

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G09G 3/30 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년09월22일 10-0627417 2006년09월15일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2005-0078729 2005년08월26일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
------------------------	--------------------------------	------------------------

(73) 특허권자	삼성에스디아이 주식회사 경기 수원시 영통구 신동 575
(72) 발명자	신동용 서울특별시 관악구 봉천1동 969-37
(74) 대리인	유미특허법인

심사관 : 최정운

(54) 유기 발광 표시 장치 및 그 구동 방법

요약

유기 발광 표시 장치의 화소 회로에서, 제1 트랜지스터의 제1 전극은 제1 전원에 연결되어 있으며, 제1 커패시터는 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제1 전원 사이에 연결되어 있다. 제2 트랜지스터는 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전원 사이에 연결되어 있으며, 제1 제어 신호의 온 전압에 응답하여 턴온된다. 제3 트랜지스터의 제1 전극은 제1 전원에 연결되어 있으며, 제3 트랜지스터의 제2 전극은 제1 트랜지스터의 제어 전극에 연결되어 있다. 데이터 전압을 전달하는 데이터선에 연결되어 있는 제1 전극을 가지는 제4 트랜지스터는 제2 제어 신호의 온 전압에 응답하여 데이터 전압을 전달한다. 제2 커패시터는 제4 트랜지스터로부터의 데이터 전압을 저장하여 제1 트랜지스터의 제1 전극과 제어 전극 사이의 전압을 결정하며, 문턱 전압 보상부 제2 커패시터와 함께 제3 트랜지스터의 문턱 전압을 보상한다. 제5 트랜지스터는 제3 제어 신호의 온 전압에 응답하여 제1 트랜지스터의 제2 전극의 전류를 유기 발광 소자로 전달하며, 광전 변환 소자는 유기 발광 소자의 광량에 대응하는 전류를 제2 커패시터로 전달한다.

대표도

도 4

색인어

OLED, 휘도, 보상, 광학 피드백

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 평면도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 화소 회로의 개략적인 회로도이다.

도 3은 도 2의 화소 회로의 신호 타이밍도이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 화소 회로의 개략적인 회로도이다.

도 5는 도 4의 화소 회로의 신호 타이밍도이다.

도 6a 내지 도 6d는 각각 도 5의 신호 타이밍에 따른 도 4의 화소 회로의 동작을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 화소 회로의 개략적인 회로도이다.

도 8은 도 7의 화소 회로의 신호 타이밍도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유기 발광 표시 장치 및 그 구동 방법에 관한 것이다.

유기 발광 표시 장치는 유기 화합물을 전기적으로 여기시켜 발광시키는 표시 장치로서, 행렬 형태로 배열된 복수의 유기 발광 소자들을 구동하여 영상을 표현할 수 있도록 되어 있다. 이러한 유기 발광 소자는 다이오드 특성을 가져서 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode, OLED)로 불리며, 일반적으로 애노드 전극층, 유기 박막 및 캐소드 전극층의 구조를 가지고 있다.

그런데 유기 발광 소자는 시간 경과에 따라 휘도가 떨어지는 문제점이 있어서 화소에 광학 피드백(optical feedback)을 적용하는 방법이 제안되고 있다. 광학 피드백은 화소에 형성된 유기 발광 소자의 발광량을 측정하고 측정값을 피드백하여 유기 발광 소자의 휘도 열화를 보정하는 기술이다. 이러한 광학 피드백을 적용한 화소 회로로서, D. A. Fish 등의 논문(D. A. Fish, M. J. Childs, S. C. Deane, J. M. Shannon, W. A. Steer, N. D. Young, A. Giraldo, H. Lifka, W. Oepts, "Improved optical feedback for OLED differential ageing correction", Journal of the SID 13/2, 2005)에 개시된 화소 회로가 있다.

Fish의 화소 회로는 구동 트랜지스터의 게이트와 소스 사이에 연결된 저장 커패시터에 일정 전압을 저장하고 저장 커패시터에 연결된 제어 트랜지스터의 턴온 시간을 조절하여 계조를 표현한다. 이를 위해 Fish의 화소 회로는 제어 트랜지스터의 게이트와 소스 사이에 연결된 제어 커패시터에 계조에 해당하는 데이터를 저장하고, 유기 발광 소자에서 발광되는 빛의 양에 따라 제어 커패시터의 전압을 조절하여 제어 트랜지스터의 턴온 시간을 제어한다.

그런데 제조 공정의 불균일성에 의해 화소마다 제어 트랜지스터의 문턱 전압에서 편차가 발생하여, 동일한 계조에 대해서 제어 트랜지스터의 턴온 시간이 달라질 수 있다. 그러면 유기 발광 표시 장치에서는 화소 사이에 휘도 편차가 발생하여 균일한 화질을 얻을 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 트랜지스터의 문턱 전압의 편차를 보상할 수 있는 광학 피드백 화소 회로를 가지는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

이러한 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 한 실시예에 따르면 제1 내지 제5 트랜지스터, 제1 및 제2 커패시터, 문턱 전압 보상부, 유기 발광 소자 및 광전 변환 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치가 제공된다. 제1 트랜지스터의 제1 전극은 제1 전원에 연결되어 있으며, 제1 커패시터는 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제1 전원 사이에 연결되어 있다. 제2 트랜지스터

는 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전원 사이에 연결되어 있으며, 제1 제어 신호의 온 전압에 응답하여 턴온된다. 제3 트랜지스터의 제1 전극은 제1 전원에 연결되어 있으며, 제3 트랜지스터의 제2 전극은 제1 트랜지스터의 제어 전극에 연결되어 있다. 데이터 전압을 전달하는 데이터선에 연결되어 있는 제1 전극을 가지는 제4 트랜지스터는 제2 제어 신호의 온 전압에 응답하여 데이터 전압을 전달한다. 제2 커패시터는 제4 트랜지스터로부터의 데이터 전압을 저장하여 제1 트랜지스터의 제1 전극과 제어 전극 사이의 전압을 결정하며, 문턱 전압 보상부 제2 커패시터와 함께 제3 트랜지스터의 문턱 전압을 보상한다. 제5 트랜지스터는 제3 제어 신호의 온 전압에 응답하여 제1 트랜지스터의 제2 전극의 전류를 유기 발광 소자로 전달하며, 광전 변환 소자는 유기 발광 소자의 광량에 대응하는 전류를 제2 커패시터로 전달한다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면, 제1 내지 제3 트랜지스터, 제1 커패시터, 문턱 전압 보상부, 유기 발광 소자 및 광전 변환 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치가 제공된다. 제1 트랜지스터의 제1 전극은 제1 전원에 연결되어 있으며, 데이터 전압을 전달하는 데이터선에 연결되어 있는 제1 전극을 가지는 제2 트랜지스터는 제1 제어 신호의 온 전압에 응답하여 데이터 전압을 전달한다. 제1 커패시터는 제2 트랜지스터로부터의 데이터 전압을 저장하여 제1 트랜지스터의 제1 전극과 제어 전극 사이의 전압을 결정하며, 문턱 전압 보상부는 제1 커패시터와 함께 제1 트랜지스터의 문턱 전압을 보상한다. 제3 트랜지스터는 제2 제어 신호의 온 전압에 응답하여 제1 트랜지스터의 제2 전극의 전류를 유기 발광 소자로 전달하며, 광전 변환 소자는 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제1 전원 사이에 연결되어 유기 발광 소자의 광량에 대응하는 전류를 생성한다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 유기 발광 소자와 상기 유기 발광 소자의 광량에 대응하는 전류를 생성하는 광전 변환 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치의 구동 방법이 제공된다. 이 구동 방법은 제1 전압을 공급하는 제1 전원에 제1 전극이 각각 연결되어 있는 제1 및 제2 트랜지스터, 제1 전원에 제1 전극이 연결되어 있는 제1 커패시터, 제1 트랜지스터의 제어 전극에 제1 전극이 연결되어 있는 제2 커패시터, 및 제2 트랜지스터의 제1 전극과 제어 전극 사이에 연결되어 있는 제3 커패시터를 제공하는 단계를 포함한다. 이 구동 방법은 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전극을 연결하고 제2 커패시터의 제2 전극을 상기 제1 전원에 연결하는 단계를 포함한다. 그리고 이 구동 방법은 제3 커패시터에 제2 전압을 저장하는 단계 및 제2 커패시터의 제2 전극을 제1 커패시터의 제2 전극에 연결하고 제1 및 제2 커패시터의 제2 전극에 데이터 전압을 인가하는 단계를 포함한다. 또한, 이 구동 방법은 제2 트랜지스터의 제2 전극의 전류를 유기 발광 소자로 전달하는 단계 및 광전 변환 소자의 전류를 제2 커패시터의 제1 전극에 인가하는 단계를 포함한다.

아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

이제 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치 및 그 구동 방법에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 개략적인 평면도이다.

도 1에 도시한 바와 같이, 유기 발광 표시 장치는 표시 영역(100), 주사 구동부(200), 발광 제어 구동부(300) 및 데이터 구동부(400)를 포함한다.

표시 영역(100)은 복수의 데이터선(D₁-D_m), 복수의 주사선(S₁-S_n), 복수의 발광 제어선(Em₁-Em_n) 및 복수의 화소(110)를 포함하며, 이들은 기판(도시하지 않음) 위에 형성되어 있다.

복수의 데이터선(D₁-D_m)은 열 방향으로 뻗어 있으며 각각 계조를 나타내는 데이터 전압을 복수의 화소(110)로 전달하며, 복수의 주사선(S₁-S_n) 및 복수의 발광 제어선(Em₁-Em_n)은 행 방향으로 뻗어 있으며 각각 선택 신호 및 발광 제어 신호를 복수의 화소(110)로 전달한다. 그리고 각 화소(110)는 복수의 주사선(S₁-S_n) 중 해당하는 주사선과 복수의 데이터선(D₁-D_m) 중 해당하는 데이터선에 의해 정의되는 화소 영역에 형성되어 있다.

한편, 색 표시를 구현하기 위해서는 각 화소가 원색 중 하나의 색상을 고유하게 표시하거나 각 화소가 시간에 따라 변하여 원색을 표시하게 하여, 이들 원색의 공간적 또는 시간적 합으로 원하는 색상이 인식되도록 한다. 원색의 예로는 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)을 들 수 있다. 이때, 시간적 합으로 색상을 표시하는 경우에는 한 화소에서 시간적으로 R, G 및 B 색상이 번갈아 표시되어서 한 색상이 구현된다. 그리고 공간적 합으로 색상을 표시하는 경우에는 R 화소, G 화소 및 B 화소의 세 화소에 의해 한 색상이 구현되며, 이때 각 화소를 부화소라 부르고 세 개의 R, G 및 B 부화소를 합쳐서 하나의 화소라 부르기도 한다.

데이터 구동부(400)는 표시 영역(100)의 데이터선(D₁-D_m)에 연결되어 데이터 전압을 데이터선(D₁-D_m)에 인가한다. 주사 구동부(200) 및 발광 제어 구동부(300)는 게이트 온 전압과 게이트 오프 전압의 조합으로 이루어지는 선택 신호와 발광 제어 신호를 생성하고, 선택 신호와 발광 제어 신호를 각각 주사선(S₁-S_n) 및 발광 제어선(Em₁-Em_n)에 차례로 인가한다. 이때, 선택 신호 및 발광 제어 신호가 게이트 온 전압을 가지는 경우에, 해당 주사선 및 발광 제어 신호에 게이트가 각각 연결되어 있는 화소(110)의 트랜지스터가 턴온된다.

이때, 주사 구동부(200), 발광 제어 구동부(300) 및/또는 데이터 구동부(400)는 표시 영역(100)이 형성된 기판 위에 집적 회로 형태로 직접 장착될 수 있다. 또는 주사 구동부(200), 발광 제어 구동부(300) 및/또는 데이터 구동부(400)를 표시 영역(100)이 형성된 기판 위에서 주사선(S₁-S_n), 발광 제어선(Em₁-Em_n), 데이터선(D₁-D_m) 및 화소(110)의 트랜지스터를 형성하는 층과 동일 또는 유사한 층들로 형성할 수도 있다. 또는 주사 구동부(200), 발광 제어 구동부(300) 및/또는 데이터 구동부(400)를 표시 영역(100)이 형성된 기판에 접착되어 전기적으로 연결된 TCP(tape carrier package), FPC(flexible printed circuit) 또는 TAB(tape automatic bonding)에 칩 등의 형태로 장착할 수도 있다. 그리고 도 1과 달리 주사 구동부(200)와 발광 제어 구동부(300)를 하나의 구동부로 형성할 수도 있다.

다음, 도 2를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 화소(110)에 형성된 화소 회로(111)에 대하여 상세하게 설명한다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 화소 회로(111)의 개략적인 회로도이며, 도 3은 도 2의 화소 회로(111)의 신호 타이밍도이다. 도 2 및 도 3에서는 설명의 편의상 j번째 데이터선(D_j)과 i번째 주사선(S_i)에 연결된 화소 회로만을 도시하였다 (여기서, j는 1과 m 사이의 정수이고, i는 1과 n 사이의 정수임).

한편, 하나의 화소 회로에서 주사선에 관한 용어를 정의하면, 데이터 전압을 전달할 수 있도록 데이터선에 연결된 트랜지스터를 동작시키는 선택 신호를 전달하는 주사선을 "현재 주사선"이라 하고, 현재 선택 신호 직전에 선택 신호를 전달하는 주사선을 "직전 주사선"이라 한다. 그리고 현재 주사선 및 직전 주사선이 전달하는 선택 신호를 각각 "현재 선택 신호" 및 "직전 선택 신호"라 한다.

도 2에 도시한 바와 같이, 제1 실시예에 따른 화소 회로(111)는 구동 트랜지스터(M11), 스위칭 트랜지스터(M12), 커패시터(C_{st1}), 문턱 전압 보상부, 발광 제어 트랜지스터(M15), 유기 발광 소자(OLED) 및 광전 변환 소자(PD)를 포함하며, 문턱 전압 보상부는 트랜지스터(M13, M14) 및 커패시터(C_{vth1})를 포함한다. 도 2에서는 트랜지스터(M11-M15)를 p채널 전계 효과 트랜지스터, 특히 PMOS(p-channel metal oxide semiconductor) 트랜지스터로 도시하였다. 이들 트랜지스터(M11-M15)는 소스와 드레인을 두 전극으로 가지고 게이트를 제어 전극으로 가진다.

구동 트랜지스터(M11)는 전원(VDD)에 연결되어 있는 소스를 가지며, 구동 트랜지스터(M11)의 드레인과 유기 발광 소자(OLED)의 애노드 사이에 발광 제어 트랜지스터(M15)가 연결되어 있다. 유기 발광 소자(OLED)의 캐소드는 전원(VDD)이 공급하는 전압(V_{DD})보다 낮은 전압을 공급하는 전원(VSS)에 연결되어 있으며, 인가되는 전류의 크기에 대응하는 밝기로 발광한다. 발광 제어 트랜지스터(M15)는 발광 제어선(Em₁)에 게이트가 연결되어 있으며, 발광 제어선(Em₁)으로부터의 로우 레벨의 발광 제어 신호에 응답하여 구동 트랜지스터(M11)로부터의 전류를 유기 발광 소자(OLED)로 전달한다.

현재 주사선(S_i)에 연결된 게이트와 데이터선(D_j)에 연결된 소스를 가지는 트랜지스터(M12)는 현재 주사선(S_i)으로부터의 로우 레벨의 선택 신호에 응답하여 데이터선(D_j)으로부터의 데이터 전압을 전달한다. 커패시터(C_{st1})는 제1 전극이 전원(VDD)에 연결되어 있으며 제2 전극이 트랜지스터(M12)의 드레인에 연결되어 있다. 커패시터(C_{vth1})의 제1 전극은 트랜지스터(M11)의 게이트에 연결되어 있으며, 커패시터(C_{vth1})의 제2 전극은 커패시터(C_{st1})의 제2 전극에 연결되어 있다. 트

랜지스터(M13)는 전원(VDD)과 커패시터(C_{st1})의 제2 전극 사이에 연결되어 있으며, 직전 주사선(S_{i-1})에 연결되어 있는 게이트를 가진다. 그리고 직전 주사선(S_{j-1})에 연결된 게이트를 가지는 트랜지스터(M14)는 구동 트랜지스터(M11)의 게이트와 드레인 사이에 연결되어, 직전 주사선(S_{i-1})으로부터의 로우 레벨의 선택 신호에 응답하여 구동 트랜지스터(M11)를 다이오드 형태로 연결한다.

광전 변환 소자(PD)는 전원(VDD)과 구동 트랜지스터(M11)의 게이트 사이에 연결되어, 유기 발광 소자(OLED)로부터의 광량에 대응하는 전기 신호(전류)를 출력한다. 유기 발광 표시 장치의 화소 회로(111)에서는 예를 들어 포토 다이오드 또는 포토 트랜지스터를 광전 변환 소자(PD)로 사용할 수 있다. 도 2에서는 전원(VDD)에 연결된 캐소드와 트랜지스터(M11)의 게이트에 연결된 애노드를 가지는 포토 다이오드를 광전 변환 소자(PD)로 도시하였으며, 포토 다이오드(PD)는 광량에 대응하여 역방향 전류를 생성한다. 그리고 광전 변환 소자(PD)는 유기 발광 소자(OLED)의 광량을 정확하게 검출하기 위해 유기 발광 소자(OLED)에 대향하는 위치에 형성될 수 있다.

다음, 도 3을 참조하여 도 2의 화소 회로(111)의 동작에 대해서 설명한다. 도 3에서 직전 및 현재 주사선(S_{i-1}, S_i)이 전달하는 선택 신호를 각각 select[i-1] 및 select[i]로 도시하고, 발광 제어선(Em_j)이 전달하는 발광 제어 신호를 emit[i]로 도시하였다.

먼저, T11 기간에서 직전 선택 신호(select[i-1])가 로우 레벨로 되고 발광 제어 신호(emit[i])가 하이 레벨로 된다. 그러면 트랜지스터(M14)가 턴온되어 구동 트랜지스터(M11)는 다이오드 형태로 연결된다. 그리고 트랜지스터(M13)가 턴온되어 커패시터(C_{vth1})의 제2 전극이 트랜지스터(M13)를 통하여 전원(VDD)에 연결되고, 트랜지스터(M15)가 턴오프되어 구동 트랜지스터(M11)와 유기 발광 소자(OLED)가 전기적으로 차단된다. 따라서 구동 트랜지스터(M11)의 문턱 전압(V_{TH1})이 커패시터(C_{vth1})에 저장되어, 커패시터(C_{vth1})의 제1 전극, 즉 구동 트랜지스터(M11)의 게이트 전압이 (V_{DD} + V_{TH1}) 전압으로 된다.

다음, T12 기간에서 직전 선택 신호(select[i-1])가 하이 레벨로 되고 현재 선택 신호(select[i])가 로우 레벨로 된다. 그러면 트랜지스터(M13, M14)가 턴오프되고 트랜지스터(M12)가 턴온되어, 데이터선(D_j)으로부터의 데이터 전압(V_{data})이 커패시터(C_{st1}, C_{vth1})의 제2 전극에 인가된다. 그러면 커패시터(C_{vth1})에 의해 구동 트랜지스터(M11)의 게이트 전압이 (V_{TH1} + V_{data}) 전압으로 되고, 구동 트랜지스터(M11)의 게이트-소스 전압(V_{GS1})이 (V_{TH1} + V_{data} - V_{DD}) 전압으로 된다. 그리고 이 전압이 두 커패시터(C_{st1}, C_{vth1})에 저장된다.

다음, T13 기간에서 현재 선택 신호(select[i])가 하이 레벨로 되고, 발광 제어 신호(emit[i])가 로우 레벨로 된다. 그러면 트랜지스터(M15)가 턴온되어 구동 트랜지스터(M11)로부터의 전류(I_{OLED})가 유기 발광 소자(OLED)로 전달되어, 유기 발광 소자(OLED)가 발광한다. 이때, 구동 트랜지스터(M11)로부터의 전류(I_{OLED})는 구동 트랜지스터(M11)의 게이트-소스 전압(V_{GS1})에 의해 수학식 1과 같이 된다. 그리고 수학식 1의 전류(I_{OLED})는 구동 트랜지스터(M11)의 문턱 전압과 관계없으므로 화소마다의 구동 트랜지스터(M11)의 문턱 전압의 편차에 영향을 받지 않는다.

수학식 1

$$I_{OLED} = \frac{\beta}{2} (V_{GS1} - V_{TH})^2 = \frac{\beta}{2} ((V_{TH1} + V_{data} - V_{DD}) - V_{TH})^2 = \frac{\beta}{2} (V_{DD} - V_{data})^2$$

여기서, β는 구동 트랜지스터(M11)의 채널 폭, 채널 길이 및 전자 이동도 등에 의해 결정되는 상수이며, V_{DD}는 전원(VDD)에 의해 공급되는 전압이다.

그리고 광전 변환 소자(PD)에는 유기 발광 소자(OLED)로부터의 광량에 대응하는 전류가 역방향으로 흐르며, 광전 변환 소자(PD)의 전류에 따라 커패시터(C_{st1}, C_{vth1})에 저장된 전하가 변경된다. 즉, 유기 발광 소자(OLED)의 휘도에 비례하는 광전 변환 소자(PD)의 역방향 전류에 의해 커패시터(C_{vth1})의 제1 전극 전압이 증가하여, 구동 트랜지스터(M11)에서 전류가 흐르지 않게 된다. 따라서 유기 발광 소자(OLED)의 휘도가 떨어지지 않은 상태에서는 구동 트랜지스터(M11)가 빨리 턴오프되어 휘도를 낮추고, 시간 경과로 인해 유기 발광 소자(OLED)의 휘도가 떨어진 경우에는 구동 트랜지스터(M11)가 늦게 턴오프되어 휘도를 높인다. 이와 같이 해서, 도 2의 화소 회로(111)는 유기 발광 소자(OLED)의 휘도 열화를 보상할 수 있다.

또한, 도 3에 도시한 바와 같이, 직전 선택 신호(select[i-1])의 로우 레벨 초기 기간(T14)에서 발광 제어 신호(emit[i])를 로우 레벨로 할 수 있다. 이와 같이 하면, 커패시터(C_{vth1})의 전하가 전원(VSS)으로 방전되어 커패시터(C_{vth})를 초기화할 수 있다.

그리고 도 3에서는 발광 제어 신호(emit[i])를 선택 신호(select[i])가 하이 레벨로 된 후에 로우 레벨로 하였지만, 선택 신호(select[i])가 로우 레벨인 기간에서도 발광 제어 신호(emit[i])를 로우 레벨로 할 수도 있다. 다만, 이와 같이 하는 경우에는 데이터 전압(V_{data})이 인가될 때 유기 발광 소자(OLED)가 발광하므로, 구동 트랜지스터(M11)의 게이트 전압이 (V_{TH}+V_{data}) 전압까지 변경되지 않을 수도 있다.

이상, 본 발명의 제1 실시예에 따른 화소 회로(111)에 의하면, 구동 트랜지스터(M11)의 문턱 전압 편차와 유기 발광 소자(OLED)의 휘도 열화를 보상할 수 있다.

다음, 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 화소(110)에 형성된 화소 회로(112)에 대해서 설명한다.

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 화소 회로(112)의 개략적인 회로도이며, 도 5는 도 4의 화소 회로(112)의 신호 타이밍도이다.

도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 화소 회로(112)는 구동 트랜지스터(M26), 스위칭 트랜지스터(M22, M27), 제어 트랜지스터(M21), 커패시터(C_{st2}, C_d), 문턱 전압 보상부, 발광 제어 트랜지스터(M25), 유기 발광 소자(OLED) 및 광전 변환 소자(PD)를 포함하며, 문턱 전압 보상부는 트랜지스터(M23, M24) 및 커패시터(C_{vth2})를 포함한다.

구체적으로, 도 4의 화소 회로(112)에서 트랜지스터(M21, M22, M23, M24)와 커패시터(C_{st2}, C_{vth2})의 연결 관계는 도 2의 화소 회로(111)의 트랜지스터(M11, M12, M13, M14)와 커패시터(C_{st1}, C_{vth1})의 연결 관계와 동일하다. 구동 트랜지스터(M26)는 전원(VDD)에 연결되어 있는 소스를 가지며, 구동 트랜지스터(M26)의 게이트와 소스 사이에 커패시터(C_d)가 연결되어 있다. 발광 제어선(Em_i)에 게이트가 연결된 발광 제어 트랜지스터(M25)가 구동 트랜지스터(M26)의 드레인과 유기 발광 소자(OLED)의 애노드 사이에 연결되어 있으며, 유기 발광 소자(OLED)의 캐소드는 전원(VDD)보다 낮은 전압을 공급하는 전원(VSS)에 연결되어 있다. 현재 주사선(S_i)에 연결된 게이트를 가지는 트랜지스터(M27)는 전원(VDD)보다 낮은 전압을 공급하는 전원(VSS1)과 구동 트랜지스터(M26)의 게이트 사이에 연결되어, 현재 주사선(S_i)으로부터의 로우 레벨의 선택 신호(select[i])에 응답하여 전원(VSS1)의 전압(V_{SS1})을 커패시터(C_d)에 인가한다.

그리고 광전 변환 소자(PD)는 전원(VSS1)과 제어 트랜지스터(M21)의 게이트 사이에 연결되어, 유기 발광 소자(OLED)로부터의 광량에 대응하는 전기 신호(전류)를 커패시터(C_{vth2}, C_{st})에 인가한다. 도 4에서도 도 2와 같이 전원(VSS1)에 연결된 애노드와 트랜지스터(M21)의 게이트에 연결된 캐소드를 가지는 포토 다이오드를 광전 변환 소자(PD)로 도시하였다.

다음, 도 5, 도 6a 내지 도 6d를 참조하여 도 4의 화소 회로(112)의 동작에 대해서 설명한다.

먼저, T21 기간에서 발광 제어 신호(emit[i])가 하이 레벨로 되고 직전 선택 신호(select[i-1])가 로우 레벨로 된다. 그러면 도 6a에 도시한 바와 같이, 트랜지스터(M24)가 턴온되어 제어 트랜지스터(M21)는 다이오드 형태로 연결되고, 트랜지스터(M23)가 턴온되어 커패시터(C_{vth2})의 제1 전극이 트랜지스터(M23)를 통하여 전원(VDD)에 연결된다. 이때, 하이 레벨의 선택 신호(select[i])에 의해 트랜지스터(M27)가 턴오프되어 있어서, 제어 트랜지스터(M21)는 전원(VSS1)과 전기적으로 차단되어 있다. 따라서 제어 트랜지스터(M21)의 문턱 전압(V_{TH2})이 커패시터(C_{vth2})에 저장되어, 커패시터(C_{vth2})의 제1 전극, 즉 제어 트랜지스터(M21)의 게이트 전압이 (V_{DD}+V_{TH2}) 전압으로 된다.

T22 기간에서 직전 선택 신호(select[i-1])가 하이 레벨로 되고 현재 선택 신호(select[i])가 로우 레벨로 된다. 그러면 도 6b에 도시한 바와 같이 트랜지스터(M23, M24)가 턴오프되고 트랜지스터(M22)가 턴온되어, 데이터선(D_j)으로부터의 데이터 전압(V_{data})이 커패시터(C_{st2}, C_{vth2})의 제2 전극에 인가된다. 도 3의 T12 기간에서 설명한 것처럼 트랜지스터(M21)

의 게이트-소스 전압(V_{GS2})이 ($V_{TH2} + V_{data} - V_{DD}$) 전압으로 되어 두 커패시터(C_{st2} , C_{vth2})에 저장된다. 이때, 트랜지스터(M26)를 턴오프 상태로 유지시키기 위해서 데이터 전압(V_{data})은 전원(V_{DD})의 전압(V_{DD})보다 높은 전압 범위에서 계조를 나타내는 전압을 가질 수 있다. 그리고 트랜지스터(M26)가 턴온되므로 커패시터(C_d)에 두 전원(V_{DD} , V_{SS1})의 전압차에 해당하는 전압($V_{DD} - V_{SS1}$)이 저장된다.

다음, T23 기간에서 현재 선택 신호(select[i])가 하이 레벨로 되고, 발광 제어 신호(emit[i])가 로우 레벨로 된다. 그러면 도 6c에 도시한 바와 같이 트랜지스터(M25)가 턴온되어 구동 트랜지스터(M26)로부터의 전류(I_{OLED2})가 유기 발광 소자(OLED)로 전달되어, 유기 발광 소자(OLED)가 발광한다. 이때, 커패시터(C_d)에 저장된 전압($V_{DD} - V_{SS2}$)은 구동 트랜지스터(M26)가 선형 영역에서 동작할 정도의 전압 크기를 가지는 것으로 가정한다.

그리고 광전 변환 소자(PD)에는 유기 발광 소자(OLED)로부터의 광량에 대응하는 역방향 전류가 흘러서 커패시터(C_{st2} , C_{vth2})의 전하가 변경된다. 즉, 광전 변환 소자(PD)의 전류에 의해 커패시터(C_{vth2})의 제1 전극 전압인 트랜지스터(M21)의 게이트 전압이 감소한다. 커패시터(C_{vth2})의 제1 전극 전압이 트랜지스터(M21)를 턴온시킬 정도의 전압(V_{OFF})까지 감소하면, 도 6d와 같이 트랜지스터(M21)가 턴온되고 이에 따라 커패시터(C_d)가 방전되어 트랜지스터(M26)가 턴오프된다. 즉, 유기 발광 소자(OLED)의 발광이 종료된다. 이때, 두 커패시터(C_{st2} , C_{vth2})에는 ($V_{TH2} + V_{data} - V_{DD}$) 전압이 충전되어 있으므로, 커패시터(C_{vth2})의 제2 전극 전압이 V_{OFF} 전압까지 감소하는데 걸리는 시간은 데이터 전압(V_{data})에 의해 결정된다. 즉, 제2 실시예에서는 데이터 전압(V_{data})으로 유기 발광 소자(OLED)의 발광 시간을 조절하여 데이터 전압(V_{data})에 대응하는 계조를 표현할 수 있다.

그리고 트랜지스터(M21)의 게이트-소스 전압(V_{GS2})이 트랜지스터(M21)의 문턱 전압(V_{TH2}) 전압 이상으로 되면, 트랜지스터(M21)가 턴온된다. 따라서 광전 변환 소자(PD)의 전류에 의해 커패시터(C_{vth2})의 제2 전극의 전압이 ($V_{data} - V_{DD}$) 전압만큼 변하면, 트랜지스터(M21)가 턴온된다. 즉, 트랜지스터(M21)를 턴온시킬 때까지의 커패시터(C_{vth2})의 제1 전극 전압의 변화량이 트랜지스터(M21)의 문턱 전압(V_{TH2})에 영향을 받지 않으므로, 복수의 화소(110)에서의 트랜지스터(M21)의 문턱 전압의 편차를 보상할 수 있다.

또한, 시간 경과로 인해 유기 발광 소자(OLED)에서 휘도 열화가 발생하여 유기 발광 소자(OLED)의 광량이 줄어드는 경우에, 광전 변환 소자(PD)에서 생성되는 전류의 크기도 작아진다. 따라서 커패시터(C_{vth2})의 제1 전극 전압이 트랜지스터(M21)를 턴온시킬 정도의 전압까지 감소하는 시간이 길어져서, 유기 발광 소자(OLED)가 휘도 열화가 일어나지 않은 경우에 비해서 길게 발광한다. 즉, 도 4의 화소 회로(112)는 유기 발광 소자(OLED)의 휘도 열화를 보상할 수 있다.

이와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 화소 회로(112)에 의하면, 제어 트랜지스터(M21)의 문턱 전압 편차와 유기 발광 소자(OLED)의 휘도 열화를 보상할 수 있다. 또한, 구동 트랜지스터(M26)를 선형 영역에서 동작시킬 수 있다.

이상, 본 발명의 제1 및 제2 실시예에서는 화소 회로(111, 112)를 PMOS 트랜지스터로 형성하였지만, PMOS 트랜지스터와 유사한 기능을 하는 다른 트랜지스터 또는 PMOS 트랜지스터와 다른 트랜지스터의 조합으로 형성할 수도 있다. 아래에서는 도 7 및 도 8을 참조하여 도 4의 화소 회로(112)가 NMOS 트랜지스터로 형성된 실시예에 대해서 설명한다.

도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 화소 회로(112')의 개략적인 회로도이며, 도 8은 도 7의 화소 회로(112')의 신호 타이밍도이다.

도 7에 도시한 바와 같이, 제3 실시예에 따른 화소 회로(112')는 도 4의 화소 회로(112)에서 트랜지스터(M31-M37)가 NMOS 트랜지스터로 형성되어 있으며, 그 연결 구조는 도 4의 화소 회로(112)와 대칭을 이룬다.

특히, 트랜지스터(M31, M33, M37)의 소스 및 커패시터(C_{st3} , C_{d3})의 제1 전극이 전원(V_{SS2})에 연결되고, 유기 발광 소자(OLED)의 애노드가 전원(V_{SS2})보다 높은 전압을 공급하는 전원(V_{DD1})에 연결되어 있다. 그리고 트랜지스터(M37)의 드레인과 광전 변환 소자(PD)의 캐소드가 전원(V_{SS2})보다 높은 전압을 공급하는 전원(V_{DD2})에 연결되어 있다.

이때, 도 8에 도시한 바와 같이, 직전 및 직전 주사선(S_{i-1} , S_i)에 전달되는 선택 신호(select[i-1]', select[i]')와 발광 제어 선(Em_i)에 전달되는 발광 제어 신호(emit[i]')는 하이 레벨 전압을 게이트 온 전압으로 가지고 로우 레벨 전압을 게이트 오프 전압으로 가진다. 그리고 데이터 전압(V_{data})이 커패시터(C_{st3} , C_{vht3})에 기입된 시점에서 트랜지스터(M31)를 턴오프 상태로 유지시키기 위해서, 데이터 전압(V_{data})은 전원(VSS2)에서 공급하는 전압(V_{SS2})보다 낮은 전압 범위에서 계조를 나타내는 전압을 가진다.

이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

발명의 효과

이와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면 트랜지스터의 문턱 전압의 편차를 보상할 수 있으며, 또한 유기 발광 소자의 휘도 열화를 보상할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

제1 전원에 제1 전극이 연결되어 있는 제1 트랜지스터,

상기 제1 트랜지스터의 제어 전극과 상기 제1 전원 사이에 연결되어 있는 제1 커패시터,

상기 제1 트랜지스터의 상기 제어 전극과 제2 전원 사이에 연결되어 있으며, 제1 제어 신호의 온 전압에 응답하여 턴온되는 제2 트랜지스터,

제1 전극이 상기 제1 전원에 연결되고 제2 전극이 상기 제1 트랜지스터의 제어 전극에 연결되어 있는 제3 트랜지스터,

제1 전극이 데이터 전압을 전달하는 데이터선에 연결되어 있으며, 제2 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 데이터 전압을 전달하는 제4 트랜지스터,

상기 제4 트랜지스터로부터의 상기 데이터 전압을 저장하며, 상기 제1 트랜지스터의 제1 전극과 제어 전극 사이의 전압을 결정하는 제2 커패시터,

상기 제2 커패시터와 함께 상기 제3 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하는 문턱 전압 보상부,

유기 발광 소자,

제3 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 제1 트랜지스터의 제2 전극의 전류를 상기 유기 발광 소자로 전달하는 제5 트랜지스터, 그리고

상기 유기 발광 소자의 광량에 대응하는 전류를 상기 제2 커패시터로 전달하는 광전 변환 소자

를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 문턱 전압 보상부에서 상기 문턱 전압을 보상하는 기간과 상기 제1 및 제2 제어 신호가 온 전압인 기간 동안 상기 제3 제어 신호는 오프 전압을 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 커패시터의 제1 전극이 상기 제1 전원에 연결되어 있으며,

상기 문턱 전압 보상부는,

제4 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 제3 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전극을 연결하는 제6 트랜지스터,

제1 전극이 상기 제3 트랜지스터의 상기 제어 전극에 연결되고 제2 전극이 상기 제2 커패시터의 제2 전극에 연결되어 있는 제3 커패시터, 그리고

상기 제4 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 제3 커패시터의 제1 전극을 상기 제1 전원에 연결하는 제7 트랜지스터를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 광전 변환 소자는 상기 제2 전원과 상기 제3 커패시터의 제2 전극 사이에 연결되어 있는 유기 발광 표시 장치.

청구항 5.

제3항에 있어서,

상기 제4 제어 신호는 상기 제1 및 제2 제어 신호가 상기 온 전압을 가지기 전에 온 전압을 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 제1 및 제2 제어 신호는 선택 신호이며,

상기 제4 제어 신호는 상기 선택 신호 직전에 인가되는 선택 신호인 유기 발광 표시 장치.

청구항 7.

제5항에 있어서,

상기 제3 제어 신호는 상기 제1, 제2 및 제4 제어 신호가 상기 온 전압을 가지는 기간 동안 오프 전압을 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 8.

제3항에 있어서,

상기 유기 발광 소자의 제1 전극은 제3 전원에 연결되어 있으며,

상기 제5 트랜지스터는 상기 제1 트랜지스터의 제2 전극과 상기 유기 발광 소자의 제2 전극 사이에 연결되어 있는 유기 발광 표시 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 제1 및 제3 트랜지스터는 p채널 트랜지스터이며, 상기 제1 전원은 상기 제3 전원보다 높은 전압을 공급하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서,

상기 제1 및 제3 트랜지스터는 n채널 트랜지스터이며, 상기 제1 전원은 상기 제3 전원보다 낮은 전압을 공급하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 11.

제1 전원에 제1 전극이 연결되어 있는 제1 트랜지스터,

제1 전극이 데이터 전압을 전달하는 데이터선에 연결되어 있으며, 제1 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 데이터 전압을 전달하는 제2 트랜지스터,

상기 제2 트랜지스터로부터의 상기 데이터 전압을 저장하며, 상기 제1 트랜지스터의 제1 전극과 제어 전극 사이의 전압을 결정하는 제1 커패시터,

상기 제1 커패시터와 함께 상기 제1 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하는 문턱 전압 보상부,

유기 발광 소자,

제2 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 제1 트랜지스터의 제2 전극의 전류를 상기 유기 발광 소자로 전달하는 제3 트랜지스터, 그리고

상기 제1 트랜지스터의 상기 제어 전극과 상기 제1 전원 사이에 연결되어 있으며, 상기 유기 발광 소자의 광량에 대응하는 전류를 생성하는 광전 변환 소자

를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 12.

제11항에 있어서,

상기 문턱 전압 보상부에서 상기 문턱 전압을 보상하는 기간 및 상기 제1 제어 신호가 온 전압인 기간 동안 상기 제2 제어 신호는 오프 전압을 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 13.

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 제1 커패시터의 제1 전극이 상기 제1 전원에 연결되어 있으며,

상기 문턱 전압 보상부는,

제3 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전극을 연결하는 제4 트랜지스터,

제1 전극이 상기 제1 트랜지스터의 제어 전극에 연결되고 제2 전극이 상기 제1 커패시터의 제2 전극에 연결되어 있는 제2 커패시터, 그리고

상기 제3 제어 신호의 온 전압에 응답하여 상기 제2 커패시터의 제1 전극을 상기 제1 전원에 연결하는 제5 트랜지스터

를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 제3 제어 신호는 상기 제1 제어 신호가 상기 온 전압을 가지기 전에 온 전압을 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 15.

제14항에 있어서,

상기 제1 제어 신호는 선택 신호이며,

상기 제3 제어 신호는 상기 선택 신호 직전에 인가되는 선택 신호인 유기 발광 표시 장치.

청구항 16.

제14항에 있어서,

상기 제2 제어 신호는 상기 제3 제어 신호가 상기 온 전압을 가지는 기간 중 초기 기간 동안 상기 온 전압을 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 17.

제13항에 있어서,

상기 유기 발광 소자의 제1 전극은 제2 전원에 연결되어 있으며,

상기 제3 트랜지스터는 상기 제1 트랜지스터의 상기 제2 전극과 상기 유기 발광 소자의 제2 전극 사이에 연결되어 있는 유기 발광 표시 장치.

청구항 18.

제17항에 있어서,

상기 제1 트랜지스터는 p채널 트랜지스터이며, 상기 제1 전원은 상기 제2 전원보다 높은 전압을 공급하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 19.

제17항에 있어서,

상기 제1 트랜지스터는 n채널 트랜지스터이며, 상기 제1 전원은 상기 제2 전원보다 낮은 전압을 공급하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 20.

유기 발광 소자와 상기 유기 발광 소자의 광량에 대응하는 전류를 생성하는 광전 변환 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치의 구동 방법에 있어서,

제1 전압을 공급하는 제1 전원에 제1 전극이 각각 연결되어 있는 제1 및 제2 트랜지스터, 상기 제1 전원에 제1 전극이 연결되어 있는 제1 커패시터, 상기 제1 트랜지스터의 제어 전극에 제1 전극이 연결되어 있는 제2 커패시터, 및 상기 제2 트랜지스터의 제1 전극과 제어 전극 사이에 연결되어 있는 제3 커패시터를 제공하는 단계,

상기 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전극을 연결하고 상기 제2 커패시터의 제2 전극을 상기 제1 전원에 연결하는 단계,

상기 제3 커패시터에 제2 전압을 저장하는 단계,

상기 제2 커패시터의 상기 제2 전극을 상기 제1 커패시터의 제2 전극에 연결하고 상기 제1 및 제2 커패시터의 제2 전극에 데이터 전압을 인가하는 단계,

상기 제2 트랜지스터의 제2 전극의 전류를 상기 유기 발광 소자로 전달하는 단계, 그리고

상기 광전 변환 소자의 전류를 상기 제2 커패시터의 제1 전극에 인가하는 단계

를 포함하는 유기 발광 표시 장치의 구동 방법.

청구항 21.

제20항에 있어서,

상기 제2 커패시터의 상기 제2 전극을 상기 제1 커패시터의 제2 전극에 연결하는 단계는, 상기 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전극을 전기적으로 차단하는 단계를 포함하는 유기 발광 표시 장치의 구동 방법.

청구항 22.

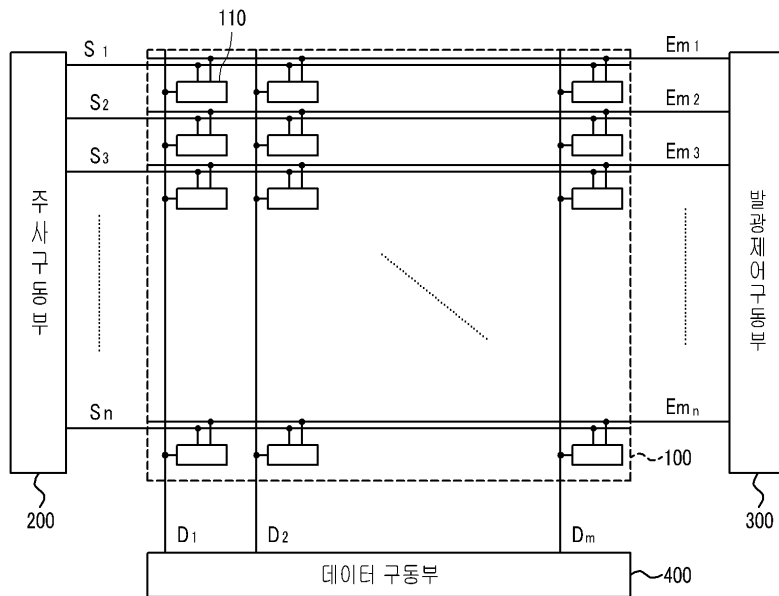
제20항 또는 제21항에 있어서,

직전 선택 신호에 응답하여, 상기 제1 트랜지스터의 제어 전극과 제2 전극을 연결하고 상기 제2 커패시터의 제2 전극을 상기 제1 전원에 연결하고,

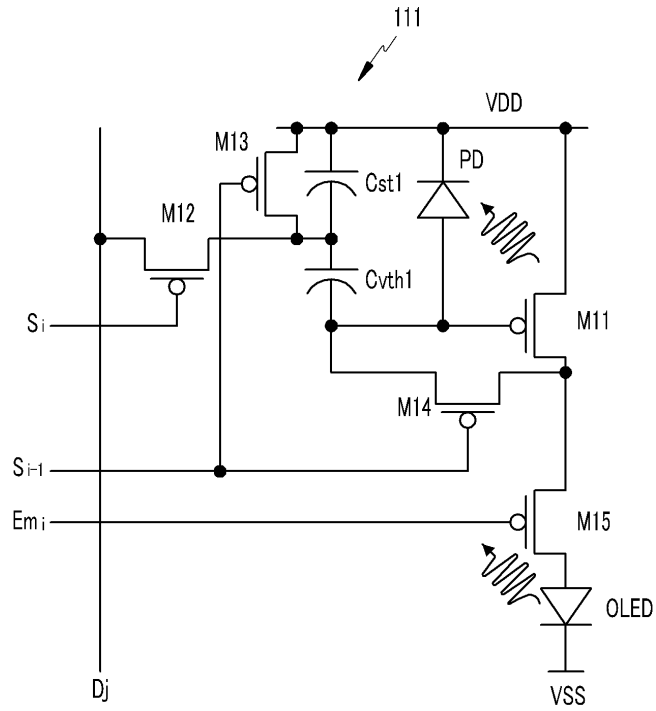
현재 선택 신호에 응답하여, 상기 제3 커패시터에 상기 제2 전압을 저장하고 상기 제1 및 제2 커패시터의 제2 전극에 데이터 전압을 인가하는 유기 발광 표시 장치의 구동 방법.

도면

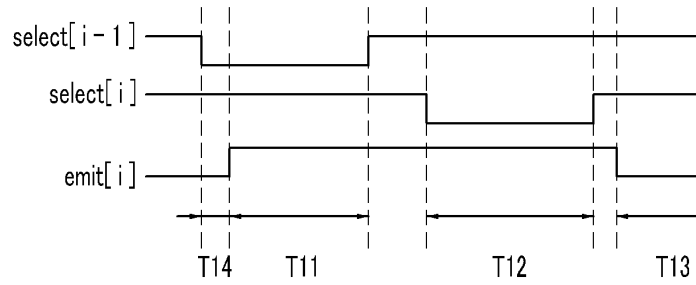
도면1



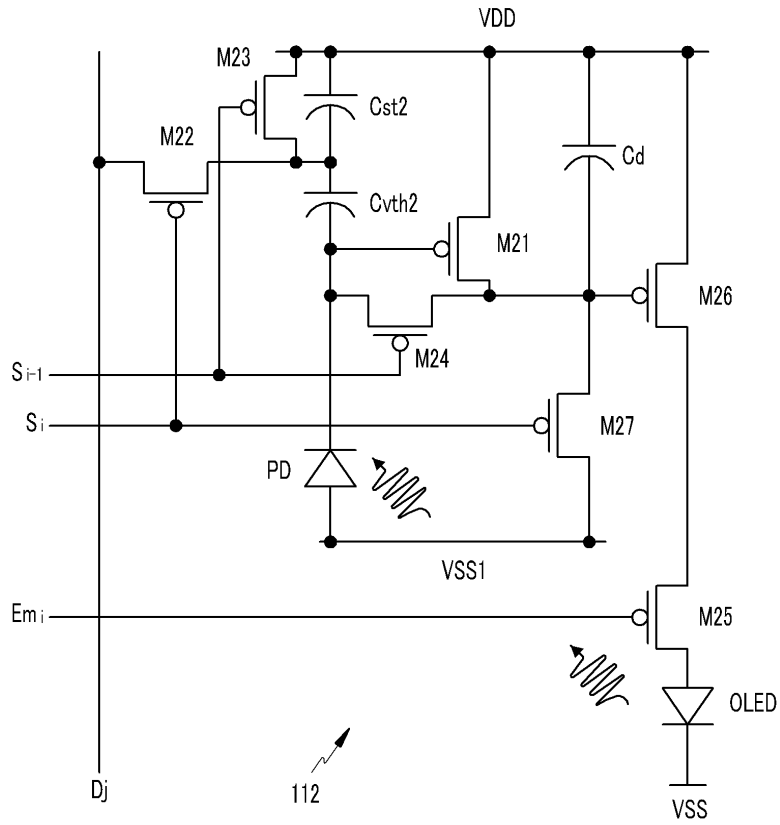
도면2



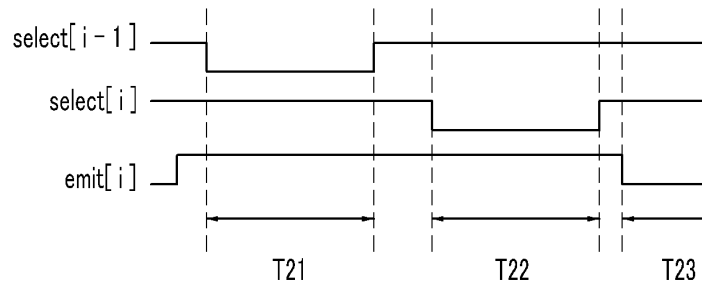
도면3



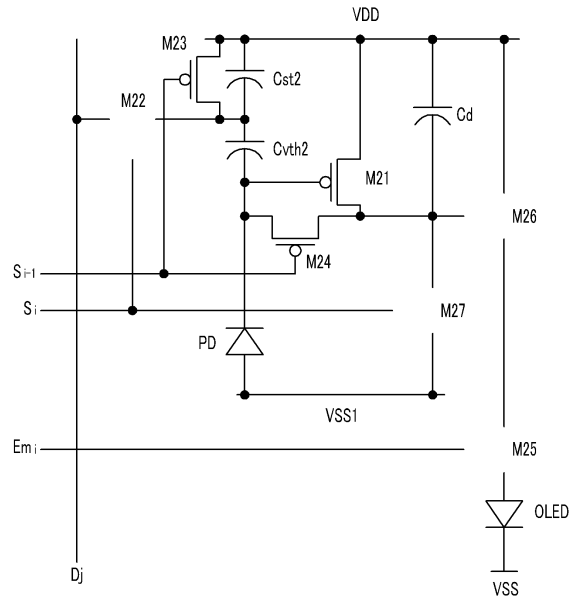
도면4



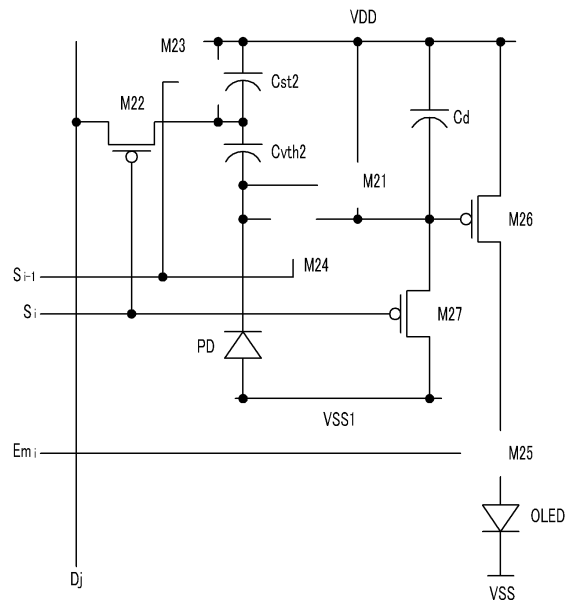
도면5



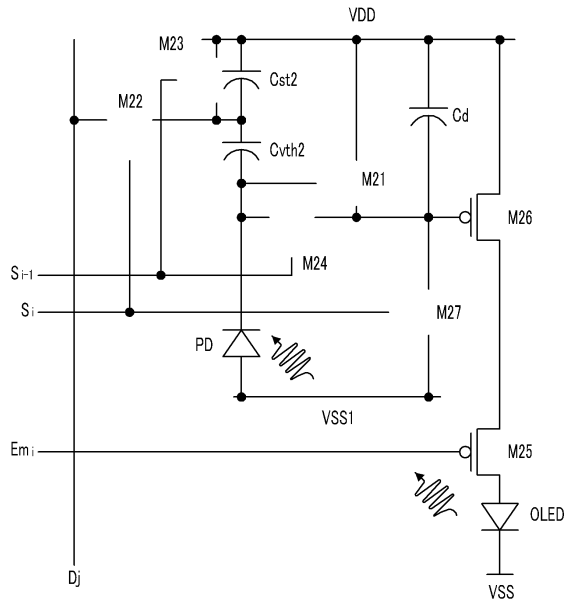
도면6a



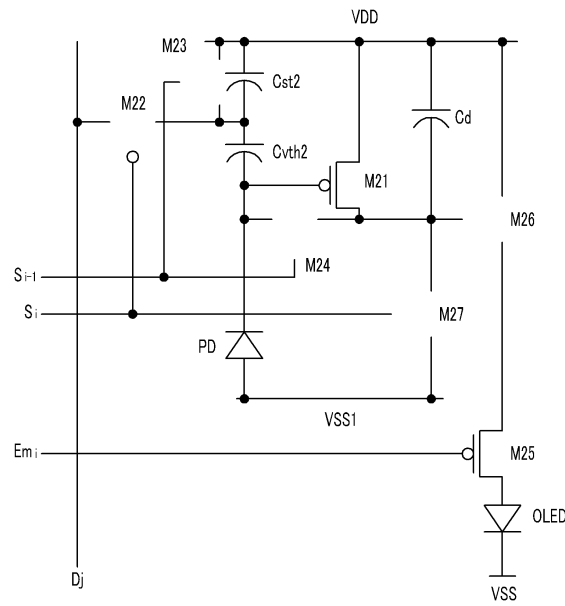
도면6b



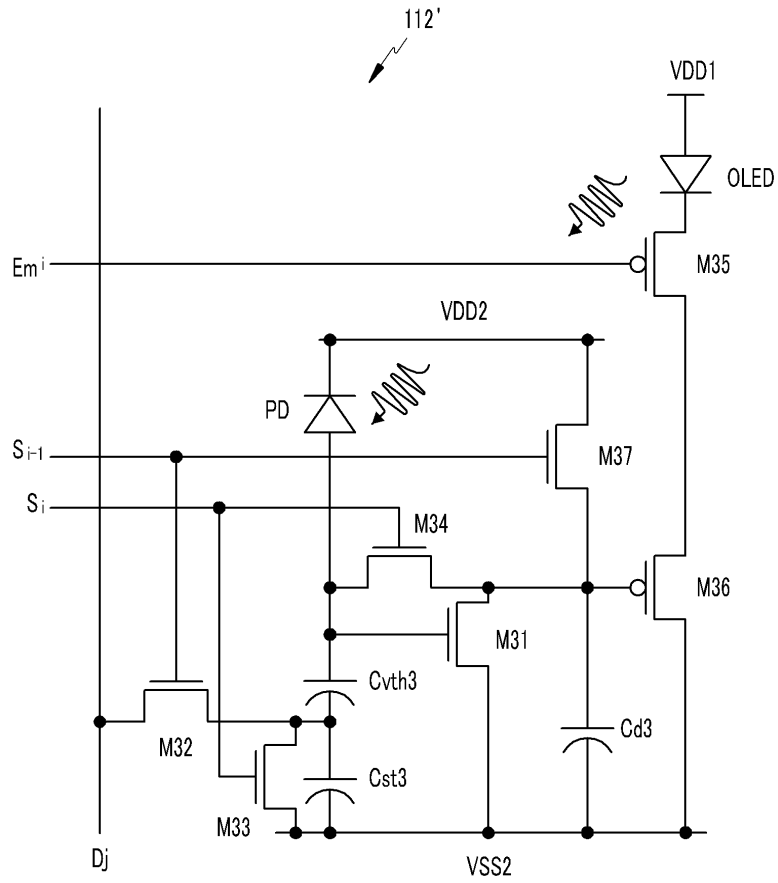
도면6c



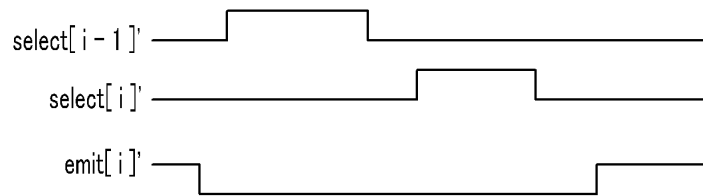
도면6d



도면7



도면8



专利名称(译)	OLED显示装置及其驱动方法		
公开(公告)号	KR100627417B1	公开(公告)日	2006-09-22
申请号	KR1020050078729	申请日	2005-08-26
申请(专利权)人(译)	三星SD眼有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星SD眼有限公司		
[标]发明人	SHIN DONG YONG		
发明人	SHIN,DONG YONG		
IPC分类号	G09G3/30		
CPC分类号	G09G2320/045 G09G2300/0852 G09G2300/0861 G09G3/3233 G09G2300/0819 G09G2360/148		
代理人(译)	您是我的专利和法律公司		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用途：提供有机发光显示装置及其驱动方法，以补偿晶体管的阈值电压的偏差和OLED（有机发光二极管）的亮度劣化。组成：一种有机发光显示装置，包括第一晶体管（M11），其第一电极连接到第一电源（VDD）；第一电容器（Cst1），连接在第一电源和第一晶体管的控制电极之间；第二晶体管（M12），连接在第二电源（VSS）和第一晶体管的控制电极之间，并且响应于第一控制信号的导通电压而导通；第三晶体管（M13），具有连接到第一电源的第一电极和连接到第一电极的控制电极的第二电极晶体管；第四晶体管（M14），具有连接到数据线（Dj）的第一电极，该数据线传输数据电压并响应于第二控制信号的导通电压传输数据电压；第二电容器（Cvth1），存储从第四晶体管传输的数据电压，并确定第一晶体管的第一电极和控制电极之间的电压；阈值电压补偿单元与第二电容器一起补偿第三晶体管的阈值电压；OLED；第五晶体管（M15）响应于第三控制信号的导通电压将第一晶体管的第二电极的电流传输到OLED；光电转换元件（PD）将与OLED的发光强度对应的电流传输到第二电容。

