

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.  
G09G 3/38 (2006.01)  
G02F 1/167 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0097125  
(43) 공개일자 2006년09월13일

(21) 출원번호 10-2006-7009348  
(22) 출원일자 2006년05월12일  
    번역문 제출일자 2006년05월12일  
(86) 국제출원번호 PCT/IB2004/052409 (87) 국제공개번호 WO 2005/048233  
    국제출원일자 2004년11월12일 국제공개일자 2005년05월26일

(30) 우선권주장 60/520,622 2003년11월17일 미국(US)  
60/586,948 2004년07월09일 미국(US)

(71) 출원인 코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.  
네덜란드왕국, 아인드호펜, 그로네보르스베그 1

(72) 발명자 조우, 구오푸.  
네덜란드, 베아 아인드호벤 엔엘-5621, 그뢰네부르세베그 1  
존슨, 마크 티.  
네덜란드, 베아 아인드호벤 엔엘-5621, 그뢰네부르세베그 1

(74) 대리인 문경진

심사청구 : 없음

(54) 직류-균압된 오버-리셋 구동을 가지는 쌍-안정 디스플레이

요약

디스플레이 디바이스(101)는 디스플레이 구성요소 그룹들(118)을 가지는데, 이들은 파형 시퀀스의 전위차를 인가함으로써 하나의 광학적 상태에서 다른 광학적 상태로 변화된다. 파형은 입자들이(108,109) 다른 광학적 상태에 대응하는 위치를 차지하도록 하고 표준 리셋(standard reset), 오버-리셋(over-reset), 그리고 그레이스케일 구동(gray-scale drive)을 포함한다. 파형(waveform)의 표준리셋 부분은 입자(108,109)들이 극단 광학 상태의 하나에 도달하기 위해 이동해야만 하는 거리에 비례하는 전위차를 인가하고, 오버-리셋은 그 거리에 독립적이다. 그레이스케일 또는 칼라스케일(gray-scale or color scale)의 정확도는 개선되고 픽셀상의 직접 충전은 시간에 따라 균형이 잡히며, 그레이스케일 구동펄스를 튜닝함으로써 결과적인 그레이스케일 특성변화(drift)가 보상된다.

대표도

도 4

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 전자도서(electronic books) 및 전자신문(electronic newspaper)과 같은 전자 독서 디바이스(electronic reading device)에 관련되며, 특히 단색 및 그레이스케일 영상을 사용하여 개선된 영상 품질과 감소된 업데이트 시간을 가지고 영상을 업데이트 하기 위한 방법과 장치에 관련된다.

### 배경기술

최근의 기술적 발전은 많은 기회를 열어주는 전자도서와 같은 사용자 중심의(user friendly) 전자 독서 디바이스를 제공하고 있다. 이러한 사용을 위해서, 전기영동 디스플레이는 많은 가능성을 가지고 있다. 그러한 디스플레이는 고유 메모리 작용을 가져서 전력소모 없이 비교적 장시간 동안 영상을 보유할 수 있다. 전력은 단지 디스플레이가 새로운 정보로 리프레쉬(refreshed) 되거나 업데이트(updated) 되어야 하는 필요가 있을 때만 소비된다. 그러한 디스플레이의 전력소모는 매우 낮아서, 전자도서나 전자신문과 같은 전자독서 디바이스를 위한 응용(application)에 적합하다. 전기이동(electrophoresis)은 인가된 전기장에서 하전입자들의 이동시에 발생한다. 전기이동이 액체에서 발생할 때, 주로 입자들은 입자가 경험하는 점성적 드래그(viscous drag), 그것들의 충전(영구적이거나 또는 유도된), 액체의 절연적 특성, 그리고 인가된 전기장의 크기에 의해 결정되는 속도로 움직인다. 전기영동 디스플레이는 영상의 업데이트 후에 전력을 소모하지 않고 영상을 실질적으로 보유하는 디스플레이인 일종의 쌍-안정 디스플레이이다.

전기영동 디스플레이는 유체 속의 하전 입자를 포함하는 전기영동 매체("전자 잉크")와, 행렬로 배열된 복수의 디스플레이 구성요소(픽셀), 각각의 픽셀과 관련된 제1 및 제 2 전극, 그리고 하전입자들이 영상 또는 다른 정보를 디스플레이하기 위해서 인가된 전위차의 값과 지속시간에 따라서 전극 사이의 위치를 차지하도록 각각의 픽셀전극에 전위차를 인가하는 전압 드라이버를 포함한다.

예를 들면, 미국 매사추세츠 캠브리지의 E Ink 사(社)에 의해 1999년 4월 9일에 공개된 다-채색 서브-픽셀(multichromatic sub-pixels)을 가진 풀-컬러 반사 디스플레이(Full Color Reflective Display)라는 이름의 국제 특허 출원 WO 99/53373은 그러한 디스플레이 디바이스를 기술하고 있다. WO 99/53373은 두 기관을 가지는 전자잉크 디스플레이에 관하여 이야기하고 있다. 하나는 투명하고, 다른 하나에는 행과 열로 배열된 전극이 제공된다. 디스플레이 구성요소 즉 픽셀은 행 전극과 열 전극의 교차점과 연관되어 있다. 디스플레이 구성요소는 박막 트랜지스터(thin film transistor, TFT)를 사용하여 열 전극(column electrode)과 연결되며, 박막 트랜지스터의 게이트는 행 전극(row electrode)과 연결되어 있다. 이러한 디스플레이 구성요소, TFT 트랜지스터, 그리고 행과 열 전극의 배열은 함께 능동 행렬을 형성한다. 더욱이, 디스플레이 구성요소는 픽셀전극을 포함한다. 행-구동기는 디스플레이 구성요소의 행을 선택하고, 열, 즉 소스 드라이버는 열 전극과 TFT 트랜지스터를 경유해서 선택된 행의 디스플레이 구성요소에 데이터 신호를 공급한다. 데이터 신호는 텍스트나 모양(figures)과 같은 디스플레이될 그래픽 데이터에 대응한다.

전자잉크는 투명한 기관상에 픽셀전극과 공통전극 사이에 제공된다. 전자 잉크는 직경이 약 10에서 50 마이크로 정도인 다수의 마이크로 캡슐을 포함한다. 한 접근법에 있어서, 각각의 마이크로 캡슐은 액체 운송 매체(liquid carrier medium), 즉 유체(fluid) 속에서 떠있는 양(positively)으로 하전된 백색 입자(white particles)와 음(negatively)으로 하전된 흑색 입자(black particles)를 가지고 있다. 양의 전압이 픽셀전극에 인가될 때, 백색 입자들은 투명한 기관으로 향하는 마이크로 캡슐의 측면으로 이동하고, 시청자는 백색 디스플레이 구성요소를 볼 것이다. 동시에, 흑색 입자는 마이크로캡슐의 반대 측면에서 픽셀전극으로 이동하여 보이지 않게 된다. 픽셀 전극에 음의 전압을 인가함으로써, 흑색 입자는 투명기관으로 향하는 마이크로 캡슐의 측면에서 공통전극으로 이동하여, 디스플레이 구성요소는 시청자에게 어둡게 보인다. 동시에, 백색 입자들은 마이크로캡슐의 반대 측면에서 픽셀전극으로 이동하여 보이지 않게 된다. 전압이 제거될 때, 디스플레이 디바이스는 획득된 상태를 유지하여, 쌍-안정 특성을 보인다. 또 다른 접근으로는, 입자들은 염색된 액체(dyed fluid)의 형태로 제공된다. 예를 들면, 흑색입자들은 백색 액체 속에서 제공되거나, 백색 입자들은 흑색 액체에서 제공될 수 있다. 혹은 다른 채색입자들은 상이한 채색 유체 속에, 예를 들어 녹색(green) 유체 속에 흰색 입자처럼, 제공될 수 있다.

공기와 같은 다른 유체는 하전된 흑색 및 백색 입자들이 전기장에서 주위를 돌아다니는 매체에서 사용될 수 있다(예를 들어, 브리지스톤 SID2003-정보 디스플레이에 관한 심포지움, 2003. 5. 18 ~ 5. 23, 개요 20.3). 채색입자들 또한 사용될 수 있다.

전자 디스플레이를 형성하기 위해, 전자잉크는 한 층의 회로에 적층된 플라스틱 필름 시트(sheet) 위에 프린트될 수 있다. 회로는 디스플레이 드라이버(display driver)에 의해서 제어될 수 있는 디스플레이 구성요소(픽셀)의 패턴을 형성한다. 마이크로 캡슐이 액체 운반 매체 속에 떠있어서, 유리, 플라스틱, 직물 그리고 심지어 종이를 포함하는 가상적으로 어떤 표면 상으로도 현존하는 스크린-프린팅 프로세스(screen-printing process)를 사용하여 프린트될 수 있다. 더구나, 유연성 있는 시트(sheets)의 사용은 전통적인 책의 외관에 가까운 전자 독서 디바이스의 디자인을 가능하게 한다.

추가적인 진전이 영상품질을 개선하고 영상 업데이트 시간을 감소시키기 위해서 필요하다.

전자잉크 타입의 전기영동 디스플레이의 연구와 개발에 있어서 주요한 도전중에 하나는 특정 시간 기간 동안 전압펄스를 인가함으로써 일반적으로 만들어지는 정확한 그레이 레벨을 달성하는 것이다. 전기영동 디스플레이의 그레이스케일의 정확도는 영상이력(image history), 휴지시간(dwell time), 온도, 습도, 전기영동 호일(foil)의 측면 불균일성 등에 의해서 크게 영향을 받는다. 정확한 그레이 레벨은 레일-안정화 접근(rail-stabilized approach)을 사용하여 달성될 수 있는데, 이는 그레이 레벨이 표준 흑색 또는 표준 백색 상태(두 레일)로부터 도달될 수 있다는 것을 의미한다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 정확한 그레이 스케일을 얻는데 관련된 이러한 문제들과 종래의 쌍-안정 디스플레이에서 발생하는 다른 문제들을 해결하기 위한 해법을 제공한다.

한 측면에서, 본 발명은 특히 적어도 두 개 비트의 그레이스케일을 가진 전기영동 디스플레이에서 직류-균압된 오버-리셋 펄스를 가지는 레일-안정화 구동 방법을 사용하여 쌍-안정 디스플레이 구성요소를 주소지정(addressing)하기 위한 방법에 관련된다. 리셋 임펄스(impulse)는 영상 업데이트 시퀀스에 상관없이 "표준리셋"과 "오버-리셋" 성분 모두를 포함한다. "표준" 리셋 임펄스(관련된 에너지)는 전자잉크가 레일(rail)로 이동하는데 요구되는 거리에 비례한다.

예를 들면, 펄스 폭 변조(PWM) 구동이 사용되어 질 때, 완전한 펄스폭(full pulse width, FPW)은 백색에서 흑색으로 디스플레이를 리셋팅(resetting)하는데 요구되며, 옅은 그레이(light gray)로부터 흑색으로 리셋팅하는 데에는 단지 2/3 FPW가 요구되고, 짙은 그레이에서 흑색으로는 1/3 FPW가 요구된다. 이런 표준 리셋 펄스 시간은 자연스럽게 흑색에서 흑색으로 자연히 영("0")이 된다. 일정한 "오버-리셋" 임펄스는 잉크가 리셋 동안 움직일 필요가 있는 거리에 독립적으로 선택되어야 한다. 예를 들어, 만일 디스플레이가 백색, 옅은 그레이, 짙은 그레이 또는 흑색에서 흑색으로 리셋 될 것이라면, 색에서 흑색으로의 리셋을 포함하는 일정한 오버-리셋 임펄스가 인가되어야만 한다. 상기 전체 리셋 임펄스가 흑색과 백색에 대칭적으로 인가되면, 구동은 이상적으로 직류-균압 된다. 따라서, 직류-균압된 오버-리셋 펄스를 가지는 레일-안정 구동 방법은 적어도 두 비트의 그레이스케일을 가지는 전기영동 디스플레이에 대해서 실행된다.

또 다른 측면에서, 본 발명은 디스플레이 구성요소의 직류균압을 위한 오버-리셋 펄스를 사용하는 쌍-안정 디스플레이 구성요소의 주소를 지정하는 방법에 관련된다. 직류-균압은, 시간 기간(time period) 동안 디스플레이 구성요소에 인가되는 평균 전위차가 영(zero)이 되도록 한다. 예를 들면, 돌이킬 수 없는 루프(irreversible loop), 즉 백색에서 짙은 그레이 그리고 나서 백색으로, 후에 픽셀 위에 순수한 직류 값은 영(zero)이 되어야 한다. 따라서, 그레이스케일 구동 펄스는 직류균압을 고려하기 위해서 조정되어야 한다. 오버-리셋 펄스가 직류균압을 위해 조정되어야 할 뿐만 아니라, 오버-리셋에 의해 디스플레이 구성요소에 인가되는 직류균압 또한 FPW(full pulse width)에 비례하여 반영된다.

본 발명의 이런저런 측면들은 아래에 기술되어 지는 실시 예로부터 및 그들을 참조하여 명백해 질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 디스플레이 디바이스의 일부에 대한 개략적인 단면도.

도 2는 디스플레이 디바이스의 일부에 대한 등가 회로 도면.

도 3은 종래기술의 구동 방법을 나타내는 도면.

도 4는 펄스 폭 변조(PWM)구동을 사용하는 본 발명에 따른 구동 방법의 제1 실시예를 보여주는 도면.

도 5는 제2의 일련의 웨이킹 펄스(shaking pulses)없이 PWM구동을 사용하는 제2의 실시 예를 보여주는 도면.

도 6은 PWM구동이 제1의 일련의 웨이킹 펄스 없이 사용되어 지는 제 3의 실시 예를 보여주는 도면.

도 7은 제1 또는 제2 일련의 웨이킹 펄스 없이 PWM 구동을 사용하는 제 4의 실시 예를 보여주는 도면.

도 8은 짧은 시퀀스에 추가적인 웨이킹 펄스를 가지는 PWM 구동을 사용하는 제 5의 실시 예를 보여주는 도면.

도 9는 실질적으로 불완전한 잉크물질(휴지 시간과 영상 이력에 민감한)에 대한 백색-질은 그레이-백색 루프에서 직류-균압을 얻기 위한 PWM구동을 사용하는 제 6의 실시 예를 보여주는 도면.

**실시에**

도면은 개략적이고, 일정한 비율로 작성되지 않아서 일반적으로 같은 참조 번호는 같은 부분을 가리킨다.

도 1은 전기영동 디스플레이 디바이스(101)의 일부, 예를 들어 몇몇의 디스플레이 요소(118)의 크기에 대한 개략적인 단면도인데, 각각의 디바이스 요소는 베이스(base) 기관(102)과, 예를 들어 폴리에틸렌(polyethylene)으로 된 두 개의 투명한 기관(103,104) 사이에 존재하는 전자잉크를 가지는 전기영동 필름을 포함한다. 기관들 중 하나(103)는 투명한 픽셀 전극(105)을 구비하고, 다른 기관(104)은 투명한 상대 전극(106)을 구비한다. 전자잉크는 약 10 내지 50 마이크로톤의 다수의 마이크로 캡슐(107)을 포함한다. 각각의 마이크로 캡슐(107)은 액체(110)에 부유하는 양(positively)으로 대전된 백색 입자(108)와 음(negatively)으로 대전된 흑색 입자(109)를 포함한다. 음 전계(negative field)가 상대전극(106)에 인가되면, 백색 입자들(108)은 상대전극(106)으로 향하는 마이크로캡슐(107)의 측면으로 이동하고, 여기서 상대 전극(106), 픽셀 전극(105) 그리고 마이크로 캡슐(107)을 포함하는 디스플레이 요소(118)는 시청자에게 보이게 된다. 동시에 흑색 입자(109)는 마이크로 캡슐(107)의 반대쪽으로 이동해서 시청자로부터 보이지 않게 된다. 상대 전극(106)에 양 전계를 인가함으로써, 흑색 입자(109)는 상대 전극(106)으로 향하는 마이크로 캡슐(107)의 측면으로 이동해서, 디스플레이 요소는 시청자에게 어둡게 보인다(미 도시). 전계가 제거될 때, 입자(107)는 획득된 상태를 유지하고, 디스플레이는 쌍-안정 상태를 보이며, 실질적으로 전력을 소모하지 않는다.

도 2는 능동 스위칭 요소를 구비하는 베이스 기관(202)에 적층된 전기영동 필름과 행 구동기(row driver)(216) 및 열 구동기(column driver)(225)를 포함하는 화상 디스플레이 디바이스(201)의 등가 회로 도면이다. 바람직하게는, 상대전극(206)은 캡슐로 싸인 전기영동 잉크를 포함하는 필름 위에 장착되지만, 인-플레인(in-plane)전계와 함께 작동할 경우 베이스 기관상에 선택적으로 장착될 수 있다. 디스플레이 디바이스(201)는 능동 스위칭 요소, 이번 예에서는 박막 트랜지스터(thin-film transistors)(219)에 의해서 구동되어 진다. 디스플레이 디바이스는 행전극(row electrode) 즉 선택 전극(selection electrode)(217)과, 열전극(column electrode) 즉 데이터 전극(data electrode)(211)의 교차점 영역에서 디스플레이 요소의 행렬을 포함한다.

행 구동기(216)는 연속적으로 행 전극(217)을 선택하는데 반해, 열 구동기(225)는 열 전극(211)에 데이터 신호를 제공한다. 바람직하게, 컨트롤러(215)는 우선 입력 데이터(213)를 데이터 신호로 처리한다. 열 구동기(225)와 행 구동기(216)사이의 상호 동기(mutual synchronizations)는 구동 라인(212)을 경유해서 발생한다. 행 구동기(216)로부터의 선택신호는 박막 트랜지스터(219)를 경유해서 픽셀 전극(222)을 선택하는데, 박막 트랜지스터의 게이트 전극(gate electrode)(220)은 전기적으로 행 전극(217)에 연결되고, 소스 전극(221)은 전기적으로 열 전극(211)과 연결되어 있다. 열 전극(211)에 존재하는 데이터 신호는 TFT를 경유해서 드레인 전극(drain electrode)에 연결된 디스플레이 요소의 픽셀 전극(222)으로 전송된다. 실시 예에서, 도 1의 디스플레이 디바이스는 또한 각각의 디스플레이 요소(218)의 위치에서 추가적인 커패시터(223)를 포함한다. 이런 실시 예에서, 추가적인 커패시터(223)는 하나 또는 그 이상의 저장 커패시터(storage capacitor) 라인(224)에 연결된다. TFT를 대신하여, 다이오드, MIM 등과 같은 다른 스위칭 요소가 사용될 수 있다.

도 3은 종래기술의 구동 방법을 도시하고 있다. 단일 오버-리셋 전압펄스를 사용하는 이런 종류의 구동 방법은 전기영동 디스플레이를 구동하는데 매우 유망한 방법으로 알려져 왔다. 그러한 방법은 2003년 1월 23일에 출원된(출원인 관리번호) PHNL030091전에 공동계류중인 사전 공개되지 않은 출원번호 EP 03100133.2에 기술되어 있다. 도 3의 수평방향은 시간이며, 서브-프레임 시간(SFT) 지속시간(duration)이 표시되어 있다. 수직 방향은 디스플레이 요소에 인가된 전위차의 진폭이다. 도 3의 지속시간(330)은 전체 영상 업데이트 시간이다. 이번 예에서, 열은 그레이(G2), 백색(W), 흑색(B), 그리고 질은 그레이(G1)로부터 질은 그레이(G1)로의 영상 업데이트는 오버-리셋을 포함하는 리셋 펄스(338,339)로 나타난다. 펄스 시퀀스(pulse sequence)는 전형적으로 네 개 부분을 가진다: 제1 웨이킹 펄스(340,341), 리셋 펄스(338,339), 제2 웨이킹 펄스(342,343) 그리고 그레이스케일 구동 펄스(344,345). 도 3에 도시된 시퀀스는 흑색(B), 질은 그레이(G1), 열은 그레이(G2), 백색(W)로부터 질은 그레이(G1)으로의 영상 전이를 위한 것이다. W, G2, G1, B로부터 G1 상태로의 4개의 전이는 디스플레이를 리셋하기 위한 오버-리셋을 사용하는 두 종류의 펄스 시퀀스를 이용하여 실현된다: G2 또는 W에서 G1으로의 전이를 위한 긴 시퀀스와, G1 또는 B에서 G1으로의 전이를 위한 짧은 시퀀스가 있다. 그러나, 이 방법은 직류-균압이 아니다.

도 4는 펄스 폭 변조(PWM) 구동을 사용하는 본 발명에 따른 구동 방법의 제1 실시 예를 보여준다. 도 4의 수평방향은 시간을 나타내며, SFT 지속시간이 표시되어 있다. 디스플레이 요소에 인가된 전위차의 진폭은 수직 차원으로 표현된다. 도

4에서 지속시간(430)은 전체 영상 업데이트 시간이다. 리셋 펄스(438)는 두 부분을 가진다: 표준 리셋 시간 (432, 433, 434)과, 도 3에서와 같은 종류의 영상전이, 즉 흑색(B), 짙은 그레이(G1), 옅은 그레이(G2), 그리고 백색(W)에서 짙은 그레이(G1)로의 전이를 위한 오버-리셋 시간(431). 오버-리셋시간  $t_{\text{오버-리셋}}$  (431)은 영상 전이에 관계없이 일정하다. 표준 리셋 시간은 (432,433,434)은 디스플레이 기관(도 1의 102,103,104)에 직각 방향으로 전자잉크 속의 입자들이 움직이도록 요구되는 거리에 비례하는데, 이들은 각각 W, G2 및 G1에서 G1으로의 전이에 대한 시간  $t_1$ (432),  $t_2$ (433),  $t_3$ (434)으로 표시된다. 어떤 전압도 디스플레이 요소에 인가되지 않는 짧은 시퀀스(446,447,448)들은 입자들이 움직이는 거리에 따라 표준 리셋 시간(432,433,434)을 설정함으로써 만들어진다.

도 4에서 개략적으로 도시된 제1 실시 예는 적어도 2 비트의 그레이 레벨을 가지는 디스플레이에 대한 것이다: 흑색(B), 짙은 그레이(G1), 옅은 그레이(G2) 및 백색(W). 4 가지 타입의 시퀀스는 W, G2, G1, B로부터 G1 상태로의 4 개의 다른 전이를 위해 사용되고 각각의 시퀀스는 네 개의 부분을 가진다: 제1 웨이킹 펄스(440), 리셋(438), 제2 웨이킹 펄스(442), 및 구동(444). 일반적으로,  $t_1$ (432)는 완전한 흑색에서 완전한 백색로 디스플레이를 스위칭하는데 요구되는 최소의 시간인 포화시간(saturation time)과 같다.  $t_2$ (433)은 포화시간과 W로부터 G2로의 이전의 그레이스케일 구동 펄스에서 사용된 시간을 뺀 시간이다.  $t_3$ (434)는 B로부터 G1으로의 이전 그레이스케일 구동 펄스에서 사용된 시간과 같다. 이상적인 경우, W에서 G2 또는 B에서 G1으로 전이를 위한 그레이스케일 구동 펄스는 포화시간  $t_1$ (432)의 1/3의 펄스 주기를 가진다.  $t_2$ (433)은  $t_1$ (432)의 2/3가 되고  $t_3$ (434)는  $t_1$ (432)의 1/3이 된다. 반면에,  $t_{\text{오버-리셋}}$ (431)은 흑색에서 흑색 또는 백색에서 백색로의 리셋을 포함하는 모든 영상전이에서 항상 일정하다. 같은 원리가 대향 레일(rail)을 경유하여 영상전이를 위해 사용될 때, 이상적으로 직류-균압된 완전히 대칭적인 구동이 실현된다.

도 5는 PWM 구동이 사용되는 본 발명에 따라서 제2 실시 예를 도시하지만, 제1 실시 예의 제2 웨이킹 펄스는 보이지 않는다. 도 3 및 도 4에서처럼, 도 5에서 수평 방향은 시간을 나타내며, SFT 지속시간도 표시되어 있다. 수직 방향은 디스플레이 요소에 인가되는 전위차의 진폭을 나타낸다. 도 5에서의 지속시간(530)은 전체 영상 업데이트 시간이다. 리셋 펄스(538)는 두 부분을 가진다: 도 3 및 도 4에서와 같은 동일한 형태의 영상 전이를 위한, 즉 흑색(B), 짙은 그레이(G1), 옅은 그레이(G2) 및 백색(W)로부터 짙은 그레이(G1)로의 전이에 대한 표준 리셋 시간(532,533,534)과 오버-리셋 시간(531). 오버-리셋 시간  $t_{\text{over-reset}}$  (531)은 영상 전이에 상관없이 일정하다. 각각의 전위차의 시퀀스는 단지 세 부분을 가진다: 제 1 웨이킹 펄스(540), 리셋(538), 구동(544). 하지만, 도 4에서의 제2의 일련의 웨이킹 펄스(442)의 대향부(counterparts)는 W, G2, G1, B에서 G1으로의 어떤 전이 시퀀스에도 존재하지 않는다. 이런 실시 예에서, 그레이스케일의 도입에 대한 지연이 감소되어서, 결과적으로 더욱더 자연스런 영상의 모습이 된다. 또한, 전체 영상 업데이트 시간이 줄어든다. 그러나, 이번 실시 예로부터 영상 품질은 제 1 실시 예에 비해 감소되는데, 이는 보다 작은 웨이킹이 사용될 때 더욱더 강한 영상 보류(retention)가 야기되기 때문이다.

도 6은 그림 4(440)의 제1 일련의 웨이킹 펄스가 존재하지 않는다는 점에서 제 1 실시 예로부터 다른 PWM 구동을 사용하는 본 발명에 따른 제 3의 실시 예를 도시한다. 도 4에서처럼, 도 6의 수평 방향은 시간을 나타내며, SFT 지속시간이 표시되어 있다. 수직 방향은 디스플레이 요소에 인가되는 전위차의 진폭을 나타낸다. 그림 6의 지속시간(630)은 전체 영상 업데이트 시간이다. 리셋 펄스(638)는 두 부분을 가진다: 흑색(B), 짙은 그레이(G1), 옅은 그레이(G2) 및 백색(W)에서 짙은 그레이(G1)로의 영상전이 위한 표준 리셋 시간(632,633,634)과 오버-리셋 시간(631). 오버-리셋 시간  $t_{\text{오버-리셋}}$  (631)은 영상전이에 무관하게 일정하다.

도 6에서 각각의 전위차의 시퀀스는 단지 세 부분을 가진다: 리셋(638), 제2의 웨이킹(642) 및 구동(644). 제 1의 웨이킹 펄스{그림4의 (440)}는 모든 전이 시퀀스로부터 제거되었다. 전체 영상 업데이트 시간은 이번 실시 예에서 줄어들지만, 영상 품질은 제 1 실시 예에 비교하면 감소한다. 위에서 기술된 제 2 실시 예의 경우처럼, 만일 더 작은 웨이킹이 사용된다면 더욱더 강한 영상 보류가 예상된다.

본 발명의 제 4 실시 예가 도 7에 도시되는데, 이는 제1 일련의 웨이킹 펄스(도4의 440)나 제 2 일련의 웨이킹 펄스(도 4의 442)가 전이 시퀀스의 어느 하나에서 존재하지 않는다는 점에서 위에서 언급된 제 1 실시 예와 다르다. 도 4 내지 6에서처럼, 도 7에서 수평 방향은 시간을 나타내며, SFT 지속시간이 표시되어 있다. 수직 방향은 디스플레이 요소에 인가된 전위차의 진폭을 나타낸다. 도 7의 지속시간(730)은 전체 영상 업데이트 시간이다. 리셋 펄스(738)는 두 부분을 가진다: 흑색(B), 짙은 그레이(G1), 옅은 그레이(G2), 및 백색(W)에서 짙은 그레이(G1)로의 영상전이를 위한 표준 리셋 시간 (732,733,734) 과 오버-리셋 시간(731). 오버 리셋 시간  $t_{\text{오버-리셋}}$  (731)은 여전히 영상 전이와 무관하게 일정하다.

도 7에서 각각의 전위차의 시퀀스는 단지 두 부분을 가진다: 리셋(738) 그리고 구동(744). 제2 및 제 3 실시 예에서와 같이, 이런 실시 예에서 그레이스케일의 도입이 지연이 감소 되어서, 더욱 자연스런 영상의 모습이 된다. 전체 영상 업데이트 시간은 더욱더 단축된다. 하지만, 영상의 품질은 상기 실시 예들 중 하나에 비교하여 감소되는데 이는 작은 웨이킹이 사용된다면 더욱 강한 영상 보류가 기대되기 때문이다.

도 8은 본 발명에 따른 제 5 실시 예를 도시한다. 제 5 실시 예는 각각의 짧은 시퀀스(846,847,848)에서 추가적인 웨이킹 펄스(849,850,851)와 함께 PWM구동을 사용하여 제1 실시 예에 기반을 둔다. 도 4로부터 도 7까지와 같이, 도 8에서 수평방향은 시간을 나타내며, SFT 지속시간이 표시되어 있다. 수직 방향은 디스플레이 요소에 인가되는 전위차의 진폭을 나타낸다. 도 8에서 지속시간(830)은 전체 영상 업데이트 지속시간이다. 리셋 펄스(838)는 두 부분을 가진다: 흑색(B), 짙은 그레이(G1), 옅은 그레이(G2), 백색(W)에서 짙은 그레이(G1)로의 영상전이를 위한 표준 리셋 시간(832,833,834)과 오버-리셋 시간(831). 오버-리셋 시간  $t_{\text{오버-리셋}}$  (831)은 여전히 영상전이에 무관하게 일정하다.

도 8에서 각각의 전위차의 시퀀스는 제 1 웨이킹 펄스(840), 리셋(838), 제2 웨이킹 펄스(842) 그리고 구동 펄스(744)를 가진다. 흑색(B), 짙은 그레이(G1), 옅은 그레이(G2)에서 짙은 그레이(G1)로의 영상전이를 위한 추가적인 웨이킹 펄스(849,850,851)는 이전의 실시 예들 중 하나와 비교할 때 전체 영상 업데이트 시간을 증가시키지 않고 더욱더 영상 보류를 감소하고 그레이스케일의 정확도를 증가시킨다. 최적의 영상 품질을 위해서, 추가적인 웨이킹 펄스(849,850,851)를 가지고 제 1 웨이킹 펄스(840)와 리셋 펄스(838)사이의 시간 공간을 완전히 채우는 것이 바람직하다. 이들 추가 웨이킹 펄스(849,850,851)는 제 1 웨이킹 펄스(840)와 제 2 웨이킹 펄스(842)와는 추가적인 웨이킹 펄스(849,850,851)에 관련된 에너지 측면에서 다르다. 제 5 실시 예는 명백히 최적의 영상 품질을 위한 가장 바람직한 실시 예이지만, 더욱더 많은 전력을 소모한다.

실제적으로는 디스플레이의 구동은 영상 이력, 휴지 시간(dwell time), 전기영동 호일(foil)의 불균일성과 다른 변수들 때문에 이상적으로 직류 균압 되지 못한다. 픽셀은 설정 픽셀의 광학적 상태의 변화가 그 시간 동안 대칭적이라 해도 시간 주기 동안 순수한 전위차를 경험할 수 있다.

도 9에 실제적 예가 도시되어 있다. 도 4부터 도8까지처럼, 도 9에서 수평 방향은 시간을 나타내며, SFT 지속시간(964)이 표시되어 있다. 수직 방향은 디스플레이 요소에 인가된 전위차의 진폭을 나타낸다. 도 9의 정상에서 파형의 시퀀스는 직류-불균압된 W-G1-W 루프에 대한 하나의 예이다. W-G1-W 루프에서 직류-균압을 얻기위해 PWM구동을 사용하는 제 6 실시 예가 도 9의 바닥에서의 구동 시퀀스에 의해 도시된다. 도 9에서 각각의 제 1 구동 파형은 2 부분을 가진다: 리셋(938)과 구동(944,945). 리셋 펄스(938)는 두 부분을 가진다: 표준 리셋 시간(932,933) 그리고 오버-리셋 시간(931,941). 여기서 표준 리셋 시간(932,933)은 300ms이다. 직류-불균압된 W-G1-W 루프의 오버-리셋 시간(931)은 100ms이다. 직류-균압된 W-G1-W 루프의 오버-리셋 시간(941)은 150ms이다. 표준 리셋 시간(960,961)은 200ms이고, 직류-불균압되거나 직류-균압된 W-G1-W 루프 모두에 대해서 짙은 그레이(G1)에서 백색(W)로의 전이에 대해서 오버-리셋 시간(962,963)은 100ms이다.

그러한 실제적으로 {일시정기 시간(dwell time)과 영상기록에 민감한} 불완전한 잉크물질에서, 짙은 그레이 스케일 구동 펄스(944)는 흑색(B)에서 짙은 그레이(G1)위치로 입자를 이동시키기 위해 필요한 정상적인 펄스 길이보다 길다. 짙은 그레이스케일 구동 펄스(944)의 펄스 길이는 100ms가 될 것이다. 하지만, 실제적으로 직류-균압된 W-G1-W 루프에서, 올바른 그레이 레벨을 얻기 위해서 140ms가 요구되고 결과적으로 순수한 직류의 40 ms X (-)V = -40ms가 된다. 이것은 디스플레이의 밝기가 수직 위치에 뿐만아니라, 그 위치에 근접한 입자들의 정확한 구조에 의해서도 결정된다는 사실에 의해서 야기될 수 있다.

이 루프의 균형을 잡기 위해서, 50ms의 추가적인 오버-리셋이 W에서 G1으로의 전이에서의 오버-리셋(941)에 의도적으로 추가되고, 한편 단지 10ms가 추가 리셋에 의해 도입된 밝기 변화를 수정하기 위해 그레이스케일 구동 부분(945)에 추가될 필요가 있다. 이런 식으로 전체 루프는 완전히 직류-균압된다. G1에서 W로의 전이에 있어서 표준 리셋과 원래의 오버-리셋은 똑같이 유지됨에 주목할 필요가 있다.

따라서, 본 발명은 이 경우에서 개선된 직류-균압에 대한 기회를 제공한다. 예를 들어, PWM이 픽셀에 영상의 데이터를 주소 지정하기 위해 사용되는 디스플레이에 대해, 오버-리셋 펄스의 지속시간은 처음 5 개의 실시 예에서 행해졌듯이 일정하게 유지되는 대신에 변동될 수 있고, 그 변동은 그레이스케일 구동시간에 있어서 작고, 추가적인 변동에 의해 상쇄되어서, 시간에 따라 픽셀에 인가된 전위차는 평균적으로 영(zero)이 된다. 그레이스케일 구동 동안 인가된 전위차의 변화는 오버-리셋 동안 인가된 전위차에서 약 5배 큰 조정을 보상할 수 있다.

이런 실시 예들은 PWM 구동에서 가능한 본 발명의 많은 응용 중 단지 몇몇에 불과하다.

구동신호는 예를 들면 전압 변조(VM)구동과 같은 고정된 지속시간과 변화하는 진폭펄스, 고정된 진폭을 가지는 펄스, 2개의 극단의 값 사이에 교번하는 극성과 변동하는 지속시간, 그리고 예를 들어 복합 VM/PWM 구동과 같은 혼성(hybrid) 구동신호로 구성되는데, 여기서 펄스 길이와 폭 모두 변동될 수 있다. 펄스 진폭 구동 신호의 경우, 이러한 미리 결정된 구동 파라미터는 부호(sign)를 포함하는 구동신호의 진폭을 가리킨다. 펄스 시간 변조 구동 신호에 대해서, 미리 결정된 구동 파라미터는 구동신호를 구성하는 지속시간과 부호를 가리킨다. 혼성세대(hybrid generation) 또는 펄스 형태의 구동신호의 경우, 미리 결정된 구동 파라미터는 구동 펄스를 보상하는 부분의 진폭과 길이를 가리킨다.

본 발명은 능동 매트릭스 전기 영동 디스플레이뿐만 아니라 수동 매트릭스에서도 구현될 수 있다는 점이 주목된다. 사실, 본 발명은 영상의 업데이트 후에 영상이 디스플레이 상에 실질적으로 남아 있는 동안 전력을 소모하지 않는 어떠한 쌍-안정 디스플레이에서 구현될 수 있다. 또한 본 발명은 예를 들어 타이프라이터 모드(typewriter mode)가 존재하는 단일 및 복수의 윈도우 디스플레이(window display) 모두에 적용된다. 본 발명은 컬러 쌍-안정 디스플레이에 또한 적용된다. 컬러 쌍-안정 디스플레이에서, 그레이 스케일은 두 극단의 색 사이에서 어떠한 중간의 상태로서 이해될 수 있다. 또한 전극 구조는 한정되지 않는다. 예를 들어, 상부/하부 전극 구조, 벌집 구조 또는 다른 결합된 동일 평면 스위칭(in-plane-switching) 및 버티컬 스위칭(vertical switching)이 사용될 수 있다.

마지막으로, 상기 검토는 본 발명을 단순히 도시하는 데 목적을 두고 있어서, 첨부 청구항들을 임의의 특별한 실시 예 또는 실시 예의 그룹으로 제한하는 것으로 해석되지 말아야 한다. 각각의 이용되는 방법과 장치는 추가적인 시스템과 함께 이용되어질 수 있다. 따라서, 본 발명이 특정의 예시적인 실시 예들을 참조하여 특히 상세하게 기술되지만, 다음의 청구항에 열거된 발명의 더욱 확대되고 의도된 정신과 그 범위로부터 벗어나지 않고 많은 변경과 변화를 만들어 낼 수 있다는 것이 인식되어야만 한다. 따라서 상세 설명과 도면은 도시적인 방법으로 간주되고 청구범위를 제한하는 것으로 의도되지 말아야 한다.

첨부된 청구항들을 해석하는데 있어서, 다음 사항들이 이해되어야 한다:

- a)"포함하는"이라는 단어는 주어진 청구항에 열거된 요소들 이외의 다른 요소 또는 행위의 존재를 배제하지 않는다;
- b)단수요소는 복수의 그러한 요소의 존재를 배제하지 않는다; c)청구항에서 임의의 참조 번호는 단지 예시의 목적이며 그들의 보호되는 범위를 제한하지 않는다;
- d)몇몇의 "수단"은 동일 항목이나 하드웨어 또는 소프트웨어 구현 구조 또는 기능에 의해서 표시될 수 있다; 그리고

각각의 개시된 요소는 하드웨어 부분(예로서 이산 전자 회로), 소프트웨어 부분(예로서 컴퓨터 프로그래밍), 또는 이들의 임의의 조합으로 구성되어 질 수 있다.

### 산업상 이용 가능성

본 발명은 일반적으로 전자도서(electronic books) 및 전자신문(electronic newspaper)과 같은 전자 독서 디바이스(electronic reading device)의 개선된 영상 품질과 단색 및 그레이스케일 영상을 사용하여 감소된 업데이트 시간을 가지고 영상을 업데이트 하기 위한 방법과 장치에 이용 가능하다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

디스플레이 디바이스(1)로서,

디스플레이 요소(118)와,

하나 또는 그 이상의 전위차의 시퀀스를 인가할 때, 제 1 광학적 상태에서부터 제 1 광학적 상태를 포함하는 적어도 4 개의 제 2 광학적 상태 중 하나로, 광학적 상태를 변화시킬 수 있는 매체와,

디스플레이 요소(118)와 관련되고 하나 또는 그 이상의 전위차의 시퀀스를 수신하는 픽셀전극(105) 및 상대전극(counter electrode)(106)과,

디스플레이 요소(118)에 인가되는 하나 또는 그 이상의 전위차의 시퀀스를 결정하고 제어하도록 구성되는 컨트롤러(controller)(215)를 포함하며,

상기 적어도 4 개의 광학적 상태는 두 개의 극단 광학 상태와 적어도 두 개의 중간 광학적 상태를 포함하며,

입자들(108,109)은 디스플레이 요소(118)가 극단 광학적 상태 중 하나에 있을 때 극단 위치에 있으며, 상기 입자(108,109)는 디스플레이 요소(118)이 중간 광학적 상태 중 하나에 있을 때 중간 위치에 존재하며,

상기 하나 또는 그 이상의 전위차의 시퀀스는 디스플레이 요소의 광학적 상태를 극단 위치들 중 하나로의 변화를 가능케 하는 리셋 부분과, 구동부분은 디스플레이 요소의 광학적 상태를 적어도 4 개의 광학적 상태 중 하나로 변화시키는 구동부분을 포함하고,

리셋 부분은 표준 리셋 부분과 오버-리셋 전위차를 추가로 포함하며,

컨트롤러(215)는 디스플레이 요소(118)에 리셋 부분을 인가하기 위해 추가로 정렬되며, 인가된 표준 리셋 부분(standard reset portion)이 두 개의 극단 광학 상태 중 하나를 달성하고 두 극단 광학적 상태 중 하나로부터 중간 광학적 상태 중 원하는 하나로 입자(108,109)를 이동하도록 디스플레이 요소(118)에 구동부분을 인가하기 위해서 매체 속의 입자들(108,109)이 움직이는 거리에 따라 조정되는, 디스플레이 디바이스.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 디스플레이 요소에 인가된 오버-리셋 전위차의 값은 적어도 4 개의 광학적 상태들 중 하나로 디스플레이 요소(118)의 각각의 광학적 상태 변화에 대해 똑같은, 디스플레이 디바이스.

## 청구항 3.

제 2항에 있어서, 상기 전위차의 시퀀스는 제 1 광학적 상태에서부터 적어도 4 개의 제 2 광학적 상태 중 하나로 디스플레이 요소의 각각의 광학적 상태의 변화에 대해 동일한 지속시간(duration)을 가지는, 디스플레이 디바이스.

## 청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 거리는 상기 매체 속의 입자들(108,109)이 2 개의 극단 광학적 상태 중 하나를 얻기 위해 움직일 수 있는 최대거리보다 작고, 상기 전위차의 시퀀스는 전위차의 추가 웨이킹 펄스의 하나 또는 그 이상의 짧은 시퀀스(849,850,851)를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

## 청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 적어도 4 개의 광학적 상태로의 디스플레이 요소의 광학적 상태 중 하나로의 각각의 변화에 대해서 디스플레이 요소에 인가된 오버-리셋 전위차의 값은 표준 리셋 부분에 관계없이 선택되는, 디스플레이 디바이스.

## 청구항 6.

제 1항에 있어서, 상기 전위차의 시퀀스는 제1 세트(set)의 웨이킹 펄스와 제 2 세트의 웨이킹 펄스를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 제 1 세트의 웨이킹 펄스는 리셋 전위차에 앞서고, 상기 제 2 세트의 웨이킹 펄스는 리셋 전위차에 뒤지며 구동 전위차에 앞서는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 8.

제 1항에 있어서, 상기 표준 리셋 부분은 하나 또는 그 이상의 전위차의 시퀀스의 다른 부분을 참조하지 않고 결정되는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 9.

제 1항에 있어서, 상기 오버-리셋 전위차와 구동 부분은 시간 주기(time period)동안에 걸쳐 디스플레이 요소(118)에 인가되는 전위차를 실질적으로 영(zero)인 평균값이 되게 하기 위해 변동되어 지는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 10.

제 9항에 있어서, 오버-리셋 전위차와 구동 부분은 오버-리셋 전위차가 지속기간에서의 더욱더 큰 변이를 상쇄함으로써 변동되고, 더욱 작은 변동이 구동 부분(driving portion)동안 인가되는 전위차에 더해지는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 11.

제 10항에 있어서, 상기 더욱더 작은 변이는 더욱더 큰 변화의 25%보다 작거나 같은, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 12.

쌍-안정 디스플레이 상에 영상을 업데이트하기 위한 방법으로서,

쌍-안정 디스플레이의 입자(108,109)가 디스플레이 요소(118)의 극단 광학 상태에 도달하기 위해 움직여야만 하는 거리를 고려하여 디스플레이의 디스플레이 요소(118)에 인가되는 표준 리셋 전위차를 결정하는 단계와,

쌍-안정 디스플레이의 디스플레이 요소(118)에 표준 리셋 전위차를 인가하는 단계와,

디스플레이 요소(118)에 오버-리셋 전위차를 인가하는 단계와,

디스플레이 요소(118)의 요구되는 광학적 상태에 대응하는 디스플레이 요소(118)에 구동 전위차를 인가하는 단계를 포함하는, 쌍-안정 디스플레이 상에 영상을 업데이트하는 방법.

### 청구항 13.

제 12항에 있어서, 상기 오버-리셋 전위차는 디스플레이 요소(118)의 복수의 요구되는 광학적 상태 중 하나로 디스플레이 요소(118)의 광학적 상태의 각각의 변화에 대해 같은 값을 가지는, 쌍-안정 디스플레이 상에 영상을 업데이트하는 방법.

#### 청구항 14.

제 13항에 있어서, 상기 표준 리셋 지속시간은 쌍-안정 디스플레이의 입자들(108,109)이 디스플레이 요소(118)의 극단의 광학적 상태에 이르기 위해 움직여야만 하는 거리에 비례하는, 쌍-안정 디스플레이 상에 영상을 업데이트하는 방법.

#### 청구항 15.

제 12항에 있어서, 상기 디스플레이 요소(118)에 제 1 일련의 웨이킹 펄스(540)를 인가하는 단계를 포함하며, 상기 제 1 일련의 웨이킹 펄스(540)의 끝나는 지점은 표준 리셋 전위차를 인가하는 시작점에 일시적으로 인접해 있는, 쌍-안정 디스플레이 상에 영상을 업데이트하는 방법.

#### 청구항 16.

제 12항에 있어서, 상기 표준 리셋 전위차가 거리를 고려하는 것을 제외하고, 표준 리셋 전위차가 인가되는 지속시간 동안에 공급되는 짧은 시퀀스(846,847,848)에 추가적인 웨이킹 펄스(849,850,851)를 인가하는 단계를 포함하는, 쌍-안정 디스플레이 상에 영상을 업데이트하는 방법.

#### 청구항 17.

쌍-안정 디스플레이 상에 영상을 업데이트하는 방법을 수행하기 위한 기계에 의해 수행될 수 있는 명령의 프로그램을 실제적으로 구현하는 프로그램 저장 디바이스로서, 상기 방법은

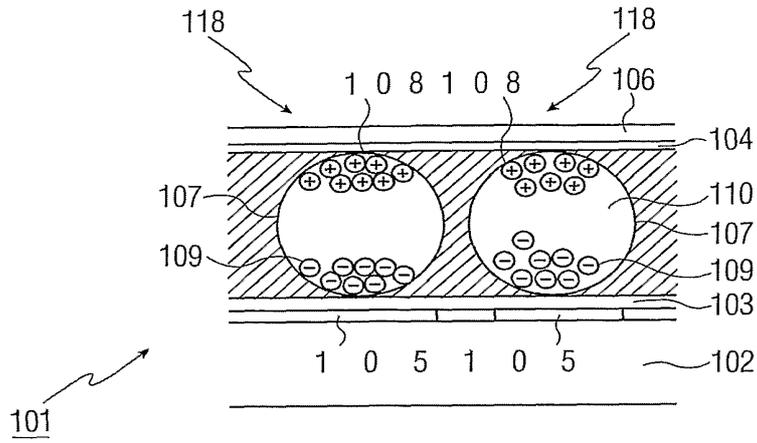
쌍-안정 디스플레이의 입자(108,109)들이 디스플레이 요소(118)의 극단 광학적 상태에 도달하기 위해 움직여야만 하는 거리를 고려하여 디스플레이의 디스플레이 요소(118)에 인가되는 표준 리셋 전위차를 결정하는 단계와,

쌍-안정 디스플레이의 디스플레이 요소(118)에 표준 리셋 전위차를 인가하는 단계와,

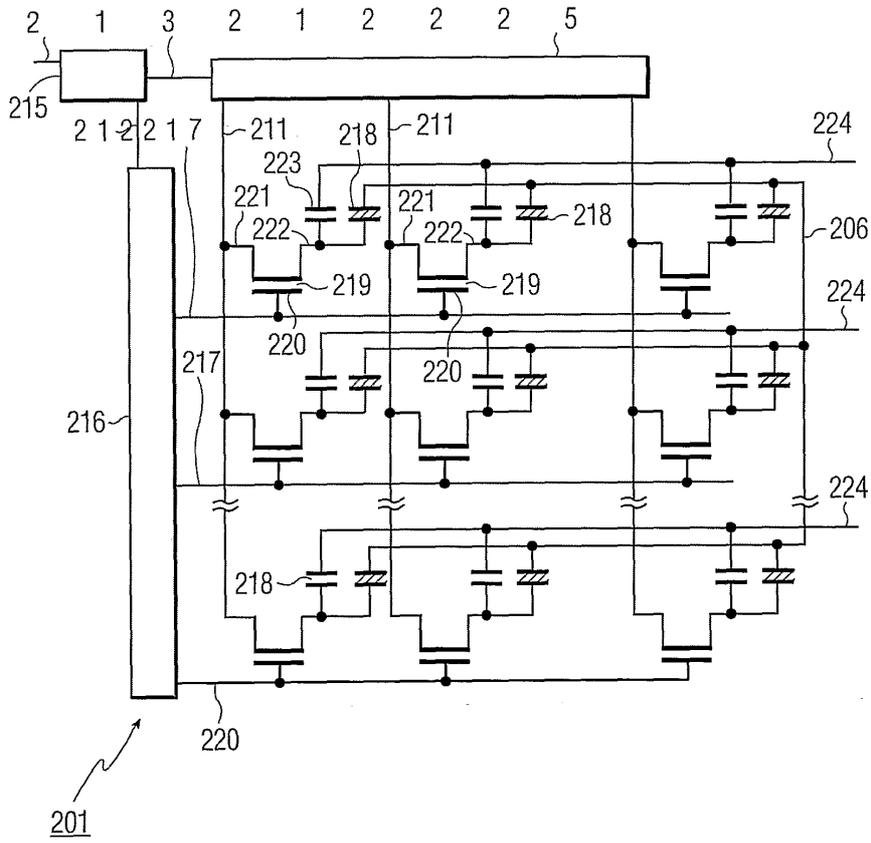
디스플레이 요소(118)의 요구되는 광학적 상태에 대응하는 디스플레이 요소(118)에 구동 전위차를 인가하는 단계를 포함하는, 프로그램 저장 디바이스.

도면

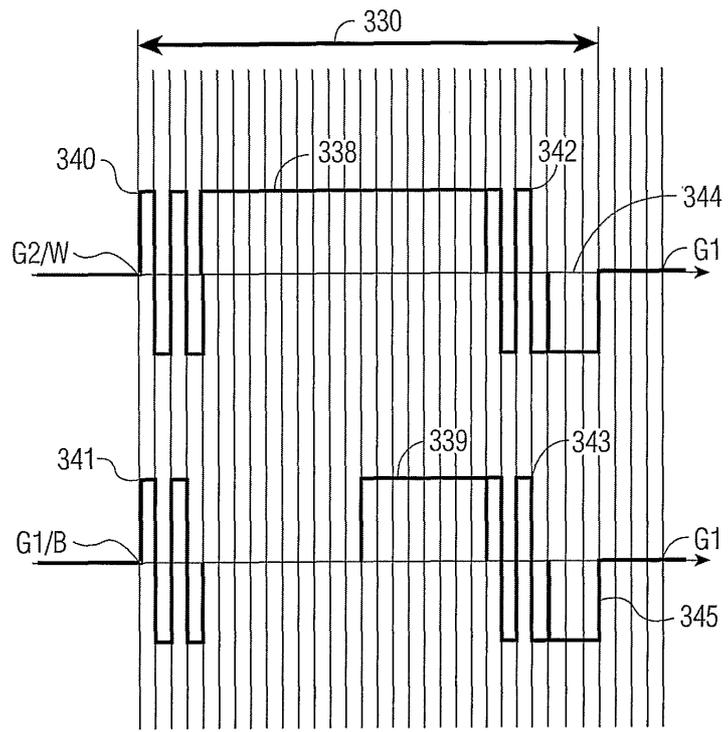
도면1



도면2

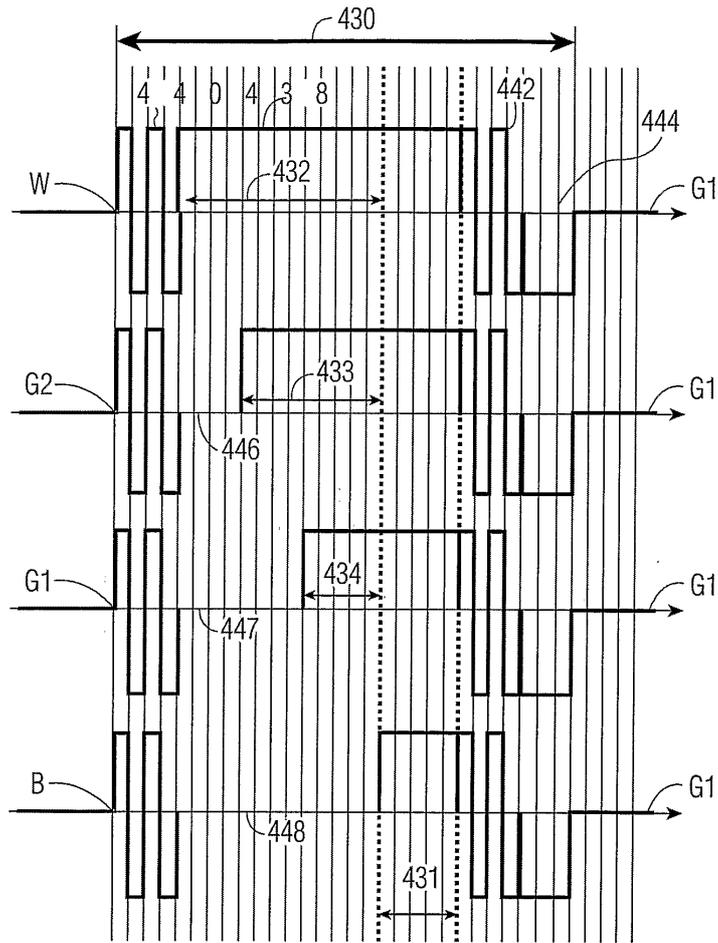


도면3

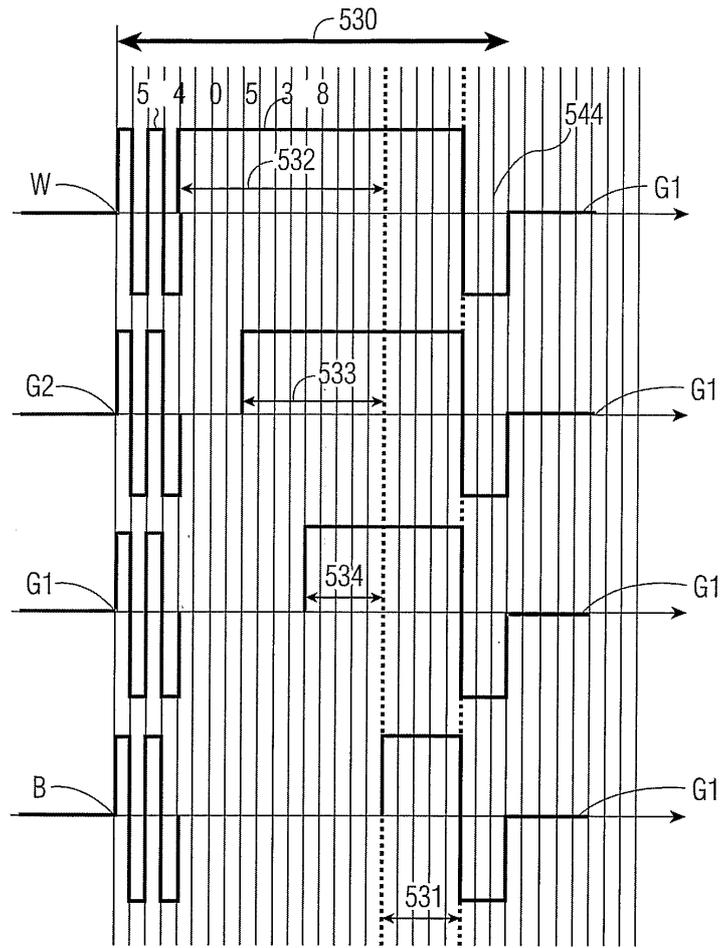


종래 기술

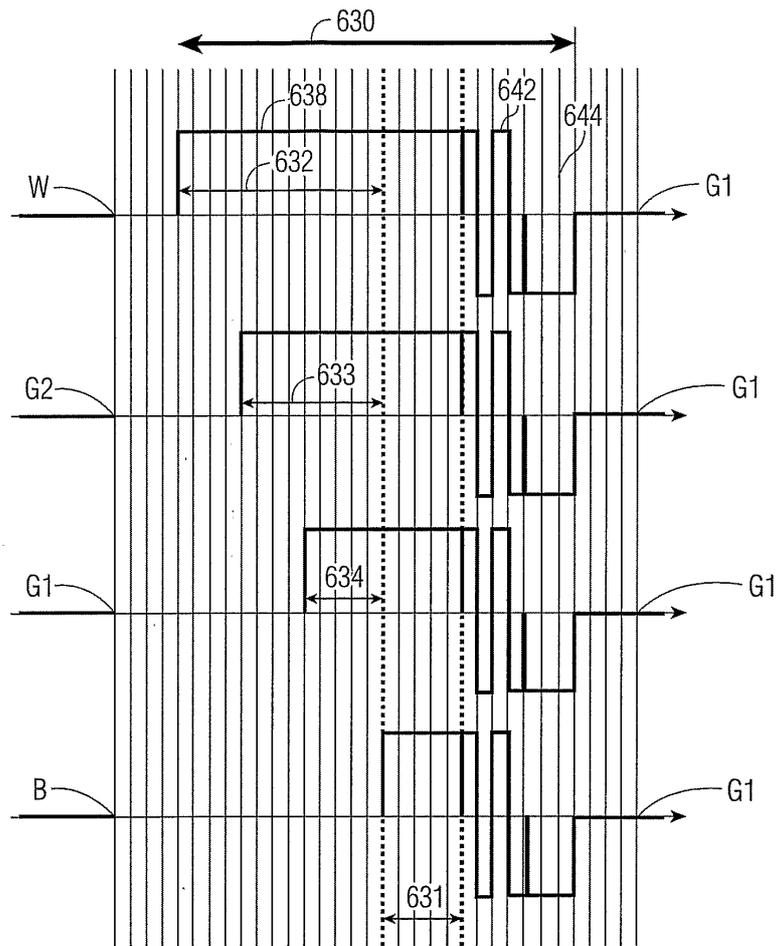
도면4



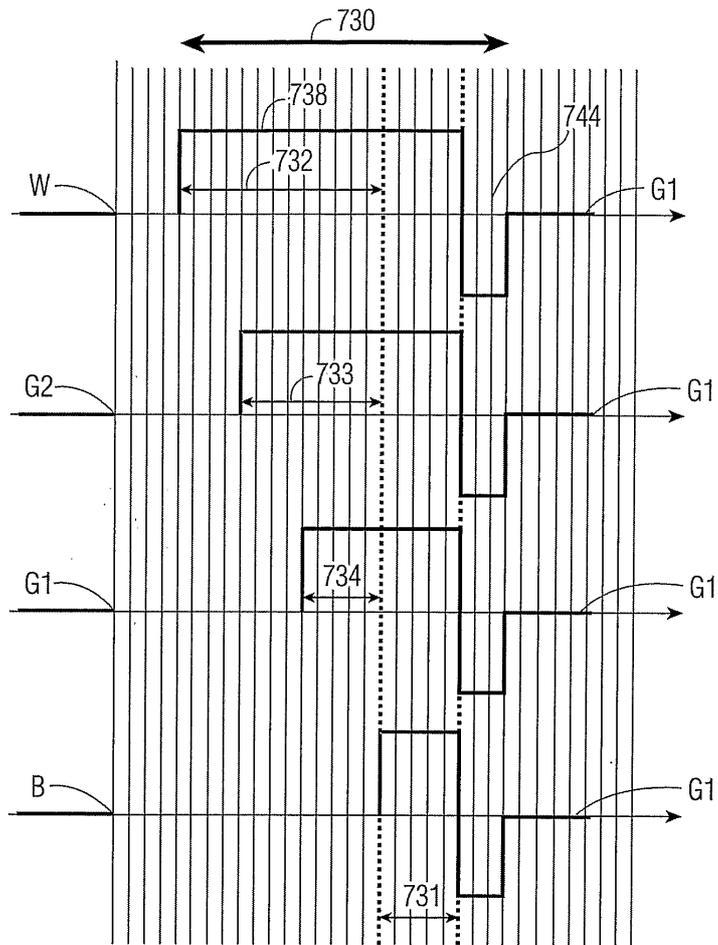
도면5



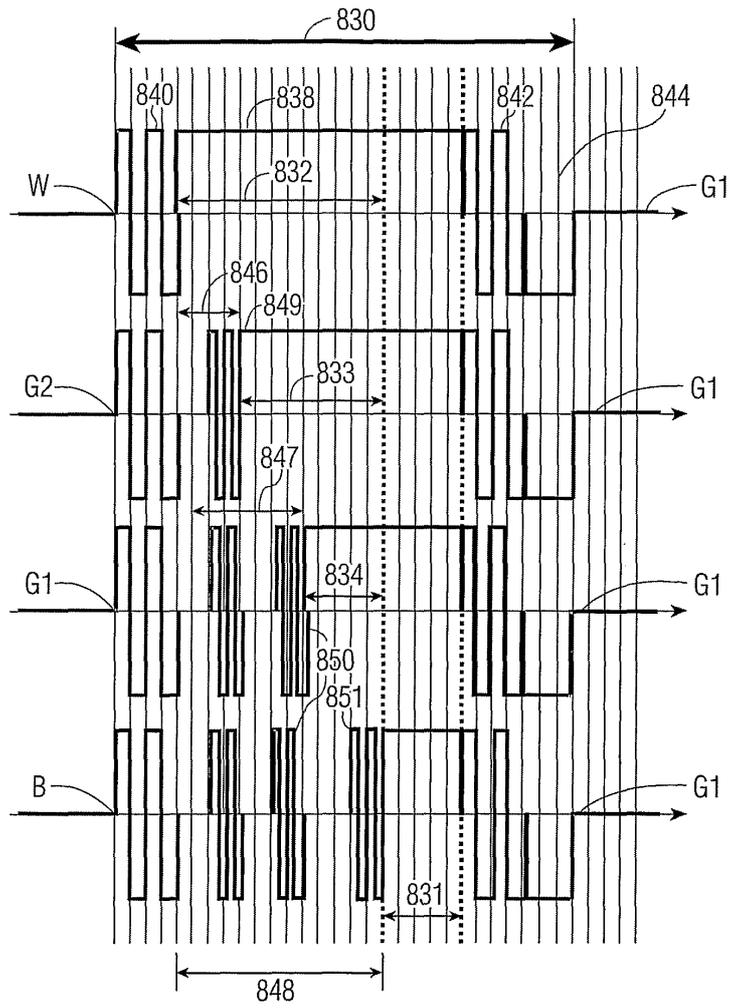
도면6



도면7



도면8



도면9

