



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년11월13일  
(11) 등록번호 10-1797412  
(24) 등록일자 2017년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G09G 3/34 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G09G 3/3433 (2013.01)  
G09G 2300/0473 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-7005279  
(22) 출원일자(국제) 2014년07월31일  
심사청구일자 2016년02월26일  
(85) 번역문제출일자 2016년02월26일  
(65) 공개번호 10-2016-0037226  
(43) 공개일자 2016년04월05일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/049063  
(87) 국제공개번호 WO 2015/017624  
국제공개일자 2015년02월05일  
(30) 우선권주장  
61/860,466 2013년07월31일 미국(US)  
(뒷면에 계속)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2009251615 A\*  
(뒷면에 계속)  
전체 청구항 수 : 총 19 항

(73) 특허권자  
이 잉크 코포레이션  
미국 01821 매사추세츠주 빌레리카 테크놀로지 파크 드라이브 1000  
(72) 발명자  
에멜리 피에르-이브  
미국 02474 매사추세츠주 알링턴 노스 유니언 스트리트 53  
크라운스 케네스 알  
미국 02143 매사추세츠주 소머빌 마운틴 애비뉴 3  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

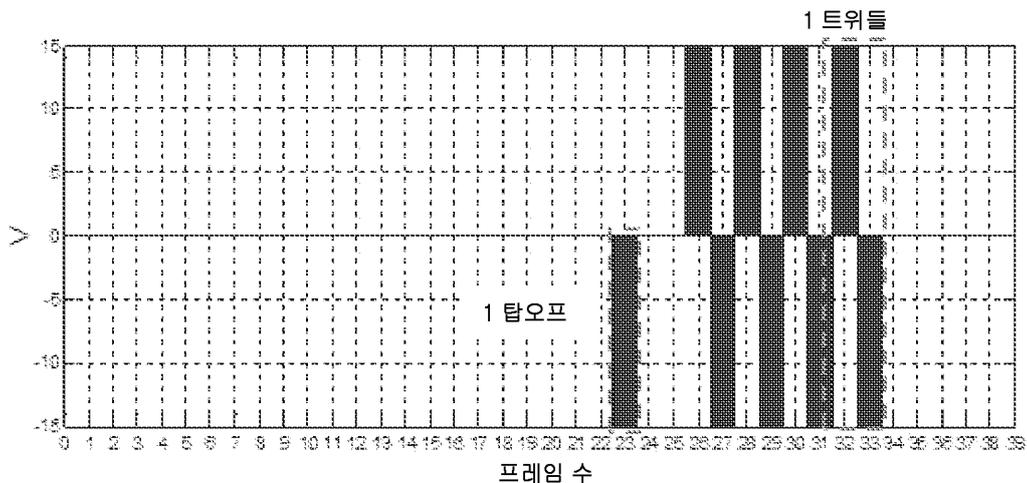
심사관 : 신영교

(54) 발명의 명칭 전기 광학 디스플레이들을 구동하기 위한 방법들

**(57) 요약**

US 2013/0194250 에서의 것들과 관련된 디스플레이 제어기들 및 구동 방법들은, (a) 업데이트 버퍼, 업데이트를 요구하지 않는 픽셀들을 업데이트 버퍼로부터 제거하기 위한 수단, 및 어떤 특수한 상태를 가지는 픽셀들이 업데이트 버퍼로부터 제거되지 않는 것을 보장하기 위한 수단을 가지는 디스플레이 제어기; (b) 쌍안정 디스플레이  
(뒷면에 계속)

**대표도** - 도4



를 구동하는 방법으로서, 백색-대-백색 전이를 겪으며, 가시적인 전이를 겪는 또 다른 픽셀에 인접하게 놓여 있는 픽셀에서, 균형잡인 펄스 쌍들 및 하나의 탑-오프 (top-off) 펄스가 픽셀에 인가되는, 쌍안정 디스플레이를 구동하는 방법; (c) 사전에 존재하는 이미지 내용의 상부에 비직사각형 항목을 오버레이하고, 그 다음으로, 항목을 제거함으로써 쌍안정 디스플레이를 구동하는 방법으로서, 항목의 영역에서의 픽셀들만이 전이들을 수행하는, 쌍안정 디스플레이를 구동하는 방법; 및 (d) 광학적 변화를 겪지 않는 배경 픽셀들이 광학적 상태 드리프트를 수정하기 위하여 리프레시되는 쌍안정 디스플레이를 구동하는 방법을 포함한다.

(52) CPC특허분류

G09G 2310/04 (2013.01)

G09G 2320/041 (2013.01)

(72) 발명자

**에이먼드슨 칼 레이먼드**

미국 02138 매사추세츠주 캠브리지 스팍스 스트리트 67 아파트먼트 넘버 2

**벤-도프 유발**

미국 02140 매사추세츠주 캠브리지 플렌티스 스트리트 77 아파트먼트 넘버 2

**심 텍 평**

미국 02451 매사추세츠주 윌섬 스텐스 힐 로드 5109

**오말리 티모시 제이**

미국 01886 매사추세츠주 웨스트포드 텍사스 로드 10

(56) 선행기술조사문헌

JP2010185972 A\*

US20120139963 A1

US20100118046 A1

US20070080926 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(30) 우선권주장

61/860,936 2013년08월01일 미국(US)

61/861,137 2013년08월01일 미국(US)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

쌍안정 전기 광학 디스플레이의 동작을 제어할 수 있는 디스플레이 제어기로서,

업데이트 버퍼,

상기 업데이트 버퍼로부터 제거되지 않아야 하는 상태들의 리스트를 수신하기 위한 수단, 및

픽셀들이 상기 상태들의 리스트로부터 상태를 갖지 않는 한, 전이 동안에 동일한 초기 및 최종 상태들을 갖는 상기 픽셀들을 상기 업데이트 버퍼로부터 제거하기 위한 수단을 포함하는, 디스플레이 제어기.

#### 청구항 2

디스플레이 제어기로서,

쌍안정 전기 광학 디스플레이의 동작을 제어할 수 있고, 그리고

업데이트 버퍼, 및 소정의 전이 동안에 업데이트를 요구하지 않는 픽셀들을 상기 업데이트 버퍼로부터 제거하기 위한 수단으로서, 제어기가 적어도 하나의 특수한 전이로 하여금 그와 연관된 2 개의 상태들을 갖게 하는, 상기 제거하기 위한 수단, 이전의 특수한 전이 직후에 픽셀이 특수한 전이를 겪고 있는 때를 결정하기 위한 수단, 및 이전의 특수한 전이 직후에 픽셀이 특수한 전이를 겪고 있는 때, 상기 적어도 하나의 특수한 전이와 연관된 제 2 상태를 상기 업데이트 버퍼 내로 삽입하기 위한 수단을 가지는, 디스플레이 제어기.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 디스플레이의 하나 이상의 정의된 영역들 내의 픽셀들에만 특정된 구동 방법이 적용되고, 상기 정의된 영역 또는 영역들 외부의 픽셀들에는 상이한 구동 방식이 적용되는, 디스플레이 제어기.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 디스플레이 제어기를 포함하는, 쌍안정 전기 광학 디스플레이.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

회전 이색성 부재, 전기변색, 또는 전기 습윤 재료를 포함하는, 쌍안정 전기 광학 디스플레이.

#### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

유체 내에 배치되어 전계의 영향 하에서 상기 유체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적 대전 입자들을 포함하는 전기영동 재료를 포함하는, 쌍안정 전기 광학 디스플레이.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전기적 대전 입자들 및 상기 유체는 복수의 캡슐들 또는 마이크로셀들 내에 구속되는, 쌍안정 전기 광학 디스플레이.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 전기적 대전 입자들 및 상기 유체는 폴리머 재료를 포함하는 연속상에 의해 둘러싸인 복수의 개별 액적들로서 존재하는, 쌍안정 전기 광학 디스플레이.

**청구항 9**

제 6 항에 있어서,

상기 유체는 기체인, 쌍안정 전기 광학 디스플레이.

**청구항 10**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 전자 책 리더.

**청구항 11**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 휴대용 컴퓨터.

**청구항 12**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 태블릿 컴퓨터.

**청구항 13**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 셀룰러 전화.

**청구항 14**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 스마트 카드.

**청구항 15**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 간판.

**청구항 16**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 시계.

**청구항 17**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 선반 라벨.

**청구항 18**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 가변 투과율 창.

**청구항 19**

제 4 항에 따른 디스플레이를 포함하는, 플래시 드라이브.

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 미국 특허들 제 5,930,026 호; 제 6,445,489 호; 제 6,504,524 호; 제 6,512,354 호; 제 6,531,997 호; 제 6,753,999 호; 제 6,825,970 호; 제 6,900,851 호; 제 6,995,550 호; 제 7,012,600 호; 제 7,023,420 호; 제 7,034,783 호; 제 7,116,466 호; 제 7,119,772 호; 제 7,193,625 호; 제 7,202,847 호; 제 7,259,744 호; 제 7,304,787 호; 제 7,312,794 호; 제 7,327,511 호; 제 7,453,445 호; 제 7,492,339 호; 제 7,528,822 호; 제 7,545,358 호; 제 7,583,251 호; 제 7,602,374 호; 제 7,612,760 호; 제 7,679,599 호; 제 7,688,297 호; 제 7,729,039 호; 제 7,733,311 호; 제 7,733,335 호; 제 7,787,169 호; 제 7,952,557 호; 제 7,956,841 호; 제 7,999,787 호; 및 제 8,077,141 호; 및 미국 특허 출원들 공개 제 2003/0102858 호; 제 2005/0122284 호; 제 2005/0179642 호; 제 2005/0253777 호; 제 2006/0139308 호; 제 2007/0013683 호; 제 2007/0091418 호; 제 2007/0103427 호; 제 2007/0200874 호; 제 2008/0024429 호; 제 2008/0024482 호; 제 2008/0048969 호; 제 2008/0129667 호; 제 2008/0136774 호; 제 2008/0150888 호; 제 2008/0291129 호; 제 2009/0174651 호; 제 2009/0179923 호; 제 2009/0195568 호; 제 2009/0256799 호; 제 2009/0322721 호; 제 2010/0045592 호; 제 2010/0220121 호; 제 2010/0220122 호; 제 2010/0265561 호; 제 2011/0285754 호, 및 제 2013/0194250 호와 관련된다.

[0002] 상기한 특허들 및 출원들은 이하에서 편의상 "MEDEOD" (MEthods for Driving Electro-Optic Displays; 전기 광학 디스플레이들을 구동하기 위한 방법들) 출원들로서 집합적으로 지칭될 수도 있다. 이 특허들 및 공동계류 중인 출원들과, 이하에서 언급된 모든 다른 미국 특허들 및 공개되어 공동계류 중인 출원들의 전체 내용들은 참조에 의해 본원에 편입된다.

[0003] 전기 광학 디스플레이들에 관한 기술의 배경 명명법 및 상태는 독자가 추가의 정보를 위하여 참조하게 되는 미국 특허 제 7,012,600 호에서 상세하게 논의된다. 따라서, 기술의 이 명명법 및 상태는 이하에서 간략하게 요약될 것이다.

[0004] 본 발명은 전기 광학 디스플레이들, 특히, 쌍안정 전기 광학 디스플레이들을 구동하기 위한 방법들과, 이러한 방법들에서 이용하기 위한 장치에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 이러한 디스플레이들에서 감소된 "고스팅 (ghosting)" 및 에지 효과들과, 감소된 플래싱 (flashing) 을 허용할 수도 있는 구동 방법들에 관한 것이다. 본 발명은 특히, 그러나 배타적이지 않게는, 하나 이상의 타입들의 전기적 대전 입자 (electrically charged particle) 들이 유체에 존재하고, 디스플레이의 외관 (appearance) 을 변화시키기 위하여 전기장의 영향 하에서 유체를 통해 이동되는 입자-기반 전기영동 (particle-based electrophoretic) 디스플레이들과 함께 이용하기 위해 의도된 것이다.

**배경 기술**

[0005] 재료 또는 디스플레이에 적용된 바와 같은 용어 "전기 광학" 은, 적어도 하나의 광학적 속성에 있어서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태들을 가지는 재료를 지칭하기 위하여 이미징 분야에서 그 기존의 의미로 본원에서 이용되고, 재료에 대한 전기장의 인가에 의해, 재료는 그 제 1 디스플레이 상태로부터 그 제 2 디스플레이 상태로 변화된다. 광학적 속성은 전형적으로 인간의 눈에 의해 지각가능한 컬러이지만, 광학적 속성은 광학적 투과율 (optical transmission), 반사율 (reflectance), 발광 (luminescence) 또는, 머신 판독 (machine reading) 을 위해 의도된 디스플레이들의 경우, 가시 범위 외부의 전자기 파장들의 반사율에 있어서의 변화의 의미에서의 의사-컬러 (pseudo-color) 와 같은 또 다른 광학적 속성일 수도 있다.

[0006] 용어 "그레이 상태 (gray state)" 는 픽셀의 2 개의 극단적인 광학적 상태들 중간의 상태를 지칭하기 위하여 이미징 분야에서 그 기존의 의미로 본원에서 이용되고, 이 2 개의 극단적인 상태들 사이의 흑색-백색 전이 (black-white transition) 를 반드시 암시하지는 않는다. 예를 들어, 이하에서 참조된 E Ink 특허들 및 공개된 출원들 중의 몇몇은, 극단적인 상태들이 백색 및 짙은 청색 (deep blue) 이어서 중간의 "그레이 상태" 가 실제로 열은 청색이 되는 전기영동 디스플레이들을 설명한다. 실제로, 이미 언급된 바와 같이, 광학적 상태에 있어서의 변화는 컬러 변화가 전혀 아닐 수도 있다. 용어들 "흑색" 및 "백색" 은 디스플레이의 2 개의 극단적인 광학적 상태들을 지칭하기 위하여 이하에서 이용될 수도 있고, 엄밀히 흑색 및 백색이 아닌 극단적인 광학적 상태들, 예를 들어, 상기 언급된 백색 및 짙은 청색 상태들을 통상적으로 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 용어 "단색 (monochrome)" 은 픽셀들을 중간에 놓인 그레이 상태들을 갖지 않는 그들의 2 개의 극단적인 광학적 상태들로 구동하지만 하는 구동 방식을 나타내기 위하여 이하에서 이용될 수도 있다.

[0007] 용어들 "쌍안정 (bistable)" 및 "쌍안정성 (bistability)" 은, 적어도 하나의 광학적 속성에 있어서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태들을 가지는 디스플레이 엘리먼트들을 포함하는 디스플레이들을 지칭하기 위하여 당

해 분야에서 그들의 기존의 의미로 본원에서 이용되어서, 임의의 소정의 엘리먼트가 유한한 기간의 어드레싱 펄스에 의하여, 어드레싱 펄스가 종결된 후에 그 제 1 또는 제 2 디스플레이 상태의 어느 하나를 취하도록 구성된 후, 그 상태는, 디스플레이 엘리먼트의 상태를 변화시키기 위해 요구된 어드레싱 펄스의 최소 기간의 적어도 몇 배, 예를 들어 적어도 4 배 동안 지속될 것이다. 그레이 스케일을 할 수 있는 일부의 입자-기반 전기영동 디스플레이들은 그 극단적인 흑색 및 백색 상태들에서 뿐만 아니라 그 중간의 그레이 상태들에서도 안정적이고, 일부의 다른 타입들의 전기 광학 디스플레이들에 대해서도 마찬가지라는 것이 미국 특허 제 7,170,670 호에서 도시되어 있다. 이 타입의 디스플레이는 쌍안정이 아니라 "다안정 (multi-stable)" 으로 적절하게 칭해지지만, 편의상, 용어 "쌍안정" 은 쌍안정 및 다안정 디스플레이들의 양자를 커버하기 위하여 본원에서 이용될 수도 있다.

[0008] 용어 "임펄스 (impulse)" 는 시간에 대한 전압의 적분의 그 기존의 의미로 본원에서 이용된다. 그러나, 일부의 쌍안정 전기 광학 매체들은 전하 트랜스듀서 (charge transducer) 들로서 작동하고, 이러한 매체들로, 임펄스의 대안적인 정의, 즉, (인가된 총 전하와 동일한) 시간 경과에 따른 전류의 적분이 이용될 수도 있다. 매체가 전압-시간 임펄스 트랜스듀서 또는 전하 임펄스 트랜스듀서로서 작동하는지 여부에 따라, 임펄스의 적절한 정의가 이용되어야 한다.

[0009] 이하의 논의의 많은 부분은 초기 그레이 레벨로부터 (초기 그레이 레벨과 상이할 수도 있거나 상이하지 않을 수도 있는) 최종 그레이 레벨로의 전이를 통해 전기 광학 디스플레이의 하나 이상의 픽셀들을 구동하기 위한 방법들에 초점을 둘 것이다. 용어 "파형" 은 하나의 특정 초기 그레이 레벨로부터 특정 최종 그레이 레벨로의 전이를 달성하기 위하여 이용된 전체적인 시간에 대한 전압 곡선을 나타내기 위하여 이용될 것이다. 전형적으로, 이러한 파형은 복수의 파형 엘리먼트들을 포함할 것이고; 여기서, 이 엘리먼트들은 본질적으로 직사각형이고 (즉, 소정의 엘리먼트가 시간 주기 동안에 일정한 전압의 인가를 포함할 경우); 엘리먼트들은 "펄스들" 또는 "구동 펄스들" 로 칭해질 수도 있다. 용어 "구동 방식" 은 특정 디스플레이에 대한 그레이 레벨들 사이의 모든 가능한 전이들을 달성하기에 충분한 파형들의 세트를 나타낸다. 디스플레이는 하나를 초과하는 구동 방식을 이용할 수도 있고; 예를 들어, 상기 언급된 미국 특허 제 7,012,600 호는, 구동 방식이 디스플레이의 온도, 또는 그 수명 동안에 동작 중에 있었던 시간과 같은 파라미터들에 따라 수정될 필요가 있을 수도 있고, 이에 따라, 디스플레이에는 상이한 온도 등에서 이용되어야 할 복수의 상이한 구동 방식들이 제공될 수도 있다는 것을 교시한다. 이 방식으로 이용된 구동 방식들의 세트는 "관련된 구동 방식들의 세트" 로서 지칭될 수도 있다. 상기 언급된 MEDEOD 출원들의 몇몇에서 설명된 바와 같이, 동일한 디스플레이의 상이한 구역들에서 하나를 초과하는 구동 방식을 동시에 이용하는 것이 또한 가능하고, 이러한 방식으로 이용된 구동 방식들의 세트는 "동시 구동 방식들의 세트" 로서 지칭될 수도 있다.

[0010] 몇몇 타입들의 전기 광학 디스플레이들은 예를 들어, 다음과 같이 알려져 있다:

[0011] (a) 회전 이색성 부재 (rotating bichromal member) 디스플레이들 (예를 들어, 미국 특허들 제 5,808,783 호; 제 5,777,782 호; 제 5,760,761 호; 제 6,054,071 호; 제 6,055,091 호; 제 6,097,531 호; 제 6,128,124 호; 제 6,137,467 호; 및 제 6,147,791 호 참조);

[0012] (b) 전기변색 (electrochromic) 디스플레이들 (예를 들어, O'Regan, B. 등, Nature 1991, 353, 737; Wood, D., Information Display, 18(3), 24 (March 2002); Bach, U. 등, Adv. Mater., 2002, 14(11), 845; 및 미국 특허들 제 6,301,038 호; 제 6,870,657 호; 및 제 6,950,220 호 참조);

[0013] (c) 전기-습윤 (electro-wetting) 디스플레이들 (Hayes, R.A. 등, "Video-Speed Electronic Paper Based on Electrowetting (전기습윤에 기초한 비디오-속력 전자 종이)", Nature, 425, 383-385 (25 September 2003) 및 미국 특허 공개 제 2005/0151709 호 참조);

[0014] (d) 복수의 대전 입자들이 전기장의 영향 하에서 유체를 통해 이동하는 입자-기반 전기영동 디스플레이들 (미국 특허들 제 5,930,026 호; 제 5,961,804 호; 제 6,017,584 호; 제 6,067,185 호; 제 6,118,426 호; 제 6,120,588 호; 제 6,120,839 호; 제 6,124,851 호; 제 6,130,773 호; 및 제 6,130,774 호; 미국 특허 출원 공개 제 2002/0060321 호; 제 2002/0090980 호; 제 2003/0011560 호; 제 2003/0102858 호; 제 2003/0151702 호; 제 2003/0222315 호; 제 2004/0014265 호; 제 2004/0075634 호; 제 2004/0094422 호; 제 2004/0105036 호; 제 2005/0062714 호; 및 제 2005/0270261 호; 및 국제 출원 공개 WO 00/38000; WO 00/36560; WO 00/67110; 및 WO 01/07961; 및 유럽 특허들 제 1,099,207 B1 호; 및 제 1,145,072 B1 호; 및 상기 언급된 미국 특허 제 7,012,600 호에서 논의된 다른 MIT 및 E Ink 특허들 및 출원들).

[0015] 전기영동 매체들의 몇몇 상이한 변형들이 있다. 전기영동 매체들은 액체 또는 기체 유체들을 이용할 수 있고; 기체 유체들에 대하여, 예를 들어, Kitamura, T. 등, "Electrical toner movement for electronic paper-like display (전자 종이-유사 디스플레이를 위한 전기적 토너 이동)", IDW Japan, 2001, Paper HCS1-1, 및 Yamaguchi, Y. 등, "Toner display using insulative particles charged triboelectrically (마찰전기로 대전된 절연 입자들을 이용한 토너 디스플레이)", IDW Japan, 2001, Paper AMD4-4); 미국 특허 공개 제 2005/0001810 호; 유럽 특허 출원들 제 1,462,847 호; 제 1,482,354 호; 제 1,484,635 호; 제 1,500,971 호; 제 1,501,194 호; 제 1,536,271 호; 제 1,542,067 호; 제 1,577,702 호; 제 1,577,703 호; 및 제 1,598,694 호; 및 국제 출원들 WO 2004/090626; WO 2004/079442; 및 WO 2004/001498 을 참조한다. 매체들은 캡슐화될 수도 있고, 수 많은 작은 캡슐들을 포함할 수도 있고, 캡슐들의 각각은 액체 현탁 매체 내에 현탁된 전기영동적으로 이동가능한 입자들을 포함하는 내부상과, 내부상을 둘러싸는 캡슐 벽을 포함한다. 전형적으로, 캡슐들은 2 개의 전극들 사이에 위치한 코히어런트 층을 형성하기 위하여 폴리머 바인더내에 자체적으로 유지되고; 상기 언급된 MIT 및 E Ink 특허들 및 출원들을 참조한다. 대안적으로, 캡슐화된 전기영동 매체 내의 개별 마이크로캡슐들을 둘러싸는 벽들은 연속상 (continuous phase) 에 의해 대체될 수도 있어서, 이에 따라, 소위 폴리머-분산된 전기영동 디스플레이를 제조할 수도 있고, 이러한 전기영동 디스플레이에서, 전기영동 매체는 전기영동 유체의 복수의 개별 액적 (droplet) 들과 폴리머 재료의 연속상을 포함하고; 예를 들어, 미국 특허 제 6,866,760 호를 참조한다. 본 출원의 목적들을 위하여, 이러한 폴리머-분산된 전기영동 매체들은 캡슐화된 전기영동 매체들의 서브-종 (sub-species) 으로서 간주된다. 또 다른 변형은 소위 "마이크로셀 전기영동 디스플레이" 이며, 이러한 마이크로셀 전기영동 디스플레이에서는, 대전된 입자들 및 유체가 캐리어 매체, 전형적으로 폴리머 필름 내에 형성된 복수의 공극 (cavity) 들 내에서 보유되고; 예를 들어, 미국 특허들 제 6,672,921 호 및 제 6,788,449 호를 참조한다.

[0016] 캡슐화된 전기영동 디스플레이는 전통적인 전기영동 디바이스들의 클러스터링 (clustering) 및 세틀링 (settling) 고장 모드를 전형적으로 겪지 않으며, 광범위한 플렉시블 및 강성 기판들 상에 디스플레이를 인쇄하거나 코팅하기 위한 능력과 같은 추가의 장점들을 제공한다. (단어 "인쇄" 의 이용은, 패치 다이 (patch die) 코팅, 슬롯 또는 압출 코팅; 슬라이드 또는 캐스케이드 (cascade) 코팅, 커튼 코팅과 같은 정량-주입식 (pre-metered) 코팅들; 나이프 오버 롤 코팅, 순방향 및 역방향 롤 코팅과 같은 롤 코팅; 그라비아 코팅; 딥 코팅; 분사 코팅; 메니스커스 코팅; 스핀 코팅; 브러쉬 코팅; 에어 나이프 코팅; 실크 스크린 인쇄 프로세스들; 정전식 인쇄 (electrostatic printing) 프로세스들; 열방식 인쇄 (thermal printing) 프로세스들; 잉크젯 인쇄 프로세스들; 전기영동 증착 (미국 특허 제 7,339,715 호를 참조); 및 다른 유사한 기법들을 포함하지만 제한 없이 모든 형태들의 인쇄 및 코팅을 포함하도록 의도된 것이다.) 이에 따라, 결과적인 디스플레이는 플렉시블일 수 있다. 또한, 디스플레이 매체는 (다양한 방법들을 이용하여) 인쇄될 수 있으므로, 디스플레이 자체는 저렴하게 만들어질 수 있다.

[0017] 다른 타입들의 전기 광학 매체들이 본 발명의 디스플레이들에서 또한 이용될 수도 있다.

[0018] 입자-기반 전기영동 디스플레이들, 및 유사한 거동을 디스플레이하는 다른 전기 광학 디스플레이들 (이러한 디스플레이들은 편의상 "임펄스 구동 디스플레이들 (impulse driven displays)" 이라고 이하에서 지칭될 수도 있음) 의 쌍안정 또는 다안정 거동은 기존의 액정 ("liquid crystal; LC") 디스플레이들의 그것과 뚜렷하게 대조적이다. 트위스티드 네마틱 액정들은 쌍안정 또는 다안정이 아니라 전압 트랜스듀서들로서 작동하므로, 소정의 전기장을 이러한 디스플레이의 픽셀에 인가하는 것은 픽셀에서 이전에 존재하는 그레이 레벨에 관계없이, 픽셀에서 특정 그레이 레벨을 생성한다. 또한, LC 디스플레이들은 하나의 방향으로 (비투과성 또는 "어두움 (dark)" 으로부터 투과성 또는 "밝음 (light)" 으로) 구동되지만 하고, 더 밝은 상태에서부터 더 어두운 상태로의 역방향 전이는 전기장을 감소시키거나 제거함으로써 달성된다. 최종적으로, LC 디스플레이의 픽셀의 그레이 레벨은 전기장의 극성에 민감하지 않고 그 크기에만 민감하고, 실제로, 기술적인 이유들로, 상업적인 LC 디스플레이들은 빈번한 간격들로 구동 필드의 극성을 보통 반전시킨다. 대조적으로, 쌍안정 전기 광학 디스플레이들은 제 1 근사치까지 임펄스 트랜스듀서들로서 작동하므로, 픽셀의 최종 상태는 인가된 전기장과, 이 전기장이 인가되는 동안의 시간뿐만 아니라, 전기장의 인가 이전의 픽셀의 상태에도 종속된다.

[0019] 이용된 전기 광학 매체가 쌍안정이든지 그렇지 않든지 간에, 고-해상도 (high-resolution) 디스플레이를 얻기 위하여, 디스플레이의 개별적인 픽셀들은 인접한 픽셀들로부터의 간섭 없이 어드레싱 가능해야 한다. 이 목적을 달성하기 위한 하나의 방법은 "능동형 매트릭스 (active matrix)" 디스플레이를 제조하기 위하여, 각각의 픽셀과 연관된 적어도 하나의 비선형 엘리먼트를 갖는, 트랜지스터들 또는 다이오드들과 같은 비선형 엘리먼트들의 어레이를 제공하는 것이다. 하나의 픽셀을 어드레싱하는 어드레싱 또는 픽셀 전극은 연관된 비선형 엘

리먼트를 통해 적절한 전압 소스에 접속된다. 전형적으로, 비선형 엘리먼트가 트랜지스터일 때, 픽셀 전극은 트랜지스터의 드레인에 접속되고, 이 배열은 다음의 설명에서 가정될 것이지만, 그것은 본질적으로 임의적이고 픽셀 전극은 트랜지스터의 소스에 접속될 수 있다. 기존에는, 고 해상도 어레이들에서, 픽셀들이 행 (row) 들 및 열 (column) 들의 2 차원 어레이로 배열되어, 임의의 특정 픽셀은 하나의 특정된 행 및 하나의 특정된 열의 교차에 의해 고유하게 정의된다. 각각의 열에서의 모든 트랜지스터들의 소스들은 단일 열 전극에 접속되는 반면, 각각의 행에서의 모든 트랜지스터들의 게이트들은 단일 행 전극에 접속되고; 다시, 소스들 대 행들 그리고 게이트들 대 열들의 배정은 관계적이지만 본질적으로 임의적이며, 희망할 경우에 반전될 수 있다.

행 전극들은 행 구동기에 접속되고, 이러한 행 구동기는 본질적으로, 임의의 소정의 순간에, 오직 하나의 행이 선택되는 것, 즉, 선택된 행에서의 모든 트랜지스터들이 전도성이 되도록 보장하기 위한 것과 같은 전압이 선택된 행 전극에 인가되는 반면, 이 비선택된 행들에서의 모든 트랜지스터들이 비전도성을 유지하도록 보장하기 위한 것과 같은 전압이 모든 다른 행들에 인가되는 것을 보장한다. 열 전극들은 열 구동기들에 접속되고, 이러한 열 구동기들은 선택된 행에서의 픽셀들을 그 희망하는 광학적 상태들로 구동하기 위해 선택된 전압들을 다양한 열 전극들에 배치한다. (상기 언급된 전압들은, 비선형 어레이로부터 전기 광학 매체의 대향측 상에 기준에 제공되며 전체 디스플레이에 걸쳐 연장되는 공통 전면 전극에 관련된다.) 선택된 행이 선택해제되는 "라인 어드레스 시간" 으로 알려진 미리-선택된 간격 후에, 다음 행이 선택되고, 열 구동기들 상의 전압들은 디스플레이의 다음 라인이 기록되도록 변화된다. 이 프로세스는 전체 디스플레이가 행-대-행 (row-by-row) 방식으로 기록되도록 반복된다.

[0020] 처음에는, 이러한 임펄스-구동 전기 광학 디스플레이를 어드레싱하기 위한 이상적인 방법은, 각각의 픽셀이 그 초기 그레이 레벨로부터 그 최종 그레이 레벨로 직접적으로 전이하도록, 제어기가 이미지의 각각의 기록을 배열하는 소위 "일반적인 그레이스케일 이미지 흐름 (general grayscale image flow)" 일 것으로 보일 수도 있다.

그러나, 불가피하게도, 임펄스-구동 디스플레이 상에서 이미지들을 기록할 시에 일부의 어려가 있다. 실제로 조우하게 된 일부의 이러한 어려들은 다음을 포함한다:

[0021] (a) *이전의 상태 종속성 (Prior State Dependence)*: 적어도 일부의 전기 광학 매체들에 있어서, 픽셀을 새로운 광학적 상태로 스위칭하기 위해 요구된 임펄스는 픽셀의 현재의 그리고 희망하는 광학적 상태뿐만 아니라, 픽셀의 이전의 광학적 상태들에도 종속된다.

[0022] (b) *체류 시간 종속성 (Dwell Time Dependence)*: 적어도 일부의 전기 광학 매체들에 있어서, 픽셀을 새로운 광학적 상태로 스위칭하기 위해 요구된 임펄스는 픽셀이 그 다양한 광학적 상태들에서 소비한 시간에 종속된다. 이 종속성의 정확한 본질은 잘 이해되지 않지만, 일반적으로 더 많은 임펄스가 요구될수록, 픽셀은 더 오랫동안 그 현재의 광학적 상태에 있다.

[0023] (c) *온도 종속성 (Temperature Dependence)*: 픽셀을 새로운 광학적 상태로 스위칭하기 위해 요구된 임펄스는 온도에 과도하게 종속된다.

[0024] (d) *습도 종속성 (Humidity Dependence)*: 픽셀을 새로운 광학적 상태로 스위칭하기 위해 요구된 임펄스는, 적어도 일부 타입들의 전기 광학 매체들에 있어서, 주변 습도에 종속된다.

[0025] (e) *기계적 균일성 (Mechanical Uniformity)*: 픽셀을 새로운 광학적 상태로 스위칭하기 위해 요구된 임펄스는 디스플레이에서의 기계적 변동들, 예를 들어, 전기 광학 매체 또는 연관된 라미네이션 접착제의 두께에 있어서의 변동들에 의해 영향을 받을 수도 있다. 다른 타입들의 기계적 비균일성은 매체의 상이한 제조 배치들, 제조 공차들, 및 재료들 변동들 사이의 불가피한 변동들로부터 기인할 수도 있다.

[0026] (f) *전압 에러들 (Voltage Errors)*: 픽셀에 인가된 실제적인 임펄스는 구동기들에 의해 전달된 전압들에 있어서의 피할 수 없는 약간의 에러들로 인해 이론적으로 인가된 것과 불가피하게 약간 상이할 것이다.

[0027] 이에 따라, 일반적인 그레이스케일 이미지 흐름은 양호한 결과들을 제공하기 위하여 인가된 임펄스의 매우 정밀한 제어를 요구하고, 경험적으로, 전기 광학 디스플레이들의 기술의 현재 상태에서, 일반적인 그레이스케일 이미지 흐름은 상업적인 디스플레이에서 실행 불가능하다는 것이 밝혀졌다.

[0028] 일부의 상황들 하에서, 단일 디스플레이가 다수의 구동 방식들을 이용하는 것이 바람직할 수도 있다. 예를 들어, 2 개를 초과하는 그레이 레벨들이 가능한 디스플레이는 모든 가능한 그레이 레벨들 사이의 전이들을 달성할 수 있는 그레이 스케일 구동 방식 ("gray scale drive scheme; GSDS") 과, 2 개의 그레이 레벨들 사이에서만 전이들을 달성하는 단색 구동 방식 ("monochrome drive scheme; MDS") 을 이용할 수도 있고, MDS 는 GSDS 보다 디스플레이의 더욱 신속한 재기록을 제공할 수도 있다. MDS 는, 디스플레이의 재기록 동안에 변화되고

있는 모든 픽셀들이 MDS 에 의해 이용된 2 개의 그레이 레벨들 사이에서만 전이들을 달성하고 있을 때에 이용된다. 예를 들어, 상기 언급된 미국 특허 제 7,119,772 호는 전자 책의 형태의 디스플레이, 또는 그레이 스케일 이미지들을 디스플레이할 수 있으며, 또한, 사용자가 디스플레이된 이미지들과 관련 있는 텍스트를 입력하는 것을 허용하는 단색 대화 박스 (dialog box) 를 디스플레이할 수 있는 유사한 디바이스를 설명한다. 사용자가 텍스트를 입력하고 있을 때, 대화 박스의 신속한 업데이트를 위하여 신속한 MDS 가 이용되어, 이에 따라, 입력되고 있는 텍스트의 급속한 확인을 사용자에게 제공한다. 다른 한편으로, 디스플레이 상에 도시된 전체 그레이 스케일 이미지가 변화되고 있을 때, 더 느린 GSDS 가 이용된다.

[0029] 대안적으로, 디스플레이는 "직접 업데이트" 구동 방식 ("direct update drive scheme; DUDS") 과 동시에 GSDS 를 이용할 수도 있다. DUDS 는 전형적으로 GSDS 보다 더 적은, 2 개 또는 2 개를 초과하는 그레이 레벨들을 가질 수도 있지만, DUDS 의 가장 중요한 특징은, GSDS 에서 종종 이용되는 "간접" 전이들과는 반대로, 전이들이 초기 그레이 레벨로부터 최종 그레이 레벨로의 단순한 단방향 구동에 의해 처리된다는 것이고, 여기서, 적어도 일부의 전이들에서는, 픽셀이 초기 그레이 레벨로부터 하나의 극단적인 광학적 상태로, 그 다음으로, 역 방향으로 최종 그레이 레벨로 구동되고 (이 타입의 과형은 편의상 "단일 레일 바운스 (single rail bounce)" 과형으로서 지칭될 수도 있음); 일부의 경우들에 있어서, 초기 그레이 레벨로부터 하나의 극단적인 광학적 상태로, 그 후, 반대의 극단적인 광학적 상태로, 그리고 그 다음으로, 최종 극단적인 광학적 상태로만 구동함으로써 전이가 달성될 수도 있다 (이 타입의 과형은 편의상 "이중 레일 바운스 (double rail bounce)" 과형으로서 지칭될 수도 있음) - 예를 들어, 상기 언급된 미국 특허 제 7,012,600 호의 도 11a 및 도 11b 에서 예시된 구동 방식을 참조함. 본 전기영동 디스플레이들은 포화 펄스의 길이의 약 2 배 내지 3 배의 그레이스케일 모드에서의 업데이트 시간 (여기서, "포화 펄스의 길이" 는 디스플레이의 픽셀을 하나의 극단적인 광학적 상태에서부터 다른 광학적 상태로 구동하기에 충분한, 특정 전압에서의 시간 주기로서 정의됨) 또는 대략 700 - 900 밀리초 (millisecond) 를 가질 수도 있는 반면, DUDS 는 포화 펄스의 길이와 동일한 최대 업데이트 시간, 또는 약 200 - 300 밀리초를 가진다.

[0030] 그러나, 구동 방식들에서의 변동은 이용된 그레이 레벨들의 수에서의 차이들에 구속되지 않는다. 예를 들어, 구동 방식들은, 글로벌 업데이트 구동 방식 (더욱 정확하게는 "글로벌 완전 (global complete)" 또는 "GC" 구동 방식으로서 지칭됨) 이 적용되고 있는 (전체 디스플레이 또는 그 일부의 정의된 부분일 수도 있는) 영역에서의 매 픽셀에 구동 전압이 인가되는 글로벌 구동 방식들과, 비제로 전이 (즉, 초기 및 최종 그레이 레벨들이 서로 상이한 전이) 를 겪고 있는 픽셀들에만 구동 전압이 인가되지만, (초기 및 최종 그레이 레벨들이 동일한) 제로 전이들 동안에는 구동 전압이 인가되지 않는 부분적인 업데이트 구동 방식들로 나누어질 수도 있다. ("글로벌 제한 (global limited)" 또는 "GL" 구동 방식으로 지시된) 중간 형태 구동 방식은, 제로의 백색-대-백색 (white-to-white) 전이를 겪고 있는 픽셀에 구동 전압이 인가되지 않는다는 것을 제외하고는, GC 구동 방식과 유사하다. 예를 들어, 백색 배경 상에 흑색 텍스트를 디스플레이하는, 전자 책 리더 (electronic book reader) 로서 이용된 디스플레이에서는, 특히, 여백들에서, 그리고 텍스트의 하나의 페이지로부터 다음 페이지로 변화되지 않은 상태로 남아있는 텍스트의 라인들 사이에, 수 많은 백색 픽셀들이 있고; 이 때문에, 이 백색 픽셀들을 재기록하지 않는 것은 디스플레이 재기록의 겉보기 "플래시니스 (flashiness)" 를 실질적으로 감소시킨다. 그러나, 어떤 문제들은 이 타입의 GL 구동 방식에서 남아 있다. 첫째로, 상기 언급된 MEDEOD 출원들의 일부에서 상세하게 논의된 바와 같이, 쌍안정 전기 광학 매체들은 전형적으로 완전히 쌍안정은 아니고, 하나의 극단적인 광학적 상태에서 배치된 픽셀들은 수분 내지 수시간의 주기에 걸쳐 중간 그레이 레벨을 향해 서서히 드리프트 (drift) 한다. 특히, 백색으로 구동된 픽셀들은 밝은 그레이 컬러를 향해 서서히 드리프트한다. 이 때문에, GL 구동 방식에서, 백색 픽셀이 다수의 페이지 전환들 (page turns) 을 통해 구동되지 않은 상태로 남아 있도록 허용될 경우, 그 동안에, 다른 백색 픽셀들 (예를 들어, 텍스트 문자들의 일부들을 형성하는 것들) 이 구동되고, 새롭게 업데이트된 백색 픽셀들은 구동되지 않은 백색 픽셀들보다 약간 더 밝을 것이고, 궁극적으로, 차이는 훈련되지 않은 사용자에게도 분명해질 것이다.

[0031] 둘째로, 구동되지 않은 픽셀이 업데이트되고 있는 픽셀에 인접하게 놓여 있을 때, "블루밍 (blooming)" 으로서 알려진 현상이 발생하고, 이러한 현상에서는, 구동된 픽셀의 구동이 구동된 픽셀의 구역보다 약간 더 큰 구역에 걸쳐 광학적 상태에 있어서의 변화를 야기시키고, 이 구역은 인접한 픽셀들의 구역으로 침입한다. 이러한 블루밍은, 구동되지 않은 픽셀들이 구동된 픽셀들에 인접하게 놓여 있는 에지들을 따라 에지 효과들로서 자체적으로 발현한다. 유사한 에지 효과들은, 지역적인 업데이트들에 의해, 업데이트되고 있는 영역의 경계에서 에지 효과들이 발생하는 것을 제외하고는, 지역적인 업데이트들을 이용할 때 (예를 들어, 이미지를 보여주기 위하여 디스플레이의 특정한 영역만이 업데이트될 경우) 에 발생한다. 시간 경과에 따라, 이러한 에지 효과들은 시각적으로 산만해지고 제거되어야 한다. 에지 고스팅은 예를 들어, 다수의 텍스트 페이지

업데이트들과, 그 다음으로, 이전의 텍스트의 윤곽이 배경과 비교하여 더욱 어둡게 나타날 백색 페이지에 대한 업데이트 후에 명백하게 가시적이다. 지금까지, 이러한 예지 효과들 (그리고 구동되지 않은 백색 픽셀들에서의 컬러 드리프트의 효과들) 은 간격들을 두어 단일 GC 업데이트를 이용함으로써 전형적으로 제거되었다.

불운하게도, 이러한 우발적인 GC 업데이트의 이용은 "플래쉬 (flashy)" 업데이트의 문제를 재도입하고, 실제로, 플래쉬 업데이트가 단지 긴 간격들로 발생한다는 사실에 의해 업데이트의 플래시니스가 고조될 수도 있다.

[0032] 상기 언급된 US 2013/0194250 은 플래싱 (flashing) 및 예지 고스팅을 감소시키기 위한 기법들을 설명한다. "선택적인 일반적 업데이트 (selective general update)" 또는 "SGU" 방법으로 나타낸 하나의 이러한 기법은, 모든 픽셀들이 각각의 전이에서 구동되는 제 1 구동 방식과, 일부 전이들을 겪는 픽셀들이 구동되지 않는 제 2 구동 방식을 이용하여, 복수의 픽셀들을 가지는 전기 광학 디스플레이를 구동하는 것을 수반한다. 제 1 구동 방식은 디스플레이의 제 1 업데이트 동안에 비제로의 작은 비율의 픽셀들에 적용되는 반면, 제 2 구동 방식은 제 1 업데이트 동안에 나머지 픽셀들에 적용된다. 제 1 업데이트 이후의 제 2 업데이트 동안에는, 제 1 구동 방식이 상이한 비제로의 작은 비율의 픽셀들에 적용되는 반면, 제 2 구동 방식은 제 2 업데이트 동안에 나머지 픽셀들에 적용된다. 전형적으로, SGU 방법은 텍스트 또는 이미지를 둘러싸는 백색 배경을 리프레시 (refresh) 하기 위하여 적용되어, 백색 배경에서의 작은 비율의 픽셀들만이 임의의 하나의 디스플레이 업데이트 동안에 업데이트를 겪지만, 배경의 모든 픽셀들은 그레이 컬러로의 백색 배경의 드리프트가 플래쉬 업데이트에 대한 임의의 필요성 없이 회피되도록 점차 업데이트된다. SGU 방법의 적용은 각각의 전이에 대한 업데이트를 겪어야 할 개별적인 픽셀들에 대한 특수한 파형 (이하, "F" 파형으로서 지칭됨) 을 요구한다는 것이 전기 광학 디스플레이들의 기술에서의 당업자들에게 용이하게 명백할 것이다.

[0033] 상기 언급된 US 2013/0194250 은 또한, 예지 아티팩트 (edge artifact) 들을 일으킬 가능성이 있는 것으로 식별될 수 있으며 균형잡힌 펄스 쌍 (들) 이 예지 아티팩트를 소거하거나 감소시킴에 있어서 효과적하도록 할 공간-시간적 구성에 있는, 픽셀들에서의 백색-대-백색 전이들 동안의 하나 이상의 균형잡힌 펄스 쌍들 (균형잡힌 펄스 쌍 또는 "BPP" 는 균형잡힌 펄스 쌍의 순 임펄스가 실질적으로 제로가 되도록 하는 반대의 극성들의 구동 펄스들의 쌍임) 의 인가를 수반하는 "균형잡힌 펄스 쌍 백색/백색 전이 구동 방식 (balanced pulse pair white/white transition drive scheme)" 또는 "BPPWWTDS" 를 설명한다. 바람직하게는, BPP 가 인가되는 픽셀들은, BPP 가 다른 업데이트 활동에 의해 마스킹되도록 선택된다. 각각의 BPP 는 본래 제로의 순 임펄스를 가지고, 이에 따라, 구동 방식의 DC 밸런스를 변경하지 않으므로, 하나 이상의 BPP 들의 인가는 구동 방식의 바람직한 DC 밸런스에 영향을 주지 않는다는 것에 주목한다. "백색/백색 탑-오프 펄스 구동 방식 (white/white top-off pulse drive scheme)" 또는 "WWTOPDS" 로 나타낸 제 2 의 이러한 기법은, 예지 아티팩트들을 일으킬 가능성이 있는 것으로 식별될 수 있는 픽셀들에서의 백색-대-백색 전이들로서, 탑-오프 펄스가 예지 아티팩트를 소거하거나 감소시킴에 있어서 효과적하도록 할 공간-시간적 구성에 있는 상기 픽셀들에서의 백색-대-백색 전이들 동안에 "탑-오프" 펄스를 인가하는 것을 수반한다. BPPWWTDS 또는 WWTOPDS 의 적용은, 각각의 전이에 대한 업데이트를 겪어야 하는 개별적인 픽셀들에 대한 특수한 파형 (이하, "T" 파형으로서 지칭됨) 을 다시 요구한다. T 및 F 파형들은 백색-대-백색 전이들을 겪는 픽셀들에 통상적으로 인가되지만 한다. 글로벌 제한 구동 방식에서는, 백색-대-백색 파형이 비어 있는 (즉, 일련의 제로 전압 펄스들로 구성됨) 반면, 모든 다른 파형들은 비어 있지 않다. 따라서, 적용가능할 때, 비어 있지 않은 T 및 F 파형들은 글로벌 제한 구동 방식에서 비어 있는 백색-대-백색 파형들을 대체한다.

[0034] (적어도 일부의 제로 전이들이 비어 있는 파형들을 이용하는) 부분적인 업데이트 구동 방식 및 구동 제어기의 부분적인 업데이트 모드 사이를 구별하는 것이 필요하다. 부분적인 업데이트 모드는, 활성일 때, 픽셀은 그것이 제로 전이일 경우에 업데이트 파이프라인으로부터 제거되는 제어기 기능이다. 예를 들어, 픽셀의 초기 상태가 그레이 레벨 7 이었고 최종 상태가 또한 그레이 레벨 7 일 경우, 그 픽셀은 전이 파이프라인에 배정되지 않을 것이고, 임의의 시간에 또 다른 후속의 업데이트에 자유롭게 참여할 것이다. 부분적인 업데이트 모드에서는, 현재의 이미지 버퍼와는 상이한 다음 이미지 버퍼에서의 구역들만이 구동 방식에 의해 구동될 것이다. 이것은 특히, 기존의 이미지 (전형적으로 텍스트) 상부의 아이콘, 커서, 또는 메뉴와 같은) 항목을 오버레이할 때에 도움이 되고; 오버레이된 것은 이미지 버퍼로 스탬프될 수 있으며 제어기로 전송될 수 있지만, 오버레이된 항목의 구역만이 플래시 (flash) 할 것이다.

[0035] 이미 표시된 바와 같이, 부분적인 업데이트 거동은 또한, 구동 방식 설계에 의해 표현될 수 있다. 예를 들어, 글로벌 제한 (GL) 모드는 비어 있지 않은 그레이-대-그레이 및 흑색-대-흑색 전이들 외에 비어 있는 백색-대-백색 전이를 가질 수도 있으므로, 백색 배경은 메뉴를 오버레이할 때에 플래시하지 않을 것이지만, 비백색

텍스트는 플래시할 것이다. DU 및 GU 와 같은 다른 파형 모드들은 모두 비어 있는 제로 전이들을 가진다.

이 경우, 디스플레이의 거동은 정확하게 부분적인 업데이트 모드에 대해 설명된 바와 같을 것이지만, 하나의 중요한 차이를 갖는다: 제로 전이 픽셀들은 파이프라인으로부터 제거되지 않고, 업데이트의 전체 기간 동안에 제로들로 구동되어야 한다.

[0036] 누군가는 제로 전이 픽셀이 알고리즘 판단에 따라서는 업데이트 파이프라인으로부터 제거될 수 있거나 제거되지 않을 수도 있는 (또는 대안적으로, 제로 전이 파형을 수신함) 선택적인 부분적 업데이트 모드를 상상할 수 있다. 이 개념은 다음의 방식으로 일반화될 수도 있다. 디스플레이의 각각의 픽셀은 그 픽셀이 적절한 파형을 수신하는지 또는 수신하지 않는지 여부를 표시하는 연관된 플래그 (flag) 를 가진다. 플래그들은, 구동되는 픽셀들에 대해 TRUE (참), 그리고 구동되지 않는 픽셀들에 대해 FALSE (거짓) 으로 플래그들이 설정되는, 전체의 이미지에 대한 부분적인 업데이트 마스크 (Partial Update Mask; PUM) 를 정의한다. 비제로 전이를 겪는 임의의 픽셀은 TRUE 플래그를 가지지만, 제로 전이들을 겪는 픽셀들은 TRUE 또는 FALSE 플래그들을 가질 수도 있다.

[0037] 상기 언급된 T-전이 및 F-전이가 부분적인 업데이트들과 함께 이용될 때에는, 일부의 쟁점들이 발생한다. 첫째로, 2 개의 추가적인 디바이스 제어기 상태들은 T-전이 및 F-전이를 가능하게 하도록 요구된다. 간략함을 위하여, 상태들 1 - 16 은 통상적인 16 그레이 레벨들에 대응하는 한편, 상태 17 은 T 전이를 나타내고 상태 18 은 F 전이를 나타낸다고 가정한다. 구동 방식은 임의의 하나의 초기 상태를 임의의 하나의 최종 상태로 변환하도록 정의된다. 하나의 형태의 방법에서, 최종 이미지 버퍼는 이용되고 있는 알고리즘에 따라 (백색 그레이 레벨에 대응하는) 상태 16 을 상태 17 또는 18 로 언제 대체할 것인지를 결정하도록 사전 프로세싱된다. 다음으로, 사전 프로세싱된 이미지는 디스플레이 제어기로 전송되고, 여기서, 부분적인 업데이트 로직은 업데이트 파이프라인으로부터 제로 전이들을 겪는 픽셀들을 제거하도록 적용된다. 16->16 (통상적인 백색-대-백색) 전이들을 겪는 픽셀들은 파이프라인으로부터 제거될 수 있는데, 이것은 그 전이가 GL 모드에서 비어 있기 때문이다. 그러나, 17->17 또는 18->18 전이들을 겪는 픽셀들은 파이프라인으로부터 제거되지 않아야 하는데, 이것은 알고리즘이 2 개의 T 또는 2 개의 F 전이들을 동일한 픽셀에 연속적으로 적용할 필요가 있을 것이라는 것이 가능하기 때문이다. 본 발명의 하나의 양태는 제어기 및 파형 구현예들의 양자에서 이 목적을 달성하는 수단을 제공한다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0038] 더욱 어려운 쟁점은 픽셀에 대해 T 또는 F 전이들을 이용하기 위한 판단들이 고려되고 있는 픽셀에 인접한 픽셀들의 초기 및 최종 상태들에 기초하고 있다는 것이고; 특히, 일부의 경우들에는, 이웃하는 픽셀들이 비제로 전이들을 겪고 있을 경우, 고려되고 있는 픽셀에 대해 T 또는 F 전이들을 이용할 것인지 여부에 대한 판단이 변화될 수 있다. 부분적인 업데이트 모드의 이용은 비제로 전이들을 겪지 않는 이웃하는 픽셀들을 올바르게 식별하기 위한 알고리즘의 능력을 좌절시킬 수 있고, 이것은 감소된 효율 또는 심지어 새로운 아티팩트들의 도입을 초래할 수 있다.

[0039] 제어기는 또한 "지역적인 업데이트 모드" 를 이용할 수도 있고; 이 모드는, 디스플레이의 선택된 영역 내의 픽셀들만이 업데이트 파이프라인 상에 배치된다는 것을 제외하고는 부분적인 업데이트 모드와 유사하다. 지역적인 업데이트 모드는, 부분적인 업데이트 마스크 (Partial Update Mask) 가 선택된 영역 외부의 임의의 픽셀에 대해 FALSE 로 설정되는 선택적인 부분적 업데이트 모드의 특정 경우인 것으로 고려될 수 있다. 그러나, 지역적인 업데이트들은 이하에서 설명된 바와 같이 특수한 처리를 요구하는데, 이것은 전형적으로, 선택된 영역에 대한 데이터만이 제어기로 전달되기 때문이다.

[0040] 본 발명의 제 2 양태는 예를 들어, 전자 책 리더의 형태인 디스플레이가 여름에 실외에서 이용되고 있을 때, 실온을 초과하는 온도들에서 디스플레이들의 성능을 개선시키는 것에 관한 것이다. 이미 언급된 바와 같이, US 2013/0194250 은 "균형잡힌 펄스 쌍 백색/백색 전이 구동 방식" 또는 "BPPWWTDS" 를 설명한다. 일부의 경우들에는, 예를 들어, 30 °C 이상의 온도들에서 동작된 일부의 전기영동 디스플레이들이 모든 에지 아티팩트들을 감소시킴에 있어서 비효율적인 것으로 밝혀졌다. 도 1 은, 31 °C 및 35 °C 에서 BPPWWTDS 를 이용하는 것이 균형잡힌 펄스 쌍들을 결여하는 구동 방식의 이용과 비교하여 BPPWWTDS 의 이용을 갖는 10 개의 반복들 후에 에지 고스팅 점수들에 있어서 제로 근접 개선 (near zero improvement) 으로 귀착된다는 것을 도시한다. (이웃하는 픽셀들에 대한 BPPWWTDS 의 이용에 의해, 도 2 의 좌측에서 예시된 바와 같이, 픽셀들의 블록을 흑

색으로 구동하고, 그 다음으로, 우측에서 예시된 바와 같이, 픽셀들의 동일한 블록을 백색으로 구동하는 것의 10 개의 반복들 후에 45 °C 에서 관찰된 에지 아티팩트들을 예시하는 현미경사진을 도시하는) 도 2 에서 보여진 바와 같이, BPPWWTDS 는 인접한 픽셀들 사이의 구역에서 에지 고스팅을 감소시킴에 있어서 효과적이라는 것이 관찰되었지만, 쟁점은 이 온도들에서 발생하는 추가적인 효과들이 BPPWWTDS 가 감소시킴에 있어서 비효과적인 에지 아티팩트들로 귀착된다는 것이다. 예를 들어, 픽셀이 비활성 이웃들로 백색으로부터 흑색으로 업데이트될 때, 1-픽셀-폭 에지 아티팩트들은 높은 비가역적 블루밍으로서 설명될 수 있으며 측면 결합에 의해 기술될 수 있는 픽셀 흑화 (pixel darkening) 및 외부 에지 형성의 형태로 그 이웃들에서 관찰된다. 이 효과들은 업데이트들의 수와 함께 축적되고, 신속하게, 이웃하는 픽셀들에서의 상당한 흑화로 귀착된다. BPPWWTDS 를 이용한 디스플레이 동작 모드들에서, 이러한 효과들은 성능에 있어서의 상당한 감소로 귀착될 수 있다. 예를 들어, 배경 백색 상태 명도 레벨을 유지하는 것을 목적으로 한 BPPWWTDS 를 이용하는 로우 플래시 모드에서, 이러한 효과들은 도 3 에서 보여진 바와 같이 45 °C 에서의 24 개의 업데이트들 후에 3L\* 을 초과하는 백색 상태 명도 레벨에서의 허용불가능하게 높은 감소로 귀착된다.

[0041] 본 발명의 제 2 양태는 BPPWWTDS 의 상기 언급된 단점들을 상당히 감소시키도록 의도된 DC 불균형된 구동 방식 (DC imbalanced drive scheme) 에 관한 것이다.

[0042] 발명의 제 3 양태는 개선된 선택적인 부분적 업데이트 구동 방식들에 관한 것이다. 위에서 언급된 바와 같이, 전기 광학 디스플레이들은 부분적인 업데이트들을 이용하여 구동될 수 있고, 이러한 부분적인 업데이트들에서는, 하나의 이미지로부터 다음 이미지로 진행되는 임의의 "자체 전이 (self-transition)" (제로 전이) (픽셀이 하나의 이미지에서의 특정 그레이 레벨로부터 추후의 이미지에서의 동일한 특정 그레이 레벨로 진행되는 것을 의미함) 를 갖는 모든 픽셀들은 구동되지 않거나, 또는 제로들의 전압 리스트를 가지는 파형으로 구동된다 (이것은 동일한 것이 됨). 부분적인 업데이트들은 (보통 "로컬" 파형으로 칭해진) 모든 자체 전이들이 비어 있는, 즉, 제로들로 채워진 특수한 파형을 이용하거나, ("부분적인 업데이트 모드" 로서 알려진) 자체 전이들을 자동으로 검출하는 디바이스 커맨드를 이용하여 수행될 수도 있다.

[0043] 부분적인 업데이트들은 감소된 디스플레이 플래시니스의 측면에서 이점들을 제공한다. 예를 들어, 일부의 텍스트를 가지는 초기 이미지에 있어서, 우리가 그 자체 상으로의 텍스트 업데이트를 보는 것을 회피하기 위하여 텍스트 상부에 메뉴 옵션을 오버레이하는 것을 원할 경우에, 부분적인 업데이트가 이용될 수도 있다. 그러나, 부분적인 업데이트들은 문제들을 생성할 수 있고, 및/또는 어떤 구동 방식들에 있어서는 바람직하지 않을 수 있고 양립불가능할 수 있다. 예를 들어, 도 9a 내지 도 9c 에서 예시된 바와 같이 디스플레이되고 그 다음으로, 지워지는 기존의 텍스트 위에 놓인 메뉴를 고려한다. 부분적인 업데이트 구동 방식이 이용될 경우, (도 9b 에서 도시된 바와 같이) 메뉴의 경계와 중첩하는 텍스트에서, 자체 전이를 갖는 모든 픽셀들은 비어 있는 파형으로 구동되는 반면, 그 이웃들은 비제로 파형, 예컨대, 제 1 이미지로부터 제 2 이미지로의 백색-대-흑색 스위치와, 그 다음으로, 제 2 이미지 (도 9b) 로부터 제 3 이미지 (도 9c) 로의 흑색-대-백색 스위치를 달성하는 전압 리스트로 전이들을 수행하고 있을 수도 있다. 이 이웃하는 픽셀들은 구동되지 않은 자체 전이 픽셀들 상에서 블루밍할 수도 있어서, 제 3 이미지에서 예시된 바와 같이, 시각적으로 분명한 텍스트 세션화 (text thinning) 또는 텍스트 페이딩 (text fading) 으로 귀착될 수도 있다.

[0044] 상기 언급된 MEDEOD 출원들의 일부에서 설명된 바와 같이, 전기 광학 디스플레이들은 또한, 디스플레이의 선택된 영역 (이 영역은 픽셀 대 픽셀로 선택되는 것을 포함하여, 직사각형 또는 임의적인 형상일 수도 있음) 내의 픽셀들만이 구동되는 지역적인 업데이트들을 이용하여 구동될 수도 있다.

[0045] 본 발명의 제 3 양태는 텍스트 세션화/페이딩을 생성하지 않으면서, 그리고 최적의 디스플레이 성능을 위한 신규 디스플레이 모드들과의 완전한 호환성으로, 감소된 플래시니스의 측면에서 부분적인 업데이트 구동 방식들의 이득들의 보유를 허용하는 선택적인 부분적 업데이트 구동 방식들을 이용하여 전기 광학 디스플레이들을 구동하는 것에 관한 것이다.

[0046] 본 발명의 제 4 양태는 드리프트 보상, 즉, 시간 경과에 따른 전기 광학 디스플레이의 광학적 상태에서의 변화들을 보상하는 것에 관한 것이다. 이미 언급된 바와 같이, 전기영동 및 유사한 전기 광학 디스플레이들은 쌍안정이다. 그러나, 이러한 디스플레이들의 쌍안정성은 실제적으로 무제한이 아니고, 이미지 드리프트로서 알려진 현상이 발생함으로써, 극단적인 광학적 상태들에 있거나 극단적인 광학적 상태들 근처의 픽셀들이 매우 느리게 중간 그레이 레벨들로 복귀하는 경향이 있고; 예를 들어, 흑색 픽셀들은 점차 어두운 그레이로 되고 백색 픽셀들은 점차 밝은 그레이로 된다. 많은 전기 광학 디스플레이들은 백색 배경을 갖는 이미지들을 디스플레이하기 위하여 가장 보편적으로 이용되므로, 백색 상태 드리프트는 특별한 관심이 있고; 예를 들어, 전자

책 리더들은 백색 배경 상에 흑색 텍스트를 디스플레이함으로써 인쇄된 책들을 통상적으로 모방한다. 전기 광학 디스플레이가 완전한 디스플레이 리프레시 없이 긴 시간의 주기들 동안에 글로벌 제한 구동 방식을 이용하여 업데이트될 경우, 백색 상태 드리프트는 디스플레이의 전체적인 시각적 외관의 필수적인 부분이 된다. 시간 경과에 따라, 디스플레이는 백색 상태가 최근에 재기록되었던 디스플레이의 구역들과, 백색 상태가 최근에 재기록되지 않았으며, 이에 따라, 일부의 시간 동안에 드리프트하고 있었던 배경과 같은 다른 구역들을 도시할 것이다. 이것은 고스텝으로서 알려진 광학적 아티팩트를 발생시킴으로써, 디스플레이가 이전의 이미지들의 흔적들을 도시한다. 이러한 고스텝 효과들은 긴 시간의 주기들 동안에 배타적으로 글로벌 제한 구동 방식들의 이용을 방지함에 있어서 상당한 부분 존재하여 대부분의 사용자들을 충분히 짜증나게 하고 있다.

[0047] 도 13 은 디스플레이의 배경 백색 상태가 약 20 분 동안에 어떻게 드리프트할 수도 있는지의 예를 도시하여, 페이지 전환들 사이에 30 초를 갖는 로우 플래시 모드에서 45 텍스트 페이지들을 넘긴 후의 이미지를 도시하는 도 14 에서 도시된 바와 같은 상당한 고스텝으로 귀착된다. 도 14 에서 예시된 바와 같은 최후 이미지에서, 텍스트 페이지는 방금 백색 페이지로 업데이트되었고, 텍스트 구역에서의 "새로운" 백색 대 배경에서의 "과거의" 백색 으로부터 기인하는 고스텝을 도시한다.

[0048] 본 발명의 제 4 양태는 글로벌 완전 구동 방식에서와 같이 모든 배경 픽셀들이 동시에 업데이트되었을 경우에 지각될 플래시를 생성하지 않으면서, 드리프트에 의해 야기된 문제들을 감소시키거나 제거하는, 디스플레이를 구동하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0049] (이하, "업데이트 버퍼 발명" 으로서 지칭될 수도 있는) 본 발명의 제 1 양태는 업데이트 버퍼, 소정의 전이 동안에 업데이트를 요구하지 않는 픽셀들을 업데이트 버퍼로부터 제거하기 위한 수단, 업데이트 버퍼로부터 제거되지 않아야 하는 상태들의 리스트를 수신하기 위한 수단, 및 리스트된 상태들을 가지는 픽셀들이 업데이트 버퍼로부터 제거되지 않는 것을 보장하기 위한 수단을 가지는 (쌍안정 전기 광학 디스플레이의 동작을 제어할 수 있는) 디스플레이 제어기를 제공한다.

[0050] 본 발명의 제 1 양태는 또한, 쌍안정 전기 광학 디스플레이의 동작을 제어할 수 있으며, 그리고 업데이트 버퍼, 및 소정의 전이 동안에 업데이트를 요구하지 않는 픽셀들을 업데이트 버퍼로부터 제거하기 위한 수단으로서, 제어기가 적어도 하나의 특수한 전이로 하여금 그와 연관된 2 개의 상태들을 갖게 하는, 상기 제거하기 위한 수단, 이전의 특수한 전이 직후에 픽셀이 언제 특수한 전이를 겪고 있는지를 결정하기 위한 수단, 및 이전의 특수한 전이 직후에 픽셀이 특수한 전이를 겪고 있을 때, 적어도 하나의 특수한 전이와 연관된 제 2 상태를 업데이트 버퍼 내로 삽입하기 위한 수단을 갖는 디스플레이 제어기를 제공한다.

[0051] 본 발명의 제 1 양태는 또한, 이미 언급된 본 발명의 디스플레이 제어기들과 동일한 결과를 본질적으로 달성하는 구동 방식을 제공한다. 이러한 구동 방식에서, 제로 전이들은 비어 있는 파형을 이용하지만, 특수한 상태들에 대응하는 제로 전이들은 비어 있지 않은 파형들을 이용한다. 이 접근법은 텍스트 페이지들을 넘기는 것, 또는 각각의 연속적인 이미지가 이전의 이미지와 항상 상이한 이미지 시퀀스를 통해 진행되는 것, 또는 초기 이미지의 비백색 내용 중의 임의의 것과 중첩되지 않는 단일 항목들 (아이콘들, 메뉴들 등) 을 디스플레이하고 지우는 것, 또는 기존의 메뉴를 통해 상하로 브라우징하는 것과 같은 제한된 경우들에 대해 양호하게 작동할 수 있다.

[0052] 본 발명의 제 1 양태는 또한, 제어기의 부분적인 업데이트 모드에 의해 도입될 비플래싱 픽셀들을 고려하기 위하여 위에서 논의된 SGU, BPPWWTDS, 또는 WWTOPDS 구동 방식들을 수행하기 위한 수정된 알고리즘을 제공한다. 첫째, 각각의 픽셀에 대한 부분적인 업데이트 마스크 (PUM) 값은 알려진 제어기 알고리즘에 따라 연산되어야 한다. 가장 간단한 경우 (표준적인 부분적 업데이트) 에는, 이미지 버퍼에서의 초기 및 최종 그레이 레벨들이 동일할 경우와 이러한 경우에만, PUM 이 거짓으로 설정된다. 둘째, 알고리즘에 의해 규정된 바와 같이 로컬 활성을 결정하기 위하여 PUM 을 사용하는 수정된 알고리즘이 이용된다.

[0053] (이하, "BPPTOPWWTDS 발명" 으로서 지칭될 수도 있는) 본 발명의 제 2 양태는, 에지 아티팩트들을 일으킬 가능성이 있는 것으로 식별된 백색-대-백색 전이들로서, 본 발명의 구동 방식이 에지 아티팩트를 소거하거나 감소시킴에 있어서 효과적일 공간-시간적 구성에 있는 상기 백색-대-백색 전이들을 겪는 픽셀들에 대하여, 적어도 하나의 균형잡힌 펄스 쌍 및 적어도 하나의 탑-오프 펄스를 포함하는 파형을 인가함으로써, 상기 언급된 BPPWWTDS 및 WWTOPDS 를 사실상 조합한다. 본 발명의 이 구동 방식은 편의상, "균형잡힌 펄스 쌍/탑-오프 펄스 백색/백색 전이 구동 방식 (balanced pulse pair/top-off pulse white/white transition drive scheme)" 또는 "BPPTOPWWTDS" 로서 지칭될 수도 있다.

[0054] 본 발명의 BPPTOPWWTDS 는, 종래 기술의 BPPWWTDS 가 비효과적인, 특정 온도 범위, 예를 들어, 30 °C 이상에서 디스플레이가 동작하고 있을 때에만 적용될 수도 있다. 백색-대-백색 전이들을 위한 BPPTOPWWTDS 파형은 파형 내의 변동되는 위치들에서의 가변적인 수의 균형잡힌 펄스 쌍들과, 균형잡힌 펄스 쌍들에 관련하여 파형 내의 위치에 있어서 변동될 수도 있는 가변적인 수의 탐-오프 펄스들을 포함할 수도 있다. 단일 탐-오프 펄스는 전형적으로 백색-진행 (white-going) 구동 펄스의 하나의 프레임에 대응한다. 탐-오프 펄스(들)는 균형잡힌 펄스 쌍들 전에, 그 후에, 또는 그 사이에 위치될 수도 있다. 백색-대-백색 전이 파형에서 오직 단일 탐-오프 펄스가 있는 것이 일반적으로 바람직하다.

[0055] (이하, "오버레이 발명 (Overlay Invention)" 으로서 지칭될 수도 있는) 본 발명의 제 3 양태는 도 10a 내지 도 10c 에서 일반적으로 예시된 바와 같이, 기존의 텍스트 또는 이미지 내용 상부에 항목 (아이콘, 메뉴 등) (전형적으로 비직사각형 항목) 을 오버레이하고, 그 다음으로, 항목을 제거할 때에 적용되도록 의도된 것이다. 본 발명의 오버레이 방법은, 항목과 중첩하는 텍스트에 대한 텍스트 세션화/페이딩을 회피하기 위하여, 그리고 자신 상으로 플래싱하는 그 구역 외부의 텍스트를 보는 것을 회피하기 위하여, 항목의 영역에서의 픽셀들만이 (자체 전이들을 포함하는) 전이들을 수행한다는 점에서, 표준적인 부분적 업데이트 구동 방식들과 상이하다. 하나의 솔루션 (solution) 은 항목의 구역에서 지역적인 업데이트를 수행하는 것이다. 이미지 상의 항목 기하구조 및 위치를 알 경우, 제어기는 이 구역만에 대한 지역적인 업데이트를 수행하기 위하여 이용될 수도 있다.

[0056] 본 발명의 이 간단한 오버레이 방법은, 오버레이된 항목이 완전히 불투명한, 즉, 항목이 직사각형, 또는 오버레이된 항목의 경계 내에 놓여 있는 다른 구역을 완전히 채우지 않는 상황들을 커버하도록 양호하게 구비된 것이 아니다. 오버레이된 항목 내에 투명하도록 의도된 구역들이 있을 경우, 이 구역들은 또한, 위에서 논의된 이유들로 인해 바람직하지 않은 지역적인 구동 방식에 의해 완전히 업데이트될 것이다. 이러한 시나리오의 예는 도 11a 내지 도 11c 에서 예시되어 있다.

[0057] 이 타입의 오버레이된 항목을 처리하기 위하여, 본 발명의 바람직한 방법은 제 2 및 제 3 이미지들을 생성하기 위하여, (자체 전이들을 겪는 이러한 픽셀들을 포함하여) 오버레이된 항목의 비투명 (non-transparent) (도 11a 내지 도 11c 에서 예시된 바와 같은 흑색) 부분들과 중첩하는 픽셀들만을 업데이트하여, 이에 따라, 가시적인 텍스트 세션화/페이딩을 감소시키거나 제거한다. 오버레이된 항목의 비투명 (흑색) 부분과 중첩하지 않는 자체 전이들을 갖는 모든 픽셀들은, 플래시니스를 감소시키고 텍스트의 대부분이 자체 상으로 업데이트하는 것을 회피하기 위하여, 비어 있는 자체 전이들로 업데이트된다. 이것은 제 2 (도 11b) 및 제 3 (도 11c) 이미지들로 업데이트할 때, 일부의 흑색→흑색 전이들이 (오버레이된 항목의 비투명 부분들과 중첩하지 않는 픽셀들에 대하여) 비어 있고 일부는 (모든 다른 픽셀들에 대하여) 비어 있지 않은 것을 의미한다.

[0058] 본 발명의 일부의 방법들에서는, 디스플레이 상에 실제로 존재하는 것보다 더 큰 다수의 그레이 레벨들에 대한 파형들을 가지는 구동 방식을 활용하는 것이 유리할 수도 있다. 예를 들어, 디스플레이가 상이한 그레이 레벨들만을 이용할 경우, 구동 방식은 위에서 논의된 상이한 흑색-대-흑색 전이들을 처리하기 위한 구동 방식 내부의 여분의 "비어 있는" 공간을 활용하는 5-비트 (32 그레이 레벨) 구동 방식일 수도 있다. 5-비트 구동 방식은 32 개의 상태들을 허용하여, 16 그레이 레벨들의 각각은 2 개의 상이한 상태들을 이용할 수 있다. 예를 들어, 상태들 1→32 를 가정하면, 그레이 레벨 흑색은 비어 있지 않은 자체 전이 (1→1) 로 설정되는 상태 1 뿐만 아니라, 비어 있는 자체 전이 (2→2) 로 설정되는 상태 2 도 이용할 수 있다. 전이 1→2 는 비어 있고, 전이 2→1 은 완전히 비어 있지 않은 흑색→흑색 전이이다. 오버레이된 항목으로부터, 구동 방식 알고리즘은 도 12a 내지 도 12c 에서 예시된 바와 같이 비어 있지 않은 자체 전이들을 수행해야 하는 픽셀들의 마스크를 결정한다. 도 12a 에서, 흑색은 도 11a 로부터 도 11b 로의 자체 전이들을 수행하는 픽셀들을 나타내는 반면, 도 12b 에서, 흑색은 오버레이된 항목의 아래에 있는 모든 픽셀들, 즉, 오버레이된 항목의 비투명 부분들에 있는 모든 픽셀들을 나타낸다. 도 12a 및 도 12b 의 마스크들을 (그 용어의 불리언 (Boolean) 의 의미에서) 논리곱 (AND) 하는 것은 도 12c 의 마스크를 생성하고, 이러한 마스크에서는, 흑색이 비어 있지 않은 파형으로 업데이트될 필요가 있는 자체 전이들을 수행하는 모든 픽셀들을 나타낸다. 도 12c 의 마스크를 이용하면, 제 2 이미지에서의 그레이 레벨 흑색 픽셀들은, 도 12c 에서의 모든 흑색 픽셀들이 상태 1 에서 머무르는 반면, 모든 다른 흑색 픽셀들이 상태 2 가 되도록 프로세싱된다. 이 마스크-기반 알고리즘은 모든 16 그레이 레벨들이 일부의 구역들에서 비어 있는 자체 전이들과, 다른 구역들에서 비어 있지 않은 자체 전이들을 수행하도록 하여, 이에 따라, 사실상, 부분적인 업데이트 모드와 전체 업데이트 모드 사이의 픽셀 레벨에서 전후로 이동하도록 한다.

[0059] 위에서, 그리고 상기 언급된 MEDEOD 출원들에서 논의된 바와 같이, 특정 구동 방식은, 직사각형 또는 임의적인

형상일 수도 있는 디스플레이의 어떤 영역들에서만 이용될 수도 있다. 이에 따라, 본 발명은 디스플레이의 복수의 영역들 중의 하나에서만 BPPTOPWWIDS 가 이용되는 구동 방법 및 제어기로 확장된다.

- [0060] (이하, "드리프트 보상 발명 (Drift Compensation Invention)" 으로서 지칭될 수도 있는) 발명의 제 4 양태는 각각이 2 개의 극단적인 광학적 상태들을 디스플레이할 수 있는 복수의 픽셀들을 가지는 쌍안정 전기 광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공하고, 상기 방법은,
- [0061] 디스플레이 상에 제 1 이미지를 기록하는 단계;
- [0062] 제 1 및 제 2 이미지들의 양자에서 동일한 극단적인 광학적 상태에 있는 복수의 배경 픽셀들이 구동되지 않는 구동 방식을 이용하여 디스플레이 상에 제 2 이미지를 기록하는 단계;
- [0063] 시간의 주기 동안에 디스플레이를 구동되지 않는 상태로 뚝으로써, 배경 픽셀들이 그 극단적인 광학적 상태와는 상이한 광학적 상태를 취하는 것을 허용하는 단계;
- [0064] 상기 시간의 주기 후에, 제 1 비제로 비율의 배경 픽셀들에 대하여, 리프레시 펄스 (refresh pulse) 가 인가되는 픽셀들을 그 극단적인 광학적 상태로 실질적으로 복원시키는 상기 리프레시 펄스를 인가하는 단계로서, 상기 리프레시 펄스는 그 상기 제 1 비제로 비율 이외의 배경 픽셀들에 인가되지 않는, 제 1 비제로 비율의 배경 픽셀들에 대하여 리프레시 펄스를 인가하는 단계; 및
- [0065] 그 후에, 제 1 비제로 비율과는 상이한 제 2 비제로의 작은 비율의 배경 픽셀들에 대하여, 리프레시 펄스가 인가되는 픽셀들을 그 극단적인 광학적 상태로 실질적으로 복원시키는 상기 리프레시 펄스를 인가하는 단계로서, 상기 리프레시 펄스는 그 상기 제 2 비제로 비율 이외의 배경 픽셀들에 인가되지 않는, 제 2 비제로의 작은 비율의 배경 픽셀들에 대하여 리프레시 펄스를 인가하는 단계를 포함한다.
- [0066] 이 드리프트 보상 방법의 바람직한 형태에서는, 상이한 비제로 비율들의 배경 픽셀들에 대한 리프레시 펄스들의 연속적인 인가들 사이의 최소 시간 간격 (예를 들어, 적어도 약 10 초, 그리고 전형적으로 적어도 약 60 초) 을 설정하는 타이머가 디스플레이에 제공된다. 이미 표시된 바와 같이, 드리프트 보상 방법은 백색의 극단적인 광학적 상태에서 배경 픽셀들에 전형적으로 적용될 것이지만, 우리는 흑색의 극단적인 광학적 상태, 또는 양자의 극단적인 광학적 상태들에서의 배경 픽셀들에 대한 그 적용을 배제하지 않는다. 드리프트 보상 방법은 물론 단색 및 그레이 스케일 디스플레이들의 양자에 적용될 수도 있다.
- [0067] 본 발명은 또한, 본 발명의 모든 방법들을 수행하도록 배열된 신규의 디스플레이 제어기들을 제공한다.
- [0068] 본 발명의 방법들에서, 디스플레이는 위에서 논의된 타입의 전기 광학 매체들 중의 임의의 것을 이용할 수도 있다. 이에 따라, 예를 들어, 전기 광학 디스플레이는 회전 이색성 부재, 전기변색 또는 전기-습윤 재료를 포함할 수도 있다. 대안적으로, 전기 광학 디스플레이는 유체 내에 배치되어 전기의 영향 하에서 유체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적 대전 입자들을 포함하는 전기영동 재료를 포함할 수도 있다. 전기적 대전 입자들 및 유체는 복수의 캡슐들 또는 마이크로셀들 내에 구속될 수도 있다. 대안적으로, 전기적 대전 입자들 및 유체는 폴리머 재료를 포함하는 연속상에 의해 둘러싸인 복수의 개별 액적들로서 존재할 수도 있다. 유체는 액체 또는 기체일 수도 있다.
- [0069] 본 발명의 디스플레이들은 종래 기술의 전기 광학 디스플레이들이 이용되었던 임의의 애플리케이션에서 이용될 수도 있다. 이에 따라, 예를 들어, 본 디스플레이들은 전자 책 리더들, 휴대용 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 셀룰러 전화들, 스마트 카드들, 간판들, 시계들, 선반 라벨들, 가변 투과율 창 (variable transmission window) 들 및 플래시 드라이브들에서 이용될 수도 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0070] 이미 언급된 바와 같이, 첨부한 도면들의 도 1 은 다양한 온도들에서의 종래 기술의 BPPWWIDS 의 유효성을 예시한다.
- 도 2 는 이웃하는 픽셀들에 대한 BPPWWIDS 의 이용에 의하여, 픽셀들의 블록을 흑색으로 구동하고, 그 다음으로, 픽셀들의 동일한 블록을 백색으로 구동한 후에 관찰된 에지 아티팩트들을 예시하는 현미경사진이다.
- 도 3 은 종래 기술의 BPPWWIDS 를 이용한 업데이트들의 수의 함수로서 백색 상태 명도를 예시한다.
- 도 4 는 백색-대-백색 전이들을 위한 BPPTOPWWIDS 파형에 대한 시간 대 전압 곡선이다.

도 5 는 도 2 의 현미경사진과 유사하지만, 본 발명의 BPPTOPWWTDS 를 이용한 현미경사진이다.

도 6 은 도 3 의 그래프와 유사하지만, 종래 기술의 BPPWWTDS 및 본 발명의 BPPTOPWWTDS 양자를 이용하여 얻어진 결과들을 도시하는 그래프이다.

도 7 은 본 발명의 다양한 BPPTOPWWTDS 를 이용한 업데이트들의 수의 함수로서, 초기 백색 상태 명도 레벨로부터 24 개의 업데이트들 후에 얻어진 백색 상태 명도 변동을 도시하는 그래프이다.

도 8 은 본 발명의 BPPTOPWWTDS 를 이용한 50,000 개를 초과하는 업데이트들 후에 얻어진 그레이 레벨들을 도시하는 그래프이다.

이미 언급된 바와 같이, 도 9a 는 디스플레이 상의 텍스트 이미지의 부분을 도시한다.

도 9a 는 도 9a 의 텍스트 이미지 상부에 메뉴를 오버레이하는 효과를 예시한다.

도 9c 는 도 9b 에서 도시된 메뉴의 추후의 제거로부터 기인하는 이미지를 예시한다.

도 10a 는 디스플레이 상의 텍스트 이미지를 도시한다.

도 10b 는 도 10a 의 텍스트 이미지 상부에 아이콘을 오버레이하는 효과를 예시한다.

도 10c 는 도 10b 에서 도시된 아이콘의 추후의 제거로부터 기인하는 이미지를 예시한다.

도 11a 내지 도 11c 는 아이콘을 둘러싸는 구역들을 각각 예시하는 도 10a 내지 도 10c 의 부분들의 확대된 버전들이다.

도 12a 내지 도 12c 는 본 발명의 오버레이 방법을 도 11a 내지 도 11c 에서 각각 도시된 전이들에 적용함에 있어서 이용된 마스크들을 도시한다.

도 13 은 백색 픽셀들에 대한 시간 대 백색 상태 반사율의 그래프이고, 본 발명의 드리프트 보상 방법에 의해 감소되거나 제거될 수도 있는 문제인, 배경 픽셀에서의 전형적인 백색 상태 드리프트를 도시한다.

도 14 는 도 13 에서 도시된 것과 같은 백색 상태 드리프트에 의해 야기된 고스팅 효과들에 의해 영향받은 디스플레이 상의 이미지를 도시한다.

도 15 는 본 발명의 드리프트 보상 방법에서 이용하기 위해 적당한 파형을 도시한다.

도 16a 및 도 16b 는 드리프트 보상 방법의 하나의 단계가 적용되어야 할 배경 픽셀들의 구역들을 도시하는 픽셀들 맵들이고, 도 16a 는 예시된 구역에서의 배경 픽셀들 중의 12.5 퍼센트까지의 단계의 적용을 도시하고, 도 16b 는 100 퍼센트까지의 단계의 적용을 도시한다.

도 17 은 본 발명의 바람직한 드리프트 보상 방법의 구현예를 도시하는 흐름도이다.

도 18 은 도 13 의 그래프와 유사하지만, 수정되지 않은 픽셀에 대한 곡선에 추가하여, 본 발명에 따른 드리프트 보상의 2 개의 상이한 방법들에 대한 곡선들을 도시하는 그래프이다.

도 19a 및 도 19b 는 도 14 의 이미지들과 유사한 이미지들이고, 도 19a 는 수정되지 않은 이미지이고, 도 19b 는 발명의 드리프트 보상 방법에 의해 수정된 이미지이다.

도 20 은 도 18 의 그래프와 유사한 그래프이고, 다시, 수정되지 않은 픽셀들 및 수정된 픽셀들 양자에 대한 곡선들을 도시한다.

도 21 은 수정되지 않은 픽셀들과, 발명의 드리프트 보상 방법을 이용하여 수정된 픽셀들 양자에 대한 (사이클들의 수로서 표현된) 시간 대 나머지 전압의 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0071]

상기한 것으로부터 명백한 바와 같이, 본 발명은 전기 광학 디스플레이들, 특히, 쌍안정 전기 광학 디스플레이들, 그 중에서도 특히, 전기영동 디스플레이들의 구동에서, 그리고 개선된 방법을 수행하도록 배열된 디스플레이들 및 그 구성부품들에서 다수의 개선들을 제공한다. 본 발명에 의해 제공된 다양한 개선들은 이하에서 별도로 주로 설명될 것이지만, 단일의 물리적 디스플레이 또는 그 구성부품은 본 발명에 의해 제공된 개선들 중의 하나를 초과하는 것을 구현할 수도 있다는 것에 주목해야 한다. 예를 들어, 본 발명의 드리프트 보상 방법이 본 발명의 다른 방법들 중의 임의의 것과 동일한 물리적 디스플레이에서 구현될 수도 있다는 것은, 전기

광학 디스플레이들의 기술에서 당업자들에게 용이하게 명백할 것이다.

[0072] **파트 A : 업데이트 버퍼 발명**

[0073] 이미 언급된 바와 같이, 본 발명의 업데이트 버퍼 양태는 이미 논의된 T 및 F 전이들로 디스플레이를 동작시키기 위한 디스플레이 제어기들 및 방법들을 제공한다. 하나의 양태에서, 이 양태는 업데이트 버퍼, 소정의 전이 동안에 업데이트를 요구하지 않는 픽셀들을 업데이트 버퍼로부터 제거하기 위한 수단, 업데이트 버퍼로부터 제거되지 않아야 하는 상태들의 리스트를 수신하기 위한 수단, 및 리스트된 상태들을 가지는 픽셀들이 업데이트 버퍼로부터 제거되지 않는 것을 보장하기 위한 수단을 가지는 디스플레이 제어기를 제공한다. 예를 들어, 상태들 1 - 16 은 통상적인 16 그레이 레벨들에 대응하는 한편, 상태 17 은 T 전이를 나타내고 상태 18 은 F 전이를 나타내는 제어기의 더 이전에 주어진 예를 고려한다. 이 경우, 수치들 17 및 18 은 제어기로 전송된다. 제어기 알고리즘이 초기 및 최종 상태들이 동일하지만 리스트 상에 있는 제로 전이를 인식할 경우, 관련 있는 픽셀은 업데이트 버퍼로부터 제거되지 않는다.

[0074] 업데이트 버퍼 발명의 또 다른 양태는, 업데이트 버퍼를 가지는 디스플레이 제어기로서, 소정의 전이 동안에 업데이트를 요구하지 않는 픽셀들을 업데이트 버퍼로부터 제거하기 위한 수단으로서, 제어기가 적어도 하나의 특수한 전이로 하여금 그와 연관된 2 개의 상태들을 갖게 하는, 상기 제거하기 위한 수단, 이전의 특수한 전이 직후에 픽셀이 언제 특수한 전이를 겪고 있는지를 결정하기 위한 수단, 및 이전의 특수한 전이 직후에 픽셀이 특수한 전이를 겪고 있을 때, 적어도 하나의 특수한 전이와 연관된 제 2 상태를 업데이트 버퍼 내로 삽입하기 위한 수단을 가지는 디스플레이 제어기를 제공한다. 예를 들어, 상태들 1 - 16 은 통상적인 16 그레이 레벨들에 대응하는 한편, 상태들 17 및 19 는 T 전이를 나타내고 상태 18 및 20 은 F 전이를 나타내는 선행 단락에서 논의된 제어기의 수정을 고려한다. 다음으로, 제어기는, 임의의 특정 픽셀에서, 이전의 전이가 T-전이였고, 다음 전이가 또한 T-전이일 경우, 이미지로 대체된 상태는 T 전이와 연관된 제 2 상태, 즉, 19 가 되도록 동작한다. 이에 따라, 픽셀은 이전의 전이에 대해 상태 17 로 배정되었지만, 다음의 전이에 대해 상태 19 로 배정된다. 이러한 방법으로, 제어기는 특수한 전이들을 상태에서의 변화로서 항상 관찰할 것이고, 연관된 픽셀들은 플래그되지 않을 것이고 업데이트 파이프라인으로부터 제거되지 않을 것이다.

[0075] 이미 언급된 바와 같이, 업데이트 버퍼 발명은 또한, 제어기의 부분적인 업데이트 모드에 의해 도입될 비플래싱 픽셀들을 고려하기 위하여 위에서 논의된 SGU, BPPWWTDS, 또는 WWTOPDS 구동 방식들을 수행하기 위한 수정된 알고리즘을 제공한다. 첫째, 각각의 픽셀에 대한 부분적인 업데이트 마스크 (PUM) 값은 알려진 제어기 알고리즘에 따라 연산되어야 한다. 가장 간단한 경우 (표준적인 부분적 업데이트) 에는, 이미지 버퍼에서의 초기 및 최종 그레이 레벨들이 동일할 경우와 이러한 경우에만, PUM 이 거짓으로 설정된다. 둘째, 알고리즘에 의해 규정된 바와 같이 로컬 활성을 결정하기 위하여 PUM 을 사용하는 수정된 알고리즘이 이용된다. 2 개의 이러한 알고리즘들에 대한 의사-코드가 이하에서 제공된다:

[0076] 제 1 알고리즘

[0077] **Inputs:** **Initial** (초기 이미지 픽셀들), **Final** (최종 이미지 픽셀들), **SFT** (활성 임계치), **PUM** (픽셀 업데이트 맵)

[0078] **For** 임의의 순서에서의 모든 픽셀들:

[0079] **If** 픽셀 **Initial** 대 **Final** 전이가 백색-대-백색이 아닌 경우, 표준적인 GL 전이를 적용함.

[0080] **Else, If** 적어도 SFT 기본적 이웃들 (즉, 공통 에지를 공유하는 이웃들) 이 (백색-대-백색으로부터 **Initial** 대 **Final** 전이를 행함 OR **PUM=0** 을 가짐) 이 아닌 경우, F 전이를 적용함.

[0081] **Else, If** 모두 4 개의 기본적 이웃들이 (백색의 **Final** 그레이 레벨 OR **PUM=0** 을) 가짐, AND 적어도 하나의 기본적 이웃이 (백색이 아닌 **Initial** 그레이 레벨 AND **PUM=1** 을) 가지는 경우, T 전이를 적용함.

[0082] **Otherwise** 비어 있는 (GL) W->W 전이를 이용함.

[0083] **End**

[0084] 제 2 알고리즘

[0085] **Inputs:** **Initial** (초기 이미지 픽셀들), **Final** (최종 이미지 픽셀들), **AM** (활성 마스크) **SFT** (활성 임계치), **PUM** (픽셀 업데이트 맵)

- [0086] **For** 임의의 순서에서의 모든 픽셀들:
- [0087] **If** 픽셀 **Initial** 대 **Final** 전이가 백색-대-백색이 아닌 경우, 표준적인 GL 전이를 적용함.
- [0088] **Else, If** 픽셀이 **AM** 에 의해 선택되는 경우, F 전이를 적용함.
- [0089] **Else, If** 적어도 SFT 기본적 이웃들 (즉, 공통 에지를 공유하는 이웃들) 이 (백색-대-백색으로부터 **Initial** 대 **Final** 전이를 행함 OR **PUM=0** 을 가짐) 이 아닌 경우, F 전이를 적용함.
- [0090] **Else, If** 모두 4 개의 기본적 이웃들이 (백색의 **Final** 그레이 레벨 OR **PUM=0** 을) 가짐, AND (적어도 하나의 기본적 이웃이 (백색이 아닌 **Initial** 그레이 레벨 AND **PUM=1**) 을 가짐 OR (적어도 하나의 기본적 이웃이 **AM** 에 의해 선택됨) 인 경우, T 전이를 적용.
- [0091] **Otherwise** 비어 있는 (GL)  $W \rightarrow W$  전이를 이용함.
- [0092] **End**
- [0093] 제어기의 지역적인 디스플레이 모드와 함께 알고리즘을 이용하는 것이 바람직할 수도 있다. 오버레이된 항목에 대한 바람직한 지역적인 업데이트 구역은 항목과, 그 주변부 도처의 하나의 픽셀의 구역이고; 이 1-픽셀 경계 구역에서, 에지 고스팅 감소를 위한 특수한 전이는 오버레이된 항목이 제거될 때에 적용될 것이다. 하나의 제어기 솔루션은 새로운 제어기 기능성에 기초한 액션 (action) 들의 다음의 시퀀스를 수반하고: 초기 이미지를 항목의 추가와 조합하는 전체 스크린 이미지를 생성하는 것 → 과형 알고리즘에 기초하여 그 이미지 및 이전의 초기 이미지를 이용하여 전체 스크린 이미지 프로세싱을 수행하는 것 → 항목과, 도처의 하나의 픽셀의 구역 및 위치에 대한 프로세싱된 새로운 이미지를 이용하여 지역적인 업데이트를 수행하기 위한 판단을 행하는 것.
- [0094] 상기한 것으로부터, 본 발명의 업데이트 버퍼 제어기들 및 방법들은 "부분적인 업데이트" 모드를 구현하는 제어기들에 대한 상기 언급된 US 2013/0194250 에서 설명된 에지 및 구역 고스팅 아티팩트 감소 과형 기법들을 이용하기 위한 경로를 제공하는 것을 알 수 있을 것이다. 본 발명은 제어기 기능성에 대한 임의의 변화들 없이, 과형 상태들의 정의의 작은 수정 및 알고리즘의 수정만을 요구한다.
- [0095] **파트 B : BPPTOPWWTDS 발명**
- [0096] 이미 언급된 바와 같이, 본 발명의 BPPTOPWWTDS 양태는, 에지 아티팩트들을 일으킬 가능성이 있는 것으로 식별된 백색-대-백색 전이들로서, 구동 방식이 에지 아티팩트를 소거하거나 감소시킴에 있어서 효과적인 공간-시간적 구성에 있는 상기 백색-대-백색 전이들을 겪는 픽셀들이 적어도 하나의 균형잡힌 펄스 쌍 및 적어도 하나의 탐-오프 펄스를 포함하는 과형을 이용하여 구동되는, 균형잡힌 펄스 쌍/탐-오프 펄스 백색/백색 전이 구동 방식을 제공한다.
- [0097] 본 발명의 BPPTOPWWTDS 를 위한 바람직한 백색-대-백색 과형은 첨부한 도면들의 도 4 에서 예시되어 있다. 도 4 로부터 알 수도 있는 바와 같이, 과형은 단일 네거티브 (백색-진행) 프레임 형태의 초기 탐-오프 펄스, 그 다음으로, 제로 전압의 2 개의 프레임, 및 그 각각이 포지티브 (흑색-진행) 프레임과 그 직후에 네거티브 (백색-진행) 프레임을 포함하는 4 개의 연속적인 균형잡힌 펄스 쌍들을 포함한다.
- [0098] 본 발명의 BPPTOPWWTDS 의 이용은, 도 2 에서 도시된 유사한 현미경사진과 비교되어야 하는 도 5 에서 예시된 바와 같이, 모든 에지 아티팩트들을 상당히 감소시킴에 있어서 매우 효과적인 것으로 도시되었고; 도 2 의 우측에서 가시적인 매우 현저한 에지 아티팩트들과 대조적으로, 본질적으로, 도 5 의 우측에서는 에지 아티팩트들이 존재하지 않는다는 것을 알 수 있을 것이다. 그 결과, 배경 백색 상태 명도 레벨을 유지하는 것을 목적으로 하는 비플래시 구동 방식들의 성능은, 도 6 에서 도시된 바와 같이, 45 °C 에서의 24 개의 업데이트들 후에, 본 발명의 BPPTOPWWTDS 를 이용한 0.5 L\* 미만 대 종래 기술의 BPPWWTDS 를 이용한 3L\* 이상의 백색 상태 명도 레벨에서의 관찰된 감소와 함께 상당히 개선될 수 있다.
- [0099] 단일 탐-오프 펄스만을 이용하지만, 균형잡힌 펄스 쌍들의 수와, 균형잡힌 펄스 쌍들에 관련하여 탐-오프 펄스의 위치를 변동시키는 본 발명의 BPPTOPWWTDS 의 바람직한 실시형태들은 도 7 에서 예시된 바와 같이, 28 °C 로부터 45 °C 까지에서 동작시키기 위한 폭넓은 범위의 가능한 과형 솔루션들을 제공하는 것으로 관찰되었다. 이 경우, 허용가능한 솔루션들은 BPPTOPWWTDS 를 이용하는 특수한 로우 플래시 모드에서 24 개의 업데이트들 후에 제로 델타 L\* 로 귀착되는 것들에 대응한다. 가장 중요한 튜닝 엘리먼트들은 BPP 들에 관련된 탐-오프 펄스의 위치 및 BPP 들의 수이고, 작은 튜닝가능성의 정도는 BPP 들의 위치에 의해 제공된다. 탐-오프 펄스

를 BPP 들에 더욱 근접하게 위치시키는 것은 더욱 포지티브 델타 L\* 솔루션들로 귀착되고, 최적의 위치는 BPP 들의 바로 뒤의 프레임이다. 소정의 BPPTOPWWTDS 백색-대-백색 과정에 대하여, 온도를 감소시키는 것은 더욱 포지티브 델타 L\* 로 귀착된다는 것이 관찰되었다. 잠재적인 문제는 BPPTOPWWTDS 가 너무 포지티브인 델타 L\* (디스플레이가 제어되지 않는 방식으로 점점 더 백색으로 되는 것을 의미함) 을 갖는 솔루션들을 생성할 수 있다는 것일 수 있지만, 덜 포지티브인 델타 L\* 로 귀착되는 백색-대-백색 과정에서 BPP 들의 수를 간단하게 증가시킴으로써 이 문제를 회피하는 것이 가능하였다. 도 7 은, 전기영동 디스플레이들의 상업적인 대량 생산에서 경험된 모듈 가변성을 고려하기 위하여 충분한 튜닝가능성을 여전히 허용하면서, 본 발명의 BPPTOPWWTDS 가 28 °C 내지 45 °C 의 온도 범위 상에서 양호한 결과들을 제공할 수 있다는 것을 도시한다.

[0100] 본 발명의 BPPTOPWWTDS 에서 탑-오프 펄스의 존재는 구동 방식이 다소 DC 불균형되게 하고, (상기 언급된 MEDEOD 출원들 중의 몇몇에서 논의된 바와 같이), DC 불균형된 구동 방식들은 상당한 디스플레이 신뢰성 쟁점들 및 구동 방식 성능에서의 상당한 변화들을 잠재적으로 야기시키는 것으로 알려져 있다. 그러나, 이미 언급된 바와 같이, 전기영동 디스플레이들에서 에지 아티팩트들에서의 상당한 감소는 BPPTOPWWTDS 백색-대-백색 과정에서 단지 하나의 탑-오프 펄스를 이용하여 달성될 수 있어서, 단지 하나의 백색-진행 프레임의 약간의 DC 불균형으로 (전형적으로) 귀착될 수 있다. 이러한 BPPTOPWWTDS 를 이용하는 특수한 로우 플래시 모드를 이용한 사용 신뢰성 실험들이 행해졌고, 결과들은 도 8 에서 도시되어 있다. 그 도면에서 도시된 바와 같이, 50,000 개 이상의 업데이트들 (전자-리더기 사용의 약 1 년에 대응하는 것으로 추정됨) 후에, +0.2L\* 과 -1.2L\* 사이의 그레이 레벨들에서의 약간의 시프트들만이 가시적이었고, 이 약간의 시프트들은 소위 디스플레이 피로 (display fatigue) 와 같은 다른 알려진 인자들로 인한 것일 수도 있다. 이 50,000 개 이상의 업데이트들 후의 이 결과들은 또한, 0.5L\* 미만의 백색 상태 및 어두운 상태 30 초 과도 드리프트들에서 변동들을 보여준다. 이 결과들은, 에지 아티팩트들을 감소시키는 것과, 배경 백색 상태를 유지하는 것을 목적으로 한 특수한 로우 플래시 모드들에서 이용된 하나의 탑-오프 펄스에 의한 BPPTOPWWTDS 는 신뢰성 쟁점들을 야기시키지 않는다는 것을 보여준다. 이것은 구동 방식이 약간만 DC 불균형되는 것과, DC 불균형의 잠재적인 효과들이 포함되는 그러한 방법으로 디스플레이 상에서 이용되는 것에 기인한다.

[0101] 상기한 것으로부터, 본 발명의 BPPTOPWWTDS 는 전기영동 디스플레이들이 이미지 결함들을 생성하지 않으면서 동작할 수 있는 온도 범위를 상당히 확장시킬 수 있고, 종래 기술의 디스플레이들이 받는 타입의 이미지 결함들을 받지 않으면서, 이러한 디바이스들이 약 30 내지 45 °C 의 온도 범위에서 많은 수의 업데이트들에 대해 동작하는 것을 가능하게 할 수 있고, 이에 따라, 구동 방식을 이용하는 디스플레이들이 사용자들에게 더욱 매력적인 것으로 되게 한다는 것을 알게 될 것이다.

[0102] **파트 C : 오버레이 발명**

[0103] 이미 언급된 바와 같이, 본 발명의 오버레이 방법은, 기존의 텍스트 또는 이미지 상부에 항목 (아이콘, 메뉴 등) 을 오버레이하고, 그 다음으로, 항목의 제거를 위한 방법을 제공하고, 항목과 중첩하는 텍스트에 대한 텍스트 세션화/페이딩을 회피하기 위하여, 그리고 자신 상으로 플래싱하는 그 구역 외부의 텍스트를 보는 것을 회피하기 위하여, 항목의 영역에서의 픽셀들만이 (자체 전이들을 포함하는) 전이들을 수행한다는 점에서, 표준적인 부분적 업데이트 구동 방식들과 상이하다. 본 발명의 간단한 형태에서, 지역적인 업데이트는 오버레이된 항목의 구역에서 수행된다. 오버레이 방법의 바람직한 변형들은 오버레이된 항목 내의 투명한 구역들을 허용할 수 있다.

[0104] 도 11a 내지 도 11c 및 도 12a 내지 도 12c를 참조하여 위에서 논의된 오버레이 방법의 바람직한 변형에서는, 이용된 알고리즘이 다음과 같이 요약될 수 있다:

[0105]           현재의 이미지에서 소정의 그레이 레벨을 갖는 소정의 픽셀에 대하여:

[0106]                     IF 마스크가 다음 페이지로 업데이트하기 위하여 비어 있지 않은 자체 전이를 수행해야 함, 다음 이미지에 대한 픽셀 상태를 비어 있지 않은 자체 전이를 갖는 그레이 레벨 상태로 설정함;

[0107]                     ELSE 다음 이미지에 대한 픽셀 상태를 비어 있는 자체 전이를 갖는 그레이 레벨 상태로 설정함.

[0108] 16 그레이 레벨들과, 특수한 알고리즘들에 대해 요구된 특수한 상태들을 수반하는 구동 모드들 (예를 들어, 상기 언급된 US 2013/0194250 에서 설명된 "균형잡힌 펄스 쌍 백색/백색 전이 구동 방식" 및 "백색/백색 탑-오프 펄스 구동 방식") 에서는, 위에서 설명된 5-비트 구동 방식 솔루션이 모든 16 그레이 레벨들에 적용될 수 없는데, 이것은 5-비트 구동 방식이 충분한 추가적인 상태들을 제공하지 않기 때문이다. 5-비트 구동 방식 솔루션

선은 한정된 수의 그레이 레벨들에만 적용될 수도 있다. 예를 들어, 알고리즘이 2 개의 특수한 상태들을 요구할 경우, 2 개의 그레이 레벨들은 알고리즘으로부터 누락되어야 하여서, 예를 들어, 알고리즘은 그레이 레벨들 1→14 에만 적용될 수도 있다. 오버레이 방법의 이러한 변형은, 텍스트에서의 그레이 레벨들의 대부분이 그레이 레벨들 1→14 를 갖기 때문에 텍스트 세션화/페이딩을 감소시킴에 있어서 여전히 효과적일 수 있다.

그러나, 일부의 다른 시나리오들에서, 프로세스를 어떤 그레이 레벨들로 한정하는 것은 충분히 양호하게 작동하지 않을 수도 있다.

[0109] 이러한 경우들에는, 선택적인 부분적 업데이트들이 모든 기존의 그레이 레벨들에 대해 필요할 경우, "제어기-스푸핑 (controller-spoofing)" 방법이 위에서 설명된 알고리즘과 함께 이용될 수 있다. 이러한 제어기-스푸핑 방법에서는, 마스크에 의해 결정된 바와 같은 비어 있는 자체 전이들을 요구하는 모든 픽셀들이 비어 있는 자체 전이를 갖는 하나의 동일한 특수한 비어 있는 상태 (예를 들어, 상태 2) 로 설정된다. 다음으로, 디스플레이의 픽셀들을 실제적으로 업데이트하지 않으면서 제어기 내부의 상태들을 알고리즘에 의해 희망된 바와 같이 설정하기 위하여, 그 프로세싱된 이미지는 완전히 비어 있는 과형을 가지는 특수한 모드를 이용하는 제어기로 전송된다. 다음으로, 제 2 이미지는 특수한 비어 있는 상태 2 의 이용에 의해 디스플레이된다. 일단 현재 상태 2 인 픽셀들에 대한 비어 있는 자체 전이들을 행하지 않는 것, 또는 다른 그레이 레벨들로의 다른 전이들을 행하는 것이 희망된다면, 현재 상태 2 인 모든 픽셀들을 그 원래의 상태들로 재설정하기 위하여, 또 다른 프로세싱된 이미지가 비어 있는 과형과 함께 제어기로 전송될 필요가 있다. 그러므로, 이 솔루션은 그것이 비어 있는 과형들과 함께 2 개의 추가적인 프로세싱된 이미지들을 제어기로 전송하는 것을 요구하기 때문에 지연시간 (latency) 쟁점으로 귀착될 수 있다.

[0110] 오버레이 방법의 또 다른 변형에서는, 위에서 설명된 마스크를 받아들이고, 그것이 통상적으로 수행할 부분적인 업데이트 로직 대신에 이 마스크에 따라 업데이트 버퍼 상에 픽셀들을 배치하는 디바이스 제어기 기능이 제공된다. 이 접근법의 하나의 단점은 오버레이된 항목의 불투명 부분의 마스크에 대한 필요성이다. 그러나, 이것은 비현실적인 요건이 아니며, 이것은 전기 광학 디스플레이의 그래픽 사용자 인터페이스를 위한 렌더링 엔진 (rendering engine) 이 이러한 마스크가 그것에 의해 이용가능하게 해야 하지만, 이러한 마스크의 이용은 더 큰 양의 데이터 취급을 요구하고 시스템 복잡도를 증가시키기 때문이다.

[0111] 이 마스크-기반 접근법에 대한 대안은 이웃하는 픽셀들의 활성화 기초하여 리프레시되어야 하는 자체 전이들을 갖는 픽셀들의 리스트를 결정하는 것이고, 즉, 마스크는 이미지 데이터로부터 추론되고, 추후의 단계들은 접근법이 마스크-기반이었던 것처럼 접근법을 구현한다. 예를 들어, 하나의 알고리즘이 다음으로서 정의될 수도 있다:

[0112]                   현재의 이미지에서 소정의 그레이 레벨을 갖는 소정의 픽셀에 대하여:

[0113]                   IF 다음 이미지로부터, 이 픽셀이 다음 이미지로 업데이트하기 위하여 자체 전이를 수행하고 있는 것으로 결정됨 AND IF 그 기본적인 이웃들 (즉, 공통 에지를 공유하는 이웃들) 중의 적어도 하나가 자체 전이를 수행하고 있지 않음;

[0114]                   THEN 다음 이미지에 대한 픽셀 상태를 비어 있지 않은 자체 전이를 갖는 그레이 레벨 상태로 설정함

[0115]                   ELSE 다음 이미지에 대한 픽셀 상태를 비어 있는 자체 전이를 갖는 그레이 레벨 상태로 설정함.

[0116] 이러한 알고리즘은 전파 효과 (propagation effect) 를 회피하기 위하여 비회귀적 (non-recursive) 방식으로 적용되어야 하고, 즉, 이 알고리즘으로부터 결정된 바와 같이 비어 있지 않은 자체 전이를 수행하기 위하여 픽셀을 설정하는 것은 비어 있지 않은 자체 전이들을 수행하기 위하여 자체 전이들을 갖는 그 기본적인 이웃들을 설정하는 것을 트리거링하지 않을 것이다. 예를 들어, 특징부 (feature) 가 이미지 시퀀스에서 자체 전이들을 수행하고 있는 픽셀들의 몇몇 열들을 포함하는 반면, 아이콘은 그 특징부의 상부에서 수 회 오버레이되고 지워질 경우, 이 알고리즘은 비어 있지 않은 자체 전이들을 수행하기 위하여 특징부의 에지에서 픽셀들의 열들을 트리거링할 것이다. 이러한 접근법은 블루밍이 전형적으로 당면한 기본적인 이웃들에만 영향을 주므로 가시적인 텍스트 세션화/페이딩의 대부분을 감소시키는 것으로 귀착되어야 한다.

[0117] 위에서 설명된 알고리즘은, 그것이 백색을 포함하는 모든 그레이 레벨들에 적용되고, 이에 따라, 배경 백색 상태가 플래시하도록 의도된 것이 아닌 부분적인 업데이트 모드에서는, 배경에서의 일부의 백색 픽셀들이 그 이웃하는 픽셀들의 활성화에 따라 백색→백색 전이들을 수행할 수도 있다는 의미에서 일반적이다. 예를 들어, 긴

흑색 라인이 디스플레이 상에서 기록될 경우, 흑색 라인 주위의 모든 이웃하는 픽셀들은 백색→백색 전이들을 수행할 것이어서, 균일한 두께들을 갖는 라인들 및 기하학적 특징부들로 귀착되고, 이에 따라, 종래 기술의 부분적인 업데이트 구동 방식들을 괴롭혔던 불균일한 라인 두께의 쟁점을 회피한다. 그러나, 백색→백색 전이들을 수행하는 픽셀들은 그 픽셀들 주위에서의 에지 아티팩트들의 형성을 유도할 수도 있다. 그러므로, 바람직하게는, 이러한 구동 방법은 그 아티팩트들의 형성을 회피하기 위하여 에지 아티팩트들을 감소시키도록 설계된 디스플레이 모드와 함께 적용될 것이다. 이 방법의 또 다른 변형은 어떤 그레이 레벨들을 제외할 것이고; 예를 들어, 방법은 백색을 제외한 모든 그레이 레벨들에 적용될 수 있고, 이에 따라, 상기 언급된 에지 아티팩트 문제를 회피할 수 있다.

[0118] 바로 위의 방법에서는, 이전에 설명된 마스크-기반 방법에서와 같이, 5비트 구동 방식은 16 그레이 레벨들만이 요구될 경우에 이용될 수도 있다. 추가적인 특수한 상태들이 구동 방식에서 존재할 경우, 방법은 그레이 레벨들의 전부는 아닌 대부분, 예를 들어, 그레이 레벨들 16 중의 1→14 에 적용될 수도 있다. 마스크-기반 접근법에서와 같이, 이 구동 방식은 텍스트 세션화/페이딩 쟁점들의 대부분을 해결할 것이다. 방법을 모든 기존의 상태들에 적용하는 것이 필요할 경우, 이 방법의 구현에는 2 개의 추가적인 비어 있는 디스플레이 업데이트들의 이용으로 이전에 설명된 바와 같이 제이기 내부의 상태들을 재설정하는 것을 요구할 것이다.

[0119] 상기한 것으로부터, 본 발명의 방법은 전기 광학 디스플레이들을 위한 부분적인 업데이트 구동 방식의 로우-플래시 특징들을 유지하면서, 종래 기술의 부분적인 업데이트 구동 방식들에서 조우된 텍스트 세션화 및 페이딩과 같은 문제들을 감소시키거나 제거할 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 본 방법은 로우-플래시, 높은 이미지 품질의 디스플레이 성능으로 귀착되는 신규의 구동 방식 알고리즘들과 호환가능하고, 이에 따라, 구동 방식을 이용하는 디스플레이들이 사용자들에게 매우 매력적인 것으로 되게 한다.

[0120] **파트 D : 드리프트 보상 발명**

[0121] 이미 언급된 바와 같이, 발명의 드리프트 보상 양태는, 디스플레이가 시간 주기 동안에 구동되지 않은 상태로 남겨진 후, 연속적인 리프레시 펄스들이 드리프트의 효과들을 적어도 부분적으로 반전시키기 위한 비율의 배경 픽셀들에 인가되는, 각각이 2 개의 극단적인 광학적 상태들을 디스플레이할 수 있는 복수의 픽셀들을 가지는 쌍 안정 전기 광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공한다.

[0122] 드리프트 보상 방법은 일부의 전기 광학 및 특히, 전기영동 디스플레이들에서 보여진 바와 같이 배경 백색 상태 (또는 다른) 드리프트를 능동적으로 보상하기 위하여 특수하게 설계된 파형과, 알고리즘 및 (바람직하게는) 타이머의 조합으로서 간주될 수도 있다. 백색 상태 반사율을 제어된 방식으로 약간 위로 구동하기 위하여 전형적으로 타이머에 기초하고 있는 트리거링 이벤트가 발생할 때, 특수한 파형은 배경 백색 상태에서 선택된 픽셀들에 인가된다.

[0123] 드리프트 보상 방법에서 유용한 파형의 하나의 예는 도 15 에서 도시되어 있다. 이 파형은 2 프레임들만큼 짧을 수도 있고 (전형적인 85 Hz 프레임 레이트를 갖는 약 24 밀리초 (millisecond)), 단일의 백색-진행 탐-오프 펄스 (프레임 1) 를 포함할 수도 있다. 이 파형의 목적은, 본질적으로 사용자에게 비가시적이며, 그러므로, 비침입적인 방법으로 배경 백색 상태를 약간 증가시키는 것이다. 탐-오프 펄스의 구동 전압은 백색 상태 증가의 양을 제어하기 위하여 조절될 수도 있다 (예를 들어, 다른 전이들에서 이용된 -15 V 대신에 -10 V).

[0124] 이 발명의 드리프트 보상 방법에서, 도 15 의 파형 또는 유사한 파형은 배경 백색 상태에서 선택된 픽셀들에 인가되고, 이에 따라, 도 16a 및 도 16b 에서 예시된 바와 같이, 업데이트로부터 제어 백색 상태 증가를 허용한다. 알고리즘과 조합된 설계된 픽셀 맵 행렬 (pixel map matrix; PMM) 을 이용함으로써, 각각의 업데이트에서 탐-오프 펄스를 수신하는 픽셀들의 백분율이 제어된다. 이용된 알고리즘은 상기 언급된 US 2013/0194250 에서 설명된 알고리즘의 간략화된 버전일 수도 있다. 도 15 에서 도시된 특수한 전이는 이 공개된 출원에서 논의된 F W→W 전이에 대응할 것이다.

[0125] 드리프트 보상은 디스플레이 상에서 현재 디스플레이된 이미지에 대한 특수한 업데이트를 요청함으로써 적용된다. 특수한 업데이트는 도 15 에서 도시된 특수한 전이를 제외하고, 모든 전이들에 대해 비어 있는 파형을 저장하는 별도의 모드를 호출한다. 파형 알고리즘은 이하에서 설명된 파형 알고리즘을 이용하여 탐-오프 펄스를 수신할 픽셀들을 선택할 것이다. PMM\_VS, PMM\_HS, PMM\_Period 는 픽셀 맵 행렬의 수직 사이즈, 수평 사이즈, 및 주기이다. 업데이트 카운터는 모든 픽셀들이 시간 경과에 따라 동일한 양의 탐-오프 펄스들을 균일하게 수신할 것이라는 것을 보장한다. 전형적인 알고리즘은 다음과 같다:

[0126] 타이머에 의한 능동 드리프트 보상을 위한 파형 알고리즘

- [0127] **Inputs:** **Current** (현재의 이미지 픽셀들), **Next** (현재의 이미지 픽셀들과 동일한 다음의 이미지 픽셀들), **PMM** (픽셀 맵 행렬)
- [0128] **Set** 활성 마스크(i, j) = TRUE if **PMM**(i mod **PMM\_VS**, j mod **PMM\_HS**) == 업데이트 카운터 mod **PMM\_Period**
- [0129] **For** 임의의 순서인 모든 픽셀들 (i, j):
- [0130] **If** 픽셀 그레이톤 전이가 W->W 가 아닌 경우, 표준적인 전이를 적용함.
- [0131] **Else, if** 픽셀이 능동 마스크 (i, j) 에 의해 선택되는 경우, F W->W 전이를 적용함.
- [0132] **Otherwise** 표준적인 전이를 이용함
- [0133] **End**
- [0134] 드리프트 보상 방법은 매우 바람직하게는 타이머의 이용을 편입시킨다. 이용된 특수한 과정은 배경 백색 상태 명도에서의 증가로 귀착된다. 그러므로, 이 업데이트가 사용자-요청된 업데이트들과 관련되었을 경우, 얼마나 신속하게 업데이트들이 요청되고 있었는지에 따라 백색 상태 증가에 있어서 큰 변동들이 있을 것이고, 즉, 이 특수한 업데이트가 사용자가 업데이트를 요청하였을 때마다 적용되었을 경우, (매 30 초와 같이) 사용자가 페이지들을 매우 느리게 넘기는 것과 반대로, (매 1 초와 같이) 사용자가 페이지들을 매우 신속하게 넘기면, 백색 상태 증가는 허용불가능하게 높아질 것이다. 이것은 드리프트 보상 방법이 업데이트들 사이의 체류 시간들에 매우 민감한 것으로 귀착될 것이고, 일부의 경우들에는, 배경 백색 상태가 너무 많이 증가됨으로 인해, 허용불가능하게 높은 고스팅이 발생할 것이다. 타이머의 이용은 사용자-요청된 업데이트들로부터 드리프트 보상을 분리한다. 사용자-요청된 업데이트들과 독립적으로 특수한 업데이트를 적용함으로써, 드리프트 보상은 더욱 제어되고 체류 시간들에 덜 민감하다.
- [0135] 타이머는 드리프트 보상 방법에서 몇몇 방법들로 이용될 수도 있다. 타임아웃 값 (timeout value) 또는 타이머 주기는 알고리즘 파라미터로서 기능할 수도 있고; 타이머가 타임아웃 값 또는 다수의 타이머 주기에 도달할 때마다, 타이머는 위에서 설명된 특수한 업데이트를 요청하는 이벤트를 트리거링하고, 타임아웃 값의 경우에 타이머를 재설정한다. 타이머는 전체 스크린 리프레시 (글로벌 완전 업데이트) 가 요청될 때에 재설정될 수도 있다. 타임아웃 값 또는 타이머 주기는 온도에 따른 드리프트의 변동을 수용하기 위하여 온도와 함께 변동될 수도 있다. 알고리즘 플래그는 드리프트 보상이 필요하지 않은 온도들에서 드리프트 보상이 적용되는 것을 방지하기 위하여 제공될 수도 있다. 도 17 은 이 단락에서 논의된 개념들을 구현하는 드리프트 보상 방법의 흐름도이다.
- [0136] 드리프트 보상을 구현하는 또 다른 방법은 타이머 주기 **TIMER\_PERIOD** 를 (예를 들어, 60 초에서) 고정하고, 특수한 업데이트가 언제 적용되는지에 대해 더 많은 신속성을 제공하기 위하여 알고리즘 **PMM** 및 **PMM PERIOD** 를 이용하는 것이다. 예를 들어, **PMM**=[1], **PMM\_PERIOD**=4 및 **TIMER\_PERIOD**=60 에 대하여, 이것은 4x60 초마다 탐-오프 펄스를 모든 배경 픽셀들에 적용하는 것과 동등하다. 다른 변형들은 최후의 사용자-요청된 페이지 전환 이후의 시간과 함께 타이머 정보를 이용하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 사용자가 일부의 시간 동안에 페이지 전환들을 요청하지 않았을 경우, 탐-오프 펄스들의 인가는 미리 결정된 최대 시간 후에 중단될 수도 있다. 대안적으로, 탐-오프 펄스는 사용자-요청된 업데이트와 조합될 수 있다. 최후 페이지 전환 이후의 경과된 시간과, 탐-오프 펄스의 최후의 인가 이후의 경과된 시간을 추적하기 위하여 타이머를 이용함으로써, 누군가는 이 업데이트에서 탐-오프 펄스를 인가할 것인지 아닌지의 여부를 결정할 수 있다. 이것은 배경에서 이 특수한 업데이트를 적용하는 제약을 제거할 것이고, 일부의 경우들에는 구현하기가 더욱 바람직하거나 더욱 용이할 수도 있다.
- [0137] 드리프트 보상을 갖는, 그리고 드리프트 보상을 갖지 않는, 시간 경과에 따른 배경 백색 상태의 예들은 도 18 에서 도시되어 있다. (도 13 에서 도시된 것과 유사한) 가장 하부의 곡선은 30 초 간격의 45 페이지 전환들 동안에 수정되지 않은 배경 백색 상태를 도시한다. 백색 상태 반사율에서의 예시된 하락은 시간 경과에 따른 실질적인 텍스트 고스팅으로 귀착될 것이다. 중앙의 곡선은, 다시, 45 페이지 전환들이 30 초 간격으로 발생하는 동안, 12.5 % 의 픽셀들이 매 분마다 특수한 업데이트를 받는 드리프트 보상의 결과를 도시한다. 상부의 곡선은, 페이지 전환들의 동일한 시퀀스를 이용하여, 100 % 의 픽셀들이 매 6 분마다 특수한 업데이트를 받는 드리프트 보상의 제 2 예를 도시한다. 양자의 드리프트 보상된 경우들에는, 배경 백색 상태가 시간 경과에 따라 더 높은 레벨에서 유지되고, 이것은 감소된 텍스트 고스팅으로 귀착될 것이고 전체 디스플레이 리프레시 없이 더 높은 수의 페이지 전환들을 달성하도록 할 수도 있다. 양자의 경우들에는, 특수한 업데이트들

이 사용자에게 비가시적인 것으로 밝혀졌다. 타이머 주기는 얼마나 많은 백색 상태 증가가 전체적으로 적용되고 있는지를 제어하기 위한 또 다른 방법으로서 이용될 수도 있다. 텍스트 고스팅에서의 개선은 도 19a 및 도 19b 에서 예시되어 있고, 도 19a 는 페이지 전환들의 시퀀스의 종반부에서 수정되지 않은 디스플레이를 도시하고, 도 19b 는 100 % 의 픽셀들이 매 6 분마다 특수한 업데이트를 받는 디스플레이를 도시한다.

[0138] 이전에 표시된 바와 같이, 백색 상태 드리프트 수정은 픽셀 맵 행렬, 타이머 주기, 및 탑-오프 펄스에 대한 구동 전압의 조합에 의해 튜닝될 수도 있다. 도 20 은 도 18 에서와 동일한 시퀀스의 페이지 전환들을 이용하여, 3 분의 고정된 타이머로 픽셀 맵 행렬의 밀도를 12.5 % 로부터 50 % 까지 변동시킴으로써 배경 백색 상태 드리프트의 튜닝을 예시한다.

[0139] 이미 언급된 바와 같이, DC 불균형된 파형들의 이용은 쌍안정 디스플레이들에서 문제들을 야기시킬 가능성을 가지는 것으로 알려져 있고; 이러한 문제들은, 증가된 고스팅을 야기시킬 것이고, 극단적인 경우에는, 디스플레이로 하여금 극심한 광학적 킥백 (kickback) 을 보이게 하고, 심지어 기능하는 것을 정지시키게 할 수도 있는, 시간 경과에 따른 광학적 상태들에서의 시프트 (shift) 들을 포함할 수도 있다. 이것은 전기 광학 층에 걸쳐 나머지 전압 또는 잔여 전하의 축적에 관련되는 것으로 믿어지고, 이 나머지 전압은 매우 긴 감쇠 시간 (decay time) 을 가진다. 그러므로, 나머지 전압에 대해 드리프트 보상의 효과를 고려하는 것이 중요하다. 도 21 은 도 21 에서와 동일한 시퀀스의 페이지 전환들에 대한 상이한 드리프트 보상 방법들을 이용하여, 수정되지 않은 픽셀 및 3 개의 픽셀들에 대한 나머지 전압 대 시간의 곡선들을 도시한다. 도 21 은 최악의 경우에, 드리프트 보상이 기준선 위의 약 100 mV 의 나머지 전압의 증가로 귀착된다는 것을 도시한다. 종래의 지식은 약  $\pm 250\text{mV}$  의 윈도우 내의 나머지 전압들이 정상적인 사용 시에 전형적인 것을 표시한다. 그러므로, 도 21 은 드리프트 보상이 나머지 전압에 대해, 그러므로, 사용에 따른 디스플레이 신뢰성에 대해 상당한 영향을 가지는 것으로 보이지 않는 것을 표시한다.

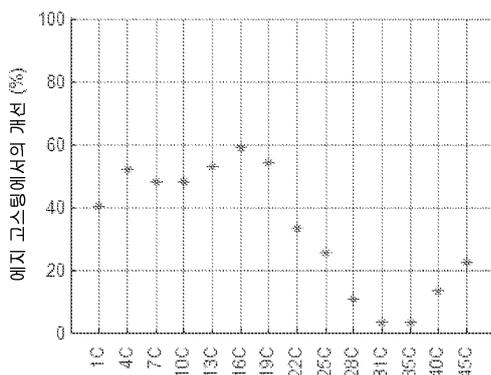
[0140] 이미 표시된 바와 같이, 드리프트 보상은 어두운 상태 드리프트뿐만 아니라, 백색 상태 드리프트에도 적용될 수 있다. 어두운 상태 드리프트 보상을 위한 전형적인 파형은 간단하게, 포지티브 전압의 단일 프레임을 갖는, 도 15 에서 도시된 것의 역일 수 있다.

[0141] 상기한 것으로부터, 본 발명의 드리프트 보상 방법은, 전형적으로 사용자에게 눈에 띄지 않고 디스플레이의 장기간 이용에 악영향을 주지 않는 방식으로, 디스플레이된 이미지 상의 드리프트의 효과들을 실질적으로 감소시키기 위한 수단을 제공한다.

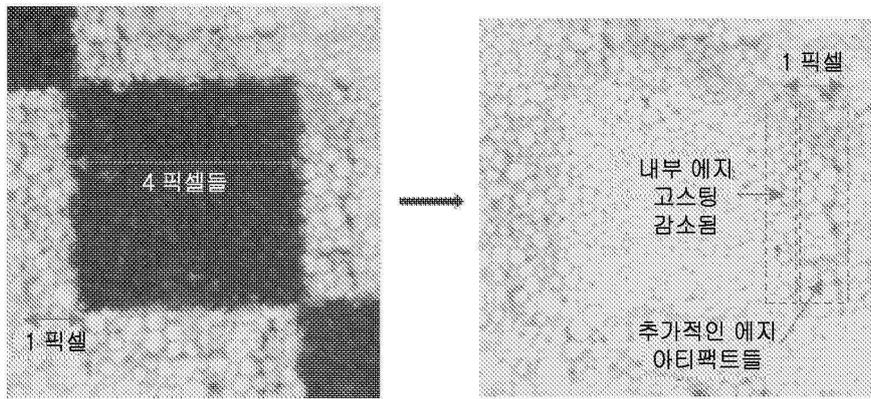
[0142] 본 발명의 방법들은 상기 언급된 MEDEOD 출원들에서 설명된 기법들 중의 임의의 것을 이용하여 정확한 그레이 레벨들을 생성하도록 "튜닝" 될 수도 있다. 이에 따라, 예를 들어, 이용된 파형은 전체적으로 파형의 극성과 반대인 극성을 가지는 구동 펄스들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 픽셀이 백색으로부터 밝은 그레이 레벨로 구동될 때, 파형은 전형적으로 전체적인 흑색-진행 극성을 가질 것이다. 그러나, 최종적인 밝은 그레이 레벨의 정확한 제어를 보장하기 위하여, 파형에서 적어도 하나의 백색-진행 펄스를 포함하는 것이 바람직할 수도 있다. 또한, 유사한 이유들로 인해, 상기 언급된 MEDEOD 출원들에서 논의된 바와 같이, 적어도 하나의 균형잡힌 펄스 쌍 (실질적으로 동일한 절대 임펄스 값이지만, 반대의 극성인 한 쌍의 구동 펄스들) 및/또는 파형에서의 제로 전압의 적어도 하나의 주기를 포함하는 것이 종종 바람직하다.

**도면**

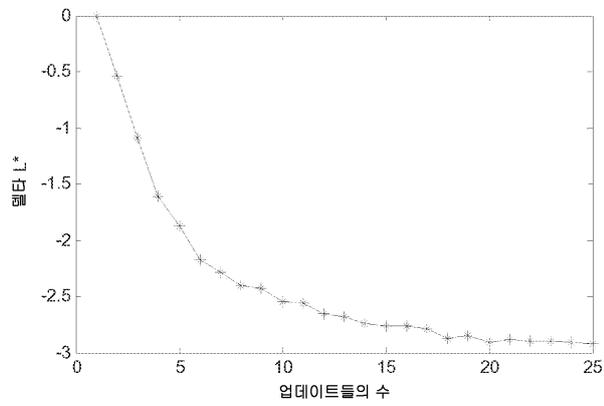
**도면1**



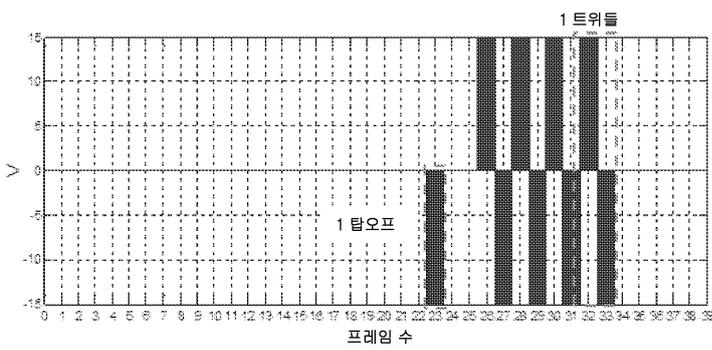
도면2



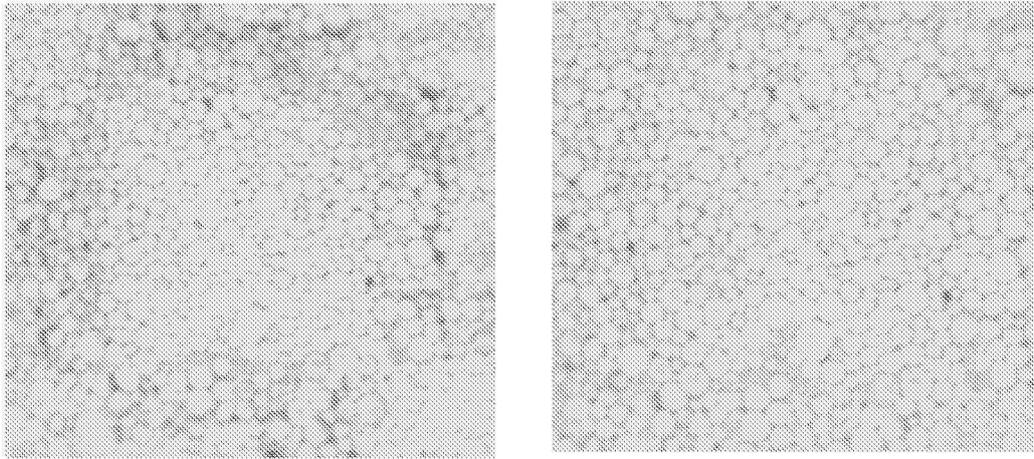
도면3



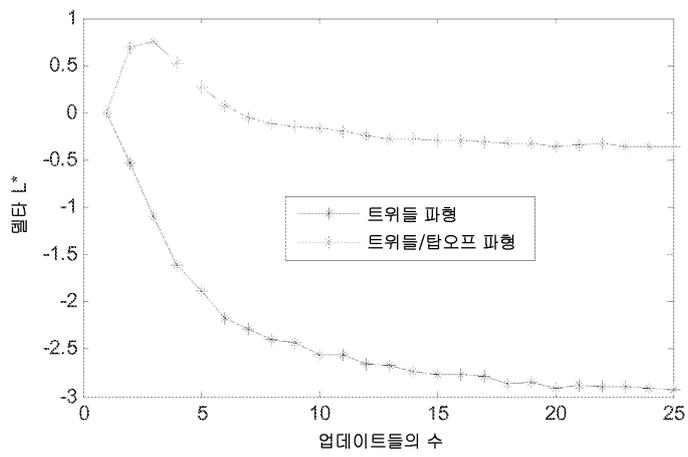
도면4



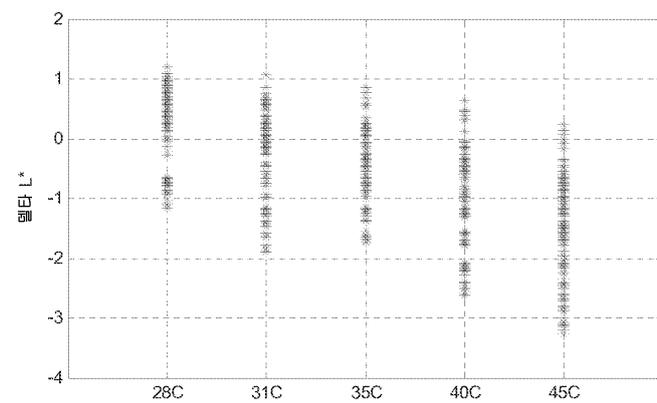
도면5



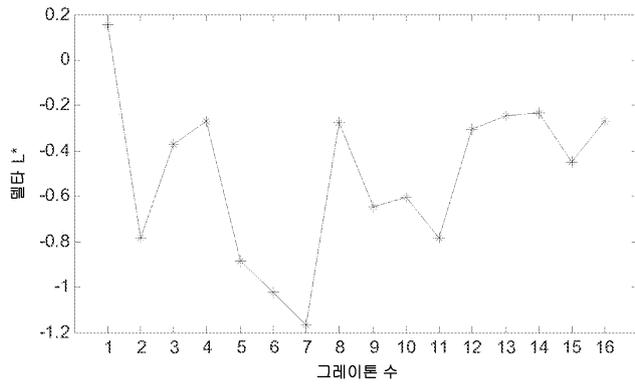
도면6



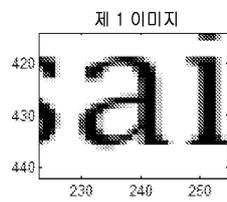
도면7



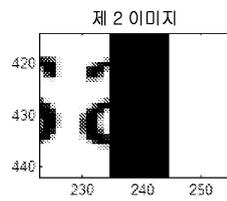
도면8



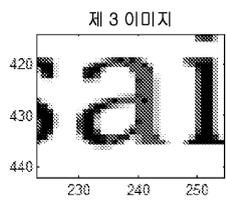
도면9a



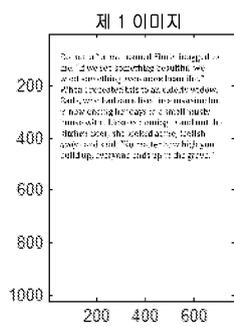
도면9b



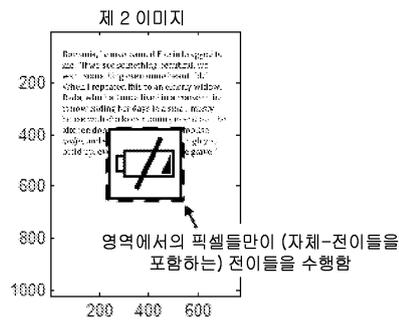
도면9c



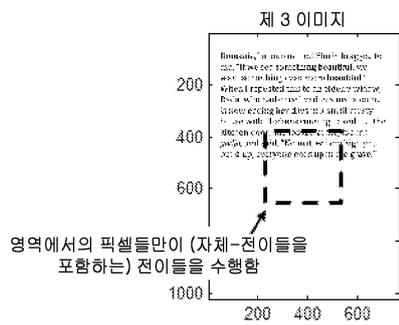
도면10a



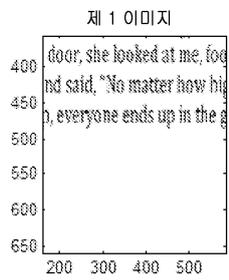
도면10b



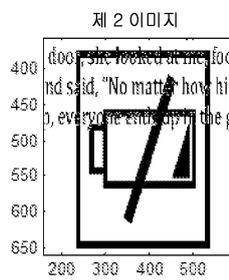
도면10c



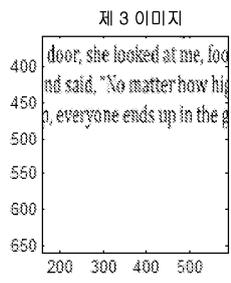
도면11a



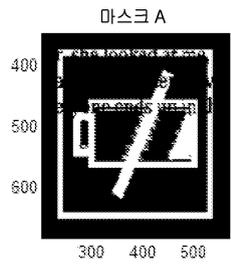
도면11b



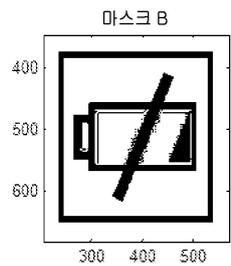
도면11c



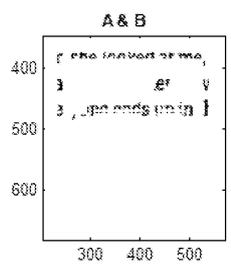
도면12a



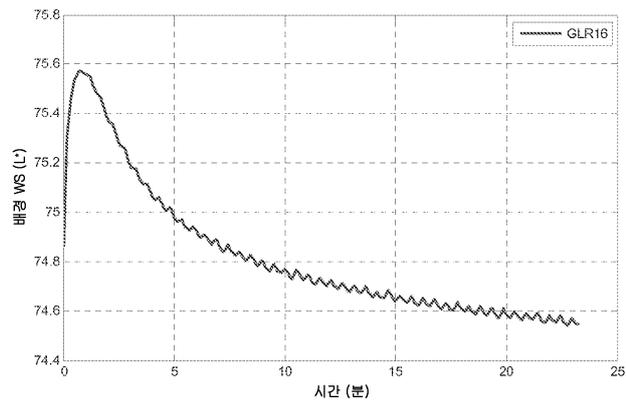
도면12b



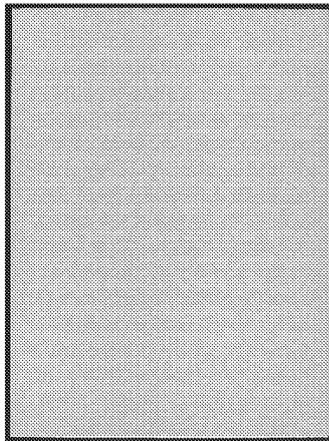
도면12c



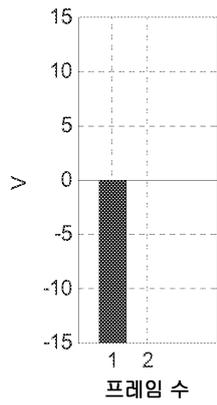
도면13



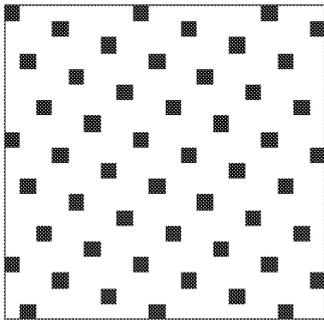
도면14



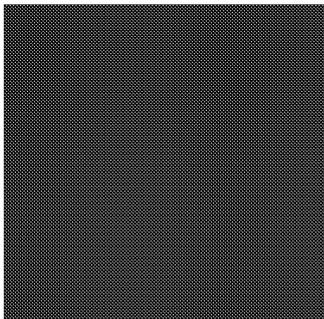
도면15



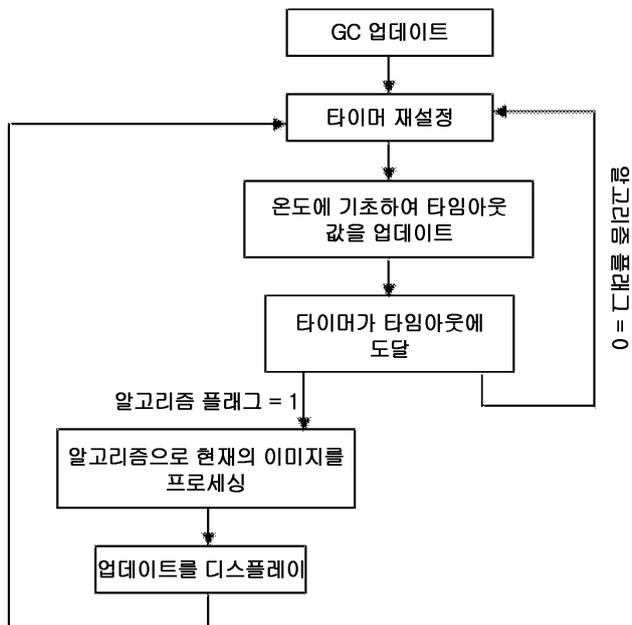
도면16a



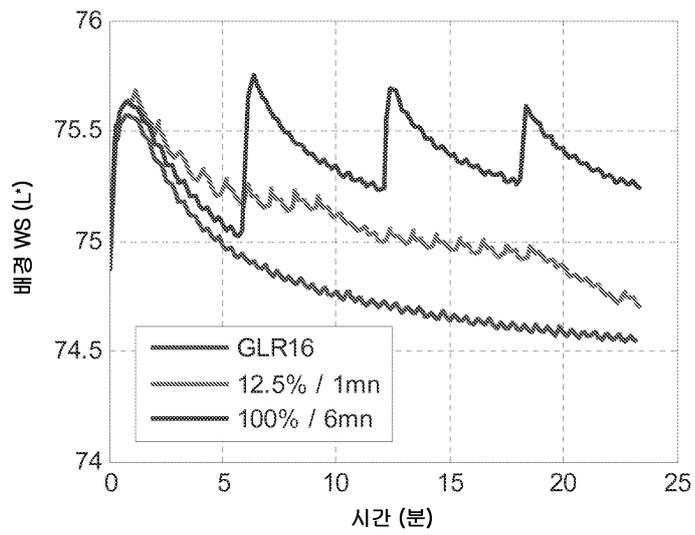
도면16b



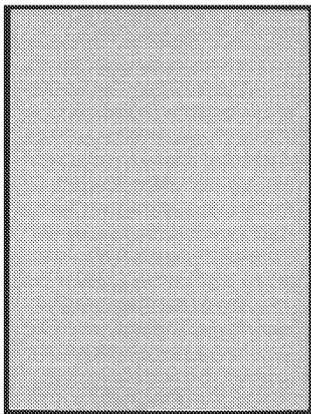
도면17



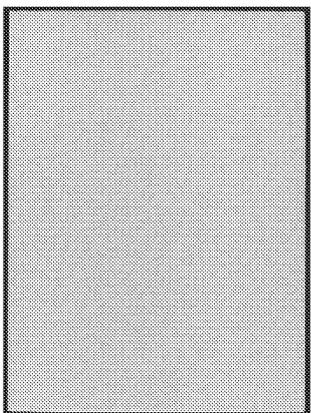
도면18



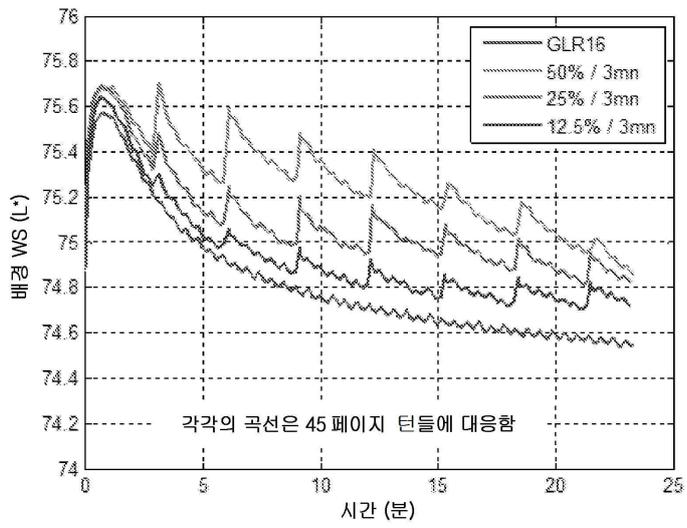
도면19a



도면19b



도면20



도면21

