



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0080341
(43) 공개일자 2012년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02F 1/167 (2006.01) G09G 3/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0001729

(22) 출원일자 2011년01월07일

심사청구일자 2011년01월07일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

홍문표

경기도 성남시 분당구 내정로 94, 청구아파트
107동 1103호 (정자동, 한솔마을)

윤호원

서울특별시 강북구 한천로109길 83, 솔그린아파
트 104동 704호 (번동)

박효주

부산광역시 수영구 금련로43번길 32, 현대한누리
아파트 104동 205호 (망미동)

(74) 대리인

원영호

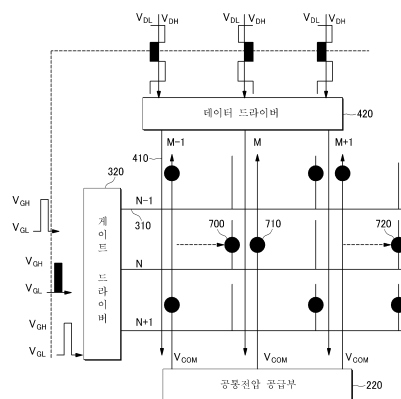
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치에 관한 것으로, 상기 전계 구동 셀은 기관상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하고, 상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 공통 전압을 공급하는 공통 전압 공급부, 상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 게이트 라인별로 게이트 전압을 공급하는 게이트 드라이버 및 상기 각 전계 구동 셀의 제 3 전극에 데이터 라인별로 데이터 전압을 공급하는 데이터 드라이버를 포함하되, 상기 구동체는 상기 게이트 전압 및 데이터 전압의 공급 상태에 따라 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극과 인접하게 위치한다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 F0004101201033100605001259F0004000201033

부처명 산업자원부

연구사업명 21C프론티어사업

연구과제명 [3차년도]고속응답 전자종이 구현을 위한 새로운 디스플레이 모드 연구

주관기관 한국화학연구원

연구기간 2010.06.01 ~ 2011.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치에 있어서,

상기 전계 구동 셀은 기관상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하되, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되고, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 것이며,

상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 공통 전압을 공급하는 공통 전압 공급부,

상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 게이트 라인별로 게이트 전압을 공급하는 게이트 드라이버 및

상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 데이터 라인별로 데이터 전압을 공급하는 데이터 드라이버를 포함하되,

상기 구동체는 상기 게이트 전압 및 데이터 전압의 공급 상태에 따라 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극과 인접하게 위치하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 구동체는 전도성 물질을 포함하되, 영구 전하를 띠지 않는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 구동체가 상기 제 1 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 2 전극에 인가된 경우, 로우 레벨의 데이터 전압이 제 3 전극에 인가되면 상기 구동체는 상기 제 2 전극과 인접한 위치로 이동하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 구동체가 상기 제 2 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 2 전극에 인가된 경우, 하이 레벨의 데이터 전압이 제 3 전극에 인가되면 상기 구동체는 상기 제 1 전극과 인접한 위치로 이동하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 게이트 드라이버는 하이 레벨의 게이트 전압을 로우 레벨로 강하시키는 경우, 게이트 전압이 로우 레벨에 도달하여 일정 시간 이상 유지되도록 하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 게이트 드라이버는 하이 레벨의 게이트 전압을 로우 레벨로 강하시키는 경우, 게이트 전압이 로우 레벨

게이트 전압을 도달하기 전에 상기 하이 레벨의 게이트 전압과 로우 레벨의 게이트 전압 사이의 전압 레벨을 일정 시간 이상 유지 시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 게이트 드라이버는 하이 레벨의 게이트 전압을 로우 레벨로 강하시키는 경우, 게이트 전압이 로우 레벨에 도달하기 전에 상기 하이 레벨의 게이트 전압과 로우 레벨의 게이트 전압의 차이값을 1/2로 나눈 전압 레벨을 일정 시간 이상 유지 시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 8

복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치에 있어서,

상기 전계 구동 셀은 기관상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하되, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되고, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 것이며,

상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 공통 전압을 공급하는 공통 전압 공급부,

상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 게이트 라인별로 게이트 전압을 공급하는 게이트 드라이버 및

상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 데이터 라인별로 데이터 전압을 공급하는 데이터 드라이버를 포함하되,

상기 구동체는 상기 게이트 전압 및 데이터 전압의 공급 상태에 따라 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극과 인접하게 위치하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 구동체가 상기 제 1 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 3 전극에 인가된 경우, 하이 레벨의 데이터 전압이 제 2 전극에 인가되면 상기 구동체는 상기 제 2 전극과 인접한 위치로 이동하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 구동체가 상기 제 2 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 3 전극에 인가된 경우, 로우 레벨의 데이터 전압이 제 2 전극에 인가되면 상기 구동체는 상기 제 1 전극과 인접한 위치로 이동하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 각 전계 구동 셀은 정전 용량 소자 또는 상기 각 전계 구동 셀의 활성화를 위한 능동 스위칭 소자와 접속되지 않는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 12

기관상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하고, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되며, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법에 있어서,

- (a) 상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 일정한 레벨의 공통 전압을 인가하는 단계,
- (b) 상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 게이트 전압을 선택적으로 인가하여, 동작시키고자 하는 전계 구동 셀의 게이트 라인을 활성화시키는 단계 및
- (c) 상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 데이터 전압을 선택적으로 인가하여, 상기 구동체를 상기 제 1 전극과 인접한 위치 또는 상기 제 2 전극과 인접한 위치에 위치시키는 단계를 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

하이 레벨의 게이트 전압을 로우 레벨로 강하시키는 경우, 게이트 전압이 로우 레벨에 도달하여 일정 시간 이상 유지 되도록 하는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

하이 레벨의 게이트 전압을 로우 레벨로 강하시키는 경우, 게이트 전압이 로우 레벨 게이트 전압을 도달하기 전에 상기 하이 레벨의 게이트 전압과 로우 레벨의 게이트 전압 사이의 전압 레벨을 일정 시간 이상 유지시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

하이 레벨의 게이트 전압을 로우 레벨로 강하시키는 경우, 게이트 전압이 로우 레벨에 도달하기 전에 상기 하이 레벨의 게이트 전압과 로우 레벨의 게이트 전압의 차이값을 1/2로 나눈 전압 레벨을 일정 시간 이상 유지시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 구동체가 상기 제 1 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 2 전극에 인가된 경우, 로우 레벨의 데이터 전압을 제 3 전극에 인가하여 상기 구동체를 상기 제 2 전극과 인접한 위치로 이동시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 구동체가 상기 제 2 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 2 전극에 인가된 경우, 하이 레벨의 데이터 전압을 제 3 전극에 인가하여 상기 구동체를 상기 제 1 전극과 인접한 위치로 이동시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

청구항 18

기관상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하고, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되며, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법에 있어서,

(a) 상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 일정한 레벨의 공통 전압을 인가하는 단계,

(b) 상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 게이트 전압을 선택적으로 인가하여, 동작시키고자 하는 전계 구동 셀의 게이트 라인을 활성화시키는 단계 및

(c) 상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 데이터 전압을 선택적으로 인가하여, 상기 구동체를 상기 제 1 전극과 인접한 위치 또는 상기 제 2 전극과 인접한 위치에 위치시키는 단계

를 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 구동체가 상기 제 1 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 3 전극에 인가된 경우, 하이 레벨의 데이터 전압을 제 2 전극에 인가하여 상기 구동체를 상기 제 2 전극과 인접한 위치로 이동시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 구동체가 상기 제 2 전극에 인접하게 위치한 상태에서 하이 레벨의 게이트 전압이 제 3 전극에 인가된 경우, 로우 레벨의 데이터 전압을 제 2 전극에 인가하여 상기 구동체를 상기 제 1 전극과 인접한 위치로 이동시키는 것인 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 전자종이 디스플레이 디바이스 등에 사용할 수 있는 전계구동 셀 어레이의 구동 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 영구전하를 띠지 않는 구동체를 이용한 전계구동 셀 어레이의 구동 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 전자 종이는 메모리 기능이 있는 반사형 디스플레이를 사용하기 때문에, 기존의 액정표시 장치처

럼 광원이 필요하지 않고, OLED처럼 지속적인 전력의 소모가 필요하지 않아 저전력으로 구동할 수 있는 특징을 가지고 있다.

[0003] 현재의 전자 종이 디스플레이를 표현하는 대표적인 방식은, ① 오일에 혼합된 유색 대전입자를 마이크로캡슐 안에 가두거나, 대전입자 그대로를 전기장의 인가에 응답하게 하는 전기영동 방식(E-INK, SiPix), ② 서로 반대되는 전하와 서로 다른 색상을 갖는 상하 반구로 구성된 구형 입자를 전기장을 이용하여 회전시키는 트위스트볼 방식(Gyricon media), ③ 대전된 분체를 건식 환경에서 작동하는 QR_LPD 방식(Quick Response-Liquid Powder Display, Bridgestone), ④ 콜레스테릭 액정 분자의 선택 반사 특성을 이용하는 콜레스테릭 액정 디스플레이 방식(Kent Display) 등 이다.

[0004] 이 중에서 전기영동 방식의 전자종이가 가장 대표적인 방식이다. 전기영동 방식의 전자종이 디스플레이에 사용되는 입자는 영구전하를 가지고 있다. 그러나 영구전하를 가진 입자의 경우, 구동 전압이 높고, 응답 속도가 느리며, 계조(階調, gradation)표현이 어려운 단점이 있다. 또한, 디지털 화상을 구현하기 위해서 트랜지스터나 다이오드와 같은 별도의 스위칭 소자와 정전용량 장치를 각 화소별로 설치하여 화소별 필요한 정보를 기록하는 능동 행렬 어드레싱(Active Matrix(AM) Addressing) 구동법을 사용하여야 한다. 따라서, 이를 위하여 고가의 박막트랜지스터 어레이 백플레인(Thin Film Transistor(TFT) Array Backplane) 장치가 요구된다.

[0005] 한편, 콜레스테릭 액정 디스플레이 방식의 전자종이의 경우 별도의 스위칭 소자와 정전용량 장치가 필요없는 수동 행렬 어드레싱(Passive Matrix(PM) Addressing) 구동법을 사용할 수 있으나, 능동 행렬 어드레싱 구동법에 비하여 화질이 떨어지고, 고해상도 대면적 패널을 구동할 수 없는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일부 실시예는 영구 전하를 띠지 않는 구동체를 포함하는 새로운 방식의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이를 효율적으로 구동할 수 있는 전계 구동 셀 어레이 구동 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면은 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치에 관한 것으로, 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치에 있어서, 상기 전계 구동 셀은 기판상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하되, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되고, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 것이며, 상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 공통 전압을 공급하는 공통 전압 공급부, 상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 게이트 라인별로 게이트 전압을 공급하는 게이트 드라이버 및 상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 데이터 라인별로 데이터 전압을 공급하는 데이터 드라이버를 포함하되, 상기 구동체는 상기 게이트 전압 및 데이터 전압의 공급 상태에 따라 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극과 인접하게 위치한다.

[0008] 또한, 본 발명의 제 2 측면은 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 장치에 관한 것으로, 상기 전계 구동 셀은 기판상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하되, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되고, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 것이며, 상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 공통 전압을 공급하는 공통 전압 공급부, 상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 게이트 라인별로 게이트 전압을 공급하는 게이트 드라이버 및 상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 데이터 라인별로 데이터 전압을 공급하는 데이터 드라이버를 포함하되, 상기 구동체는 상기 게이트 전압 및 데이터 전압의 공급 상태에 따라 상기 제 1 전극 또는 제 2 전극과 인접하게 위치한다.

[0009] 또한, 본 발명의 제 3 측면은 기판상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하고, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되며, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법에 관한 것으로, 상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 일정한 레벨의 공통 전압을 인가하는 단계, 상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 게이트 전압을 선택적으로 인가하여, 동작시키고자 하는 전계 구동 셀의 게이트 라인을 활성화시키는 단계 및 상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 데이터 전압을 선택적으로 인가하여, 상기 구동체를 상기 제 1 전극과 인접한 위치 또는 상기 제 2 전극과 인접한 위치에 위

치시키는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 본 발명의 제 4 측면은 기관상에 서로 절연되도록 형성된 제 1 전극, 제 2 전극 및 제 3 전극과 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에서 이동 가능한 구동체를 각각 포함하고, 상기 제 1 전극과 제 2 전극은 미리 설정된 거리만큼 이격되며, 상기 제 3 전극은 상기 제 1 전극의 하부에 배치된 복수의 전계 구동 셀을 포함하는 전계 구동 셀 어레이의 구동 방법에 관한 것으로, 상기 전계 구동 셀의 제 1 전극에 일정한 레벨의 공통 전압을 인가하는 단계, 상기 전계 구동 셀의 제 3 전극에 게이트 전압을 선택적으로 인가하여, 동작시키고자 하는 전계 구동 셀의 게이트 라인을 활성화시키는 단계 및 상기 전계 구동 셀의 제 2 전극에 데이터 전압을 선택적으로 인가하여, 상기 구동체를 상기 제 1 전극과 인접한 위치 또는 상기 제 2 전극과 인접한 위치에 위치시키는 단계를 포함한다.

[0011]

발명의 효과

[0012] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 영구 전하를 띠지 않는 구동체를 포함하는 전계 구동 셀에 대하여 보다 효율적인 구동 방법을 구현할 수 있다. 특히, 본 발명의 전계 구동용 자력형 능동 행렬 어레이(Self-Active Matrix Array)는 3개 이상의 전극을 갖는 전계 구동 셀의 각 전극들이 연결되어 있는 전극라인을 각각 공통전극 라인, 게이트 라인, 데이터 라인으로 활용하여 행렬 형태로 배치하고, 게이트 라인과 데이터 라인의 교점에 개별 화소로서 전계구동 셀을 배치한다. 이와 같이 구성된 능동 행렬 어레이는 별도의 스위칭 소자와 정전용량 소자 없이도 자력형 능동 행렬 어드레스 구동이 가능하다.

[0013] 본 발명의 전계구동 셀은 광 스위치, 전기스위치 및 디스플레이 등 다양한 분야에 사용될 수 있으며, 특히 전자종이 디스플레이 디바이스에 적용 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명에 일 실시예에 따른 전계구동 셀을 도시한 도면이다.

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 구동체의 상세 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로의 회로도를 도시한 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로에 인가되는 각종 전압 신호의 파형을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀의 구동 방법을 도시한 도면이다.

도 6은 본원 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동방법에 따른 전계구동 셀의 상태 변화를 정리한 도면이다.

도 7은 본원 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로에 인가되는 게이트 전압의 형태를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로의 회로도를 도시한 도면이다.

도 9는 본원 발명의 다른 실시예에 따른 전계구동 셀 구동방법에 따른 전계구동 셀의 상태 변화를 정리한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 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.

[0016] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우 뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부

본이 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.

- [0017] 도 1은 본 발명에 일 실시예에 따른 전계구동 셀을 도시한 도면이다.
- [0018] 도시된 전계구동 셀(10)은 구동체(100), 제 1 전극(200), 제 2 전극(300), 제 3 전극(400), 제 1 절연층(510), 제 2 절연층(520) 및 기판(600)을 포함한다. 또한, 전계구동 셀(10)의 제 1 전극(200)은 공통전극 라인(210)과 접속되고, 제 2 전극(300)은 게이트 라인(310)과 접속되고, 제 3 전극(400)은 데이터 라인(410)과 접속된다.
- [0019] 제 1 전극(200)은 공통 전압이 인가되는 공통 전극으로서 기능하고, 제 2 전극(300)은 게이트 전압이 인가되는 게이트 전극으로서 기능하며, 제 3 전극(400)은 데이터 전압이 인가되는 데이터 전극으로서 기능한다.
- [0020] 이때, 제 1 전극(200)과 제 2 전극(300)은 소정 거리만큼 이격되고, 제 3 전극(400)은 제 1 전극(200)의 하부에 위치한다. 따라서, 제 1 전극(200)과 제 2 전극(300) 사이의 거리는 제 3 전극(400)과 제 2 전극(300) 사이의 거리와 같거나 비슷하게 된다.
- [0021] 구동체(100)는 제 1 전극 내지 제 3 전극(200, 300, 400)에 인가되는 전압에 따라, 제 1 전극(200)과 제 2 전극(200) 사이의 공간을 이동할 수 있다. 또한, 구동체(100)는 제 1 전극 내지 제 3 전극(200, 300, 400)에 인가되는 전압에 따라, 제 1 전극(200)과 인접한 상태 또는 제 2 전극(300)과 인접한 상태를 갖게 된다.
- [0022] 구동체(100)는 영구전하를 갖지 않으며, 인가되는 전압에 따라 수시로 양전하 또는 음전하로 대전될 수 있다. 이러한 구동체(100)는 이동이 용이한 구형 또는 원통형으로 제작되며, 제 1전극(200)과 접촉시 접촉저항이 높을 수 있다. 구형 또는 원통형의 구동체(100)는 제 1 전극(200) 또는 제 2 전극(300)과 점 접촉을 하여 접촉면적이 좁기 때문에, 접촉저항이 높다.
- [0023] 또한, 구동체(100)의 크기는 제 1 전극(200)과 제 2 전극(300) 사이의 간격과 동일하거나 그보다 작으며, 그 지름이 수 마이크로미터 내지 수십 마이크로미터 정도일 수 있다.
- [0024] 또한, 전계구동 셀(10)에 포함되는 구동체(100)는 복수일 수 있다.
- [0025] 한편, 구동체(100)는 전극에 의해서 양 또는 음전하로 대전되도록 전도성물질로 이루어져야 하나, 대전된 전하는 대전체의 표면에 위치하므로 구동체(100) 전체가 전도성 물질로 이루어져야 하는 것은 아니다.
- [0026] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 구동체의 상세 구성을 설명하기 위한 단면도이다.
- [0027] 도 2a에 도시된 것과 같이, 절연체 볼(110)에 전도성물질을 코팅하여 전도성층(120)을 형성한 구조로 구동체(100)를 형성할 수 있다. 전도성층(120)의 두께는 절연체 볼(110) 지름의 20% 이내로 코팅하여, 10~10,000Å 범위의 값을 가질 수 있다.
- [0028] 이때, 구동체(100)의 구동에 필요한 힘과 구동속도는 구동체(100)의 무게에 반비례하므로, 무게가 가벼우면서도 유전 특성이 있는 고분자 재질의 절연체 볼(110)을 사용한다.
- [0029] 그리고, 전도성층(120)은 전기적 특성이 좋은 금, 알루미늄 등의 금속이나, 투명 전도성 산화물 또는 전도성 고분자 등의 전도성물질을 사용할 수 있다.
- [0030] 전계구동 셀이 적용되는 분야에 따라서 구동체(100)의 색이 중요할 수 있으며, 이를 위해 도 2b에 도시된 바와 같이, 구동체(100)는 컬러층(130)을 더 포함한다.
- [0031] 컬러층(130)은 흰색, 적색, 녹색, 청색, 노란색, 마젠타, 시안 또는 원하는 임의의 색 중에서 선택된 어느 하나의 색을 가질 수 있으며, 반사되는 광을 배제하기 위해 검은색의 비투과성 물질로 이루어질 수도 있다.
- [0032] 이러한 컬러층(130)을 포함하는 구동체(100)의 전도성층(120)은 컬러층(130)의 색이 나타나도록 ITO, IZO, ZnO, SnO₂와 같은 투명 전도성 물질을 사용한다.
- [0033] 다시 도 1을 참조하면, 제 1 전극 내지 제 3 전극(200, 300, 400)은 ITO(indium tin oxide) 또는 IZO(indium zinc oxide) 등의 투명한 도전 물질이나, Cr, Al, Mo 등의 불투명한 도전 물질로 형성될 수 있다.
- [0034] 제 1 절연층(510)은 제 1 전극(200)과 제 2 전극(300) 사이에 형성된 것으로, 구동체(100)와 제 2 전극(300)을 절연시킨다.
- [0035] 제 2 절연층(520)은 제 2 전극(300)과 제 3 전극(400) 사이에 형성된 것으로, 제 2 전극(300)과 제 3 전극

(400)을 절연시킨다.

- [0036] 기관(600)은 유리 또는 플렉서블 기관을 이용한 투명 기관 또는 불투명 기관 일 수 있다.
- [0037] 이제, 구동체(100)의 상태 제어 방법을 살펴보기로 한다.
- [0038] 영구 전하가 없는 구동체(100)의 전위는 직접 접촉하는 제 1 전극(200)에 인가되는 전압에 의해 정의될 수 있다. 또한, 각 전극에 인가하는 전압의 크기에 따라 구동체(100)와 각 전극과의 전위차가 발생하고, 이 전위차와 전극과의 거리에 의해 전계가 발생하고, 구동체(100)에 작용하는 전기력이 발생한다.
- [0039] 즉, 제 2 전극(300)에 인가되는 펄스 또는 직류형태의 전계에 의해서 제 1 전극(200) 또는 제 2 전극(300)에 위치한 구동체 표면의 전하 재분배가 일어나게 되고, 이 전하의 재분배로 인해 제 1 전극(200)과 접촉중인 구동체와 제 2 전극(300) 사이에 전계에 의한 인력이 발생되고, 이 힘이 구동체가 위치한 제 1 전극(200)이 작용하고 있는 인력에 비해 커지면 구동체는 이동할 수 있게 된다. 이때, 제 2 전극(300)에 인가되는 직류 또는 펄스 형태의 전압의 변화속도 또는 지속시간을 조절하여 구동체의 이동조건을 결정 할 수 있다.
- [0040] 한편, 제 1 전극(200)에 의해 정의되는 구동체(100)의 전위는 제 2 전극(300) 및 제 3 전극(400)에 가해지는 전압에 따라 전하의 재분배가 일어나게 된다. 이는 구동체(100)가 구형 또는 원통형, 또는 구형에 가까운 형태이기 때문에 전극과 접촉되는 면적이 적어 접촉저항이 매우 커져서 외부 전계가 급격히 변할 때 제한된 전도도를 갖는 구동체 표면에 전하의 재분배가 나타나게 된다.
- [0041] 특히, 구동체 표면의 전위 변화를 주기 위해서는 직류 또는 펄스형태 전계의 전위변화속도가 구동체 표면에서의 전하가 재분배 되는 속도보다 크거나 같은 것이 바람직하다.
- [0042] 이때, 구동체(100)와 직접 접촉이 발생하는 제 1 전극(200)과 달리, 구동체와 절연 상태에 있는 제 2 전극(300)과 제 3 전극(400)은 메모리 특성이 있어, 각 전극과 인접한 위치에 구동체(100)가 머무를 수 있도록 한다.
- [0043] 정리해보면, 제 1 전극(200)과 제 2 전극(300) 사이의 전위차에서 생성된 전계 인력(전기력)이 제 1 전극(200)과 제 3 전극(400) 사이의 전위차에 의한 전계 인력보다 작은 경우, 구동체(100)는 제 1 전극(200)과 인접하게 위치한 상태를 갖는다. 즉, 제 1 전극(200)과 제 3 전극(400) 사이의 거리가 가깝기 때문에, 작은 전위차에서도 구동체(100) 위치를 그대로 유지시킬 수 있어 메모리 효과를 얻을 수 있다.
- [0044] 한편, 제 1 전극(200)과 제 3 전극(400) 사이의 전계 인력이 0 또는 임계값보다 작은 조건에서 제 1 전극(200)에 의해 정의된 구동체(100)와 제 2 전극(300) 사이의 전계 인력이 충분히 커지면 구동체(100)가 제 2 전극(300)으로 이동하게 된다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로의 회로도를 도시한 도면이다.
- [0046] 전계구동 셀 구동회로는 공통전압 공급부(220), 게이트 드라이버(320) 및 데이터 드라이버(420)를 포함한다. 또한, 매트릭스 어레이 형태를 가지며, 전계구동 셀의 각 전극에 접속되는 각종 배선을 포함한다.
- [0047] 즉, 전계구동 셀 구동회로는 전계구동 셀의 제 1 전극(200)과 접속되는 공통전극 라인(210), 제 2 전극(300)과 접속되는 게이트 라인(310), 제 3 전극(400)과 접속되는 데이터 라인(410)을 포함한다.
- [0048] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로에 인가되는 각종 전압 신호의 파형을 도시한 도면이다.
- [0049] 공통전압 공급부(220)는 공통전극 라인(210)을 통해 제 1 전극(200)에 공통전압 신호(V_{com})를 공급한다. 게이트 드라이버(320)는 게이트 라인(310)을 통해 제 2 전극(300)에 펄스 형태의 게이트 전압 신호(V_g)를 공급한다. 데이터 드라이버(420)는 데이터 라인(410)을 통해 제 3 전극(400)에 데이터 전압 신호(V_d)를 공급한다.
- [0050] 공통전압 신호(V_{com})는 단위 프레임 시간 동안은 일정한 크기의 직류전압을 유지한다. 그러나, 필요에 따라 단위 프레임 시간 동안 크기가 변하는 파형을 갖는 전압을 인가 할 수 있다.
- [0051] 게이트 전압 신호(V_g)는 복수의 게이트 라인(310) 중 선택된 배선에 대하여, 미리 설정된 시간 동안 공급되는 하이 레벨의 게이트 전압 신호(V_{gh})와 비선택된 배선에 대하여 공급되는 로우 레벨의 게이트 전압 신호(V_{gl})를 포함한다. 다만, 실시예에 따라 선택된 배선에 대하여 로우 레벨의 게이트 전압 신호(V_{gl})를 인가하고, 비선택

된 배선에 대하여 하이 레벨의 게이트 전압 신호(V_{GH})를 인가하는 구성을 선택할 수 있다.

- [0052] 데이터 전압 신호(V_D)는 N 번째 게이트 라인이 선택된 후 다음 N+1 번째 게이트 라인이 선택되기 전까지 구동체(100)의 이동 또는 정지를 결정할 수 있는 신호가 인가되며, 하이 레벨의 데이터 전압 신호(V_{DH})와 로우 레벨의 데이터 전압 신호(V_{DL})를 포함한다.
- [0053] 예를 들어, 특정 게이트 라인(N번째 게이트라인)에 하이 레벨의 게이트 전압 신호(V_{GH})를 인가하여 해당 게이트 라인을 활성화 시킨 상태에서, 데이터 라인에 인가되는 데이터 전압 신호의 종류에 따라 구동체(100)의 상태가 제어될 수 있다. 그러나, 게이트 라인이 비활성화된 상태에서는 데이터 전압 신호의 종류와는 무관하게 구동체(100)의 상태가 특정 상태를 유지하게 된다.
- [0054] 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로에 인가되는 각종 전압 신호의 파형의 관계를 도시한 도면이다.
- [0055] 공통전압 신호(V_{COM})는 로우 레벨의 게이트 전압 신호(V_{GL})와 비슷한 값을 가진다. 또한, 하이 레벨의 데이터 전압 신호(V_{DH})는 하이 레벨의 게이트 전압 신호(V_{GH}) 보다 낮은 값을 갖는다.
- [0056] 즉, 아래와 같은 수학적의 관계를 만족한다.
- [0057] [수학식 1]
- [0058] $V_{GL} \leq V_{COM} < V_{GH}$
- [0059] $V_{COM} \leq V_{DL} < V_{DH} < V_{GH}$
- [0060] 또한, 각각의 전압 신호는 펄스 형태를 갖도록 하여, 인가되는 전압의 전위변화속도가 구동체 표면에서 전하가 재분배되는 속도보다 크거나 같도록 한다.
- [0061] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀의 구동 방법을 도시한 도면이다.
- [0062] 본 발명에서는 전계구동 패널의 자력형 능동 행렬 어드레싱 방법(Self-Active Matrix Addressing, SAMA)을 제안한다.
- [0063] 먼저, 공통전압 공급부(220)를 통해 전계구동 셀의 공통전극에 공통전압(V_{COM})을 인가한다.
- [0064] 또한, 구동시키고자 하는 전계구동 셀과 접속된 게이트 라인을 활성화시키기 위해, 하이 레벨의 게이트 전압 신호(V_{GH})를 인가한다. 도면에서는 제 N 번째 게이트 라인이 활성화되고 있다.
- [0065] 게이트 라인이 활성화된 경우에는 데이터 전압 신호에 따라 구동체(100)의 상태가 달라진다. 즉, 데이터 라인에 로우 레벨의 데이터 전압 신호(V_{DL})가 인가된 전계 구동셀(700, 720)의 경우, 구동체(100)와 제 2 전극(300) 사이에 형성된 전계 인력(전기력)이 구동체(100)와 제 3 전극(400) 사이에 형성된 전계 인력보다 크므로, 제 1 전극(200)에 인접하여 위치한 구동체(100)가 제 2 전극(300)과 인접한 위치로 이동하게 된다. 또한, 구동체(100)와 제 2 전극(300)간의 전위차로 인하여, 다음 프레임 시간에 새로운 게이트 전압 신호와 데이터 전압 신호가 인가되기 전까지 구동체(100)의 위치는 고정되게 되어 메모리 효과를 얻을 수 있다.
- [0066] 반면에, 데이터 라인에 하이 레벨의 데이터 전압 신호(V_{DH})가 인가된 전계 구동셀(710)의 경우, 구동체(100)와 제 2 전극(300) 사이에 형성된 전계 인력이 구동체(100)와 제 3 전극(400) 사이에 형성된 전계 인력보다 작아서 구동체(100)는 제 1 전극(200)과 인접한 위치에 계속 정지하게 된다.
- [0067] 한편, 구동체(100)가 제 2 전극(300)과 인접한 위치에 있는 경우, 이를 제 1 전극(200)과 인접한 위치로 이동시키기 위해서는 해당 게이트 라인을 활성화시킨 상태에서, 하이 레벨의 데이터 전압 신호(V_{DH})를 인가시킨다.
- [0068] 도 6은 본원 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동방법에 따른 전계구동 셀의 상태 변화를 정리한 도면이다.
- [0069] 도시된 바와 같이, 로우레벨의 게이트 전압(V_{GL}) 인가로 인하여 게이트 라인이 비활성화된 경우에는 데이터 전압 신호의 변화에 불구하고, 종전 상태를 유지한다.

- [0070] 다음으로, 하이 레벨의 게이트 전압(V_{GH})이 인가된 상태에서는 구동체(100)의 상태 및 데이터 전압(V_D)의 종류에 따라 구동체(100)의 상태 변화 여부가 결정된다.
- [0071] 즉, 구동체(100)가 제 1 전극(200)과 인접한 위치에 있는 경우에는 로우 레벨의 데이터 전압(V_{DL})이 인가되는 경우에 구동체(100)가 제 2 전극(300)과 인접한 위치로 이동하게 된다.
- [0072] 그리고, 구동체(100)가 제 2 전극(300)과 인접한 위치에 있는 경우에는 하이 레벨의 데이터 전압(V_{DH})이 인가되는 경우에 구동체(100)가 제 1 전극(200)과 인접한 위치로 이동하게 된다.
- [0073] 도 7은 본원 발명의 일 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로에 인가되는 게이트 전압의 형태를 도시한 도면이다.
- [0074] 하이 레벨의 게이트 전압(V_{GH})에서 로우 레벨의 게이트 전압(V_{GL})으로 천이되는 과정에서, 중간 레벨의 게이트 전압(V_{GM})을 소정시간 인가하도록 한다.
- [0075] 구동체(100)가 제 2 전극(300)과 인접한 위치에 있다고 가정할 때, 게이트 전압을 하이 레벨에서 로우 레벨로 곧바로 강하할 경우, 구동체(100)와 제 2 전극(300)간의 전계 인력이 급격하게 변화할 가능성이 있고, 이때 그 전계 인력이 구동체(100)와 제 3 전극(400)간의 전계 인력보다 작아지면 구동체(100)는 제 1 전극(200)과 인접한 위치로 돌아가게 되어, 메모리 효과가 발생하지 않게 된다.
- [0076] 특히, 게이트 라인이 비활성화되는 경우에는 데이터 전압 신호의 레벨과 무관하게 구동체는 충전 상태를 유지하도록 제어되어야 한다. 게이트 라인에 로우 레벨의 게이트 전압이 인가되는 경우라도, 데이터 전압이 너무 크게 되면, 제 2 전극(300)과 인접한 위치에 있는 구동체가 제 1 전극(200)과 인접한 위치로 이동하는 불량이 발생할 가능성이 있다.
- [0077] 이를 방지하기 위하여, 게이트 전압 신호의 펄스가 계단식으로 하강하도록 할 수 있다. 즉, 하이 레벨(V_{GH})과 로우 레벨(V_{GL})외에 제 3의 레벨인 중간 레벨(V_{GM})을 일정시간 이상 유지하도록 한다.
- [0078] 이때, 중간 레벨의 게이트 전압(V_{GM})의 크기는 하이 레벨의 게이트 전압(V_{GH})과 로우 레벨의 게이트 전압(V_{GL}) 사이에 있는 값으로 결정한다. 바람직하게는 하이 레벨의 게이트 전압(V_{GH})과 로우 레벨의 게이트 전압(V_{GL})의 차이의 1/2이 되도록 한다.
- [0079] 이러한 구성을 통해, 게이트 전압의 하강 시간 또는 게이트의 비활성화 시간 동안 구동체(100)의 메모리 효과를 향상시킨다. 각 전극에 인가해 주는 전압의 크기는 절대적인 값은 아니며, 구동체의 크기와 전극 사이의 간격, 그리고 구동체의 전도도에 따라 달라질 수 있다.
- [0080] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계구동 셀 구동회로의 회로도도를 도시한 도면이다.
- [0081] 전체적인 구성은 도 3의 구성과 유사하나, 전계 구동 셀의 제 2 전극(300)과 제 3 전극(400)에 인가하는 전압이 다소 상이하다.
- [0082] 즉, 도 3의 실시예와 달리, 제 2 전극(300)에 데이터 전압을 인가하고, 제 3 전극(400)에 게이트 전압을 인가하도록 한다. 이를 위해, 데이터 드라이버(420)는 제 2 전극(300)에 데이터 전압 신호(V_D)를 공급한다. 또한, 게이트 드라이버(320)는 제 3 전극(400)에 게이트 전압 신호(V_G)를 공급한다.
- [0083] 그리고, 구동체(100)가 제 1 전극(200)에 인접하게 위치한 상태에서 제 3 전극(400)에 수학식 1을 만족하는 펄스형태 또는 계단과 형태의 게이트 전압이 인가되고, 하이 레벨의 데이터 전압이 제 2 전극(300)에 인가되면, 구동체(100)와 제 2 전극(300) 사이의 전위차가 최대값이 되어 최대의 전계 인력(전기력)이 발생하게 된다. 이에 따라, 상기 구동체(100)는 상기 제 2 전극(300)과 인접한 위치로 이동된다.
- [0084] 또한, 구동체(100)가 제 2 전극(300)에 인접하게 위치한 상태에서 제 3 전극(400)에 수학식 1을 만족하는 펄스형태 또는 계단과 형태의 게이트 전압이 인가되고, 로우 레벨의 데이터 전압이 제 2 전극(300)에 인가되면, 구동체(100)와 제 2 전극(300) 사이의 전위차가 최소값이 되어 구동체(100)와 제 2 전극(300) 사이의 전계 인력(전기력)이 최소값이 된다. 이에 따라, 상기 구동체(100)는 상기 제 1 전극(200) 및 제 3전극(400)과 인접한 위치로 이동된다.
- [0085] 도 9는 본원 발명의 다른 실시예에 따른 전계구동 셀 구동방법에 따른 전계구동 셀의 상태 변화를 정리한 도

면이다.

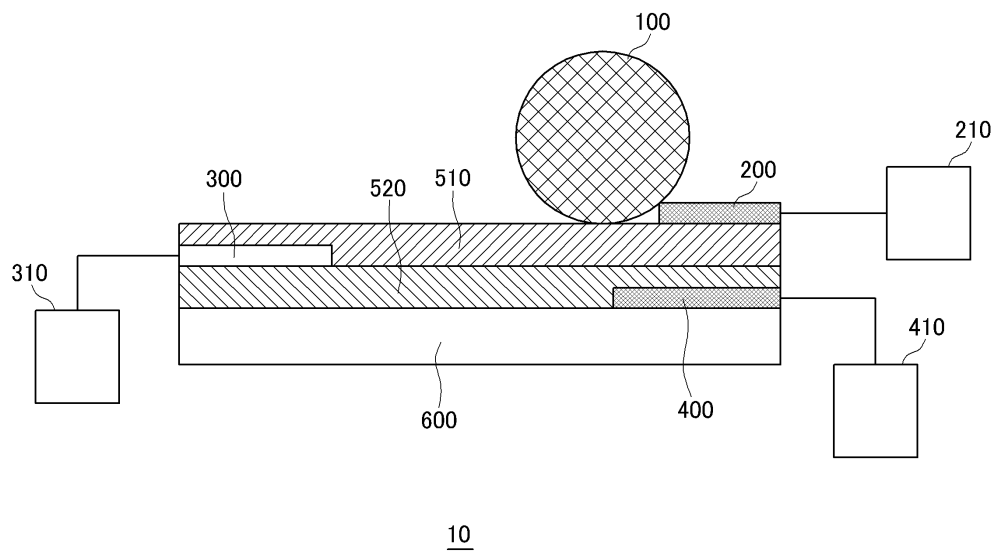
- [0086] 도시된 바와 같이, 로우 레벨의 게이트 전압(V_{GL}) 인가로 인하여 게이트 라인이 비활성화된 경우에는 데이터 전압 신호의 변화에 불구하고, 종전 상태를 유지한다.
- [0087] 다음으로, 하이 레벨의 게이트 전압(V_{GH})이 인가된 상태에서는 구동체(100)의 상태 및 데이터 전압(V_D)의 종류에 따라 구동체(100)의 상태 변화 여부가 결정된다.
- [0088] 즉, 구동체(100)가 제 1 전극(200)과 인접한 위치에 있는 경우에는 하이 레벨의 데이터 전압(V_{DL})이 인가되는 경우에 구동체(100)가 제 2 전극(300)과 인접한 위치로 이동하게 된다.
- [0089] 그리고, 구동체(100)가 제 2 전극(300)과 인접한 위치에 있는 경우에는 로우 레벨의 데이터 전압(V_{DH})이 인가되는 경우에 구동체(100)가 제 1 전극(200)과 인접한 위치로 이동하게 된다.
- [0090] 한편, 지금까지 전계 구동 장치의 셀을 구동체(100)가 수평방향으로 움직이는 경우를 중심으로 설명하였으나, 동일한 원리를 이용하여 구동체(100)가 수직방향 또는 대각방향으로 움직이는 전계구동 장치 셀을 구성할 수 있다.
- [0091] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0092] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

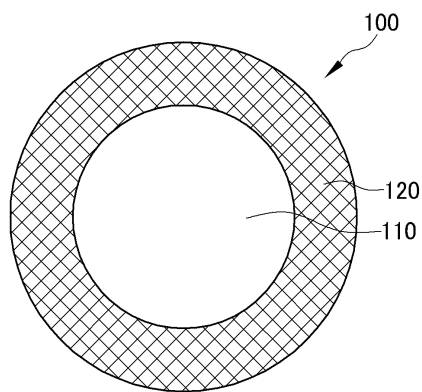
- | | | |
|--------|---------------|--------------|
| [0093] | 10: 전계 구동 셀 | |
| | 100: 구동채 | |
| | 200: 제 1 전극 | 210: 공통전극 라인 |
| | 220: 공통전압 공급부 | |
| | 300: 제 2 전극 | 310: 게이트 라인 |
| | 320: 게이트 드라이버 | |
| | 400: 제 3 전극 | 410: 데이터 라인 |
| | 420: 데이터 드라이버 | |
| | 510: 제 1 절연층 | 520: 제 2 절연층 |
| | 600: 기판 | |

도면

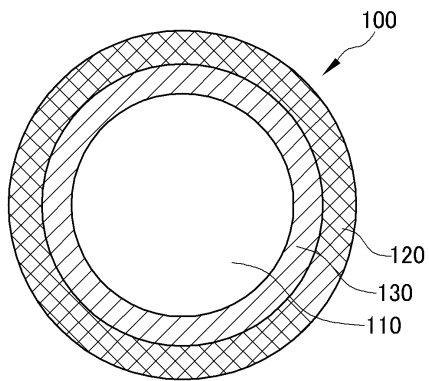
도면1



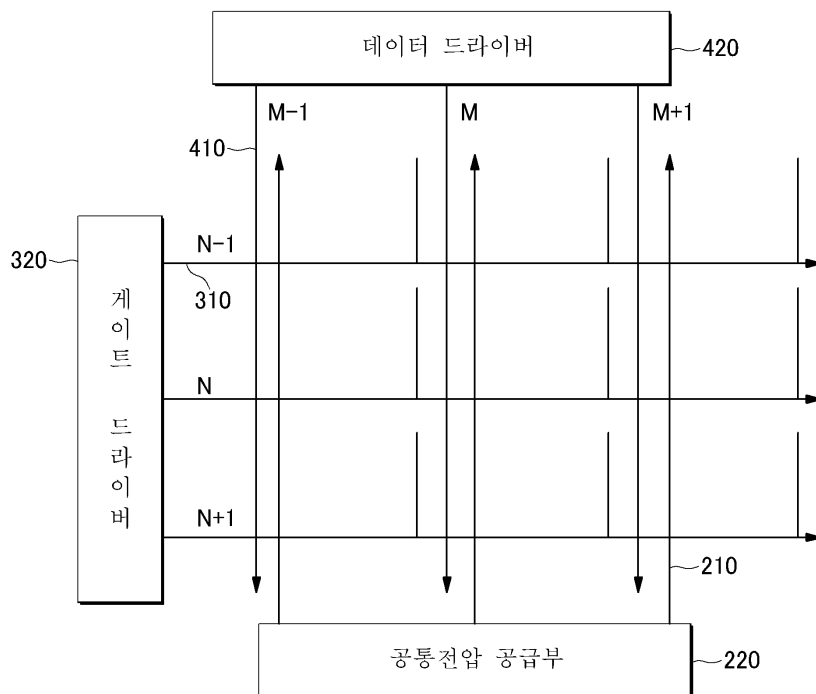
도면2a



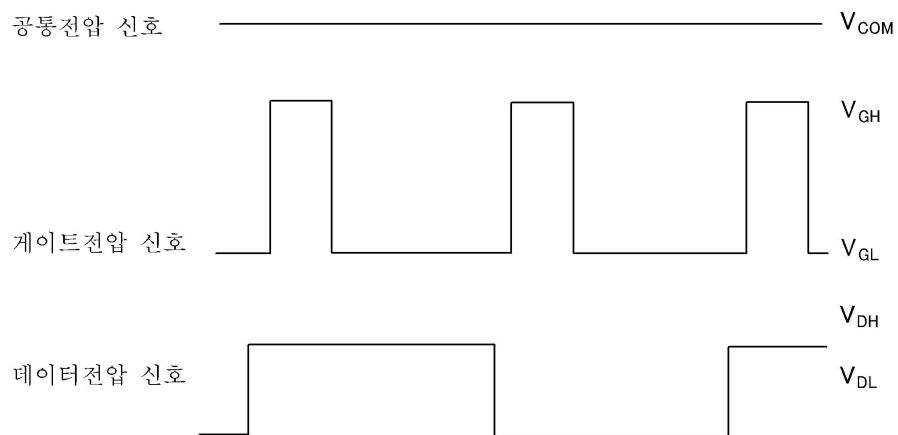
도면2b



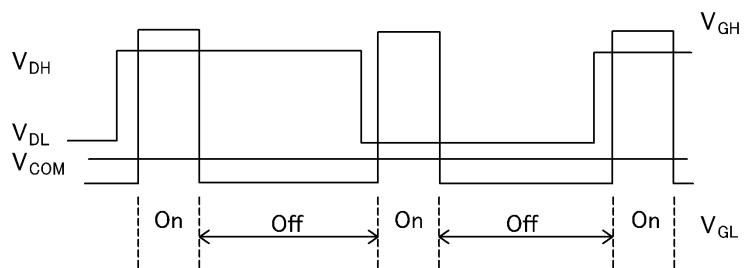
도면3



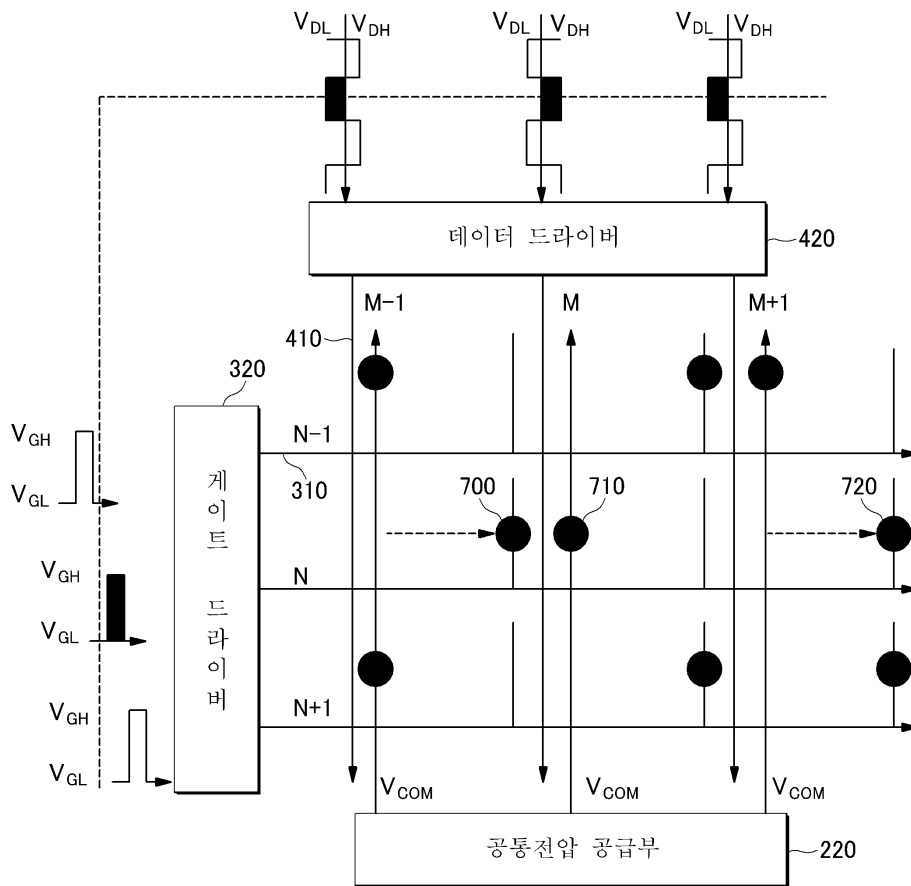
도면4a



도면4b



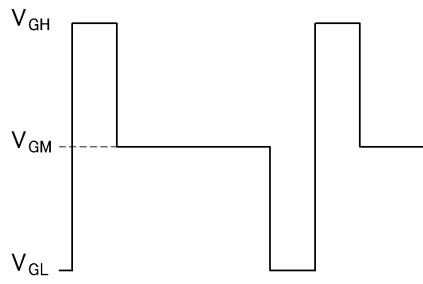
도면5



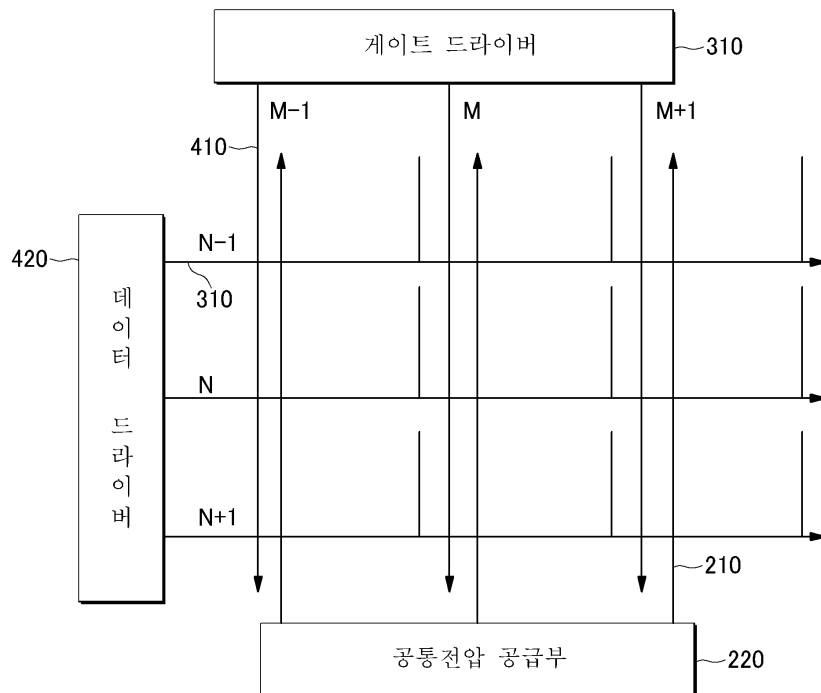
도면6

구동체의 직전상태	게이트 전압(V_G)	데이터 전압(V_D)	구동체의 현재상태
제 1 전극과 인접한 위치	H	H	충전상태 유지
		L	제 2 전극과 인접한 위치
	L	H	충전상태 유지
		L	충전상태 유지
제 2 전극과 인접한 위치	H	H	제 1 전극과 인접한 위치
		L	충전상태 유지
	L	H	충전상태 유지
		L	충전상태 유지

도면7



도면8



도면9

구동체의 직전상태	게이트 전압 (V_G)	데이터 전압 (V_D)	구동체의 현재상태
제 1 전극과 인접한 위치	H	H	제 2 전극과 인접한 위치
		L	종전상태 유지
	L	H	종전상태 유지
		L	종전상태 유지
제 2 전극과 인접한 위치	H	H	종전상태 유지
		L	제 1 전극과 인접한 위치
	L	H	종전상태 유지
		L	종전상태 유지