

- 도 1은 유기 전계발광 소자에 대한 개념도이다.
- 도 2는 종래의 유기 전계발광 소자의 화소 회로에 대한 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 전계발광 표시 장치에 대한 개략적인 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 전계발광 표시 장치의 화소 회로에 대한 등가 회로도이다.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 화소 회로의 등가 회로도이다.
- 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 화소 회로의 등가 회로도이다.
- 도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 화소 회로의 등가 회로도이다.
- 도 8은 본 발명의 제1 내지 제4 실시예에 따른 화소 회로를 구동하기 위한 구동 파형도이다.
- 도 9는 본 발명의 제5 실시예에 따른 화소 회로의 등가 회로도이다.
- 도 10은 본 발명의 제6 실시예에 따른 화소 회로의 등가 회로도이다.
- 도 11은 본 발명의 제5 및 제6 실시예에 따른 화소 회로를 구동하기 위한 구동 파형도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 능동 구동 방식의 발광 표시 장치 및 그 구동 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전계발광(electro luminescent, 이하 'EL'이라 함) 표시 장치 및 그 구동 방법에 관한 것이다.

일반적으로 유기 EL 표시 장치는 형광 또는 인광 유기 화합물을 전기적으로 여기시켜 발광시키는 표시 장치이며, M*N개의 유기 EL 소자(OLED)들을 전압 프로그래밍하거나 전류 프로그래밍하여 계조를 표시할 수 있도록 되어 있다.

도 1은 유기 EL 소자(OLED)에 대한 개념도이다. 도 1을 참조하면, 유기 EL 소자는 기본적으로 애노드 전극, 유기 박막, 캐소드 전극의 구조를 가진다. 애노드 전극과 캐소드 전극은 전면 발광 방식이나 배면 발광 방식 또는 양면 발광 방식에 따라 투명 전극(ITO) 또는 알루미늄(Al) 등의 금속(Metal)으로 형성된다. 유기 박막은 전자와 전공의 주입 및 이동 특성의 향상을 통해 발광 효율을 높이기 위해 발광층(emitting layer, EML)의 양측에 전자 수송층(electron transport layer, ETL), 정공 수송층(hole transport layer, HTL), 전자 주입층(electron injecting layer, EIL), 정공 주입층(hole injecting layer, HIL) 또는 정공 저지층(hole blocking layer, HBL)(미도시) 등을 포함하는 다층 구조로 이루어진다. 이러한 유기 EL 소자의 발광 응답 특성은 소자 내부로 유입되는 전류에 비례하여 발광하며, 예를 들어 다이오드 특성과 유사하다.

도 2는 종래의 전류 구동 방식의 화소 회로에 대한 등가 회로도이다. 도 2를 참조하면, 종래의 화소 회로는 유기 EL 소자(OLED), 유기 EL 소자에 전원전압(V_{DD})으로부터의 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터(M1), 구동 트랜지스터의 게이트(gate)와 소스(source) 간에 연결된 저장 커패시터(Cs), 그리고 데이터선(Dm)과 구동 트랜지스터(M1)의 게이트 사이에 연결된 스위칭 트랜지스터(M2)를 포함한다. 스위칭 트랜지스터(M2)의 게이트는 주사선(Sn)에 연결되어 있다. 데이터선(Dm)과 주사선(Sn)은 화상 신호를 나타내는 데이터 전압을 공급하는 데이터 구동부와 구동 화소를 선택하기 위한 선택 신호를 공급하는 주사 구동부에 각각 연결된다.

종래의 화소 회로의 구동 동작을 설명하면 다음과 같다. 먼저, 표시 패널의 n번째 주사선(Sn)에 인에이블 신호가 입력되면, 스위칭 트랜지스터(M2)가 턴온된다. 데이터선(Dm)의 데이터 신호(data signal)가 구동 트랜지스터(M1)의 게이트에 인가 되고 동시에 저장 커패시터에는 전원전압(V_{DD})과 데이터 신호의 데이터 전압을 양단 전압으로 하는 전압이 유지된다. 따

라서 스위칭 트랜지스터(M2)가 턴오프되더라도, 저장 커패시터에 유기된 전압은 구동 트랜지스터의 구동 전류를 제어하여 유기 EL 소자가 구동 전류에 상응하는 특정 휘도를 표시하도록 작용한다. 이때, 유기 EL 소자에 흐르는 전류는 다음의 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$I_{OLED} = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2$$

여기서, I_{OLED} 는 유기 EL 소자에 흐르는 전류, V_{GS} 는 구동 트랜지스터(M1)의 게이트와 소스 사이의 전압, V_{TH} 는 구동 트랜지스터(M1)의 문턱전압, 그리고 베타(β)는 상수 값을 나타낸다.

수학적 식 1에 나타낸 바와 같이, 도 2에 도시한 화소 회로에 의하면, 전원전압과 데이터 전압 간의 전압차에 상응하여 구동 전류가 유기 EL 소자에 공급되고, 실질적으로 공급된 전류에 상응하여 유기 EL 소자가 발광하게 된다. 이때, 인가되는 데이터 전압은 계조를 표현하기 위하여 일정 범위에서 다단계의 값을 갖는다.

그런데 종래의 전류 구동 방식의 화소 회로에서는 제조 공정의 불균일성에 의해 생기는 박막 트랜지스터의 문턱 전압 및 전자 이동도(electron mobility)의 편차로 인해 고계조를 얻기 어렵다는 문제점이 있다. 예를 들면, 3V로 화소의 박막 트랜지스터를 구동하는 경우 256 레벨의 그레이 레벨(gray level) 즉, 8비트 계조를 표현하기 위해서는 약 12mV 간격으로 박막 트랜지스터의 제어 전극에 전압을 인가해야 하는데, 만일 제조 공정의 불균일성으로 인하여 박막 트랜지스터의 문턱 전압의 편차가 100mV이면, 12mV의 전압 간격을 제어할 수 없기 때문에 유기 EL 소자의 고계조를 표현하기 어려워진다. 또한 제조 공정에서 발생하는 박막 트랜지스터의 전자 이동도의 편차로 인해 수학적 식 1에서의 베타 값이 달라지면, 박막 트랜지스터의 제어가 곤란하므로 더욱 고계조를 표현하기 어렵게 된다.

한편, 전류 구동 방식의 일종인 전류 프로그래밍(programming) 방식의 화소 회로에서는 데이터선 전체를 통해 화소 회로에 균일한 전류를 공급하는 전류원을 배치하여 화소의 균일도를 향상시키고 있다. 따라서 전류 프로그래밍 방식을 이용하면, 각 화소내의 구동 트랜지스터가 불균일한 전압-전류 특성을 갖는다 하더라도 비교적 균일한 디스플레이 특성을 얻을 수 있다.

그러나, 일반적으로 유기 EL 소자에 흐르는 전류는 미세 전류이다. 따라서 종래의 전류 기입 방식의 화소 회로에서는 미세한 데이터 전류로서 화소 회로를 제어해야 하므로 데이터선을 충전하는데 시간이 많이 걸린다는 문제점이 있다. 예를 들어, 데이터선 부하 커패시턴스가 30pF이라 가정할 경우에, 수십nA에서 수백nA 정도의 데이터 전류로 데이터선의 부하를 충전하려면 수 ms의 시간이 필요하다. 이는 수십 μ s 수준인 라인 선택 시간을 고려해 볼 때 충전 시간이 충분하지 못하다는 문제점이 있다.

다른 한편으로, 현재의 박막 트랜지스터 제조 공정으로 다결정 실리콘 박막 트랜지스터(이하 'Poly-Si TFT'라 한다)를 유기 EL 표시 장치의 화소 회로에 형성하는 경우, 유기 EL 표시 장치의 구동 회로를 그 표시 패널에 내장하는 것이 가능하다. 하지만, 이러한 종래의 제조 방법에서는 예를 들어 레이저 빔 자체의 조사량 불균일성에 의한 하드웨어적인 측면과 조대한 결정립을 얻기 위한 레이저 에너지 밀도(laser energy density)의 가공 윈도우(process window)가 극히 제한되어 있는 소프트웨어적인 측면의 두 가지 요소가 활성층(active layer)을 구성하고 있는 Poly-Si 박막의 결정립 크기의 불균일성을 야기시킨다는 공정상의 문제점을 갖고 있다. 이러한 결정립 크기의 불균일성은 구동 트랜지스터의 문턱 전압(threshold voltage)의 변이(shift)를 초래한다. 이와 같이, Poly-Si TFT의 제조 공정의 특성상 균일한 전압-전류 특성을 얻기가 매우 어렵기 때문에, 유기 EL 표시 장치는 표시 패널 및 구동 회로에 많이 사용되는 Poly-Si TFT의 전기적 특성의 불균일성으로 인하여 균일한 휘도를 표현하기 어렵다는 문제점이 있다. 따라서, 양질의 디스플레이 특성을 얻기 위해서는 박막 트랜지스터의 특성을 고려한 구동 회로의 개발이 매우 중요하다.

이와 같이, 유기 EL 표시 장치에서 유기 EL 소자에 전류를 공급하는 구동 트랜지스터의 문턱 전압은 공정 및 웨이퍼(wafer) 상의 위치마다 조금씩 다르기 때문에 전류를 일정하게 유기시키기 위하여 화소마다 문턱 전압의 불균일성을 보상할 수 있는 회로를 설계해야 한다. 그렇지 않으면, 문턱 전압의 조그만 변화에도 유기 EL 소자의 휘도가 화소마다 다르게 되는 문제점이 발생한다.

더욱이, 유기 EL 소자는 전류 구동형 소자이기 때문에 표시 장치의 화면 크기가 커지면 구동 회로의 설계가 더욱 어렵고 복잡해진다. 또한 전류 기입 방식은 앞서 설명한 바와 같이 도 2의 전류 구동 방식에 비해 많은 장점이 있다. 그러나 표시 장치의 화면 크기가 커짐에 따라 데이터선의 길이가 길어지고 저항(resistive) 및 용량성(capacitive) 부하가 증가되기 때문에 전류 기입 방식만으로는 낮은 그레이 레벨의 구동이 불가능해질 수 있다.

따라서, 구동 트랜지스터 소자의 특성을 개선하는 것과 함께 적합한 구동 방식 및 구동 회로가 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 구동 트랜지스터의 문턱 전압의 편차를 더욱 신뢰성 있게 보상하여 고계조를 표현하는 것을 그 기술적 과제로 한다.

또한 본 발명은 화소 회로의 구동 트랜지스터의 동작 특성에 따른 화상 불량을 제거하여 표시 화면의 휘도 균일성을 향상시키는 것을 그 기술적 과제로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 일측면에 따르면, 화상 신호를 나타내는 데이터 전압을 전달하는 복수의 데이터선, 선택 신호를 전달하는 복수의 주사선, 그리고 데이터선과 주사선에 의해 정의되는 복수의 화소에 각각 형성되어 있는 화소 회로를 포함하는 발광 표시 장치는 그 화소 회로가 발광 소자를 발광시키기 위한 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터와, 제1 전원전압과 데이터 전압 간의 전압차에 상응하는 제1 전압을 저장하는 제1 저장 소자와, 제1 선택 신호에 응답하여 데이터 전압을 제1 저장 소자의 일단에 전달하는 제1 스위칭 소자와, 제2 선택 신호에 응답하여 구동 트랜지스터의 출력단에 초기화 전압을 전달하는 제2 스위칭 소자와, 제3 선택 신호에 응답하여 구동 트랜지스터를 다이오드 연결시키는 제3 스위칭 소자와, 제3 선택 신호에 응답하여 제1 스위칭 소자와 제1 저장 소자가 연결되는 노드에 제2 전원전압을 전달하는 제4 스위칭 소자와, 상기 노드와 구동 트랜지스터의 게이트 사이에 전기적으로 연결되며 구동 트랜지스터의 문턱 전압에 상응하는 제2 전압을 저장하는 제2 저장 소자, 및 구동 트랜지스터와 발광 소자 사이에 전기적으로 연결되는 제5 스위칭 소자를 포함한다.

제2 스위칭 소자의 일단은 제3 주사선 또는 기준 전압선에 연결되는 것이 바람직하다.

제2 스위칭 소자는 PMOS 트랜지스터 또는 NMOS 트랜지스터인 것이 바람직하다.

제5 스위칭 소자는 제3 및 제4 스위칭 소자의 턴온 전에 제4 주사선의 디스에이블 레벨의 제4 선택 신호에 의해 턴오프되고 제1 스위칭 소자가 턴오프된 후에 제4 주사선의 인에이블 레벨의 제4 선택 신호에 의해 턴온되는 것이 바람직하다.

본 발명의 다른 측면에 따른 발광 표시 장치의 구동 방법은, 데이터 전압을 전달하는 복수의 데이터선, 선택 신호를 전달하는 복수의 주사선, 그리고 발광 소자에 전류를 공급하는 구동 트랜지스터와 주사선에 의해 턴온 및 턴오프 제어되는 제1 내지 제5 스위칭 소자와 구동 트랜지스터의 게이트-소스 전압을 일정 기간 유지하는 제1 저장 소자 및 제2 저장 소자의 직렬 회로를 가지는 복수의 화소 회로를 포함한 발광 표시 장치를 구동하는 방법으로서, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하기 위해 제3 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가될 때 제2 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호를 인가하여 구동 트랜지스터의 출력단을 초기화시키는 단계와, 제3 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가되는 동안 제1 스위칭 소자와 제1 저장 소자 사이의 노드와 구동 트랜지스터의 게이트 사이에 연결되는 제2 저장 소자에 구동 트랜지스터의 문턱 전압에 상응하는 전압을 충전시켜 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하는 단계와, 제1 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가되는 동안 데이터선에 연결된 제1 저장 소자에 데이터 전압에 상응하는 제2 전압을 충전시키는 단계, 및 제4 주사선의 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가되는 동안 제1 및 제2 저장 소자의 직렬 회로에 충전된 전압에 의해 발광 소자에 공급되는 전류를 제어하는 단계를 포함한다.

(실시예)

이하, 첨부된 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 형태로 변형되어 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략하였다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 연결되어 있는 경우도 포함한다.

먼저, 도 3을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 EL 표시 장치에 대하여 설명한다. 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 EL 표시 장치의 개략적인 구성도이다. 도 3에서는 설명의 편의상 화소 회로에 연결되어 있는 제1 및 제2 전원전압(V_{DD} , V_{SUS})을 공급하는 제1 및 제2 전원전압선을 생략하였다(도 4 참조).

도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유기 EL 표시 장치는 유기 EL 표시 패널(200), 주사 구동부(300) 및 데이터 구동부(400)를 포함한다. 유기 EL 표시 패널(200)은 주사 구동부(300)로부터 예를 들어 가로 방향으로 연장되는 복수의 주사선(S1-Sn, P1-Pn, C1-Cn, E1-En)과, 데이터 구동부(400)로부터 예를 들어 세로 방향으로 연장되는 복수의 데이터선(D1-Dm) 및 복수의 화소 회로(100)를 포함한다. 각 화소 회로(100)는 복수의 주사선과 복수의 데이터선으로 정의되는 화소 영역에 형성되어 있다.

주사 구동부(300)는 각 화소 회로를 구동하기 위한 선택 신호를 제어하고, 제어된 선택 신호를 제1 주사선(S1-Sn), 제2 주사선(P1-Pn), 제3 주사선(C1-Cn) 또는 제4 주사선(E1-En)에 공급한다. 제1 내지 제4 주사선을 통해 각 스위칭 소자에 전달되는 선택 신호는 각각 제1 선택 신호, 제2 선택 신호, 제3 선택 신호 및 제4 선택 신호로 표시되고 각 스위칭 소자가 턴온 또는 턴오프되도록 기능한다.

데이터 구동부(400)는 화상 신호를 나타내는 데이터 전압을 제어하고, 제어된 데이터 전압을 각 데이터선(D1-Dm)에 공급한다.

주사 구동부(300)과 데이터 구동부(400)는 유기 EL 표시 패널(200)과 동일한 기판상에 형성되는 것이 바람직하다.

다음은 도 4를 참조하여 화소 회로(100A)를 보다 상세히 설명한다. 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 화소 회로에 대한 등가 회로도이다. 도 4에서는 설명의 편의상 n번째의 제1 주사선(Sn), n번째의 제2 주사선(Pn), n번째의 제4 주사선(En) 및 m번째의 데이터선(Dm)에 연결된 화소 회로를 도시하였다. 또한 제3 주사선(Cn)은 앞서 선택되는 n-1번째의 제1 주사선(Sn-1)을 공통 연결하여 이용한다는 점에서 Sn-1로 표시하였다.

도 4를 참조하면, 화소 회로(100A)는 유기 EL 소자(OLED), 구동 트랜지스터(M1), 5개의 스위칭 소자(S1, S2, S3, S4, S5) 및 2개의 커패시터(C1, C2)를 포함한다. 구동 트랜지스터(M1)는 PMOS 트랜지스터로 형성되어 있다.

제1 주사선(Sn)은 데이터선(Dm)과 제1 커패시터(C1) 사이에 연결된 제1 스위칭 소자(S1)에 제1 선택 신호를 전달한다. 제2 주사선(Pn)은 구동 트랜지스터(M1)의 드레인과 기준 전압(V_{SS})을 공급하는 기준 전압선 사이에 연결된 제2 스위칭 소자(S2)에 제2 선택 신호를 전달한다. 제3 주사선(Sn-1)은 유기 EL 소자(OLED)에 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터(M1)를 다이오드 연결시키기 위한 제3 스위칭 소자(S3)에 제3 선택 신호를 전달한다. 또한 제3 주사선(Sn-1)은 제1 스위칭 소자(S1)와 제1 커패시터(C1)가 연결되는 노드 C와 제2 전원전압(V_{SUS})을 공급하는 제2 전원전압선 사이에 연결되어 있는 제4 스위칭 소자(S4)에 제3 선택 신호를 전달한다. 제4 주사선(En)은 구동 트랜지스터(M1)와 유기 EL 소자(OLED) 사이에 연결된 제5 스위칭 소자(S5)에 제4 선택 신호를 전달한다.

구동 트랜지스터(M1)의 게이트(gate)는 노드 B에 연결되며 소스(source)는 제1 전원전압(V_{DD})에 연결되고 그 드레인(drain)은 제2 스위칭 소자(S2), 제3 스위칭 소자(S3) 및 제5 스위칭 소자(S5)의 일단에 연결되어 있다.

제1 커패시터(C1)는 구동 트랜지스터(M1)의 소스와 노드 C 사이에 연결되고, 제1 전원전압과 데이터 전압의 전압차에 상응하는 제1 전압을 저장한다. 제2 커패시터(C2)는 노드 C와 구동 트랜지스터(M1)의 게이트 사이에 연결되고, 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압을 보상하기 위해 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압에 상응하는 제2 전압을 저장한다. 제2 전압은 실질적으로 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압과 동일한 전압이 된다. 제1 및 제2 커패시터(C1, C2)의 직렬 회로는 구동 트랜지스터(M1)의 소스와 게이트 사이에 연결된다. 이러한 제1 및 제2 커패시터(C1, C2)의 직렬 회로는 구동 트랜지스터(M1)의 소스-게이트 전압을 특정 전압 레벨로 유지하여 구동 트랜지스터(M1)가 문턱 전압에 관계없이 일정한 전류를 공급하는 전류원으로서 동작하도록 작용한다.

제1 스위칭 소자(S1)는 데이터선(Dm)과 노드 C 사이에 연결되며 제1 주사선(Sn)으로부터의 제1 선택 신호에 응답하여 데이터선(Dm)의 데이터 전압을 노드 C에 전달한다. 제2 스위칭 소자(S2)는 구동 트랜지스터(M1)의 드레인과 기준 전압선 사이에 연결되며 제2 주사선(Pn)으로부터의 제2 선택 신호에 응답하여 기준 전압(V_{SS})을 노드 A에 유기한다.

제3 스위칭 소자(S3)는 구동 트랜지스터(M1)의 드레인과 게이트 사이에 연결되며 제3 주사선(Sn-1)으로부터의 제3 선택 신호에 응답하여 구동 트랜지스터(M1)를 다이오드 연결시킨다. 제4 스위칭 소자(S4)는 제2 전원전압선과 노드 C 사이에 연결되며 제3 스위칭 소자(S3)에 전달되는 제3 선택 신호에 응답하여 제2 전원전압(V_{SUS})을 노드 C에 인가한다. 노드 C는 제1 커패시터(C1)의 일단, 제2 커패시터(C2)의 일단, 제1 스위칭 소자(S1)의 일단 및 제4 스위칭 소자(S3)의 일단의 공통 접속점이 된다.

제5 스위칭 소자(S5)는 구동 트랜지스터(M1)의 드레인과 유기 EL 소자(OLED)의 애노드(anode) 사이에 연결된다. 제5 스위칭 소자(S5)는 제4 주사선(En)의 제4 선택 신호에 응답하여 구동 트랜지스터(M1)로부터의 전류를 유기 EL 소자(OLED)에 전달한다. 유기 EL 소자(OLED)는 제5 스위칭 소자(S5)와 기준 전압선 사이에 연결되며 실질적으로 구동 트랜지스터(M1)에 흐르는 전류량에 상응하는 빛을 낸다. 통상 기준 전압선에서 공급되는 기준 전압(V_{SS})은 유기 EL 소자(OLED)의 캐소드측에 유기되는 전압을 말한다.

이러한 본 발명의 화소 회로에 의하면, 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압이 매우 큰 경우에도 픽셀(pixel)의 기준 전압(V_{SS})을 낮출 필요가 없어 소비 전력의 감소 효과가 있다.

구체적으로, 종래 기술의 화소 회로에서 TFT 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 매우 큰 경우에는 구동 트랜지스터의 출력단에 연결되는 유기 EL 소자의 캐소드측 전압 즉 기준 전압을 낮추어야 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상할 수 있었다. 하지만, 본 발명은 구동 트랜지스터의 출력단을 초기화하도록 이루어짐으로써 TFT 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 매우 큰 경우에도 유기 EL 소자의 기준 전압을 낮출 필요가 없다. 따라서 본 발명은 픽셀을 구동하기 위한 전압을 상승시킬 필요가 없어 소비 전력의 감소 효과가 있다.

다음은 도 5를 참조하여 화소 회로(100B)를 설명한다. 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 화소 회로에 대한 등가 회로도이다. 본 발명의 제2 실시예에 따른 화소 회로는 도 4의 화소 회로에서 제2 스위칭 소자(S2)의 일단이 제3 주사선(Sn-1)에 연결되고, 그 타단이 구동 트랜지스터(M1)의 드레인에 연결되어 있는 것을 제외하면 제1 실시예의 화소 회로와 동일한 구조를 갖는다.

도 5를 참조하면, 제2 스위칭 소자(S2)는 제3 주사선(Sn-1)과 구동 트랜지스터(M1)의 드레인 사이에 연결된다. 제2 스위칭 소자(S2)는 제2 주사선(Pn)의 인에이블 레벨의 제2 선택 신호에 응답하여 노드 A의 초기화 전압으로서 제3 주사선(Sn-1)의 전압을 구동 트랜지스터(M1)의 드레인에 전달한다. 이때 제3 주사선(Sn-1)의 전압은 로우 레벨의 제3 선택 신호가 될 수 있다.

이와 같이, 본 발명에서는 화소 회로(100A, 100B) 내의 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압을 보상하기 전에 문턱 전압 보상 회로를 위한 초기화 전압을 노드 A에 인가한다. 따라서 구동 트랜지스터(M1)는 제3 선택 신호에 의해 제3 스위칭 소자(S3)가 턴온되었을 때 보다 안정적으로 다이오드 연결된다. 다시 말해서, 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 화소 회로(100A, 100B)에서는 구동 트랜지스터(M1)의 출력단 즉, 노드 A에 강제적으로 초기화 전압을 인가함으로써, 유기 EL 소자(OLED)의 애노드측서 발생된 이상 전압이 노드 A에 유기되거나 또는 제1 전원전압보다 높거나 유사한 크기의 전압이 노드 A에 유기되어 있는 경우에도 매우 안정적으로 구동 트랜지스터(M1)를 다이오드 연결시킬 수 있다. 따라서 화소 회로 내의 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 신뢰성 있게 보상된다. 여기서, 초기화 전압은 제1 전원전압(V_{DD})에서 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압의 절대값을 뺀 전압보다 낮은 전압을 말하는 것으로, 도 4 및 도 5에 나타내 바와 같이 유기 EL 소자(OLED)의 캐소드측에 유기되는 기준 전압(V_{SS})이나 제3 주사선(Sn-1)의 로우 레벨 전압이 이용될 수 있다.

앞서 설명한 제1 및 제2 실시예의 화소 회로에서는 제1 내지 제5 스위칭 소자(S1, S2, S3, S4, S5)를 일반적인 스위칭 소자로 설명하였다. 하지만, 제1 내지 제5 스위칭 소자는 트랜지스터로 형성되는 것이 바람직하다. 아래에서는 제1 내지 제5 스위칭 소자(S1, S2, S3, S4, S5)를 PMOS 트랜지스터로 구현한 제3 및 제4 실시예에 대하여 도 6 내지 도 8을 참조하여 상세히 설명한다.

도 6 및 도 7은 본 발명의 제3 및 제4 실시예에 따른 화소 회로에 대한 등가 회로도이다. 본 발명의 제4 실시예에 따른 화소 회로는 제3 실시예에서와 같이 제3 스위칭 소자의 일단이 기준 전압선에 연결되는 것 대신에 제3 스위칭 소자의 일단이 제3 주사선에 연결된다는 것을 제외하면 제3 실시예의 화소 회로와 동일한 구조를 갖는다. 도 8은 본 발명의 제1 내지 제4 실시예에 따른 화소 회로를 구동하기 위한 구동 파형도이다. 도 6 및 도 7에서는 설명의 편의상 n번째 주사선(Sn)과 m번째 데이터선(Dm)에 연결된 화소 회로를 도시하였다.

도 6을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 화소 회로는 유기 EL 소자(OLED), 제1 트랜지스터(M1), 제2 내지 제6 트랜지스터(M2, M3, M4, M5, M6), 그리고 제1 및 제2 저장 소자(C1, C2)를 포함한다. 제1 트랜지스터(M1)는 제1 트랜지스터(M1)의 소스-게이트 전압에 상응하는 구동 전류를 유기 EL 소자에 공급하는 구동 트랜지스터이다. 제2 내지 제6 트랜지스터(M2 ~ M6)는 그 양단을 전기적으로 연결하거나 차단하는 스위칭 소자로서 작용한다. 제1 내지 제6 트랜지스터(M1 ~ M6)는 PMOS 트랜지스터로 형성되어 있다.

제1 트랜지스터(M1)의 게이트는 노드 B에 연결되며, 그 소스는 제1 전원전압(V_{DD})을 공급하는 제1 전원전압선에 연결되고, 그 드레인은 노드 A에 연결된다. 제2 트랜지스터(M2)의 게이트는 제1 주사선(Sn)에 연결되고, 그 소스는 데이터선(Dm)에 연결된다. 제3 트랜지스터(M3)의 게이트는 제2 주사선(Pn)에 연결되며, 그 소스는 기준 전압선에 연결되고, 그 드레인은 제1 트랜지스터(M1)의 드레인에 연결된다. 제4 트랜지스터(M4)의 게이트는 제3 주사선(Sn-1)에 연결되며, 그 소스는 구동 트랜지스터(M1)의 드레인에 연결되고, 그 드레인은 구동 트랜지스터(M1)의 게이트에 연결된다. 제5 트랜지스터(M5)의 게이트는 제3 주사선(Sn-1)에 연결되며, 그 소스는 제2 전원전압(V_{SUS})을 공급하는 제2 전원전압선에 연결된다. 제6 트랜지스터(M6)의 게이트는 제4 주사선(En)에 연결되며, 그 소스는 제1 트랜지스터(M1)의 드레인에 연결되고, 그 드레인은 유기 EL 소자(OLED)의 애노드에 연결된다. 제2 및 제5 트랜지스터(M2, M5)의 드레인과 제1 및 제2 저장 소자의 일단은 노드 C에서 공통 연결되어 있다.

한편, 제3 스위칭 소자(M3)는 도 7에 나타난 바와 같이 소자의 게이트가 제2 주사선(Pn)에 연결되며, 그 소스가 제3 주사선(Sn-1)에 연결되고, 그 드레인이 제1 트랜지스터(M1)의 드레인측(노드 A)에 연결될 수 있다.

다음은 도 8을 참조하여 본 발명의 제1 내지 제4 실시예에 따른 화소 회로의 동작에 대하여 상세히 설명한다. 먼저, 시간 t1에서 제4 주사선(En)으로부터의 하이 레벨의 제4 선택 신호에 의해 제6 트랜지스터(M6)가 턴오프된다. 그리고 시간 t2에서 제2 주사선(Pn)으로부터의 로우 레벨의 제2 선택 신호에 의해 제3 트랜지스터(M3)가 턴온된다. 또한, 시간 t2에서 제3 주사선(Sn-1)으로부터 인가되는 로우 레벨의 제3 선택 신호에 의해 제4 및 제5 트랜지스터(M4, M5)가 턴온된다. 제4 트랜지스터(M4)가 턴온되면, 제1 트랜지스터(M1)는 다이오드 연결된다. 제5 트랜지스터(M5)가 턴온되면, 노드 C에는 제2 전원전압이 인가된다.

구동 트랜지스터(M1)의 드레인측의 노드 A에는 제1 전원전압에서 구동 트랜지스터의 문턱 전압의 절대값을 뺀 전압보다 낮은 전압이 유기된다. 이러한 구성에 의해 본 발명에서는 화소 회로 내로 유입되는 다른 전압이나 이상 전압에 의해 노드 A의 전압이 변화되는 경우에도, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하기 전에 구동 트랜지스터(M1)의 출력단측의 노드 A를 강제적으로 초기화함으로써, 매우 안정적으로 구동 트랜지스터를 다이오드 연결하여 문턱 전압을 보상할 수 있다.

다음, 시간 t3에서 제3 트랜지스터(M3)는 제2 주사선(Pn)의 하이 레벨의 제2 선택 신호에 응답하여 턴오프된다. 구동 트랜지스터(M1)의 게이트(노드 B)에는 제1 전원전압(V_{DD})에서 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압의 절대값을 뺀 전압이 유기된다. 노드 B의 전압은 수학식 2와 같이 된다.

수학식 2

$$V_B = V_{DD} - |V_{TH}|$$

여기서, V_B는 노드 B의 전압, V_{DD}는 제1 전원전압, 그리고 |V_{TH}|는 구동 트랜지스터의 문턱 전압의 절대값을 나타낸다.

한편, 상술한 바와 같이 제5 트랜지스터(M5)가 턴온되면, 노드 C에는 제2 전원전압(V_{SUS})이 인가된다. 이러한 구성은 제1 전원전압(V_{DD})의 전압 강하를 보상한다. 구체적으로 각 화소에 제1 전원전압(V_{DD})을 제공하는 제1 전원전압선에는 전압원으로부터 각 화소에 이르는 도선의 길이에 따라 전압 강하가 발생된다. 이러한 경우, 각 화소 회로는 전압 강하의 편차에 따라 서로 다른 휘도를 표시하게 된다. 실제로 유기 EL 표시 장치의 각 화소 회로에서 제1 전원전압의 전압 강하가 발생

되면, 구동 트랜지스터(M1)의 소스-게이트 간에 일정 전압을 유지하는 커패시터에 서로 다른 전압이 저장되고, 결국 각 화소 회로가 서로 다른 구동 전류를 유지 EL 소자에 공급함으로써, 디스플레이의 휘도 불균일성이 발생된다는 문제점이 있다. 따라서, 본 발명에 따른 화소 회로에서는 노드 C에 제2 전원전압을 인가하여 제1 전원전압의 전압 강하에 의한 영향을 감소시킨다.

또한, 상기 구성에 의해 노드 B와 노드 C 사이에 연결되어 있는 제2 커패시터(C2)에는 그 양단에 유지되는 노드 B의 전압 (V_B)과 노드 C의 전압에 의해 제2 전압이 저장된다. 예를 들어 제2 전원전압(V_{SUS})이 제1 전원전압(V_{DD})과 공통 (common) 연결되어 있으면, 제2 커패시터(C2)에는 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압과 실질적으로 동일한 크기의 전압이 저장된다.

다음, 시간 t4에서 제3 주사선(Sn-1)으로부터의 하이 레벨의 제3 선택 신호에 응답하여 제4 및 제5 트랜지스터(M4, M5)가 턴오프되면, 구동 트랜지스터(M1)의 게이트(노드 B)는 플로팅(floating) 상태가 된다.

다음, 시간 t5에서 제1 주사선(Sn)의 로우 레벨의 제1 선택 신호에 의해 제2 트랜지스터(M2)가 턴온되면, 노드 C에는 데이터선(Dm)의 데이터 전압이 인가된다. 그리고 제1 커패시터(C1)에는 제1 전원전압(V_{DD})과 데이터 전압 간의 전압차에 상응하는 제1 전압이 저장된다. 노드 C에 데이터 전압이 인가되면, 제2 커패시터(C2)를 사이에 두고 노드 C와 마주하며 플로팅 상태인 노드 B의 전압은 노드 C의 전압 변화량만큼 부스트(boost)된다. 노드 C의 전압은 노드 C에 인가된 전압 변화량, 즉 데이터 전압과 제2 전원전압(V_{SUS})의 전압차로 표시된다. 따라서 노드 B의 새로운 전압(V_B)은 수학식 3과 같이 된다.

수학식 3

$$V_B = V_{DD} - |V_{TH}| + (V_{DATA} - V_{SUS})$$

여기서, V_B 는 노드 B의 전압, V_{DD} 는 제1 전원전압, $|V_{TH}|$ 는 구동 트랜지스터(M1)의 문턱 전압의 절대값, V_{SUS} 는 제2 전원전압, 그리고 V_{DATA} 는 데이터 전압을 나타낸다.

다음, 시간 t6에서 제1 주사선(Sn)의 하이 레벨의 제1 선택 신호에 응답하여 제2 트랜지스터(M2)가 턴오프된다. 그 후, 제4 주사선(En)의 로우 레벨의 제4 선택 신호에 응답하여 제6 트랜지스터(M6)가 턴온된다. 한편, 제6 트랜지스터(M6)는 화소 회로의 프리차지(precharge) 및 프로그래밍에 영향을 주지 않는 범위 내에서 제2 트랜지스터(M2)와 동시에 턴온될 수 있다.

상기 구성에 의해 구동 트랜지스터(M1)는 자신의 문턱 전압에 상관없이 보다 제1 및 제2 커패시터의 직렬 회로에 의해 설정된 구동 전류를 유지 EL 소자(OLED)에 공급할 수 있게 된다. 구동 트랜지스터(M1)의 구동 전류는 수학식 4 및 수학식 5와 같이 된다.

수학식 4

$$I_{OLED} = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2 = \frac{\beta}{2} (V_{SG} - |V_{TH}|)^2$$

수학식 5

$$I_{OLED} = \frac{\beta}{2} [V_{DD} - (V_{DD} - |V_{TH}| + (V_{DATA} - V_{SUS})) - |V_{TH}|]^2 = \frac{\beta}{2} (V_{SUS} - V_{DATA})^2$$

여기서, I_{OLED} 는 구동 트랜지스터(M1)에 흐르는 구동 전류, V_{DD} 는 제1 전원전압, $|V_{TH}|$ 는 구동 트랜지스터의 문턱 전압의 절대값, V_{SUS} 는 제2 전원전압, 그리고 V_{DATA} 는 데이터선(Dm)의 데이터 전압을 나타낸다.

수학식 5에서와 같이, 구동 전류(I_{OLED})는 제2 전원전압(V_{SUS})과 데이터 전압(V_{DATA})에 의해서만 제어된다. 따라서, 유기 EL 소자의 휘도를 제어하여 표시 장치의 불균일성을 감소시킬 수 있다.

이와 같이, 본 발명에서는 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하기 전에 유기 EL 소자로 연결되는 경로를 차단한 상태에서 구동 트랜지스터의 출력단을 초기화함으로써, 구동 트랜지스터의 다이오드 연결을 항상 안정하게 설정할 수 있다. 이러한 구성에 의해, 본 발명은 화소 회로의 내부 또는 외부에서 발생된 이상 전압이 노드 A의 전위를 변화시키는 경우에도, 문턱 전압의 보상 전에 구동 트랜지스터의 출력단측인 노드 A를 강제로 초기화 전압으로 형성함으로써, 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 일정하게 안정적으로 보상할 수 있다.

일례로써, 본 발명에서는 화소 회로의 구동 트랜지스터의 출력단측 노드를 초기화할 때에 유기 EL 소자에 흐르는 큰 전류를 막아 블랙 레벨이 제대로 표시되지 않는 현상을 감소시킬 수 있다. 만일, 구동 트랜지스터의 출력단측 노드로부터 유기 EL 소자로 전류가 흐르는 상태에서 구동 트랜지스터의 출력단을 초기화하는 경우에는 프리차지(precharge)시 짧은 시간 동안 유기 EL 소자에 흐르는 전류가 매우 커서 블랙 레벨(black level)이 제대로 표현되지 않는다. 따라서, 상술한 경우에는 표시 장치의 대비 비(contrast ratio)가 감소되는 문제가 발생된다. 하지만, 본 발명은 구동 트랜지스터와 EL 소자를 전기적으로 분리시킨 상태에서 구동 트랜지스터의 출력단측 노드를 초기화함으로써 프리차지시에 표시 화면의 블랙 레벨이 제대로 표시되지 않는 현상을 감소시킬 수 있다. 따라서 본 발명은 발광 표시 장치의 대비 비를 증가시킬 수 있다.

한편, 본 발명의 제3 및 제4 실시예에 따른 발광 표시 장치의 화소 회로에서 제3 트랜지스터(M3)는 도 9 및 도 10에 나타난 바와 같이 PMOS 트랜지스터 대신에 NMOS 트랜지스터로 형성될 수 있다. 이 발광 표시장치의 화소 회로에 대한 구동 파형도는 도 11에 나타내어져 있다. 본 실시예의 경우, 제3 트랜지스터(M3)는 제2 주사선(Pn)의 하이 레벨의 제2 선택 신호에 응답하여 턴온되고, 로우 레벨의 제2 선택 신호에 응답하여 턴오프된다. 그 이외의 구성은 제3 및 제4 실시예의 화소 회로 구조와 동일하므로 그에 대한 상세한 설명은 생략한다.

상술한 본 발명의 실시예에 따른 구동 트랜지스터와 스위칭 소자는 박막 트랜지스터(TFT)로 형성되는 것이 바람직하다. 그리고, 본 발명에 따른 스위칭 트랜지스터는 트랜지스터의 턴오프 상태일 때 누설 전류를 감소되는 것과 같이 스위칭 소자로서의 특성이 우수한 듀얼 게이트 박막 트랜지스터를 이용할 수 있다. 이러한 구성은 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명하므로 그에 대한 상세한 설명은 생략한다.

본 발명의 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 의하면, 구동 트랜지스터의 보상 회로에 초기화 전압을 전달하는 스위칭 소자를 연결함으로써, EL 소자에 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 더욱 신뢰성 있게 보상할 수 있다는 이점이 있다.

본 발명에 의하면, 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 매우 큰 경우에도 픽셀을 구동하기 위한 전압을 낮출 필요가 없어 소비 전력을 감소시킬 수 있다는 이점이 있다.

본 발명에 의하면, 구동 트랜지스터의 보상 회로에 초기화 전압을 인가함으로써, 화소 회로의 내외부로부터 이상 전압이 발생되어 구동 트랜지스터의 출력단의 전위를 상승시키는 경우에도 구동 트랜지스터의 문턱 전압의 편차를 신뢰성 있게 보상하여 화소의 불균일성을 감소시킬 수 있다는 이점이 있다.

본 발명에 의하면, 구동 트랜지스터의 출력단측 노드의 초기화시 EL 소자로 흐르는 큰 전류가 차단되므로 표시 화면상에서 블랙 레벨이 제대로 표시되지 않는 현상을 감소시킬 수 있다는 이점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

발광 소자를 발광시키기 위한 구동 전류를 공급하는 구동 트랜지스터;

제1 전원전압과 데이터 전압 간의 전압차에 상응하는 제1 전압을 저장하는 제1 저장 소자;

제1 선택 신호에 응답하여 상기 데이터 전압을 상기 제1 저장 소자의 일단에 전달하는 제1 스위칭 소자;

제2 선택 신호에 응답하여 상기 구동 트랜지스터의 출력단에 초기화 전압을 전달하는 제2 스위칭 소자;

제3 선택 신호에 응답하여 상기 구동 트랜지스터를 다이오드 연결시키는 제3 스위칭 소자;

상기 제3 선택 신호에 응답하여 상기 제1 스위칭 소자와 상기 제1 저장 소자가 연결되는 노드에 제2 전원전압을 전달하는 제4 스위칭 소자;

상기 노드와 상기 구동 트랜지스터의 게이트 사이에 전기적으로 연결되고, 상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압에 상응하는 제2 전압을 저장하는 제2 저장 소자; 및

상기 구동 트랜지스터와 상기 발광 소자 사이에 전기적으로 연결되는 제5 스위칭 소자를 포함하는 발광 표시 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 제2 스위칭 소자의 일단은 상기 제3 주사선 또는 기준 전압선에 연결되는 발광 표시 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 제2 스위칭 소자는 PMOS 트랜지스터 또는 NMOS 트랜지스터인 발광 표시 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 제5 스위칭 소자는 상기 제3 및 제4 스위칭 소자의 턴온 전에 제4 주사선의 디스에이블 레벨의 제4 선택 신호에 의해 턴오프되고, 상기 제1 스위칭 소자가 턴오프된 후에 상기 제4 주사선의 인에이블 레벨의 제4 선택 신호에 의해 턴온되는 발광 표시 장치.

청구항 5.

데이터 전압을 전달하는 복수의 데이터선, 선택 신호를 전달하는 복수의 주사선, 그리고 발광 소자에 전류를 공급하는 구동 트랜지스터와 상기 주사선에 의해 턴온 및 턴오프 제어되는 제1 내지 제5 스위칭 소자와 상기 구동 트랜지스터의 게이트-소스 전압을 일정 기간 유지하는 제1 저장 소자 및 제2 저장 소자의 직렬 회로를 가지는 복수의 화소 회로를 포함한 발광 표시 장치를 구동하는 방법에 있어서,

구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하기 위해 제3 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가될 때 제2 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호를 인가하여 상기 구동 트랜지스터의 출력단을 초기화시키는 단계;

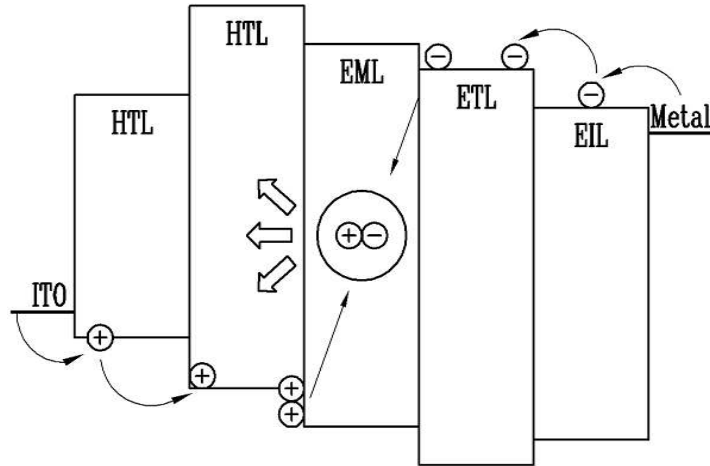
상기 제3 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가되는 동안 상기 제1 스위칭 소자와 상기 제1 저장 소자 사이의 노드와 상기 구동 트랜지스터의 게이트 사이에 연결되는 상기 제2 저장 소자에 상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압에 상응하는 전압을 충전시켜 상기 구동 트랜지스터의 문턱 전압을 보상하는 단계;

상기 제1 주사선에 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가되는 동안 상기 데이터선에 연결된 상기 제1 저장 소자에 상기 데이터 전압에 상응하는 제2 전압을 충전시키는 단계; 및

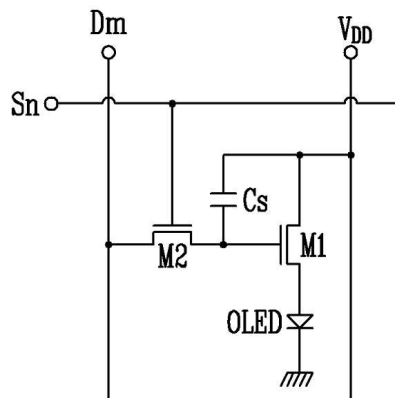
상기 제4 주사선의 인에이블 레벨의 선택 신호가 인가되는 동안 상기 제1 및 제2 저장 소자의 직렬 회로에 충전된 전압에 의해 상기 발광 소자에 공급되는 전류를 제어하는 단계를 포함하는 발광 표시 장치의 구동 방법.

도면

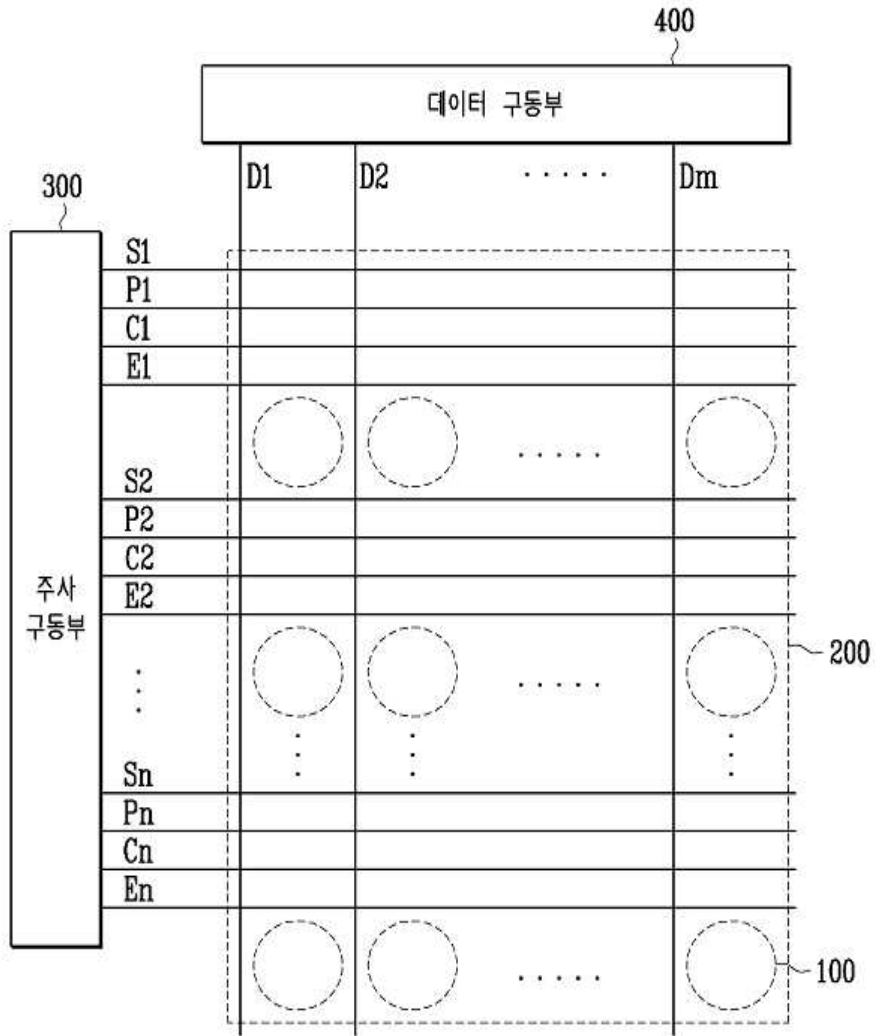
도면1



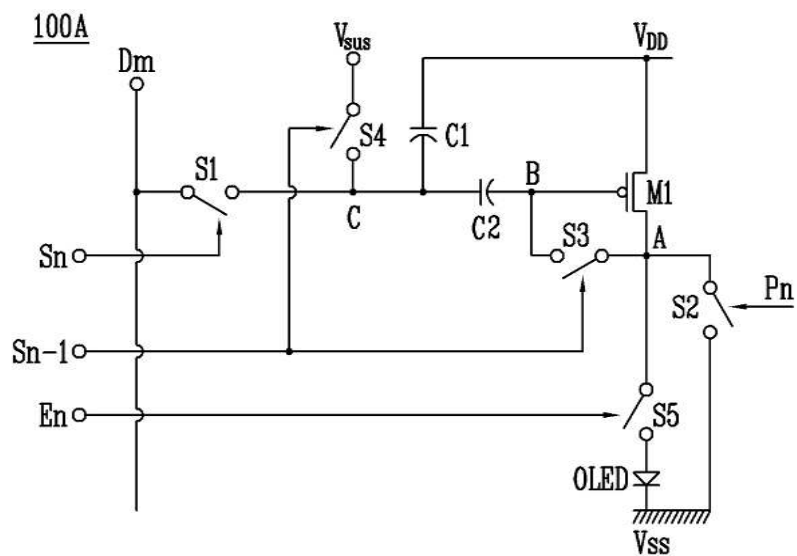
도면2



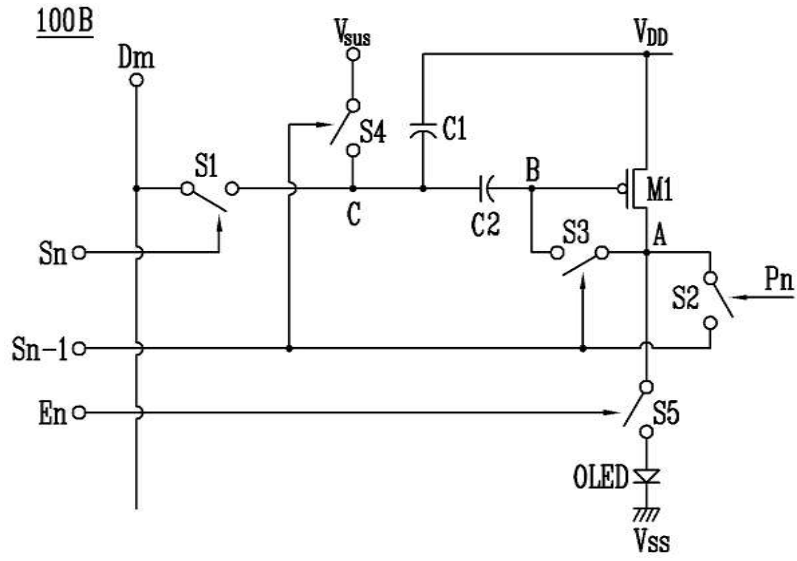
도면3



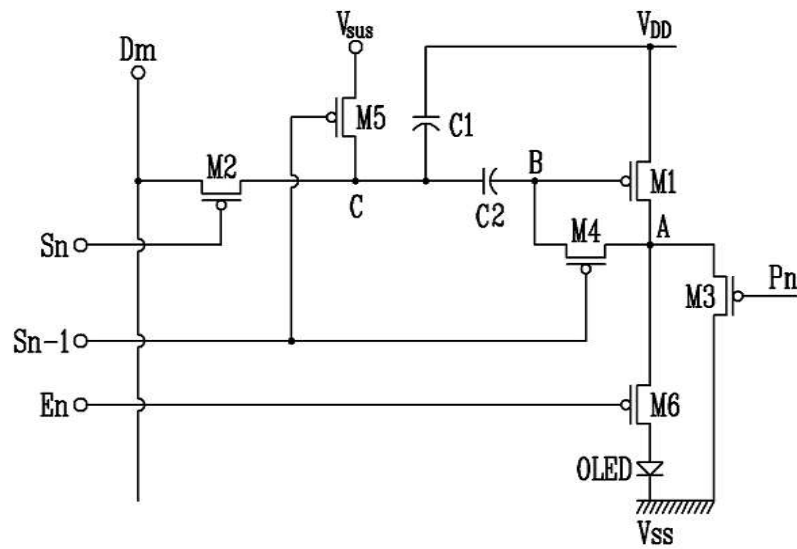
도면4



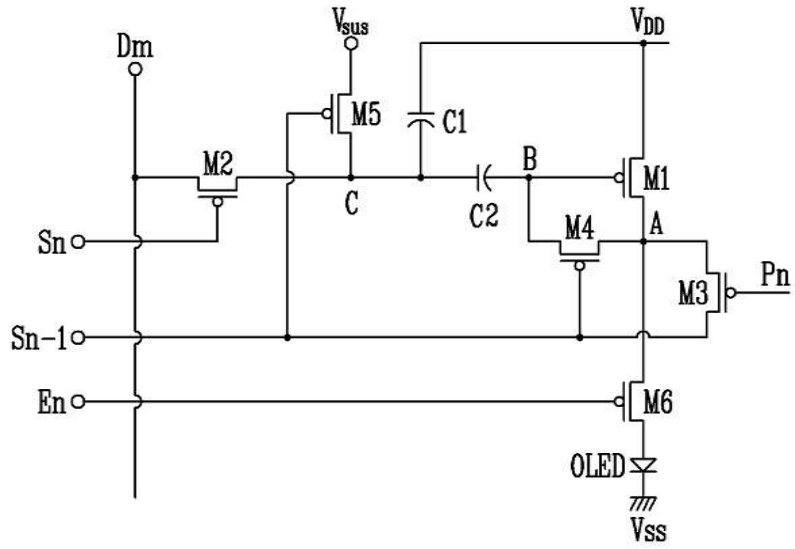
도면5



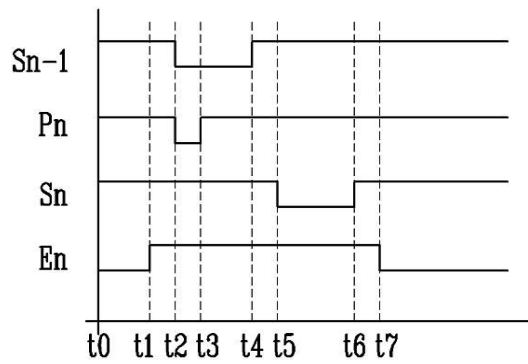
도면6



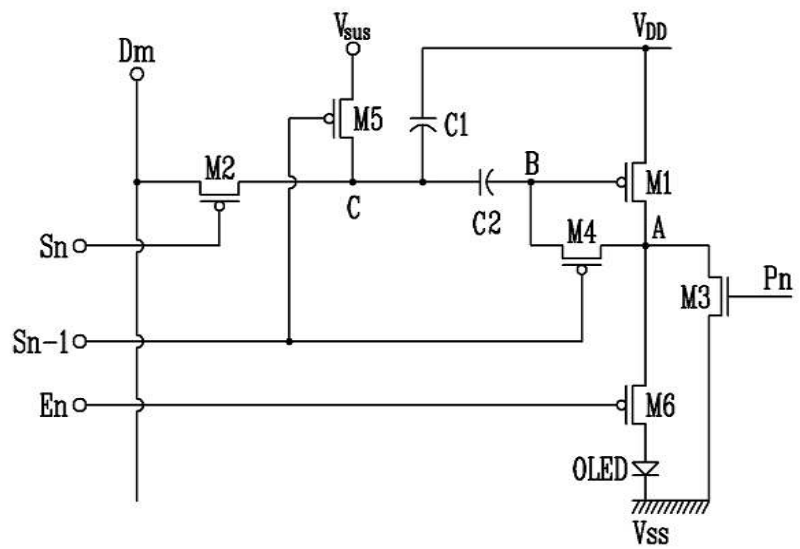
도면7



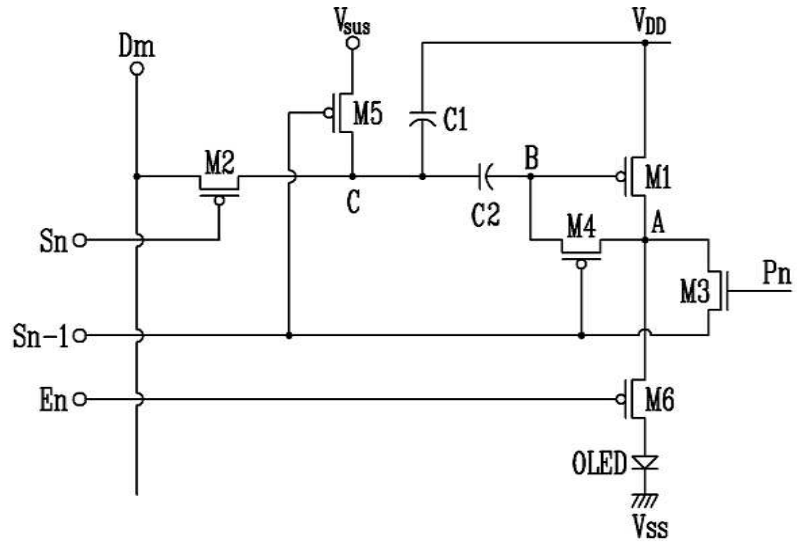
도면8



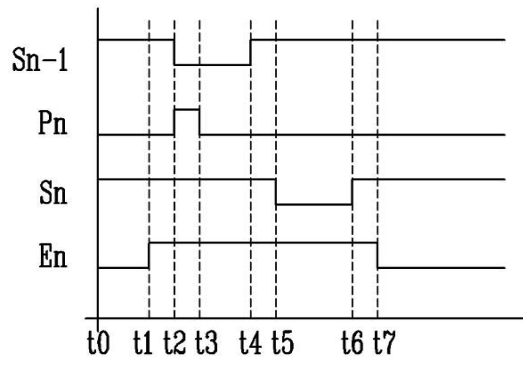
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	发光显示器及其驱动方法		
公开(公告)号	KR100562664B1	公开(公告)日	2006-03-20
申请号	KR1020040031881	申请日	2004-05-06
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	CHUNG BOYONG 정보용 KIM YANGWAN 김양완		
发明人	정보용 김양완		
IPC分类号	G09G3/30		
CPC分类号	G09G3/325 G09G2300/0876 G09G2320/0233 H03K17/785		
代理人(译)	SHIN , YOUNG MOO		
其他公开文献	KR1020050106834A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

发光显示器及其驱动方法本发明涉及一种发光显示器及其驱动方法。如权利要求1连接在电源电压和通过驱动晶体管的第五开关元件之间的所述的用于发光显示装置的第一开关元件，所述数据线用于提供电流到发光元件的第一存储元件的一端的数据电压，第二开关装置的第三开关装置，连接所述驱动晶体管用于在现有的驱动器晶体管的输出侧施加的初始化电压施加到所述节点的二极管来补偿所述驱动晶体管的阈值电压，第一开关元件和所述第一存储自连接用于向节点C施加第二电源电压的第四开关元件和电连接在节点C和驱动晶体管的栅极之间的第二存储元件，以存储驱动晶体管的阈值电压，并且第五开关元件在第一开关元件断开之前断开并且在第一开关元件断开之后接通。4 指数方面 有机EL，显示器件，像素电路，阈值电压，电压降，初始化电压

