 표시 데이터에 대응하는 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 발생한다. 전압 계산기(144)는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 발생하기 위해 계조 레벨 전압 발생기(142)에 의해 발생된 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 보상한다. 전압 계산기(144)가 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 발생시키는 경우, 보상 계조 레벨 전압 설정 동작은 완료된다. 그 후, 기입 동작이 실행된다.

[0171] 기입 동작에 있어서, 전압 계산기(144)는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 각 데이터선(Ld)에 인가한다. 그 결과, 기입 전류(트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전류(Ids))는 캐패시터(Cs)에 흐른다.

[0172] 유지 동작에서, 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이의 기입 동작에 의해 기입된 기입 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(기입전류가 흐르기에 충분한 전하)에 따른 전압은 캐패시터(Cs)에서 변화되어 유지된다. 이하에서, 유지 동작이 실행되는 동안의 구간을 "유지 구간(Thld)"이라 칭한다.

[0173] 발광 동작에 있어서, 도 12에 도시된 바와 같이, 캐패시터(Cs)에 의해 유지된 충전 전압에 기초하여. 발광 구동 전류(Iem)(예를 들면, Iem(i), Iem(i+1))는 유기 EL 소자(OLED)에 공급된다. 유기 EL 소자(OLED)는 표시 데이터에 따른 계조 레벨로 발광한다. 이하에서, 발광 동작이 실행되는 동안의 구간을 "발광 구간(Tem)"이라 칭한다. 발광 구간(Tem) 동안, 발광 구동 전류(Iem)는 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전류(Ids)와 동일한 것

이 바람직하다.

[0174] 이하에서, 상술된 선택 동작 동안의 각 동작은 "i"번째 행에서 표시 픽셀(PIX)의 예에 의해 설명된다. 기준 전압 판독 동작과 보상 계조 레벨 전압 발생 동작은 처리되고 있는 "i"번째 행에서 표시 픽셀(PIX)을 위한 선택 구간(Tsel) 동안 실행된다.

[0175] 도 13에 도시된 바와 같이, 보상 구간(Tdet) 중 기충전 동작이 실행되는 도안의 구간을 "기충전 구간(Tpre)"이라 칭한다. 이 기충전 구간(Tpre) 동안, 전원 전압선(Lv)에는 전원 전압(Vccw)이 인가된다. 전압 전환기(143)는 소정의 기충전 전압(Vpre)을 각 데이터선(Ld)에 인가된다. 그 결과, 기충전 전압(Vpre)에 따른 드레인-소스 전류(Ids)는 특정 행(예를 들면, "i"번째 행)에 배치된 각 표시 픽셀(PIX)의 트랜지스터(Tr13)에 흐른다. 캐패시터(Cs)는 기충전 전압(Vpre)에 따른 전하를 축전한다.

[0176] 도 13에 도시된 바와 같이, 기충전 동작이 완료되는 경우, 표시 구동장치(DC)는 기충전 전압(Vpre)의 인가를 차단하기 위해 변환 스위치(SW3)를 OFF시킨다. 기충전 동작의 완료 후에, 임시 응답이 시작된다. 이로써, 기충전 동작이 완료되는 타이밍을 "임시 응답 개시 타이밍(t0)"이라 칭한다. 이하에서, 임시 응답의 개시로부터의 구간을 "임시 응답 구간(Ttrs)"이라 칭한다.

[0177] 임시 응답 구간(Ttrs) 동안, 데이터 구동기(14)는 기준 전압 판독 동작을 실행한다. 임시 응답 개시 타이밍(t0)이 개시된 이후 시간이 경과되어 판독 타이밍(t1)에 이른 후에, 전압 전환기(143)는 데이터선(Ld)을 통해 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 유지된 캐패시터(Cs)의 충전 전압을 판독한다. 판독 충전 전압은 도 13에 도시된 기준 전압(Vref(t1))이다.

[0178] 다음으로, 도 13에 도시된 보상 구간(Tdet) 동안, 픽셀 구동회로(DC)는 보상 계조 레벨 전압 발생 동작을 실행한다. 보상 계조 레벨 전압 발생 동작에서, 전압 계산기(144)는 기준 전압(Vref(t1))에 기초하여 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 설정한다.

[0179] 도 14에 도시된 바와 같이 기충전 구간(Tpre) 동안, 전원 구동기(13)는 기입 동작 레벨의 전원 전압(Vcc)(=제 1 전원 전압(Vccw)=기준 전압(Vss))을 "i"번째 행의 표시 픽셀(PIX)에 연결된 전원 전압선(Lv)에 인가한다. 선택 구동기(12)는 선택된 레벨(하이 레벨)의 선택 신호(Ssel)를 "i"번째 행의 선택선(Ls)에 인가한다. "i"번째 행의 표시 픽셀(PIX)은 선택 상태로 설정된다.

[0180] 그리고, "i"번째 행의 각 표시 픽셀(PIX)에서, 각 트랜지스터(Tr11)는 ON되고, 그리고 각 구동 트랜지스터(Tr13) 다이오드 연결 상태로 된다. 그 결과, 전원 전압(Vcc)(=Vccw)는 구동 트랜지스터(Tr13)의 드레인 단자와 게이트 단자(접점(N11); 캐패스터(Cs)의 일측 말단)에 인가된다. 트랜지스터(Tr12)도 ON이 되어 트랜지스터(Tr13)의 소스 단자(접점(N12); 캐패스터(Cs)의 타측 말단)는 각 열의 데이터선(Ld)에 전기가 도통하게 된다.

[0181] 이 타이밍의 동기화에 있어서, 제어기(15)는 데이터 제어 신호를 공급한다. 도 13에 도시된 바와 같이, 데이터 구동기(14)는 ON을 위해 변환 스위치(SW1)는 OFF되어, 변환 스위치(SW2 내지 SW3)를 ON시킨다. 그 결과, 소정의 기충전 전압(Vpre)은 각 데이터선(Ld)을 통해 각 캐패시터(Cs)에 인가된다.

[0182] 기충전 전압(Vpre)을 인가하는 동안, 소자 특성의 변화 후에 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압의 최대값은 초기 임계 전압(Vth0)과 임계 전압의 변화값(△Vth)의 최대값(△Vth_max)의 합이다. 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압의 최대값은 트랜지스터(Tr12)의 증가된 저항으로 인해, 초기 드래인-소스 전압(Vds12)과 드레인-소스 전압(Vds12)의 변화값(△Vds12)의 최대값(△Vds12_max)의 합이다. 도 14에 도시된 선택 트랜지스터(Tr12)와, 선택 트랜지스터(Tr12)를 제외한 전원 전압선(Lv)에서 데이터선(Ld)으로의 배선 저항으로 인한 전압 강하를 Vvd라 가정한다. 그리고, 기충전 전압(Vpre)은 다음 [수학식 12]를 만족하기 위해 설정된다. [수학식 12]의 좌변에 표기된 전위차(Vccw-Vpre)는 선택 트랜지스터(Tr12)와 구동 트랜지스터(Tr13)에 인가된 전압이다.

*수학식 12*

[0183] $$Vccw-Vpre=(Vth0+\triangle Vth_max)+(Vds12+\triangle Vds12_max)+Vvd$$

[0184] 선택 선(Ls)에 출력된 선택 신호(Ssel)는 보상 구간(Tdet) 동안의 양극 전압이고, 보상 구간(Tdet) 이외의 구간 동안에는 음극 전압이다. 그리고, 트랜지스터(Tr12)의 게이트 단자에 인가된 전압은 양극 전압에 가깝게 있지 않다. 이로써, 드레인-소스 전압의 변화값(△Vds12)의 최대값(△Vds12_max)은 너무 작아서, 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계전압의 변화값(△Vds12)의 최대값(△Vds12_max)과 비교할 시, 최대값(△Vds12_max)은 무시될 수 있다. 이로써, [수학식 12]은 다음 [수학식12a]으로 표기될 수 있다.

*수학식 12a*

[0185] $$Vccw-Vpre=(Vth0+\triangle Vth_max)+Vds12+Vvd$$

[0186] 특히, 기충전 전압(Vpre)의 값에 따른 전압은 캐패시터(Cs)의 양 말단(트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스) 사이에 인가된다. 캐패시터(Cs)에 인가된 전압은 구동 트랜지스터(Tr13)의 소자 특성에서 변화한 후, 임계 전압(Vth)보다 더 크다. 이로써, 도 14에 도시된 바와 같이, 구동 트랜지스터(Tr13)는 구동 트랜지스터(Tr13)의 드레인과 소스 사이에 이 전압에 따른 기충전 전류(Ipre)를 흐르기 위해 ON이 된다. 이로써, 캐패시터(Cs)의 양 말단은 이 기충전 전류(Ipre)에 기초하여 전하(기충전 전압(Vpre)에 기초한 전압)를 즉시 축전한다.

[0187] 표시 픽셀(PIX)에 의해 포함된 픽셀 구동장치(DC)는 도 10에 도시된 구성이다. 이로써, 데이터선(Ld)으로부터의 기충전 전류(Ipre)를 데이터 구동기 방향으로 흐르게 하기 위해서, 기충전 전압(Vpre)은 음극 전위를 가지도록 기입 동작 레벨(로우 레벨)의 전원 전압(Vccw)으로 설정된다(Vpre<Vccw=0).

[0188] 기충전 동작에서, 트랜지스터(Tr13)의 소스 단자에 인가된 신호를 전류 신호라 가정하다. 이 경우에서, 데이터선(Ld)에 포함된 배선 용량과 배선 저항 및/또는 픽셀 구동장치(DC)에 포함된 용량 소자는 캐패시터(Cs)의 전위(충전 전압)의 변화를 지연시킬 수 있는 위험이 있다. 그러나, 제 1 실시예에서 인가된 기충전 전압(Vpre)은 전압 신호이어서, 초기 기충전 구간(Tpre) 동안 캐패시터(Cs)로 빠르게 충전될 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 결국, 캐패시터(Cs)의 충전 전압은 기충전 구간(Tpre)의 잔류 구간 내에 기충전 전압(Vpre)에 점차적으로 수렴되기 위해 기충전 전압(Vpre)에 급속하게 가까워진다.

[0189] 기충전 구간(Tpre) 동안, 유기 EL 소자(OLED)의 애노드 단자(접점(N12))에 인가된 기충전 전압(Vpre)의 전압은 캐소드 단자(TMc)에 인가된 기준 전압(Vss) 보다 낮게 설정된다. 전원 전압(Vccw)은 기준 전압(Vss) 이하로 설정된다. 이로써, 유기 EL 소자(OLED)는 양 바이어스 상태가 아니기 때문에 전류가 흐르지 않는다. 그러므로, 기충전 구간(Tpre) 동안, 유기 EL 소자(OLED)는 발광하지 않는다.

[0190] 기충전 구간(Tpre) 후에 임시 응답 구간(Ttrs)(자연 완화 구간) 동안 데이터 구동기(14)는 도 13에 도시된 바와 같이, OFF 상태로 변환 스위치(SW1)를 유지하고, ON 상태의 변환 스위치(SW2)를 유지한다. 데이터 구동기(14)는 ON에서 OFF로 변환 스위치(SW3)를 스위칭시킨다. 이는 기충전 전압(Vpre)이 선택 상태에서 "i"번째 행의 표시 픽셀(PIX)과 데이터선(Ld)에 인가됨을 차단한다.

[0191] 그리고, 도 15에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr11 및 Tr12)는 ON 상태를 유지한다. 픽셀 구동회로(DC)와 데이터선(Ld) 사이의 전기 도통이 유지되지만, 데이터선(Ld)에 전압의 인가는 차단된다. 이로써, 캐패시터(Cs)의 다른 단자측(접점(N12))은 고 임피던스를 가지도록 설정된다.

[0192] 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스(캐패시터(Cs)의 양 말단)는, 상술된 기충전 동작에 의해, 트랜지스터(Tr13) 변화 후의 임계 전압 이상인 전위차((Vth0+ΔVth_max))를 그 사이에서 가진다. 이로써, 도 15에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr13)는 ON 상태를 유지하고 임시 전류(Iref)는 트랜지스터(Tr13)를 통해 전원 전압선(Lv)으로부터 흐른다. 임시 응답 구간(Ttrs)(자연 완화 구간) 동안, 도 13에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr13)의 소스 단자 측(접점(N12); 캐패시터(Cs)의 다른 말단)의 전위는 드레인 단자측(전원 전압선(Lv)측)의 전위를 향해 점차적으로 증가한다. 이에 따라서, 트랜지스터(Tr12)를 통해 전기가 도통되는 데이터선(Ld)의 전위도 점차적으로 증가한다.

[0193] 임시 응답 구간(Ttrs) 동안, 캐패시터(Cs)에 축전된 전하의 일부는 방전된다. 이로써, 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)은 감소된다.

[0194] 이로써, 데이터선(Ld)의 전위는, 트랜지스터(Tr13)의 변화 후에 임계 전압으로 수렴되기 위해 기충전 전압(Vpre)으로부터 변화된다(Vth0+ΔVth). 임시 응답 구간(Ttrs)이 너무 길게되는 경우, 전위차(Vccw-V(t))는 (Vth0+ΔVth)으로 수렴되기 위해 변화한다. "V(t)"의 표기는, 시간 "t"로 변화하는 데이터선(Ld)의 전위를 나타내고, 기충전 구간(Tpre)이 완료되는 경우, 도 13과 같이, 기충전 전압(Vpre)과 동일하게 된다. 그러나, 임시 응답 구간(Ttrs)이 너무 길게 되는 경우, 선택 구간(Tsel)은 증가되어, 표시 특성(특히, 비디오 표시 특성)은 현저하게 악화된다.

[0195] 이를 방지하기 위해, 제 1 실시예에서, 임시 응답 구간(Ttrs)은, 변화(Vth+ΔVth) 후에 전위가 임계 전압에 수렴되는 동안의 구간보다 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)이 더 짧아지도록 설정된다. 임시 응답 구간(Ttrs)은, 픽셀 구동회로(DC)가 선택 구간(Tsel) 동안 기충전 동작과 기입 동작을 실행할 수 있도록 적합하게 설정된다. 특히, 임시 응답 구간(Ttrs)이 완료되는 타이밍(기준 전압 판독 타이밍)은 트랜지스터(Tr13)의 게이

트-소스 전압(Vgs)이 변화하는 상태의 특정 타이밍으로 설정된다. 유기 EL 소자(OLED)는 임시 응답 구간(Ttrs) 동안에도 발광하지 않는다. 유기 EL 소자(OLED)의 애노드 단자 측에서 접점(N12)에 인가된 전압값이 캐소드 단자(TMc)에 인가된 기준 전압(Vss)보다 낮아져서, 양 바이어스 상태가 구비되지 않기 때문이다.

[0196] 다음으로, 기준 전압 판독 동작을 설명한다. 이 기준 전압 판독 동작은 도 13에 도시된 동작과 동일하다. 특히, 판독 타이밍(t1)에서, 전압 전환기(143)는 도 15에 도시된 변환 스위치(SW2)를 통해 연결된 데이터선(Ld)(기준 전압(Vref(t1))의 전위를 판독한다. 기준 전압 판독 타이밍(t1)은 임시 응답 구간(Ttrs)이 완료된 시점이다. 특히, 도 13에 도시된 임시 응답 구간(Ttrs)은 (기준 전압 판독 타이밍(t1))-(임시 응답 개시 타이밍(t0))과 동일하다.

[0197] 도 15에 도시된 바와 같이, 데이터선(Ld)은 ON 상태로 설정된 선택 트랜지스터(Tr12)를 통해 구동 트랜지스터(Tr13)의 소스 단자(접점(N12))에 연결된다. 전압 전환기(143)에 의해 판독된 기준 전압(Vref(t1))은 시간 "t"의 기능이며, 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)에 대응하는 전압에 기초하여 판별된다.

[0198] 임시 응답 구간(Ttrs) 동안에, 이 전압(Vgs)은 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)이나 변화 후에 임계 전압(Vth0+ΔVth)에 따라 다르다. 이로써, 임계 전압(Vth)이나 변화 후에 임계 전압(Vth0+ΔVth)은 게이트-소스 전압(Vgs)의 변화에 기초하여 실질적으로 확인된다. 그리고, 임계 전압의 변화량(ΔVth)의 증가로 게이트-소스 전압(Vgs)의 변화율은 감소된다.

[0199] 트랜지스터(Tr13)에서, 변화량(ΔVth)은 임계 전압(Vth)의 변화의 증가로 증가되고, 기준 전압(Vref(t1))은 감소된다. 이로써, 기준 전압(Vref(t1))에 기초하여, 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)이나 변화 후의 임계전압(Vth0+ΔVth)이 확인 될 수 있다.

[0200] 기준전압(V)은 [수학식 13]으로 표기된다. [수학식 13]에 표기된 Vgs(t)는 판독 타이밍t1(t1)에서 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압을 나타낸다. "VR" 표기는 트랜지스터(Tr12)의 소스-드레인 저항으로 인한 전압 강하(Vds12)와 배선 저항(Vvd)으로 인한 전압 강하의 합을 나타낸다.

*수학식 13*

[0201] $$Vccw-Vref(t)=Vgs(t)+VR$$

[0202] 특히, 임시 응답 구간(Ttrs) 중 임의의 타이밍(t0)에서 임시 응답 구간(Ttrs)이 완료된 타이밍(t1)까지의 구간 동안, 데이터선(Ld)의 전위 변화(Vref(t1)-Vref(t0))는 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압의 변화(Vgs(t1)-Vgs(t0))에 의존한다. 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)은 이 변화량에 기초하여 확인된다.

[0203] 전압 전환기(143)는 버퍼를 통해 판독된 기준 전압(Vref(t1))을 유지한다. 그리고, 전압 전환기(143)는 전압 레벨을 전환하기 위해 기준 전압(Vref)을 역으로 증폭하여, 그 결과 "제 1 보상 전압(a·Vref)"을 출력한다. 그리고, 기준 전압 판독 동작은 완료되고, 픽셀 구동회로(DC)는 표시 데이터를 기입하는 동작을 실행한다.

[0204] 다음으로, 이 기입 동작을 설명한다. 기입 동작 동안, 제어기(15)는 데이터 제어 신호를, 도 10에 도시된 전압 판독기(145)에 포함된 변환 스위치(SW1 내지 SW3)에 공급한다. 그 결과, 도 16에 도시된 바와 같이, 변환 스위치(SW1)는 ON이 되고, 변환 스위치(SW2 내지 SW3)는 OFF된다. 이는 데이터선(Ld)과 전압 계산기(144) 사이에 전기가 도통되도록 한다. 전원 구동기(13)는 기입 동작을 위해 제 1 전원 전압(Vccw)을 출력한다.

[0205] 다음으로, 도 9에 도시된 표시 신호 발생 회로(16)로부터의 표시 데이터는, 저항기(141)를 통해, 각 열(각 데이터선(Ld))에 구비된 계조 레벨 전압 발생기(142)로 이동된다. 계조 레벨 전압 발생기(142)는, 기입 동작을 행하는 표시 픽셀(PIX)(선택 상태로 설정된 표시 픽셀(PIX))의 계조 레벨 값을 이동된 표시 데이터로부터 획득한다. 그리고 계조 레벨 전압 발생기(142)는, 계조 레벨 값이 0번째 계조레벨을 가지는지 또는 안 가지는지를 판별한다.

[0206] 계조 레벨 값이 0번째 계조 레벨을 가지는 경우, 계조 레벨 전압 발생기(142)는, 유기 EL 소자(OLED)가 비-발광 동작(또는 흑색 표시 동작)을 실행하는 소정의 계조 레벨 전압(계조 레벨 전압)(Vzero)을 전압 계산기(144)로 출력한다. 이 흑색 계조 레벨 전압(Vzero)은 도 16에 표시된 변환 스위치(SW1)를 통해 데이터선(Ld)에 인가된다. 그리고, 전압 계산기(144)는 기준 전압(Vref)에 기초한 보상 처리(트랜지스터(Tr13) 임계 전압(Vth)의 변화를 보상하는 보상 처리)를 실행하지 않는다. 흑색 계조 레벨 전압(Vzero)은 (-Vzero<Vth-Vccw)으로 설정된다. 그리고, 다이오드에 연결된 트랜지스터(Tr13)는 임계 전압(Vth)이나 변화 후의 임계 전압(Vth0+ΔVth)보다 낮은 게이트-소스 전압(Vgs)(≒Vccw-Vzero)을 가지게 되어 그 결과, Vgs<Vth이 된다. 흑색 계조 레벨 전압

(Vzero)은 트랜지스터(Tr12 및 Tr13)의 각 임계 전압의 변화를 억제함으로써, Vzero=Vccw이 바람직하게 성립된다.

[0207] 반면, 계조 레벨 값이 0번째 계조 레벨을 가지지 않는 경우, 계조 레벨 전압 발생기(142)는 계조 레벨 값에 적합한 전압값을 가지는 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 발생하여 전압 계산기(144)에 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 출력한다. 전압 계산기(144)는 이 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 보상하기 위해 전압 전환기(143)로부터 출력된 도 16의 제 1 보상 전압(a·Vref)을 사용하여, 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth) 변화에 적합한 전압값을 가지게 된다.

[0208] 그리고, 전압 계산기(144)는, 본래 계조 레벨 전압(Vorg)과, 제 1 보상 전압(a·Vref)과, 그리고 제 2 보상 전압(Vofst)이 상술된 [수학식 11]을 만족하도록 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 계산한다. 제 2 보상 전압(Vofst)은, 예를 들면, 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)의 변화 특성((임계 전압(Vth)과 기준 전압(Vref) 사이의 관계))에 기초하여 계산된다. 본래 계조 레벨 전압(Vorg)은 표시 데이터의 계조 레벨의 증가로 증가하는 전위를 가지는 양극 전압이다.

[0209] 전압 계산기(144)는 변환 스위치(SW1)를 통해 발생된 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 데이터선(Ld)에 인가한다. 제 1 보상 전압(a·Vref)의 계수가 양의 값인 동시에, 제 2 보상 전압(Vofst)은 트랜지스터(Tr13)의 설계에 따른 양의 값이다(-Vofst<0). 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은, 기준으로서 기입 동작 레벨(=Vccw=기준 전압(Vss))의 전원 전압(Vcc)에 기초한 음의 전위를 상대적으로 가지도록 설정된다. 이로써, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 계조 레벨의 증가로 음의 전위를 향해 가게된다(그리고 전압 신호는 증폭이 증가된다.).

[0210] 선택 상태로 설정된 표시 픽셀(PIX)에 포함된 트랜지스터(Tr13)의 소스 단자(접점(N12))에는 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)이나 변화 후의 임계전압(Vth0+ΔVth)에 따른 보상 전압(a·Vref + Vofst)에 기초하여, 본래 계조 레벨 전압(Vorg)이 보상된 보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 인가된다. 이로써, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)에 따른 전압(Vgs)은 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스(캐패시터(Cs)의 양 말단) 사이에 인가된다. 상술된 바와 같이, 기입 동작에 있어서, 전압을 설정하기 위해 트랜지스터(Tr13)의 게이트 단자와 소스 단자의 표시 데이터에 적합한 전류의 흐름 대신, 원하는 전압은 게이트 단자와 소스 단자에 직접적으로 인가된다. 이로써, 각 단자 및 접점의 전위는 원하는 상태로 빠르게 설정될 수 있다.

[0211] 기입 동작(Twrt) 중에, 유기 EL 소자(OLED)의 애노드 단자에 인가된 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 캐소드 단자(TMc)에 인가된 기준 전압(Vss)보다 낮도록 설정된다. 이로써, 유기 EL 소자(OLED)는 역바이어스 상태로 되어 발광을 하지 않는다. 그리고, 기입 동작은 완료되고 표시 장치(1)는 유지 동작을 실행한다.

[0212] 다음으로, 이 유지 동작을 설명한다. 도 12에 도시된 바와 같이, 유지 구간(Thld) 동안, 선택 구동기(12)는 비-선택 레벨(로우 레벨)의 선택 신호(Ssel)를 "i"번째 행의 선택 선(Ls)에 인가한다. 그 결과, 유지 트랜지스터(Tr11)는 도 17에 도시된 바와 같이, OFF되어서 구동 트랜지스터(Tr13)의 다이오드가 연결된 상태를 해제시킨다. 비-선택된 레벨의 선택 신호(Ssel)도 도 17에 도시된 선택 트랜지스터(Tr12)를 OFF하여서, 트랜지스터(Tr13)(접점(N12))의 소스 단자와 데이터선(Ld) 사이에 전기가 도통됨을 차단한다. 그리고, 임계 전압(Vth)이나 변화 후의 임계 전압(Vth0+ΔVth)이 보상된 전압은 "i"번째 행의 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스(캐패시터(Cs)의 양 말단) 사이에서 유지된다.

[0213] 도 12에 도시된 바와 같이, 유지 구간(Thld) 동안, 선택 구동기(12)는 (i+1)번째 행의 선택 선(Ls)에 선택된 레벨(하이 레벨)의 선택 신호(Ssel)를 인가한다. 그 결과, (i+1)번째 행의 표시 픽셀(PIX)은 선택상태로 설정된다. 그 후, 단일 그룹에 대한 최종 행의 선택 구간(Tsel)이 완료될 때까지, 각 열은 상술된 보상 계조 레벨 전압 설정 동작 및 기입 동작을 행한다. 그리고, 선택 구동기(12)는 선택 레벨의 선택 신호(Ssel)를 각 행의 선택 선(Ls)에 다른 타이밍으로 인가한다. 도 24에 도시된 바와 같이, 모든 행의 표시 픽셀(PIX)이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(표시 데이터에 따른 전압)으로 기입될 때까지 보상 계조 레벨 전압 설정 동작 및 기입 동작은 이미 완료된 각 행의 표시 픽셀(PIX)은 연이어 유지 동작을 실행한다. 이 유지 동작은, 예를 들면, 각 그룹의 표시 픽셀(PIX) 모두가 구동되고 제어되어 동시에 발광되는 경우, 기입 동작 및 발광 동작 사이에 실행된다. 이 경우에서, 도 24에 도시된 바와 같이, 유지 구간(Thld)은 각 행에 대해 다르다. 도 17의 예에 있어서, 변환 스위치(SW1 내지 SW3)는 모두 OFF된다. 그러나, 도 12에 도시된 바와 같이, "i"번째 행의 표시 픽셀(PIX)이 유지 동작("i"번째 행의 유지 구간(Thld))을 실행하는 경우, (i+1)번째 행 후 표시 픽셀(PIX)은 보상 계조 레벨 전압 설정 동작 및 기입 동작을 동시에 실행한다. 이로써, 각 변환 스위치(SW1 내지 SW3)는 각 행의 표시 픽셀(PIX)의 매 선택 구간(Tsel) 동안 소정의 타이밍으로 각각 스위칭이 제어된다. 그리고, 유지 동작은 완료되고, 표시 픽셀(PIX)은 발광 동작은 실행된다.

[0214] 다음으로, 이 발광 동작을 설명한다. 도 12에 도시된 바와 같이, 발광 동작(발광 동작(Tem))동안, 비-선택 레벨(로우 레벨)의 선택 신호(Ssel)를 각 행(예를 들면, "i" 번째 행 및 (i+1)번째 행)의 선택 선(Ls)에 인가한다. 도 18에 도시된 바와 같이, 전원 구동기(13)는 발광 동작 레벨의 전원 전압(Vcc)(제 2 전원 전압(Vcce))을 전원 전압선(Lv)에 인가한다. 이 제 2 전원 전압(Vcce)은 기준 전압(Vss)보다 더 높은 전위(Vcce>Vss)를 가지는 양극 전압이다.

[0215] 제 2 전원 전압(Vcce)은 트랜지스터(Tr13)(핀치-오프 전압(Vpo))의 포화 전압과 유기 EL 소자(OLED)의 구동 전압(Voled)의 합보다 크다. 이로써, 도 7 및 도 8에 도시된 예에서와 같이, 트랜지스터(Tr13)는 포화 영역에서 동작한다. 유기 EL 소자(OLED)(접점(N12))의 애노드에는 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 기입 동작에 기입된 전압(Vccw-Vpix)에 따른 양극 전압이 인가된다. 반면, 캐소드 단자(TMc)에는 기준 전압(Vss)(예를 들면, 접지 전위)이 인가되어서, 유기 EL 소자(OLED)는 역바이어스 상태로 된다.

[0216] 도 18에 도시된 바와 같이, 전원 전압선(Lv)에는 트랜지스터(Tr13)를 통해 유기 EL 소자(OLED)로 발광 구동 전류(Iem)가 흐른다. 이 발광 구동 전류(Iem)는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)에 따른 전류 값을 가진다. 이로써, 유기 EL 소자는 계조 레벨의 원하는 밝기로 발광한다. 유기 EL 소자(OLED)는, 전원 구동기(13)가 기입 동작 레벨(=Vccw)의 전원 전압(Vcc)의 인가를 개시할 때까지, 다음 주기 구간(Tcyc)의 발광 동작을 계속한다.

[0217]

[0218] (표기 장치를 구동하는 방법)

[0219] 다음으로, 상술된 표시 장치(1)를 구동하는 방법을 설명한다. 도 19의 예는, 데이터선(Ld)에서 전압 변화를 나타낸다. 이 경우에 있어서, 픽셀 구동회로(DC)의 각 트랜지스터는 무정형 실리콘 트랜지스터이다.데이터선(Ld)의 전압 및 전원 전압(Vcc)은 픽셀 구동회로(DC)에 흐르는 전류가 데이터 구동기(14)로 흐르도록 설정된다. 기충전 전압(Vpre)은 -10V로 설정된다. 선택 구간(Ttrs)은 35μsec로 설정되고, 기충전 구간(Tpre)은 10μsec로 설정되고, 임시 응답 구간(Ttrs)은 15μsec로 설정되고, 그리고 기입 동작(Twrt)은 10μsec로 각각 설정된다. 이 선택 구간(Ttrs=35μsec)은, 표시 영역부(11)가 480 개의 주사선(선택선)을 가지고, 프레임율이 60fps인 경우, 각 주사선에 할당된 선택 구간에 대응된다.

[0220] 표시 장치(1)의 구동제어 동작에서, 기충전 동작과, 기준 전압 판독 동작과, 그리고 기입 동작은 선택 구간(Tsel) 동안 순차적으로 실행된다.

[0221] 기충전 동작에서, 데이터 구동기(14)는 변환 스위치(SW3)를 ON한다. 그 결과, 데이터선(Ld)에는 음극 전압(-10V)의 기충전 전압(Vpre)이 인가된다. 그리고, 데이터선 전압은 도 19에 도시된 바와 같이, 급격하게 감소한다. 그 후, 데이터선 전압은 배선 저항으로 인한 시간 상수와 데이터선(Ld)의 배선 용량에 따라서, 기충전 전압(Vpre)으로 점차적으로 수렴된다. 데이터선 전압의 이 변화에 의해, 기충전 전압(Vpre)에 대응하는 게이트-소스 전압(Vgs)은, 선택 상태로 설정된 행에서 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에 인가된다.

[0222] 그 후, 임시 응답 개시 타이밍(t0)에서, 데이터 구동기(14)는 변환 스위치(SW3)를 OFF한다. 이는, 데이터선(Ld)에 기충전 전압(Vpre)의 인가를 막고, 그리고 임피던스는 증가된다. 그러나, 캐패시터(Cs)의 변화 전압으로 인해 게이트-소스 전압(Vgs)은 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 유지된다. 이로써, 트랜지스터(Tr13)는 ON 상태를 유지한다. 이로써, 임시 전류(Ids)는 트랜지스터(Tr13)의 드레인과 소스 사이에 흐른다.

[0223] 임시 전류(Ids)가 그 사이에 흐르면서, 드레인-소스 전압(Vds)의 전위는 감소되고, 이 전압(Vds)과 동일한 게이트-소스 전압(Vgs)의 전위도 감소한다. 그리고, 전압(Vgs)은 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)이나 변화 후의 임계 전압(Vth0+ΔVth)을 향해서 변화한다. 이로써, 트랜지스터(Tr13)의 소스 단자(접점(N12))의 전위는 시간이 경과됨에 따라 점차적으로 증가한다.

[0224] 제 1 실시예의 구동 제어 동작에서, 표시 픽셀(픽셀 구동회로)에 흐르는 전류는 데이터선(Ld)으로부터 데이터 구동기(14)로 흐른다. 이로써, 데이터선(Ld)은 전원 전압(Vcc)보다 낮은 음극 전압을 가지도록 설정된다. 이 경우에 있어서, 트랜지스터(Tr13)의 더 높은 게이트-소스 전압(Vgs)은, 도 19에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr13)의 더 높은 임계 전압(Vth)이나 변화 후의 임계 전압(Vth0+ΔVth)을 가진다.

[0225] 임시 응답 상태에서, 시간이 경과함에 따라, 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)은 임계 전압(Vth)이나 변화 후의 임계 전압(Vth0+ΔVth)을 향해 증가된다. 이 후, 이 전압(Vgs)은 도 20에 표기된 특성선(ST1 및 ST2)에 나타난 바와 같이, 임계 전압(Vth)에 수렴되기 위해 변화한다. 임시 응답 구간(Ttrs)은, 전압(Vgs)이 임계 전압(Vth)으로 수렴되는 동안의 구간보다 더 짧도록 설정된다.

[0226] 그리고, 시간당 데이터선 전압의 변화에 대해서, 임계 전압(Vth)이 낮은 절대값을 가짐에 따라, 게이트-소스 전압(Vgs)의 증가는 더 높다. 임계 전압(Vth)이 더 높은 절대값을 가짐에 따라, 게이트-소스 전압(Vgs)의 증가는 낮다. 초기 상태에 가까운 임계 전압(Vth)(L)의 경우에서, 변화(ΔVth)는 작아서, 전압(Vgs)의 증가는 현저하게 변화한다(특성선(ST1)). 반면에 변화(ΔVth)가 커지는 경우, 전압(Vgs)의 증가는 서서히 변화한다(특성선(ST2)). 도 20의 예에서, 특성선(ST1 및 ST2)는, 전압(Vgs)이 임계 전압(Vth)으로 수렴되기 전에 기준 전압(Vref)을 검출하기 위해 사용된다. 검출 후, 각 특성선(ST1 및 ST2)의 변화는 그 변화에 기초하여 임계 전압(Vth(L) 및 Vth(H))을 수렴 전압으로서 측정하기 위해 확인될 수 있다.

[0227] 상술된 바와 같이, 기준 전압(Vref)은 트랜지스터(Tr13)의 임시 응답 구간(Ttrs) 및 임계 전압(Vth)의 기능이다.

[0228] 다음으로, 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계전압과 기준 전압(Vref) 사이의 관계를 설명한다. 도 19에 도시된 예로서, 기충전 전압(Vpre)이 -10V인 다음 경우를 가정한다. 임시 응답 구간(Ttrs)은 15μsec로 설정된다.

[0229] 트랜지스터(Tr13)는 구동 능력으로서, 드레인과 소스 사이의 포화 전류(Ids)(=Kx(W/L)x(Vgs-Vth)2)를 계산하는 7.5×10-9의 상수(K)와 채널 폭(W)과 채널 길이(L)의 관계의 80/6.5 비율을 가지도록 설정된다. 선택 트랜지스터(Tr12)의 소스와 드레인 사이의 저항은 13MΩ으로 설정되고, 캐패시터(Cs)와 픽셀 기생 용량(Cpix)의 합으로서 픽셀 값(Cs+Cpix)은 1pF으로 설정된다. 데이터선(Ld)의 기생 용량(Cpara)은 10pF으로 설정되고, 데이터선(Ld)의 배선 저항(Rdata)은 10kΩ으로 설정된다.

[0230] 이 경우에 있어서, 트랜지스터(Tr13)는, 도 21에 나타난 특성을 가지는 임계 전압(Vth)(초기 임계 전압(Vth0)+임계 전압 변화량(ΔVth))과 기준 전압(Vref) 사이의 관계를 가진다. 특히, 임계 전압(Vth)은 낮으며, 기준 전압(Vref)은 높다. 임계 전압(Vth)은 높으며, 기준 전압(Vref)은 낮다. 이 특성은 실질적으로 선형이므로, 기준 전압(Vref)과 임계 전압(Vth) 사이의 관계는 [수학식 14]로 표기된 선형 함수 y=a·x+b로 나타낼 수 있다. 이 기울기 "a" 는 상술된 [수학식 11]에 표기된 "a"와 실질적으로 동일하다. 도 21의 예에서, "a"의 값은 실질적으로 2이다. 기준 전압(Vref)이 검증 조건에 기초하여 설정된 고유 전압인 0인 경우, Vofst는 임계 전압(Vth)(이론값)을 나타낸다,

### *수학식 14*

[0231] $$Vth = -a \cdot Vref - Vofst$$

[0232] 기입 동작에서, 데이터선(Ld)은 보상 계조 레벨 전압(Vpix)으로 인가된다. 도 19에 도시된 바와 같이, 데이터선 전압은 보상 계조 레벨 전압(Vpix)를 향해 수렴되기 위해 실질적으로 급격하게 증가한다. 이로써, 선택 상태로 설정된 행에서, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)에 따른 게이트-소스 전압(Vgs)은 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스((캐패시터(Cs)의 양 말단)) 사이에서 유지된다. 전압 계산기(144)는, 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 생성하기 위해 본래 계조 레벨 전압(Vorg)과, 제 1 보상 전압(a·Vref) 및 제 2 보상 전압(Vofst)을 가산 및 감산한다. 본래 계조 레벨 전압(Vorg)은 초기 상태에서 표시 데이터(밝기 및 색상용 데이터)에 따른 전압값으로 설정된다. 초기 상태에서, 임계 전압(Vth)은 변하지 않는다. 이로써, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)는 다음 [수학식 15]으로 표기될 수 있다.

### *수학식 15*

[0233] $$Vpix = -|Vorg + Vth|$$

[0234] [수학식 15]가 [수학식 14]으로 대체되는 경우, 상술된 [수학식 11]은 획득된다. 전압 계산기(144)는 임계 전압의 변화(ΔVth)에 따라서 보상 처리를 행하는 값을 가진 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 생성하기 위해 [수학식 11]에 기초하여 각 전압을 가산 및 감산할 수 있다. 유기 EL 소자(OLED)가 발광하지 않는 경우, [수학식 15]이 사용되지 않고, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 전원 전압(Vcc)(=발광 동작 레벨의 제 2 전원 전압(Vcce))으로 설정될 수 있는 것이 바람직하다.

[0235] 다음으로, 표시 장치를 구동하는 상술된 방법을 실현시키는 데이터 구동기(14)의 특정 구성을 설명한다.

[0236] 도 22에 도시된 바와 같이, 데이터 구동기(14)는 계조 레벨 전압 발생기(142)와, 전압 전환기(143)와, 전압 계산기(144)와, 그리고 변환 스위치(SW1 내지 SW3)로 주로 구성된다. 데이터선(Ld)은 기생 용량(Cpara) 및 배선 저항(Rdata)을 가진다.

[0237] 계조 레벨 전압 발생기(142)는 디지털-아날로그 전압 전환기(V-DAC)(이하에서, "DA 전환기"로 칭함)를 포함한다. 본 실시예에서, 이 DA 전환기(V-DAC)는 도 23에 도시된 전압 전환 특성을 가진다. DA 전환기(V-DAC)는 표시 신호 발생 회로(16)로부터 공급된 계조 레벨(디지털 신호)에 대한 데이터를 아날로그 신호 전압으로 전환한다. DA 전환기(V-DAC)는 이 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 전압 전환기(143)로 출력한다.

[0238] 도 23의 예에서, 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전류(Ids)는 디지털 입력 계조 레벨에 실질적으로 비례한다. 이로써, 유기 EL 소자(OLED)는 흐르는 전류(또는 전류 밀도) 값에 비례하는 발광 밝기를 실질적으로 가지고, 디지털 입력에 대해 계조 레벨 선형으로 표시된다.

[0239] 도 22에 도시된 전압 전환기(143)는 복수의 전압 폴로워(follower) 형 증폭회로와 복수의 역 증폭 회로로 구성된다. 증폭 회로에서, 차동 증폭기(Operational amplifier, OP1)의 a + 측 입력 단자는 변환 스위치(SW2)를 통해 데이터선(Ld)에 연결된다. 차동 증폭기(OP1)의 출력 단자는 차동 증폭기(OP1)의 a - 측 입력 단자에 연결된다.

[0240] 역 증폭 회로에서, 차동 증폭기(OP2)의 + 측 입력 단자는 기준 전압에 연결된다. 차동 증폭기(OP2)의 - 측 입력 단자는, 저항(R1)과, 차동 증폭기(OP1)의 출력 단자를 통해 연결되고, 그리고 저항(R2)과, 차동 증폭기(OP2)의 출력 단자를 통해 연결된다.

[0241] 차동 증폭기(OP1)를 가지는 증폭 회로는 기준 전압(Vref)의 전압 레벨을 유지한다. 유지 용량(Cf)은 기준 전압(Vref)의 전압 레벨을 유지하는 용량이다.

[0242] 역 증폭 회로는 기준 전압(Vref)의 전압 극성을 역으로 하게 한다. 역 증폭 회로도 저항(R2)과 저항(R1) 사이의 비(R2/R1)와, 역으로 된 극성을 가지는 전압(-Vref)에 기초하여 판별된 전압 증폭비에 따라 증폭한다. 변화 후에 획득된 전압[-(R2/R1)·Vref]은 상술된 제 1 보상 전압이다. 비(R2/R1)는 [수학식 14]에 표기된 "a" 기울기에 대응한다. 역 증폭 회로도 제 1 보상 전압[-(R2/R1)·Vref]을 전압 계산기(144)에 출력한다.

[0243] 전압 계산기(144)는 가산기 회로를 포함한다. 이 가산기 회로는 도 22에 도시된 차동 증폭기(OP3)를 가진다. 차동 증폭기(OP3)의 + 측 입력 단자에는 저항(R)을 통해 기준 전압이 인가된다. 이 + 측 입력 단자는 또 다른 저항(R)을 통해 제 2 보상 전압(Vofst)의 외부 입력 단자에 연결된다. 반면, - 측 입력 단자는 저항(R)을 통해 차동 증폭기(OP2)의 출력 단자에 연결된다. 이 측 입력 단자는 또 다른 저항(R)을 통해 DA 전환기(V-DAC)에 연결되고, 그리고 또 다른 저항(R)을 통해 차동 증폭기(OP3)의 출력 단자에 연결된다.

[0244] 전압 계산기(144)는, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 생성하기 위해 제 1 보상 전압[-(R2/R1)·Vref]과, 제 2 보상 전압(Vofst)을 가산 및 감산한다. 전압 계산기(144)는 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 변환 스위치(SW1)를 통해 데이터선(Ld)에 출력한다.

[0245] 각 변환 스위치(SW1 내지 SW3)는 트랜지스터 스위치를 포함한다. 각 변환 스위치(SW1 내지 SW3)는 제어기(15)로부터 공급된 데이터 제어 신호(여러 스위칭 제어 신호(OUT, REF, PRE))에 기초하여 ON이나 OFF가 된다. 이는 데이터 구동기(14)(전압 계산기(144)와, 전압 전환기(143)와, 기충전 전압(Vpre)의 외부 입력 단자)와 데이터선(Ld) 사이의 연결을 ON이나 OFF를 한다.

[0246] (표시 장치를 구동하는 방법)

[0247] 다음으로, 표시 장치(1)에 대한 특성인 구동 방법을 설명한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 제 1 실시예의 각 표시 픽셀(PIX)은 표시 영역부(11)의 상부 영역에 구비된 그룹과 표시 영역부(11)의 하부 영역에 구비된 그룹으로 분할된다. 각 그룹에 포함된 표시 픽셀(PIX)에는 다른 전원 전압선(Lv1 및 Lv2) 각각을 통해 독립 전원 전압(Vcc)이 인가된다. 이로써, 각 그룹에 포함된 복수의 행의 표시 픽셀(PIX)은 발광 동작을 실행한다.

[0248] 다음으로, 상술된 바와 같이 표시 픽셀(PIX)이 구동 방법에서 동작되는 타이밍을 설명한다. 도 9에 도시된 표시 영역부(11)는 12개의 표시 픽셀을 포함하고, 각 표시 픽셀은  1 내지 6 번째 행의 그룹(표시 영역부(11)의 상부 영역에 구비된 그룹)과 7 내지 12 번째 행의 그룹(표시 영역부(11)의 상부 영역에 구비된 그룹)으로 분할된다. 도 24에 도시된 바와 같이, 우선, 각 행의 표시 픽셀(PIX)은 보상 계조 레벨 전압 설정 동작(기충전 동작, 임시 응답, 기준 전압 판독 동작)과 기입 동작을 실질적으로 실행하도록 하게 한다. 기입 동작이 완료되는 경우, 그룹의 모든 표시 픽셀(PIX)은 표시 데이터에 따라 계조 레벨을 동시에 발광하도록 하게 한다. 이 발광 동작은 각 그룹에 대해 순차적으로 반복된다. 그 결과, 한 스크린에 대한 데이터는 표시 영역부(11)에 표시된다.

[0249] 예를 들면, 1 내지 6 번째 행의 그룹의 각 표시 픽셀(PIX)에는 제 1 전원 전압선(Lv1)을 통해 낮은 전위를 가지는 전원 전압(Vcc)(=Vccw)이 인가된다. 그리고 보상 계조 레벨 전압 설정 동작과, 기입 동작과, 그리고 유지 동작은 1 번째 행을 시작하여 6 번째 행의 각 행에 대해 반복적으로 실행된다. 각 행의 표시 픽셀(PIX)에 대해서, 전압 계산기(144)는 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)에 대응하는 제 1 보상 전압(a·Vref)을 전압 전환기(143)로부터 획득된다. 표시 픽셀(PIX)은 보상 계조 레벨 전압(Vpix)으로 기입된다. 그리고, 기입 동작이 완료되는 행의 표시 픽셀(PIX)은 유지 동작을 실행한다.

[0250] 6 번째 행의 표시 픽셀(PIX)에 대해 기입 동작이 완료되는 타이밍에서, 전원 구동기(13)는 제 1 전원 전압선(Lv1)을 통해 각 표시 픽셀(PIX)에 높은 전위 전원 전압(Vcc)(=Vcce)을 인가하다. 그 결과, 각 표시 픽셀(PIX)에 기입된 표시 데이터 (보상 계조 레벨 전압(Vpix))에 따른 계조 레벨에 기초하여, 이 그룹(1 내지 6행)에 포함된 모든 표시 픽셀(PIX)은 동시에 발광하게 된다. 이 그룹의 표시 픽셀은, 1 행의 표시 픽셀(PIX)이 다음 보상 계조 레벨 전압(Vpix)으로 설정될 때까지 발광한다. 1 행의 표시 픽셀(PIX)이 다음 보상 계조 레벨 전압(Vpix)으로 설정될 때까지, 이 그룹의 표시 픽셀이 계속해서 발광하는 동안의 구간은 1 내지 6 번째 행의 발광 동작(Tem)이다. 이 구동 방법은 6 번째 행의 표시 픽셀(PIX)이 기입 동작 후에 유지 동작을 실행함없이 발광을 하게 한다.

[0251] 반면, 1 내지 6 번째 행의 그룹의 각 표시 픽셀(PIX)에 대한 기입 동작이 완료되는 시점에서, 전원 구동기(13)는 기입 동작에 대한 전원 전압(Vcc)(=Vccw)을 7 내지 12 번째 행의 그룹의 표시 픽셀(PIX) 각각에 제 2 전원 전압선(Lv2)을 통해 인가한다. 그리고, 1 내지 6 번째 행의 그룹에 대한 상술된 동작과 실질적으로 동일한 동작(보상 계조 레벨 전압 설정 동작과, 기입 동작과, 그리고 유지 동작)은 7번째 행에서 시작하여 12 번째 행으로 각 행에 대해 반복된다. 이러한 동작 동안, 1 내지 6 번째 행의 그룹의 표시 픽셀은 계속해서 발광한다.

[0252] 12 번째 행의 표시 픽셀(PIX)에 대한 기입 동작이 완료되는 시점에서, 전원 구동기(13)는 발광 동작에 대한 전원 전압(Vcc)(=Vcce)을 각 표시 픽셀(PIX)에 인가한다. 그 결과, 이 그룹의 6 개(7번째 내지 12번째) 행의 표시 픽셀(PIX)은 동시에 발광하도록 하게 한다. 그리고 각 그룹의 모든 행의 표시 픽셀(PIX)에 대한 기입 동작이 완료되는 시점에서, 그룹의 모든 표시 픽셀(PIX)은 동시에 발광하도록 될 수 있다. 각 그룹의 각 행의 표시 픽셀이 보상 계조 레벨 전압으로 설정되는 동안, 그리고 기입 전류(Ids)가 거기에 흐르는 동안, 그룹의 각 표시 픽셀은 발광이 되지 않도록 제어될 수 있다.

[0253] 도 24의 예에서, 12 개의 행의 표시 픽셀(PIX)은 2 개의 그룹으로 분할되고, 제어가 실행되어, 데이터 구동기(14)는 각 그룹이 다른 타이밍으로 발광하도록 하게 한다. 이로써, 하나의 프레임 구간(Tfr)과 흑색 표시(이하에서, "흑색 삽입비"라 칭함)가 비-발광 동작에 의해 일어나는 동안의 구간 사이에서의 비는 50%로 설정될 수 있다. 일반적으로, 인간이 비디오를 흔들림이나 떨림 없이 시각적으로 선명하게 인지하기 위해서는 이 흑색 삽입비는 30% 이상이어야 한다. 이로써, 이 구동 방법은 상대적으로 선명한 표시 화질을 가지는 데이터를 표시할 수 있다.

[0254] 각 행의 표시 픽셀은 2 개의 그룹 대신에 3 개 이상으로도 분할될 수 있다. 각 그룹에 포함된 행은 연속된 행에 국한되는 것이 아니고, 홀 수 행의 그룹과 짝수 행의 그룹으로 분할될 수도 있다. 전원 전압선(Lv)은 분할된 그룹에 연결되는 대신에 각 행에 연결될 수도 있다. 이 경우에 있어서, 각 전원 전압선에는 전원 전압(Vcc)이 독립적으로 인가될 수 있어서, 각 행의 표시 픽셀(PIX)은 개별적으로 발광할 수 있다.

[0255] 상술된 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따라서, 표시 데이터의 기입 동작(Twrt) 동안, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 직접적으로 인가되고, 원하는 전압이 캐패시터(Cs)에 유지된다. 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 구동 트랜지스터의 소자 특성의 변화와 표시 데이터가 보상된 전압값을 가진다. 그 결과, 발광 소자(유기 EL 소자(OLED))에 흐르는 발광 구동 전류(Iem)는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)에 기초하여 제어될 수 있고, 그리고 발광 소자는 계조 레벨의 원하는 밝기로 발광할 수 있다. 특히, 전압 사양(voltage specification)(전압 인가)은 발광 소자의 표시 계조 레벨을 제어하기 위해 사용될 수 있다.

[0256] 이로써, 소정의 선택 구간(Tsel) 내에서, 표시 데이터에 따른 계조 레벨 신호(보상 계조 레벨 전압)이 빠르고 안정적인 방식으로 각 표시 픽셀에 기입될 수 있다. 이 방식으로, 본 발명의 표시 장치(1)는 표시 데이터가 불충분하게 기입됨이 억제될 수 있고, 그리고 표시 픽셀이 표시 데이터에 따른 바람직한 계조 레벨로 발광하게 할 수 있다.

[0257] 제 1 실시예는, 표시 영역부가 큰 크기를 가지는 경우와, 표시 영역부가 작은 크기를 가진 경우와, 낮은 계조 레벨의 데이터가 표시되는 경우와, 그리고 소형 표시 영역부의 표시 픽셀에 흐르는 전류가 작은 경우 중 어떤

경우에서도 발광 소자의 표시 계조 레벨을 제어하는 전압 사양(전압 인가)을 사용할 수 있다. 이 점에 대해, 본 발명의 계조 레벨 제어 방법은 계조 레벨을 제어하는 기입 동작을 실행하기 위해(표시 데이터에 따른 전압을 유지하기 위해) 표시 데이터에 따른 전류를 흐르게 하는 전류 사양을 사용하는 방법에 대해 이점을 가진다.

[0258] 제 1 실시예에 따라서, 표시 픽셀(PIX)에 포함된 픽셀 구동회로(DC)에 표시 데이터를 기입하기 전에, 제 1 보상 전압은 본래 계조 레벨 전압(Vorg)이 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)의 변화에 따라 보상되어 획득된다. 이 후, 기입 동작은 이 보상 전압에 기초한 보상 계조 데이터 신호(보상 계조 레벨 전압(Vpix))와 변화 조건에 기초한 설정 고유 전압값(제 2 보상 전압)을 발생하기 위해 사용되어, 계조 데이터 신호를 발광 EL 소자(OLED)에 계조 데이터 신호를 인가한다. 그 결과, 임계 전압의 변화는 보상되어, 각 표시 픽셀(발광 소자)은 표시 데이터에 따른 계조 레벨의 적당한 밝기로 발광한다. 이는 각 표시 픽셀(PIX)의 발광 특성의 분산을 차단할 수 있다. 제 1 실시예에 따라서, 데이터 구동기(14)로부터 출력된 계조 데이터 신호(보상 계조 데이터 신호)는 전압 신호이다. 이로써, 트랜지스터(Tr13)는 기입 동작 동안 작은 값을 가지는 드레인-소스 전류(Ids)를 포함할지라도, 이 전류(Ids)에 따른 게이트-소스 전압(Vgs)은 빠르게 설정될 수 있다. 이는 픽셀의 계조 레벨을 제어하기 위해 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전류(Ids)의 전류 값을 직접 제어하는 방법과는 다르다. 이로써, 선택 구간(Tsel) 동안, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스와 캐패시터(Cs) 사이에서 기입될 수 있다. 이는, 예를 들면, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 발생하는 보상 데이터를 저장하는 기억 수단(예를 들면, 프레임 메모리)용 픽셀 구동회로(DC)의 구성의 필요성을 없앨 수 있다.

[0259] 제 1 실시예의 구동 방법에 따라서, 복수의 표시 픽셀이 다른 임계 전압(Vth)을 가질지라도, 각 임계 전압(Vth)을 보상하기 위해 기준 전압(Vref)에 기초하여 각 임계 전압(Vth)은 측정된다. 그 결과, 복수의 픽셀은 동일한 발광 특성(예를 들면, 동일 밝기)으로 동작하도록 발생될 수 있다. 예를 들면, 표시 픽셀(A)은 임계 전압(Vth)_A을 가지는 트랜지스터(Tr13)를 포함하고, 그리고 표시 픽셀(B)은 임계 전압(Vth)_B을 가지는 트랜지스터(Tr13)를 포함한다고 가정한다. [수학식 14]에 기초하여, 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압은 보상된다. 각 표시 픽셀의 드레인과 소스 사이의 흐르는 전류는 IA와 IB라고 가정하고, IA와 IB는 다음 [수학식 16] 및 [수학식 17]로 각각 표기된다. [수학식 16] 및 [수학식 17]의 "K"는 계수로 표시된다.

*수학식 16*

[0260] $$IA=K\{(Vorg+Vth_A)-Vth_A\}^2=K-\{Vorg\}^2$$

*수학식 17*

[0261] $$IB=K\{(Vorg+Vth_B)-Vth_B\}^2=K-\{Vorg\}^2$$

[0262] 상술된 바와 같이, 이 방법은 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압 변화량(ΔVth)에 의한 영향뿐만 아니라, 각 트랜지스터 사이의 임계값 특성의 분산에 의한 영향을 보상할 수 있다. 이로써, 제 1 실시예에 따라서, 임계 전압(Vth)의 변화(ΔVth)가 실질적으로 없는 초기 상태에서, 표시 픽셀(A)의 임계 전압이 표시 픽셀(B)의 임계 전압과 다를지라도, 각 표시 픽셀에 포함된 각 구동 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압의 변화는 균일한 표시 특성을 제공하기 위해 보상된다.

[0263] (제 2 실시예)

[0264] 제 1 실시예에 따라서 전압 사양-형태 계조 레벨 제어 방법에서, 본래 계조 레벨 전압(Vorg)은 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 보상하기 위해 기준 전압(Vref)에 기초하여 보상된다. 그리고, 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 각 표시 픽셀(PIX)에 인가된다. 제 1 실시예에 제시된 계조 레벨 제어 방법은 용량 기생 성분이 표시 픽셀(PIX)에 끼치는 영향은 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에 연결된 캐패시터(Cs)에 의해 충분하게 차단될 수 있다는 가정하게 근거한 것이다. 또한, 이 방법은, 전원 전압(Vcc)이 기입 레벨에서 발광 레벨로 스위칭될지라도, 캐패시터(Cs)에 유지된 기입 전압의 변화가 없다는 가정하에 근거한 것이기도 하다.

[0265] 그러나, 이동 전화와 같은 이동 전자 장치는 더 작은 패널 크기와 선명한 화질을 종종 요구한다. 그러한 요구는 캐패시터(Cs)의 저장 캐패시터가 표시 픽셀(PIX)의 기생 용량보다 더 크게 설정되는 것을 막을 수 있다. 이 경우에 있어서, 변화가 발광 동작 시작에서 캐패시터(Cs)에 변화된 기입 전압으로 발생되는 경우, 이는 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)에 변화가 일어난다. 이는 발광 구동 전류(Iem)의 변화가 일어나, 각 표시 픽셀이 표시 데이터에 따른 밝기로 발광함을 막을 수 있다. 이 문제점을 방지하기 위해, 구동 트랜지스터

(Tr13)의 임계 전압(Vth)의 변화를 보상하기 위해 보상 계조 레벨 전압(Vpix)의 사용 대신에, 발광 구동 전류(Iem)의 값이 보상될 수 있다. 상술된 바와 같이, 다음에서는 동작을 실행하는 본 발명의 제 2 실시예의 표시 장치(1)를 설명한다.

[0266] 우선, 제 2 실시예의 표시 장치(1) 구성을 설명한다. 제 2 실시예의 표시 장치(1)는 도 9 및 10에 도시된 기본적인 구성과 동일하다. 특히, 도 25에 도시된 바와 같이, 제 2 실시예의 표시 픽셀(PIX)은 제 1 실시예와 실질적으로 동일하다. 표시 픽셀(PIX)에 포함된 픽셀 구동회로(DC)는: 발광 소자(OLED)와 직렬로 연결된 구동 트랜지스터(Tr13); 선택 트랜지스터(Tr12); 및 구동 트랜지스터(Tr13)의 다이오드 연결용 유지 트랜지스터(Tr11)로 구성된다.

[0267] 제 2 실시예에서, 데이터 구동기(표시 구동장치)(14)는 도 10에 도시된 구성 대신에 도 25에 도시된 구성을 가진다.

[0268] 제 1 실시예에 대해, 제 2 실시예의 계조 레벨 전압 발생기(142)는 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 출력하기 위해 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 발생시킨다. 이 본래 계조 레벨 전압(Vorg)에 대해서, 픽셀 구동회로(구동 트랜지스터(Tr13))의 고유 전압 특성은 발광 소자가 계조 레벨의 원하는 밝기로 발광하도록 보상된다.

[0269] 데이터 구동기(14)(표시 구동장치)는 도 10에 도시된 전압 전환기(143) 대신에, 가산부(전압 판독기)(146) 및 전환기(147)를 포함한다. 데이터 구동기(14)는 도 10에 도시된 전압 계산기(144) 대신에, 역 계산기(보상 계조 데이터 신호 발생기)(148)도 포함한다. 데이터 구동기(14)는 변환-스위치(SW4)도 포함한다. 가산부(146) 및 변환 스위치(SW2)를 총체적으로 "전압 판독기(149)"라 칭한다. 가산부(146)와, 전환기(147)와, 역 계산기(148)와, 그리고 변환-스위치(SW4)의 조합은 각 열의 데이터선(Ld)의 "m" 양 각각에 구비된다.

[0270] 가산부(전압 판독기)(146)는 소정의 기충전 전압(Vpre)을 데이터선(Ld)에 인가한다. 소정의 임시 응답 구간(Ttrs)(자연 완화 구간) 후에, 가산부(146)는 기준 전압(Vref)을 판독한다. 가산부(146)는 이전에 설정된 OFFSET 전압(Vofst)을 기준 전압(Vref)에 가산하여 획득된 전압(Vref+Vofst)을 전환기(147)에 출력한다.

[0271] 전환기(147)는 가산부(146)로부터 출력된 전압(Vref+Vofst)을 소정의 계수(a)로 곱한다. 이 계수(a)는, 트랜지스터(Tr13)의 특성 변화 후의 임계 전압(Vth)을 측정하기 위해 사용된다. 곱셈 후, 전환기(147)는 결과 전압(a(Vref+Vofst))을 역 계산기(148)로 출력한다. 전환기(147)에 의해 발생된 전압(a(Vref+Vofst))은 임계 전압(Vth)의 소정의 배수(β)로 표기될 수 있다. 이하에서, "βVth"를 "보상 전압"이라 칭한다.

*수학식 21*

[0272] $$\beta Vth=a\cdot(Vref+Vofst)$$

[0273] 역 계산기(148)는 계조 레벨 전압 발생기(142)로부터의 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 전환기(147)로부터의 보상 전압(βVth)에 인가하여, 보상 계조 레벨 전압(보상 계조 데이터 신호)(Vpix)을 발생한다.

[0274] 계조 레벨 전압 발생기(142)가 이 상태에서 DA 전환기를 포함하는 경우, 역 계산기(148)는 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 보상 전압(βVth)에 아날로그 신호의 형태로 가산한다. 그리고, 역 계산기(148)는 데이터선(Ld)(기입 동작)을 통해 캐패시터(Cs)에 발생된 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 변화시킨다. 기입 동작 동안 데이터 구동기(14)의 데이터선(Ld)으로부터 표시 픽셀(PIX)까지 기입 전류를 흐르게 하기 위해서, 제 2 실시예는 역 계산기(148)가 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 음 극성으로 설정하도록 하게 한다. 그리고, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 다음 [수학식 22]에서, β>1, 본래 계조 레벨 전압(Vorg)>0, 그리고 Vin<0이 성립된다.

*수학식 22*

[0275] $$Vpix=-Vin=-Vorg-\beta Vth$$

[0276] 변환-스위치(SW4)는, 흑색 계조 레벨 전압(Vzero)을 인가하기 위해 역 계산기(148)의 출력 단자와 전원 단자 사이에 연결된다. 변환-스위치(SW4)는 각 변환 스위치(SW1 내지 SW3)와 동등한 용량과 저항을 가지는 것이 바람직하다. 변환-스위치(SW4)는 제어기(15)로부터의 데이터 제어 신호에 기초하여 ON,OFF된다. 이에 기초하여, 변환-스위치(SW4)는 흑색 계조 레벨 전압(Vzero)의 데이터선(Ld)의 인가를 제어한다.

[0277] 계조 레벨이 0 번째 계조 레벨인 경우(또는 유기 EL 소자(OLED)가 발광하지 않는 경우), 계조 레벨 전압 발생기(142)는 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 출력하지 않는다. 그리고, 흑색 계조 레벨 전압(Vzero)은 변환-스위치(SW4)를 통해 역 계산기(148)의 출력 단자에 인가된다. [수학식 22]는 다음 [수학식 23]으로 표기될 수 있다.

특히, 제 2 실시예의 표시 구동장치(14)는 상술된 구성을 가지어, 픽셀 구동회로(구동 트랜지스터(Tr13))의 고유 전압 특성을 보상하고, 발광 소자(OLED)가 계조 레벨 전압(Vpix)의 원하는 밝기로 발광하게 하는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 캐패시터(Cs)에 발생시킨다.

*수학식 23*

[0278] $$Vpix=-Vin=Vzero=Vth$$

[0279] (표시 장치를 구동하는 방법)

[0280] 다음으로, 제 2 실시예의 표시 장치(1)를 구동하는 방법을 설명한다. 제 1 실시예에 대해, 제 2 실시예도 보상 계조 레벨 전압을 설정하는 동작을 우선 실행한다. 가산부(146)는 소정의 기충전 전압(Vpre)을 각 열에 관한 데이터선(Ld)에 인가한다. 그 결과, 가산부(146)는 전원 전압선(Lv)에서 각 열의 데이터선(Ld)으로 기충전 전류(Ipre)를 흐르게 한다. 그 후, 가산부(146)는 기충전 전압(Vpre)의 인가를 정지한다. 정지 후에, 임시 응답 구간(Ttrs) 후에, 가산부(146)는 기준 전압(Vpre(t0))을 판독한다. 제 1 실시예에 대해, 이 임시 응답 구간(Ttrs)은, 변화(Vth+ΔVth) 후에 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)이 임계 전압으로 수렴되는 동안의 구간보다 더 짧도록 설정된다.

[0281] 다음으로, 역 계산기(148)는 기준 전압(Vref)에 기초하여 설정된 보상 전압(βVth)에 근거한 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 보상한다. 역 계산기(148)는 [수학식 22]에 제시된 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 발생하여 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 각 데이터선(Ld)에 인가한다. 그리고, 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)에 기초한 기입 전류(Iwrt)는 각 표시 픽셀(PIX)에 흐른다. 이 기입 전류(Iwrt)는 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전류(Ids)에 상응한다.

[0282] 이로써, 기입 전류(Iwrt)를 보상하기 위해, 제 2 실시예는 전압(Vgs)을 설정하여, 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)은 다음 [수학식 24]를 만족시킨다. [수학식 24]에서, Vd0은 특정 계조 레벨(디지털 비트)에 따라 변화하는 기입 동작 동안 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스에 인가된 전압(Vgs) 사이의 전압을 나타낸다. [수학식 24]에서, γVth는 임계 전압(Vth)에 따른 전압을 나타낸다. 이 Vd0는 제 1 보상 전압에 대응되고, γVth는 제 2 보상 전압에 대응된다. [수학식 24]의 상수(γ)는 다음 [수학식 25]로 정의된다.

*수학식 24*

[0283] $$Vgs=0-(-Vd)=Vd0+\gamma Vth$$

*수학식 25*

[0284] $$\gamma=1+(Cgs11+Cgd13)/Cs$$

[0285] 이 [수학식 24]를 만족함에 따라, 제 2 실시예는 발광 동작 동안 트랜지스터(Tr13)로부터 유기 EL 소자(OLED)에 흐르는 발광 구동 전류(Iem)를 보상하기 위해 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 사용할 수 있다. 제 1 실시예는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)의 변화가 보상되었다는 점에서 제 2 실시예와 다르다. [수학식 25]의 Cgs11는 도 27a에 도시된 바와 같이, 접점(N11)과 접점(N13) 사이의 기생 용량이다. Cgd13은 접점(N11)과 접점(N14) 사이의 기생 용량을 나타내고, Cpara는 데이터선(Ld)의 기생 용량을 나타내고, 그리고 Cpix는 유기 EL 소자(OLED)의 기생 용량을 나타낸다.

[0286] 표시 장치를 구동하는 상술된 방법에서, 기입 동작에서 발광 동작의 이동은, 선택 선(Ls)에 인가된 선택 신호(Ssel)가 하이 레벨에서 로우 레벨로 스위칭되게 하고, 전원 전압선(Lv)에 인가된 전원 전압(Vcc)이 로우 레벨에서 하이 레벨로 스위칭되게도 한다. 이는 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(캐패시터(Cs)에 유지된 전압)이 변화하여 위험하게 한다. 제 2 실시예에서, 이 전압(Vgs)은 [수학식 24]를 만족시키도록 설정되어 기입 전류(Iwrt)를 보상한다.

[0287] 그리고, 발광 동작 동안 유기 EL 소자(OLED)에 흐르는 발광 구동 전류(Iem)를 특정하는 게이트-소스 전압(Vgs)이 도입된다. 다음에서는, 기입 동작 동안, 전원 전압(Vcc)(=Vccw)이 접지 전위(GND)라고 가정한다. 도 27a에 도시된 바와 같이, 기입 동작 동안, 기입 동작을 위해 표시 픽셀(PIX)에는 선택 레벨(하이 레벨)(=Vsh)의 선택 신호(Ssel)와 전원 전압(Vcc)(=Vccw=GND)이 인가된다. 역 계산기(148)는 전원 전압(Vccw)(=GND)보다 낮은 음극성을 가지는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(=-Vin)을 표시 픽셀(PIX)에 인가한다.

[0288] 그 결과, 트랜지스터(Tr11)와 선택 트랜지스터(Tr12)는 ON되고, 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트(접점(N11))에는 전원 전압(Vccw)(=GND)이 인가되고, 그리고 트랜지스터(Tr13)의 소스(접점(N12))에는 음 극성을 가지는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 인가된다. 그 결과, 전위차는 트랜지스터(Tr13)를 ON하기 위해 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 일어난다. 그리고, 기입 전류(Iwrt)는 전원 전압(Vccw)이 인가된 전원 전압선(Lv)으로부터 데이터선(Ld)으로 흐른다. 이 기입 전류(Iwrt)의 값에 따른 Vgs(기입 전압(Vd))는 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 형성된 캐패시터(Cs)에서 유지된다.

[0289] 트랜지스터(Tr11)의 게이트 전압(선택 신호(Ssel))이 하이 레벨에서 로우 레벨로 변화하는 경우, 도 27a에 제시된 Cgs11'는 트랜지스터(Tr11)의 게이트와 소스 사이에서 일어난 효과적인 기생 용량이다. 구동 트랜지스터(Tr13)의 소스-드레인 전압이 포화 영역에 있는 경우, Cgd13은 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 드레인 사이에서 일어난 기생 용량이다.

[0290] 반면, 도 27b에 도시된 바와 같이, 발광 동작 동안, 선택 선(Ls)에는, 비-선택된 레벨(로우 레벨)의 전압(-Vsl<0)의 선택 신호(Ssel)가 인가되고, 높은 전위(=Vcce; 예를 들면, 12-15V)를 가지는 발광용 전원 전압(Vcc)이 인가된다. 선택 트랜지스터(Tr12)는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(=-Vin)의 역 계산기(148)에 의해 데이터선(Ld)에 인가하지 못하도록 OFF된다.

[0291] 전압(Vsel)을 가지는 선택 신호(Ssel)를 선택 선(Ls)에 인가하여, 트랜지스터(Tr11)는 트랜지스터(Tr13)의 게이트(접점(N11))에 전원 전압(Vcc)이 인가됨을 막도록, 그리고 트랜지스터(Tr13)의 소스(접점(N12))에 보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 인가됨을 막도록 OFF된다. 그리고, 기입 동작 동안 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 일어난 전위차(0-(-Vd)=Vd)는 캐패시터(Cs)에 유지된다. 이로써, 게이트-소스 전위차(Vd)는 유지되고, 트랜지스터(Tr13)는 ON 상태를 유지시킨다. 그 결과, 게이트-소스 전압(Vgs)(=Vd)에 따르는 발광 구동 전류(Iem)는 전원 전압선(Lv)에서 유기 EL 소자(OLED)로 흐른다. 그리고, 유기 EL 소자(OLED)는 이 전류(Iem)의 값에 따른 밝기로 발광한다.

[0292] 도 27b에 제시된 접점(N12)에서의 전압(Voel)은 발광 동작 동안 유기 EL 소자(OLED)의 전압을 나타낸다(이하에서, "발광 전압"이라 칭함). 트랜지스터(Tr11)의 게이트 전압(선택 신호(Ssel))이 로우 레벨(-Vsl)을 가지는 경우, Cgs11은 게이트트와 소스 사이에 일어난 기생 용량이다. 도 27a의 Cgs11'와 도 27b의 Cgs11 사이의 관계는 다음 [수학식 26]으로 나타낼 수 있다. [수학식 26]의 전압(Vshl)은 선택 신호(Ssel)의 하이 레벨(Vsh)과 로우 레벨(-Vsl) 사이의 전위차(Vsh-(-Vsl))를 나타낸다.

*수학식 26*

[0293] $$Cgs11'=Cgs11+(1/2)\times Cch11\times Vsh/Vshl$$

[0294] 기입 동작에서 발광 동작으로 이동함에 있어, 선택 신호(Ssel)와 전원 전압(Vcc)의 전압 레벨은 스위칭된다. 그리고, 기입 동작 동안, 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 유지된 전압(Vgs)(=Vd)은 [수학식 27]에 따라 변화한다. [수학식 27]에서, cgd, cgs 및 cgs'는 캐패시터의 용량에 의한 기생 용량(Cgd, Cgs 및 Cgs')을 표준화하여 획득된 값을 나타내고, 그리고, cgd=Cgd/Csdh와, cgs=Cgs/Cs와, 그리고 cgs'=Cgs'/Cs이 성립된다. 전압(Vgs)이 픽셀 구동회로(DC)에 인가된 전압의 변화에 따라 변화함에 따른 특성을 "픽셀 구동회로(DC)에 고유한 전압 특성"이라 칭한다.

*수학식 27*

[0295] $$Vgs=\{Vd-(cgs+cgd)Voel\}/(1+cgs+cgd)+(cgd\cdot Vcce-cgs'\cdot Vshl)/(1+cgs+cgd)$$

[0296] [수학식 27]은 픽셀 구동회로(DC)에 인가된 제어 신호(선택 신호(Ssel), 전원 전압(Vcc))의 스위칭 전후에 "전하량의 보존 법칙"을 적용하여 도입된다. 도 28a와 28b에 도시된 바와 같이, 직렬로 연결된 용량 성분(용량 C1 및 C2)의 한 측에 인가된 전압은 V1에서 V1'으로 변화된다. 그리고, 변화 전의 각 용량 성분의 전하량(Q1 및 Q2)과 변화 후의 각 용량 성분의 전하량(Q1' 및 Q2')은 다음 [수학식 28a 내지 28d]으로 나타낼 수 있다.

*수학식 28a*

[0297] $$Q1=C1(V1-V2)$$

*수학식 28b*

[0298] Q2=C2V2

*수학식 28c*

[0299] Q1'=C1(V1'-V2')

*수학식 28d*

[0300] Q2'=C2V2'

[0301] 다음 [수학식 28a 내지 28d]에 기초하여, -Q1+Q2=-Q1'+Q2'은 계산되고, 용량 성분(C1 및 C2)의 연결점에서 전위(V2 및 V2')는 다음 [수학식 29]로 나타낸다.

*수학식 29*

[0302] V2'=V2-{C1/(C1+C2)}-(V1-V1')

[0303] 다음으로, 상술된 [수학식 28a 내지 28d 및 29]에 제시된 관계가 표시 픽셀(PIX)(픽셀 구동회로(DC) 및 유기 EL 소자(OLED))에 적용되고, 선택 신호(Ssel)가 스위칭되는 경우, 트랜지스터(Tr13)의 게이트(접점(N11))에서 전위(Vn11)를 설명한다.

[0304] 이 경우에 있어서, 도 26, 28a 및 28b에 도시된 등가 회로는 도 29a와 30b에 도시된 등가 회로로 대체될 수 있다. 도 29a의 예에서, 선택 선(Ls)에는 선택 레벨의 선택 신호(Ssel)(하이 레벨 전압(Vsh))가 인가되고, 전원 전압선(Lv)에는 로우 전위를 가지는 전원 전압(Vcc)(=Vccw)이 인가된다. 도 29b의 예에서, 선택 선(Ls)에는 비-선택 레벨(로우 레벨 전압 Vsl)의 선택 신호(Ssel)가 인가된다. 전원 전압선(Lv)에는 로우 레벨을 가지는 전원 전압(Vcc)(=Vccw)이 인가된다.

[0305] 선택 레벨(Vsh)의 선택 신호(Ssel)의 인가 동안, 도 29a에 도시된 각 용량 성분(Cgs11, Cgs11b, Cds13 및 Cpix)과 캐패시터(Cs)에 유지된 전하량은 다음 [수학식 30a 내지 30d]으로 나타낼 수 있다. 비-선택된 레벨(Vsl)의 선택 신호(Ssel)가 인가되는 경우, 도 29b에 도시된 각 용량 성분(Cgs11, Cgs11b, Cds13 및 Cpix)과 캐패시터(Cs)에 유지된 전하량은 다음 [수학식 30e 내지 30h]으로 나타낸다. 도 29b에 도시된 접점(N11과 N13) 사이에서 제시된 용량 성분(Cgs11b)은 트랜지스터(Tr11)의 내부-채널 용량 외의 게이트-소스 기생 용량(Cgso11)이다. 도 29a에 도시된 접점(N11과 N13) 사이의 용량 성분(Cgs11b)은 트랜지스터(Tr11)의 채널 용량(Cch11)에 1/2을 곱하여 획득된 값과 Cgs11(=Cgso11)의 합(Cgs11=Cch11/2+Cgs11)이다.

*수학식 30a*

[0306] Q1=0

*수학식 30b*

[0307] Q2=Cs·Vd

*수학식 30c*

[0308] Q3=-Cpix·Vd

*수학식 30d*

[0309] Q4=Cgs11b·Vsh

*수학식 30e*

[0310] Q1'=Cgd13·V1

*수학식 30f*

[0311] Q2'=Cs·(V-V1)

*수학식 30g*

[0312] $Q3'=-Cpix \cdot V$

*수학식 30h*

[0313] $Q4'=Cgs11 \cdot VSh \cdot (V1-Vsl)$

[0314] 전하량 보존 법칙이 도 29a 및 도 28b의 예에서 적용되는 경우, 접점(N11) 및 접점(N12)에서의 각 전하의 관계는 다음 [수학식 31a 및 31b]으로 나타낸다.

*수학식 31a*

[0315] $-Q1+Q2-Q4=-Q1'+Q2'-Q4'$

*수학식 31b*

[0316] $-Q2+Q3=-Q2'+Q3'$

[0317] [수학식 31a 내지 31b]이 상술된 [수학식 30a 및 30d]에 적용되는 경우, 접점(N11)의 전위(Vn11)와 접점(N12)의 전위(Vn12)는 다음 [수학식 32a 및 32b]으로 나타낸다. [수학식 32a 및 32b]에 제시된 Cgs 11' 및 D는 다음 [수학식 33a 및 33b]에 의해 각각 정의된다.

*수학식 32a*

[0318] $Vn11=-V1=-(Cgs11' \cdot Cpix+Cgs11' \cdot Cs) \cdot Vsh1/D$

*수학식 32b*

[0319] $Vn12=-V=-Vd-(CgS11' \cdot Cs) \cdot Vsh1/D$

*수학식 33a*

[0320] $Cgs11'=Cgs11+(Cch11' \cdot Cs)/(2 \cdot Vsh1)$

*수학식 33b*

[0321] $D=Cgd13 \cdot Cpix+Cgd13 \cdot Cs+Cgs11 \cdot Cpix+Cgs11 \cdot Cs+Cs \cdot Cpix$

[0322] 다음에서는, 상술된 바와 같이, 전위를 도입하는 방법이 제 2 실시예에 따른 기입 동작에서 발광 동작으로 각 단계에 적용되는 경우와, 제 2 실시예의 표시 장치(1)를 구동하는 방법을 설명한다. 제 2 실시예의 표시 장치(1)를 구동하는 방법은 도 11의 예에 제시된 것과 동일하고, 선택 단계와, 비-선택 상태 스위칭 단계와, 비-선택 상태 유지 단계와, 전원 전압 스위칭 단계와, 그리고 발광 단계를 포함한다. 특히, 제 2 실시예에서, 선택 단계는, 표시 픽셀(PIX)에 포함된 캐패시터(Cs)에 표시 데이터에 따른 전압을 기입하는 표시 픽셀(PIX)을 선택하도록, 선택 레벨의 선택 신호(Ssel)를 표시 픽셀(PIX)로 전송하는 단계이다. 비-선택 상태 스위칭 단계는 선택 단계에서 선택된 각 표시 픽셀(PIX)이 비-선택 상태로 있도록 하게 하는 단계이다. 비-선택 상태 유지 단계는 캐패시터(Cs)가 스위칭 단계에 의해 비-선택 상태에 있도록 발생된 표시 픽셀(PIX)의 캐패시터(Cs)에 유지되는 단계이다. 전원 전압 스위칭 단계는 비-선택 상태의 충전 전압을 유지하는 캐패시터에 연결된 구동 트랜지스터(Tr13)에 인가된 전원 전압(Vcc)이 기입 동작 레벨(낮은 전위)에서 발광 동작 레벨(높은 전위)로 스위칭되는 단계이다. 발광 단계는 표시 데이터에 따른 밝기로 발광하게 되는 단계이다.

[0323] 우선, 다음에서는, 선택 단계가 비-선택 상태 스위칭 단계로 이동하는 경우, 각 점에서의 전압 변화를 설명한다. 이동 전에, 도 30a에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr11)와 트랜지스터(Tr12)는 높은 전위의 선택 신호(Vsh)의 인가에 의해 ON이되어, 기입 전류(Iwrt)는 트랜지스터(Tr13)의 드레인과 소스 사이에서 흐른다. 접점(N11)은 Vccw의 전위(접지 전위)를 가지고, 접점(N12)은 -Vd의 전위를 가진다.

[0324] 비-선택된 레벨의 선택 신호(Ssel)가 트랜지스터(Tr11)에 인가되고, 이 상태에서 트랜지스터(Tr12)에 인가되는 경우, 트랜지스터(Tr11) 및 트랜지스터(Tr12)는 도 30b에 도시된 바와 같이 ON에서 OFF로 스위칭된다. 스위칭 후의 접점(N11)은 -V1의 전위를 가지고, 스위칭 후의 접점(N12)은 -V의 전위를 가지는 것으로 정의된다. 선택 신호(Ssel)가 하이 레벨의 양극 전위(Vsh)에서 로우 레벨의 음극 전위(-Vsl)로 스위칭되는 경우, 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs')은 Vd로부터 $-\Delta Vgs$만큼 변화한다. 그리고 스위칭 후의 전압(Vgs')(기입 전

압(즉, 접점(N11)의 전위(Vn11)와 접점(N12)의 전위(Vn12) 사이의 전위차))은 [수학식 34]로 나타낸다.

### *수학식 34*

[0325] Vgs'=Vn11-Vn12=-V1-(-V)=V-V1

[0326] =Vd-(Cgs11'·Cpix/D)·Vsh1=Vd-ΔVgs

[0327] 이 전압 이동(ΔVgs)은 Cgs11'·Cpix·Vsh1/D로 나타낸다. 비-선택된 스위칭 단계에서의 접점(N11 및 N12) 사이의 용량 성분(Cs')은 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 용량외의 일부에서 형성된 기생 용량 성분이다. [수학식 32a, 32b, 33a 및33b]에서, "Cs"는 포화 영역에서 트랜지스터(Tr13)의 내부-채널 게이트-소스 용량과 트랜지스터(Tr13)의 내부-채널 용량외에 용량 성분(Cs'), 게이트-소스 전압 기생 용량(Cgso13)의 합이다. 이 내부-채널 게이트-소스 용량은 트랜지스터(Tr13)의 채널 용량(Cch1)의 2/3이다. 이로써, [수학식 32a, 32b, 33a 및 33b]에 제시된 Cs는 아래와 같이 계산될 수 있다.

[0328] Cs=Cs'+Cgso 13+(2/3)·Cch13

[0329] 포화 영역에서, 내부-채널 게이트-드레인 용량은 0으로 가정될 수 있다. 이로써, Cgd13만 트랜지스터(Tr13)의 내부-채널 용량 외의 게이트-드레인 용량(Csgo13)이다. [수학식 34]에서, Vds=0인 경우, Cgs11'는 트랜지스터(Tr11)의 내부-채널 용량외의 게이트-소스 기생 용량(Cgso11)과 트랜지스터(Tr11)의 내부-채널 게이트-소스 용량 합이다. 이 내부-채널 게이트-소스 용량은 트랜지스터(Tr11)의 채널 용량(Cch11)의 1/2의 정수 값과 선택 신호(Ssel)의 전압비(Vsh/Vsh1)이다. 특히, [수학식 34]에 표기된 Cgs 11'는 아래와 같이 나타날 수 있다.

[0330] Cgs11'=Cgso11+Cch11·Vsh/2Vsh1

[0331] 다음으로, 표시 픽셀(PIX)의 비-선택 상태를 유지하는 단계의 전압 변화(비-선택 상태 유지 단계)를 설명한다. 도 31a에 도시된 바와 같이, 선택 단계(기입 동작)가 비-선택 상태로 이동하는 경우, 트랜지스터(Tr13)는 게이트와 소스((용량 성분(Cs')) 사이에 유지된 전압(Vgs')에 기초하여 ON 상태를 유지한다. 그리고, 접점(N12)은 전원 전압(Vcc)(=Vccw)보다 낮은 전위를 가지며, 드레인-소스 전류(Ids)는 트랜지스터(Tr13)에 흐른다. 도 31b에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr13)에 흐르는 전류(Ids)는 접점(N12)에서의 전위가 0으로 증가하도록 하게 한다.

[0332] 트랜지스터(Tr13)의 드레인 전압(접점(N14)의 전위)과 소스 전압(접점(N12)의 전위) 사이의 차이가 없을 때까지 드레인 전압 및 소스 전압 변화는 변한다. 이 변화에 필요한 시간은 12 마이크로초이다. 소스 전위의 변화는 트랜지스터(Tr13)의 게이트 전위(V1')가 [수학식 32a, 32b, 33a 및 33b]에서 다음 [수학식 35]에 표기된 관계로 변화하게 한다.

### *수학식 35*

[0333] V1'={Cs/(Cgs11+Cgd13'+Cs")}·V

[0334] -{(Cgs11+Cgd13+Cs)/(Cgs11+Cgd13'+Cs")}·V1

[0335] [수학식 35]에 표기된 CS"는 [수학식 36]에 표기된 바와 같이, Vds=0인 경우, 상술된 Cs'와 Cgso13를 트랜지스터(Tr13)의 내부-채널 게이트-소스 용량(Csh13)의 1/2에 가산하여 획득된 용량을 나타낸다. [수학식 35]에서, Vds=0인 경우, Cgd13'은 상술된 Cgd13와 트랜지스터(Tr13)의 내부-채널 게이트-소스 용량(Cch13)의 1/2의 합이다. 특히, Cgd13'는 다음 [수학식 36b]에 의해 나타낸다.

### *수학식 36a*

[0336] Cs"=Cs'+Cgso13+Cch13/2=Cs-Cch13/6

### *수학식 36b*

[0337] Cgd13'=Cgd13+Cch13/2

[0338] [수학식 35]에서, -V1 및 V1' 각각은 도 28에서 표기된 -V1 및 V1'이 아니고, 도 31a의 접점(N11)의 전위(-V1)와 도 31b의 접점(N11)의 전위(V1')이다. 비-선택 상태 유지 단계에서, 도 31b에 제시된 접점(N11)과 접점(N14) 사이의 용량 성분(Cgd13')은 트랜지스터(Tr13)의 내부-채널 용량이외의 게이트-드레인 용량(Csgo13)과 트

랜지스터(Tr13)의 1/2의 채널 용량(Cch13)의 합이다. 특히, 용량 성분(Cgd13')은 아래와 같이 표시될 수 있다.

[0339] Cgd13'=Cgdo13+Cch13/2=Cgd13+Cch13/2

[0340] 다음으로, 비-선택 상태 유지 단계가 전원 전압 스위칭 단계로 이동하고, 전원 전압 스위칭 단계가 발광 단계로 이동하는 경우, 각 지점에서의 전압 변화를 설명한다. 도 32 a에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전위차는 드레인-소스 전류(Ids)가 흐르지 못하도록 비-선택 상태 유지 단계에서 0이다. 도 32b에 도시된 바와 같이, 비-선택 상태 유지 단계가 전원 전압 스위칭 단계로 이동하는 경우, 전원 전압(Vcc)은 낮은 전위(Vccw)에서 높은 전위(Vcce)로 스위칭된다. 전원 전압 스위칭 단계가 발광 단계로 이동하는 경우, 발광 구동 전류(Iem)는 도 32c에 도시된 바와 같이 트랜지스터(Tr13)를 통해 유기 EL 소자(OLED)에 흐른다.

[0341] 우선, 비-선택 상태 유지 단계가 전원 전압 스위칭 단계로 이동하는 경우를 설명한다. 이동 동안, 도 32a에 도시된 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전압은 전위 0에 보다 가깝게 된다. 이후, 전원 전압 스위칭 단계의 전원 전압(Vcc)은 낮은 전위(Vccw)에서 높은 전위(Vcce)로 스위칭된다. 이로써, 트랜지스터(Tr13)의 게이트(접점(N11))의 전위(Vn11)와 소스(접점(N12))의 전위(Vn12)는 증가한다. 그리고, 전위(Vn11)는 [수학식 37a]로 표시되고, 전위(Vn12)는 [수학식 37b]로 표기된다. V1" 및 V" 각각은 도 32b에 도시된 접점(N11)의 전위(Vn11)와 접점(N12)의 전위(Vn12)이다.

### *수학식 37a*

[0342] $Vn11=V1"=\{1+Cch13\cdot(3Cs+2Cpix)/6D\}V'+(Cgd13\cdot Cpix+Cgd13\cdot Cs)\cdot Vcce/D$

### *수학식 37b*

[0343] $Vn12=V"=Cgd13\cdot Cs\cdot Vcce/D+Cch13\cdot(Cgs11+Cgd13+3Cs)/$

[0344] 또한, 발광 단계는 전원 전압을 스위칭한다. 이로써, 트랜지스터(Tr13)(접점(N11))의 게이트에서 일어난 전위(V1c)(도 32의 예에서 접점(N11)의 전위(Vn11))는 다음 [수학식 38]로 표기된다.

### *수학식 38*

[0345] $Vn11=V1c=V1"+Cs\cdot(Vpix-V")/(Cgd13+Cgs11+Cs)$

[0346] 상술된 [수학식 34, 35, 37a, 37b 및 38]에 나타난 각 전압은 비-선택 상태 스위칭 단계의 전압 사인에 모두 재기입된다. 이로써, 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)는 다음 [수학식 39]로 나타낼 수 있다.

### *수학식 39*

[0347] $Vgs=Vn11-Vn12=V1c-Voel=(Vd-\Delta Vgs)+\{(Cgs11+Cgd13)/(Cs+Cgs11+Cgd13)\}\times\{Cgd13\cdot Vcce/(Cgs11+Cgd13)-Voel-V\}$

[0348] [수학식 39]에서, "V"는 V=Vd+(Cgs11'·Cs/D)·Vshl이 성립되는 [수학식 32b]에 제시된 것과 동일하며, "Vd"는 [수학식 32b]에 나타난 바와 같이, (Vd+(Cgs11'·Cs)·Vshl/D)가 성립되는 기입 동작 동안의 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 일어난 전압이다.

[0349] [수학식 39]의 전압 이동(ΔVgs)은 도 30a가 도 30b로 스위칭되는 경우, 접점(N11)과 접점(N12) 사이의 전위차이고, [수학식 34]에 제시된 Cgs11'·Cpix·Vshl/D로 나타낸다.

[0350] 다음으로, 상술된 [수학식 39]을 기초하여, 발광 구동에 대한 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)에 임계 전압(Vth)이 끼치는 영향을 설명한다. [수학식 39]에서, ΔVgs, V 및 D의 값은 다음 [수학식 40]을 얻기 위해 치환된다.

### *수학식 40*

[0351] $Vgs=\{Cs/(Cs+Cgs11+Cgd13)\}\cdot Vd+\{(Cgs11+Cgd13)/(Cs+Cgs11+Cgd13)\}\times\{Cgd13\cdot Vcce/(Cgs11+Cgd13)-Voel-Cgs11'\cdot Vshl/(Cgs11+Cgd13)\}$

[0352] [수학식 40]에서, 각 용량 성분(Cgs11, Cgs11' 및 Cgd13)은 [수학식 41]이 성립되기 위해 용량 성분(Cs)에 의해 표준화된다.

### *수학식 41*

[0353] Vgs={Vd-(cgs+cgd)-Voel}/(1+cgs+cgd)+{cgd・Vcce-cgs'・Vshl}/(1+cgs+cgd)

[0354] [수학식 41]에서, cgs, cgs' 및 cgd는 [수학식 27]에 나타난 것과 동일하다. [수학식 41]에서, 우측의 첫 항은 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)과 표시 데이터에 기초한 특정 계조 레벨에 의존한다. [수학식 41]에서, 우측의 두 번째 항은 트랜지스터(Tr13)의 게이트- 소스 전압(Vgs)에 가산된 상수이다.

[0355] 이로써, 기입 동작 동안, 전압, 소스 전위(접점(N12)의 전위)를 특정하여 임계 전압(Vth)을 보상하기 위해서, Vd는 설정될 수 있어서, 발광하는 동안의 값(Vgs-Vth)(발광하는 동안의 구동 전류(Ioel)를 결정하는 값)은 임계 전압(Vth)에 의존하지 않는다. 예를 들면, 발광하는 동안 게이트-소스 전압(Vgs=0-(-Vd)=Vd)이 유지하는 경우, (Vgs-Vth)는 Vgs=Vd=VdO+Vth의 관계를 성립하여 Vth에 의존함을 막을 수 있다. 그리고 발광하는 동안, 구동 전류(Ioel)는 Vth에 의존하지 않고 VdO에 의해서만 나타나게 된다. 발광하는 동안의 게이트-소스 전압은 기입 동작 동안의 Vgs로부터 변화하는 경우, Vd=VdO+eVth의 관계는 사용될 수 있다.

[0356] [수학식 41]에서, 우측의 첫 항의 발광 전압(Voel)에 대한 유기 EL 소자(OLED)의 의존성은 다음 [수학식 42a 내지 42c]의 관계를 성립하도록 판별된다. [수학식 42a 내지 42c]의 f(x), g(x) 및 h(x) 각각은 괄호의 변수"x"의 함수이다. 특히, 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)은 [수학식 42a]에 표기된 바와 같이, 발광 전압(Voel)의 함수로 판별된다. 발광 구동 전류(Iem)는 [수학식 42b] 표기된 바와 같이, 이 전압(Vgs)과 임계 전압(Vth) 사이의 차(Vgs-Vth)의 함수로 되기 위해 판별된다. 발광 전압(Voel)도 [수학식 42c]에 표기된 바와 같이, 발광 구동 전류(Iem)의 함수로 판별된다.

### *수학식 42a*

[0357] Vgs=f(Voel)

### *수학식 42b*

[0358] Iem=g(Vgs-Vth)

### *수학식 42c*

[0359] Voel=h(Iem)

[0360] 기입 동작 동안, 표시 데이터(계조 레벨 전압)에 기초한 전압을 구동 트랜지스터(Tr13)의 소스(접점(N12))에 공급하는 데이터 전압은 VdO이다. 이 데이터 전압(VdO)은, 상술된 바와 같이, 임계 전압(Vth)에 의존하지 않는 항이다. 시점(Tx)에서 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압은 Vth(Tx)이고, 시점(Tx) 후의 시점(Ty)에서 임계 전압은 Vth(Ty)이다. 전압(Voelx)은 발광 동작 동안 유기 EL 소자(OLED)의 애노드와 캐소드 사이의 시점(Tx)에서 인가되고, 전압(Voely)은 시점(Ty)에서 애노드와 캐소드 사이에서 인가된다.

[0361] 그리고, Vth(Ty)>Vth(Tx)의 조건과, 시점(Ty)와 시점(Ty)에서 유기 EL 소자(OLED)에 인가된 전압 사이의 차이를 만족시키는 전압은 ΔVoel=Voely-Voelx으로 표기된다. 임계 전압의 변화(ΔVth)을 보상하기 위해서, Vth는 ΔVoel이 0으로 가능한 가까워지도록 하기 위해 보상될 수 있다. 이로써, 상술된 [수학식 41]에서 우측의 첫 항의 전압(Vd)은 다음 [수학식 43]에서 표기된 바와 같이 설정될 수 있다.

### *수학식 43*

[0362] Vd=VdO+(1+cgs+cgd)・ΔVth

[0363] [수학식 43]에서, 변화(ΔVth)는 임계 전압(Vth=0V)과는 다르다고 가정한 경우, ΔVth =Vth가 표기될 수 있다. (cgs+cgd)가 설계 값이기 때문에, 상수 e가 e=1+cgs+cgd으로 정의된 경우, [수학식 43]에 표기된 전압 Vd는 다음 [수학식 44]로 나타낸다. 이 [수학식 44]에 기초하여, 상술된 [수학식 24 및 25]가 도입된다.

### *수학식 44*

[0364] Vd=VdO+(1+cgs+cgd)・ΔVth =VdO+e・ΔVth

[0365] [수학식 44] 및 [수학식 41]은 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)에 의존하지 않는 전압 관계를 나타내는 다음 [수학식 45]를 제공하기 위해 사용될 수 있다. [수학식 45]의 Voel0은, 임계 전압(Vth)=0V인 경우, 유기 EL 소자(OLED)의 발광 전압(Voel)이다.

*수학식 45*

[0366] $Vgs-Vth=\{Vd0-(cgs+cgd)\cdot Voel0\}/(1+cgs+cgd)+(cgd\cdot Vcce-cgs'\cdot Vsh1)/(1+cgs+cgd)$

[0367] 0번째 계조 레벨으로서 흑색 표시 상태에서, 임계 전압(Vth) 이상인 전압이 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에 인가되지 않도록 하는 조건(즉, 발광 구동 전류(Iem)가 유기 EL 소자(OLED)에 흐르지 않도록 하는 전압 조건)은 계산된다. 조건은, 0의 시점에서 데이터 전압이 Vd0(0)인 경우, [수학식 46]으로 나타난다. 이로써, 도 25에 도시된 데이터 구동기(14)에 있어서, 변환-스위치(SW4)를 통한 역 계산기(148)의 출력 말단에 인가된 흑색 계조 레벨 전압(Vzero)은 판별될 수 있다.

*수학식 46*

[0368] $-Vd0(0)=Vzero=cgd\cdot Vcce-cgs'\cdot Vsh1$

[0369] 다음으로, 제 2 실시예에서, 기생 용량으로 인한 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)을 보상하도록 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(=-Vin)을 설정하는 조건을 설명한다. 도 11에서 도시된 각 단계의 처리를 실행하여, 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)은 다른 기생 용량으로 변화한다. 이 전압(Vgs)의 변화량을 보상하기 위해, 기입 동작(Twrt)의 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 인가되는 동안의 구간)은 다음 [수학식 47]에 나타난 바와 같이 설정될 수 있다. [수학식 47]의 Vds12는 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압이다.

*수학식 47*

[0370] $Vpix=-(Vd+Vds12)=-Vorg-\beta Vth$

[0371] 도 34에 도시된 기입 동작 동안, 트랜지스터(Tr13)의 드레인과 소스 사이에 흐르는 기입 전류(Iwrt)는 다음 [수학식 48]에 의해 나타낼 수 있다. [수학식 48]의 μFET는 트랜지스터 이동도를 나타내고, Ci는 단위 영역당 트랜지스터 게이트 용량을 나타내고, W13은 트랜지스터(Tr13)의 채널 폭을 나타내고, 그리고 L13은 트랜지스터(Tr13)의 채널 길이를 나타낸다. 기입 동작 동안의 트랜지스터(Tr13)의 효과적인 드레인-소스 전압이고, 그리고 Vth13은 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압이다. 용어 "p"는 박막 트랜지스터의 특성에 적합한 고유 파라미터(고정 파라미터)를 나타낸다.

*수학식 48*

[0372] $Iwrt=\mu FET\cdot Ci\cdot(Vd-Vth13)\cdot Vdse13\cdot(W13/L13)=p\cdot\mu FET\cdot Ci\cdot(Vd-Vth13)2\cdot(W13/L13)$

[0373] 기입 동작 동안, 트랜지스터(Tr12)의 드레인과 소스에 흐르는 전류(Iwrt)는 다음 [수학식 49]으로 나타낼 수 있다. [수학식 49]에서, 트랜지스터(Tr12)의 임계 전압이며, 그리고 Vds12는 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전압이다. W12는 트랜지스터(Tr12)의 채널 폭이고, L12는 트랜지스터(Tr12)의 채널 길이이다.

*수학식 49*

[0374] $Iwrt=\mu FET\cdot Ci\cdot(Vsh+Vd+Vds12-Vth12)\cdot(W12/L12)\cdot Vdse12$

[0375] 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압(Vdse12)은 [수학식 48 및 49]에 기초하여 다음 [수학식 50a]로 나타낼 수 있다. [수학식 50a]에서, Vsat12는 기입 동작 동안의 트랜지스터(Tr12)의 효과적인 드레인-소스 전압이고, 다음 [수학식 50b]로 나타낸다. "q" 는 박막 트랜지스터의 특성에 적합한 고유 파라미터(고정 파라미터)를 나타낸다.

*수학식 50a*

[0376] $Vdse12=Vds12/\{1+(Vds12/Vsat12)^{q}\}^{(1/q)}$

*수학식 50b*

[0377] $Vsat12=p\cdot(Vsh+Vd+Vds12-Vth12)$

[0378] 일반적으로, n-채널 무정형 실리콘 트랜지스터에서, 트랜지스터가 ON 상태에 있는 시점(게이트-소스 전압이 양극 전압 동안의 시점)이 더 길어질수록, 높은 전압으로 임계 전압의 이동은 더 길어진다. 구동 트랜지스터(Tr13)는 발광 구간(Tem) 동안 ON이 된다. 이 발광 구간(Tem)은 주기 구간(Tcyc)의 긴 부분을 차지한다.

이로써, 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압은 시간이 경과함에 따라 양극 전압으로 이동되어, 트랜지스터(Tr13)는 더 높은 저항을 가진다.

[0379] 반면, 선택 트랜지스터(Tr12)가 선택 구간(Tsel) 동안만 ON이 된다. 이 선택 구간(Tsel)은 주기 구간(Tcyc)의 작은 부분을 차지한다. 이로써, 구동 트랜지스터(Tr13)와 비교하면, 선택 트랜지스터(Tr12)는 더 작은 일시 이동을 가진다. 이로써, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 도입되는 경우, 트랜지스터(Tr12)의 임계 전압(Vth12) 변화는 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth13)의 변화에 대해 무시될 수 있다.

[0380] 상술된 [수학식 48 및 49]에 나타난 바와 같이, 기입 전류(Iwrt)는, 박막 트랜지스터(TFT) 특성 고정 파라미터(예를 들면, p, q)와, 트랜지스터 크기에 의해 판별된 파라미터와, 처리 파라미터(예를 들면, 트랜지스터 게이트 두께, 무정형 실리콘 이동도)와, 그리고 선택 신호(예를 들면, 전압(Vsh))에 포함된 설정 값에 기초하여 판별된다. 이로써, [수학식 48]에 표기된 Iwrt이 [수학식 49]에 표기된 Iwrt와 동일하다면, 등식은 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압(Vds12)을 계산하기 위해 수치 해석을 실행한다. 이 전압(Vds12)은 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 가진 [수학식 47]에 나타난 관계(Vpix=-Vd-Vds12)를 가진다. 이로써, Vds12는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 계산하기 위해 판별될 수 있다.

[0381] When 역 계산기(148)가 기입 동작(Twrt) 동안 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 출력하는 경우, -Vd는 트랜지스터(Tr13)의 소스(접점(N12))에 기입된다. 이로써, 기입 동작(Twrt) 동안의 트랜지스터(Tr13)는 드레인-소스 전압(Vds=0-(-Vd)=Vd0+e・ΔVth)을 성립시키기 위해 Vgs의 게이트-소스 전압을 가진다. 상술된 바와 같이, 기입 전류(Iwrt)를 흐르게 함으로써, 예를 들면, 기생 용량에 의한 영향으로 인해 임계 전압(Vth)의 이동이 보상되는 구동 전류(Ioled)는 기입 구간(Twit) 동안 유기 EL 소자(OLED)에 흘러지게 될 수 있다.

[0382] 다음으로, 제 2 실시예에 따른 표시 장치(1)와 특정 테스트 결과와 관련지어 표시 장치(1)의 구동 방법에 의한 효과를 설명한다. 기입 동작 동안 구동 트랜지스터(Tr13)의 소스(접점(N12))에서 전위(-Vd)는 [수학식 24](-Vd=-Vd0-γVth)에 나타난 바와 같이 고정 수(배수의 γ)에 의해 배수의 임계 전압(Vth)과 데이터 전압(Vd0)에 기초하여 설정된다. 이 전위는 게이트와 소스 사이에서 유지된 전압(Vgs)에 의해 기초하여 설정된다. 반면, 데이터 구동기(14)(역 계산기(148))에 의해 발생된 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(=-Vin)은 [수학식 22](-Vin=-Vorg-βVth)에 도시된 바와 같이, 고정 수(배수의 β)에 의해 배수의 임계 전압(Vth)과 본래 계조 레벨 전압(Vorg)에 기초하여 설정된다.

[0383] 다음으로, 상수 γ나 β 및 임계 전압(Vth)에 의존하기 않도록 본래 계조 레벨 전압(Vorg)과 데이터 전압(Vd0) 사이의 관계를 요구하는 조건을 설명한다. 도 34에 도시된 바와 같이, 기입 동작 동안, 본래 계조 레벨 전압(Vorg)의 입력 데이터(특정 계조 레벨)가 더 높아질수록, 구동 트랜지스터(Tr13)의 소스에 표시 데이터(계조 레벨 전압)에 의존하는 전압을 공급하는 데이터 전압(Vd0)과 본래 계조 레벨 전압(Vorg) 사이의 차이(Vd0-Vorg)는 더 넓어진다. 예를 들면, 0번째 계조 레벨(흑색 표시 상태)에서, 데이터 전압(Vd0)과 본래 계조 레벨 전압(Vorg) 모두는 Vzero(=0V)이다. 반면, 255번째 계조 레벨(최고 계조 레벨)에서, 데이터 전압(Vd0)과 본래 계조 레벨 전압(Vorg) 사이의 차이는 1.3V 정도이다. 이는 인가된 보상 계조 레벨 전압(Vpix)이 높아질수록, 기입 전류(Iwrt)는 높아지고, 그리고 트랜지스터(Tr13)도 더 높은 소스 드레인 전압을 가진다는 사실에 기인함이다.

[0384] 도 34의 예는 접지 전위 GND(=0V)의 기입 동작 동안의 전원 전압(Vcc)(=Vccw)과 12V의 발광 동작 동안의 전원 전압(Vcc)(=Vcce)을 나타낸다. 선택 신호(Ssel)의 하이 레벨(Vsh)과 로우 레벨(-Vsl) 사이의 전위차(전압 범위)(Vshl)는 27V이다. 발광 구동용 트랜지스터(Tr13)는 100㎛의 채널 폭(W13)을 가지고, 트랜지스터(Tr11)와 트랜지스터(Tr12)는 40㎛의 채널 폭(W11 및 W12)을 가진다. 표시 픽셀(PIX)은 129㎛×129㎛의 크기를 가지고, 픽셀은 60 %의 개구비를 가지고, 그리고 캐패시터(Cs)는 600fF(=0.6pF)의 용량을 가진다.

[0385] 다음으로, 기입 동작 동안 데이터가 입력되는 보상 계조 레벨 전압과 임계 전압 사이의 관계를 설명한다. [수학식 22]에 나타난 바와 같이, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)(=-Vin)은 상수 β와 임계 전압(Vth)에 의존한다. 이 상수 β가 고정되었다고 가정한 경우, 임계 전압(Vth)이 더 높으면, 도 35에 나타난 이 임계 전압(Vth)에 의한 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 더 낮아진다. 이 경향은 입력 데이터의 모든 계조 레벨 영역(특정 계조 레벨)에서 실질적으로 알 수 있다.

[0386] 도 35의 예에서, 상수 β=1.08로 설정되고 임계 전압(Vth)이 0V, 1V, 3V 순으로 변화하는 경우, 각 임계 전압(Vth)에 대한 보상 계조 레벨 전압(Vpix)의 특성선은 저 전압 방향으로 실질적으로 변화된다. 0번째 계조 레벨(흑색 표시 상태)에서, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 임계 전압(Vth)의 값에 상관없이 Vzero(=0V)이다. 도 35의 테스트 조건은 도 34와 동일하다.

[0387] 다음으로, 발광 동작의 입력 데이터에 대해서 유기 EL 소자(OLED)의 발광 구동 전류(Iem)와 임계 전압(Vth)의 관계를 설명한다. 입력 데이터는 256 개의 계조레벨을 가지며, 그 중 최저 계조 레벨은 0번째 계조 레벨이고, 최고 계조 레벨은 255번째 계조레벨이다. [수학식 22]에 나타난 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 데이터 구동기(14)에서 각 표시 픽셀(PIX)로 인가된다. 그 결과, [수학식 24]에 나타난 기입 전압(Vgs)(=0-(-Vd)=Vd0+γVth)은 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에 인가된다. 상수 γ 가 실질적으로 고정되는 경우, 도 36a 및 도 36b에 도시된 바와 같이, 발광 구동 전류(Iem)는 임계 전압(Vth)의 값에 상관없이 유기 EL 소자(OLED)에 흐르는 실질적으로 고정된 전류값을 가진다. 이 경향은 입력 데이터의 모든 계조 레벨 영역(특정 계조 레벨)에서 실질적으로 알 수 있다. 도 36a 및 도 36b의 테스트 조건은 도 34와 동일하다.

[0388] 상수 γ=1.07이고 임계 전압(Vth)=1.0V인 경우, 도 36a의 예는 테스트 결과를 나타낸다. 상수 γ=1.05이고, 임계 전압(Vth)=3.0V로 설정된 경우, 도 36b의 예는 테스트 결과를 나타낸다. 도 36a를 도 36b와 비교하는 경우, 발광 구동 전류(Iem)는 임계 전압(Vth)의 다른 값에 상관없이 동일한 특성 선을 나타낸다.

[0389] 이 테스트 결과는 이론값에 대한 밝기 변화(밝기의 차이)가 실질적으로 모든 계조 레벨에서 1.3% 이하로 억제됨을 제시한다(이하에서, 이 억제 효과를 "γ 효과"라 칭함). 도 36a에 도시된 바와 같이, 예를 들면, γ=1.07이 성립되는 경우, 그리고, 각 특정 계조 레벨(8비트)이 63, 127, 255인 경우, 각 밝기 변화는 0.27%, 0.62%, 1.29%이다. 도 36b에 도시된 바와 같이, γ=1.05이 성립되는 경우, 그리고 각 특정 계조 레벨(8비트)이 63, 127, 255인 경우, 각 밝기 변화는 0.27%, 0.61%, 1.27%이다.

[0390] 다음으로, 발광 동작에 있어서 입력 데이터에 대한 발광 구동 전류와 임계 전압(시프트)의 변화 사이의 관계를 설명한다. 임계 전압(Vth)의 변화량(Vth 시프트 폭)에 대한 "γ 효과"의 의존성에 대해서, 상수 γ가 일정하다고 가정한 경우, 임계 전압(Vth)의 변화폭이 더 높아질수록 초기 임계 전압(Vth)의 발광 구동 전류(Iem)에 대한 전류의 차는 더 작아진다.

[0391] 도 37a 및 도 37b에 도시된 바와 같이, γ=1.1이고 Vth가 1V에서 3V로 변화되는 경우(Vth 시프트 폭은 2V임), 그리고 각 특정 계조 레벨(8비트)이 63, 127, 255인 경우, 각 밝기 변화는 0.24%, 0.59%, 129%이다. 도 37a 및 도 37c에 도시된 바와 같이, γ=1.1이고, Vth가 1V에서 5V로 변화하는 경우(Vth 시프트 폭은 4V임), 그리고 특정 계조 레벨(8비트)이 63, 127, 255인 경우, 각 밝기 변화는 0.04%, 0.12%, 0.27%이다.

[0392] 상기의 결과에 의해, 임계 전압(Vth)의 변화량(Vth 시프트 폭)이 더 높아질수록, 특성 선은 이론값에 가까워지는 것을 알 수 있다. 특히, 이론값에 대한 밝기 변화(밝기의 차이)는 감소될 수 있다(또는 0.3% 이하 정도 억제됨).

[0393] 본 실시예에 의한 효과의 이점을 나타내기 위해, "γ 효과"를 가지는 상술된 테스트 결과는 "γ 효과"를 가지지 않은 테스트 결과와 비교할 것이다. "γ 효과"를 가지지 않는 테스트 결과는 [수학식 24](Vgs=0-(-Vd)=Vd0+γVth)에 표기된 관계에서 상수 γ에 의존하지 않는 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이의 전압(Vth) 등을 인가 구동하여 획득된다. 도 38a 및 39b에 도시된 바와 같이, "γ 효과"를 가지지 않는 테스트 결과의 경우에서, 입력 데이터와 발광 구동 전류와 임계 전압 사이의 관계는 상수 γ에 상관없이, 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)이 더 높아질수록 발광 구동 전류(Iem)가 더 작아짐에 따른 특성선을 제시하였다. 상수 γ= 1.07이 설정되고 임계 전압(Vth)이 1.0V 및 3.0V로 설정되는 경우, 도 38a의 예는 발광 구동 전류(Iem)의 특성선을 제시한다. 상수 γ=1.05으로 설정되고, 임계 전압(Vth)이 1.0V 및 3.0V로 설정되는 경우, 도 38b의 예는 발광 구동 전류(Iem)의 특성선을 제시한다. 실질적인 모든 계조 레벨 영역에 있어서, 이론 값(밝기의 차이)에 대한 밝기 변화는 1.0% 이상이고, 특히, 중간 계조 레벨(도 38a 및 도 38b의 예에서 127번째 계조 레벨)에서 이론값에 대한 밝기 변화는 2%이다. γ=1.07인 경우, 그리고 각 특정 계조 레벨(8비트)이 63, 127, 255인 경우, 각 밝기 변화는 1.93%, 2.87%, 4.13%이다. γ=1 .05인 경우, 그리고 각 특정 계조 레벨(8비트)이 63, 127, 255인 경우, 각 밝기 변화는 1.46%, 2.09%, 2.89%이다.

[0394] 이 밝기 변화가 중간 계조 레벨에서 2% 정도에 이르는 경우, 사용자는 인쇄된 화상으로서 변화를 인지한다. 이로써, 상수 γ에 의존하지 않는 전압(Vgs)(기입 전압; -Vd=-Vd0-Vth)이 캐패시터(Cs)에 유지되는 경우, 표시된 화상은 악화된 화질로 나타난다. 반면, 제 2 실시예에 따라서, 캐패시터(Cs)에 유지된 전압은 상수 γ가 보상된 기입 전압(=0-(-Vd)=Vd0+γVth)이다. 이로써, 도 36 및 도 37에 도시된 바와 같이, 각 계조 레벨에서 이론값에 대한 밝기 변화(밝기의 차이)는 현저하게 억제될 수 있다. 이로써, 제 2 실시예의 표시 장치(1)는 화상이 인쇄됨을 방지하여 바람직한 화상질을 가진 화상을 표시한다.

[0395] 다음으로, 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)과 보상 계조 레벨 전압(Vpix) 사이의 관계를 설명한다.

트랜지스터(Tr12)가 ON이 되는 경우, 트랜지스터(Tr13)의 소스(접점(N12))와 데이터선(Ld)은 저항으로 인해 그 사이에서 전위차를 가진다. 이로써, 접점(N12)은, γ를 가진 트랜지스터(Tr13)의 임계 전압(Vth)을 곱하여 획득된 전압에 데이터 전압(Vd0)을 가산하여 획득된 전압을 유지한다. 이 전압의 유지로 인해, 그러한 전압은 [수학식 22]에 도시된 바와 같이, 임계 전압(Vth)보다 높은 전압 β배에 본래 계조 레벨 전압(Vorg)을 가산하여 획득되는 접점(N12)에서 보상 계조 레벨 전압(Vpix)으로서 유지된다.

[0396] 다음으로는, βVth가 Vpix(=Vin)으로 OFFSET된 경우, [수학식 22 및 24]에 나타난 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)과 보상된 계조 레벨 전압(Vpix) 사이의 관계에서, Vgs(=Vd)의 변화(γVth)를 설명한다.

[0397] 도 39에 도시된 바와 같이, 임계 전압(Vth)이 0V에서 3V로 변화된 경우, 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 판별하는 상수 β는 입력 데이터(특정 계조 레벨)에 고정된다. 반면, 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)을 판별하는 상수 γ는 입력데이터(특정 계조 레벨)에 대해 실질적으로 고정된 기울기를 가지기 위해 변화한다. 도 39의 예에서, (계조레벨의 수가 256인 경우, 128번째 계조 레벨의 주변에 있는) 중간 계조 레벨에서 β=1.08에 대한 γ=1.097이 설정되어 상수 γ는 (도 39의 체인선으로 표기된) 이상값을 가진다. 상수 β 및 상수 γ가 비교적 가까운 값으로 설정될 수 있기 때문에, 실질적인 사용에 대해서는 β=γ로 설정될 수 있다.

[0398] 상술한 테스트 결과의 조건에서, 구동 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)을 판별하는 상수 γ(=β)는 1.05 이상이 바람직하다. 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은, 입력 데이터(특정 계조 레벨)의 적어도 계조 레벨에서 트랜지스터(Tr13)의 소스(접점(N12))에 유지된 전압(Vd)이 [수학식 24]에 표시된 전압(-Vd0-γVth)이 되도록 설정될 수 있다.

[0399] 게다가, 트랜지스터(Tr13)의 크기(채널 폭(W)과 채널 길이(L) 사이의 W/L비)와 선택 신호(Ssel)(Vsh 및 -Vsl)의 전압은, 임계 전압의 변화(Vth 시프트)에 따라서 발광 구동 전류(Iem)의 변화가 초기 상태의 2%의 최대 전류값 정도내로 되도록 설정되는 것이 바람직하다.

[0400] 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압을 트랜지스터(Tr13)의 소스 전위(-Vd)에 가산하여 획득된 값이다. 전원 전압(Vccw)과 보상 계조 레벨 전압(Vpix) 사이의 차이(Vccw-Vpix)의 절대값이 커질수록, 기입 동작 동안 각 트랜지스터(Tr12 및 Tr13)의 드레인과 소스 사이에 흐르는 전류값은 더 높아진다. 이는 트랜지스터(Tr13)의 소스 전위(-Vd)와 보상 계조 레벨 전압(Vpix) 사이의 전위차가 증가되게 한다.

[0401] 그러나, 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압에 의해 전압 강하에 대한 영향이 감소되는 경우, 임계 전압(Vth)보다 높은 효과 β배는 "γ 효과"로 직접적으로 나타난다. 특히, [수학식 24]의 관계를 만족시키는 OFFSET 전압(γVth)이 설정될 수 있는 경우, 기입 동작 상태가 발광 동작 상태로 이동될 시 발광 구동 전류(Iem)의 전류의 변화는 보상될 수 있다. 이 경우에 있어서, 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압에 의한 영향은 고려되어야 한다.

[0402] 도 34에 도시된 바와 같이, 트랜지스터(Tr12)는 트랜지스터(Tr12)의 드레인-소스 전압이 기입 동작에서 최대 계조 레벨(최대 드레인-소스 전압)에서 약 13V가 되도록 설계된다. 이 경우에 있어서, 도 39에 도시된 바와 같이, 최저 계조 레벨(0번째 계조 레벨)에서의 상수 γ(=1.07)와 최고 계조 레벨(255번째 계조레벨)의 상수에서의 γ(=1.11) 사이의 차이는 현저하게 작다. 이로써, 그 차이는 [수학식 22]에 표기된 대략 β 정도가 될 수 있다.

[0403] 보상 계조 레벨 전압(Vpix)와 전원 전압(Vccw) 사이의 차이(Vccw-Vpix)의 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압(Vgs)의 전압(Vd0)은 본래 계조 레벨 전압(Vorg)이다. 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 음극 전위를 가지도록 OFFSET 전압(BVth)을 본래 계조 레벨 전압(Vorg)에 가산하여 획득된 전압으로 설정된다. 기입 동작 동안, 이 보상 계조 레벨 전압(Vpix)은 [수학식 22]를 만족시키기 위해 설정된다. 이 경우에 있어서, 트랜지스터(Tr12)의 드레인과 소스 사이의 최대 전압은 상수 γ 내지 상수 β 정도로 적당하게 설정된다. 그 결과, 각 계조 레벨은 최저 계조 레벨에서 최고 계조 레벨의 범위로 정확하게 표시될 수 있다.

[0404] 다음으로, 테스트용으로 사용된 (129㎛ × 129㎛의 픽셀 크기와 60% 개구비를 가지는) 유기 EL 소자(OLED)의 구동 전압에 대한 픽셀 전류의 변화의 특성을 설명한다. 도 40에 도시된 바와 같이, 이 유기 EL 소자(OLED)는 구동 전압이 음극 전압인 영역에서 $10 \times 10^{-3}$ μA 내지 $10 \times 10^{-5}$ μA 순으로 작은 전류값을 가진다. 구동전압이 약 0V이고, 구동 전압이 양극 전압인 영역에서 구동전압의 증가로 급격하게 증가되는 경우, 픽셀 전류도 최저값임을 나타낸다.

[0405] 다음으로, 표시 픽셀(PIX)에 인가된 트랜지스터의 내부-채널 기생 용량과 전압 사이의 관계를 설명한다. 우선, 박막 트랜지스터 TFT의 기생 용량에 대해 일반적으로 언급된 메이어(Meyer) 용량 모델에 기초하여, 용량과 전압

의 관계(용량 특성)는 게이트-소스 전압(Vgs)이 임계 전압(Vth)보다 더 높은 조건(Vgs>Vth)(즉, 채널이 소스와 드레인 사이에 형성된 조건) 하에서 나타나진다.

[0406] 박막 트랜지스터의 내부-채널 기생 용량(Cch)은 게이트-소스 기생 용량(Cgs_ch)과 게이트-드레인 기생 용량(Cgd_ch)으로 분류된다. 각 기생 용량(Cgs_ch과 Cgd_ch)과 내부-채널 기생 용량(Cch) 사이의 용량비(Cgs_ch/Cch, Cgd_ch/Cch)는 게이트-소스 전압(Vgs)과 임계 전압(Vth) 사이의 차이(Vgs-Vth)에 대해 소정의 특성을 가진다.

[0407] 도 41에 도시된 바와 같이, 전압비가 0((드레인-소스 전압(Vds=0V)))인 경우, 용량비(Cgs_ch/Cch)는 용량비(Cgd_ch/Cch)와 동일하고, 양 용량비는 1/2이다. 전압비가 증가하고 드레인-소스 전압(Vds)이 포화영역에 이른 경우, 용량비(Cgs_ch/Cch)는 약 2/3이고, 용량비(Cgd_ch/Cch)는 0에 대해 점근적이다.

[0408] 상술된 바와 같이, 제 2 실시예에 따라서, 표시 장치(1)는 표시 픽셀(PIX)의 기입 동작에서 [수학식 50]에 표기된 전압값을 가지는 보상 계조 레벨 전압(Vpix)을 인가한다. 이로써, 전압(Vgs)은 트랜지스터(Tr13)의 게이트와 소스 사이에서 유지될 수 있다. 이 전압(Vgs)은 표시 데이터(계조 레벨 값)에 대응되고, 표시 데이터(계조 레벨 값)의 전압 변화에 의한 영향을 보상하도록 설정된다. 이로써, 발광 동작 동안 유기 EL 소자(OLED)에 공급된 발광 구동 전류(Iem)의 전류값은 보상될 수 있다.

[0409] 특히, 표시 데이터에 대응하는 전류 값을 가지는 발광 구동 전류(Iem)는 유기 EL 소자(OLED)에 흐른다. 이로써, 유기 EL 소자는 표시 데이터에 의존한 밝기로 발광하도록 사용될 수 있다. 이는 각 표시 픽셀의 계조레벨의 변위를 억제하여 우수한 표시화질을 가지는 표시 장치를 제공한다. 제 2 실시예도 제 1 실시예와 실질적으로 동일한 표시 장치를 구동하는 방법을 적합하게 사용할 수 있다.

## *산업상 이용 가능성*

[0410] 다양한 실시예 및 변화는 본 발명의 기술 영역이나 요지로부터 벗어남이 없이 그로부터 구현될 수 있다. 상술된 실시예는 본 발명을 설명하기 위함이므로, 본 발명의 기술 영역에 국한되지 않는다. 본 발명의 기술 영역은 실시예 보다는 첨부된 청구항에 의해 개시된다.

[0411] 본 발명의 청구항의 균등성의 의미 내에서, 그리고 청구항 내에서 구현된 다양한 변형들은 본 발명의 기술 영역에 속하는 것으로 간주된다.

## *도면의 간단한 설명*

[0011] 본 발명의 목적과 이외의 목적, 그리고 이점은 다음의 상세한 설명과 첨부된 도면으로부터 더 분명하게 이해될 수 있다.

[0012] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 표시장치에서 사용된 표시 픽셀의 주요 구조를 도시한 도면;

[0013] 도 2는 표시 픽셀의 각 동작에서 신호파형을 도시한 도면;

[0014] 도 3a는 표시 픽셀의 기입 동작의 동작 상태를 도시한 도면;

[0015] 도 3b는 표시 픽셀의 기입 동작의 등가 회로를 도시한 도면;

[0016] 도 4a는 표시 픽셀의 기입 동작의 구동 트랜지스터의 동작 특성의 예를 제시한 도면;

[0017] 도 4b는 유기 EL 소자의 구동전류와 기입 동작의 구동 전압 사이의 관계의 예를 제시한 도면;

[0018] 도 5a는 표시 픽셀의 유지 동작에서 동작 상태를 제시한 도면;

[0019] 도 5b는 표시 픽셀의 유지 동작의 등가 회로를 도시한 도면;

[0020] 도 6은 표시 픽셀의 유지 동작에서 구동 트랜지스터의 동작 특성을 제시한 도면;

[0021] 도 7a는 표시 픽셀의 발광 동작의 동작 상태를 제시한 도면;

[0022] 도 7b는 표시 피셀의 발광 동작의 등가 회로를 도시한 도면;

[0023] 도 8a는 표시 픽셀의 발광 동작의 구동 트랜지스터의 동작 상태의 예를 제시한 도면;

[0024] 도 8b는 발광 동작의 유기 EL 소자의 부하 특성의 예를 제시한 도면;

[0025] 도 9는 제 1 실시예의 표시 장치의 구조를 도시한 블럭도;

[0026] 도 10은 제 1 실시예의 데이터 구동기의 주요부와 표시 픽셀(픽셀 구동회로, 발광 소자)의 구조를 도시한 도면;

[0027] 도 11은 발광 동작의 선택 동작으로부터 각 단계를 제시한 도면;

[0028] 도 12는 표시 장치의 구동 제어에서 타이밍 챠트를 제시한 도면;

[0029] 도 13은 표시 장치의 선택 동작에서 타이밍 챠트를 제시한 도면;

[0030] 도 14는 기충전 동작에서 데이터 구동기와 표시 픽셀의 동작 상태를 제시한 도면;

[0031] 도 15는 기준 전압의 판독 동작에서 데이터 구동기와 표시 픽셀의 동작 상태를 제시한 도면;

[0032] 도 16은 표시 장치의 기입 동작에서 데이터 구동기와 표시 픽셀의 동작 상태를 제시한 도면;

[0033] 도 17은 표시 장치의 유지 동작에서 데이터 구동기와 표시 픽셀의 동작 상태를 제시한 도면;

[0034] 도 18은 표시 장치의 발광 동작에서 데이터 구동기와 표시 픽셀의 동작 상태를 제시한 도면;

[0035] 도 19는 선택 구간에서 데이터 라인에 인가된 전압의 예를 제시한 도면;

[0036] 도 20은 임시 반응 구간 동안 구동 트랜지스터의 소스 단자의 전위 변화와 경과 시간 사이의 관계를 제시한 도면;

[0037] 도 21은 기준 전압에 대한 차이와 구동 트랜지스터의 임계전압 사이의 관계를 제시한 도면;

[0038] 도 22는 데이터 구동기의 회로 구조의 예를 도시한 도면;

[0039] 도 23은 데이터 구동기로서 사용되는 디지털-아날로그 전환기의 디지털 전압이 아날로그 전압으로 전환될 시의 특성을 제시한 도면;

[0040] 도 24는 본 실시예의 표시 구역을 포함하는 표시 장치를 구동하는 방법에서 동작 타이밍을 제시한 도면;

[0041] 도 25는 제 2 실시예의 데이터 구동기의 주요부와 표시 픽셀의 구조를 도시한 도면;

[0042] 도 26a는 픽셀 구동회로에 기생 용량 성분을 포함하는 등가 회로를 도시한 도면;

[0043] 도 26b는 도 27a에 도시된 용량 성분 Cs에 대응하는 등가 회로를 도시한 도면;

[0044] 도 27a는 제 2 실시예에서 표시 픽셀의 기입 동작의 등가 회로를 도시한 도면;

[0045] 도 27b는 제 2 실시예의 표시 픽셀의 발광 동작의 등가 회로를 도시한 도면;

[0046] 도 27c는 도 27b에 도시된 용량 성분 Cgd13'에 대응하는 등가 회로를 도시한 도면;

[0047] 도 27d는 도 27b에 도시된 용량 성분 Cs"에 대응하는 등가 회로를 도시한 도면;

[0048] 도 28a는 전하량의 보존 법칙을 설명하기 위한 제 1 모델을 도시한 도면;

[0049] 도 28b는 전하량의 보전 법칙을 설명하기 위한 제 2 모델을 도시한 도면;

[0050] 도 29a는 하이 레벨 선택 신호가 인가될 시 표시 픽셀에 전하가 잔류한 상태를 설명하기 위한 모델을 도시한 도면;

[0051] 도 29b는 로우 레벨 선택 신호가 인가될 시 표시 픽셀에 전하가 잔류한 상태를 설명하기 위한 모델을 도시한 도면;

[0052] 도 30a는 선택 단계에서 등가 회로의 전압을 제시한 도면;

[0053] 도 30b는 비-선택 스위칭 단계 상태의 등가 회로의 전압을 제시한 도면;

[0054] 도 31a는 선택 단계(기입 동작)가 비-선택 상태로 이동하는 경우 전압 변화를 제시한 도면;

[0055] 도 31b는 비-선택 상태 유지 단계에서 전압 변화를 제시한 도면;

[0056] 도 32a는 비-선택 상태 유지 단계의 등가 회로에서 전압을 제시한 도면;

[0057] 도 32b는 전원 전압 스위칭 단계의 등가 회로에서 전압을 제시한 도면;

[0058] 도 32c는 발광 단계의 등가 회로의 전압을 제시한 도면;

[0059] 도 33은 기입 동작 동안 등가 회로의 전압을 제시한 도면;

[0060] 도 34는 기입 동작에서 본래 계조 레벨 전압과 데이터 전압과 입력 데이터 사이의 관계를 제시한 도면;

[0061] 도 35는 기입 동작에서 임계 전압과 보상 계조 레벨 전압과 입력 데이터 사이의 관계를 제시한 도면;

[0062] 도 36a는 발광 동작에서 임계 전압과 발광 구동 전류와 입력 데이터 사이의 관계를 도시한 제 1 예를 제시한 도면;

[0063] 도 36b는 발광 동작에서 임계 전압과 발광 구동 전류와 입력 데이터 사이의 관계를 도시한 제 2 예를 제시한 도면;

[0064] 도 37a는 발광 동작에서 임계 전압의 변화와 발광 구동 전류와 입력 데이터 사이의 관계를 도시한 제 1 예를 제시한 도면;

[0065] 도 37b는 발광 동작에서 임계 전압의 변화와 발광 구동 전류와 입력 데이터 사이의 관계를 도시한 제 2 예를 제시한 도면;

[0066] 도 37c는 발광 동작에서 임계 전압의 변화와 발광 구동 전류와 입력 데이터 사이의 관계를 도시한 제 3 예를 제시한 도면;

[0067] 도 38a는 "ɣ 효과"가 제공되지 않는 경우, 임계 전압과 발광 구동 전류와 입력 데이터 사이의 관계의 제 1 예를 제시한 도면;

[0068] 도 38b는 "ɣ 효과"가 제공되지 않는 경우, 임계 전압과 발광 구동 전류와 입력 데이터 사이의 관계의 제 2 예를 제시한 도면;

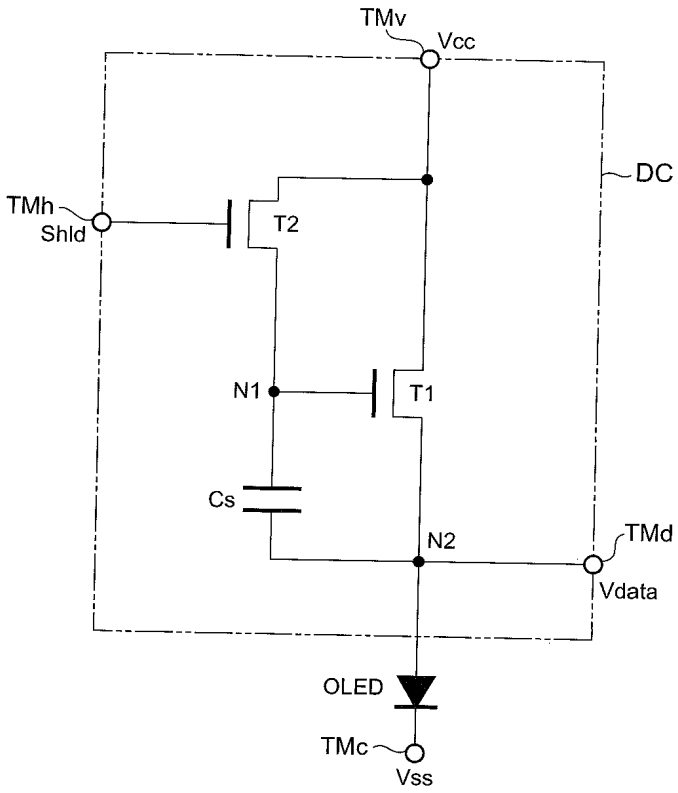
[0069] 도 39는 본 발명의 효과를 실현하기 위해 설정되는 상수와 입력 데이터와의 관계를 제시한 도면;

[0070] 도 40은 본 발명의 효과를 검증하기 위한 테스트에 사용된 유기 EL 소자의 전압과 전류 사이의 관계를 제시한 도면; 및

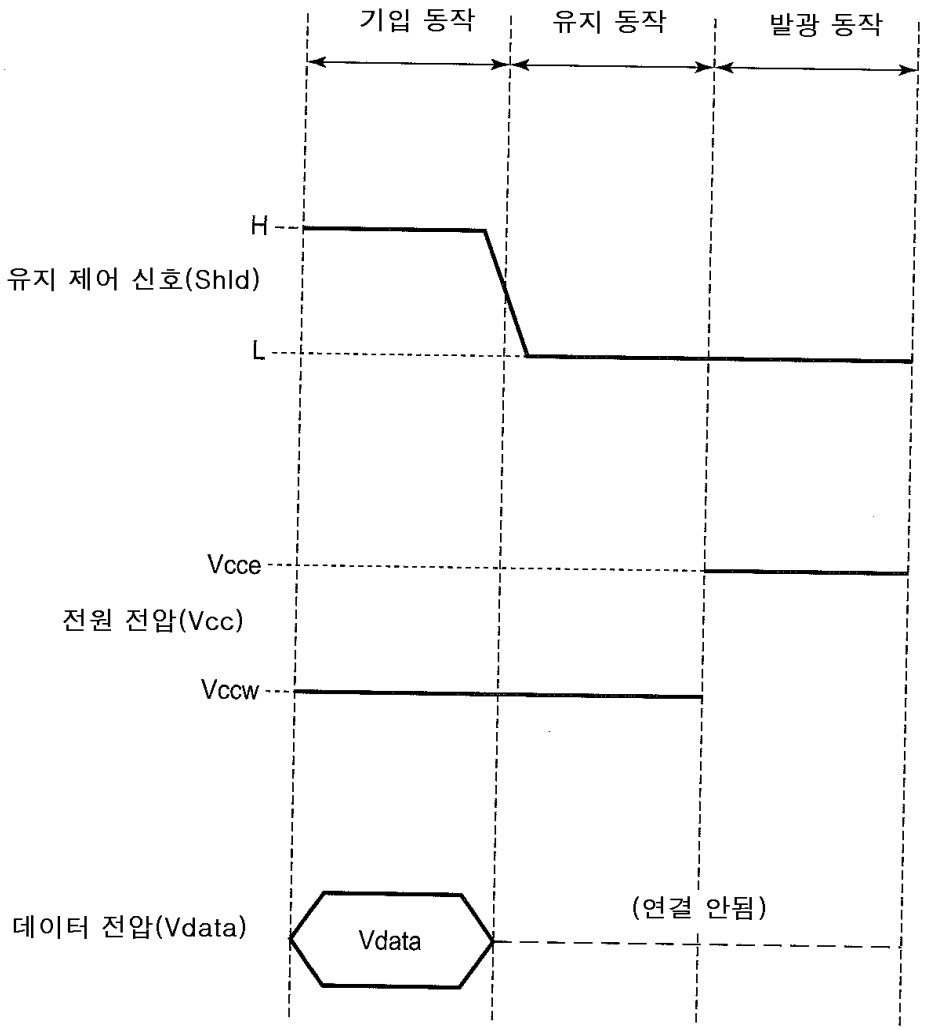
[0071] 도 41은 표시 픽셀(픽셀 구동회로)에 사용되는 트랜지스터의 전압과 채널 내 기생 용량 사이의 관계를 제시한 도면이다.

## 도면

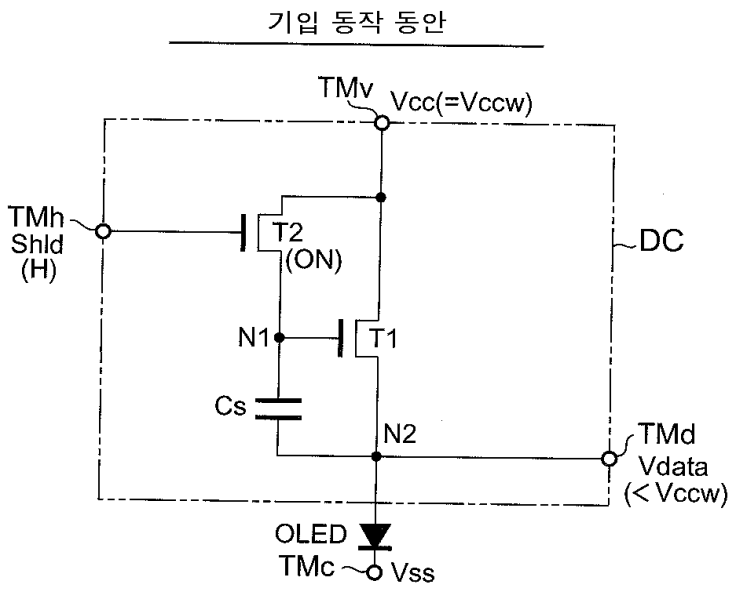
### 도면1



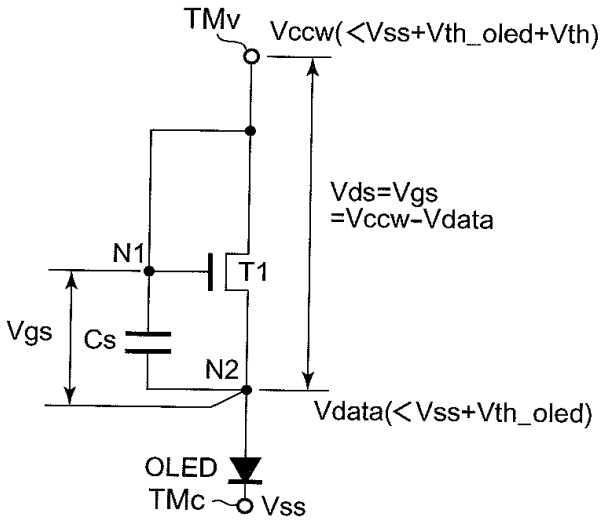
도면2


기입 동작
유지 동작
발광 동작
H
유지 제어 신호(Shld)
L
Vcce
전원 전압(Vcc)
Vccw
데이터 전압(Vdata)
Vdata
(연결 안됨)

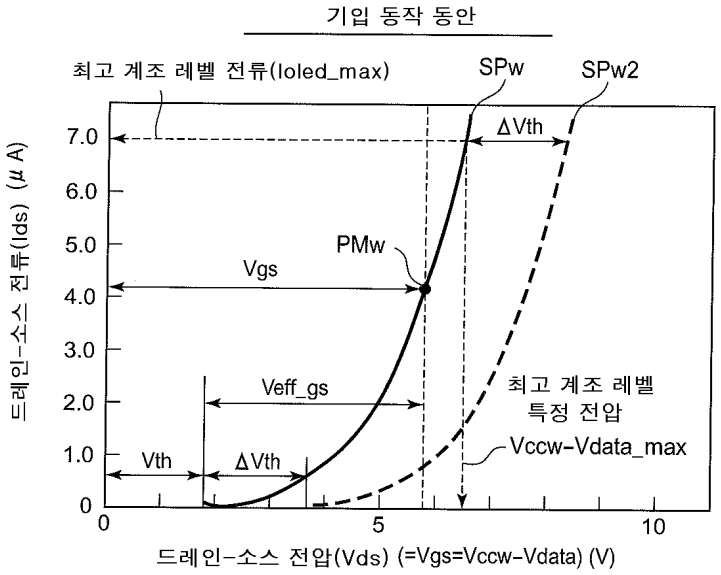
도면3a


기입 동작 동안
TMv
Vcc(=Vccw)
TMh
Shld
(H)
T2
(ON)
DC
N1
T1
Cs
N2
TMd
Vdata
(< Vccw)
OLED
TMc
Vss

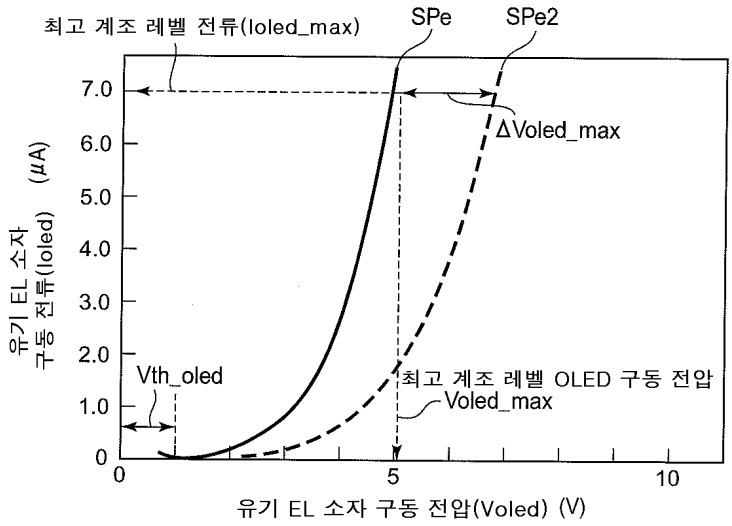
도면3b


TMv
Vccw(<Vss+Vth_oled+Vth)
Vds=Vgs
=Vccw-Vdata
N1
T1
Vgs
Cs
N2
Vdata(<Vss+Vth_oled)
OLED
TMc
Vss

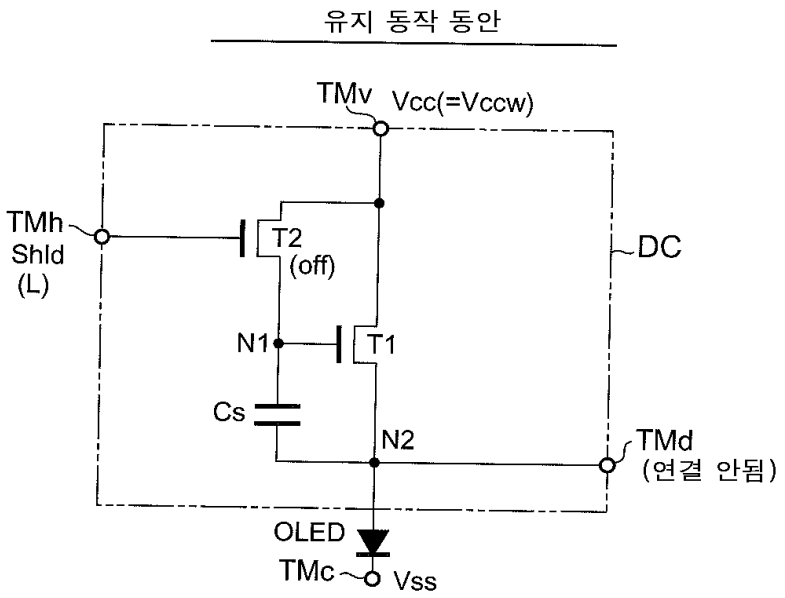
도면4a


기입 동작 동안
최고 계조 레벨 전류(Ioled_max)
SPw
SPw2
ΔVth
PMw
Vgs
Veff_gs
Vth
ΔVth
최고 계조 레벨
특정 전압
Vccw-Vdata_max
드레인-소스 전류(Ids) (μA)
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
0
5
10
드레인-소스 전압(Vds) (=Vgs=Vccw-Vdata) (V)

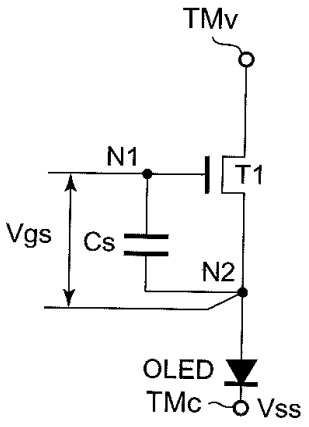
도면4b


최고 계조 레벨 전류(Ioled_max)
SPe
SPe2
ΔVoled_max
Vth_oled
최고 계조 레벨 OLED 구동 전압
Voled_max
유기 EL 소자
구동 전류(Ioled) (μA)
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
0
5
10
유기 EL 소자 구동 전압(Voled) (V)

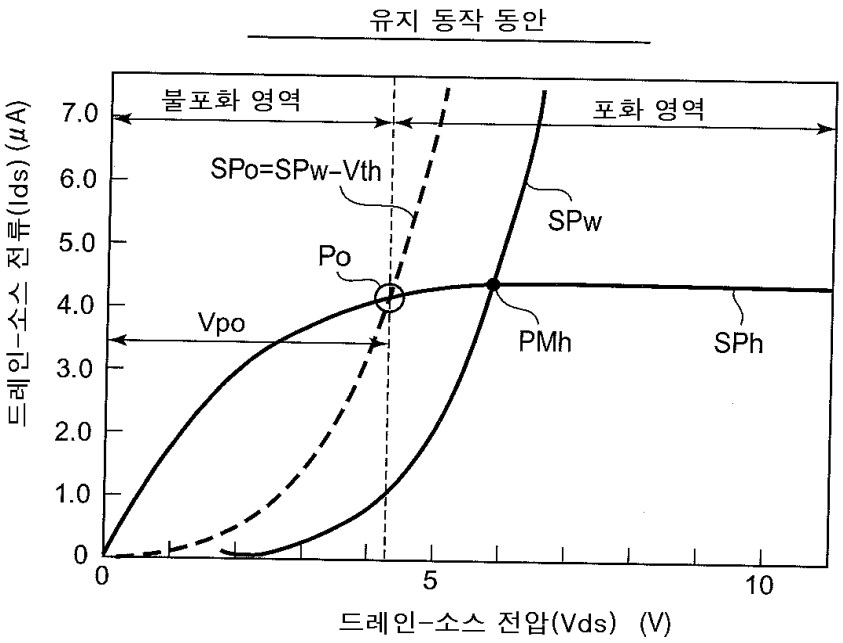
도면5a


유지 동작 동안
TMv
Vcc(=Vccw)
TMh
Shld
(L)
T2
(off)
DC
N1
T1
Cs
N2
TMd
(연결 안됨)
OLED
TMc
Vss

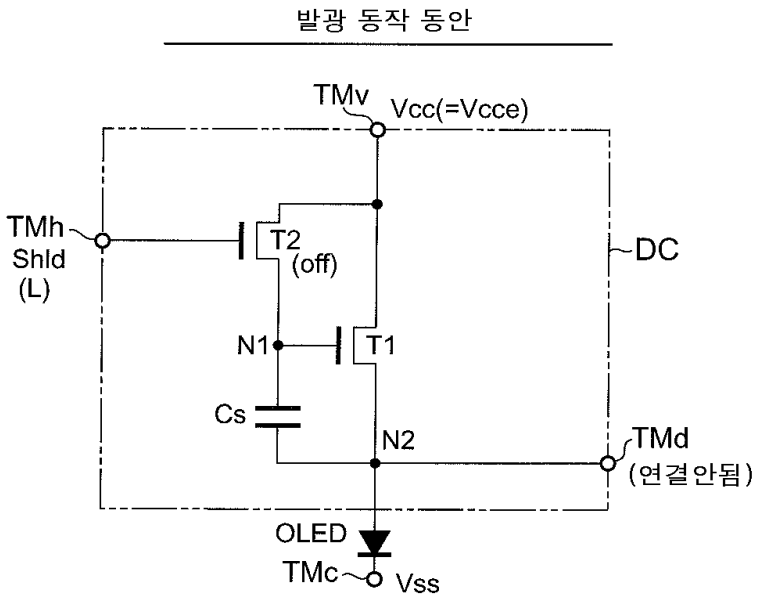
도면5b


TMv
N1
T1
Vgs
Cs
N2
OLED
TMc
Vss

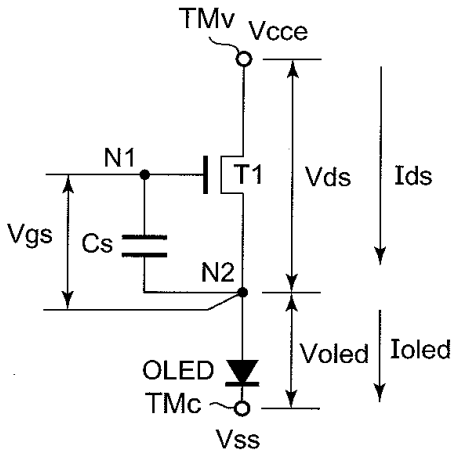
도면6


유지 동작 동안
불포화 영역
포화 영역
SPo=SPw-Vth
SPw
Po
Vpo
PMh
SPh
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
0
5
10
드레인-소스 전류(Ids) (μA)
드레인-소스 전압(Vds) (V)

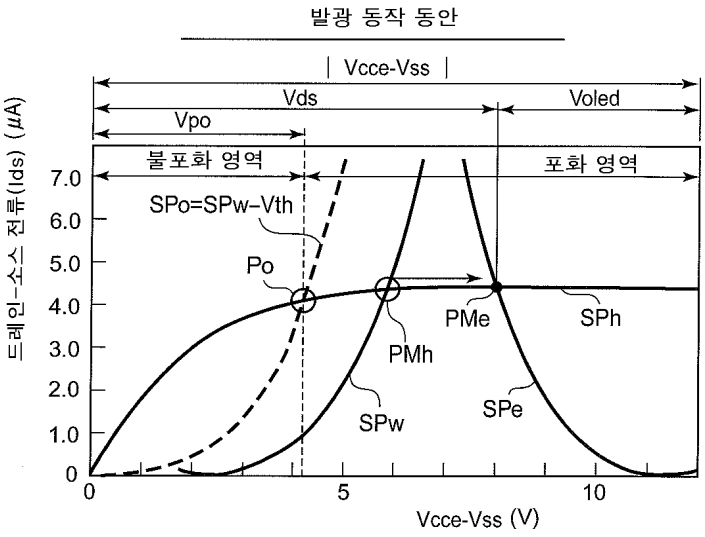
도면7a


발광 동작 동안
TMv
Vcc(=Vcce)
TMh
Shld
(L)
T2
(off)
DC
N1
T1
Cs
N2
TMd
(연결안됨)
OLED
TMc
Vss

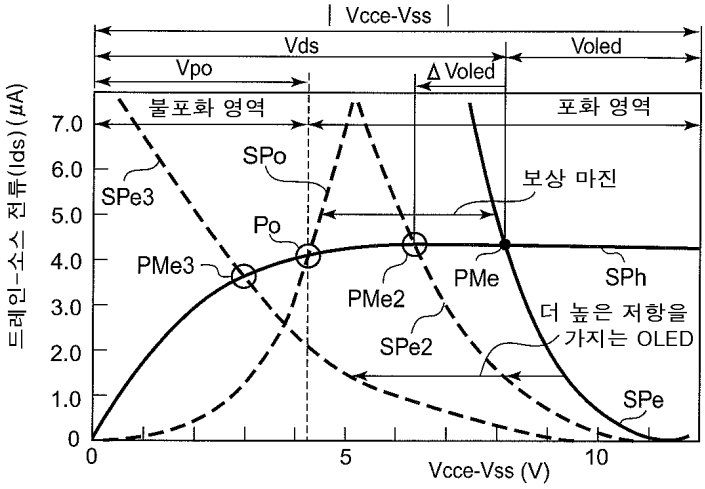
도면7b


TMv
Vcce
N1
T1
Vds
Ids
Vgs
Cs
N2
Voled
Ioled
OLED
TMc
Vss

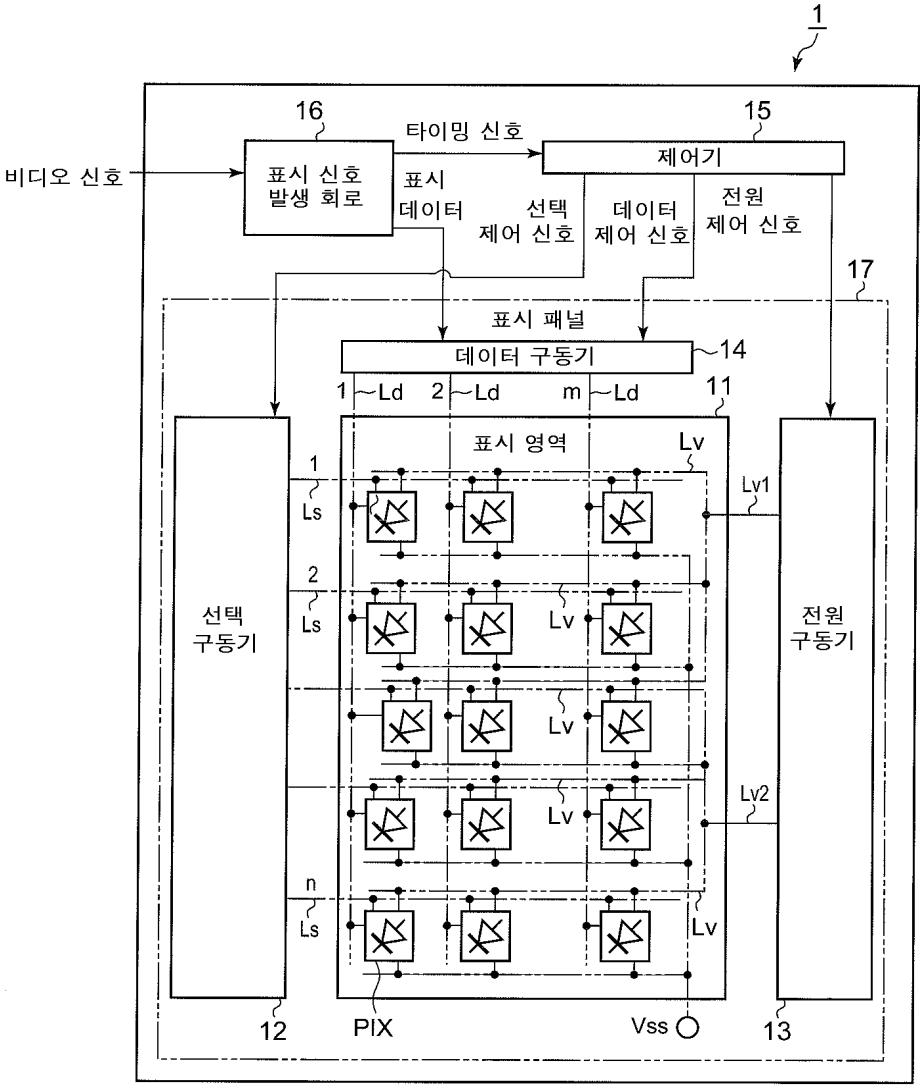
도면8a


발광 동작 동안
| Vcce-Vss |
Vds
Voled
Vpo
불포화 영역
포화 영역
SPo=SPw-Vth
Po
PMe
SPh
PMh
SPw
SPe
드레인-소스 전류(Ids) (μA)
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
0
5
10
Vcce-Vss (V)

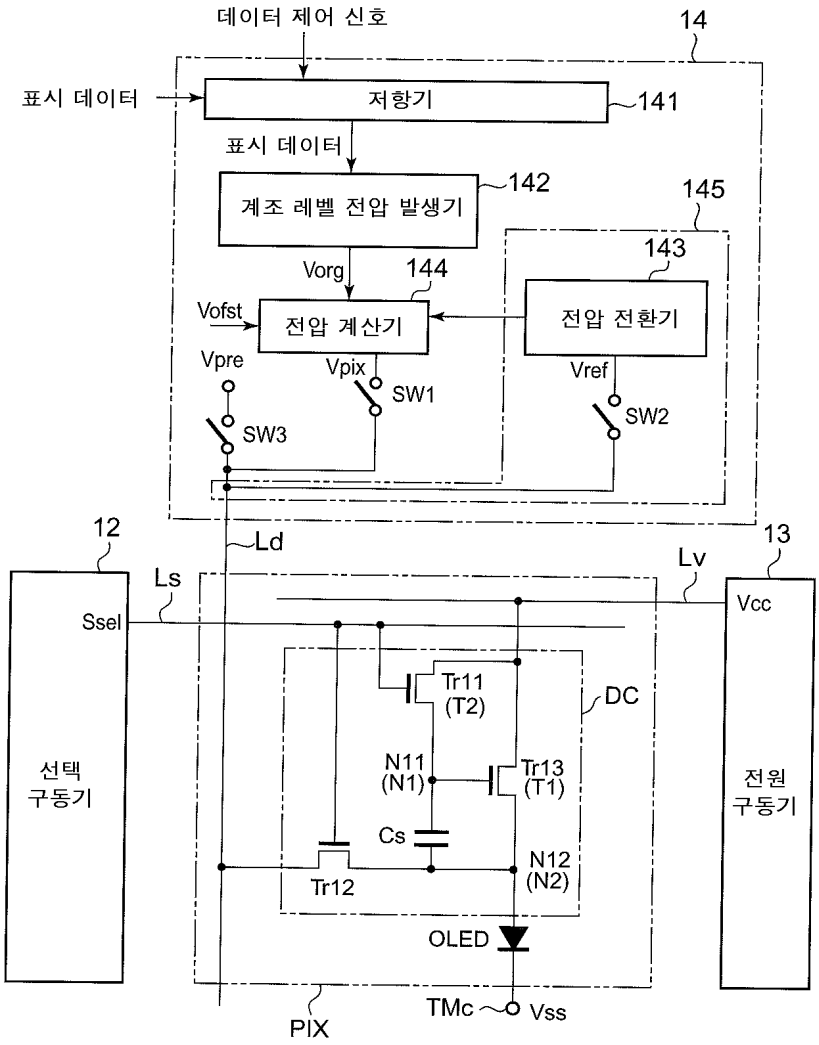
도면8b


| Vcce-Vss |
Vds
Voled
Vpo
Δ Voled
불포화 영역
포화 영역
SPo
보상 마진
SPe3
Po
PMe3
PMe2
PMe
SPh
더 높은 저항을
가지는 OLED
SPe2
SPe
드레인-소스 전류(Ids) (μA)
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
0
5
10
Vcce-Vss (V)

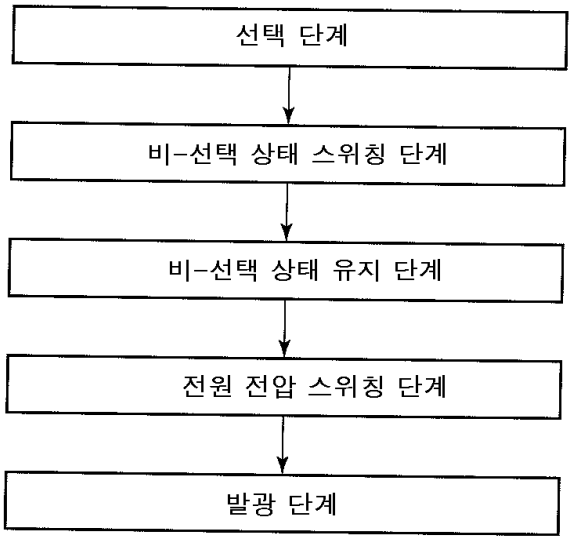
도면9


1
16
타이밍 신호
15
비디오 신호
표시 신호
발생 회로
제어기
표시
데이터
선택
제어 신호
데이터
제어 신호
전원
제어 신호
17
표시 패널
데이터 구동기
14
1 Ld
2 Ld
m Ld
11
표시 영역
Lv
1
Ls
Lv1
2
Ls
선택
구동기
Lv
Lv
전원
구동기
Lv
Lv2
n
Ls
Lv
12
PIX
Vss
13

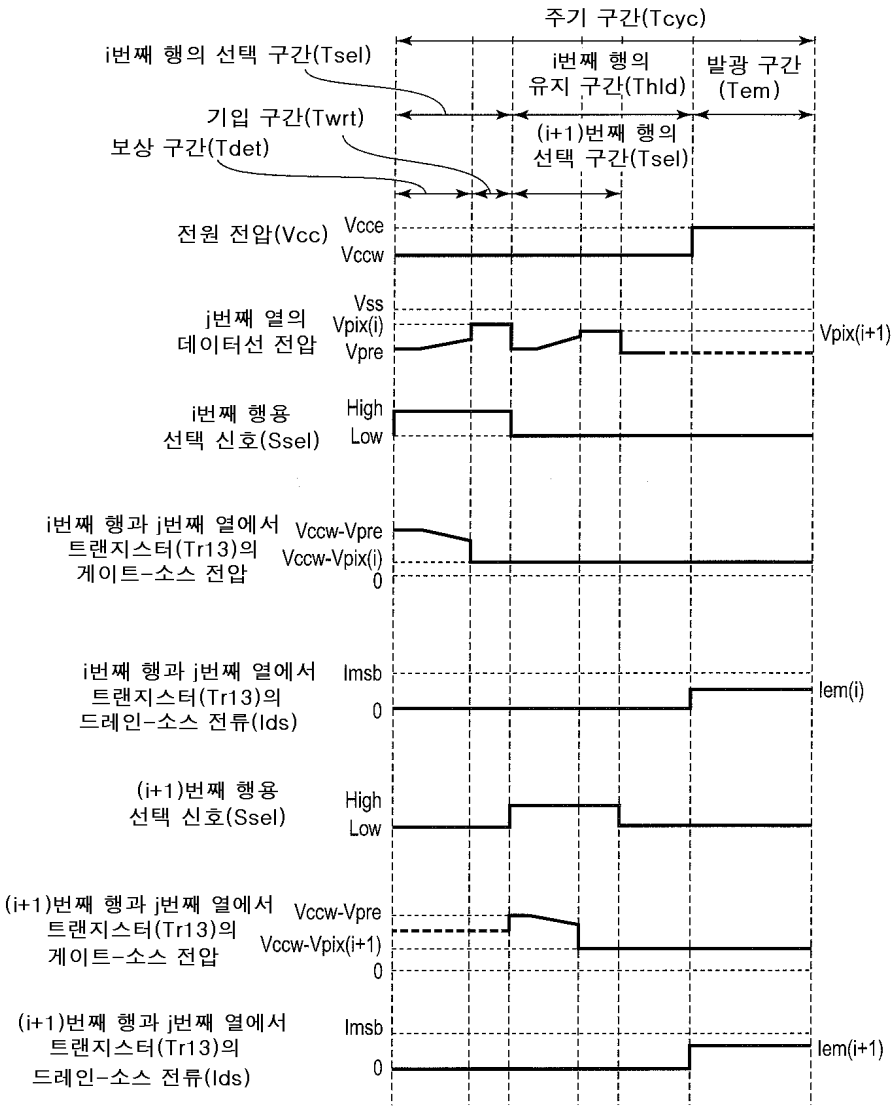
도면10


데이터 제어 신호
14
표시 데이터
저항기
141
표시 데이터
계조 레벨 전압 발생기
142
145
143
Vorg
144
Vofst
전압 계산기
전압 전환기
Vpre
Vpix
SW1
Vref
SW2
SW3
12
Ld
Ls
Lv
13
Ssel
Vcc
Tr11
(T2)
DC
선택
구동기
N11
(N1)
Tr13
(T1)
전원
구동기
Cs
N12
(N2)
Tr12
OLED
PIX
TMc
Vss

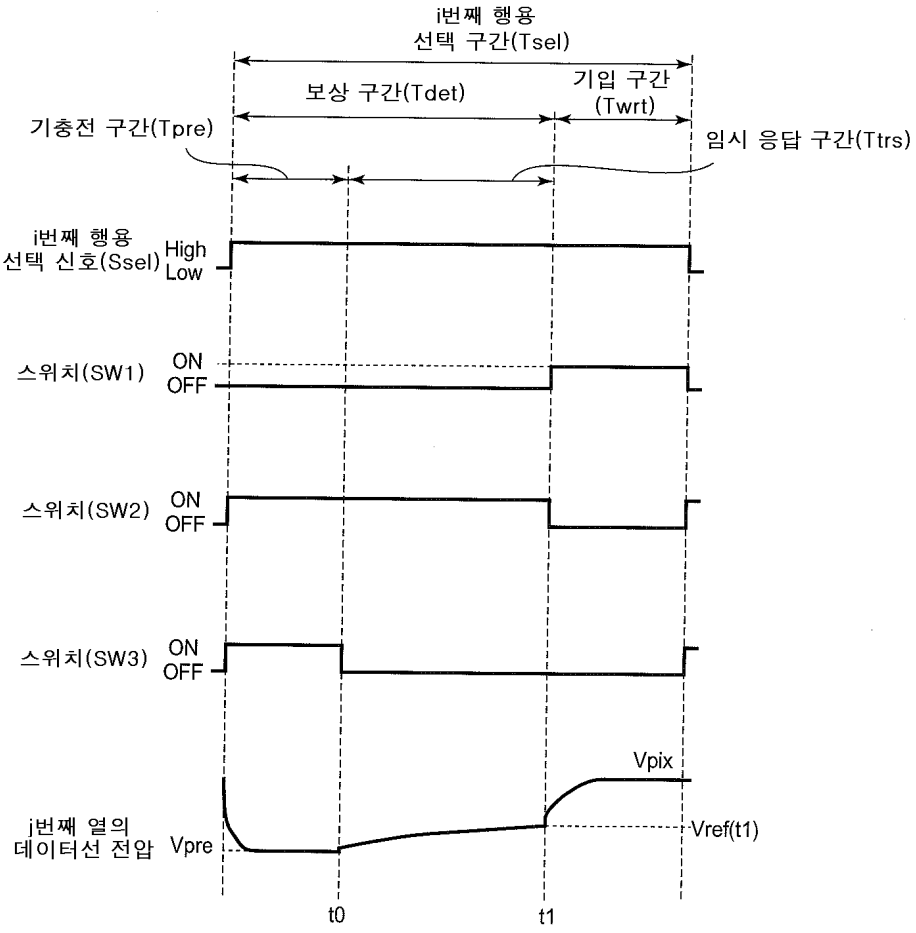
도면11



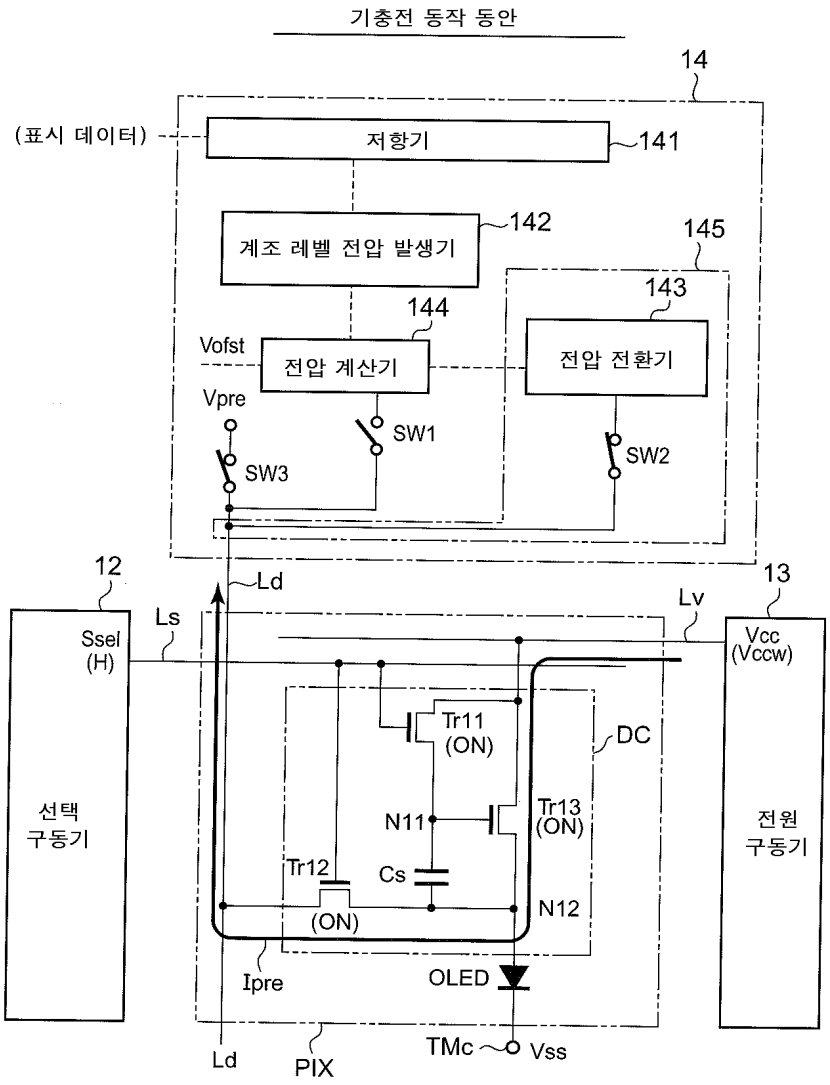
도면12


주기 구간(Tcyc)
i번째 행의 선택 구간(Tsel)
i번째 행의 유지 구간(Thld)
발광 구간 (Tem)
기입 구간(Twrt)
보상 구간(Tdet)
(i+1)번째 행의 선택 구간(Tsel)
전원 전압(Vcc)
Vcce
Vccw
j번째 열의 데이터선 전압
Vss
Vpix(i)
Vpre
Vpix(i+1)
i번째 행용 선택 신호(Ssel)
High
Low
i번째 행과 j번째 열에서 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압
Vccw-Vpre
Vccw-Vpix(i)
0
i번째 행과 j번째 열에서 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전류(Ids)
Imsb
0
Iem(i)
(i+1)번째 행용 선택 신호(Ssel)
High
Low
(i+1)번째 행과 j번째 열에서 트랜지스터(Tr13)의 게이트-소스 전압
Vccw-Vpre
Vccw-Vpix(i+1)
0
(i+1)번째 행과 j번째 열에서 트랜지스터(Tr13)의 드레인-소스 전류(Ids)
Imsb
0
Iem(i+1)

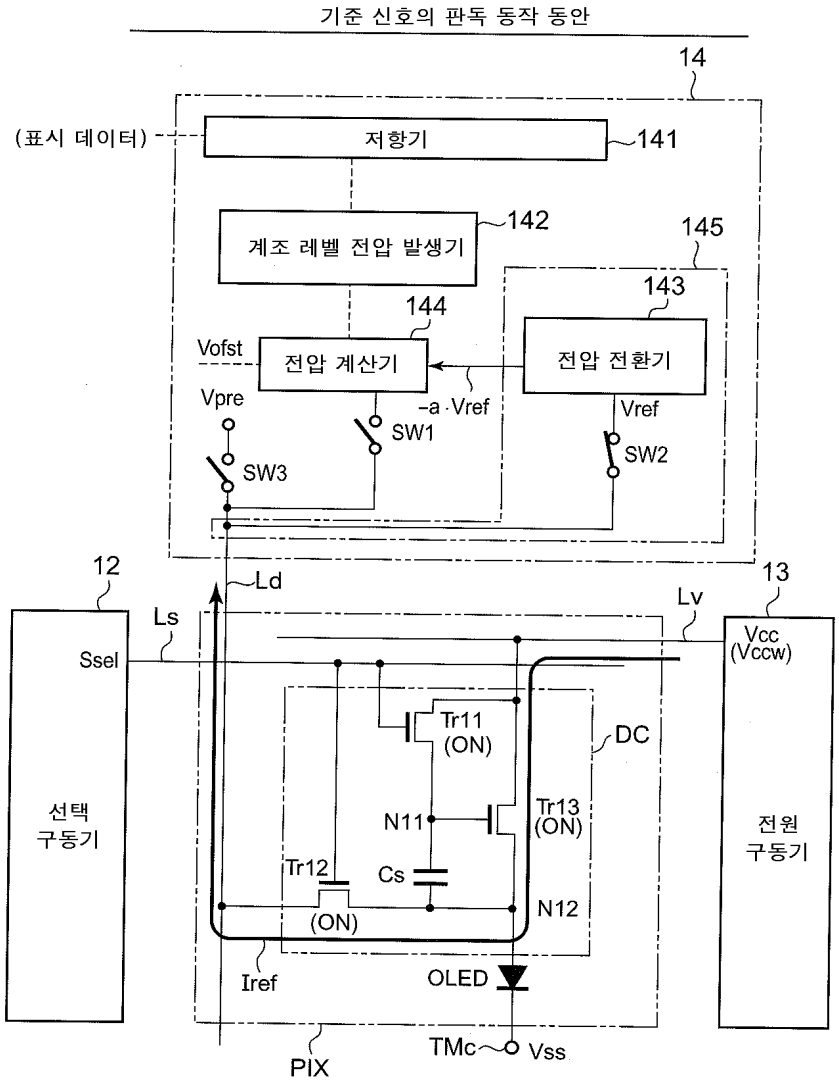
도면13


i번째 행용
선택 구간(Tsel)
보상 구간(Tdet)
기입 구간
(Twrt)
기충전 구간(Tpre)
임시 응답 구간(Ttrs)
i번째 행용
선택 신호(Ssel)
High
Low
스위치(SW1)
ON
OFF
스위치(SW2)
ON
OFF
스위치(SW3)
ON
OFF
Vpix
j번째 열의
데이터선 전압
Vpre
Vref(t1)
t0
t1

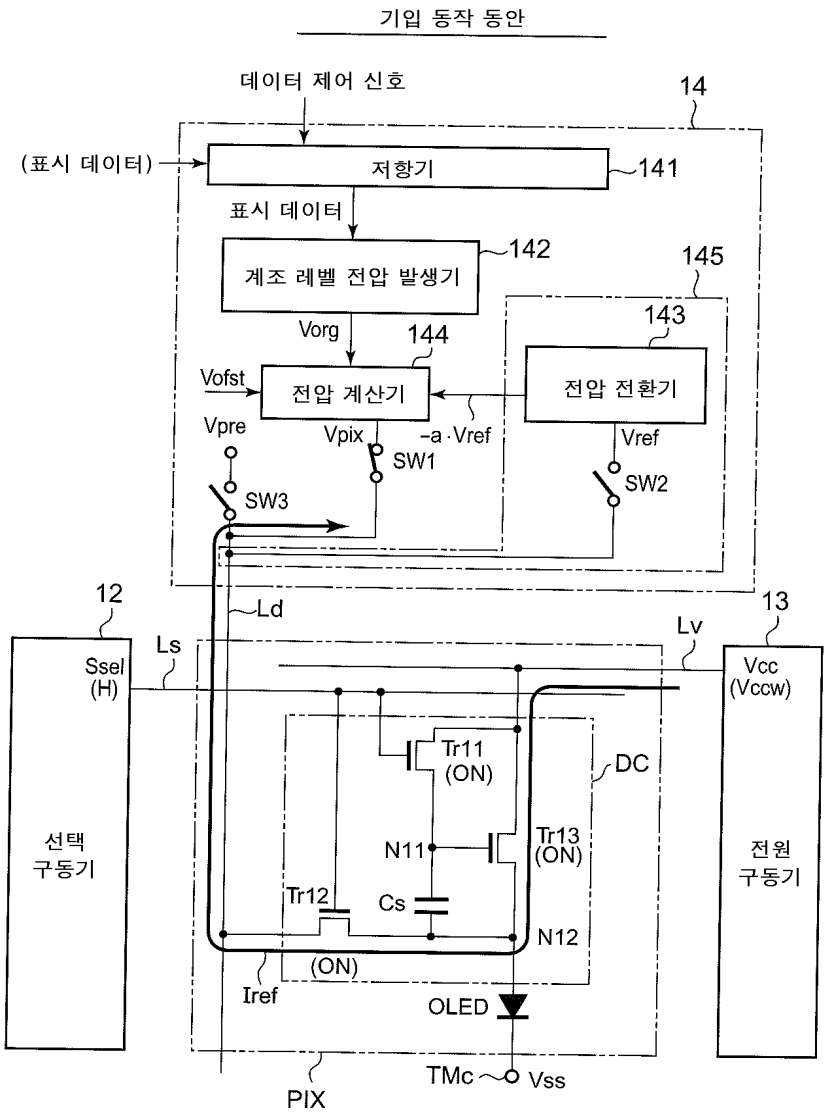
도면14


기충전 동작 동안
14
(표시 데이터)
저항기
141
계조 레벨 전압 발생기
142
145
143
144
Vofst
전압 계산기
전압 전환기
Vpre
SW1
SW2
SW3
12
Ld
Ls
Lv
13
Ssel
(H)
Vcc
(Vccw)
Tr11
(ON)
DC
선택
구동기
N11
Tr13
(ON)
전원
구동기
Tr12
Cs
N12
(ON)
Ipre
OLED
TMc
Vss
Ld
PIX

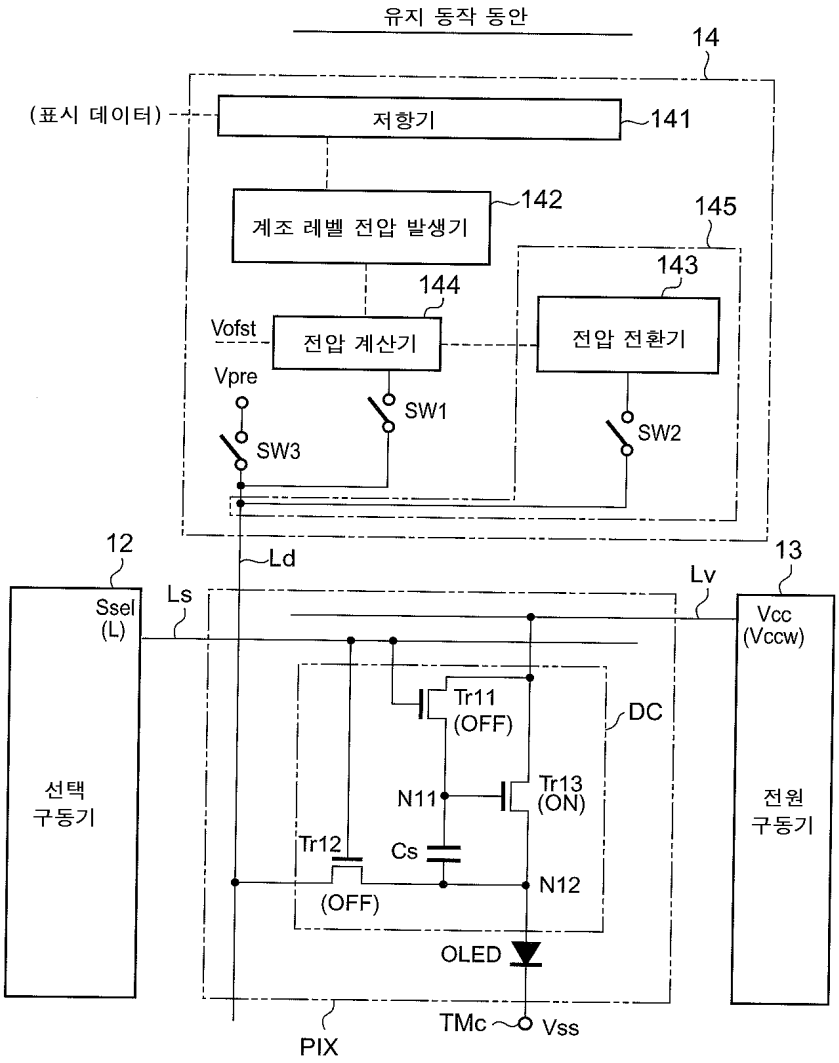
도면15


기준 신호의 판독 동작 동안
14
(표시 데이터)
저항기
141
계조 레벨 전압 발생기
142
145
143
144
Vofst
전압 계산기
전압 전환기
Vpre
-a·Vref
Vref
SW1
SW2
SW3
12
Ld
Ls
Lv
13
Ssel
Vcc
(Vccw)
Tr11
(ON)
DC
선택
구동기
N11
Tr13
(ON)
전원
구동기
Tr12
Cs
N12
(ON)
Iref
OLED
TMc
Vss
PIX

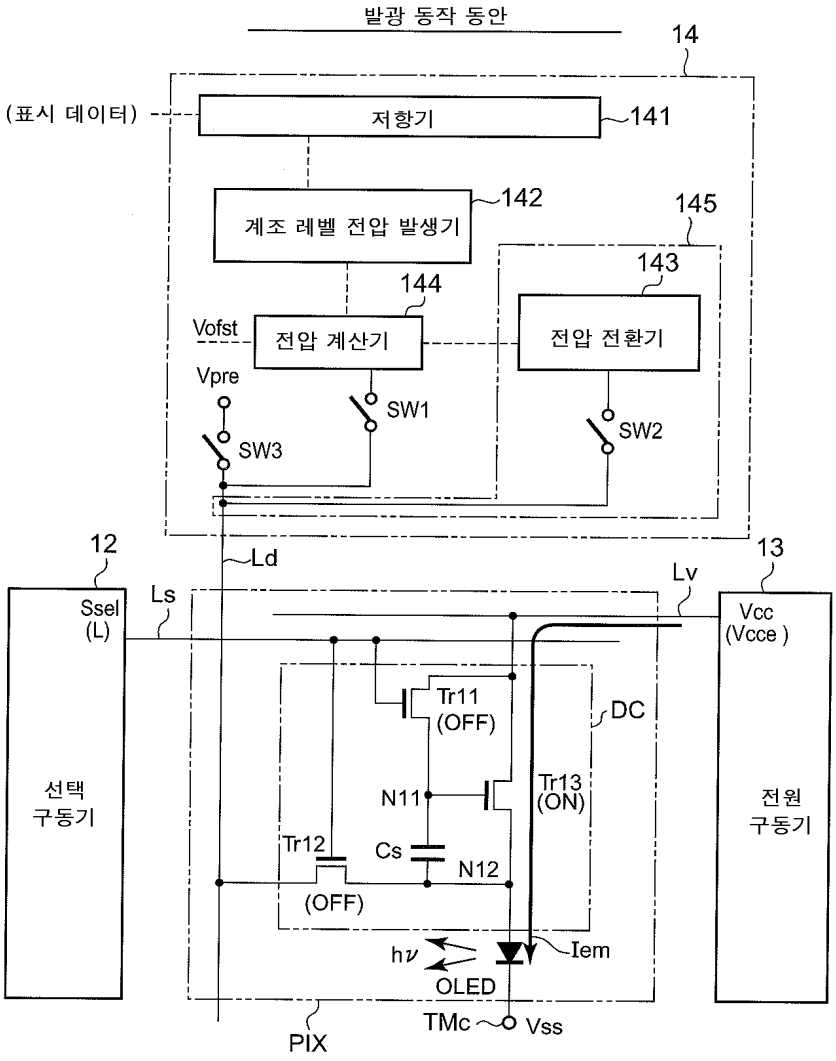
도면16


기입 동작 동안
데이터 제어 신호
14
(표시 데이터)
저항기
141
표시 데이터
계조 레벨 전압 발생기
142
145
143
Vorg
144
Vofst
전압 계산기
전압 전환기
Vpre
Vpix
-a·Vref
Vref
SW1
SW2
SW3
12
Ld
13
Lv
Ls
Ssel
(H)
Vcc
(Vccw)
Tr11
(ON)
DC
선택
구동기
N11
Tr13
(ON)
전원
구동기
Tr12
Cs
N12
(ON)
Iref
OLED
TMc
Vss
PIX

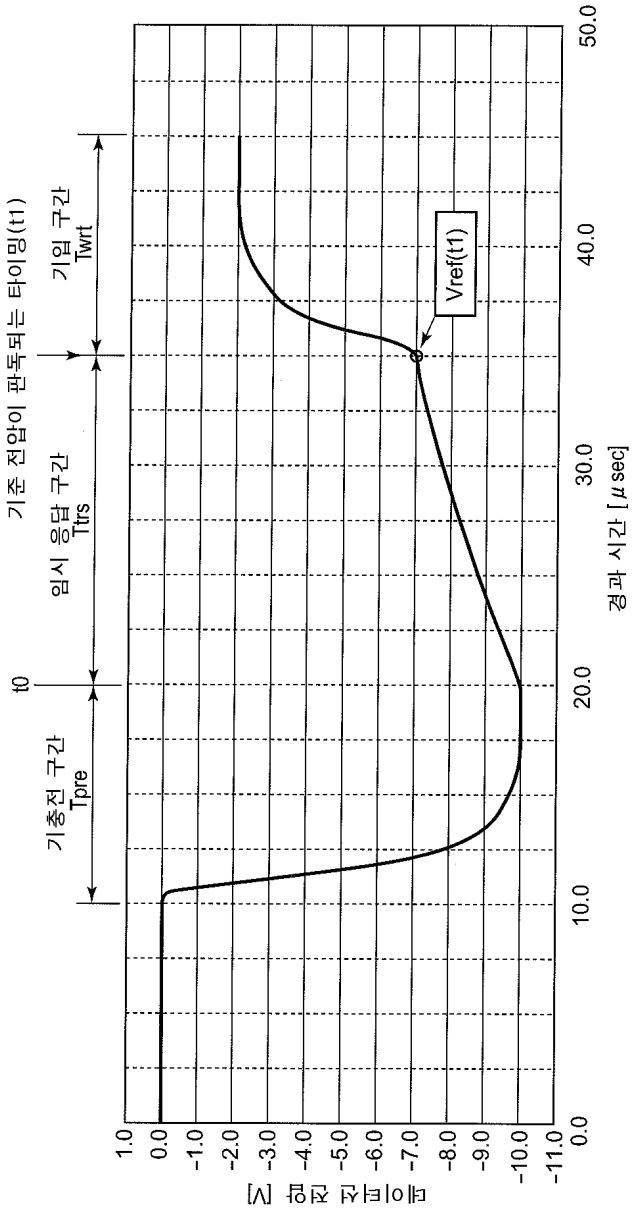
도면17


유지 동작 동안
14
(표시 데이터)
저항기
141
계조 레벨 전압 발생기
142
145
143
144
Vofst
전압 계산기
전압 전환기
Vpre
SW1
SW2
SW3
12
Ld
13
Lv
Ssel
(L)
Ls
Vcc
(Vccw)
Tr11
(OFF)
DC
N11
Tr13
(ON)
선택
구동기
전원
구동기
Tr12
Cs
N12
(OFF)
OLED
TMc
Vss
PIX

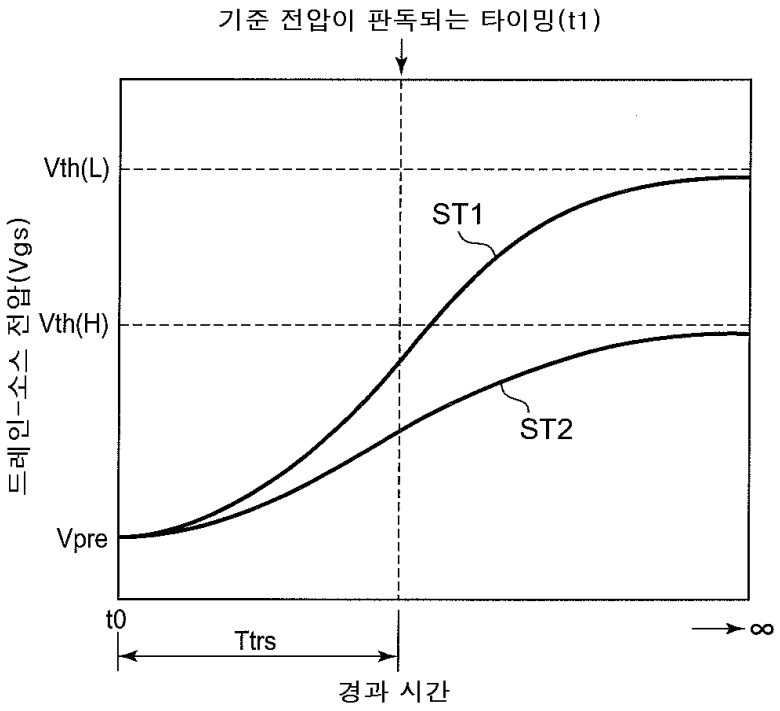
도면18


발광 동작 동안
14
(표시 데이터)
저항기
141
계조 레벨 전압 발생기
142
145
143
144
Vofst
전압 계산기
전압 전환기
Vpre
SW1
SW2
SW3
12
Ld
13
Lv
Ssel
(L)
Ls
Vcc
(Vcce )
Tr11
(OFF)
DC
N11
Tr13
(ON)
선택
구동기
전원
구동기
Tr12
Cs
N12
(OFF)
hν
Iem
OLED
PIX
TMc
Vss

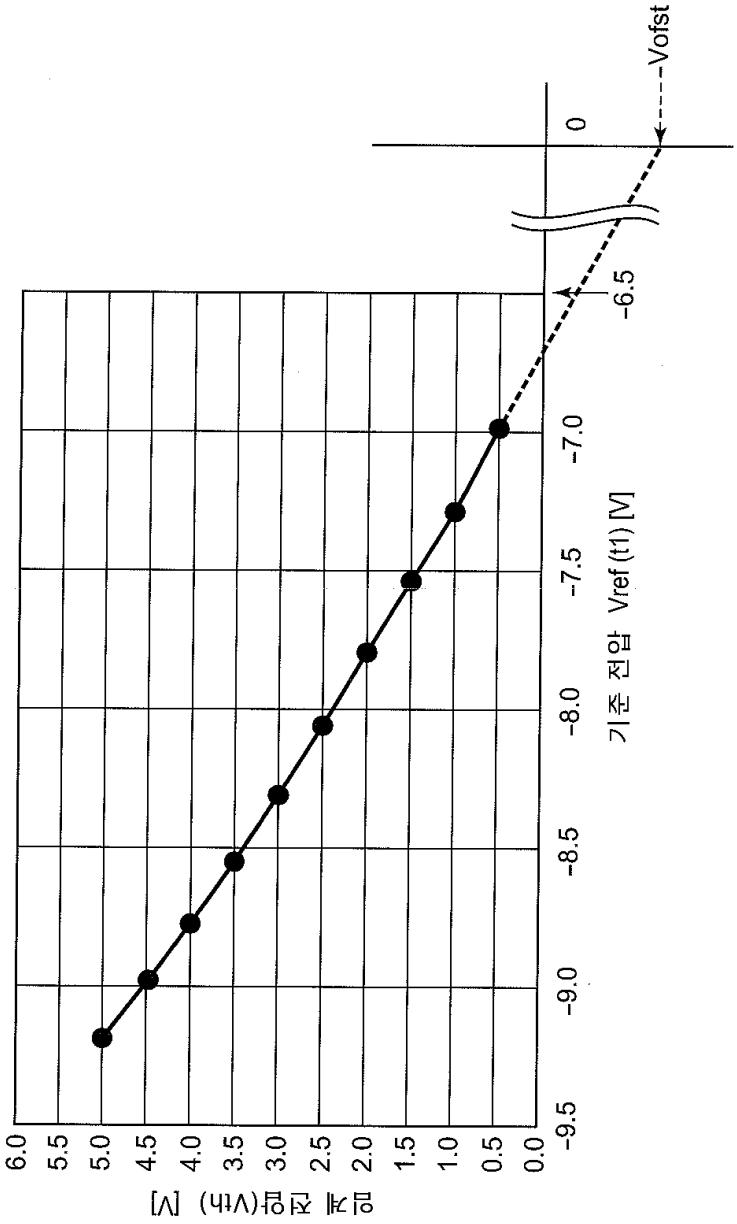
도면19


기준 전압이 판독되는 타이밍(t1)
기입 구간
Twrt
임시 응답 구간
Trts
t0
기충전 구간
Tpre
Vref(t1)
1.0
0.0
-1.0
-2.0
-3.0
-4.0
-5.0
-6.0
-7.0
-8.0
-9.0
-10.0
-11.0
데이터선 전압 [V]
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
경과 시간 [μsec]

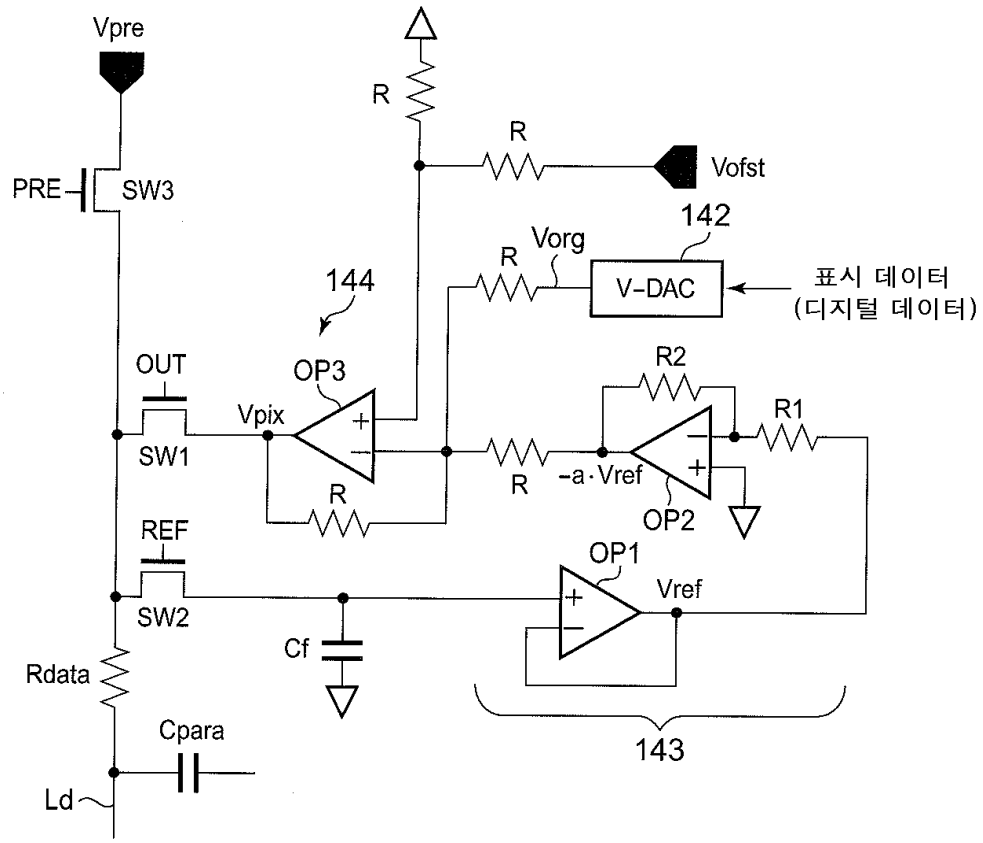
도면20


기준 전압이 판독되는 타이밍(t1)
Vth(L)
Vth(H)
Vpre
ST1
ST2
드레인-소스 전압(Vgs)
t0
Ttrs
∞
경과 시간

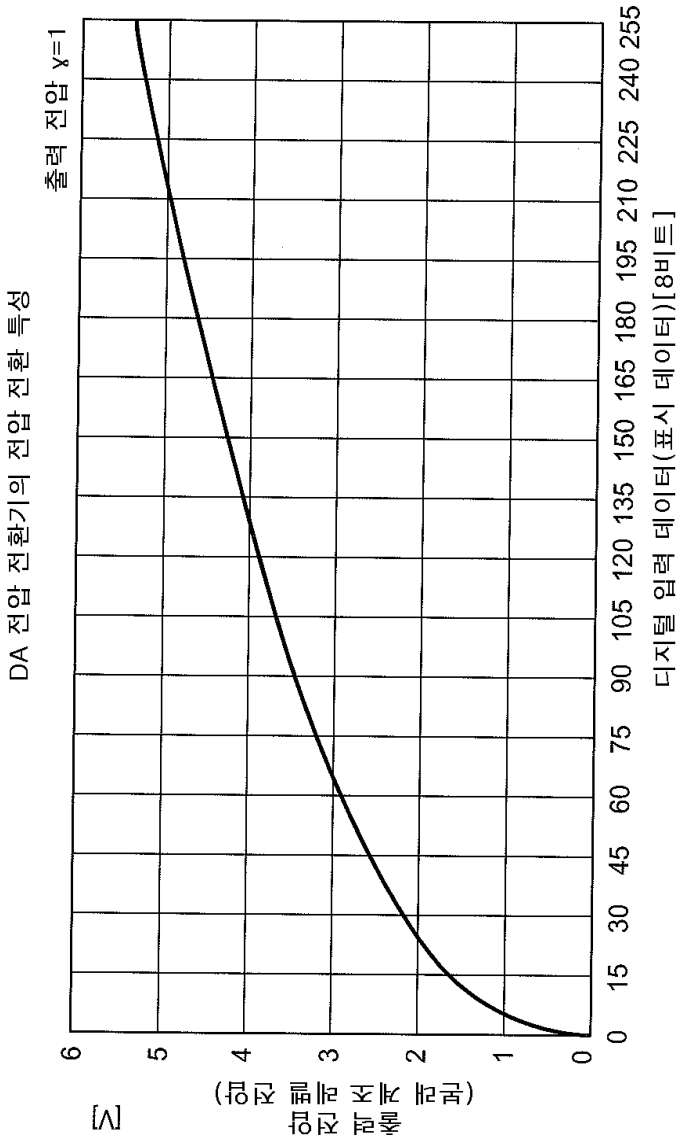
도면21


-Vofst
0
-6.5
-7.0
-7.5
-8.0
-8.5
-9.0
-9.5
기준 전압 Vref (t1) [V]
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
읽기 전압(Vth) [V]

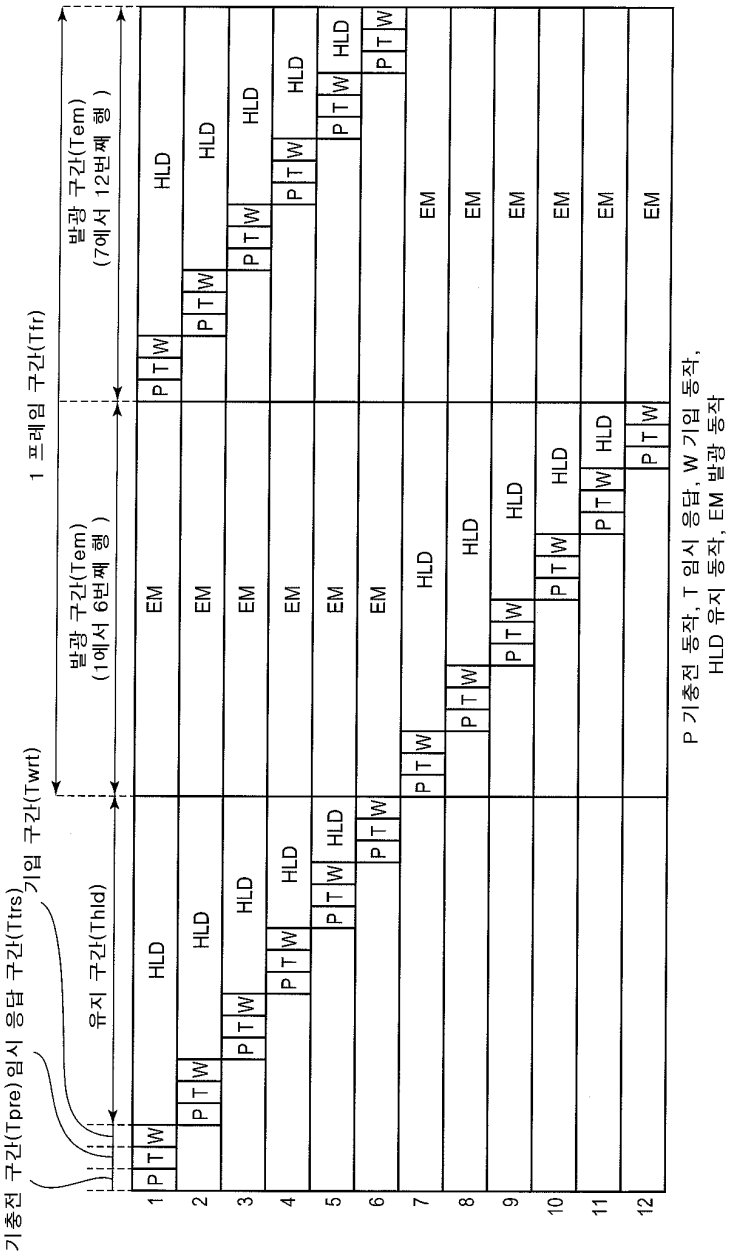
도면22


Vpre
PRE
SW3
R
R
Vofst
142
Vorg
R
V-DAC
표시 데이터
(디지털 데이터)
144
OUT
OP3
Vpix
SW1
R
R2
R1
R
-a·Vref
OP2
REF
OP1
Vref
SW2
Cf
Rdata
Cpara
Ld
143

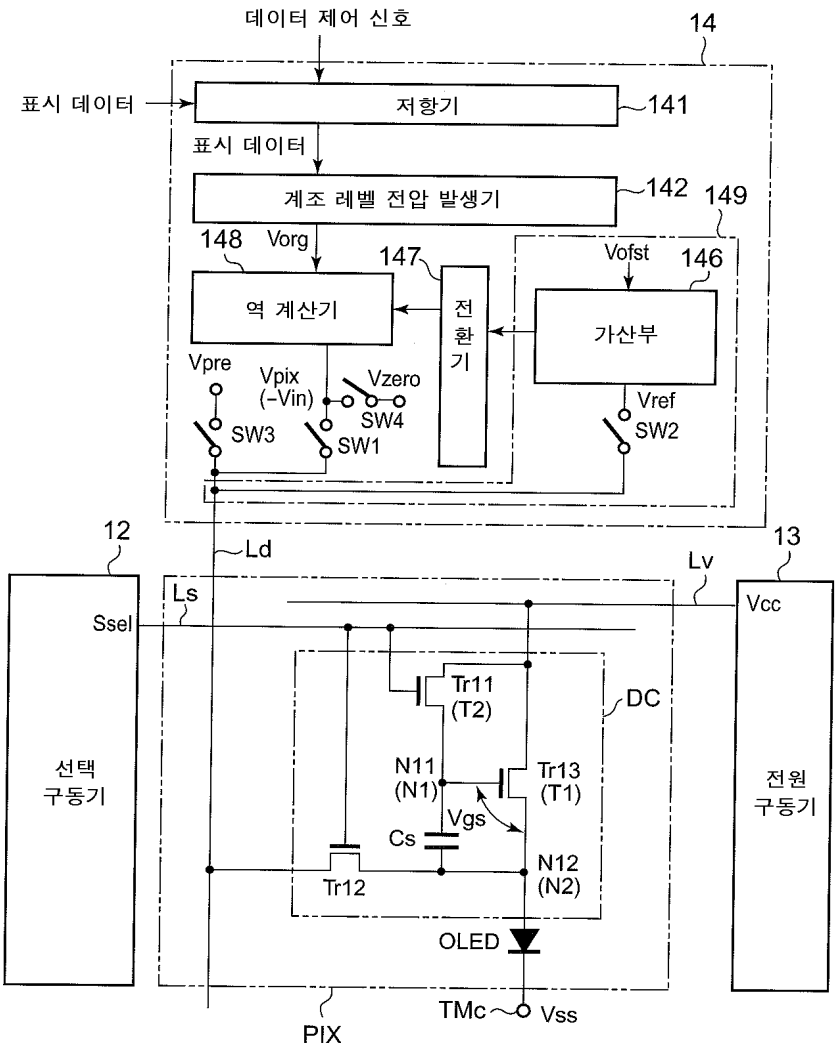
도면23


DA 전압 전환기의 전압 전환 특성
출력 전압 γ=1
출력 전압
(분리 계조 레벨 전압)
[V]
0
1
2
3
4
5
6
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

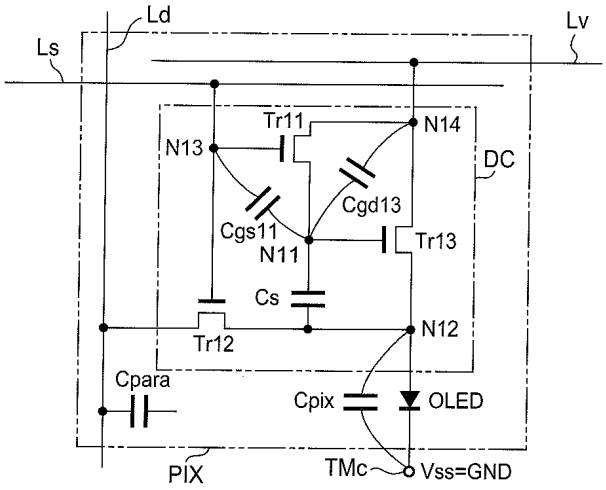
도면24


1 프레임 구간(Tfr)
기입 구간(Twrt)
기충전 구간(Tpre)
임시 응답 구간(Trs)
유지 구간(Thld)
발광 구간(Tem)
(1에서 6번째 행 )
발광 구간(Tem)
(7에서 12번째 행 )
P
T
W
HLD
EM
P 기충전 동작, T 임시 응답, W 기입 동작,
HLD 유지 동작, EM 발광 동작

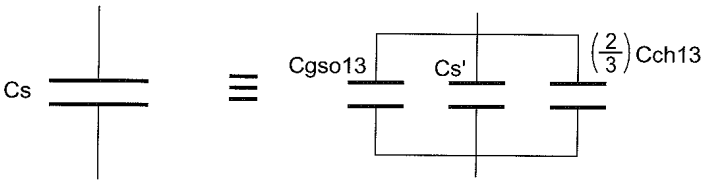
도면25


데이터 제어 신호
14
표시 데이터
저항기
141
표시 데이터
계조 레벨 전압 발생기
142
149
148
Vorg
147
Vofst
146
역 계산기
전환기
가산부
Vpre
Vpix
(-Vin)
Vzero
SW4
SW3
SW1
Vref
SW2
12
Ld
13
Lv
Ls
Ssel
Vcc
Tr11
(T2)
DC
선택
구동기
N11
(N1)
Tr13
(T1)
Vgs
Cs
N12
(N2)
Tr12
전원
구동기
OLED
TMc
Vss
PIX

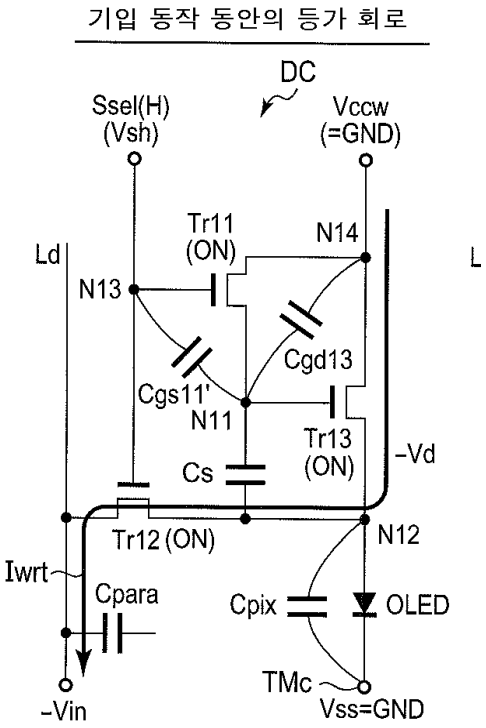
도면26a


Ld
Ls
Lv
Tr11
N14
N13
DC
Cgd13
Cgs11
N11
Tr13
Cs
N12
Tr12
Cpara
Cpix
OLED
PIX
TMc
Vss=GND

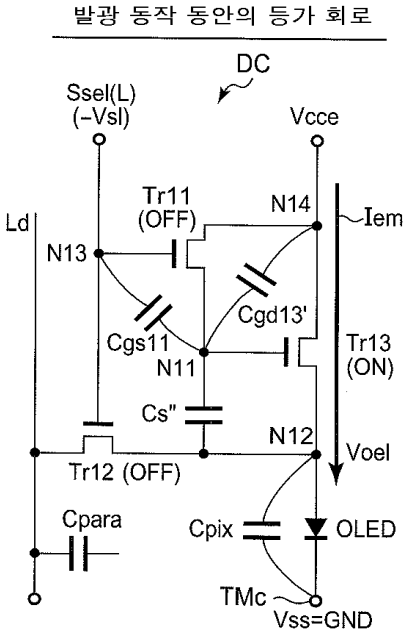
도면26b


Cs
≡
Cgso13
Cs'
(2/3) Cch13

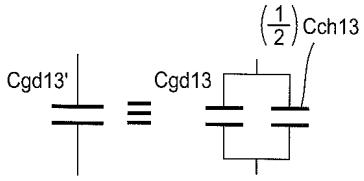
도면27a


기입 동작 동안의 등가 회로
DC
Ssel(H)
(Vsh)
Vccw
(=GND)
Tr11
(ON)
N14
Ld
N13
L
Cgd13
Cgs11'
N11
Tr13
(ON)
-Vd
Cs
Tr12 (ON)
N12
Iwrt
Cpara
Cpix
OLED
TMc
-Vin
Vss=GND

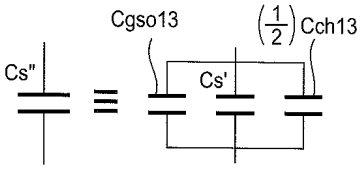
도면27b


발광 동작 동안의 등가 회로
DC
Ssel(L)
(-Vsl)
Vcce
Tr11
(OFF)
N14
Iem
Ld
N13
Cgd13'
Cgs11
N11
Tr13
(ON)
Cs"
N12
Voel
Tr12 (OFF)
Cpara
Cpix
OLED
TMc
Vss=GND

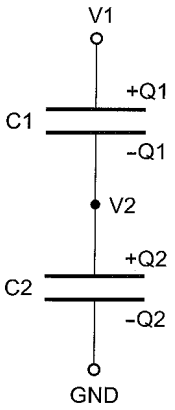
도면27c



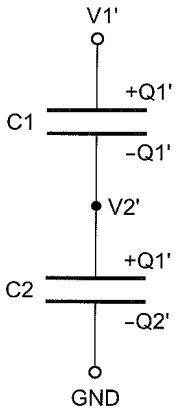

도면27d



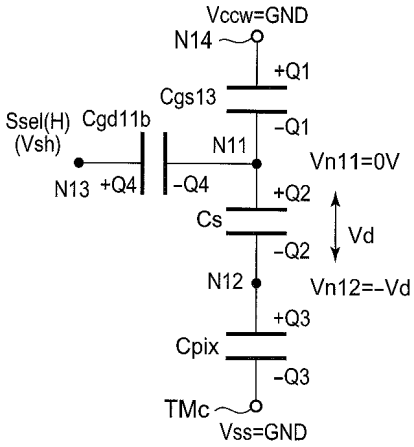

도면28a



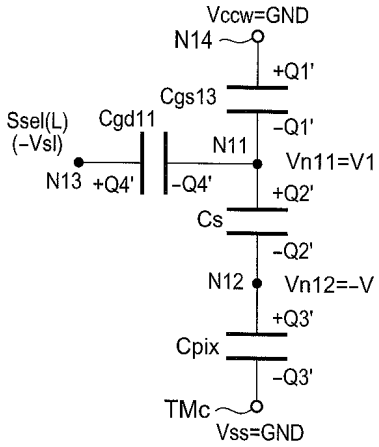

도면28b



도면29a

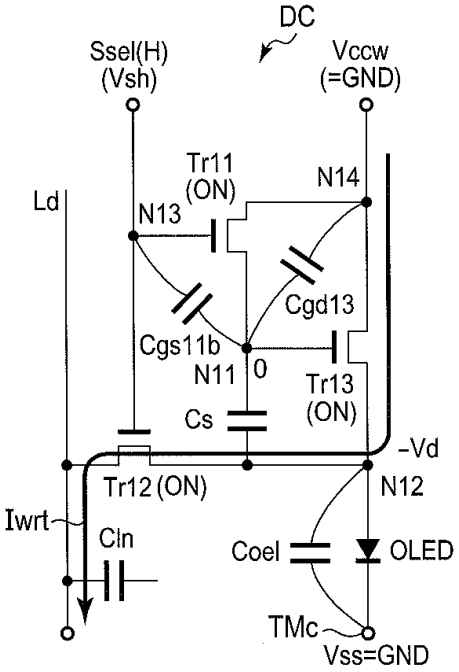

Vccw=GND
N14
+Q1
Cgs13
-Q1
Ssel(H)
(Vsh)
Cgd11b
N11
Vn11=0V
N13
+Q4
-Q4
+Q2
Cs
Vd
-Q2
N12
Vn12=-Vd
+Q3
Cpix
-Q3
TMc
Vss=GND

도면29b


Vccw=GND
N14
+Q1'
Cgs13
-Q1'
Ssel(L)
(-Vsl)
Cgd11
N11
Vn11=V1
N13
+Q4'
-Q4'
+Q2'
Cs
-Q2'
N12
Vn12=-V
+Q3'
Cpix
-Q3'
TMc
Vss=GND

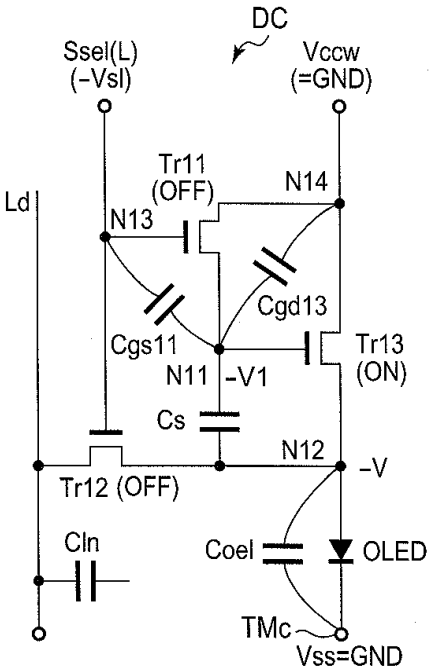
도면30a

선택 단계



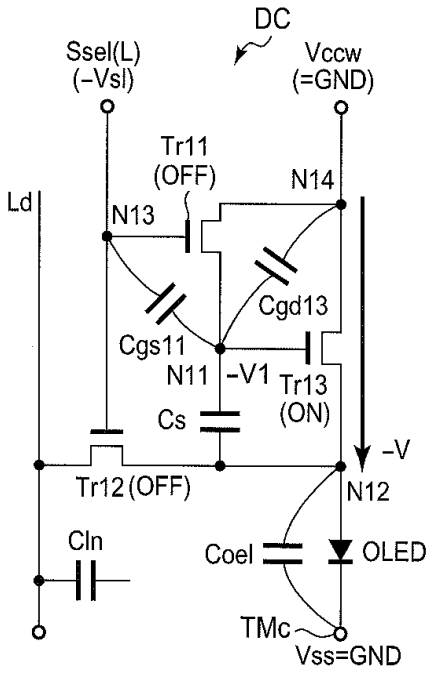

도면30b

비-선택 상태 스위칭 단계



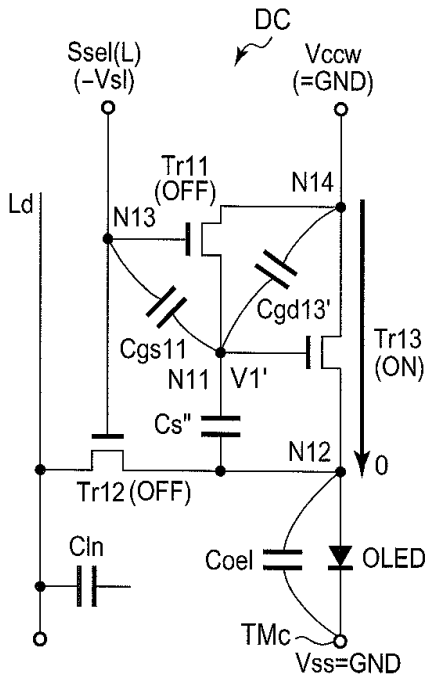
도면31a

선택 단계에서 비-선택 상태로 이동



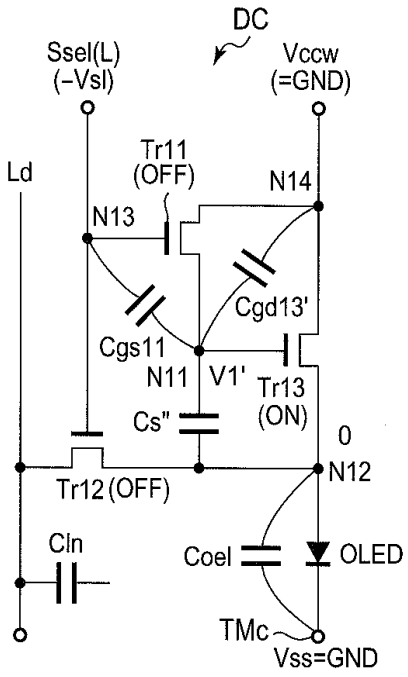
도면31b

비-선택 상태 유지 단계에서 전압 변화



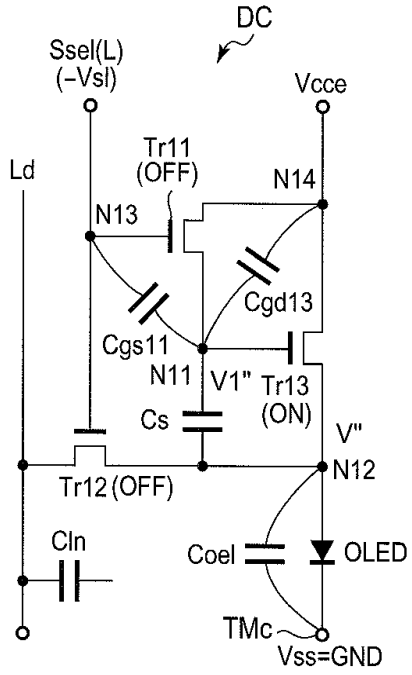
도면32a

비-선택 상태 유지 단계



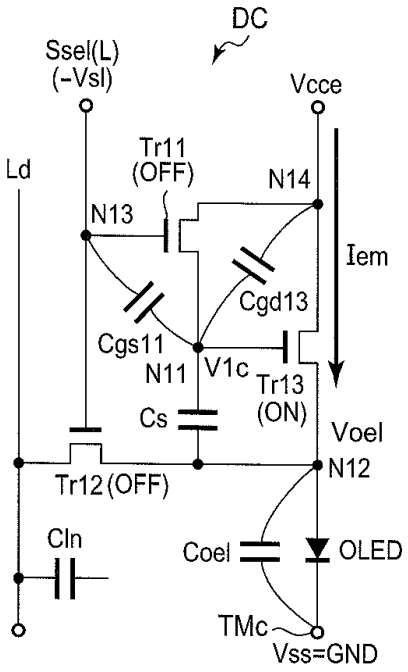
도면32b

전원 전압 스위칭 단계

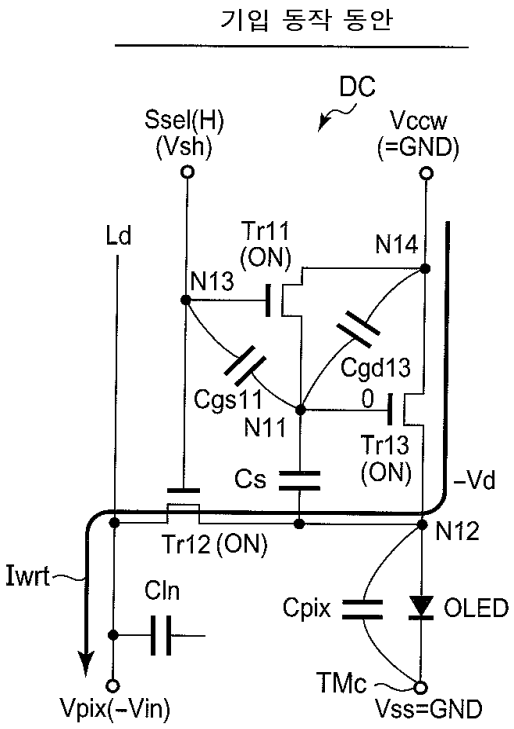



도면32c

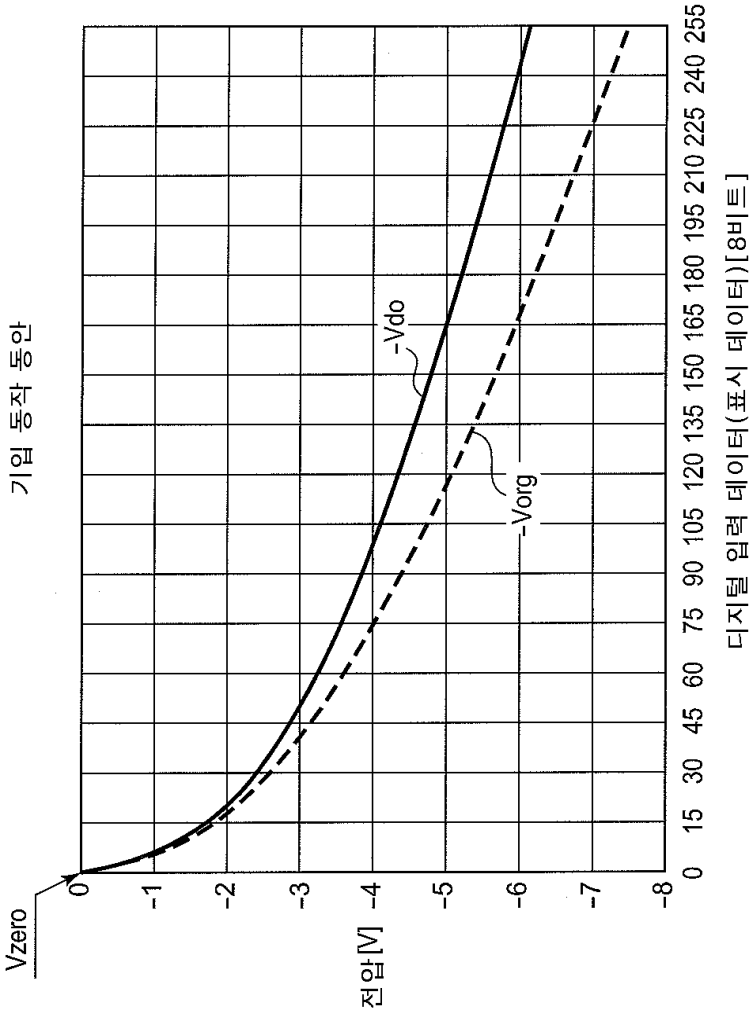
발광 단계



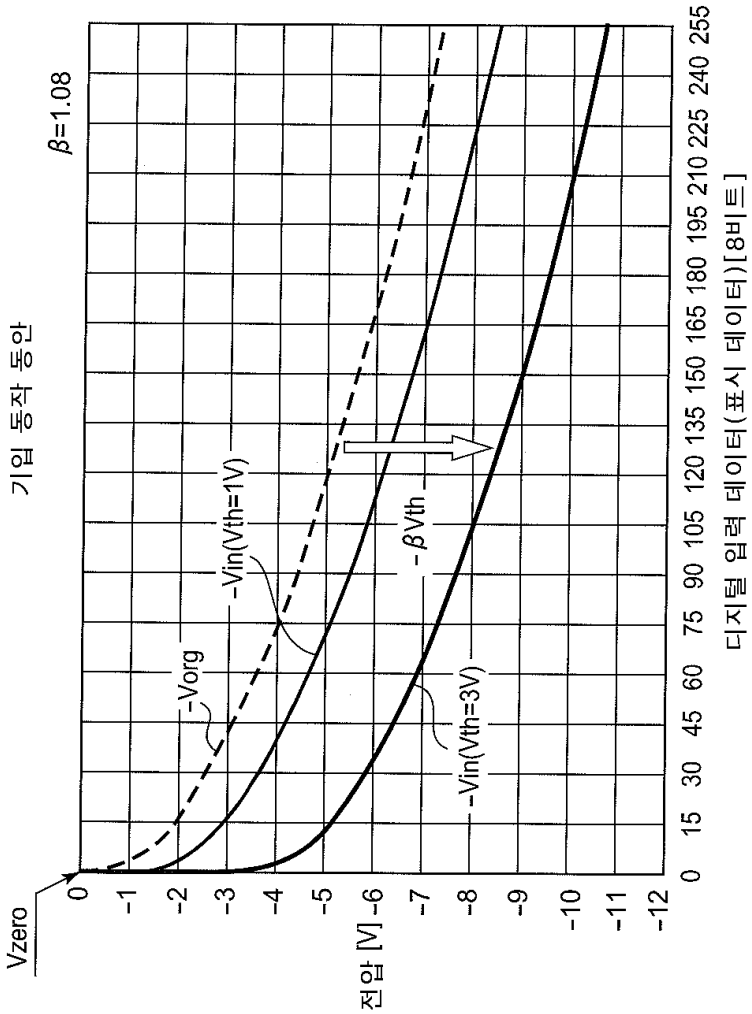
도면33


기입 동작 동안
DC
Ssel(H)
(Vsh)
Vccw
(=GND)
Ld
Tr11
(ON)
N14
N13
Cgd13
Cgs11
0
N11
Tr13
(ON)
Cs
-Vd
Tr12 (ON)
N12
Iwrt
Cln
Cpix
OLED
TMc
Vpix(-Vin)
Vss=GND

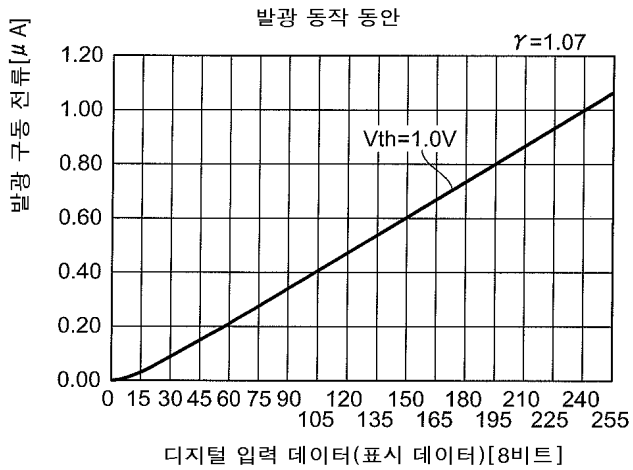
도면34


기입 동작 동안
Vzero
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
전압[V]
-Vdo
-Vorg
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

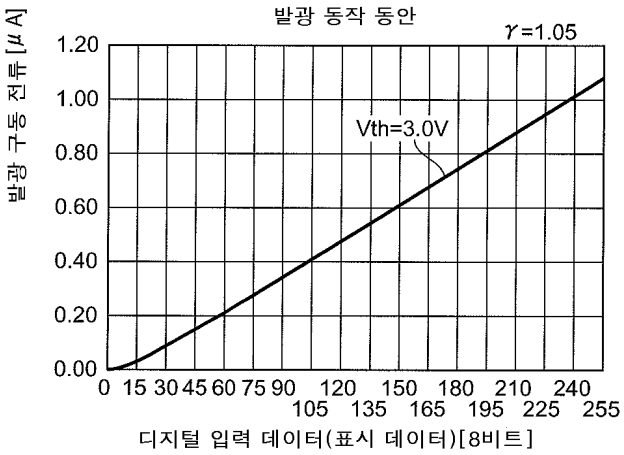
도면35


기입 동작 동안
β=1.08
-Vin(Vth=1V)
-βVth
-Vorg
-Vin(Vth=3V)
Vzero
0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12
전압 [V]
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

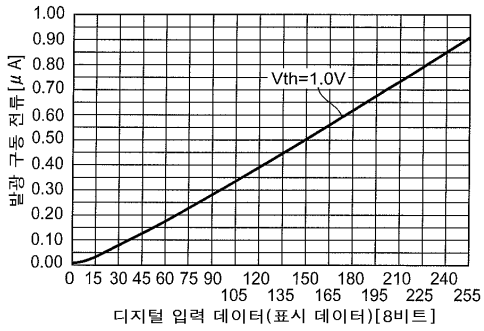
도면36a


발광 동작 동안
γ=1.07
Vth=1.0V
발광 구동 전류[μA]
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

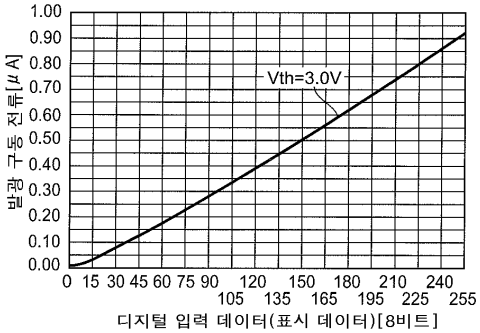
도면36b



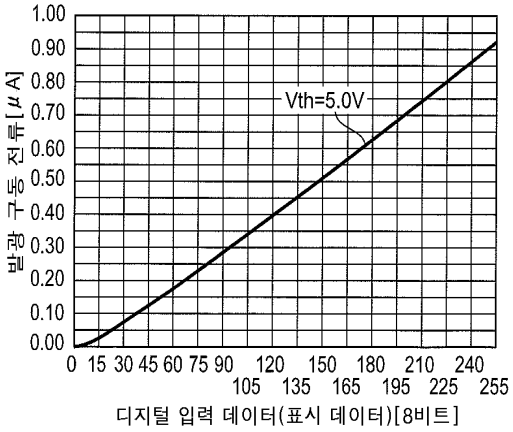

도면37a



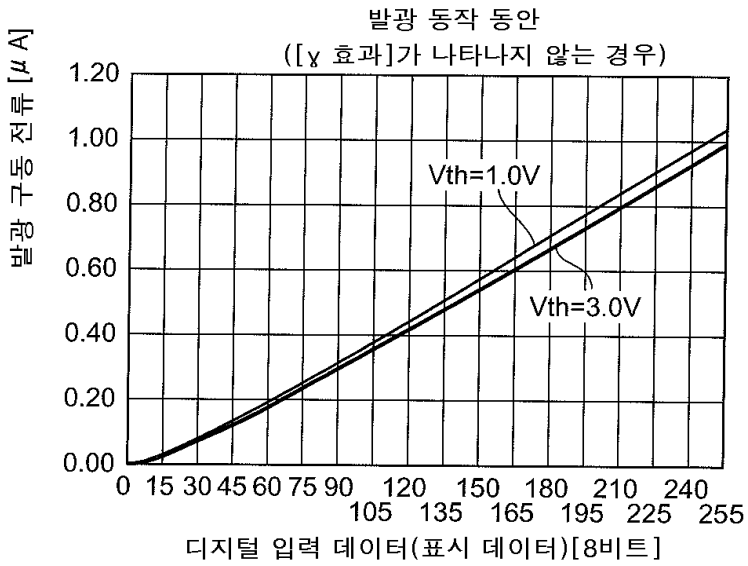

도면37b



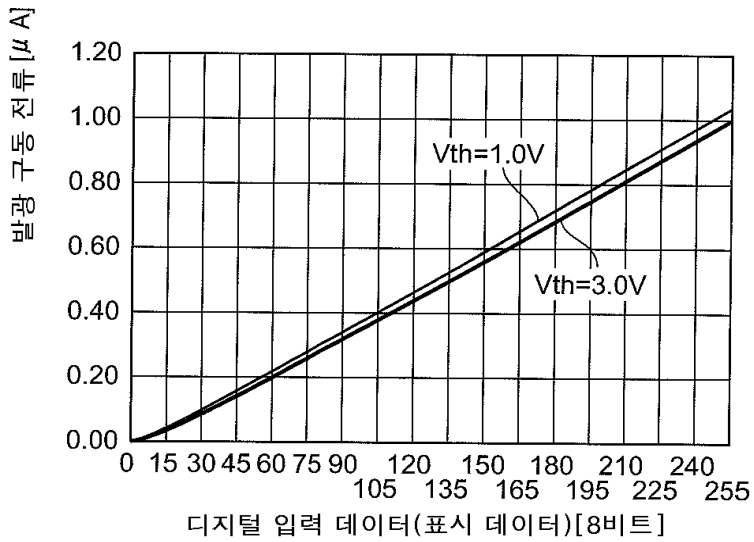
도면37c


1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
발광 구동 전류[μA]
Vth=5.0V
0 15 30 45 60 75 90 120 150 180 210 240
105 135 165 195 225 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

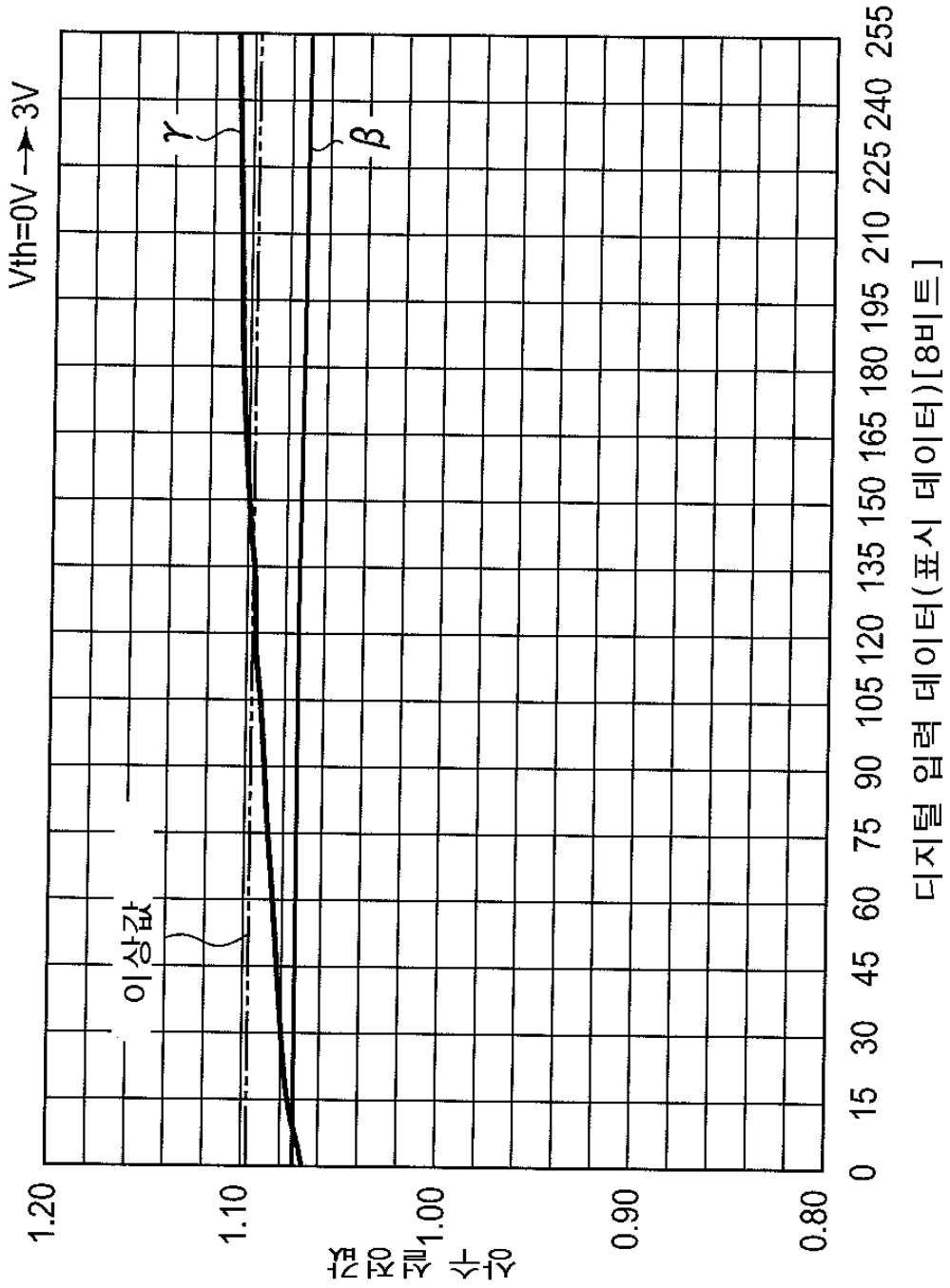
도면38a


발광 동작 동안
([γ 효과]가 나타나지 않는 경우)
발광 구동 전류 [μA]
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
Vth=1.0V
Vth=3.0V
0 15 30 45 60 75 90 120 150 180 210 240
105 135 165 195 225 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

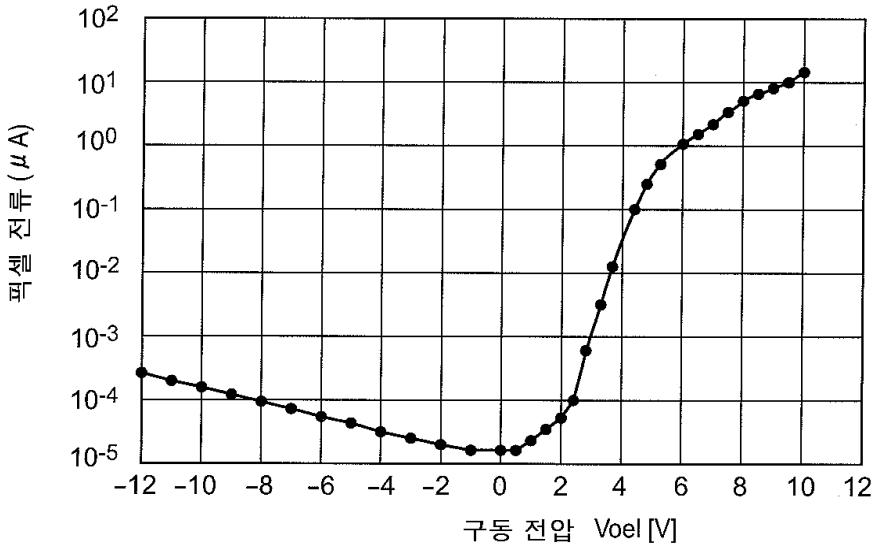
도면38b


발광 구동 전류 [μA]
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
Vth=1.0V
Vth=3.0V
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

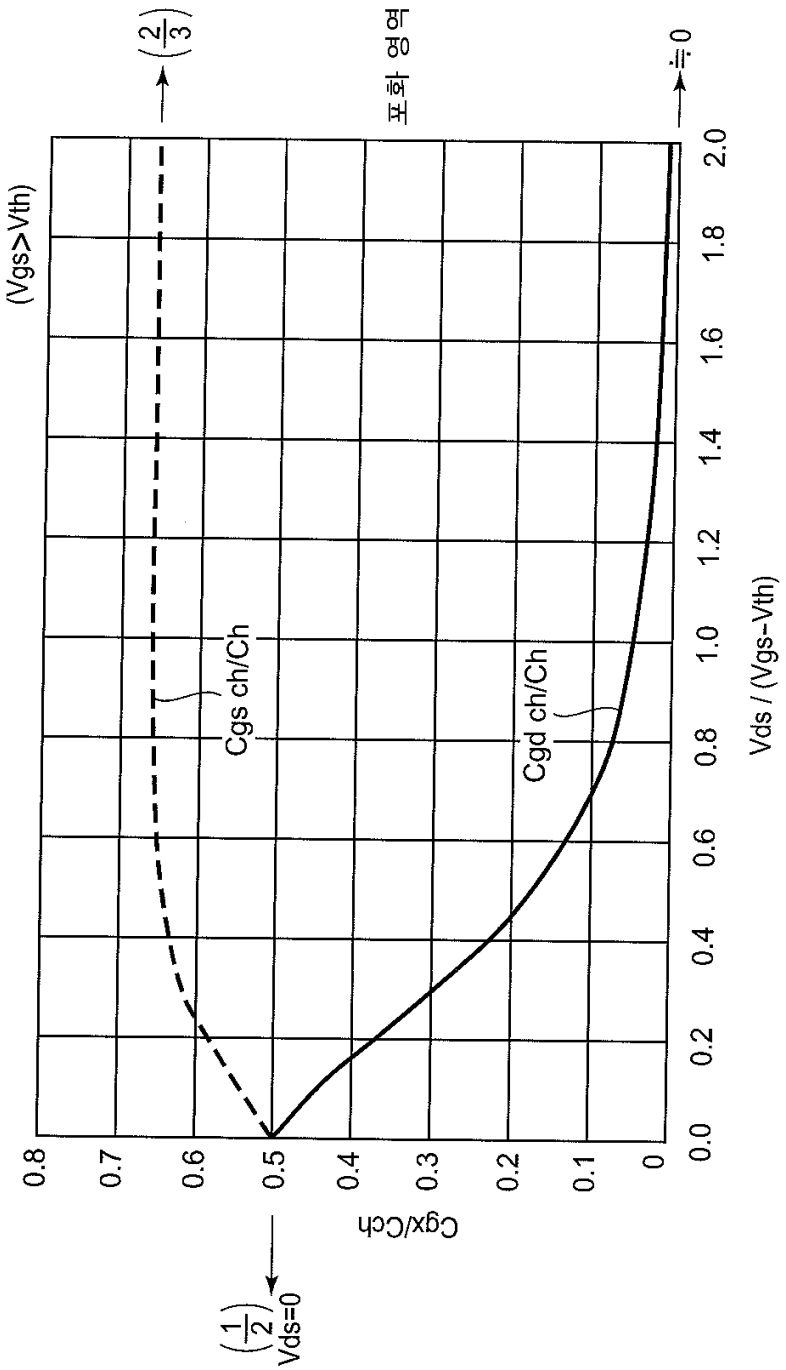
도면39


Vth=0V → 3V
γ
β
이상값
1.20
1.10
1.00
0.90
0.80
감마 특성 곡선
0 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210 225 240 255
디지털 입력 데이터(표시 데이터)[8비트]

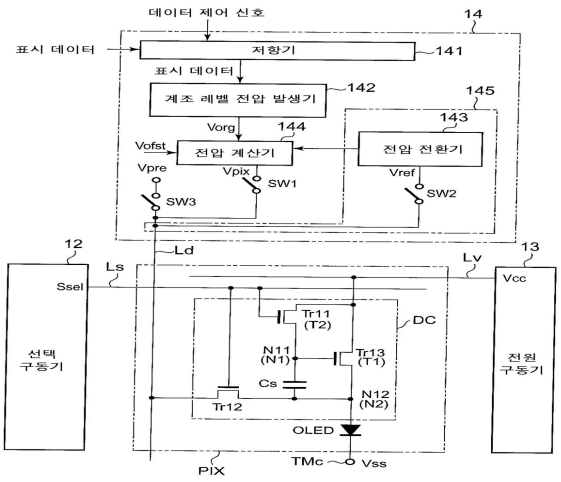
도면40


$10^2$
$10^1$
$10^0$
$10^{-1}$
$10^{-2}$
$10^{-3}$
$10^{-4}$
$10^{-5}$
픽셀 전류 (μA)
-12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12
구동 전압 Voel [V]

도면41


(2/3)
포화 영역
≒0
(Vgs>Vth)
Cgs ch/Ch
Cgd ch/Ch
Vds / (Vgs-Vth)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
Cgx/Cch
(1/2)
Vds=0

| | | | |
|---|---|---|---|
| 专利名称(译) | 驱动显示驱动装置和显示驱动装置的方法，显示装置和驱动显示装置的方法 | | |
| 公开(公告)号 | KR101039218B1 | 公开(公告)日 | 2011-06-03 |
| 申请号 | KR1020087020375 | 申请日 | 2007-09-25 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 卡西欧计算机株式会社<br>西伯利亚有限公司计算关键财富 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 计算关键是否西伯利亚有限公司 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 计算关键是否西伯利亚有限公司 | | |
| [标]发明人 | OGURA JUN<br>오구라쥰 | | |
| 发明人 | 오구라쥰 | | |
| IPC分类号 | G09G3/30 G09G3/20 H01L51/50 G09G3/32 | | |
| CPC分类号 | G09G3/3275 G09G3/3233 G09G2300/0842 G09G2300/0866 G09G2310/0218 G09G2310/0251 G09G2310/027 G09G2320/0233 H01L2027/11879 H01L2924/12044 Y02B20/36 G09G2320/0261 G09G2320/0295 G09G2320/043 | | |
| 代理人(译) | 김문종<br>Soneunjin | | |
| 优先权 | 2006258717 2006-09-25 JP<br>2007078963 2007-03-26 JP | | |
| 其他公开文献 | KR1020080106191A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |


摘要(译)

发光器件OLED根据显示数据以期望的亮度和灰度级发光。在预充电时段期间，数据驱动器14通过数据线Ld将预充电电压Vpre施加到电容器Cs。在施加预充电电压之后，电压转换器143在临时响应时段Ttrs之后读取数据线Ld的参考电压Vref，以产生补偿电压a / Vref。电压计算器144基于补偿电压（a，Vref）补偿具有根据灰度级电压发生器142产生的显示数据的值的原始灰度级电压Vorg。结果，电压计算器144产生对应于驱动发光的晶体管Tr13的元件特性的变化量的补偿灰度级电压Vpix，并且该补偿的灰度级电压Vpix是并应用于数据线Ld以设置亮度。