



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월15일
 (11) 등록번호 10-1152120
 (24) 등록일자 2012년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G09G 3/30 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2005-0021944
 (22) 출원일자 2005년03월16일
 심사청구일자 2010년03월16일
 (65) 공개번호 10-2006-0100963
 (43) 공개일자 2006년09월22일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020030073116 A
 KR1020020056353 A
 KR1020040009573 A
 KR1020040009285 A

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
박기찬
 경기도 수원시 영통구 영통로 498, 황골마을1단지아파트 124동 503호 (영통동)
맹호석
 서울특별시 서초구 서초대로1길 30, 방배현대아파트 106동 1802호 (방배동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 24 항

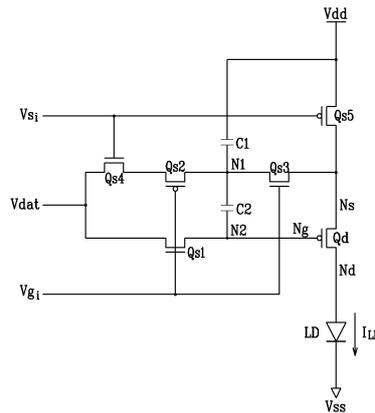
심사관 : 조기덕

(54) 발명의 명칭 **표시 장치 및 그 구동 방법**

(57) 요약

본 발명은 표시 장치 및 그 구동 방법에 관한 것으로, 이 표시 장치는, 발광 소자, 제1 및 제2 노드에 연결되어 있는 제1 축전기, 입력 단자, 출력 단자, 그리고 제2 노드에 연결되어 있는 제어 단자를 가지며 발광 소자가 발광하도록 발광 소자에 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터, 제1 주사 신호에 따라 제1 기준 전압을 구동 트랜지스터에 공급하고 제1 노드를 데이터 전압에 연결하거나 구동 트랜지스터에 연결하는 제1 스위칭부, 그리고 제2 주사 신호에 따라 구동 전압을 구동 트랜지스터에 공급하고 제1 노드를 데이터 전압에 연결하는 제2 스위칭부를 포함하는 복수의 화소를 포함한다. 본 발명에 의하면, 구동 트랜지스터의 문턱 전압에 편차가 있더라도 이를 보상하여 균일한 영상을 표시할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

박성일

서울특별시 관악구 관악로 284, 신원빌라 1동 10
9호 (봉천동)

김철민

서울특별시 강남구 삼성로 212, 27동 607호 (대치
동, 은마아파트)

김치우

서울특별시 서초구 서초중앙로 200, 18동 105호
(서초동, 삼풍아파트)

주승용

경기도 성남시 분당구 미금로 66, - 404동 1303호
(구미동, 무지개마을)

김일곤

서울특별시 동작구 상도로53길 8, 래미안 상도3차
327동 803호 (상도동)

특허청구의 범위

청구항 1

발광 소자,

제1 및 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 축전기,

입력 단자, 출력 단자, 그리고 상기 제2 노드에 연결되어 있는 제어 단자를 가지며, 상기 발광 소자가 발광하도록 상기 발광 소자에 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터,

제1 주사 신호에 따라 제1 기준 전압을 상기 구동 트랜지스터의 제어 단자에 공급하고 상기 제1 노드를 데이터 전압에 연결하거나 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 연결하는 제1 스위칭부, 그리고

제2 주사 신호에 따라 구동 전압을 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 공급하고 상기 제1 노드를 상기 데이터 전압에 연결하는 제2 스위칭부

를 포함하는 복수의 화소

를 포함하는 표시 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 제1 스위칭부는 상기 제1 주사 신호에 따라 상기 제1 기준 전압을 상기 구동 트랜지스터의 제어 단자에 연결하는 제1 스위칭 트랜지스터를 포함하는 표시 장치.

청구항 3

제2항에서,

상기 제1 스위칭부는,

상기 제1 주사 신호에 따라 상기 데이터 전압을 상기 제1 노드에 연결하는 제2 스위칭 트랜지스터, 그리고

상기 제1 주사 신호에 따라 상기 제1 노드를 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 연결하는 제3 스위칭 트랜지스터를 더 포함하는 표시 장치.

청구항 4

제3항에서,

상기 제2 스위칭부는,

상기 제2 주사 신호에 따라 상기 데이터 전압을 상기 제2 스위칭 트랜지스터의 입력 단자에 전달하는 제4 스위칭 트랜지스터, 그리고

상기 제2 주사 신호에 따라 상기 구동 전압을 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 연결하는 제5 스위칭 트랜지스터

를 포함하는 표시 장치.

청구항 5

제4항에서,

상기 제1 주사 신호는 동시에 상기 제1 및 제3 스위칭 트랜지스터를 턴 온시키고 상기 제2 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키거나 상기 제1 및 제3 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키고 상기 제2 스위칭 트랜지스터를 턴 온시키는 표시 장치.

청구항 6

제5항에서,

상기 제2 주사 신호는 동시에 상기 제4 스위칭 트랜지스터를 턴 온시키고 상기 제5 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키거나 상기 제4 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키고 상기 제5 스위칭 트랜지스터를 턴 온시키는 표시 장치.

청구항 7

제6항에서,

상기 제1 내지 제5 스위칭 트랜지스터 및 상기 구동 트랜지스터는 다결정 규소를 포함하는 표시 장치.

청구항 8

제7항에서,

상기 구동 트랜지스터는 p채널 박막 트랜지스터인 표시 장치.

청구항 9

제8항에서,

상기 제1, 제3 및 제4 스위칭 트랜지스터와 상기 제2 및 제5 스위칭 트랜지스터는 서로 다른 채널형을 가지는 표시 장치.

청구항 10

제1항에서,

상기 화소는 상기 제1 노드와 제2 기준 전압 사이에 연결되어 있는 제2 축전기를 더 포함하는 표시 장치.

청구항 11

제10항에서,

상기 제2 기준 전압은 상기 구동 전압과 동일한 표시 장치.

청구항 12

제1항에서,

상기 제1 기준 전압은 상기 데이터 전압과 동일한 표시 장치.

청구항 13

발광 소자,

제1 및 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 축전기,

입력 단자, 상기 발광 소자에 연결되어 있는 출력 단자, 그리고 상기 제2 노드에 연결되어 있는 제어 단자를 가지는 구동 트랜지스터,

제1 주사 신호에 응답하여 동작하며 제1 기준 전압과 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 스위칭 트랜지스터,

상기 제1 주사 신호에 응답하여 동작하며 데이터 전압과 상기 제1 노드 사이에 연결되어 있는 제2 스위칭 트랜지스터,

상기 제1 주사 신호에 응답하여 동작하며 상기 제1 노드와 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자 사이에 연결되어 있는 제3 스위칭 트랜지스터,

제2 주사 신호에 응답하여 동작하며 상기 데이터 전압과 상기 제2 스위칭 트랜지스터의 입력 단자 사이에 연결되어 있는 제4 스위칭 트랜지스터, 그리고

상기 제2 주사 신호에 응답하여 동작하며 구동 전압과 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자 사이에 연결되어 있는 제5 스위칭 트랜지스터

를 포함하는 표시 장치.

청구항 14

제13항에서,

차례로 이어지는 제1 내지 제4 구간 중에서,

상기 제1 구간 동안 상기 제1, 제3 및 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제2 및 제4 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있으며,

상기 제2 구간 동안 상기 제1 및 제3 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제2 및 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있으며,

상기 제3 구간 동안 상기 제2 및 제4 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제1, 제3 및 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있으며,

상기 제4 구간 동안 상기 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제1, 제3 및 제4 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있는

표시 장치.

청구항 15

제13항에서,

상기 제1 노드와 제2 기준 전압 사이에 연결되어 있는 제2 축전기를 더 포함하는 표시 장치.

청구항 16

제15항에서,

상기 제2 기준 전압은 상기 구동 전압과 동일한 표시 장치.

청구항 17

제13항에서,

상기 제1 기준 전압은 상기 데이터 전압과 동일한 표시 장치.

청구항 18

발광 소자, 제1 및 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 축전기, 상기 제1 노드에 연결되어 있는 한 단자를 포함하는 제2 축전기, 그리고 입력 단자, 출력 단자, 그리고 상기 제2 노드에 연결되어 있는 제어 단자를 가지는 구동 트랜지스터를 포함하는 표시 장치의 구동 방법으로서,

제1 기준 전압을 상기 제2 노드에 인가하는 제1 인가 단계,

구동 전압을 상기 제1 노드에 인가하는 제2 인가 단계,

상기 제1 축전기에 충전된 전압을 방전시키는 단계,

데이터 전압을 상기 제1 노드에 인가하는 제3 인가 단계, 그리고

상기 구동 전압을 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 인가하는 제4 인가 단계

를 포함하는 표시 장치의 구동 방법.

청구항 19

제18항에서,

상기 제2 인가 단계는 상기 제1 노드와 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를 연결하는 단계를 포함하는 표시 장치의 구동 방법.

청구항 20

제18항에서,

상기 방전 단계는 상기 제1 노드 및 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를상기 구동 전압으로부터 분리하는 단계를 포함하는 표시 장치의 구동 방법.

청구항 21

제18항에서,

상기 제3 인가 단계는 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를 고립시키는 단계를 포함하는 표시 장치의 구동 방법.

청구항 22

제21항에서,

상기 고립 단계는 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를 상기 제1 노드로부터 분리하는 단계를 포함하는 표시 장치의 구동 방법.

청구항 23

제18항에서,

상기 제3 인가 단계는 상기 제2 노드를 상기 제1 기준 전압으로부터 분리하는 단계를 더 포함하는 표시 장치의 구동 방법.

청구항 24

제18항에서,

상기 제2 축전기의 나머지 한 단자는 상기 구동 전압의 단자와 연결되어 있는 표시 장치의 구동 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0022] 본 발명은 표시 장치 및 그 구동 방법에 관한 것으로서, 특히 유기 발광 표시 장치 및 그 구동 방법에 관한 것이다.
- [0023] 일반적으로 능동형 평판 표시 장치에서는 복수의 화소가 행렬 형태로 배열되며, 주어진 휘도 정보에 따라 각 화소의 광 강도를 제어함으로써 화상을 표시한다. 이 중 유기 발광 표시 장치는 형광성 유기 물질을 전기적으로 여기 발광시켜 화상을 표시하는 표시 장치로서, 자기 발광형이고 소비 전력이 작으며, 시야각이 넓고 화소의 응답 속도가 빠르므로 고화질의 동영상 표시하기 용이하다.
- [0024] 유기 발광 표시 장치는 유기 발광 소자(organic light emitting element)와 이를 구동하는 박막 트랜지스터(thin film transistor, TFT)를 구비한다. 이 박막 트랜지스터는 활성층(active layer)의 종류에 따라 다결정 규소(poly crystalline silicon) 박막 트랜지스터와 비정질 규소(amorphous silicon) 박막 트랜지스터 등으로 구분된다.
- [0025] 비정질 규소는 낮은 온도에서 증착하여 박막을 형성하는 것이 가능하며, 주로 낮은 용융점을 가지는 유리를 기판으로 사용하는 표시 장치의 스위칭 소자의 반도체층에 많이 사용한다. 그러나 비정질 규소 박막 트랜지스터는 낮은 전자 이동도(mobility) 등으로 인하여 표시 소자의 대면적화에 어려움이 있다. 또한 비정질 규소 박막 트랜지스터는 제어 단자에 지속적으로 직류 전압을 인가함에 따라 문턱 전압이 천이되어 열화될 수 있다. 이것은 유기 발광 표시 장치의 수명을 단축시키는 큰 요인이 된다.
- [0026] 따라서 높은 전자 이동도를 가지고 고주파 동작 특성이 좋으며 누설 전류(leakage current)가 낮은 다결정 규소 박막 트랜지스터의 응용이 요구되고 있다. 특히 저온 다결정 규소(low temperature polycrystalline

silicon, LTPS) 백플레인(backplane)을 이용하면 수명 문제는 상당 부분 해결된다. 그러나 레이저 결정화에 따른 레이저 샷 자국은 하나의 패널 내의 구동 트랜지스터들의 문턱 전압에 편차를 가져오고 이에 따라 화면 균일도가 저하된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0027] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다결정 규소 박막 트랜지스터를 구비하며 문턱 전압의 편차를 보상할 수 있는 유기 발광 표시 장치 및 그 구동 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

[0028] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 한 실시예에 따른 표시 장치는, 발광 소자, 제1 및 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 축전기, 입력 단자, 출력 단자, 그리고 상기 제2 노드에 연결되어 있는 제어 단자를 가지며, 상기 발광 소자가 발광하도록 상기 발광 소자에 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터, 제1 주사 신호에 따라 제1 기준 전압을 상기 구동 트랜지스터에 공급하고 상기 제1 노드를 데이터 전압에 연결하거나 상기 구동 트랜지스터에 연결하는 제1 스위칭부, 그리고 제2 주사 신호에 따라 구동 전압을 상기 구동 트랜지스터에 공급하고 상기 제1 노드를 상기 데이터 전압에 연결하는 제2 스위칭부를 포함하는 복수의 화소를 포함한다.

[0029] 상기 제1 스위칭부는 상기 제1 주사 신호에 따라 상기 제1 기준 전압을 상기 구동 트랜지스터의 제어 단자에 연결하는 제1 스위칭 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0030] 상기 제1 스위칭부는, 상기 제1 주사 신호에 따라 상기 데이터 전압을 상기 제1 노드에 연결하는 제2 스위칭 트랜지스터, 그리고 상기 제1 주사 신호에 따라 상기 제1 노드를 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 연결하는 제3 스위칭 트랜지스터를 더 포함할 수 있다.

[0031] 상기 제2 스위칭부는, 상기 제2 주사 신호에 따라 상기 데이터 전압을 상기 제1 노드에 연결하는 제4 스위칭 트랜지스터, 그리고 상기 제2 주사 신호에 따라 상기 구동 전압을 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 연결하는 제5 스위칭 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 제1 주사 신호는 실질적으로 동시에 상기 제1 및 제3 스위칭 트랜지스터를 턴 온시키고 상기 제2 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키거나 상기 제1 및 제3 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키고 상기 제2 스위칭 트랜지스터를 턴 온시킬 수 있다.

[0033] 상기 제2 주사 신호는 실질적으로 동시에 상기 제4 스위칭 트랜지스터를 턴 온시키고 상기 제5 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키거나 상기 제4 스위칭 트랜지스터를 턴 오프시키고 상기 제5 스위칭 트랜지스터를 턴 온시킬 수 있다.

[0034] 상기 제1 내지 제5 스위칭 트랜지스터 및 상기 구동 트랜지스터는 다결정 규소를 포함할 수 있다.

[0035] 상기 구동 트랜지스터는 p채널 박막 트랜지스터일 수 있다.

[0036] 상기 제1, 제3 및 제4 스위칭 트랜지스터와 상기 제2 및 제5 스위칭 트랜지스터는 서로 다른 채널형을 가질 수 있다.

[0037] 상기 화소는 상기 제1 노드와 제2 기준 전압 사이에 연결되어 있는 제2 축전기를 더 포함할 수 있다.

[0038] 상기 제2 기준 전압은 상기 구동 전압과 동일할 수 있다.

[0039] 상기 제1 기준 전압은 상기 데이터 전압과 동일할 수 있다.

[0040] 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치는, 발광 소자, 제1 및 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 축전기, 입력 단자, 상기 발광 소자에 연결되어 있는 출력 단자, 그리고 상기 제2 노드에 연결되어 있는 제어 단자를 가지는 구동 트랜지스터, 제1 주사 신호에 응답하여 동작하며 제1 기준 전압과 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 스위칭 트랜지스터, 상기 제1 주사 신호에 응답하여 동작하며 데이터 전압과 상기 제1 노드 사이에 연결되어 있는 제2 스위칭 트랜지스터, 상기 제1 주사 신호에 응답하여 동작하며 상기 제1 노드와 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자 사이에 연결되어 있는 제3 스위칭 트랜지스터, 제2 주사 신호에 응답하여 동작하며 상기 데이터 전압과 상기 제1 노드 사이에 연결되어 있는 제4 스위칭 트랜지스터, 그리고 상기 제2 주사 신호에 응답하여 동작하며 구동 전압과 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자 사이에 연결되어 있는 제5 스위칭

트랜지스터를 포함한다.

- [0041] 차례로 이어지는 제1 내지 제4 구간 중에서, 상기 제1 구간 동안 상기 제1, 제3 및 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제2 및 제4 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있으며, 상기 제2 구간 동안 상기 제1 및 제3 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제2 및 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있으며, 상기 제3 구간 동안 상기 제2 및 제4 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제1, 제3 및 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있으며, 상기 제4 구간 동안 상기 제5 스위칭 트랜지스터가 턴 온되어 있고, 상기 제1, 제3 및 제4 스위칭 트랜지스터가 턴 오프되어 있을 수 있다.
- [0042] 본 발명의 다른 실시예에 따른, 발광 소자, 제1 및 제2 노드 사이에 연결되어 있는 제1 축전기, 상기 제1 노드에 연결되어 있는 제2 축전기, 그리고 입력 단자, 출력 단자, 그리고 상기 제2 노드에 연결되어 있는 제어 단자를 가지는 구동 트랜지스터를 포함하는 표시 장치의 구동 방법은, 제1 기준 전압을 상기 제2 노드에 인가하는 제1 인가 단계, 구동 전압을 상기 제1 노드에 인가하는 제2 인가 단계, 상기 축전기에 충전된 전압을 방전시키는 단계, 데이터 전압을 상기 제1 노드에 인가하는 제3 인가 단계, 그리고 상기 구동 전압을 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자에 인가하는 제4 인가 단계를 포함한다.
- [0043] 상기 제2 인가 단계는 상기 제1 노드와 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를 연결하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 방전 단계는 상기 제1 노드 및 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를 상기 구동 전압으로부터 분리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0045] 상기 제3 인가 단계는 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를 고립시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 고립 단계는 상기 구동 트랜지스터의 입력 단자를 상기 제1 노드로부터 분리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0047] 상기 제3 인가 단계는 상기 제2 노드를 상기 제1 기준 전압으로부터 분리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 제2 축전기에 상기 구동 전압을 인가하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0049] 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0050] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다. 또한 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 다른 부분과 "직접" 연결되어 있는 경우뿐 아니라 또 다른 부분을 "통하여" 연결되어 있는 경우도 포함한다.
- [0051] 이제 본 발명의 실시예에 따른 표시 장치 및 그 구동 방법에 대하여 첨부한 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.
- [0052] 먼저, 도 1 및 도 2를 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 설명한다.
- [0053] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 한 화소에 대한 등가 회로도이다.
- [0054] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 표시판(display panel)(300)과 이에 연결된 주사 구동부(400), 데이터 구동부(500) 및 발광 구동부(700), 그리고 이들을 제어하는 신호 제어부(600)를 포함한다.
- [0055] 표시판(300)은 등가 회로로 볼 때 복수의 신호선(G_1-G_n , D_1-D_m , S_1-S_n), 복수의 전압선(도시하지 않음), 그리고 이들에 연결되어 있으며 대략 행렬의 형태로 배열된 복수의 화소(P_x)를 포함한다.
- [0056] 신호선(G_1-G_n , D_1-D_m , S_1-S_n)은 주사 신호를 전달하는 복수의 주사 신호선(G_1-G_n), 데이터 신호를 전달하는 복수의 데이터선(D_1-D_m) 및 발광 신호를 전달하는 복수의 발광 신호선(S_1-S_n)을 포함한다. 주사 신호선(G_1-G_n) 및 발광 신호선(S_1-S_n)은 대략 행 방향으로 뻗어 있으며 서로가 거의 평행하며, 한 화소(P_x)에 하나씩 연결되어

있다. 데이터선(D_i-D_m)은 대략 열 방향으로 뻗어 있으며 서로가 거의 평행하다.

- [0057] 전압선은 구동 전압(V_{dd})을 전달하는 구동 전압선(도시하지 않음)을 포함한다.
- [0058] 도 2에 도시한 바와 같이, 각 화소(Px)는 유기 발광 소자(LD), 구동 트랜지스터(Qd), 2개의 축전기(C1, C2) 및 5개의 스위칭 트랜지스터(Qs1-Qs5)를 포함한다.
- [0059] 구동 트랜지스터(Qd)는 출력 단자(Nd), 입력 단자(Ns) 및 제어 단자(Ng)를 가지며, 출력 단자(Nd) 및 입력 단자(Ns)는 각각 유기 발광 소자(LD) 및 구동 전압(V_{dd})에 연결되어 있고, 제어 단자(Ng)는 축전기(C2)와 스위칭 트랜지스터(Qs1)가 연결되어 있는 노드(N2)에 연결되어 있다.
- [0060] 축전기(C1)의 일단은 축전기(C2) 및 스위칭 트랜지스터(Q2, Q3)가 연결되어 있는 노드(N1)에 연결되어 있고, 타단은 구동 전압(V_{dd})에 연결되어 있다. 축전기(C2)는 노드(N1)와 노드(N2) 사이에 연결되어 있다.
- [0061] 유기 발광 소자(LD)의 애노드(anode)와 캐소드(cathode)는 각각 구동 트랜지스터(Qd)와 공통 전압(V_{ss})에 연결되어 있다. 유기 발광 소자(LD)는 구동 트랜지스터(Qd)가 공급하는 전류(I_{LD})의 크기에 따라 세기를 달리하여 발광함으로써 화상을 표시하며, 이 전류(I_{LD})의 크기는 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)와 입력 단자(Ns) 사이의 전압(V_{gs})의 크기에 의존한다.
- [0062] 스위칭 트랜지스터(Qs1-Qs3)는 주사 신호(VG_i)에 응답하여 동작한다.
- [0063] 스위칭 트랜지스터(Qs1)는 데이터 전압(V_{dat})과 노드(N2) 사이에 연결되어 있고, 스위칭 트랜지스터(Qs2)는 스위칭 트랜지스터(Qs4)와 노드(N1) 사이에 연결되어 있으며, 스위칭 트랜지스터(Qs3)는 노드(N1)와 구동 트랜지스터(Qd)의 입력 단자(Ns) 사이에 연결되어 있다.
- [0064] 스위칭 트랜지스터(Qs4, Qs5)는 발광 신호(VS_i)에 응답하여 동작한다.
- [0065] 스위칭 트랜지스터(Qs4)는 데이터 전압(V_{dat})과 스위칭 트랜지스터(Qs2) 사이에 연결되어 있고, 스위칭 트랜지스터(Qs5)는 구동 전압(V_{dd})과 구동 트랜지스터(Qd)의 입력 단자(Ns) 사이에 연결되어 있다.
- [0066] 스위칭 트랜지스터(Qs1, Qs3, Qs4)는 다결정 규소로 이루어진 n채널 박막 트랜지스터로 이루어져 있고, 스위칭 및 구동 트랜지스터(Qs2, Qs5, Qd)는 다결정 규소로 이루어진 p채널 박막 트랜지스터로 이루어진다. 그러나 이들은 비정질 규소로 이루어진 박막 트랜지스터로도 형성할 수 있으며, 채널형(channel type)도 바뀔 수 있다.
- [0067] 그러면, 이러한 유기 발광 표시 장치의 구동 트랜지스터(Qd)와 유기 발광 소자(LD)의 구조에 대하여 도 3 및 도 4를 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0068] 도 3은 도 2에 도시한 유기 발광 표시 장치의 한 화소의 구동 트랜지스터와 유기 발광 소자의 단면을 도시한 단면도이고, 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 유기 발광 소자의 개략도이다.
- [0069] 도 3에 도시한 바와 같이, 투명한 절연 기관(110) 위에 차단막(blocking film)(111)이 형성되어 있다. 차단막(111)은 산화규소(SiO₂) 또는 질화규소(SiNx) 등으로 만들어지며 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0070] 차단막(111) 위에는 다결정 규소 따위로 만들어진 반도체(151)가 형성되어 있다.
- [0071] 반도체(151)는 도전성 불순물을 함유하는 불순물 영역(extrinsic region)과 도전성 불순물을 거의 함유하지 않은 진성 영역(intrinsic region)을 포함하며, 불순물 영역은 불순물 농도가 높은 고농도 영역(heavily doped region)과 불순물 농도가 낮은 저농도 영역(lightly doped region)을 포함한다.
- [0072] 진성 영역은 채널 영역(channel region)(154)을 포함한다. 그리고 고농도 불순물 영역은 채널 영역(154)을 중심으로 양쪽으로 분리되어 있는 소스 및 드레인 영역(source/drain region)(153, 155)을 포함한다. 그리고 저농도 불순물 영역(152)은 소스 및 드레인 영역(153, 155)과 채널 영역(154) 사이에 위치하며 그 폭이 다른 영역보다 좁다.
- [0073] 여기에서 도전성 불순물로는 붕소(B), 갈륨(Ga) 등의 p형 불순물과 인(P), 비소(As) 등의 n형 불순물을 들 수 있다. 저농도 불순물 영역(152)은 박막 트랜지스터의 누설 전류(leakage current)나 펀치스루(punch through) 현상이 발생하는 것을 방지한다. 저농도 불순물 영역(152)은 불순물이 들어있지 않은 오프셋(offset) 영역으로 대체할 수 있으며 p형의 경우 생략할 수 있다.

- [0074] 반도체(151) 위에는 질화규소(SiNx) 또는 산화규소(SiO₂)로 만들어진 수백 Å 두께의 게이트 절연막(gate insulating layer)(140)이 형성되어 있다.
- [0075] 게이트 절연막(140) 위에는 반도체(151)의 채널 영역(154)과 중첩하는 제어 단자 전극(control electrode)(124)이 형성되어 있다. 제어 단자 전극(124)은 알루미늄(Al)이나 알루미늄 합금 등 알루미늄 계열 금속, 은(Ag)이나 은 합금 등은 계열의 금속, 구리(Cu)나 구리 합금 등 구리 계열의 금속, 몰리브덴(Mo)이나 몰리브덴 합금 등 몰리브덴 계열의 금속, 크롬(Cr), 탄탈륨(Ta) 및 티타늄(Ti) 따위로 만들어질 수 있다. 그러나 제어 단자 전극(124)은 물리적 성질이 다른 두 개의 도전막(도시하지 않음)을 포함하는 다층막 구조를 가질 수도 있다. 이 중 한 도전막은 신호 지연이나 전압 강하를 줄일 수 있도록 낮은 비저항(resistivity)의 금속, 예를 들면 알루미늄 계열 금속, 은 계열 금속, 구리 계열 금속 등으로 만들어진다. 이와는 달리, 다른 도전막은 다른 물질, 특히 ITO(indium tin oxide) 및 IZO(indium zinc oxide)와의 물리적, 화학적, 전기적 접촉 특성이 우수한 물질, 이를테면 몰리브덴 계열 금속, 크롬, 티타늄, 탄탈륨 등으로 만들어진다. 이러한 조합의 좋은 예로는 크롬 하부막과 알루미늄(합금) 상부막 및 알루미늄(합금) 하부막과 몰리브덴(합금) 상부막을 들 수 있다. 그러나 제어 단자 전극(124)은 다양한 여러 가지 금속과 도전체로 만들어질 수 있다. 제어 단자 전극(124)의 측면은 상부의 박막이 부드럽게 연결될 수 있도록 기판(110)의 표면에 대하여 경사져 있다.
- [0076] 제어 단자 전극(124) 및 게이트 절연막(140) 위에는 층간 절연막(interlayer insulating film)(160)이 형성되어 있다. 층간 절연막(160)은 질화규소 등 무기물, 유기물, 저유전율 절연물 따위로 만들어진다. 저유전율 절연물은 플라즈마 화학 기상 증착(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD)으로 형성되는 a-Si:C:O, a-Si:O:F 등을 들 수 있다. 층간 절연막(160)을 이루는 물질은 평탄화 특성 또는 감광성(photosensitivity)을 가질 수 있다.
- [0077] 층간 절연막(160) 및 게이트 절연막(140)에는 소스 및 드레인 영역(153, 155)을 노출하는 접촉 구멍(163, 165)이 형성되어 있다.
- [0078] 층간 절연막(160) 위에는 입력 단자 전극(input electrode)(173) 및 출력 단자 전극(output electrode)(175)이 형성되어 있다.
- [0079] 입력 단자 전극(173)과 출력 단자 전극(175)은 서로 분리되어 있으며 제어 단자 전극(124)을 중심으로 서로 마주본다. 입력 단자 전극(173)과 출력 단자 전극(175)은 접촉 구멍(163, 165)을 통하여 소스 및 드레인 영역(153, 155)과 연결되어 있다.
- [0080] 제어 단자 전극(124), 입력 단자 전극(173) 및 출력 단자 전극(175)은 반도체(151)와 함께 구동 트랜지스터(Qd)를 이룬다.
- [0081] 입력 단자 전극(173) 및 출력 단자 전극(175)은 몰리브덴, 크롬, 탄탈륨, 티타늄 따위의 내화성 금속(refractory metal) 또는 이들의 합금으로 만들어지는 것이 바람직하다. 그러나 이들 또한 내화성 금속 따위의 하부막(도시하지 않음)과 그 위에 위치한 저저항 물질 상부막(도시하지 않음)을 포함하는 다층막 구조를 가질 수 있다. 다층막 구조의 예로는 크롬 또는 몰리브덴(합금) 하부막과 알루미늄 상부막의 이중막, 몰리브덴(합금) 하부막 - 알루미늄(합금) 중간막 - 몰리브덴(합금) 상부막의 삼중막을 들 수 있다. 입력 단자 전극(173) 및 출력 단자 전극(175)의 측면 또한 기판(110) 면에 대하여 경사진 것이 바람직하다.
- [0082] 입력 단자 전극(173), 출력 단자 전극(175) 및 층간 절연막(160) 위에는 보호막(passivation layer)(180)이 형성되어 있다. 보호막(180)은 층간 절연막(160)과 동일한 물질로 만들어질 수 있으며 보호막(180)에는 출력 단자 전극(175)을 드러내는 접촉 구멍(185)이 형성되어 있다.
- [0083] 보호막(180) 위에는 화소 전극(pixel electrode)(190)이 형성되어 있다. 화소 전극(190)은 접촉 구멍(185)을 통하여 출력 단자 전극(175)과 물리적/전기적으로 연결되어 있으며, ITO 또는 IZO 등의 투명한 도전 물질이나 알루미늄 또는 은 합금의 반사성이 우수한 금속으로 만들어질 수 있다.
- [0084] 보호막(180) 위에는 또한 격벽(360)이 형성되어 있다. 격벽(360)은 화소 전극(190) 가장자리 주변을 둑(bank)처럼 개구부(opening)를 정의하며 유기 절연 물질 또는 무기 절연 물질로 만들어진다.
- [0085] 격벽(360)에 둘러싸인 화소 전극(190) 위의 영역에는 유기 발광 부재(370)가 형성되어 있다.
- [0086] 유기 발광 부재(370)는, 도 4에 도시한 바와 같이, 발광층(emitting layer)(EML) 외에 발광층(EML)의 발광 효율을 향상시키기 위한 부대층들을 포함하는 다층 구조를 가진다. 부대층에는 전자와 정공의 균형을 맞추기

위한 전자 수송층(electron transport layer)(ETL) 및 정공 수송층(hole transport layer)(HTL)과 전자와 정공의 주입을 강화하기 위한 전자 주입층(electron injecting layer)(EIL) 및 정공 주입층(hole injecting layer)(HIL)을 포함할 수 있다. 부대층은 생략될 수 있다.

- [0087] 격벽(360) 및 유기 발광 부재(370) 위에는 공통 전극(270)이 형성되어 있다. 공통 전극(270)은 공통 전압(V_{ss})을 인가받으며, 칼슘(Ca), 바륨(Ba), 알루미늄, 은 등을 포함하는 반사성 금속 또는 ITO 또는 IZO 등의 투명한 도전 물질로 만들어진다.
- [0088] 불투명한 화소 전극(190)과 투명한 공통 전극(270)은 표시판(300)의 상부 방향으로 화상을 표시하는 전면 발광(top emission) 방식의 유기 발광 표시 장치에 적용하며, 투명한 화소 전극(190)과 불투명한 공통 전극(270)은 표시판(300)의 아래 방향으로 화상을 표시하는 배면 발광(bottom emission) 방식의 유기 발광 표시 장치에 적용한다.
- [0089] 화소 전극(190), 유기 발광 부재(370) 및 공통 전극(270)은 도 2에 도시한 유기 발광 소자(LD)를 이루며, 화소 전극(190)이 애노드, 공통 전극(270)이 캐소드가 되거나 반대로 화소 전극(190)이 캐소드, 공통 전극(190)이 애노드가 된다. 유기 발광 소자(LD)는 유기 발광 부재(370)의 재료에 따라 기본색(primary color) 중 한 색상의 빛을 낸다. 기본색의 예로는 적색, 녹색, 청색의 삼원색을 들 수 있으며 삼원색의 공간적 합으로 원하는 색상을 표시한다.
- [0090] 다시 도 1을 참조하면, 주사 구동부(400)는 표시판(300)의 주사 신호선(G₁-G_n)에 연결되어 고전압(V_{on})과 저전압(V_{off})의 조합으로 이루어진 주사 신호(VG₁-VG_n)를 주사 신호선(G₁-G_n)에 각각 인가한다.
- [0091] 발광 구동부(700)는 표시판(300)의 발광 신호선(S₁-S_n)에 연결되어 고전압(V_{on})과 저전압(V_{off})의 조합으로 이루어진 발광 신호(VS₁-VS_n)를 발광 신호선(S₁-S_n)에 각각 인가한다.
- [0092] 고전압(V_{on})은 스위칭 트랜지스터(Qs1, Qs3, Qs4)를 턴 온시키나 스위칭 트랜지스터(Qs2, Qs5)를 턴 오프시키며, 저전압(V_{off})은 스위칭 트랜지스터(Qs1, Qs3, Qs4)를 턴 오프시키나 스위칭 트랜지스터(Qs2, Qs5)를 턴 온시킨다.
- [0093] 데이터 구동부(500)는 표시판(300)의 데이터선(D₁-D_m)에 연결되어 화상 신호를 나타내는 데이터 전압(V_{dat})을 데이터선(D₁-D_m)에 인가한다.
- [0094] 신호 제어부(600)는 주사 구동부(400), 데이터 구동부(500) 및 발광 구동부(700) 등의 동작을 제어한다.
- [0095] 주사 구동부(400), 데이터 구동부(500) 또는 발광 구동부(700)는 복수의 구동 집적 회로 칩의 형태로 표시판(300) 위에 직접 장착되거나, 가요성 인쇄 회로막(flexible printed circuit film)(도시하지 않음) 위에 장착되어 TCP(tape carrier package)의 형태로 표시판(300)에 부착될 수도 있다. 이와는 달리, 주사 구동부(400), 데이터 구동부(500) 또는 발광 구동부(700)는 표시판(300)에 집적될 수도 있다. 한편, 데이터 구동부(500)와 신호 제어부(600) 등은 하나의 IC(one-chip)에 집적되어 구현될 수도 있다. 이때, 주사 구동부(400) 및 발광 구동부(700)는 선택적으로 이러한 IC 안에 집적될 수 있다.
- [0096] 그러면 이러한 유기 발광 표시 장치의 표시 동작에 대하여 도 5 내지 도 9를 도 1과 함께 참고로 하여 상세하게 설명한다.
- [0097] 도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 구동 신호를 도시한 타이밍도의 예이고, 도 6 내지 도 9는 각각 도 5에 도시한 각 구간에서의 한 화소에 대한 등가 회로도이다.
- [0098] 신호 제어부(600)는 외부의 그래픽 제어기(도시하지 않음)로부터 입력 영상 신호(R, G, B) 및 이의 표시를 제어하는 입력 제어 신호, 예를 들면 수직 동기 신호(Vsync)와 수평 동기 신호(Hsync), 메인 클럭(MCLK), 데이터 인에이블 신호(DE) 등을 제공받는다. 신호 제어부(600)는 입력 영상 신호(R, G, B)와 입력 제어 신호를 기초로 영상 신호(R, G, B)를 표시판(300)의 동작 조건에 맞게 적절히 처리하고 주사 제어 신호(CONT1), 데이터 제어 신호(CONT2) 및 발광 제어 신호(CONT3) 등을 생성한 후, 주사 제어 신호(CONT1)를 주사 구동부(400)로 내보내고 데이터 제어 신호(CONT2)와 처리한 영상 신호(DAT)는 데이터 구동부(500)로 내보내며, 발광 제어 신호(CONT3)는 발광 구동부(700)로 내보낸다.
- [0099] 주사 제어 신호(CONT1)는 주사 신호(VG₁-VG_n)의 주사 시작을 지시하는 수직 동기 시작 신호(STV), 고전압(V_{on}) 및 저전압(V_{off})의 출력을 제어하는 적어도 하나의 클럭 신호 등을 포함한다. 게이트 제어 신호(CONT1)는 또

한 고전압(Von)의 지속 시간을 한정하는 출력 인에이블 신호(OE)를 포함할 수 있다.

[0100] 데이터 제어 신호(CONT2)는 한 화소 행의 데이터 전송을 알리는 수평 동기 시작 신호(STH)와 데이터 구동선(S₁-S_k)에 해당 데이터 전압을 인가하라는 로드 신호(LOAD) 및 데이터 클럭 신호(HCLK) 등을 포함한다.

[0101] 발광 제어 신호(CONT3)는 발광 신호(VS₁-VS_n)의 주사 시작을 지시하는 동기 신호와 고전압(Von) 및 저전압(Voff)의 출력을 제어하는 적어도 하나의 클럭 신호 등을 포함하며, 고전압(Von)의 지속 시간을 한정하는 신호를 포함할 수 있다.

[0102] 여기에서 특정 화소 행, 예를 들면 i 번째 행에 초점을 맞추어 설명한다.

[0103] 먼저, 데이터 구동부(500)는 신호 제어부(600)로부터의 데이터 제어 신호(CONT2)에 따라 i 번째 행의 화소(P_x)에 대한 영상 데이터(DAT)를 차례로 입력받아 시프트시키고, 각 영상 데이터(DAT)에 대응하는 데이터 전압(Vdat)을 해당 데이터선(D₁-D_m)에 인가한다.

[0104] 주사 구동부(400)는 신호 제어부(600)로부터의 주사 제어 신호(CONT1)에 따라 주사 신호선(G_i)에 인가되는 주사 신호(VG_i)를 고전압(Von)으로 바꾼다. 그러면 주사 신호선(G_i)에 연결된 i 번째 화소 행의 스위칭 트랜지스터(Qs1, Qs3)가 턴 온되고, 스위칭 트랜지스터(Qs2)는 턴 오프된다. 이때 발광 구동부(700)는 발광 신호선(S_i)에 인가되는 발광 신호(VS_i)를 저전압(Voff)으로 유지하므로 발광 신호선(S_i)에 연결된 i 번째 화소 행의 스위칭 트랜지스터(Qs4)는 턴 오프 상태를 유지하고, 스위칭 트랜지스터(Qs5)는 턴 온 상태를 유지한다.

[0105] 이와 같은 상태에 있는 화소(P_x)의 등가 회로가 도 6에 도시되어 있으며 이 구간을 선충전 구간(T1)이라 한다.

[0106] 도 6에 도시한 바와 같이, 노드(N1) 및 구동 트랜지스터(Qd)의 입력 단자(Ns)에는 구동 전압(Vdd)이 인가되고 노드(N2), 즉 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)에는 데이터 전압(Vdat)이 인가된다. 두 노드(N1, N2) 사이의 전압 차는 축전기(C2)에 저장된다. 이때 구동 전압(Vdd)은 데이터 전압(Vdat)보다 충분히 높아 구동 트랜지스터(Qd)를 턴 온시킬 수 있는 정도의 크기인 것이 바람직하다.

[0107] 그러므로 구동 트랜지스터(Qd)는 턴 온되어 데이터 전압(Vdat) 및 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)에 의존하는 전류를 출력 단자(Nd)를 통하여 유기 발광 소자(LD)에 공급하고, 이에 따라 유기 발광 소자(OLED)는 발광한다. 그러나 선충전 구간(T1)의 길이는 한 프레임에 비하여 매우 작으므로 이 구간(T1)에서의 유기 발광 소자(LD)의 발광은 시인되지 않을 뿐만 아니라 표시하려는 휘도에 거의 영향을 미치지 않는다.

[0108] 이어 발광 구동부(700)가 신호 제어부(600)로부터의 발광 제어 신호(CONT3)에 따라 발광 신호(VS_i)를 고전압(Von)으로 바꾸어 스위칭 트랜지스터(Qs4)를 턴 온시키고 스위칭 트랜지스터(Qs5)를 턴 오프시킴으로써 방전 구간(T2)이 시작된다. 주사 신호(VG_i)는 이 구간(T2)에서도 고전압(Von)을 계속 유지하므로 스위칭 트랜지스터(Qs1, Qs3)는 온 상태를 유지하고, 스위칭 트랜지스터(Qs2)는 오프 상태를 유지한다.

[0109] 그러면 도 7에 도시한 바와 같이 구동 전압(Vdd)은 노드(N1)와 구동 트랜지스터(Qd)의 입력 단자(Ns)로부터 분리된다.

[0110] 한편 구동 전압(Vdd)이 데이터 전압(Vdat)보다 크기 때문에, 방전 구간(T2)이 시작될 때 구동 트랜지스터(Qd)는 턴 온 상태를 유지한다. 따라서 축전기(C2)에 충전되어 있는 전하들이 구동 트랜지스터(Qd)를 통하여 방전된다. 이 방전은 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)와 입력 단자(Ns) 사이의 전압 차가 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)이 될 때까지 지속하다가 멈춘다. 이때 노드(N1)에서의 전압(VN1)은 다음과 같은 전압 값으로 수렴하고, 축전기(C2)에는 문턱 전압(Vth)이 저장된다.

수학식 1

[0111] $VN1 = Vdat - Vth$

[0112] 그런 후 주사 구동부(400)는 주사 제어 신호(CONT1)에 따라 주사 신호(VG_i)를 저전압(Voff)으로 바꾸어 스위칭 트랜지스터(Qs1, Qs3)를 턴 오프시키고 스위칭 트랜지스터(Qs2)를 턴 온시킴으로써 데이터 입력 구간(T3)이 시작된다. 발광 신호(VS_i)는 이 구간(T3)에서도 고전압(Von)을 계속 유지하므로 스위칭 트랜지스터(Qs4)

는 턴 온 상태를 유지하고 스위칭 트랜지스터(Qs5)는 턴 오프 상태를 유지한다.

[0113] 그러면 도 8에 도시한 바와 같이 구동 트랜지스터(Qd)의 입력 단자(Ns)는 노드(N1)로부터 분리되어 고립(floating) 상태가 되고, 노드(N1)는 데이터 전압(Vdat)에 연결된다. 따라서 축전기(C2)에 문턱 전압(Vth)이 저장되어 있고 축전기(C2)를 통한 전류 흐름은 없으므로 노드(N2)에서의 전압(VN2)은 다음과 같게 된다.

수학식 2

$$VN2 = Vdat + Vth$$

[0114] 또한 축전기(C1)에는 다음과 같은 전압(VC1)이 충전된다.
 [0115]

수학식 3

$$VC1 = Vdd - Vdat$$

[0116] 주사 신호(VGi)를 저전압(Voff)으로 바꾼 후 소정 시간이 경과하면 발광 구동부(700)가 발광 신호(VSi)를 저전압(Voff)으로 바꾸어 스위칭 트랜지스터(Qs4)를 턴 오프시키고 스위칭 트랜지스터(Qs5)를 턴 온시킴으로써 발광 구간(T4)이 시작된다. 주사 신호(VGi)는 이 구간(T4)에서도 저전압(Voff)을 계속 유지한다.
 [0117]

[0118] 그러면 도 9에 도시한 바와 같이 구동 트랜지스터(Qd)의 입력 단자(Ns)는 구동 전압(Vdd)에 연결되고 노드(N1)는 데이터 전압(Vdat)으로부터 차단된다. 구동 전압(Vdd)은 구동 트랜지스터(Qd)가 포화 영역에서 구동하도록 적절히 높은 값으로 설정된다. 이에 따라 구동 트랜지스터(Qd)는 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)와 입력 단자(Ns) 사이의 전압 차(Vgs)에 의하여 제어되는 출력 전류(ILD)를 출력 단자(Nd)를 통하여 유기 발광 소자(LD)에 공급한다. 유기 발광 소자(LD)는 출력 전류(ILD)의 크기에 따라 세기를 달리하여 발광함으로써 해당 화상을 표시한다.

[0119] 그런데 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)에는 전류 흐름이 실질적으로 없으므로 데이터 입력 구간(T3)에서 축전기(C1, C2)에 충전된 전압은 발광 구간(T4)에서도 유지되며, 따라서 노드(N2)에도 [수학식 2]에서의 전압(VN2)이 유지된다. 따라서 발광 구간(T4) 동안 구동 트랜지스터(Qd)에 의하여 유기 발광 소자(LD)에 흐르는 구동 전류(ILD)는 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)과 무관하게 다음과 같이 결정된다.

수학식 4

$$I_{LD} = 1/2 \times K \times (Vgs - Vth)^2$$

$$= 1/2 \times K \times (VN2 - Vdd - Vth)^2$$

$$= 1/2 \times K \times (Vdat + Vth - Vdd - Vth)^2$$

$$= 1/2 \times K \times (Vdat - Vdd)^2$$

[0124] 여기서, K는 박막 트랜지스터의 특성에 따른 상수로서, $K = \mu \cdot C_i \cdot W/L$ 이며, μ 는 전계 효과 이동도, C_i 는 절연층의 용량, W는 구동 트랜지스터(Qd)의 채널 폭, L은 구동 트랜지스터(Qd)의 채널 길이를 나타낸다.

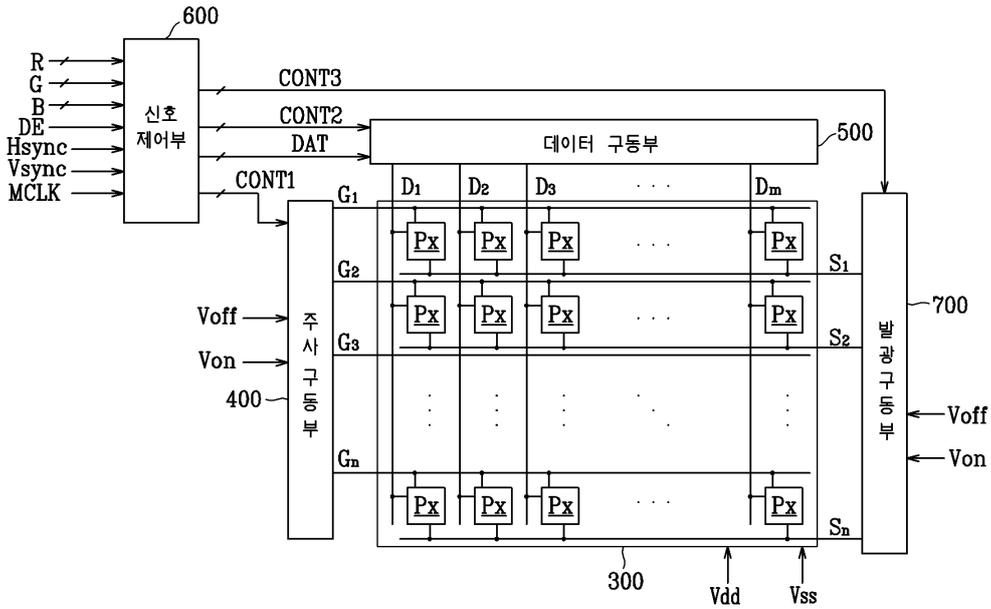
[0125] [수학식 4]에 의하면 발광 구간(T4)에서의 출력 전류(ILD)는 오로지 데이터 전압(Vdat)과 구동 전압(Vdd)에 의해서만 결정된다. 따라서 출력 전류(ILD)는 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)에 영향을 받지 않으므로 각 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)에 편차가 있더라도 균일한 영상을 표시할 수 있다.

[0126] 발광 구간(T4)은 다음 프레임에서 i 번째 행의 화소(Px)에 대한 선충전 구간(T1)이 다시 시작될 때까지 지속되며 그 다음 행의 화소(Px)에 대하여도 앞서 설명한 각 구간(T1~T4)에서의 동작을 동일하게 반복한다. 다만 예를 들면, (i+1) 번째 행의 선충전 구간(T1)은 i 번째 행의 데이터 입력 구간(T3)이 종료된 후 시작하도록 한다. 이러한 방식으로, 모든 주사 신호선(G1-Gn) 및 발광 신호선(S1-Sn)에 대하여 차례로 구간(T1~T4) 제어를 수행하여 모든 화소(Px)에 해당 화상을 표시한다.

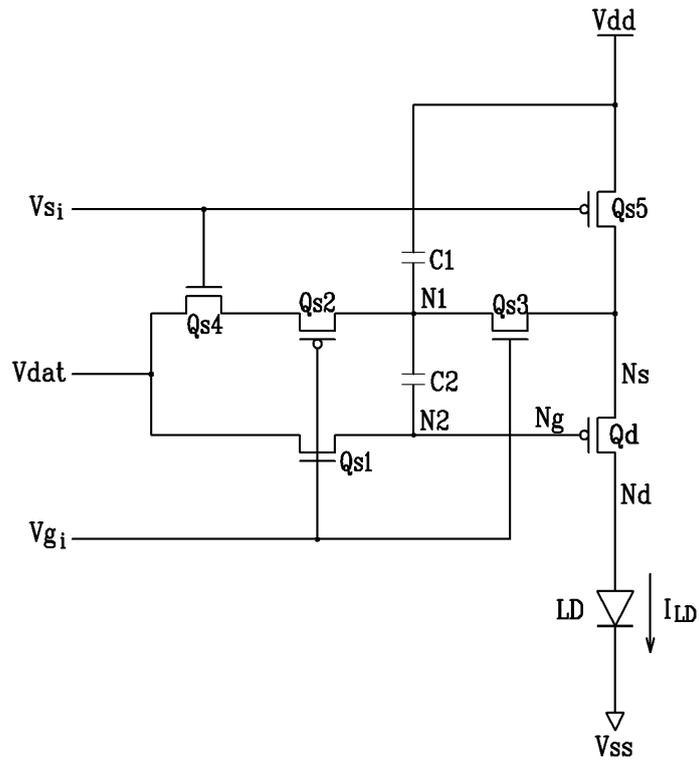
- [0127] 각 구간(T1~T4)의 길이는 필요에 따라 조정할 수 있다. 데이터 구동부(500)는 선충전 구간(T1)에서 데이터 전압(Vdat)을 데이터선(D₁-D_m)에 인가할 수도 있다. 그러나 데이터 전압(Vdat)이 방전 구간(T2)에서 변동되지 않도록 한다.
- [0128] 한편 통상의 유기 발광 표시 장치는 구동 트랜지스터를 초기화하기 위하여 제어 단자와 출력 단자를 다이오드 연결하며, 이를 위하여 양 단자 사이에 스위칭 트랜지스터를 구비하고 있다. 그런데 이러한 스위칭 트랜지스터의 게이트와 소스 사이의 기생 용량은 박막 트랜지스터의 구조에 따라서 변동이 심하므로 다이오드 연결된 구동 트랜지스터를 초기화하지 못할 수도 있다. 따라서 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하지 못하여 불균일한 화면이 표시될 수 있다.
- [0129] 그러나 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서는 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)와 출력 단자(Ns)를 다이오드 연결하지 않고 선충전 구간(T1)에서 제어 단자(Ng)에는 데이터 전압(Vdat)을, 입력 단자(Ns)에는 구동 전압(Vdd)을 직접 인가하여 구동 트랜지스터(Qd)를 초기화하므로 안정적으로 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압을 보상할 수 있다.
- [0130] 그러면 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에서 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)의 편차에 따른 모의 시험 결과에 대하여 도 10을 참고로 하여 설명한다.
- [0131] 도 10은 본 발명의 한 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 구동 신호 및 구동 트랜지스터의 문턱 전압에 따른 제어 단자 전압과 출력 전류를 보여주는 파형도이다.
- [0132] 도 10에 도시한 파형도는 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)이 -1.0V, -1.5V 및 -2.0V인 경우의 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자 전압(Vng)과 출력 전류(I_{LD})를 보여준다. 모의 실험은 SPICE(simulation program with integrated circuit emphasis)를 이용하여 수행하였다. 모의 실험 조건으로서, 고전압(Von)은 10V, 저전압(Voff)은 -4V, 그리고 데이터 전압(Vdat)은 대략 2.5V로 하였다. 이러한 실험 조건 하에서 각 경우에 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)에는 대략 0.5V씩 다른 전압이 인가되며, 이에 따라 유기 발광 소자(LD)에 흐르는 구동 전류(I_{LD})는 실질적으로 일정한 것을 확인할 수 있다.
- [0133] 이러한 모의 실험 결과는 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 의하면 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)에 편차가 있더라도 이를 보상할 수 있다는 것을 보여준다.
- [0134] 그러면 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 도 11 및 도 12를 참고하여 설명한다.
- [0135] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 한 화소에 대한 등가 회로도이고, 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 구동 신호를 도시한 타이밍도의 예이다.
- [0136] 도 11에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 각 화소는 유기 발광 소자(LD), 구동 트랜지스터(Qd), 2개의 축전기(C1, C2) 및 5개의 스위칭 트랜지스터(Qs1-Qs5)를 포함한다.
- [0137] 도 11에 도시한 화소의 스위칭 트랜지스터(Qs1-Qs5)의 채널형은 도 2에 도시한 화소의 스위칭 트랜지스터(Qs1-Qs5)의 채널형과 반대이다. 따라서 스위칭 트랜지스터(Qs1, Qs3, Qs4)는 p채널 박막 트랜지스터이고, 스위칭 트랜지스터(Qs2, Qs5)는 n채널 박막 트랜지스터이다. 이것을 제외하면 두 화소는 실질적으로 동일하므로 도 11에 도시한 화소에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0138] 스위칭 트랜지스터(Qs1-Qs5)의 채널형이 바뀌면 각 스위칭 트랜지스터(Qs1-Qs5)가 턴 온/오프되는 전압도 바뀐다. 따라서 도 12에 도시한 바와 같이, 주사 신호(VG_i) 및 발광 신호(VS_i)의 전압 레벨은 도 5에 도시한 것과 반대가 된다. 본 실시예에서의 구간(T1-T4)별 표시 동작은 앞선 실시예에서와 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0139] 그러면 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 도 13 및 도 14를 참고하여 설명한다.
- [0140] 도 13 및 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 한 화소에 대한 등가 회로도이다.
- [0141] 도 13에 도시한 화소는 그 스위칭 트랜지스터(Qs1)가 기준 전압(Vref)과 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng) 사이에 연결되어 있는 것을 제외하고 도 2에 도시한 화소의 스위칭 트랜지스터와 실질적으로 동일하다. 따라서 선충전 구간(T1) 및 방전 구간(T2)에서 스위칭 트랜지스터(Qs1)는 턴 온되어 구동 트랜지스터(Qd)의 제어 단자(Ng)에는 일정한 기준 전압(Vref)이 인가된다. 그러면 앞선 실시예에서와 달리 변동하는 데이터 전압(Vdat)이 인가되지 않으므로 구동 트랜지스터(Qd)의 문턱 전압(Vth)을 보다 안정적으로 보상할 수 있다.

도면

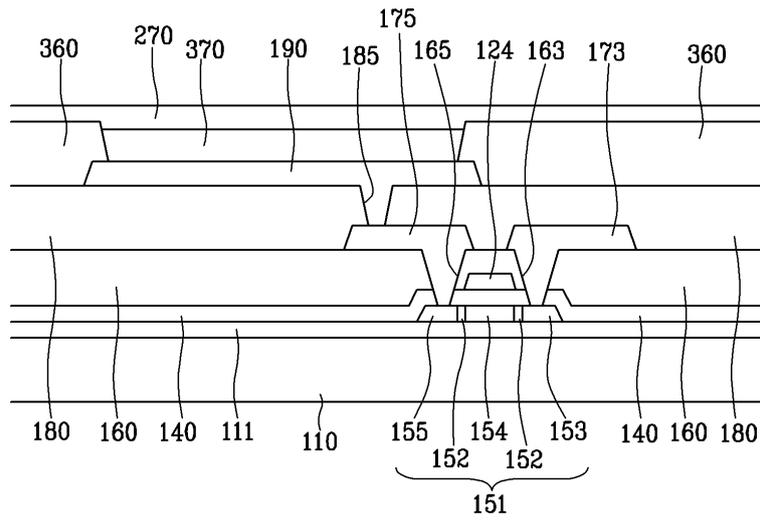
도면1



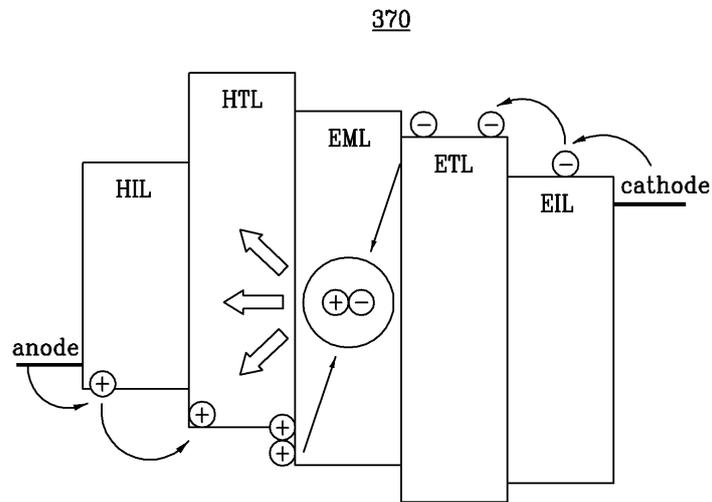
도면2



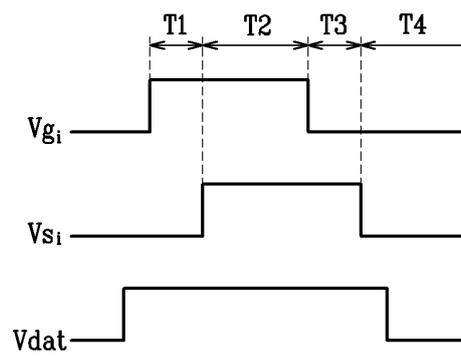
도면3



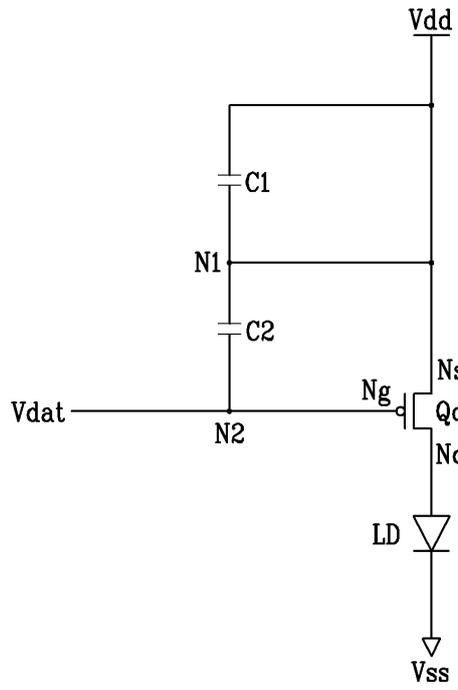
도면4



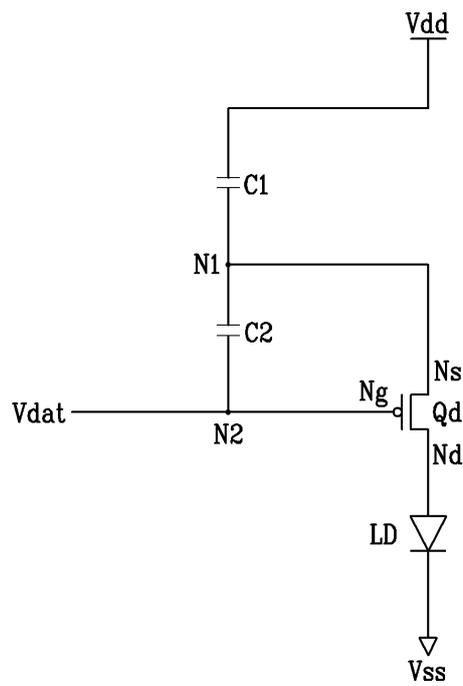
도면5



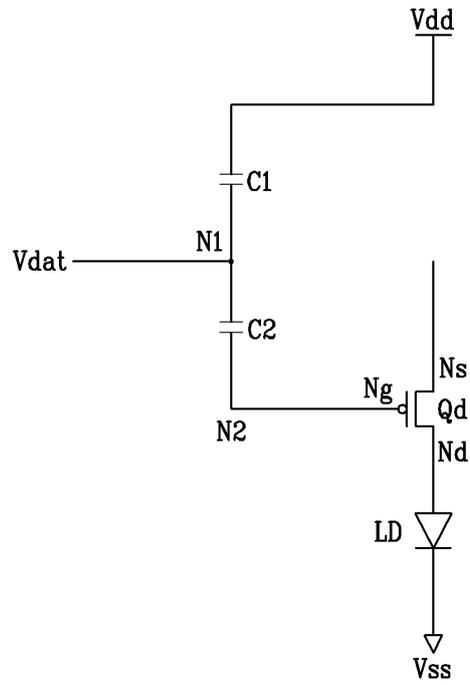
도면6



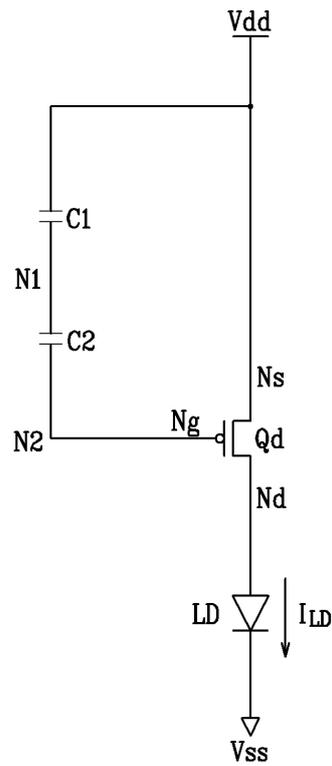
도면7



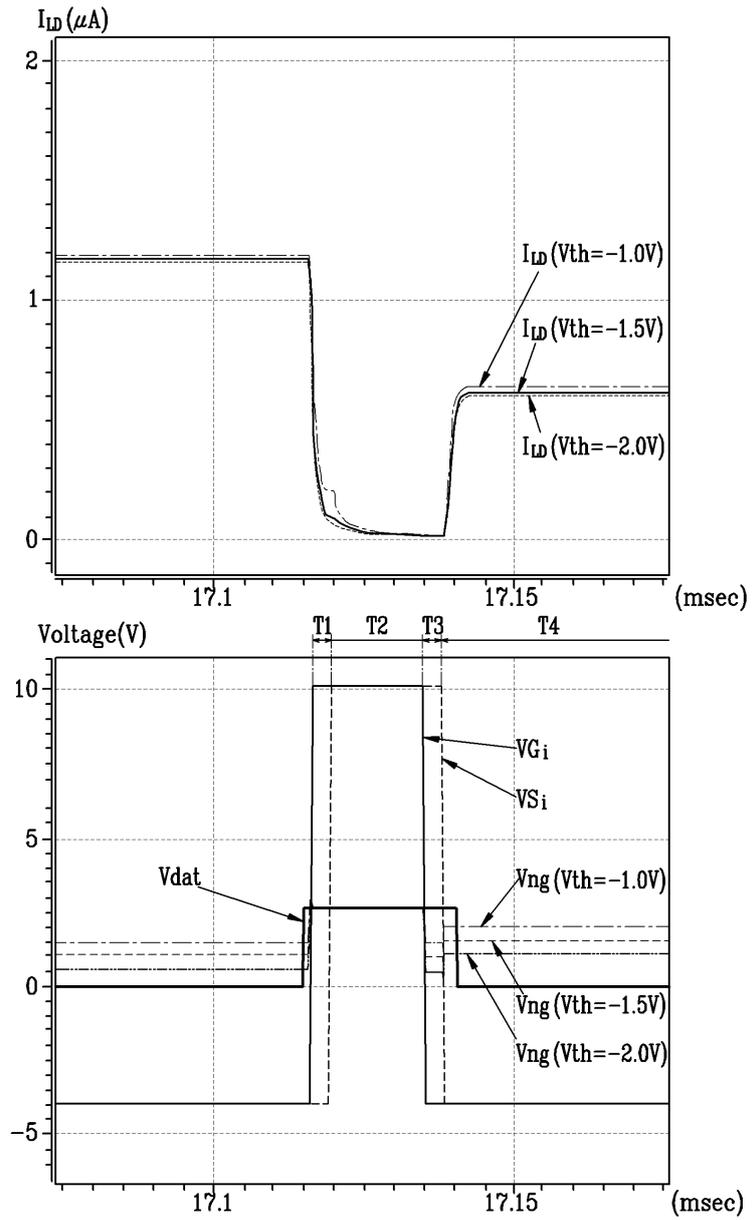
도면8



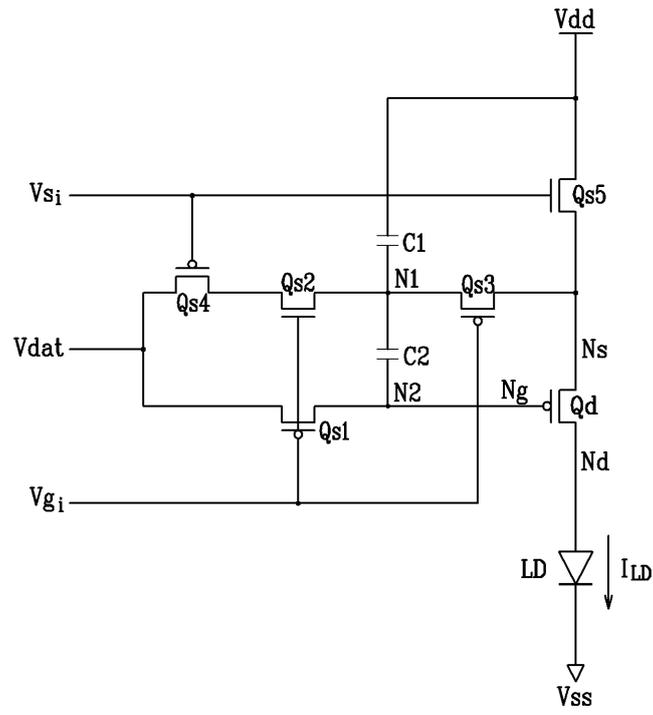
도면9



도면10



도면11



도면12

