



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월13일

(11) 등록번호 10-2647463

(24) 등록일자 2024년03월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/34 (2006.01) *G02F 1/167* (2019.01)
G02F 1/16766 (2019.01) *G02F 1/1685* (2019.01)
- (52) CPC특허분류
G09G 3/344 (2013.01)
G02F 1/167 (2022.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7015434(분할)
(22) 출원일자(국제) 2019년12월30일
심사청구일자 2023년05월04일
(85) 번역문제출일자 2023년05월04일
(65) 공개번호 10-2023-0070058
(43) 공개일자 2023년05월19일
(62) 원출원 특허 10-2021-7020369
원출원일자(국제) 2019년12월30일
심사청구일자 2021년06월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/068874
(87) 국제공개번호 WO 2020/142399
국제공개일자 2020년07월09일
(30) 우선권주장
62/786,437 2018년12월30일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2011150010 A
JP2011242764 A
KR1020180114233 A
- (73) 특허권자
이 잉크 코퍼레이션
미국 01821 매사추세츠주 빌레리카 테크놀로지 파크 드라이브 1000
(72) 발명자
린 크레이그
미국 94538 캘리포니아주 프리몬트 시브릿지 드라이브 47485 이 잉크 캘리포니아 엘엘씨 씨/오
구 하이얀
미국 94538 캘리포니아주 프리몬트 시브릿지 드라이브 47485 이 잉크 캘리포니아 엘엘씨 씨/오
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 15 항

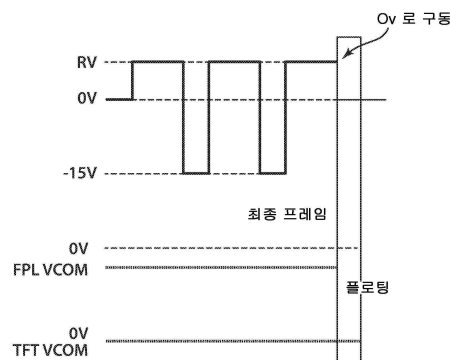
심사관 : 송원규

(54) 발명의 명칭 전기 광학 디스플레이들

(57) 요약

전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법으로서, 상기 디스플레이는 저장 커패시터에 결합된 적어도 하나의 디스플레이 픽셀을 가지고, 상기 방법은 적어도 하나의 디스플레이 픽셀에 파형 시퀀스를 인가하고 저장 커패시터를 제 1 바이어스 전압에 연결하는 단계, 및 인가된 파형의 완료 후에 디스플레이 픽셀 상의 최종 프레임 전압 레벨을 유지하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

G02F 1/16766 (2022.01)

G02F 1/1685 (2022.01)

G09G 2310/068 (2013.01)

G09G 2320/0219 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전기 광학 디스플레이로서,

제 1 공통 전극과 디스플레이 픽셀과 연관된 디스플레이 픽셀 전극 사이에 배치되는 전기영동 디스플레이 매체;

저장 커패시터의 제 1 단자에서, 상기 디스플레이 픽셀 전극에 결합된 상기 저장 커패시터;

상기 저장 커패시터의 제 2 단자에 결합된 제 2 공통 전극; 및

상기 제 1 공통 전극, 상기 제 2 공통 전극 및 상기 디스플레이 픽셀 전극과 연관되는 트랜지스터와 전기적으로 연결되는 드라이버 회로로서,

상기 드라이버 회로는, 상기 트랜지스터를 통해 상기 디스플레이 픽셀 전극과 상기 제 1 공통 전극 사이에 하나 이상의 시간 의존적인 전압들을 인가함으로써, 상기 디스플레이 픽셀에 파형 구동 시퀀스를 인가할 수 있고,

상기 드라이버 회로는, 상기 디스플레이 픽셀 전극 및 상기 제 1 공통 전극이 플로팅 상태에 있는 동안에 상기 제 2 공통 전극에 제로 볼트로 설정된 일정한 전압 세트를 인가함으로써, 상기 제 2 공통 전극을 통해 상기 저장 커패시터를 방전시켜 상기 파형 구동 시퀀스 이후에 상기 디스플레이 픽셀 전극을 방전시키도록 구성된, 상기 드라이버 회로

를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는, 상기 제 1 공통 전극 및 상기 제 2 공통 전극을 개별적으로 비-제로 DC 바이어스 전압, 제로 볼트 바이어스 전압 또는 플로팅 상태로 제어하도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는, 상기 파형 구동 시퀀스 동안에 상기 제 1 공통 전극 및 상기 제 2 공통 전극을 동일한 전압으로 설정하도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는, 상기 파형 구동 시퀀스 이후에 상기 제 1 공통 전극을 플로팅 상태에 놓도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는, 상기 파형 구동 시퀀스 이후에 상기 제 2 공통 전극을 제로 볼트로 설정하도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공통 전극은 평면의 전도성 재료를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 공통 전극은 V_{COM} 라인 신호를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는, 상기 파형 구동 시퀀스 이후에 상기 디스플레이 픽셀 전극의 하나의 프레임 이후에 상기 제 1 공통 전극을 플로팅 상태에 놓도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는 또한, 상기 파형 구동 시퀀스 이후에 상기 디스플레이 픽셀 전극의 하나의 프레임 이전에 상기 제 1 공통 전극을 플로팅 상태에 놓도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 10

전기 광학 디스플레이로서,

제 1 공통 전극과 디스플레이 픽셀과 연관된 디스플레이 픽셀 전극 사이에 배치되는 전기영동 디스플레이 매체;

저장 커패시터의 제 1 단자에서, 상기 디스플레이 픽셀 전극에 결합된 상기 저장 커패시터;

상기 저장 커패시터의 제 2 단자에 결합된 제 2 공통 전극; 및

상기 제 1 공통 전극, 상기 제 2 공통 전극 및 상기 디스플레이 픽셀 전극과 연관되는 트랜지스터와 전기적으로 연결되는 드라이버 회로로서, 상기 드라이버 회로는, 상기 트랜지스터를 통해 상기 디스플레이 픽셀 전극과 상기 제 1 공통 전극 사이에 하나 이상의 시간 의존적인 전압들을 인가함으로써, 상기 디스플레이 픽셀에 파형 시퀀스들을 인가할 수 있고, 상기 드라이버 회로는

상기 제 1 공통 전극과 상기 디스플레이 픽셀 전극과 사이의 상기 전기영동 디스플레이 매체에 구동 전압을 제공하기 위해, 상기 디스플레이 픽셀 전극에 파형 시퀀스를 인가하고,

상기 파형 시퀀스 동안에 상기 제 2 공통 전극에 제 1 바이어스 전압을 인가하고,

상기 디스플레이 픽셀 전극 및 상기 제 1 공통 전극을 플로팅 상태에 놓음으로써, 인가된 상기 파형 시퀀스의 완료 이후에 상기 디스플레이 픽셀 전극 상의 최종 프레임 전압 레벨을 유지하고, 그리고

상기 제 2 공통 전극을 통해 상기 저장 커패시터를 방전시킴으로써, 상기 디스플레이 픽셀 전극 상의 상기 최종 프레임 전압 레벨을 방전시키는 것으로서, 상기 방전 동안에 상기 제 2 공통 전극에 인가된 상기 제 1 바이어스 전압은 제로 볼트로 설정된 일정한 전압인, 상기 최종 프레임 전압 레벨을 방전시키는, 상기 드라이버 회로

를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는 또한, 상기 파형 시퀀스 동안에 상기 제 1 공통 전극 및 상기 제 2 공통 전극을 동일한 전압으로 설정하도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 공통 전극은 평면의 전도성 재료를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 공통 전극은 V_{COM} 라인 신호를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는 또한, 상기 디스플레이 픽셀 전극 상의 상기 최종 프레임 전압 레벨을 유지할 때, 상기 디스플레이 픽셀 전극의 하나의 프레임 이후에 상기 제 1 공통 전극을 플로팅 상태에 놓도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 드라이버 회로는 또한, 상기 디스플레이 픽셀 전극 상의 상기 최종 프레임 전압 레벨을 유지할 때, 상기 디스플레이 픽셀 전극의 하나의 프레임 이전에 상기 제 1 공통 전극을 플로팅 상태에 놓도록 구성된, 전기 광학 디스플레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호참조

[0002] 본 출원은 2018 년 12 월 30 일자로 출원된 미국 가출원 제 62/786,437 호와 관련된다.

[0003] 앞서 언급된 출원의 전체 개시물은 참조에 의해 본원에 통합된다.

[0004] 기술 분야

[0005] 본 발명은 전기 광학 디스플레이 장치들에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전기 광학 디스플레이들을 구동하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0006] 입자-기반 전기영동 디스플레이는 다년간 집중적인 연구 및 개발의 주제가 되어왔다. 이러한 디스플레이에서, 복수의 하전 입자 (때로는 안료 입자로 지칭됨) 는 전기장의 영향 하에 유체를 통해 이동한다. 전기장은 전형적으로 전도성 필름 또는 전계 효과 트랜지스터와 같은 트랜지스터에 의해 제공된다. 전기영동 디스플레이는 액정 디스플레이와 비교할 때 양호한 휘도 및 콘트라스트, 광시야각, 상태 쌍안정성 및 저전력 소비를 갖는다. 이러한 전기영동 디스플레이는 LCD 디스플레이보다 느린 스위칭 속도를 가지지만, 전기영동 디스플레이는 일반적으로 너무 느려 실시간 비디오를 표시하지 못한다. 또한, 유체의 점도가 전기영동 입자의 움직임을 제한하기 때문에, 전기영동 디스플레이는 저온에서 느려질 수 있다. 이러한 단점에도 불구하고, 전자 책 (e-리더), 휴대폰 및 휴대폰 커버, 스마트 카드, 간판, 시계, 선반 라벨 및 플래시 드라이브와 같은 일상적인 제품에서 전기영동 디스플레이를 찾아볼 수 있다.

[0007] 많은 상용 전기영동 매체는 본질적으로, "그레이스케일" (grayscale) 이라고 알려진, 블랙과 화이트 극단 사이의 그래디언트를 갖는 두 가지 컬러만 표시한다. 이러한 전기영동 매체는 제 1 컬러를 갖는 단일 유형의 전기영동 입자를 제 2, 상이한 컬러를 갖는 착색 유체에 사용하거나 (이 경우, 입자가 디스플레이의 시인 표면에 인접하게 놓일 때 제 1 컬러가 표시되고, 입자가 시인 표면으로부터 이격될 때 제 2 컬러가 표시된다) 또는 비착색된 유체에 상이한 제 1 및 제 2 컬러를 갖는 제 1 및 제 2 유형의 전기영동 입자를 사용한다. 후자의 경우, 제 1 유형의 입자가 디스플레이의 시인 표면에 인접하게 놓일 때 제 1 컬러가 표시되고, 제 2 유형의 입자가 시인 표면에 인접하게 놓일 때 제 2 컬러가 표시된다. 일반적으로 두 가지 색상들은 블랙 및 화이트이다.

[0008] 길으로 보기에 단순하지만, 전기영동 매체 및 전기영동 디바이스는 복잡한 거동을 나타낸다. 예를 들어, 단순한 "온/오프" 전압 펄스는 전자 관독기에서 고품질 텍스트를 얻기에 불충분하다는 것을 발견했다. 오히려 복잡한 "파형" 이 상태들 사이에서 입자를 구동하고 새로운 표시된 텍스트가 이전 텍스트의 메모리, 즉 "고스트" 를 유지하지 않도록 보장하는데 필요하다. 또한, 잠시 동안 구동된 후에, 전기영동 매체에는 전하가 축적될 수 있으며, 이는 종종 잔류 전압으로 지칭된다. 잔류 전압은 시간이 지남에 따라 디스플레이를 손상시킬 수 있고, 전기영동 매체에 대한 광학 열화를 야기할 수 있다. 따라서, 전기영동 디스플레이들에서 이러한 잔류 전압을 감소시킬 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법을 제공하며, 상기 디스플레이는 저장 커패시터에 결합된 적어도 하나의 디스플레이 픽셀을 가지고, 상기 방법은 적어도 하나의 디스플레이 픽셀에 파형 시퀀스를 인가하고 저장 커패시터를 제 1 바이어스 전압에 연결하는 단계, 및 인가된 파형의 완료 후에 디스플레이 픽셀 상의 최종 프레임 전압 레벨을 유지하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1 은 본 명세서에 개시된 주제에 따른 전기영동 디스플레이를 도시한다.
 도 2 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 도 1 에 제시된 전기영동 디스플레이의 등가 회로를 도시한다.
 도 3 은 본 명세서에 개시된 주제에 따른 액티브 매트릭스 회로를 도시한다.
 도 4 는 본 명세서에 제시된 주제에 따른 디스플레이 픽셀의 개략도를 도시한다.
 도 5 는 본 명세서에 제시된 주제에 따른 전기영동 디스플레이를 구동하기 위한 하나의 방법을 도시한다.
 도 6 은 본 명세서에 제시된 주제에 따른 전기영동 디스플레이를 구동하기 위한 하나의 샘플 설정을 도시한다.
 도 7 은 본 명세서에 제시된 주제에 따른 디스플레이의 화이트 상태의 변화를 도시하는 도면이다.
 도 8 은 본 명세서에 제시된 주제에 따른 전기영동 디스플레이를 구동하기 위한 다른 방법을 도시한다.
 도 9 는 본 명세서에 제시된 주제에 따른 전기영동 디스플레이를 구동하기 위한 다른 설정을 도시한다.
 도 10 은 본 명세서에 제시된 주제에 따른 디스플레이의 화이트 상태의 변화를 도시하는 다른 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 상기 나타난 바와 같이, 본 명세서에 제시된 주제는 전기영동 디스플레이 매체에 축적된 전하를 감소시키고 전기 광학 디스플레이 성능을 개선하기 위한 방법들 및 수단들을 제공한다.

[0012] 재료 또는 디스플레이에 적용되는 것과 같은 용어 "전기 광학 (electro-optic)" 는 적어도 하나의 광학적 특성이 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태들을 갖는 재료를 지칭하기 위해 영상 분야에서의 통상의 의미로 본원에서 사용되고, 그 재료는 재료에 대한 전기장의 인가에 의해 그 제 1 디스플레이 상태로부터 그 제 2 디스플레이 상태로 변경된다. 광학 특성은 통상적으로 육안으로 인지가능한 컬러이지만, 광 투과, 반사, 발광과 같은 다른 광학 특성 또는 기계 관독을 위한 디스플레이의 경우에는 가시 범위 외부의 전자기 파장들의 반사율 변화 의미에서의 의사-컬러 (pseudo-color) 일 수도 있다.

[0013] 용어 "그레이 상태" 는 픽셀의 2 개의 극단 광학 상태들 중간의 상태를 지칭하도록 이미징 기술에서의 그 종래 의미로 본 명세서에서 사용되고, 반드시 이들 2 개의 극단 상태들 간의 블랙-화이트 천이를 암시하는 것은 아니다. 예를 들어, 이하에 언급되는 여러 E Ink 특허들 및 공개된 출원들은, 극단 상태들이 화이트 및 딥 블루이어서 중간의 "그레이 상태" 는 실제로 페일 블루일 것인 전기영동 디스플레이들을 설명한다. 실제로, 이미 언급된 바와 같이, 광학 상태의 변화는 컬러 변화가 전혀 아닐 수도 있다. 용어들 "블랙" 및 "화이트"

는 이하에서 디스플레이의 2 개의 극단 광학 상태들을 지칭하는데 사용될 수도 있으며, 엄밀하게 블랙 및 화이트가 아닌 극단 광학 상태들, 예를 들어 전술한 화이트 및 다크 블루 상태들을 보통 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 용어 "모노크롬" 은, 오직 개재하는 그레이 상태들이 없는 그 2 개의 극단 광학 상태들로 픽셀들을 구동하는 구동 방식을 표시하기 위해 이하에 사용될 수도 있다.

[0014] 용어 "쌍안정" 및 "쌍안정성" 은 적어도 하나의 광학적 특성에서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태들을 갖는 디스플레이 엘리먼트들을 포함하는 디스플레이를 지칭하도록 본원에서 당해 기술 분야에서의 통상의 의미로 사용되며, 따라서 유한의 지속기간의 어드레싱 펄스에 의해, 임의의 주어진 엘리먼트가 구동된 후, 어드레싱 펄스가 종료된 후의 제 1 또는 제 2 디스플레이 상태를 취하기 위해 그 상태가 디스플레이 엘리먼트의 상태를 변경하는데 필요한 어드레싱 펄스의 최소 지속기간의 적어도 수 배 동안, 예를 들어, 적어도 4 배 동안 지속될 것이다. 공개된 미국 특허 출원 2002/0180687 (또한 대응 국제 출원 공개 공보 제 WO 02/079869 호를 참조) 에서, 그레이 스케일이 가능한 일부 입자-기반 전기영동 디스플레이들은 그들의 극단적인 블랙 및 화이트 상태들에서 뿐만 아니라 그들의 중간의 그레이 상태들에서 안정하고, 이는 일부 다른 타입의 전기-광학 디스플레이들에서도 마찬가지인 것이 보여진다. 이러한 타입의 디스플레이는 쌍안정 보다는 "다중 안정" 인 것으로 적절히 지칭되지만, 편의를 위해 용어 "쌍안정" 이 쌍안정 및 다중 안정 디스플레이들 양자를 커버하는 것으로 본원에서 사용될 수도 있다.

[0015] 용어 "임펄스" 는 본 명세서에서 시간에 대한 전압의 적분의 그 종래의 의미로 사용된다. 그러나, 일부 쌍안정 전기 광학 매체들은 전하 트랜스듀서들로서 작동하고, 그러한 매체들로, 임펄스의 대안적인 정의, 즉, 시간에 걸친 전류의 적분 (이는 인가된 총 전하와 동일함) 이 사용될 수도 있다. 매체가 전압-시간 임펄스 트랜스듀서로서 작동하는지 또는 전하 임펄스 트랜스듀서로서 작동하는지에 의존하여, 임펄스의 적절한 정의가 사용되어야 한다.

[0016] 캡슐화된 전기영동 매체들을 기술하는, 매사추세츠 공과대학 (MIT) 및 E Ink Corporation 에 양도된 또는 그 명의로의 수개의 특허들 및 출원들이 최근 공개되었다. 그러한 캡슐화된 매체들은 수개의 소형 캡슐들을 포함하고, 그 각각은 자체가 액체 부유 매체에 부유된 전기영동식 이동성 입자들을 포함하는 내부상 (internal phase), 및 그 내부상을 둘러싸는 캡슐 벽을 포함한다. 통상적으로, 캡슐은 그 자체로 중합체 바인더 내에 유지되어 두 전극들 사이에 배치되는 밀착 층 (coherent layer) 을 형성한다. 이러한 특허 및 출원에 기재된 기술들은 다음을 포함한다:

[0017] (a) 전기영동 입자들, 유체들 및 유체 첨가제들; 예를 들어 미국 특허들 제 7,002,728 호 및 제 7,679,814 호를 참조한다;

[0018] (b) 캡슐, 바인더 및 캡슐화 프로세스; 예를 들어 미국 특허들 제 6,922,276 호 및 제 7,411,719 호를 참조한다;

[0019] (c) 마이크로셀 구조들, 벽 재료들, 및 마이크로셀들을 형성하는 방법들; 예를 들어 미국 특허들 제 7,072,095 호 및 제 9,279,906 호를 참조한다;

[0020] (d) 마이크로셀들을 충전하고 실링하기 위한 방법들; 예를 들어 미국 특허들 제 7,144,942 호 및 제 7,715,088 호를 참조한다;

[0021] (e) 전기-광학 재료들을 포함하는 필름들 및 서브 어셈블리들; 예를 들어 미국 특허들 제 6,982,178 호 및 제 7,839,564 호를 참조한다;

[0022] (f) 백플레인들, 접착제층 및 다른 보조 층들, 및 디스플레이들에 사용된 방법들; 예를 들어 미국 특허들 제 D485,294; 6,124,851; 6,130,773; 6,177,921; 6,232,950; 6,252,564; 6,312,304; 6,312,971; 6,376,828; 6,392,786; 6,413,790; 6,422,687; 6,445,374; 6,480,182; 6,498,114; 6,506,438; 6,518,949; 6,521,489; 6,535,197; 6,545,291; 6,639,578; 6,657,772; 6,664,944; 6,680,725; 6,683,333; 6,724,519; 6,750,473; 6,816,147; 6,819,471; 6,825,068; 6,831,769; 6,842,167; 6,842,279; 6,842,657; 6,865,010; 6,873,452; 6,909,532; 6,967,640; 6,980,196; 7,012,735; 7,030,412; 7,075,703; 7,106,296; 7,110,163; 7,116,318; 7,148,128; 7,167,155; 7,173,752; 7,176,880; 7,190,008; 7,206,119; 7,223,672; 7,230,751; 7,256,766; 7,259,744; 7,280,094; 7,301,693; 7,304,780; 7,327,511; 7,347,957; 7,349,148; 7,352,353; 7,365,394; 7,365,733; 7,382,363; 7,388,572; 7,401,758; 7,442,587; 7,492,497; 7,535,624; 7,551,346; 7,554,712; 7,583,427; 7,598,173; 7,605,799; 7,636,191; 7,649,674; 7,667,886; 7,672,040; 7,688,497; 7,733,335; 7,785,988; 7,830,592; 7,843,626; 7,859,637; 7,880,958; 7,893,435; 7,898,717; 7,905,977; 7,957,053;

7,986,450; 8,009,344; 8,027,081; 8,049,947; 8,072,675; 8,077,141; 8,089,453; 8,120,836; 8,159,636; 8,208,193; 8,237,892; 8,238,021; 8,362,488; 8,373,211; 8,389,381; 8,395,836; 8,437,069; 8,441,414; 8,456,589; 8,498,042; 8,514,168; 8,547,628; 8,576,162; 8,610,988; 8,714,780; 8,728,266; 8,743,077; 8,754,859; 8,797,258; 8,797,633; 8,797,636; 8,830,560; 8,891,155; 8,969,886; 9,147,364; 9,025,234; 9,025,238; 9,030,374; 9,140,952; 9,152,003; 9,152,004; 9,201,279; 9,223,164; 9,285,648; 및 9,310,661 호들; 및 미국 특허 출원 공개 번호 제 2002/0060321; 2004/0008179; 2004/0085619; 2004/0105036; 2004/0112525; 2005/0122306; 2005/0122563; 2006/0215106; 2006/0255322; 2007/0052757; 2007/0097489; 2007/0109219; 2008/0061300; 2008/0149271; 2009/0122389; 2009/0315044; 2010/0177396; 2011/0140744; 2011/0187683; 2011/0187689; 2011/0292319; 2013/0250397; 2013/0278900; 2014/0078024; 2014/0139501; 2014/0192000; 2014/0210701; 2014/0300837; 2014/0368753; 2014/0376164; 2015/0171112; 2015/0205178; 2015/0226986; 2015/0227018; 2015/0228666; 2015/0261057; 2015/0356927; 2015/0378235; 2016/077375; 2016/0103380; 및 2016/0187759 호들; 및 국제출원 공개 번호 제 WO 00/38000 호; 유럽 특허 번호 제 1,099,207 B1 및 1,145,072 B1 호를 참조한다;

- [0023] (g) 컬러 형성 및 컬러 조정; 예를 들어 미국 특허들 제 7,075,502 호 및 제 7,839,564 호를 참조한다;
- [0024] (h) 디스플레이들을 구동하는 방법들; 예를 들어 미국 특허들 제 7,012,600 호 및 제 7,453,445 호를 참조한다;
- [0025] (i) 디스플레이의 응용; 예를 들어 미국 특허 번호 7,312,784 및 8,009,348 를 참조한다;
- [0026] (j) 미국 특허 번호 6,241,921 및 미국 특허 출원 공개 번호 2015/0277160; 및 미국 특허 출원 공개 번호 2015/0005720 및 2016/0012710 에 기재된 것과 같은, 비전기영동 디스플레이.
- [0027] 상기 특허들 및 특허 출원들 모두는 그 전체가 본원에 참조로 포함된다.
- [0028] 전술한 특허 및 출원 중 다수는, 캡슐화 전기영동 매질 내의 개별 마이크로캡슐을 둘러싼 벽이 연속상에 의해 대체되어 전기영동 매질이 전기영동 유체의 복수의 개별 액적들 및 중합성 재료의 연속상을 포함하는 이른바 중합체 분산의 전기영동 디스플레이를 제조할 수 있고, 그리고 이러한 중합체 분산의 디스플레이 내의 전기영동 유체의 개별 액적들은 개별 캡슐 멤브레인이 각각의 독립된 액적과 연관되지 않음에도 불구하고 캡슐 또는 마이크로캡슐로서 간주될 수도 있다는 것을 인식한다: 예를 들어, 상기 언급된 2002/0131147 를 참조한다. 이에 따라, 본 출원의 목적을 위해, 이러한 중합체 분산된 전기영동 매질은 캡슐화된 전기영동 매질의 서브 종으로 간주된다.
- [0029] 캡슐화된 전기영동 디스플레이는 통상적으로, 종래의 전기영동 디바이스들의 클러스터링 및 고정 실패 모드를 경험하지 않으며, 광범위한 유동적이고 강체의 기관들 상에 디스플레이를 인쇄하거나 코팅하는 능력과 같은 추가의 장점들을 제공한다. (단어 "프린팅"의 사용은 제한 없이, 미리 계측된 코팅들, 이를 태면, 패치 다이 코팅, 슬롯 또는 압출 성형 코팅, 슬라이드 또는 캐스캐이드 코팅, 커튼 코팅; 롤 코팅, 이를 태면, 나이프 오버 롤 코팅, 순방향 및 역방향 롤 코팅; 그라비아 코팅; 딥코팅; 스프레이 코팅; 메니스커스 코팅; 스핀 코팅; 브러쉬 코팅; 에어 나이프 코팅; 실크스크린 프린팅 프로세스들; 정전식 프린팅 프로세스들; 서멀 프린팅 프로세스들; 잉크젯 프린팅 프로세스들; 및 다른 유사한 기법들을 포함하는 프린팅 및 코팅의 모든 형태들을 포함하도록 의도된다.) 따라서, 결과적인 디스플레이는 가요성 (flexible) 일 수 있다. 또한, (다양한 방법을 사용하여) 디스플레이 매체가 인쇄될 수 있기 때문에, 디스플레이 자체가 저렴하게 제조될 수 있다.
- [0030] 관련 타입의 전기영동 디스플레이는 이른바 "마이크로셀 전기영동 디스플레이"이다. 마이크로셀 전기영동 디스플레이에 있어서, 하전된 입자 및 부유하는 유체는 마이크로캡슐들 내에 캡슐화되지 않지만, 대신 캐리어 매체, 통상, 폴리머 필름 내에 형성된 복수의 캐비티 (cavity) 들 내에 보유된다. 예를 들어, 양자가 Sipix Imaging, Inc. 로 양도된 국제 출원 공개공보 WO 02/01281 및 공개된 미국 출원 2002/0075556 을 참조한다.
- [0031] 전술된 타입들의 전기 광학 디스플레이들은 쌍안정성이고 통상적으로 반사형 모드에서 사용되지만, 전술된 특허들 및 출원들 중 특정 특허 및 출원에서 설명된 바와 같이, 그러한 디스플레이들은, 전기 광학 매체가 광의 투과를 조정하도록 사용되어 디스플레이가 투과형 모드에서 동작하는 "서터 모드"에서 동작될 수도 있다. 폴리머 분산형 액정들을 포함하는 액정들은 물론 또한 전기 광학 매체들이지만, 통상적으로 쌍안정성이 아니고 투과형 모드에서 동작한다. 하기에서 설명되는 본 발명의 특정 실시형태들은 반사형 디스플레이들과의 사용으로 한정되지만, 다른 실시형태들은 종래의 액정 디스플레이들을 포함하여 반사형 및 투과형 디스플레이들 양자 모두와 사용될 수도 있다.
- [0032] 디스플레이가 반사성인지 또는 투과성인지의 여부 및 사용된 전기-광학 매질이 쌍안정성인지 아닌지의 여부에

따라, 고해상도 디스플레이를 획득하기 위해, 디스플레이의 개별 픽셀들은 인접하는 픽셀들로부터의 간섭 없이 어드레스able (addressable) 해야 한다. 이러한 목적을 달성하는 하나의 방법은 "액티브 매트릭스" (active matrix) 디스플레이를 제조하기 위해, 각각의 픽셀과 연관되는 적어도 하나의 비선형 엘리먼트를 갖는, 트랜지스터 또는 다이오드와 같은, 비선형 엘리먼트들의 어레이를 제공하는 것이다. 하나의 픽셀을 어드레스하는, 어드레스 또는 픽셀 전극은 연관된 비선형 엘리먼트를 통해 적절한 전압 소스에 접속된다. 통상적으로, 비선형 엘리먼트가 트랜지스터일 때, 픽셀 전극은 트랜지스터의 드레인에 접속되고, 이 배열이 이하의 설명에서 가정될 것이지만, 이는 본질적으로 임의적이며, 픽셀 전극은 트랜지스터의 소스에 접속될 수 있다. 통상적으로, 고해상도 어레이에서, 픽셀들은 로우 및 칼럼의 2 차원 어레이로 배열되어, 임의의 특정 픽셀은 하나의 지정된 로우와 하나의 지정된 칼럼의 교차에 의해 고유하게 정의된다. 각 칼럼에 있는 모든 트랜지스터의 소스는 단일 칼럼 전극에 접속되는 한편, 각 로우에 있는 모든 트랜지스터의 게이트는 단일 로우 전극에 접속된다; 다시 로우로의 소스들 그리고 칼럼들로의 게이트들의 할당이 관계적이지만 본질적으로 임의적이며, 원하는 경우 반대로 될 수 있다. 로우 전극들은 로우 드라이버에 연결되며, 이 로우 드라이버는, 임의의 주어진 순간에 오직 하나의 로우만이 선택되는 것, 즉 선택된 로우에서의 모든 트랜지스터들이 전도성임을 보장하게 하는 전압이, 선택된 로우 전극에 인가되는 한편 이들 비-선택된 로우들에서의 모든 트랜지스터들이 비-전도성을 유지함을 보장하게 하는 전압이 모든 다른 로우들에 인가되는 것을 본질적으로 보장한다. 컬럼 전극들은 컬럼 드라이버들에 연결되고, 이 컬럼 드라이버들은 선택된 로우에서의 픽셀들을 그들의 원하는 광학 상태들로 구동하기 위해 선택된 전압들을 다양한 컬럼 전극들에 부과한다. (앞서 언급된 전압들은 종래에 비선형 어레이로부터 전기 광학 매체의 반대 측 상에 제공되고 전체 디스플레이에 걸쳐 연장되는 공통 전면 전극에 대한 것이다.) "라인 어드레스 시간" 으로 알려진 사전 선택된 간격 후에, 선택된 로우는 선택 해제되고, 다음 로우가 선택되며, 컬럼 구동기들 상의 전압들이 변경되어 디스플레이의 다음 라인이 기입된다. 이 프로세스가 반복되어 전체 디스플레이가 로우 단위 방식으로 기입된다.

[0033] 액티브 매트릭스 디스플레이들을 제조하기 위한 프로세스들이 확실히 확립되었다. 예컨대, 박막 트랜지스터들은 다양한 증착 및 포토리조그래피 기술들을 사용하여 제작될 수 있다. 트랜지스터는 게이트 전극, 절연 유전체층, 반도체층, 및 소스 및 드레인 전극들을 포함한다. 게이트 전극으로의 전압의 인가는 유전체층에 전계를 제공하며, 이는 반도체층의 소스-대-드레인 전도성을 상당히 증가시킨다. 이러한 변경은 소스 전극과 드레인 전극 간에 전기 전도를 허용한다. 통상적으로, 게이트 전극, 소스 전극, 및 드레인 전극이 패터닝된다. 일반적으로, 반도체 계층은 또한, 이웃하는 회로 엘리먼트들 간에 표유 전도 (stray conduction) (즉, 크로스 토크) 를 최소화하기 위해 패터닝된다.

[0034] 액정 디스플레이들은 일반적으로, 디스플레이 픽셀들을 위한 스위칭 디바이스들로서 비정질 실리콘 ("a-Si") 박막 트랜지스터들 ("TFT"들) 를 채용한다. 그러한 TFT들은 통상적으로 저부 게이트 (bottom-gate) 구성을 갖는다. 하나의 픽셀 내에서, 박막 커패시터는 통상적으로 스위칭 TFT 에 의해 이송된 전하를 유지한다. 전기영동 디스플레이들은 커패시터들을 갖는 유사한 TFT들을 사용할 수 있지만, 커패시터들의 기능은 액정 디스플레이들에서의 기능들과는 다소 상이하다; 전술된 공동계류 중인 출원 09/565,413 및 공개공보들 2002/0106847 및 2002/0060321 참조. 박막 트랜지스터들은 고성능을 제공하도록 제조될 수 있다. 하지만, 제조 프로세스들은 상당한 비용을 초래할 수 있다.

[0035] TFT 어드레스 어레이들에 있어서, 픽셀 전극들은 라인 어드레스 시간 동안 TFT들을 통해 하전된다. 라인 어드레스 시간 동안, TFT 는, 인가된 게이트 전압을 변경함으로써 전도 상태로 스위칭된다. 예를 들어, n형 TFT 에 대해, 게이트 전압은, TFT 를 전도 상태로 스위칭하기 위해 "하이 (high)" 상태로 스위칭된다.

[0036] 더욱이, 전압 시프트들과 같은 원하지 않는 효과가, 디스플레이 픽셀에 구동 파형들을 공급하는 데이터 라인과 픽셀 전극 사이에서 발생하는 크로στο크에 의해 야기될 수도 있다. 상기 설명된 전압 시프트와 유사하게, 데이터 라인과 픽셀 전극 사이의 크로스토크는, 디스플레이 픽셀이 어드레스되고 있지 않을 경우에도 (예를 들어, 공핍에 있어서의 연관된 픽셀 TFT) 그 둘 사이에서 용량성 결합에 의해 야기될 수 있다. 그러한 크로스토크는, 이미지 스트리킹 (image streaking) 과 같은 광학 아티팩트들을 유도할 수 있기 때문에 바람직하지 않은 전압 시프트들을 초래할 수 있다.

[0037] 일부 경우에, 전기영동 디스플레이 또는 EPD 는 2 개의 기관들 (예를 들어, 플라스틱 또는 유리) 을 포함할 수도 있고, 여기서 전면 평면 라미네이트 또는 FPL 이 2 개의 기관들 사이에 위치된다. 일부 실시형태들에서, 상부 기관의 하부 부분은 전도성 전극 (즉, V_{com} 평면) 으로서 기능하도록 투명 전도성 재료로 코팅될 수도 있다. 하부 기관의 상부 부분은 전극 엘리먼트들 (예를 들어, 각각의 디스플레이 픽셀들에 대한 전도성 전

극들)의 어레이를 포함할 수도 있다. 박막 트랜지스터 또는 TFT와 같은 반도체 스위치가 이들 픽셀 전극들 각각과 연관될 수도 있다. 픽셀 전극 및 V_{com} 평면으로의 바이어스 전압의 인가는 FPL의 전기-광학 변환을 초래할 수도 있다. 이러한 광학 변환은 EPD상의 텍스트 또는 그래픽 정보의 디스플레이를 위한 기초로서 사용될 수 있다. 원하는 이미지를 표시하기 위해서는 각 픽셀 전극에 적절한 전압이 인가되어야 한다.

[0038] 도 1은 본 명세서에서 제시된 주제에 따른 전기 광학 디스플레이의 디스플레이 픽셀(100)의 개략적 모델을 예시한다. 픽셀(100)은 이미징 필름(110)을 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 이미징 필름(110)은 전기영동 재료의 층이고 사실상 쌍안정일 수도 있다. 이 전기영동 재료는 유체에 배치되고 전기장의 영향 하에 유체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적으로 하전된 컬러 안료 입자들(예를 들어, 블랙, 화이트, 또는 레드)을 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 이미징 필름(110)은 하전된 안료 입자들을 갖는 마이크로 셀들을 갖는 전기영동 필름일 수도 있다. 일부 다른 실시형태들에서, 이미징 필름(110)은, 한정 없이, 예를 들어, 하전된 안료 입자들을 포함할 수도 있는, 캡슐화된 전기영동 이미징 필름을 포함할 수도 있다. 이하에 제시된 구동 방법은 어느 타입들의 전기영동 재료(예를 들어, 캡슐화 또는 마이크로 셀들을 갖는 필름)에도 용이하게 채택될 수도 있음을 알아야 한다.

[0039] 일부 실시형태들에서, 이미징 필름(110)은 전면 전극(102)과 후면 또는 픽셀 전극(104) 사이에 배치될 수도 있다. 전면 전극(102)은 이미징 필름과 디스플레이의 전면 사이에 형성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전면 전극(102)은 투명하고 광-투과성일 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전면 전극(102)은 한정 없이, 인듐 주석 산화물(ITO)을 포함하는, 임의의 적합한 투명 재료로 형성될 수도 있다. 후면 전극(104)은 이미징 필름(110)의 전면 전극(102)과 반대 측 상에 형성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 기생 커패시턴스(도시되지 않음)가 전면 전극(102)과 후면 전극(104) 사이에 형성될 수도 있다.

[0040] 픽셀(100)은 복수의 픽셀들 중 하나일 수도 있다. 복수의 픽셀들은 로우들 및 컬럼들의 2차원 어레이로 배열되어 매트릭스를 형성할 수도 있어서, 임의의 특정 픽셀은 하나의 특정된 로우와 하나의 특정된 컬럼의 교차에 의해 고유하게 정의된다. 일부 실시형태들에서, 픽셀들의 매트릭스는 "액티브 매트릭스"일 수도 있으며, 여기서 각각의 픽셀은 적어도 하나의 비선형 회로 엘리먼트(120)와 연관된다. 비선형 회로 엘리먼트(120)는 백플레이트 전극(104)과 어드레싱 전극(108) 사이에 결합될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 비선형 엘리먼트(120)는 다이오드 및/또는 제한 없이, MOSFET 또는 박막 트랜지스터(TFT)를 포함하는, 트랜지스터일 수도 있다. MOSFET 또는 TFT의 드레인(또는 소스)은 백플레이트 또는 픽셀 전극(104)에 결합될 수도 있고, MOSFET 또는 TFT의 소스(또는 드레인)는 어드레싱 전극(108)에 결합될 수도 있고, MOSFET 또는 TFT의 게이트는 MOSFET 또는 TFT의 활성화 및 비활성화를 제어하도록 구성된 드라이버 전극(106)에 결합될 수도 있다. (간결함을 위해, 백플레이트 전극(104)에 결합된 MOSFET 또는 TFT의 단자는 MOSFET 또는 TFT의 드레인으로 지칭될 것이고, 어드레싱 전극(108)에 결합된 MOSFET 또는 TFT의 단자는 MOSFET 또는 TFT의 소스로 지칭될 것이다. 그러나, 당업자는 일부 실시형태들에서, MOSFET 또는 TFT의 소스 및 드레인이 상호교환될 수도 있음을 인식할 것이다.)

[0041] 액티브 매트릭스의 일부 실시형태들에서, 각각의 컬럼에서의 모든 픽셀들의 어드레싱 전극들(108)은 동일한 컬럼 전극에 연결될 수도 있고, 각각의 로우에서의 모든 픽셀들의 드라이버 전극들(106)은 동일한 로우 전극에 연결될 수도 있다. 로우 전극들은 로우 드라이버에 연결될 수도 있으며, 이 로우 드라이버는 선택된 로우(들)에서의 모든 픽셀들(100)의 비선형 엘리먼트들(120)을 활성화하기에 충분한 전압을 선택된 로우 전극들에 인가하는 것에 의해 픽셀들의 하나 이상의 로우들을 선택할 수도 있다. 컬럼 전극들은 컬럼 드라이버들에 연결될 수도 있으며, 이 컬럼 드라이버들은 픽셀을 원하는 광학 상태로 구동하기에 적합한 전압을 선택된(활성화된) 픽셀의 어드레싱 전극(106)에 부과할 수도 있다. 어드레싱 전극(108)에 인가된 전압은 픽셀의 전면 플레이트 전극(102)에 인가된 전압(예를 들어, 대략 제로 볼트의 전압)에 대한 것일 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 액티브 매트릭스에서의 모든 픽셀들의 전면 플레이트 전극들(102)은 공통 전극에 결합될 수도 있다.

[0042] 사용 시, 액티브 매트릭스의 픽셀들(100)은 로우 단위 방식으로 기입될 수도 있다. 예를 들어, 픽셀들의 로우는 로우 드라이버에 의해 선택될 수도 있고, 픽셀들의 로우에 대한 원하는 광학 상태들에 대응하는 전압들은 컬럼 드라이버들에 의해 픽셀들에 인가될 수도 있다. "라인 어드레스 시간"으로 알려진 미리 선택된 인터벌 후에, 선택된 로우는 선택해제될 수도 있고, 다른 로우가 선택될 수도 있으며, 컬럼 드라이버들 상의 전압들이 변경될 수도 있어서 디스플레이의 다른 라인이 기입된다.

- [0043] 도 2 는 본 명세서에서 제시된 주제에 따른 전면 전극 (102) 과 후면 전극 (104) 사이에 배치된 전기 광학 이미징 층 (110) 의 회로 모델을 도시한다. 저항기 (202) 및 커패시터 (204) 는 임의의 접촉제 층들을 포함하여, 전기 광학 이미징 층 (110), 전면 전극 (102) 및 후면 전극 (104) 의 저항 및 커패시턴스를 나타낼 수도 있다. 저항기 (212) 및 커패시터 (214) 는 라미네이션 접촉제 층의 저항 및 커패시턴스를 나타낼 수도 있다. 커패시터 (216) 는 전면 전극 (102) 과 후면 전극 (104) 사이에 형성될 수도 있는 커패시턴스, 예를 들어 층들 사이의 계면 접촉 영역들, 예컨대 이미징 층과 라미네이션 접촉제 층 사이 및/또는 라미네이션 접촉제 층과 백플레인 전극 사이의 계면을 나타낼 수도 있다. 픽셀의 이미징 필름 (110) 양단에 걸리는 전압 (V_i) 은 픽셀의 잔여 전압을 포함할 수도 있다.
- [0044] 도 3 은 전기영동 디스플레이를 구동하기 위한 예시적인 액티브 매트릭스를 도시한다. 일부 실시형태들에서, 전기영동 디스플레이의 각 디스플레이 픽셀은 박막 트랜지스터 (TFT) 에 의해 제어될 수도 있다. 이 TFT 는 연관된 디스플레이 픽셀의 광학 상태들을 변조하기 위해 구동 전압들을 수신하도록 턴 온 및 턴 오프될 수도 있다. 연관된 디스플레이 픽셀의 구동을 효과적으로 제어하기 위해, 도 3 에 도시된 바와 같은 각각의 TFT (102) 는 게이트 라인 신호, 데이터 라인 신호, V_{com} 라인 신호 및 저장 커패시터를 제공받을 수도 있다. 일 실시형태에서, 도 1 에 도시된 바와 같이, 각 TFT (102) 의 게이트는 스캔 라인에 전기적으로 결합될 수도 있고, 트랜지스터의 소스 또는 드레인은 데이터 라인에 연결될 수도 있고, 저장 커패시터의 2 개의 단자들은 각각, V_{com} 라인 및 픽셀 전극에 연결될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 상부 기관의 하부 부분 상의 V_{com} 및 하부 기관의 상부 부분 상의 V_{com} 라인 그리드는 동일한 DC 소스에 연결될 수도 있다.
- [0045] 도 4 는 본 명세서에 제시된 주제에 따른 디스플레이 픽셀 (400) 의 상면도를 도시한다. 디스플레이 픽셀 (400) 은 상기 디스플레이 픽셀을 구동하도록 구성된 픽셀 전극 (404) 을 포함한다. 사용시, 디스플레이 픽셀 (400) 은 픽셀 전극 (404) 상에 유도된 전압 펄스들의 시리즈에 의해 구동될 것이다. 전압 펄스들의 시리즈는 트랜지스터 (408) 를 통해 픽셀 전극 (204) 에 인가될 수도 있다. 트랜지스터 (408) 는 픽셀 전극 (404) 으로 이어지는 신호 경로를 스위칭 온 및 스위칭 오프하는 스위치로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 트랜지스터 (408) 의 게이트 (416) 는 신호 선택 게이트 라인 (402) 에 연결될 수도 있다. 사용시, 이 게이트 (402) 는 트랜지스터 (408) 의 게이트 (416) 에 전압을 인가하거나 인가하지 않음으로써 트랜지스터 (408) 를 선택적으로 턴 온 및 턴 오프하는데 사용될 수 있다. 또한, 전압 펄스들의 시리즈는 데이터 라인 (406) 을 통해 공급될 수도 있다. 이 데이터 라인 (406) 은 또한 도 4 에 도시된 바와 같이, 트랜지스터 (408) 에 전기적으로 결합된다. 동작시, 트랜지스터 (408) 를 활성화하거나 턴 온하기 위해 게이트 라인 (402) 을 통해 신호 (예를 들어, 전기 펄스) 가 송신될 수 있고, 트랜지스터 (408) 가 턴 온되면, 데이터 라인 (406) 을 통해 인가된 전기 신호가 트랜지스터 (408) 를 통해 픽셀 전극 (404) 에 송신될 수 있다. 또한, 도 4 에는 V_{com} 라인 (410) 이 제시된다. 일부 실시형태들에서, 이 V_{com} 라인 (410) 은 디스플레이의 상부 전극 (여기서는 도 4 에 도시되지 않음) 에 전기적으로 결합되어, 상부 전극을 일정한 전압 레벨 (예를 들어, V_{com}) 로 유지할 수도 있다. 일반적으로, 이 V_{com} 라인 (410) 은 픽셀 전극 (404) 아래에 위치한 디바이스 레벨에 있다. 또한, 이 V_{com} 라인 (410) 에는 저장 커패시터의 전극 (414) 이 연결되며, 여기서 전극 (414) 은 V_{com} 라인 (40) 과 동일한 디바이스 층 상에 위치될 수도 있다. 일부 실시형태에서, 이 저장 커패시터는 도 6 에 도시된 저장 커패시터 C_{st} (602) 또는 도 9 에 도시된 C_{st} (902) 일 수도 있다.
- [0046] 도 5 는 EPD 를 구동하는 한 가지 방법을 도시한다. 이러한 구성에서, 저장 커패시터 또는 C_{st} 및 그것의 저항 $Repd$ 에 의해 표현되는 EPD 전기영동 재료 층은 도 6 에 도시된 바와 같이, 일정한 전압 V_{com} 에 함께 결합된다. 동작 시에, EPD 의 디스플레이 픽셀을 구동하는 파형은 저장 커패시터 (즉, C_{st}) 에 있는 모든 나머지 전압들을 방전하기 위해 0V 구동부로 종료될 수도 있다.
- [0047] 그러나, 일부 경우에, EPD 모듈은 킥 백 전압을 겪을 수도 있으며, 이는 EPD 의 광학 품질에 있어서 원하지 않는 변화 또는 시프트를 초래할 수 있다. 도 7 은 킥 백 효과 (kick back effect) 로 인한 EPD 의 화이트 상태의 시프팅을 도시하는 플롯을 도시하며, 여기서 킥 백 효과는, 완전한 편광 후에, 전극들이 모두 접지에 연결되었다면 (또는 공통 전위로 가져왔다면), 초기에 인가된 필드와 동일하고 반대인 전기장으로 인해 디스플레이의 내부 위상에 의해 경험되는 효과일 수도 있으며, 그 결과 매체 상의 임의의 이미지의 소거를 초래할 수도 있다.
- [0048] 이제 도 7 을 참조하면, 구동 파형 또는 파형 시퀀스의 종료는 약 시간 스케일 27.7 이고, 여기서 화이트 상태

의 L^* 는 약 $8L^*$ 동안 즉시 감소한다. 도 7 에 표시된 내용은 파형이 0V 구동으로 변경된 도 5 의 시점에 정확하다.

[0049] 대안적으로, 도 8 및 도 9 에 도시된 바와 같이, 저장 커패시터 (즉, Cst (902)) 와 EPD 디스플레이 매체 층 (즉, Repd (904)) 은 개별적으로 바이어싱될 수도 있다. 예를 들어, 저장 커패시터 Cst (902) 는 도 4 에 도시된 Vcom 라인 (410) 과 유사한 Vcom 라인 (예를 들어, TFT Vcom (906)) 에 의해 바이어싱될 수도 있다. 디스플레이 매체 Repd (904) 는 개별적으로 바이어싱되고, 전술한 바와 같이 Vcom 평면 (예를 들어, FPL Vcom (908)) 에 의해 제어될 수도 있다. 또한, 파형 구동 시퀀스의 끝에서, 제로 볼트 구동 주기 대신에, 연관된 TFT 의 소스 및 게이트는 파워 오프될 수 있다. 다시 말해서, 디스플레이 픽셀은 파형의 최종 프레임의 전압으로, 또는 실질적으로 플로팅 상태 (즉, 픽셀이 실질적으로 분리된 상태 또는 임의의 전도성 경로에 연결되지 않은 것 같은 상태) 로 유지될 수도 있다. 그리고, 저장 커패시터는 점진적으로 방전될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, FPL Vcom (908) 은 다음 프레임 상에서 플로팅 상태에 놓이도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 픽셀과 Vcom 제어 사이에 작은 타이밍 차이들이 존재하는 것을 보장하기 위해, FPL Vcom (908) 전압은 파형이 픽셀 상에서 종료되기 전에 하나의 프레임을 플로팅하도록 설정될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, TFT Vcom (906) 전압은 상이하게 제어되고, 저장 커패시터가 적절하게 충전되는 것을 보장하기 위해 제로 볼트 또는 DC 전압으로 설정될 수도 있다. 일부 다른 실시형태들에서, TFT Vcom (906) 은 플로팅하도록 구성될 수도 있고, FPL Vcom (908) 은 플로팅하거나 제로 볼트 바이어스하도록 구성될 수도 있다.

[0050] 대안적으로, TFT Vcom (906) 및 FPL Vcom (908) 전압들은 도 5 에 예시된 실시형태와 같이 플로팅되도록 전기적으로 결합되고 프로그래밍될 수도 있다.

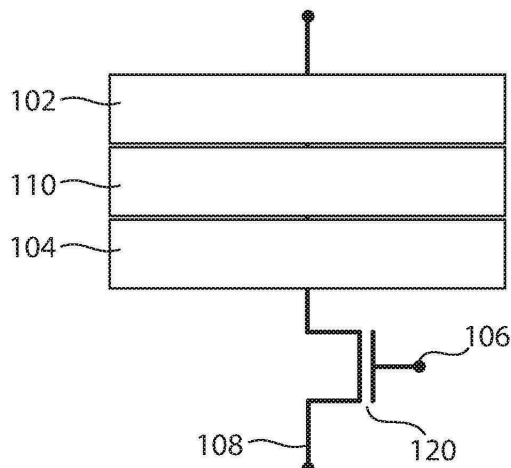
[0051] 일부 실시형태들에서, 본 명세서에 설명된 바와 같은 전기 광학 디스플레이는 디스플레이의 디스플레이 픽셀들에 파형 시퀀스를 먼저 인가하고, 디스플레이 픽셀들과 연관된 저장 커패시터들을 TFT Vcom 전압과 같은 제 1 바이어스 전압에 연결하며, 구동 시퀀스의 완료시, 디스플레이 픽셀들 상의 최종 프레임 전압 레벨을 유지함으로써 구동될 수도 있다. 또한, 구동 시퀀스의 종료 시에, 저장 커패시터는 플로팅하도록 유지될 수도 있고, 디스플레이의 디스플레이 매체는 플로팅 또는 제로 볼트 바이어스로 유지될 수도 있다.

[0052] 도 8 에 도시된 구동 방식은 룩업 테이블 (LUT) 의 일부 또는 모든 파형들에 적용될 수도 있다. 예를 들어, LUT 가 블랙, 화이트, 레드, 및 옐로우 상태를 갖고 따라서 4 개의 파형을 갖는 경우, 설계자는 어느 파형(들)이 도 8 에 설명된 시퀀스를 실행할 수도 있는지를 선택할 수도 있다. 그리고 이들은 LUT 의 최종 프레임에서 종료할 수도 있으며, 여기서 이 시퀀스를 실행하지 않는 다른 파형들은 제로 볼트로 구동하기 위해 적어도 하나의 프레임을 더 일찍 종료하는데 필요할 것이다. 이러한 구동 시퀀스는 킥 백 효과를 제거하거나 적어도 감소시킬 수도 있다. 도 10 에는 새로운 시퀀스의 광학 트레이스 라인이 도시된다.

도면

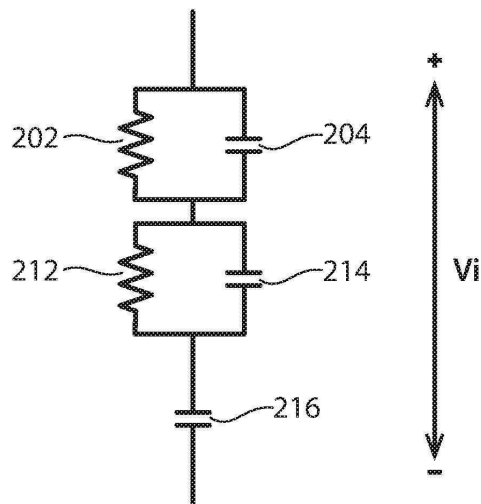
도면1

100

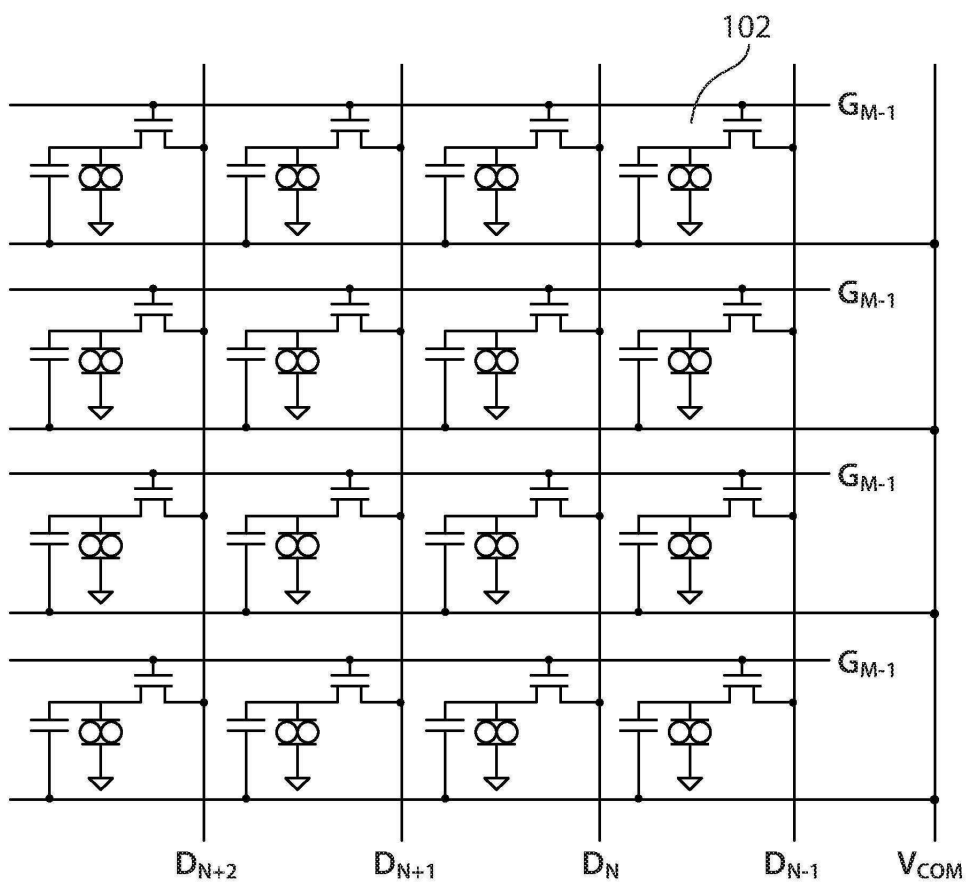


도면2

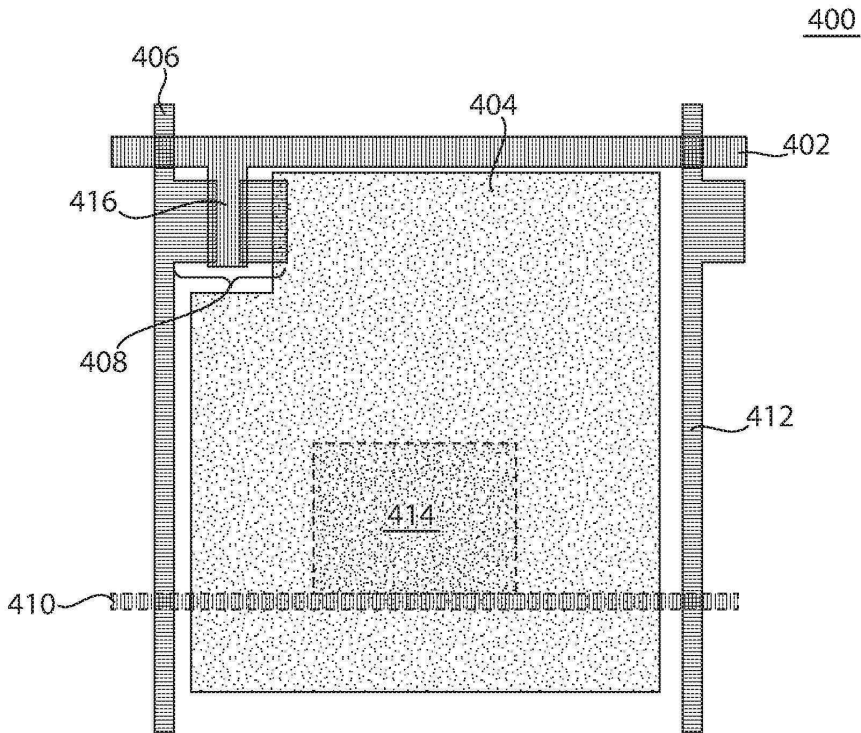
200



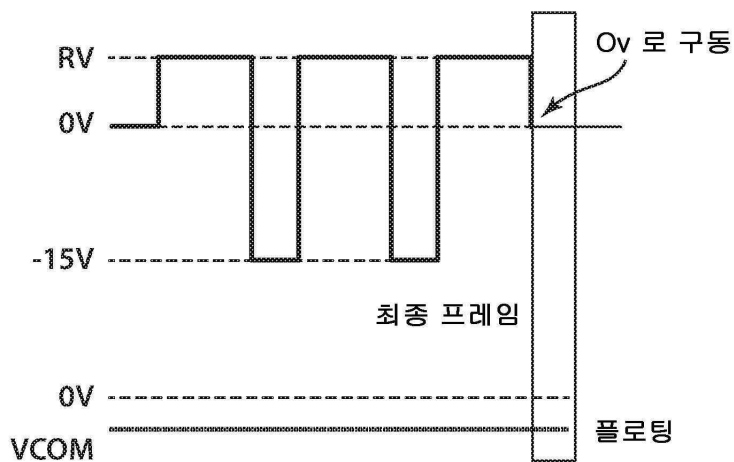
도면3



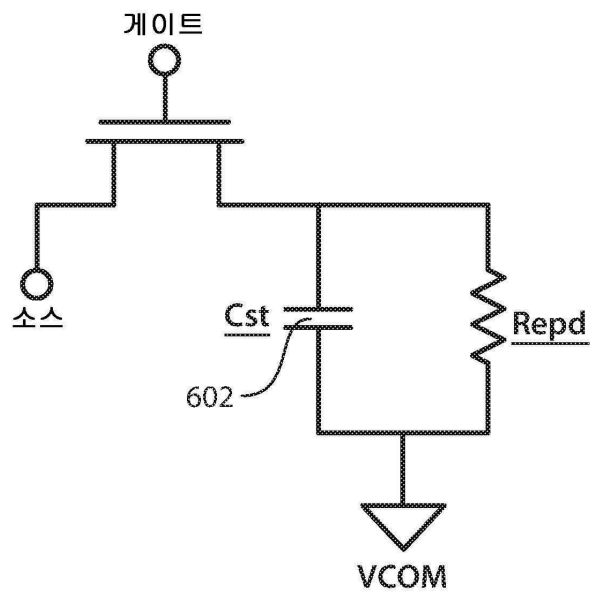
도면4



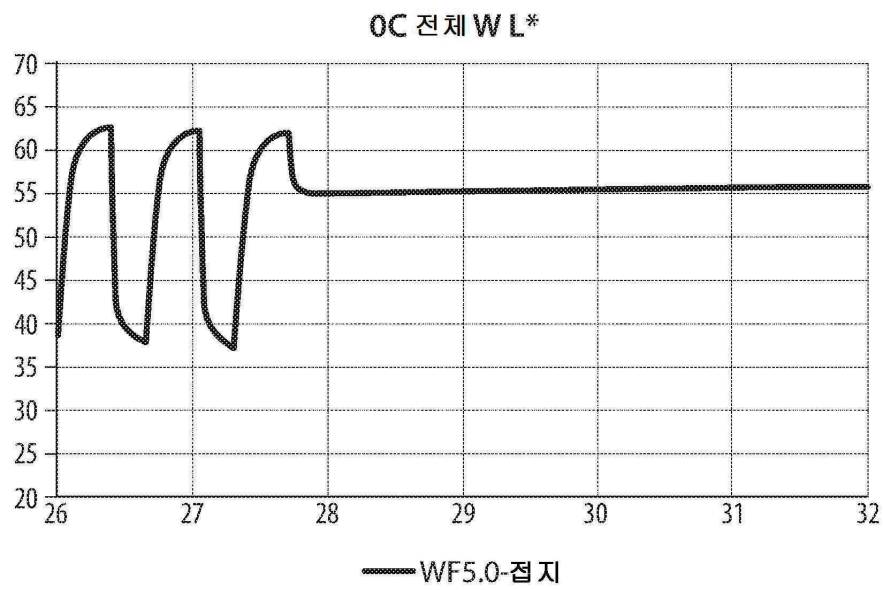
도면5



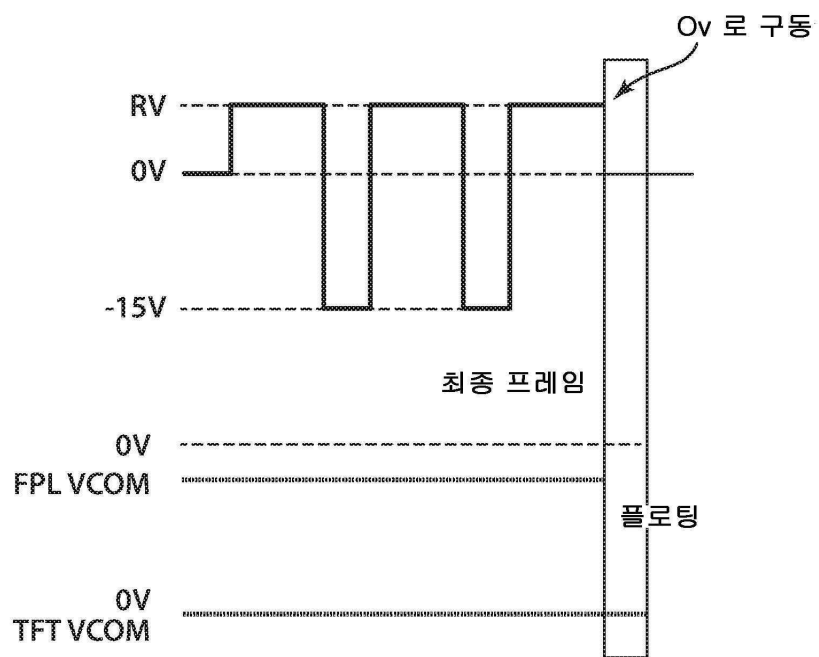
도면6



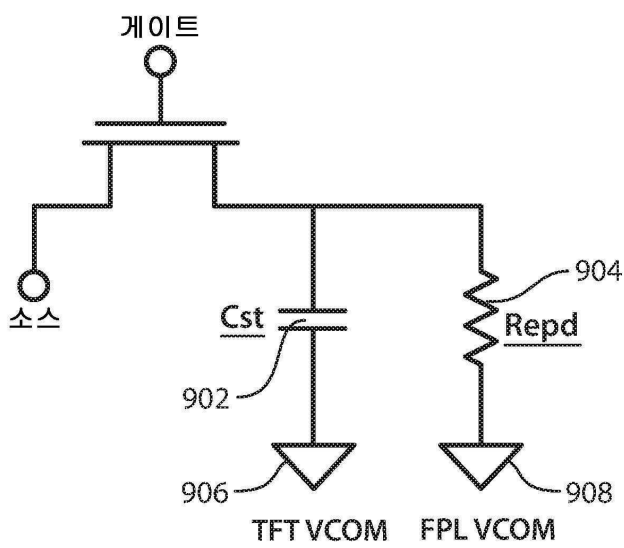
도면7



도면8



도면9



도면10

