(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월19일
(11) 등록번호 10-1431940
(24) 등록일자 2014년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/167 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7024215
(22) 출원일자(국제) 2011년03월07일
심사청구일자 2012년09월17일
(85) 번역문제출일자 2012년09월17일
(65) 공개번호 10-2012-0123561
(43) 공개일자 2012년11월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/027389
(87) 국제공개번호 WO 2011/115767
국제공개일자 2011년09월22일
(30) 우선권주장
12/725,997 2010년03월17일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070268244 A1
US20080100906 A1
KR1020060074481 A
KR1020090087011 A
전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
이 잉크 코포레이션
미국 매사추세츠주 캠브리지 콩코드 애버뉴 733 (우:02138)
(72) 발명자
파올리니 주니어 리차드 제이
미국 01702 매사추세츠주 프레이밍햄 히커리 힐 레인 10
해리스 조지 지
미국 01801 매사추세츠주 워번 나슈아 스트리트 49
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

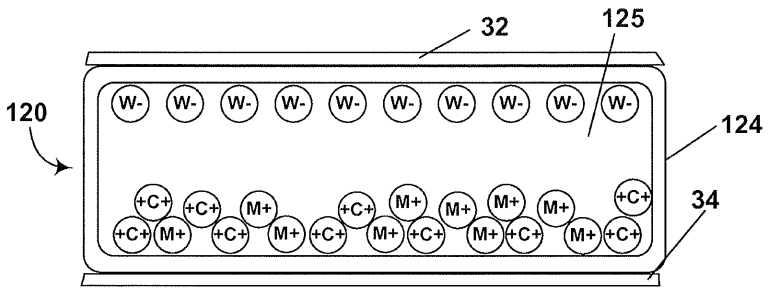
심사관 : 정구웅

(54) 발명의 명칭 **멀티-컬러 전기영동 디스플레이들**

(57) 요 약

멀티-컬러 전기영동 매체는 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들을 포함하며, 그 입자들은 실질적으로 비-중첩 전기영동 이동도들을 가지고 세 개의 상이한 컬러들을 가지며, 그것들 중 하나는 백색이다. 그 입자들은 제 4 컬러를 갖는 유체에 분산되어 있다. 이러한 디스플레이를 드라이빙하는 방법이 또한 설명된다.

대 표 도 - 도1a



(72) 발명자

앨버트 조나단 디

미국 19123 매사추세츠주 필라델피아 노스 써드 스트리트 1038

코미스키 바렛

중국 200025 상하이 타이캉 루 210 빌딩 5 룸 318

특허청구의 범위

청구항 1

제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들을 포함하는 멀티-컬러 전기영동 매체로서,

상기 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들은 상이한 넌-제로의 전기영동 이동도들 및 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들을 각각 가지며, 상기 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들은 서로 상이하며, 상기 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들은 상기 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들과는 상이한 제 4 컬러를 가지는 유체에 분산되어 있으며,

상기 제 1, 제 2 및 제 3 유형들의 입자들 중 일 유형의 입자는 백색 컬러를 갖는, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 컬러들은 임의의 순서로 청록색, 자홍색, 황색 및 백색인, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

비-백색인 두 가지 유형들의 입자들은 투과성인, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

비-백색인 두 가지 유형들의 입자들은 반사성인, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 및 제 3 유형들의 입자들 중 일 유형의 입자는 일 극성의 전하를 가지고 있고 나머지 두 가지 유형들의 입자들은 반대 극성의 전하들을 가지고 있는, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

일 극성의 전하를 가지고 있는 상기 일 유형의 입자는 백색인, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 4 컬러는 황색인, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유형의 입자들은 백색이고 일 극성의 전하를 가지고 있고, 상기 제 2 유형의 입자들은 청록색이고 상기 백색 입자들의 극성에 반대인 극성의 전하를 가지고 있고, 상기 제 3 유형의 입자들은 자홍색이고 상기 백색 입자들의 극성에 반대인 극성의 전하를 가지고 있으며, 상기 유체는 황색인, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 유체 및 상기 입자들이 내부에 보유되는 캡슐 벽을 더 포함하는, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 유체 및 상기 입자들이 내부에 보유되는 복수의 캡슐들, 및 상기 캡슐들을 둘러싸는 고분자 바인더 (polymeric binder) 를 포함하는, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 유체 및 상기 입자들은, 고분자 재료의 연속상에 분산된 복수의 개별 액적 (droplet) 들로서 존재하는, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 유체 및 상기 입자들은 운반 매체에 형성된 복수의 공동들 내에 보유되는, 멀티-컬러 전기영동 매체.

청구항 13

제 1 항에 기재된 멀티-컬러 전기영동 매체, 및 상기 멀티-컬러 전기영동 매체에 인접하게 배치되고 상기 멀티-컬러 전기영동 매체에 전기장을 인가하도록 배열된 적어도 하나의 전극을 포함하는, 전기영동 디스플레이.

청구항 14

제 13 항에 기재된 전기영동 디스플레이를 통합하는 전자 디스플레이 디바이스로서, 전자 책 판독기, 휴대용 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 셀룰러 전화기, 스마트 카드, 사인 (sign), 시계 (watch), 가격 표시기 (shelf label) 또는 플래시 드라이브를 포함하는, 전자 디스플레이 디바이스.

청구항 15

적어도 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들을 포함하는 멀티-컬러 전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법으로서,

상기 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들은 상이한 넌-제로의 전기영동 이동도들 및 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들을 각각 가지며, 상기 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들은 서로 상이하며, 상기 제 1, 제 2 및 제 3 유형들의 입자들 중 일 유형의 입자는 백색 컬러를 가지며, 상기 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들은 상기 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들과는 상이한 제 4 컬러를 가지는 유체에 분산되어 있으며, 상기 멀티-컬러 전기영동 디스플레이는, 상기 멀티-컬러 전기영동 디스플레이의 뷰잉 표면을 형성하는 제 1 전극 및 상기 제 1 전극으로부터 상기 유체의 반대 쪽에 있는 제 2 전극을 더 포함하며,

상기 방법은,

세 가지의 종들의 입자들 모두를 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 중 하나의 전극에 인접하게 하는 단계;

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 전기장을 인가하여 적어도 한 가지 종의 입자들이 상기 하나의 전극으로부터 멀리 이동하게 하고, 이로써 상기 세 가지 종들의 입자들 중 원하는 한 가지 종의 입자를 상기 뷰잉 표면에 인접하게 배치시키는 단계; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 전기장을 인가하여 세 가지 종들의 입자들 모두가 상기 제 1 전극으로부터 멀리 이동하게 하고, 이로써 상기 유체의 상기 제 4 컬러가 상기 뷰잉 표면에서 디스플레이되게 하는 단계를 포함하는, 멀티-컬러 전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 컬러들은 임의의 순서로 청록색, 자홍색, 황색 및 백색일 수도 있는, 멀티-컬러

전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 및 제 3 유형들의 입자들 중 일 유형의 입자는 일 극성의 전하를 가지고 있고 나머지 두 가지 유형들의 입자들은 반대 극성의 전하들을 가지고 있는, 멀티-컬러 전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

일 극성의 전하를 가지고 있는 상기 일 유형의 입자는 백색인, 멀티-컬러 전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 제 4 컬러는 황색인, 멀티-컬러 전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법.

청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 유형의 입자들은 백색이고 일 극성의 전하를 가지고 있고, 상기 제 2 유형의 입자들은 청록색이고 상기 백색 입자들의 극성에 반대인 극성의 전하를 가지고 있고, 상기 제 3 유형의 입자들은 자홍색이고 상기 백색 입자들의 극성에 반대인 극성의 전하를 가지고 있으며, 상기 유체는 황색인, 멀티-컬러 전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 출원은, 미국 특허 제7,791,789호; 미국 특허 제7,352,353호; 및 미국 특허 제6,710,540호; 그리고 미국 공개특허공보 제2008/0150888호에 관련되며, 이것들은 전기영동 디스플레이들의 기술에 관한 일반 배경 정보를 위해 독자가 참조한다.

[0002] 본 발명은 멀티-컬러 전기영동 매체들에, 그리고 이러한 매체들을 통합한 디스플레이들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 용어들 "쌍안정" 및 "쌍안정성" 은 여기서는 적어도 하나의 광학적 특성에서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태들을 가지는 디스플레이 엘리먼트들을 포함하는 디스플레이들에 관련있는 기술분야에서의 그들의 기존의 의미로 사용되고, 그래서 임의의 주어진 엘리먼트가 드라이빙된 후, 유한 지속시간의 어드레싱 펄스에 의하여, 그 제 1 또는 제 2 디스플레이 상태 중의 어느 하나의 상태가 되고, 어드레싱 펄스가 종료된 후, 그 상태는 디스플레이 엘리먼트의 상태를 변경하는데 필요한 어드레싱 펄스의 최소 지속시간의 적어도 여러 배, 예를 들어 적어도 4 배 동안 지속될 것이다. 미국 특허 제7,170,670호에서는, 그레이 스케일이 가능한 일부 입자 기반 전기영동 디스플레이들이 그들의 익스트림 흑색 및 백색 상태들에서뿐만 아니라 그들의 중간 그레이 상태들에서도 안정되고, 동일한 것이 일부 다른 유형들의 전기 광학 디스플레이들에서도 마찬가지임을 보이고 있다. 이 유형의 디스플레이는 쌍안정이라기 보다는 적절하게 "다중-안정 (multi-stable)" 이라고 불리지만, 편의를 위해 용어 "쌍안정" 은 여기서는 쌍안정과 다중-안정 디스플레이들 모두를 커버하는데 사용될 수도 있다.

[0004] 그럼에도 불구하고, 비-캡슐화된 전기영동 디스플레이들의 장기 이미지 품질에서의 문제들은 그들의 폭넓은 사용을 방해하였다. 예를 들어, 전기영동 디스플레이들을 구성하는 입자들은 가라앉는 (settle) 경향이 있고, 결과적으로 이들 디스플레이들에 대한 내용 연한 (service life) 을 불충분해지게 한다.

[0005] 매사추세츠 공과대학 (MIT) 및 E Ink 사에 양도되거나 또는 그 이름들의 수많은 특허들 및 출원들은, 캡슐화된 전기영동 및 다른 전기 광학 매체들에서 사용되는 여러 가지 기술들을 설명한다. 이러한 캡슐화된 매체들은

수많은 작은 캡슐들을 포함하며, 캡슐들의 각각 자체는 유체 매체에서의 전기영동 이동 입자들을 포함하는 내부 페이즈 (internal phase), 및 이 내부 페이즈를 둘러싸는 캡슐 벽을 포함한다. 통상, 캡슐들은, 그들 자신들이 2 개의 전극들 사이에 위치되는 코히런트 층을 형성하기 위해 고분자 바인더 (polymeric binder) 내에 유지된다. 이들 특허들 및 출원들에서 설명된 기술들은 다음을 포함한다:

[0006] (a) 전기영동 입자들, 유체들 및 유체 첨가물들; 예를 들어 미국 특허 제7,002,728호; 및 미국 공개특허공보 제2007/0146310호 참조;

[0007] (b) 캡슐들, 바인더들 및 캡슐화 공정들; 예를 들어 미국 특허 제6,922,276호 및; 미국 특허 제7,411,719호 참조;

[0008] (c) 전기 광학 재료들을 포함한 필름들 및 서브-어셈블리들; 예를 들어 미국 특허 제6,982,178; 및 미국 공개특허공보 제2007/0109219호 참조;

[0009] (d) 디스플레이들에서 사용되는 백플레인들, 접착제 층들 및 다른 보조 층들 및 방법들; 예를 들어 미국 특허 제7,116,318호; 및 미국 공개특허공보 제2007/0035808호 참조;

[0010] (e) 컬러 형성 및 컬러 조정; 예를 들어 미국 특허 제6,017,584호; 미국 특허 제6,664,944호; 미국 특허 제6,864,875호; 미국 특허 제7,075,502호; 및 미국 특허 제7,167,155호; 및 미국 공개특허공보 제2004/0190114호; 미국 공개특허공보 제2004/0263947호; 미국 공개특허공보 제2007/0109219호; 미국 공개특허공보 제2007/0223079호; 미국 공개특허공보 제2008/0023332호; 미국 공개특허공보 제2008/0043318호; 및 미국 공개특허공보 제2008/0048970호 참조;

[0011] (f) 디스플레이들을 드라이빙하는 방법들; 예를 들어 미국 특허 제7,012,600호; 및 미국 공개특허공보 제2006/0262060호 참조;

[0012] (g) 디스플레이들의 응용들; 예를 들어 미국 특허 제7,312,784호; 및 미국 공개특허공보 제2006/0279527호 참조; 및

[0013] (h) 미국 특허 제6,241,921호; 미국 특허 제6,950,220호; 및 미국 특허 제7,420,549호에 기재된 바와 같은 비-전기영동 디스플레이들.

[0014] 전술한 특허들 및 출원들의 대다수는, 캡슐화된 전기영동 매체에서 개별 마이크로캡슐들을 둘러싸는 벽들이 연속상 (continuous phase) 에 의해 대체될 수 있고, 따라서 전기영동 매체가 전기영동 유체의 복수의 개별 액적들 및 고분자 재료의 연속상을 포함하는 이른바 고분자 분산형 전기영동 디스플레이를 생성하는 것과, 어떠한 개별 캡슐 멤브레인도 각 개개의 액적과 연관되지 않지만, 이러한 고분자 분산형 전기영동 디스플레이 내의 전기영동 유체의 개별 액적들이 캡슐들 또는 마이크로캡슐들로서 간주될 수도 있다는 것을 인정하며; 예를 들어, 미국 특허 제6,866,760호를 참조한다. 따라서, 본 출원의 목적들을 위해, 이러한 고분자 분산형 전기영동 매체들은 캡슐화된 전기영동 매체들의 아종들 (sub-species) 로서 간주된다.

[0015] 관련된 유형의 전기영동 디스플레이는 이른바 "마이크로셀 전기영동 디스플레이" 이다. 마이크로셀 전기영동 디스플레이에서, 대전된 입자들과 유체는 마이크로캡슐들 내에 캡슐화되지 않는 대신 운반 매체 (carrier medium), 통상 고분자 필름 (polymeric film) 내에 형성된 복수의 공동들 내에 보유된다. 예를 들어, 모두 Sipix Imaging 사에 양도된 미국 특허 제6,672,921호 및 미국 특허 제6,788,449호를 참조한다.

[0016] 전기영동 매체들이 종종 불투명하고 (예를 들어, 많은 전기영동 매체들에서, 입자들은 디스플레이를 통한 가시광의 투과를 실질적으로 차단하기 때문) 반사 모드에서 동작하지만, 많은 전기영동 디스플레이들은 하나의 디스플레이 상태가 실질적으로 불투명하고 하나는 투광성인 이른바 "셔터 모드" 에서 동작하도록 만들어질 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 제5,872,552호; 미국 특허 제6,130,774호; 미국 특허 제6,144,361호; 미국 특허 제6,172,798호; 미국 특허 제6,271,823호; 미국 특허 제6,225,971호; 및 미국 특허 제6,184,856호를 참조한다. 전기영동 디스플레이들과 유사하지만 전기장 세기의 변화에 의존하는 유전영동 디스플레이들은, 유사한 모드에서 동작할 수 있다; 미국 특허 제4,418,346호를 참조한다. 셔터 모드에서 동작하는 전기영동 매체들은 풀 컬러 디스플레이들을 위한 다층 구조들에서 유용할 수도 있으며; 이러한 구조들에서, 디스플레이의 뷰잉 표면에 인접한 적어도 하나의 층은 셔터 모드에서 동작하여 뷰잉 표면으로부터 더 멀리 있는 제 2 층을 노출시키거나 숨긴다.

[0017] 앞서 나타낸 바와 같이, 캡슐화된 또는 마이크로셀 전기영동 디스플레이는 통상 종래의 전기영동 디바이스들의 클러스터링 및 세틀링 실패 모드를 겪지 않고 추가의 이점들, 이를 테면 매우 다양한 연성 (flexible) 및 강성

(rigid) 기판들 상에 디스플레이를 인쇄 또는 코팅하는 능력을 제공한다. ("인쇄 (printing)" 라는 단어의 사용은, 패치 다이 (patch die) 코팅, 슬롯 또는 압출 코팅, 슬라이드 또는 캐스케이드 코팅, 커튼 코팅과 같은 사전 계량 (pre-metered) 코팅들; 나이프오버롤 (knife over roll) 코팅, 순방향 및 역방향 롤 코팅과 같은 롤 코팅; 그라비어 (gravure) 코팅; 딥 코팅; 스프레이 코팅; 메니스커스 코팅; 스핀 코팅; 브러시 코팅; 에어 나이프 코팅; 실크 스크린 인쇄 공정들; 정전 인쇄 공정들; 열 인쇄 공정들; 잉크 젯 인쇄 공정들; 전기영동 디포지션 (미국 특허 제7,339,715호 참조); 및 다른 유사한 기법들을 포함한 (그러나 이들로 제한되지는 않음) 모든 형태들의 인쇄 및 코팅을 포함하는 것으로 의도된다.) 따라서, 결과의 디스플레이는 연성일 수 있다. 게다가, 디스플레이 매체가 (다양한 방법들을 이용하여) 인쇄될 수 있기 때문에, 디스플레이 자체는 저렴하게 만들어질 수 있다.

[0018] 명세서 전반에 걸쳐, 인쇄 (printing) 또는 인쇄된 (printed) 이란 표현이 참조될 것이다. 본 명세서 전반에 걸쳐 사용된 바와 같이, 인쇄 (printing) 는, 패치 다이 코팅, 슬롯 또는 압출 코팅, 슬라이드 또는 캐스케이드 코팅, 및 커튼 코팅과 같은 사전 계량 코팅들; 나이프오버롤 코팅, 순방향 및 역방향 롤 코팅과 같은 롤 코팅; 그라비어 코팅; 딥 코팅; 스프레이 코팅; 메니스커스 코팅; 스핀 코팅; 브러시 코팅; 에어 나이프 코팅; 실크 스크린 인쇄 공정들; 정전 인쇄 공정들; 열 인쇄 공정들; 및 다른 유사한 기법들을 포함한 모든 형태들의 인쇄 및 코팅을 포함하는 것으로 의도된다. "인쇄된 엘리먼트" 는 상기 기법들 중 임의의 하나의 기법을 이용하여 형성된 엘리먼트를 지칭한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 대부분의 종래 기술의 전기영동 매체들은 본질적으로 두 가지 컬러들만을 디스플레이한다. 이러한 전기영동 매체들은, 제 1 컬러를 갖는 단일 유형의 전기영동 입자를 상이한 제 2 컬러를 갖는 유색 (colored) 유체에 사용하거나 (이 경우, 입자들이 디스플레이의 뷰잉 표면에 인접하게 놓인 경우 제 1 컬러가 디스플레이되고 입자들이 뷰잉 표면으로부터 이격된 경우 제 2 컬러가 디스플레이됨), 또는 상이한 제 1 및 제 2 컬러들을 갖는 제 1 및 제 2 유형들의 전기영동 입자들을 무색 (uncolored) 유체에 사용한다 (이 경우, 제 1 유형의 입자들이 디스플레이의 뷰잉 표면에 인접하게 놓인 경우 제 1 컬러가 디스플레이되고 제 2 유형의 입자들이 뷰잉 표면에 인접하게 놓인 경우 제 2 컬러가 디스플레이됨). 통상 두 가지 컬러들은 흑색 및 백색이다. 풀 컬러 디스플레이가 소망된다면, 컬러 필터 어레이가 단색 (흑색 및 백색) 디스플레이의 뷰잉 표면 위에 배치될 수도 있다. 이러한 컬러 필터 어레이는 통상 3 가지의 적색/녹색/청색 ("RGB") 또는 적색/녹색/청색/백색 ("RGBW") 유형이 된다. 컬러 필터들을 갖는 디스플레이들은 단지 단일 풀 컬러 픽셀로서 함께 기능하는 (RGB 디스플레이들의 경우) 3 개 또는 (RGBW 디스플레이들의 경우) 4 개의 서브-픽셀들을 가진 영역 공유 접근법에 의존한다. 유감스럽게도, 각각의 컬러는 디스플레이 영역의 부분에 의해서만 디스플레이될 수 있다.

예를 들어, RGBW 디스플레이에서, 적색, 녹색 및 청색 각각은 디스플레이 영역의 ¼ (넷 중에서 하나의 서브-픽셀) 에 의해서만 디스플레이될 수 있고, 백색은 디스플레이 영역의 ½ (넷 중에서 하나의 완전한 서브-픽셀과, 각각의 유색 서브-픽셀은 1/3 백색의 역할을 하여서, 세 가지 유색 서브-픽셀들은 함께 다른 하나의 완전한 백색 서브-픽셀을 제공한다) 에 의해 효과적으로 디스플레이될 수 있다. 이 영역 공유 접근법은 원하는 것보다 덜 밝은 컬러들이 생기게 한다.

[0020] 대안으로 풀 컬러 디스플레이들은, 적어도 하나의 전면 (즉, 뷰잉 표면에 인접함) 컬러-변경 층이 셔터 모드에서 동작하는 다수의 컬러-변경 층들을 이용하여 구성될 수도 있다. 복잡하고 잠정적으로 비싼 것 외에도, 이러한 다층 디스플레이는 다양한 층들의 정밀한 정렬, 및 고투광성 전극들 (및 액티브 매트릭스 디스플레이의 경우 트랜지스터들) 을 필요로 한다.

[0021] 전술한 미국 특허 제6,017,584호는 세 가지 상이한 컬러들을 갖는 세 가지 상이한 유형들의 입자들을 유체에 가지는 전기영동 매체, 및 세 가지 상이한 컬러들 중 각각이 디스플레이될 수 있도록 입자들을 드라이빙하는 방법을 기재한다.

[0022] 그러나, 예를 들어, 이러한 매체들이 고품질 컬러 인쇄의 어피어런스 (appearance) 를 재생할 수 있도록 하기 위해, 각각의 픽셀에서 더 많은 컬러들을 디스플레이할 수 있는 전기영동 매체들에 대한 필요는 여전하다. 이러한 고품질 인쇄는 적어도 네 가지 잉크들인 청록색/자홍색/황색/흑색 ("CMYK") 을 이용하여 통상 행해진다.

이른바 "4-색 (four-color)" CMYK 인쇄 시스템이 실제로는 5-색 시스템이며, 제 5 컬러는 어떠한 잉크도 적용되지 않을 때 용지 (또는 유사한) 표면에 의해 제공되는 백색 배경이라는 것이 종종 제대로 인식되지 않는다.

셔터 모드에서 사용되고 있지 않다면 본질적으로 불투명한 전기영동 매체에서는 필적할만한 배경 컬러가 없기 때문에, 비-셔터 모드 전기영동 매체는 5 가지 컬러들 (흑색, 백색 및 삼원색들이며, 삼원색들은 통상 청록색, 자홍색 및 황색임) 을 디스플레이할 수 있어야 한다. 이제, 세 가지 상이한 유형들의 입자들을 유색 유체 내에 가지고 입자들과 유체 모두의 컬러들을 신중히 선택하는 전술한 미국 특허 제6,017,584호로부터의 전기영동 매체를 사용함으로써 목적이 달성될 수 있다는 것이 인정되었다.

과제의 해결 수단

[0023] 또 다른 양태에서, 본 발명은, 적어도 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들을 포함하는 멀티-컬러 전기영동 매체로서, 입자들은 실질적으로 비-중첩 전기영동 이동도들 및 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들을 각각 가지며, 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들은 서로 상이하며, 입자들은 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들과는 상이한 제 4 컬러를 가지는 유체에 분산되어 있으며, 상기 제 1, 제 2 및 제 3 유형들의 입자들 중 일 유형의 입자는 백색 컬러를 가지는, 상기 멀티-컬러 전기영동 매체를 제공한다.

[0024] 이러한 멀티-컬러 매체에서, 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 컬러들은 임의의 순서로 청록색, 자홍색, 황색 및 백색일 수도 있다. 이미 언급된 바와 같이, 제 1, 제 2 및 제 3 유형들의 입자들은 상이한 (및 넌-제로) 전기영동 이동도들을 가져야만 한다. 원리적으로 모든 세 가지 유형들의 입자들이 동일한 극성이지만 상이한 크기들을 갖는 전하들을 가지고 있어 상이한 전기영동 이동도들을 제공하지만, 두 가지 유형들의 입자들이 일 극성의 전하들을 가지고 있고 다른 유형의 입자들이 반대 극성의 전하들을 가지고 있는 것이 일반적으로 더 편리하다. 백색 입자가 일 극성의 전하들을 가지고 있고 나머지 두 가지 유형들의 입자들 (편의상 청록색 및 자홍색) 이 반대 극성의 전하들을 가지고 있는 것이 바람직하다.

[0025] 본 발명의 전기영동 매체는 백색 및 두 가지 다른 컬러들의 색깔의 세 가지 유형들의 입자들을 가진다. 투과성 및 반사성 모두의 유색 입자들은 본 발명에서 사용될 수 있다. 백색 입자들은 광을 산란하여 작동하고 따라서 본질적으로 반사성이며; "투과성" 백색 입자는 본질적으로 투명하고 따라서 본 발명에서는 유용하지 않다. 그러나, 도면들에서 예시되고 아래에서 설명되는 바와 같이, 백색과는 다른 컬러들을 갖는 투과성 및 반사성 모두의 입자들이 사용될 수 있지만, 여러 가지 컬러들을 생성하는데 필요한 여러 입자들의 포지셔닝, 특히 백색 입자들의 포지셔닝은 투과성 또는 반사성 비-백색 입자들이 사용되는지 여부에 의존하여 가변한다.

[0026] 본 발명의 전기영동 매체는 캡슐화된 유형이 될 수도 있고 유체 및 대전된 입자들이 내부에 보유되는 캡슐 벽을 포함할 수도 있다. 이러한 캡슐화된 매체는, 유체 및 대전된 입자가 내부에 보유되는 캡슐 벽을 각각 포함하는 복수의 캡슐들을 포함할 수도 있으며, 그 매체는 캡슐들을 둘러싸는 고분자 바인더를 더 포함한다. 대안으로, 그 매체는 상기 설명된 마이크로셀 또는 고분자 분산형들일 수도 있다.

[0027] 본 발명은 본 발명의 전기영동 매체 및 전기영동 매체에 전기장을 인가하기 위해 그 매체에 인접하게 배치되는 적어도 하나의 전극을 포함하는 전기영동 디스플레이로 확장된다. 본 발명의 디스플레이들은 종래 기술의 전기 광학 디스플레이들이 사용해 왔던 임의의 애플리케이션에서 사용될 수도 있다. 따라서, 예를 들어, 본 발명의 디스플레이들은 전자책 판독기들, 휴대용 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 셀룰러 전화기들, 스마트 카드들, 사인 (sign) 들, 시계들 (watches), 가격 표시기 (shelf label) 들 및 플래시 드라이브들에서 사용될 수도 있다.

[0028] 다른 양태에서, 본 발명은, 적어도 제 1, 제 2 및 제 3 종들의 입자들을 포함하는 멀티-컬러 전기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법으로서, 그 입자들은 실질적으로 비-중첩 전기영동 이동도들 및 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들을 각각 가지며, 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들은 서로 상이하며, 제 1, 제 2 및 제 3 유형들의 입자들 중 일 유형의 입자는 백색 컬러를 가지며, 입자들은 제 1, 제 2 및 제 3 컬러들과는 상이한 제 4 컬러를 가지는 유체에 분산되어 있으며, 디스플레이는, 디스플레이의 뷰잉 표면을 형성하는 제 1 전극 및 제 1 전극으로부터 유체의 반대 쪽에 있는 제 2 전극을 더 포함하며, 상기 방법은,

[0029] 세 가지 종들의 입자들 모두를 제 1 및 제 2 전극들 중 하나에 인접하게 하는 단계;

[0030] 제 1 및 제 2 전극들 사이에 전기장을 인가하여 적어도 한 가지 종의 입자들이 하나의 전극으로부터 멀리 이동하게 하고, 이로써 세 가지 종들의 입자들 중 원하는 한 가지 종의 입자를 뷰잉 표면에 인접하게 배치시키는 단계; 및

[0031] 제 1 및 제 2 전극들 사이에 전기장을 인가하여 세 가지 종들의 입자들 모두가 제 1 전극으로부터 멀리 이동하게 하고, 이로써 유체의 제 4 컬러가 뷰잉 표면에서 디스플레이되게 하는 단계를 포함하는, 상기 멀티-컬러 전

기영동 디스플레이를 드라이빙하는 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0032] 상기 설명된 본 발명의 이점들은, 추가의 이점들과 함께, 첨부 도면들에 연계하여 취해지는 다음의 설명을 참조하여 최상으로 이해될 수도 있다. 도면들에서, 유사한 참조 문자들은 일반적으로 상이한 도면들 전반에 걸쳐 동일한 부분들을 나타낸다. 또한, 도면들은 물론 축척에 맞지는 않고, 대신 일반적으로 본 발명의 원리들을 예시하는데 강조를 두었다.

도 1a 내지 1h 는 상이한 전기영동 이동도들의 백색, 청록색 및 자홍색 입자들을 황색 유색 유체 내에 가지며, 청록색 및 자홍색 입자들은 반사성인 컬러 디스플레이 엘리먼트를 도시하고, 이 디스플레이의 백색, 청록색, 자홍색, 황색, 적색, 녹색, 청색 및 흑색 광학적 상태들을 각각 예시한다.

도 2a 내지 2h 는 도 1a 내지 1h 에 도시된 것과 유사하지만 청록색 및 자홍색 입자들이 투과성인 컬러 디스플레이 엘리먼트를 도시하고, 도 2a 내지 2h 는 각각 도 1a 내지 1h 와 동일한 광학적 상태들을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 다음의 설명은 독자가 본 발명에 관한 배경 정보를 위해 참조해야 하는 전술한 미국 특허 제7,791,789호의 개시물에 친숙하다고 가정한다.

[0034] 도 1a 내지 1h 는, 캡슐 벽 (124) 을 가지고 컬러 및 전기영동 이동도에서 상이하고 유색 유체 (125) 에 분산된 세 가지 상이한 종들의 입자들을 포함하는 캡슐 (120) 을 예시한다. 캡슐 (120) 에는, 투광성 전면 및 배면 전극들 (32 및 34) 이 서로의 반대쪽에 각각 제공되고, 전면 전극 (32) 에는 캡슐의 뷰잉 표면을 제공한다. 더 구체적으로는, 캡슐 (120) 은 음으로 대전된 백색 입자들 (W- 로 표시됨), 및 양으로 대전된 청록색 및 자홍색 입자들을 포함하며, 청록색 입자들 (+C+ 로 표시됨) 은 자홍색 입자들 (M+ 로 표시됨) 보다 높은 전기영동 이동도를 가진다. 유체 (125) 는 황색을 띤 염료이다. 황색 염료의 농도는, 디스플레이의 황색 광학적 상태 (도 1d 를 참조하여 아래에서 설명됨) 가 충분히 포화된 황색 컬러를 제공하지만, 전기영동 입자들이 전면 전극 (32) 에 인접하게 놓이는 경우 황색이 다른 컬러들을 실질적으로 오염시키지 않도록 선택되어야 한다. 백색 (W-), 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들은 모두 반사성이다. 염색된 (dyed) 유체의 황색 컬러는 전면 전극 (32) 에 인접한 전기영동 입자들이 존재하지 않는 경우에만 뚜렷이 보인다. 예를 들어, 백색 입자들 (W-) 이 전면 전극 (32) 에 인접하게 드라이빙된다면, 유체 (125) 의 황색 컬러는 눈에 보이지 않는데, 이는 유색 유체를 통과하는 (전면 전극 (32) 을 통해 들어가고, 백색 입자들 (W-) 로부터 반사되며, 전면 전극 (32) 을 다시 통과하는) 광의 경로가 매우 짧기 때문이다. 그러나, 백색 입자들 (W-) 이 전면 전극 (32) 으로부터 충분한 디스플레이 (아마도 유체 층의 두께의 ¼) 만큼 이격된다면, 유체를 통과하는 반사된 광의 경로가 상당해지기 때문에 염색된 유체 (125) 의 황색 컬러는 눈에 보이게 될 것이다. 이 효과는 종래 기술의 단일 입자/염색된 유체 전기영동 디스플레이들에서와 유사하다.

[0035] 이미 언급된 바와 같이, 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들은 모두 양으로 대전되지만 상이한 전기영동 이동도들을 가진다; 본 설명은 청록색 입자들이 더 높은 이동도를 가진다고 가정할 것이지만 분명히 그 반대의 경우도 있을 수 있다.

[0036] 캡슐 (120) 은 도 1a 내지 1g 에서 각각 예시된 바와 같이, 그 뷰잉 표면 (전면 전극 (32)) 에서 백색, 청록색, 자홍색, 황색, 적색, 녹색, 청색 및 흑색 컬러들을 디스플레이할 수 있다. 백색 컬러를 디스플레이하기 위해, 배면 전극 (34) 은 연장된 기간 동안 전면 전극 (32) 에 대하여 단순히 음이 되어서 (이후로 배면 전극 (34) 을 음으로 또는 양으로 하는 모든 언급들은 이 배면 전극을 전면 전극 (32) 에 대하여 음으로 또는 양으로 하는 것을 나타내는데, 이는 통상 실사용에서 전면 전극 (32) 이 전체 디스플레이에 걸쳐 연장되는 공통 전면 전극이 될 것인 반면, 배면 전극 (34) 은 다수의 개별적으로 제어가능한 픽셀 전극들 중 하나가 될 것이기 때문이다), 백색 입자들 (W-) 은 전면 전극 (32) 에 인접하게 놓이고 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들은 배면 전극 (34) 에 인접하게 놓인다. 이 상황에서, 백색 입자들 (W-) 은 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들과 유체 (125) 의 황색 컬러를 마스킹하여 (이전에 언급한 바와 같이, 유체 (125) 를 통과하는 광의 통과 길이가 백색 입자들 (W-) 의 백색 컬러의 유체의 황색 컬러에 의한 임의의 뚜렷한 오염으로 인해 너무 짧다), 백색 컬러가 디스플레이의 뷰잉 표면에서 디스플레이된다.

[0037] 청록색 컬러를 생성하기 위해, 도 1b 에 예시된 바와 같이, 먼저 배면 전극 (34) 에 음의 펄스를 인가하고 (이는 실질적으로 도 1a 에서와 동일한 상황을 초래하여, 백색 입자들 (W-) 은 전면 전극 (32) 에 인접해 있고 청

록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들은 배면 전극 (34) 에 인접해 있음), 뒤이어서 음의 펄스보다 짧은 양의 펄스를 인가한다. 양의 펄스는 백색 입자들 (W-) 이 배면 전극 (34) 에 접근하게 하고 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들 모두가 전면 전극 (32) 에 접근하게 한다. 그러나, 청록색 (+C+) 입자들의 더 큰 이동도 때문에, 청록색 (+C+) 입자들이 전면 전극 (32) 에 더 신속히 접근하고, 양의 펄스의 길이는 청록색 (+C+) 입자들이 전면 전극 (32) 에 도달하지만 자홍색 입자들 (M+) 은 도달하지 않도록 선택되며; 어구상으로, 청록색 입자들은 자홍색 입자들을 "앞선다 (outrace)". 도 1b 에 도시된 상황에서, 청록색 입자들 (+C+) 은 자홍색 (M+) 및 백색 (W-) 입자들과 유체 (125) 의 황색 컬러를 마스킹하여 (이전에 언급한 바와 같이, 유체 (125) 를 통과하는 광의 통과 길이가 청록색 입자들 (+C+) 의 청록색 컬러의 유체의 황색 컬러에 의한 임의의 뚜렷한 오염으로 인해 너무 짧다), 청록색 컬러가 디스플레이의 뷰잉 표면에서 디스플레이된다.

[0038] 자홍색 컬러를 생성하기 위해, 도 1c 에 예시된 바와 같이, 먼저, 청록색 입자들 (+C+) 및 자홍색 입자들 (M+) 모두가 전면 전극 (32) 에 인접하게 하고 백색 입자들이 배면 전극 (34) 에 인접하게 하는 긴 양의 펄스가 인가된다. 그 다음에 매우 짧은 음의 펄스가 인가되는데, 이는 청록색 입자들 (+C+) 및 자홍색 입자들 (M+) 모두가 전면 전극 (32) 으로부터 멀리 이동하게 한다. 그러나, 청록색 입자들 (+C+) 의 더 큰 이동도 때문에, 청록색 입자들은 자홍색 입자들 (M+) 보다 더 신속히 전면 전극 (32) 으로부터 멀리 이동하여, 자홍색 입자들이 전면 전극 (32) 을 통해 눈에 보이게 하고, 청록색 입자들 (C+), 백색 입자들 (W-) 및 유체 (125) 의 황색 컬러를 차폐 (screening) 한다. 짧은 음의 펄스의 지속시간은, 유체 (125) 를 통과하는 광의 통과 길이가 자홍색 입자들 (M+) 의 자홍색 컬러의 유체의 황색 컬러에 의한 임의의 뚜렷한 오염으로 인해 너무 짧게 선택된다.
물론, 짧은 음의 펄스 또한, 백색 입자들 (W-) 이 배면 전극 (34) 으로부터 멀리 이동하게 하지만 이는 디스플레이되는 컬러에 영향을 주지 않는다.

[0039] 황색 컬러를 생성하기 위해, 도 1d 에 예시된 바와 같이, 먼저, 음의 펄스를 인가하며, 이는 실질적으로 도 1a 에서와 동일한 상황을 초래하여, 백색 입자들 (W-) 이 전면 전극 (32) 에 인접하게 하고 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들이 배면 전극 (34) 에 인접하게 한다. 그 다음, 음의 펄스보다 짧은 양의 펄스를 인가하여, 백색 입자들 (W-) 이 전면 전극 (32) 으로부터 멀리 이동하게 하고 청록색 (+C+) 및 자홍색 입자들이 배면 전극 (34) 으로부터 멀리 이동하게 한다. 양의 펄스의 길이는, 백색 입자들 (W-) 이 청록색 (+C+) 및 자홍색 입자들보다는 전면 전극 (32) 에 더 가까이 남아있도록, 그러나 백색 입자들 (W-) 및 전면 전극 (32) 사이에는 상당한 거리가 있도록 제어된다. 따라서, 도 1d 에 예시된 바와 같이, 백색 입자들 (W-) 은 청록색 입자들 (+C+) 및 자홍색 입자들 (M+) 을 마스킹한다. 그러나, 도 1a 에서의 상황과는 달리, 도 1d 에서 백색 입자들은 전면 전극 (32) 으로부터 상당한 거리 이격되고, 전면 전극 (32) 을 통해 들어가고 황색 유체 (125) 를 통과하는 광이 황색 유체 (125) 및 전면 전극 (32) 을 통해 되반사되도록 하는 확산 반사체 (diffuse reflector) 로서의 역할을 한다. 이 광이 황색 유체 (125) 를 통과하는 상당한 통과 길이를 가지므로, 황색 컬러가 디스플레이된다.

[0040] 적색 상태를 디스플레이하기 위해, 도 1e 에 예시된 바와 같이, 먼저, 도 1c 에서 사용된 긴 양의 펄스와 마찬가지로, 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들이 전면 전극 (32) 에 인접하게 하고 백색 입자들 (W-) 이 배면 전극 (34) 에 인접하게 하는, 비교적 긴 양의 펄스를 인가한다. 다음에, 초기 양의 펄스보다 짧지만 도 1c 에서 인가된 음의 펄스보다는 긴 음의 펄스가 인가되어, 도 1c 에서와 동일한 이유들 때문에, 자홍색 입자들 (M+) 이 전면 전극 (32) 에 가장 근접하게 하고 청록색 입자들 (+C+) 및 백색 입자들 (W-) 을 마스킹하게 한다. 그러나, 최종 음의 펄스는 여전히 자홍색 입자들 (M+) 이 전면 전극 (32) 으로부터 상당히 이격되게 하여서, 도 1d 에 관하여 상기 설명된 것과 유사한 이유들 때문에, 디스플레이의 어피어런스 (appearance) 는 자홍색 입자들 (M+) 로부터 반사된 광이 통과하는 황색 염료에 의해 영향을 받고, 이에 따라 디스플레이의 어피어런스는 황색 염료 흡수 및 자홍색 반사의 조합이 되어, 적색 어피어런스를 제공한다.

[0041] 녹색 상태를 디스플레이하기 위해, 도 1f 에 예시된 바와 같이, 먼저, 도 1a 에서 사용된 긴 음의 펄스와 마찬가지로, 백색 입자들 (W-) 이 전면 전극 (32) 에 인접하게 하고 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들이 배면 전극 (34) 에 인접하게 하는 비교적 긴 음의 펄스를 인가한다. 다음에, 매우 짧은 양의 펄스가 인가된다. 이 양의 펄스는 청록색 입자들 (+C+) 이 백색 입자들 (W-) 의 앞에 놓일 때까지 청록색 입자들 (+C+) 이 앞쪽으로 이동하게 하고, 백색 입자들 (W-) 은 물론 전면 전극 (32) 으로부터 뒤쪽으로 이동한다. 이 양의 펄스는 또한 자홍색 입자들 (M+) 이 앞쪽으로 이동하게 하지만, 청록색 입자들 (+C+) 보다는 느린 속도로 이동하게 한다. 최종 상황은, 청록색 입자들 (+C+) 이 전면 전극 (32) 에 가장 근접하게 놓이고 백색 입자들 (W-) 및 자홍색 입자들 (M+) 을 마스킹하는 한에서 도 1b 에 도시된 것과 유사하다. 그러나, 도 1f 에 도시된 상황에서, 청록색 입자들은 유체 (125) 에 존재하는 황색 염료에 의한 실질적인 흡수를 초래하기에 충분한 거리만큼

전면 전극 (32) 으로부터 이격된다. 따라서, 도 1e 를 참조하여 이미 설명된 것들과 유사한 이유들 때문에, 도 1f 에서의 디스플레이의 어피어런스는 황색 염료 흡수 및 청록색 반사의 조합이 되어, 녹색 어피어런스를 제공한다.

[0042] 청색 상태를 디스플레이하기 위해, 도 1g 에 예시된 바와 같이, 먼저, 도 1c 에서 사용된 긴 양의 펄스 및 도 1e 에서 사용된 처음의 펄스와 마찬가지로, 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들이 전면 전극 (32) 에 인접하게 하고 백색 입자들 (W-) 이 배면 전극 (34) 에 인접하게 하는, 긴 양의 펄스를 인가한다. 도 1g 에 도시된 상황에서 두 개의 상이한 반사 메커니즘들이 작용하고 있음에 주의한다. 광이 단일 입자로부터만 반사되면, 청록색 및 자홍색 입자들로부터의 반사들의 혼합체들은 눈에 밝은 청색 (light blue) 으로 보이게 할 것이다.

그러나, 광이 적어도 하나의 청록색 입자 및 하나의 자홍색 입자에 의해 반사되면, 그 광은 더 어두운 청색 (deeper blue) 으로 보일 것이다. 전기영동 매체들로부터 산란된 광의 대부분이 다수의 반사들을 수반한다는 것을 보여줄 수 있으므로, 도 1g 에 도시된 상황은 제대로 진한 (well saturated) 청색을 제공할 것이다.

[0043] 마지막으로, 흑색 상태를 디스플레이하기 위해, 도 1h 에 예시된 바와 같이, 도 1g 에 도시된 상황을 생성하는 긴 양의 펄스를 인가한 다음, 짧은 음의 펄스를 인가한다. 짧은 음의 펄스는 청록색 (+C+) 및 자홍색 (M+) 입자들을 전면 전극 (32) 으로부터 멀리 이동하게 하고 따라서 (도 1d, 1e 및 1f 를 참조하여 이미 설명된 것과 유사한 이유로) 유체 (125) 의 황색 컬러와 도 1g 에 도시된 청색 반사광 (reflection) 을 혼합하여 프로세스 흑색 (process black) 어피어런스를 생성한다.

[0044] 도 2a 내지 2h 는 일반적으로 도 1a 내지 1h 에서 예시된 것과 유사하지만 청록색 입자들 (+C+) 및 자홍색 입자들 (M+) 이 반사성보다는 투과성인 디스플레이를 예시한다. 반사성이 아닌 투과성 입자들의 사용은 소정의 광학적 상태들에서 입자들의 필요한 위치들의 얼마간의 수정을 요구하는데, 이는 투과성 유색 입자가 "더 뒤에 있는 (further back)" (즉, 배면 전극 (34) 에 더 근접한) 입자들의 컬러들을 차폐하지 못하고 따라서 일부 광학적 상태들에서 이러한 차폐가 일어나는 것을 보장하기 위해 백색 입자들 (W-) 의 위치들을 신중히 제어하는 것이 필요하기 때문이다.

[0045] 도 2a 는 디스플레이의 백색 상태를 도시한다. 이 백색 상태는 도 1a 에 도시된 것과 동일하고 정확히 동일한 방식으로 도달되며; 이 디스플레이 상태에서 백색 입자들 (W-) 이 청록색 입자들 (+C+) 과 자홍색 입자들 (M+) 모두를 숨기므로, 반사성 입자들보다는 투과성 청록색 및 자홍색 입자들의 사용은 이 디스플레이 상태의 어피어런스에 차이를 만들지 않는다.

[0046] 도 2b 는 디스플레이의 청록색 상태를 도시한다. 이 디스플레이 상태는, 백색 입자들이 자홍색 입자들 (M+) 을 차폐할 수 있도록 하기 위해 백색 입자들 (W-) 이 청록색 입자들 (+C+) 바로 뒤에 배치될 것을 필요로 한다는 점에서 도 1b 에 도시된 것과는 다르다. 전면 전극 (32) 을 통해 디스플레이에 들어간 광은 투과성 청록색 입자들을 통과하고, 백색 입자들로부터 반사된 다음, 청록색 입자들을 다시 통과하여 전면 전극을 통해 디스플레이 밖으로 나온다. 그렇게 생성된 청록색 컬러를 황색으로 오염시키는 것 (이에 따라 디스플레이된 컬러를 녹색 쪽으로 시프트하는 것) 을 피하기 위해서는, 백색 입자들이 청록색 입자들 뒤에서 근접하여, 앞서 말한 경로를 이동하는 광이 황색 유체 (125) 를 통하여 상당한 거리를 이동할 필요가 없다는 것이 중요하다.

[0047] 청록색 입자들 (+C+) 의 전기영동 이동도가 자홍색 입자들 (M+) 의 전기영동 이동도보다 훨씬 큰 것과, 자홍색 및 백색 입자들의 전기영동 이동도들의 절대값들이 비슷하다는 것을 전제로, 도 2b 에 도시된 디스플레이 상태는, 먼저 디스플레이를 도 2a 에 도시된 상태로 드라이빙한 다음, 청록색 입자들을 단지 전면 전극 (32) 으로 그리고 백색 입자들을 이 전면 전극으로부터 멀리 짧은 거리만큼 드라이빙하기에 충분한 양의 펄스를 배면 전극 (34) 에 인가함으로써 생성될 수 있다.

[0048] 도 2c 는 디스플레이의 자홍색 광학적 상태를 도시한다. 이는 도 2b 에 도시된 청록색 광학적 상태와 일반적으로 유사하지만, 자홍색 입자들은 전면 전극 (32) 에 인접해 있고 청록색 입자들은 배면 전극 (34) 에 인접해 있다. 자홍색 광학적 상태는 청록색 광학적 상태와 정확히 나란한 방식으로 기능을 한다; 전면 전극 (32) 을 통해 디스플레이에 들어간 광은 투과성 자홍색 입자들을 통과하고, 백색 입자들로부터 반사된 다음, 자홍색 입자들을 다시 통과하여 전면 전극을 통해 디스플레이 밖으로 나온다. 다시, 그렇게 생성된 자홍색 컬러를 황색으로 오염시키는 것 (이에 따라 디스플레이된 컬러를 적색 쪽으로 시프트하는 것) 을 피하기 위해서는, 백색 입자들이 자홍색 입자들 뒤에서 근접하여, 앞서 말한 경로를 이동하는 광이 황색 유체 (125) 를 통해 상당한 거리를 이동할 필요가 없다는 것이 중요하다.

[0049] 도 2d 는 디스플레이의 황색 광학적 상태를 도시한다. 이는 도 1d 에 도시된 황색 상태와 동일하며, 동일한

드라이브 펄스들을 이용하여 생성될 수 있고, 황색 컬러는 동일한 방식으로 생성되며; 전면 전극 (32) 을 통해 디스플레이에 들어간 광은 황색 유체 (125) 를 통과하고, 백색 입자들로부터 반사되며, 황색 유체 (125) 를 다시 통과하고 전면 전극 (32) 을 다시 통과한다.

[0050] 도 2e 는 디스플레이의 적색 광학적 상태를 도시한다. 이 적색 광학적 상태에서의 입자들의 위치들은 도 1e 에 도시된 유사한 적색 상태의 그것들과 동일하고, 그 적색 상태는 도 1e 에서와 동일한 드라이브 펄스들을 이용하여 발생될 수 있다. 그러나, 적색 컬러가 도 2e 에서 생성되는 실제 방식은 도 1e 를 참조하여 설명된 것과 약간 다르다. 도 2e 에서, 전면 전극 (32) 을 통해 디스플레이에 들어간 광은 황색 유체 (125) 및 투과성 자홍색 입자들을 통과하고, 백색 입자들로부터 반사되며, 자홍색 입자들 및 황색 유체 (125) 을 다시 통과하고 전면 전극 (32) 을 다시 통과하여 디스플레이에 적색 어피어런스를 생성한다.

[0051] 도 2f 는 디스플레이의 녹색 광학적 상태를 도시한다. 이 녹색 광학적 상태에서의 입자들의 위치들은 도 1f 에 도시된 유사한 녹색 상태의 그것들과 동일하고, 그 녹색 상태는 도 1f 에서와 동일한 드라이브 펄스들을 이용하여 발생될 수 있다. 그러나, 도 2e 에 도시된 적색 광학적 상태와 마찬가지로, 녹색 컬러가 도 2f 에서 생성되는 실제 방식은 도 1f 를 참조하여 설명된 것과는 약간 다르다. 도 2f 에서, 전면 전극 (32) 을 통해 디스플레이에 들어간 광은 황색 유체 (125) 및 투과성 청록색 입자들을 통과하고, 백색 입자들로부터 반사되며, 청록색 입자들 및 황색 유체 (125) 을 다시 통과하고 전면 전극 (32) 을 다시 통과하여 디스플레이에 녹색 어피어런스를 생성한다.

[0052] 도 2g 는 디스플레이의 청색 광학적 상태를 도시하는데, 이것은 백색 입자들이 청록색 및 자홍색 입자들의 혼합된 층 바로 뒤에서 전면 전극에 비교적 근접하여 위치된다는 점에서 도 1g 에 도시된 대응하는 청색 상태와는 다르다. 도 2g 에서, 전면 전극 (32) 을 통해 디스플레이에 들어간 광은 투과성 자홍색 및 청록색 입자들을 통과하고, 백색 입자들로부터 반사되며, 자홍색 및 청록색 입자들을 다시 통과하고 전면 전극 (32) 을 다시 통과하여 디스플레이에 청색 어피어런스를 생성한다.

[0053] 마지막으로, 도 2h 는 디스플레이의 하나의 가능한 흑색 상태를 도시하며, 이 흑색 상태는 도 1h 에 도시된 것과는 입자 위치에 관해서는 동일하다. 그러나, 흑색 상태가 생성되는 방식은 도 1h 에 관해 상기 설명된 것과는 약간 다르다. 도 2h 에서, 전면 전극 (32) 을 통해 디스플레이에 들어간 광은 투과성 자홍색 및 청록색 입자들과 황색 유체 (125) 를 통과하여서, 본질적으로 모든 광은 배면 전극 (34) 에 인접한 백색 입자들에 도달할 수 있기 전에 흡수된다. 백색 입자들에 도달하는 임의의 광은 다시 반사될 것이고 투과성 자홍색 및 청록색 입자들과 황색 유체 (125) 를 다시 통과할 것이어서, 본질적으로 광은 전면 전극 (32) 으로부터 다시 나오지 않고, 흑색 광학적 상태가 디스플레이될 것이다. 이 흑색 광학적 상태에서, 양자의 유형들의 입자들이 백색 입자들보다는 전면 전극에 더 근접하여 놓인다는 것을 전제로, 자홍색 및 청록색 입자들의 배치 (disposition) 에 관해서는 상당한 자유가 있고; 황색 유체 (125) 와 자홍색 및 청록색 입자들이 모두 투과성이므로, 인입 광이 유체와 두 가지 유형들의 입자들을 마주치는 정확한 순서는 본질적으로 무관하고, 따라서 자홍색 및 청록색 입자들의 위치들은 양자가 백색 입자들보다는 전면 전극에 더 근접하여 놓인다는 것을 전제로 가변될 수 있다는 점에 주의해야 한다. 예를 들어, 도 2a 내지 2h 에 도시된 디스플레이에서, 도 1g 에 도시된 입자 위치들은 흑색 광학적 상태를 제공할 것이다.

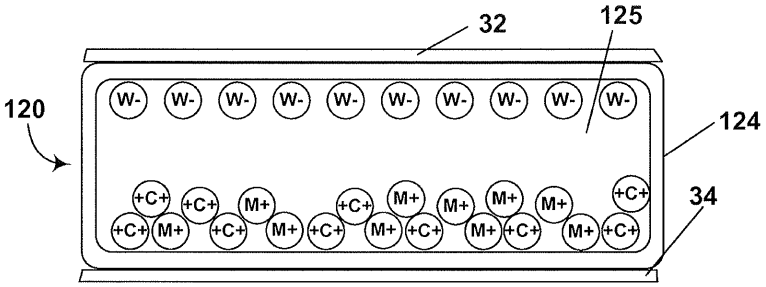
[0054] 전술한 바로부터 도 1a 내지 도 1h 및 도 2a 내지 도 2h 에 예시된 디스플레이들이 그들의 전체 디스플레이 영역들에 걸쳐 백색, 흑색, 청록색, 자홍색, 황색, 적색, 녹색 및 청색 컬러들을 디스플레이할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 이전에 언급한 바와 같이, RGB 컬러 필터 어레이들을 사용하는 디스플레이들은 그들의 디스플레이 영역의 삼분의 일에만 걸쳐서는 적색, 녹색 및 청색 컬러들을, 전체 디스플레이 영역에 걸쳐서는 흑색을, 그리고 디스플레이 영역의 삼분의 일에 걸쳐서는 백색에 동등한 프로세스 백색을 디스플레이할 수 있다. 마찬가지로, RGBW 컬러 필터 어레이들을 사용하는 디스플레이들은 그들의 디스플레이 영역의 사분의 일에만 걸쳐서는 적색, 녹색 및 청색 컬러들을, 전체 디스플레이 영역에 걸쳐서는 흑색을, 그리고 디스플레이 영역의 이분의 일에 걸쳐서는 백색에 동등한 프로세스 백색을 디스플레이할 수 있다. 따라서 도 1a 내지 도 1h 및 도 2a 내지 도 2h 에서 예시된 디스플레이들의 백색 상태들은 컬러 필터들에 기초하여 임의의 디스플레이의 그것보다 극적으로 양호하게 될 것이고, 적색, 녹색 및 청색 상태들이 또한 개선될 것이다. 더욱이, 도 1a 내지 도 1h 및 도 2a 내지 도 2h 에서 예시된 디스플레이들의 백색 상태들은, 디스플레이 영역의 삼분의 일에 걸쳐 백색에 동등한 프로세스 백색 상태에 의존하는, 전술한 미국 특허 제7,791,789호의 도 6 내지 도 9 에서 예시된 멀티-입자 디스플레이의 그것보다 극적으로 양호하게 될 것이다.

[0055] 소정의 경우에는, 단순한 드라이브 펄스들의 세트들을 이용하여 도 1a 내지 도 1h 또는 도 2a 내지 도 2h 에 도

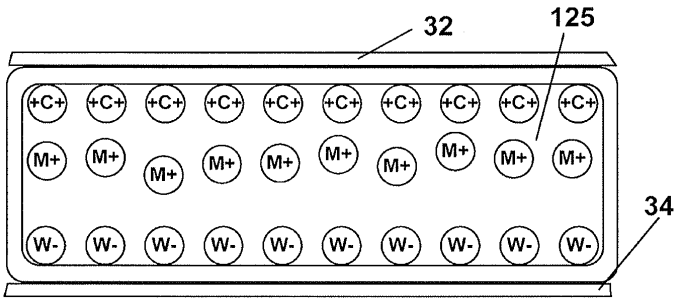
시된 광학적 상태들 각각을 달성하는 것을 가능하게 하는데 필요한 원하는 컬러들 및 상대적 전기영동 이동도들을 갖는 유색 입자들을 입수하는 것은 어려울 수도 있다. 이러한 경우들에서는, 인가된 전압에 따라 가변하는 전기영동 이동도를 가지는 적어도 일 유형의 입자를 사용하여서, 미국 공개특허공보 제2006/0202949호에서 설명된 바와 같이, 두 가지 유형들의 입자들의 상대적 전기영동 이동도들이 사용되는 드라이빙 전압을 조정함으로써 가변될 수 있게 하는 것이 적절할 수도 있다. 본 발명의 디스플레이들에서 사용된 입자들은 전압-의존적 이동도들을 가질 수도 있으므로, 여기서 언급되는 상이한 전기영동 이동도들을 갖는 입자들은, 그 입자들을 포함하는 디스플레이에서 사용되는 적어도 하나의 드라이빙 전압에서 상이한 전기영동 이동도들을 갖는 입자들을 포함하는 것으로서 이해되어야 한다.

도면

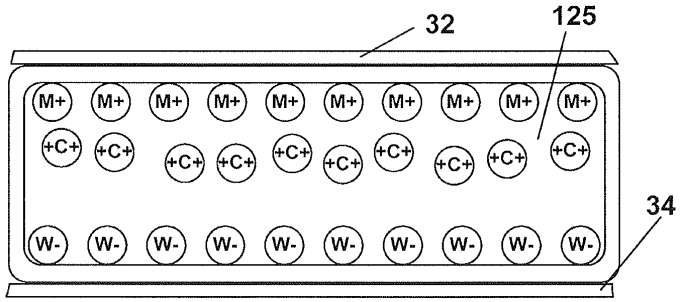
도면1a



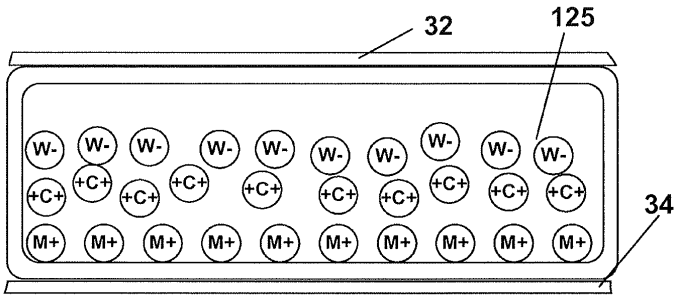
도면1b



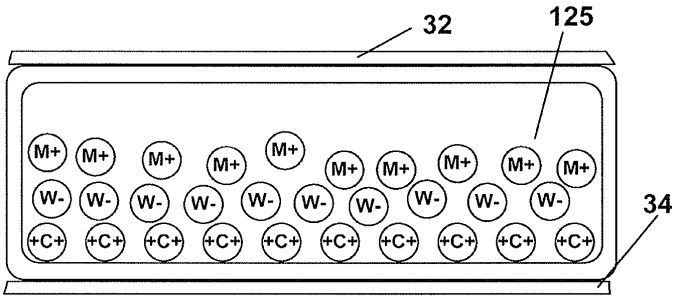
도면1c



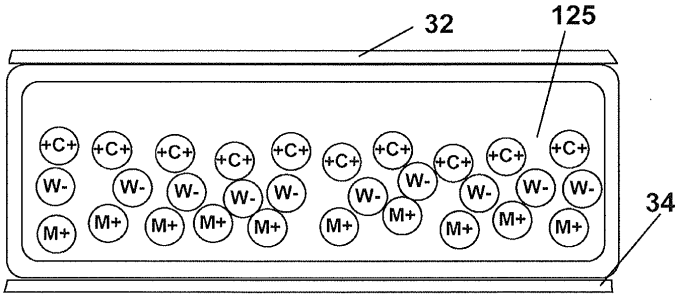
도면1d



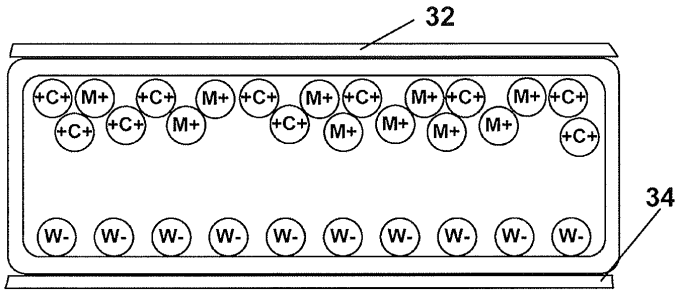
도면1e



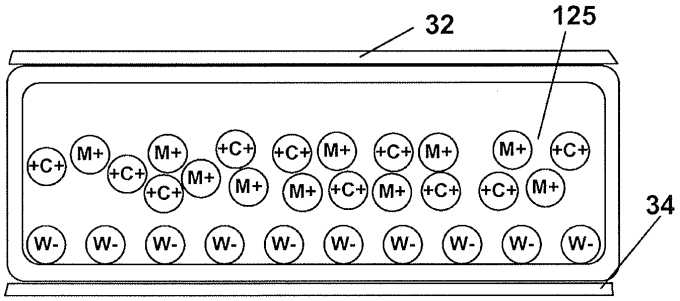
도면1f



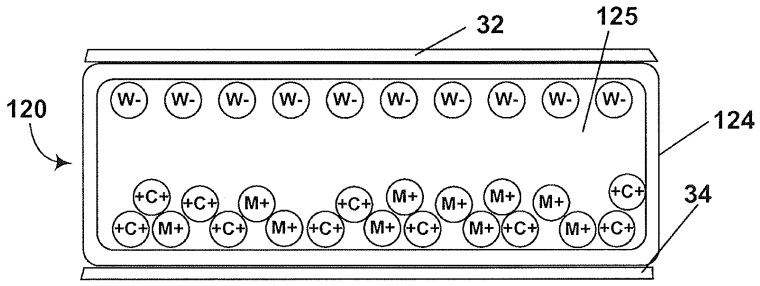
도면1g



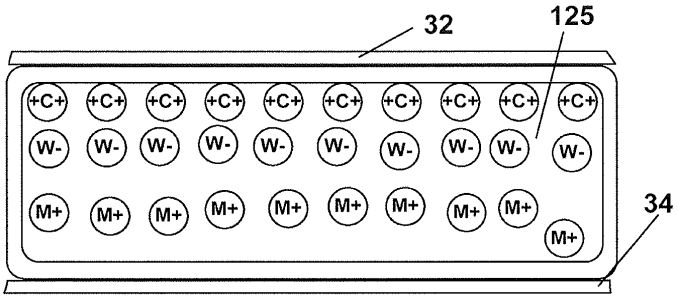
도면1h



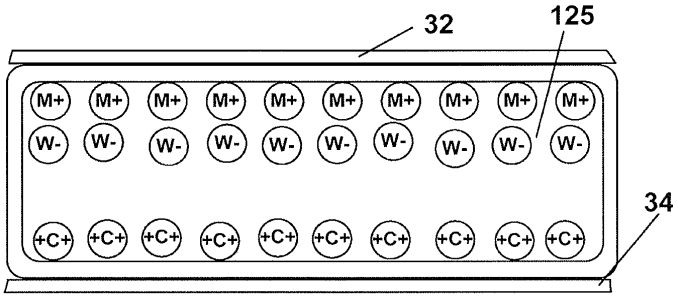
도면2a



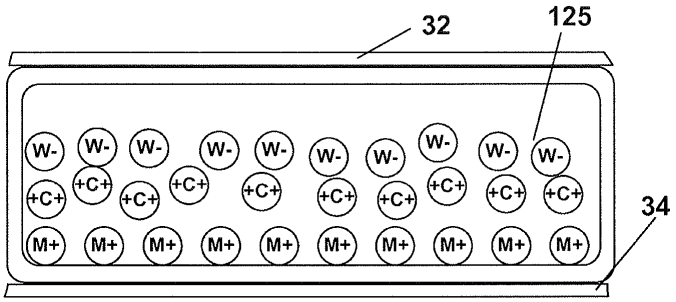
도면2b



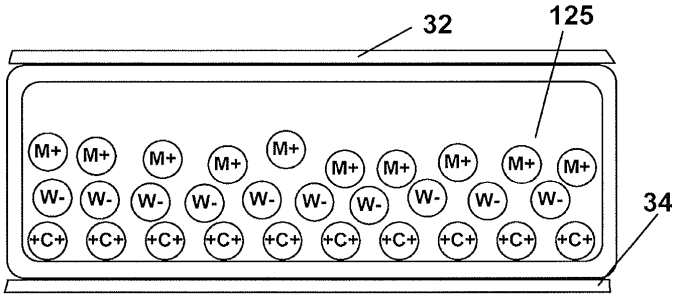
도면2c



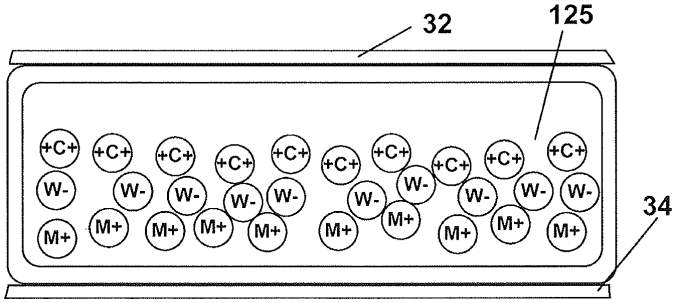
도면2d



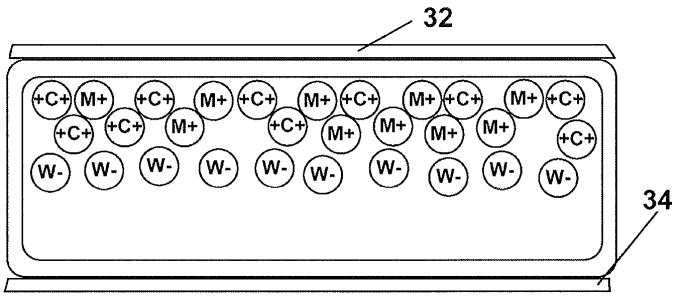
도면2e



도면2f



도면2g



도면2h

