



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월09일

(11) 등록번호 10-2020186

(24) 등록일자 2019년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02F 1/167 (2019.01) G09G 3/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G02F 1/167 (2019.01)

G09G 3/34 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-7004178(분할)

(22) 출원일자(국제) 2013년10월01일

심사청구일자 2019년02월12일

(85) 번역문제출일자 2019년02월12일

(65) 공개번호 10-2019-0018043

(43) 공개일자 2019년02월20일

(62) 원출원 특허 10-2015-7011621

원출원일자(국제) 2013년10월01일

심사청구일자 2016년11월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/062915

(87) 국제공개번호 WO 2014/055551

국제공개일자 2014년04월10일

(30) 우선권주장

13/633,788 2012년10월02일 미국(US)

13/875,145 2013년05월01일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2009116041 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 15 항

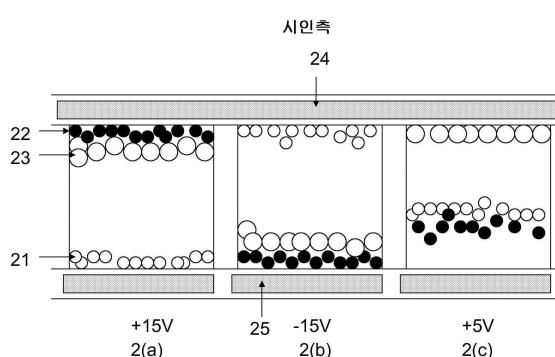
심사관 : 차건숙

(54) 발명의 명칭 컬러 디스플레이 디바이스

### (57) 요 약

본 발명은, 각각의 디스플레이 셀이 고품질 컬러 상태들을 디스플레이할 수 있는 하이라이트 또는 멀티컬러 디스플레이 디바이스에 대한 솔루션을 제공한다. 보다 구체적으로, 제 1 타입의 안료 입자들, 제 2 타입의 안료 입자들 및 제 3 타입의 안료 입자들을 포함하고, 이 입자들 모두가 용매 또는 용매 혼합물에 분산되어 있는 전기 영동 유체가 제공되고, 여기서 제 1 타입의 안료 입자들 및 제 2 타입의 안료 입자들은 반대의 전하 극성을 운반하고; 제 3 타입의 안료 입자들은 제 2 타입의 안료 입자들과 동일한 전하 극성을 갖지만 더 낮은 세기에 있으며; 제 2 타입의 안료 입자들은 임계 전압을 갖는다.

### 대 표 도



(52) CPC특허분류  
G02F 2001/1678 (2019.01)

(72) 발명자

**두 후이**

미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 클라우저 드라  
이브 730

**장 샤오자**

미국 94539 캘리포니아주 프리몬트 갈레고스 테라  
스 725

**린 크레이그**

미국 95131 캘리포니아주 샌호세 이글 포인트 랜딩  
1296

(56) 선행기술조사문현  
US20100165005 A1  
US20120194899 A1  
WO2005047962 A2  
KR1020070082680 A  
US7406228 B2  
US7038670 B2  
US7009756 B2  
US6704133 B2

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제 1 타입의 안료 입자들, 제 2 타입의 안료 입자들 및 제 3 타입의 안료 입자들을 포함하고, 상기 입자들 모두가 용매 또는 용매 혼합물에 분산되어 있는 전기영동 유체로서,

- (a) 상기 제 1 타입의 안료 입자들 및 상기 제 2 타입의 안료 입자들은 반대의 전하 극성을 갖는, 전기영동 유체로서;
- (b) 상기 제 3 타입의 안료 입자들은 상기 제 2 타입의 안료 입자들과 동일한 전하 극성을 갖지만 상기 제 2 타입의 안료 입자들의 5% 내지 30%인 전하 세기를 가지며;
- (c) 상기 제 2 타입의 안료 입자들은 임계 전압을 갖는, 전기영동 유체.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 타입의 안료 입자들 및 상기 제 2 타입의 안료 입자들은 각각 블랙 컬러 및 화이트 컬러로 된, 전기영동 유체.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 타입의 안료 입자들은 비-화이트 및 비-블랙인, 전기영동 유체.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 3 타입의 안료 입자들은 레드, 그린 및 블루로 이루어진 그룹으로부터 선택된 컬러로 된, 전기영동 유체.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 타입의 안료 입자들은 상기 제 1 또는 상기 제 2 타입의 안료 입자들보다 더 큰, 전기영동 유체.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 3 타입의 안료 입자들은 상기 제 1 또는 상기 제 2 타입의 안료 입자들보다 2 내지 50 배 더 큰, 전기영동 유체.

#### 청구항 7

제 1 항에 기재된 전기영동 유체로 채워진 디스플레이 셀들을 포함하는 디스플레이 디바이스로서,

상기 디스플레이 셀들은 공통 전극 층과 픽셀 전극들의 층 사이에 개재되는, 디스플레이 디바이스.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 타입의 안료 입자들의 컬러가 상기 공통 전극에 인접한 시인측에 보여지는 경우, 상기 전기 영동 유체에 대한 상기 제 2 타입의 안료 입자들의 상기 임계 전압과 동일하거나 더 낮은 전압의 인가는 상기 제 1 및 상기 제 2 타입의 안료 입자들이 상기 픽셀 전극들에 인접한 상기 시인측의 반대편에서 혼합되는 동안 상기 제

3 타입의 안료 입자들의 컬러를 상기 시인측에 보여지게 하는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 임계 전압과 동일하거나 더 낮은 상기 전압은 +5V 또는 -5V인, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 디스플레이 셀들은 마이크로캡들인, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 디스플레이 셀들은 마이크로캡슐들인, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 디스플레이 셀들은 상기 픽셀 전극들과 정렬되는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 13

제 7 항에 있어서,

상기 디스플레이 셀들은 상기 픽셀 전극들과 정렬되지 않는, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 14

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 타입의 안료 입자들은 모든 디스플레이 셀들에서 동일한 컬러로 된, 디스플레이 디바이스.

### 청구항 15

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 타입의 안료 입자들은 디스플레이 셀들에서 상이한 컬러들로 된, 디스플레이 디바이스.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 각각의 디스플레이 셀이 고품질 컬러 상태들을 디스플레이할 수 있는 컬러 디스플레이 디바이스, 및 이러한 전기영동 디스플레이용 전기영동 유체에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 컬러 디스플레이를 달성하기 위해, 컬러 필터들이 종종 사용된다. 가장 일반적인 접근법은 픽셀화된 디스플레이의 블랙/화이트 서브-픽셀들의 상부에 컬러 필터들을 부가하여 레드, 그린 및 블루 컬러들을 디스플레이하는 것이다. 레드 컬러가 요망되는 경우, 그린 및 블루 서브-픽셀들이 블랙 상태로 터닝되어 디스플레이되는 유일한 컬러가 레드가 되도록 한다. 블랙 상태가 요망되는 경우, 모든 3 개의 서브-픽셀들이 블랙 상태로 터닝된다. 화이트 상태가 요망되는 경우, 3 개의 서브-픽셀들은 각각 레드, 그린 및 블루로 터닝되고, 결과적으로 화이트 상태가 뷰어에 의해 보여진다.

[0003] 이러한 기법의 단점은, 서브-픽셀들의 각각이 요망되는 화이트 상태의 약 삼분의 일 (1/3) 의 반사율을 갖기 때문에, 화이트 상태가 상당히 흐릿하다는 것이다. 이를 보상하기 위해, 단지 블랙 및 화이트 상태들만을 디스플레이할 수 있는 제 4 서브-픽셀이 부가되어, 레드, 그린 또는 블루 컬러 레벨의 희생으로 화이트 레벨이 배

가 되도록 할 수도 있다 (각각의 서브-픽셀은 픽셀 영역의 단지 사분의 일이다). 화이트 픽셀로부터의 광을 부가함으로써 보다 밝은 컬러들이 달성될 수 있지만, 이것은 색 영역 (color gamut)의 희생으로 달성되어 컬러들이 매우 연해지고 불포화되는 것을 야기시킨다. 3 개의 서브-픽셀들의 컬러 포화 (color saturation)를 감소시킴으로써 유사한 결과가 달성될 수 있다. 이러한 접근법을 이용하더라도, 화이트 레벨은 보통 실질적으로 블랙 및 화이트 디스플레이의 절반 미만이며, 디스플레이 디바이스들, 예컨대 e-리더들 또는 제대로 관독 가능한 블랙-화이트 휴대 및 콘트라스트를 필요로 하는 디스플레이들에 대해 용납할 수 없는 선택을 제공한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

#### 과제의 해결 수단

- [0004] 본 발명은, 각각의 디스플레이 셀이 매우 포화된 컬러 상태들을 디스플레이하지만, 컬러 필터들의 필요성을 제거할 수 있는, 컬러 디스플레이 디바이스에 대한 실현 가능한 솔루션을 제공한다.
- [0005] 보다 구체적으로, 본 발명은 제 1 타입의 안료 (pigment) 입자들, 제 2 타입의 안료 입자들 및 제 3 타입의 안료 입자들을 포함하고, 이 입자들 모두가 용매 또는 용매 혼합물에 분산되어 있는 전기영동 유체에 관한 것이고,
- [0006] (a) 제 1 타입의 안료 입자들 및 제 2 타입의 안료 입자들은 반대의 전하 극성을 운반하고;
- [0007] (b) 제 3 타입의 안료 입자들은 약하게 하전되며;
- [0008] (c) 3 개 타입들의 안료 입자들은 상이한 레벨들의 임계 전압, 또는 상이한 레벨들의 이동성 (mobility), 또는 양자 모두를 갖는다.
- [0009] 일 실시형태에서, 제 1 타입의 안료 입자들 및 제 2 타입의 안료 입자들은 각각 블랙 컬러 및 화이트 컬러이다.
- [0010] 일 실시형태에서, 제 3 타입의 안료 입자들은 비-화이트 및 비-블랙이다.
- [0011] 일 실시형태에서, 제 3 타입의 안료 입자들은 레드, 그린 및 블루, 옐로우, 시안 및 마젠타로 이루어진 그룹으로부터 선택된 컬러이다.
- [0012] 일 실시형태에서, 3 개 타입들의 안료 입자들은 상이한 레벨들의 임계 전압을 갖는다. 제 1 타입 및 제 2 타입의 입자들 중 하나는 임계 전압을 가질 수도 있다. 제 3 타입의 입자들은 제 1 또는 제 2 타입의 입자들보다 더 클 수도 있다. 제 3 타입의 입자들은 제 1 또는 제 2 타입의 입자들보다 약 2 내지 약 50 배 더 클 수도 있다. 제 3 타입의 입자들은 임계 전압을 갖는 타입의 입자들과 동일한 전하 극성을 운반할 수도 있다. 제 3 타입의 입자들은 제 1 타입 또는 제 2 타입의 입자들의 전하 세기의 약 50% 미만인 전하 레벨을 가질 수도 있다.
- [0013] 일 실시형태에서, 3 개 타입들의 안료 입자들은 상이한 레벨들의 이동성을 갖는다. 제 1 타입의 안료 입자들의 전하 세기는 제 2 타입의 안료 입자들의 전하 세기의 적어도 약 2 배일 수도 있고, 제 3 타입의 입자들의 전하 세기는 제 2 타입의 입자들의 전하 세기의 약 50% 미만일 수도 있다. 제 3 타입의 입자들은 제 1 또는 제 2 타입의 입자들보다 더 클 수도 있다. 제 3 타입의 입자들은 제 1 또는 제 2 타입의 입자들보다 약 2 내지 약 50 배 더 클 수도 있다.
- [0014] 일 실시형태에서, 본 발명의 유체는 디스플레이 셀들에 채워지고, 공통 전극 층과 픽셀 전극들의 층 사이에 개재된다. 디스플레이 셀들은 마이크로캡들 또는 마이크로캡슐들일 수도 있다.
- [0015] 일 실시형태에서, 디스플레이 셀들은 픽셀 전극들과 정렬된다. 다른 실시형태에서, 디스플레이 셀들은 픽셀 전극들과 정렬되지 않는다.
- [0016] 일 실시형태에서, 제 3 타입의 안료 입자들은 모든 디스플레이 셀들에서 동일한 컬러이다. 다른 실시형태에서, 제 3 타입의 안료 입자들은 디스플레이 셀들에서 상이한 컬러들이다.
- [0017] 일 실시형태에서, 본 발명의 유체는 공통 전극과 픽셀 전극 간의 전압 전위 차에 의해 구동된다. 다른 실시형태에서, 공통 전극 층 및 픽셀 전극에 인가된 전압 전위 차의 적어도 3 개의 상이한 레벨들이 존재한다.

- [0018] 일 실시형태에서, 전기영동 유체로 채워진 디스플레이 셀들을 포함하는 전기영동 디스플레이에 대한 구동 방법으로서, 이 유체는 제 1 타입의 안료 입자들, 제 2 타입의 안료 입자들 및 제 3 타입의 안료 입자들을 포함하고, 이 입자들 모두가 용매 또는 용매 혼합물에 분산되어 있고,
- [0019] (a) 제 1 타입의 안료 입자들 및 제 2 타입의 안료 입자들은 반대의 전하 극성들을 운반하고;
- [0020] (b) 제 3 타입의 안료 입자들은 제 2 타입의 안료 입자들과 동일한 전하 극성을 갖지만 더 낮은 세기에 있으며;
- [0021] (c) 제 2 타입의 안료 입자들은 임계 전압을 갖고,
- [0022] 이 방법은, 제 2 타입의 안료 입자들의 임계 전압 이하인 전압을 인가함으로써, 제 1 타입의 안료 입자들의 컬러 상태로부터 제 3 타입의 안료 입자들의 컬러 상태로 구동시키는 단계를 포함한다.
- [0023] 일 실시형태에서, 인가된 전압은 제 2 타입의 입자들의 극성과 동일한 극성을 갖는다.
- [0024] 일 실시형태에서, 방법은, 디스플레이가 제 1 타입의 안료 입자들의 컬러 상태로 구동되기 전에 셰이킹 (shaking) 과정이 인가되는 단계를 더 포함한다.
- [0025] 일 실시형태에서, 제 3 타입의 입자들의 컬러가 시인측에 보여지는 경우, 제 1 및 제 2 타입의 입자들은 시인측의 반대 측에 모아져서 제 1 타입의 입자들의 컬러와 제 2 타입의 입자들의 컬러 사이의 중간 컬러를 초래한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1 은 본 발명의 전기영동 디스플레이 디바이스를 도시한다.  
 도 2 내지 도 4 는 본 발명의 일 실시형태를 도시한다.  
 도 5 는 본 발명의 대안의 실시형태를 도시한다.  
 도 6 은 디스플레이 셀들이 픽셀 전극들과 각각 정렬 또는 비정렬되는 2 개의 옵션들을 나타낸다.  
 도 7 은 본 발명의 풀 (full) 컬러 디스플레이가 실현되는 방법을 나타낸다.  
 도 8 은 셰이킹 (shaking) 과정의 일 예를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명자들은 컬러 디스플레이들에 대한 새로운 아키텍처를 제안해 왔다.
- [0028] 본 발명의 전기영동 유체는 유전 용매 또는 용매 혼합물에 분산된 3 개 타입들의 안료 입자들을 포함한다. 설명의 용이성을 위해, 3 개 타입들의 안료 입자들은 도 1 에 도시된 바와 같이, 화이트 입자들 (11), 블랙 입자들 (12) 및 발색 입자들 (13) 로 지칭될 수도 있다. 그러나, 본 발명의 범위는 3 개 타입들의 안료 입자들이 가시적으로 대비 컬러들을 갖는 한 임의의 컬러들의 안료 입자들을 광범위하게 포함하는 것으로 이해된다.
- [0029] 디스플레이 유체는 2 개의 전극 층들 사이에 개재된다. 전극 층들 중 하나는 투명한 전극 층 (예를 들어, ITO) 인 공통 전극 (14)이며, 디스플레이 디바이스의 전체 상부 위에 펴져 있다. 다른 전극 층 (15)은 픽셀 전극들 (15a) 의 층이다. 유체에 의해 디스플레이된 컬러 상태는 공통 전극과 픽셀 전극 간에 인가된 전압들에 의해 결정된다.
- [0030] 픽셀 전극들은 미국 특허 제 7,046,228 호에 기재되어 있으며, 그 내용은 그 전체가 참조로서 본원에 포함된다. 픽셀 전극들의 층에 대해 박막 트랜지스터 (TFT) 백플레이너를 이용한 액티브 매트릭스 구동이 언급되어 있지만, 본 발명의 범위는 전극들이 원하는 기능들을 제공하는 한 다른 타입들의 전극 어드레싱을 포함한다는 점에 유의한다.
- [0031] 화이트 입자들 (11) 에 있어서, 이들은 무기 안료, 예컨대  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $ZnO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Sb_2O_3$ ,  $BaSO_4$ ,  $PbSO_4$  등으로부터 형성될 수도 있다.
- [0032] 블랙 입자들 (12) 에 있어서, 이들은 CI 안료 블랙 26 또는 28 등 (예를 들어, 망간 페라이트 블랙 스피넬 또는 구리 크로마이트 블랙 스피넬) 또는 카본 블랙으로부터 형성될 수도 있다.
- [0033] 제 3 타입의 안료 입자들은 레드, 그린, 블루, 마젠타, 시안 또는 옐로우와 같은 컬러일 수도 있다. 이 타입의 입자들에 대한 안료들은 CI 안료 PR 254, PR122, PR149, PG36, PG58, PG7, PB28, PB15:3, PY138, PY150,

PY155 또는 PY20 을 포함할 수도 있지만 이에 한정되지는 않는다. 이들은 통상, 컬러 인텍스 핸드북 "New Pigment Application Technology" (CMC Publishing Co, Ltd, 1986) 및 "Printing Ink Technology" (CMC Publishing Co, Ltd, 1984) 에 설명된 유기 안료들을 사용하였다. 특정의 예들은 Clariant Hostaperm Red D3G 70-EDS, Hostaperm Pink E-EDS, PV fast red D3G, Hostaperm red D3G 70, Hostaperm Blue B2G-EDS, Hostaperm Yellow H4G-EDS, Hostaperm Green GNX, BASF Irgazine red L 3630, Cinquasia Red L 4100 HD, 및 Irgazin Red L 3660 HD; Sun Chemical 프탈로시아닌 블루, 프탈로시아닌 그린, 디아릴리드 엘로우 또는 디아릴리드 AAOT 엘로우 를 포함한다.

[0034] 유체에서의 3 개 타입들의 안료 입자들의 퍼센티지는 변할 수도 있다. 예를 들어, 블랙 입자는 전기영동 유체의 체적비로 약 0.1% 내지 10%, 바람직하게 0.5% 내지 5% 를 차지할 수도 있고; 화이트 입자는 유체의 체적비로 약 1% 내지 50%, 바람직하게 약 5% 내지 15% 를 차지할 수도 있으며; 발색 입자는 유체의 체적비로 약 2% 내지 20%, 바람직하게 4% 내지 10% 를 차지할 수도 있다.

[0035] 스위칭 속도, 이미징 쌍안정 (imaging bistability) 및 신뢰성과 같은 디스플레이 디바이스의 성능을 강화시키기 위해 첨가제들로서 포함되는 다른 입자상 물질이 유체에 존재할 수도 있다.

[0036] 3 개 타입들의 안료 입자들이 분산되는 용매는 투명하고 무색이다. 이것은 바람직하게, 높은 입자 이동성을 위해 약 2 내지 약 30, 바람직하게는 약 2 내지 약 15 범위의 유전율 및 저 점성을 갖는다. 적합한 유전 용매의 예들은 탄화수소들, 예컨대 이소파르 (isopar), 테카히드로나프탈렌 (DECALIN), 5-에틸리덴-2-노르보르넨, 지방유들, 파라핀유, 실리콘 유체들, 방향족 탄화수소들, 예컨대 톨루엔, 크실렌, 페닐크실릴에탄, 도데실벤젠 또는 알킬나프탈렌, 할로겐화 용매들, 예컨대 퍼플루오로테칼린, 퍼플루오로톨루엔, 퍼플루오로크실렌, 디클로로벤조트리플루오라이드, 3,4,5-트리클로로벤조트리플루오라이드, 클로로펜타플루오로-벤젠, 디클로로노난, 또는 펜타클로로벤젠, 및 과불화 용매들, 예컨대 3M Company (미네소타주의 세인트 폴)로부터의 FC-43, FC-70 및 FC-5060, TCI America (오리건주의 포틀랜드)로부터의 폴리(퍼플루오로프로필렌 산화물)과 같은 저분자량 할로겐 함유 폴리머들, Halocarbon Product Corp. (뉴저지주의 리버 에지 (River Edge))로부터의 Halocarbon Oils 과 같은 폴리(클로로트리플루오로-에틸렌), Ausimont로부터의 Galden 또는 DuPont (멜라웨어주)로부터의 Krytox Oils 및 Greases K-Fluid Series 와 같은 퍼플루오로폴리알킬에테르, Dow-corning로부터의 폴리디메틸 실록산계 실리콘 오일 (DC-200) 을 포함할 수도 있다.

[0037] 3 개 타입들 중 2 개의 안료 입자들은 반대 전하 극성을 운반하고, 제 3 타입의 안료 입자들은 약하게 하전된다. 용어 "약하게 하전된다 (slightly charged)" 는 이하의 섹션들에서 정의된다.

[0038] 예를 들어, 블랙 입자들이 양극으로 하전되고 화이트 입자들이 음극으로 하전되면, 발색 안료 입자들은 약하게 하전된다. 다시 말해, 이 예에서, 블랙 및 화이트 입자들에 의해 운반된 전하는 발색 입자들에 의해 운반된 전하보다 더욱 더 강하다.

[0039] 또한, 약한 전하를 운반하는 제 3 타입의 입자들은 다른 2 개 타입들의 더 강하게 하전된 입자들 중 어느 하나에 의해 운반된 전하 극성과 동일한 전하 극성을 갖는다.

[0040] 3 개 타입들의 안료 입자들은 가변 사이즈들을 가질 수도 있다. 일 실시형태에서, 3 개 타입들의 안료 입자들 중 하나는 다른 2 개 타입들보다 더 크다.

[0041] 3 개 타입들의 안료 입자들 중에서, 약하게 하전되는 하나의 타입의 입자들이 바람직하게 더 큰 사이즈를 갖는다.

[0042] 예를 들어, 블랙 및 화이트 입자들 양자 모두는 상대적으로 작고 (동적 광 산란을 통해 테스트됨) 그 사이즈들은 약 50 nm 내지 약 800 nm, 더 바람직하게는 약 200 nm 내지 약 700 nm 범위일 수도 있고, 이 예에서 약하게 하전되는 발색 입자들은 블랙 입자들 및 화이트 입자들보다 바람직하게 약 2 내지 약 50 배, 더 바람직하게는 약 2 내지 약 10 배 더 크다.

[0043] 본 발명의 콘텍스트에서 용어 "임계 전압" 은, 안료 입자들을 디스플레이 디바이스의 시인측에 나타나게 하지 않으면서, 안료 입자들의 그룹에 인가될 수도 있는 최대 바이어스 전압으로서 정의된다. 용어 "시인 측 (viewing side)" 은 이미지들이 뷰어들에 의해 보여지는 디스플레이 디바이스의 측을 지칭한다.

[0044] 본 발명에서, 3 개 타입들의 안료 입자들 중 적어도 하나는 테스트를 실행하는 트라이앵글 전압 미만의 임계 전압을 입증할 수도 있다.

- [0045] 임계 전압은 하전된 안료 입자들의 고유 특징이거나 첨가제-유도된 특성이다.
- [0046] 전자의 경우에서, 임계는, 입자들 사이, 또는 입자들과 소정 기판 표면들 사이의 소정 인력에 따라 생성된다. 임계는 또한, 반대로 하전된 입자들의 2 개 타입들의 상호작용에 의해 생성될 수도 있다.
- [0047] 상기에서 지칭된 후자의 경우에서, 임계 전압을 달성하기 위해, 전기영동 유체의 임계 특징을 유도 또는 강화시키는 임계 에이전트가 첨가될 수도 있다. 이 임계 에이전트는, 전기영동 유체의 용매 또는 용매 혼합물에서 가용성이거나 분산 가능하고, 하전된 안료 입자들의 전하와 반대의 전하를 운반하거나 유도하는 임의의 재료일 수도 있다. 임계 에이전트는 인가된 전압의 변화에 민감 또는 둔감할 수도 있다. 용어 "임계 에이전트"는 광범위하게, 염료 또는 안료들, 전해액들 또는 폴리전해액들, 폴리머들, 올리고머들, 계면활성제들, 전하 제어 에이전트들 등을 포함할 수도 있다.
- [0048] 임계 에이전트에 관련된 추가의 정보는 미국특허 제 8,115,729 호에서 발견될 수도 있고, 그 내용은 그 전체가 참조로서 본원에 포함된다.
- [0050] 다음은 본 발명을 예시하는 몇몇 예들이다.
- [0052] 예들
- [0053] 예 1(a)
- [0054] 이 예는 도 2에 설명된다. 블랙 입자들 (22)은 5V의 임계 전압을 갖는 것으로 가정된다. 따라서, 블랙 입자들 (22)은, 인가된 전압 전위 차가 5V 이하인 경우 시인측으로 이동하지 않는다.
- [0055] 화이트 안료 입자들 (21)은 음극으로 하전되는 반면에, 블랙 안료 입자들 (22)은 양극으로 하전되고, 이 안료 입자들의 양자 모두의 타입은 발색 입자들 (23) 보다 더 작다.
- [0056] 발색 입자들 (23)은 임계 전압을 갖는 블랙 입자들과 동일한 전하 극성을 운반하지만, 약하게 하전된다. 용어 "약하게 하전된다"는, 그 입자들의 전하 레벨이 블랙 또는 화이트 입자들의 전하 세기의 약 50% 미만, 바람직하게는 약 5% 내지 약 30%인 것을 지칭한다. 결과적으로, 블랙 입자들은, 인가된 전압 전위가 블랙 입자들의 임계 전압보다 더 높은 경우 그들이 운반하는 더 강한 전하 세기 때문에 발색 입자들 (23) 보다 더 빠르게 이동한다.
- [0057] 도 2(a)에서, 인가된 전압 전위는 +15V이다. 이 경우, 화이트 입자들 (21)은 픽셀 전극 (25)에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 블랙 입자들 (22) 및 발색 입자들 (23)은 공통 전극 (24)에 또는 그 근처에 있도록 이동한다. 결과적으로, 블랙 컬러가 시인측에 보여진다. 발색 입자들 (23)은 공통 전극 (24)을 향해 이동하지만, 그 낮은 전하 세기 및 큰 사이즈 때문에 발색 입자들은 블랙 입자들보다 더 느리게 이동한다.
- [0058] 도 2(b)에서, -15V의 전압 전위 차가 인가되는 경우, 화이트 입자들 (21)은 공통 전극 (24)에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 블랙 입자들 및 발색 입자들은 픽셀 전극 (25)에 또는 그 근처에 있도록 이동한다. 결과적으로, 화이트 컬러가 시인측에 보여진다.
- [0059] 발색 입자들 (23)은, 그들이 또한 양극으로 하전되기 때문에 픽셀 전극을 향해 이동한다. 그러나, 그 낮은 전하 세기 및 더 큰 사이즈 때문에, 발색 입자들은 블랙 입자들보다 더 느리게 이동한다.
- [0060] 도 2(c)에서, 인가된 전압 전위 차는 +5V로 변했다. 이 경우, 음극으로 하전된 화이트 입자들 (21)은 픽셀 전극 (25)을 향해 이동한다. 블랙 입자들 (22)은, 그 임계 전압이 5V이기 때문에 약간 이동한다. 발색 입자들 (23)이 중요한 임계 전압을 갖지 않는다는 사실 때문에, 이들은 공통 전극 (24)에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 결과적으로 발색 입자들의 컬러가 시인측에 보여진다.
- [0061] 도 2(b)에서의 화이트 컬러 상태로부터 도 2(c)에서의 발색 상태로의 구동은 다음과 같이 요약될 수도 있다:
- [0062] 전기영동 유체로 채워진 디스플레이 셀들을 포함하는 전기영동 디스플레이에 대한 구동 방법으로서, 전기영동 유체는 제 1 타입의 안료 입자들, 제 2 타입의 안료 입자들 및 제 3 타입의 안료 입자들을 포함하고, 이를 모두가 용매 또는 용매 혼합물에 분산되어 있으며,
- [0063] (a) 제 1 타입의 안료 입자들 및 제 2 타입의 안료 입자들은 반대의 전하 극성을 운반하고;
- [0064] (b) 제 3 타입의 안료 입자들은 제 2 타입의 안료 입자들과 동일한 전하 극성을 갖지만 더 낮은 세기에 있으며;
- [0065] (c) 제 2 타입의 안료 입자들은 임계 전압을 갖고,

- [0066] 이 방법은, 제 2 타입의 안료 입자들의 임계 전압과 동일하거나 더 낮은 전압을 인가함으로써 제 1 타입의 안료 입자들의 컬러 상태로부터 제 3 타입의 안료 입자들의 컬러 상태로 구동하는 것을 포함한다.
- [0067] 이 방법에서, 도 2 에 도시된 바와 같이, 제 1 타입의 안료 입자들 (21) 은 화이트 컬러이고; 제 2 타입의 안료 입자들 (22) 은 블랙 컬러이며; 제 3 타입의 안료 입자들 (23) 은 레드 컬러이다.
- [0068] 제 3 타입의 안료 입자들의 컬러 상태, 즉 레드 (도 2(c) 참조) 로 디스플레이를 구동시키기 위해, 방법은 제 1 타입의 안료 입자들의 컬러 상태, 즉 화이트 (도 2(b) 참조) 로부터 시작한다.
- [0069] 도 2(b) 에서, 제 1 타입의 안료 입자들 (즉, 화이트) 은 공통 전극 (24) 에 또는 그 근처에 있고, 제 2 및 제 3 타입들의 안료 입자들 (즉, 블랙 및 레드) 은 픽셀 전극 (25) 에 또는 그 근처에 있다. 제 2 타입의 안료 입자들 (즉, 블랙) 의 임계 전압과 동일하거나 더 낮은 전압이 인가되는 경우, 제 1 타입의 안료 입자들 (즉, 화이트) 은 하방으로 푸시되고; 제 3 타입의 안료 입자들 (즉, 레드) 은 공통 전극 (24) 을 향해 상방으로 이동하여 시인측에 도달하며; 제 2 타입의 안료 입자들 (즉, 블랙) 은 그들의 임계 전압 때문에 간신히 이동한다.
- [0070] 이 시나리오에서, 제 3 타입의 입자들의 컬러가 시인측에 보여지는 경우, 다른 2 개 타입들의 입자들은 비-시인측 (시인측의 반대 측) 에서 혼합될 수도 있어, 제 1 타입의 입자의 컬러와 제 2 타입들의 입자의 컬러 사이의 중간 컬러 상태를 초래한다. 제 1 및 제 2 타입들의 입자들이 블랙 및 화이트이고, 제 3 타입의 입자들이 레드이면, 도 2(c) 에서, 레드 컬러가 시인측에 보여지는 경우 그레이 컬러가 비-시인측에 보여진다.
- [0071] 도 2(c) 의 시나리오에서, 구동 방법은 컬러 휘도 (즉, 블랙 입자들이 보여지는 것을 방지) 및 컬러 순도 (즉, 화이트 입자들이 보여지는 것을 방지) 양자 모두를 확보할 것이다. 그러나, 실제로 이 원하는 결과는, 입자 사이즈 분포, 입자 전하 분포 및 다른 팩터들을 포함하는 다양한 이유들에 대해 제어하는 것이 어렵다.
- [0072] 이것에 대한 하나의 솔루션은, 제 1 타입의 안료 입자들 (즉, 화이트) 의 컬러 상태로부터 제 3 타입의 안료 입자들 (즉, 레드) 의 컬러 상태로 구동하기 전에, 셰이킹 파형 (shaking waveform) 을 사용하는 것이다. 셰이킹 파형은 많은 사이클들 동안 반대의 구동 펄스들의 쌍을 반복하는 것으로 이루어진다. 예를 들어, 셰이킹 파형은 20 msec 동안 +15V 펄스 및 20 msec 동안 -15V 펄스로 이루어질 수도 있고, 이러한 펄스들의 쌍이 50 회 동안 반복된다. 이러한 셰이킹 파형의 총 시간은 2000 msec 이다 (도 8 참조).
- [0073] 실제로, 적어도 10 회의 반복들 (즉, 양극 및 음극 펄스들의 10 개의 쌍들) 이 존재할 수도 있다.
- [0074] 셰이킹 파형은, 구동 전압이 인가되기 전에 광학 상태 (블랙, 화이트 및 레드) 에 관계 없이 디스플레이에 인가될 수도 있다. 셰이킹 파형이 인가된 후에, 광학 상태는 순 화이트, 순 블랙 또는 순 레드가 아닐 것이다. 대신에, 컬러 상태는 3 개 타입들의 안료 입자들의 혼합물로부터일 것이다.
- [0075] 전술된 방법에 있어서, 셰이킹 파형은, 디스플레이가 제 1 타입의 안료 입자들의 컬러 상태 (즉, 화이트) 로 구동되기 전에 인가된다. 이 추가된 셰이킹 파형으로, 화이트 상태가 셰이킹 파형이 없는 것과 동일하게 측정 가능하더라도, 제 3 타입의 안료 입자들의 컬러 상태 (즉, 레드) 는 컬러 휘도 및 컬러 순도 양자 모두에 대해 셰이킹 파형이 없는 것보다 상당히 더 좋을 것이다. 이것은 레드 입자들로부터의 화이트 입자들 뿐만 아니라 레드 입자들로부터의 블랙 입자들의 더 좋은 분리의 표시이다.
- [0076] 셰이킹 파형에서의 구동 펄스의 각각은 풀 블랙 상태로부터 풀 화이트 상태로에 필요한 구동 시간의 50% 를 초과하지 않는 (또는 30%, 10% 또는 5% 를 초과하지 않는) 동안 적용된다. 예를 들어, 풀 블랙 상태로부터 풀 화이트 상태로 또는 그 반대로 디스플레이 디바이스를 구동시키기 위해 300 msec 가 걸린다면, 셰이킹 파형은 양극 및 음극 펄스들로 이루어질 수도 있고, 각각은 150 msec 이하 동안 인가된다. 실제로, 펄스들이 더 짧아지는 것이 바람직하다.
- [0077] 예 1(b)
- [0078] 도 3 에 설명된 바와 같은 대안의 설계에서, 화이트 입자들 (31) 은 5V 의 임계 전압을 갖는 것으로 가정된다. 따라서, 화이트 입자들 (31) 은 인가된 전압 전위 차가 5V 이하인 경우 시인측으로 이동하지 않을 것이다.
- [0079] 화이트 안료 입자들 (31) 은 음극으로 하전되는 한편, 블랙 안료 입자들 (32) 은 양극으로 하전되고, 양자 모두의 타입들의 안료 입자들은 발색 입자들 (33) 보다 더 작다.
- [0080] 발색 입자들 (33) 은, 임계 전압을 갖는 화이트 입자들과 같이 동일한 전하 극성을 운반하지만, 약하게 하전된다. 용어 "약하게 하전된다" 는 상기 예 1(a) 에서 정의된 바와 같다. 결과적으로, 화이트 입자들은,

인가된 전압 전위가 화이트 입자들의 임계 전압보다 더 높은 경우 그들이 운반하는 더 강한 전하 세기 때문에 발색 입자들 (33) 보다 더 빠르게 이동한다.

[0082] 도 3(a) 에서, 인가된 전압 전위는  $-15V$  이다. 이 경우, 블랙 입자들 (32) 은 퍽셀 전극 (35) 에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 화이트 입자들 (31) 및 발색 입자들 (33) 은 공통 전극 (34) 에 또는 그 근처에 있도록 이동한다. 결과적으로, 화이트 컬러가 시인측에 보여진다. 발색 입자들 (33) 은 공통 전극 (34) 을 향해 이동하지만, 그 낮은 전하 세기 및 더 큰 사이즈 때문에, 발색 입자들은 화이트 입자들보다 더 느리게 이동한다.

[0083] 도 3(b) 에서,  $+15V$  의 전압 전위 차가 인가되는 경우, 화이트 입자들 (31) 은 퍽셀 전극 (35) 에 또는 그 근처에 있도록 이동하고 블랙 입자들은 공통 전극 (34) 에 또는 그 근처에 있도록 이동한다. 결과적으로, 블랙 컬러가 시인측에 보여진다.

[0084] 발색 입자들 (33) 은 그들이 또한 음극으로 하전되기 때문에 퍽셀 전극을 향해 이동한다. 그러나, 그 낮은 전하 세기 및 더 큰 사이즈 때문에, 발색 입자들은 화이트 입자들보다 더 느리게 이동한다.

[0085] 도 3(c) 에서, 인가된 전압 전위 차는  $-5V$  로 변경되었다. 이 경우, 양극으로 하전된 블랙 입자들 (32) 은 퍽셀 전극 (35) 을 향해 이동한다. 화이트 입자들 (32) 은 그 임계 전압이  $5V$  이기 때문에 약간 이동한다. 발색 입자들 (33) 이 중요한 임계 전압을 갖지 않는다는 사실로 인해, 이 입자들은 공통 전극 (34) 에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 결과적으로 발색 입자들의 컬러가 시인측에 보여진다.

#### 예 1(c)

[0088] 도 4 에 도시된 바와 같이, 임계 전압을 갖도록 발색 입자들을 갖는 것이 또한 가능하다. 이 경우, 발색 입자들 (43) 은 인가된 전압 전위 차가  $5V$  이하인 경우 시인측으로 이동하지 않을 것이다.

[0089] 블랙 안료 입자들 (42) 은 음극으로 하전되는 한편, 발색 안료 입자들 (43) 은 양극으로 하전되고, 양자 모두의 타입들의 안료 입자들은 화이트 입자들 (41) 보다 더 작다.

[0090] 화이트 입자들 (41) 은, 임계 전압을 갖는 발색 입자들과 동일한 전하 극성을 운반하지만, 약하게 하전된다. 용어 "약하게 하전된다" 는 상기 예 1(a) 에서 정의된 바와 같다. 결과적으로, 발색 입자들은, 인가된 전압 전위가 발색 입자들의 임계 전압보다 더 높은 경우 그들이 운반하는 더 강한 전하 세기 때문에 화이트 입자들 (41) 보다 더 빠르게 이동한다.

[0091] 도 4(a) 에서, 인가된 전압 전위는  $+15V$  이다. 이 경우, 블랙 입자들 (42) 은 퍽셀 전극 (45) 에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 발색 입자들 (43) 및 화이트 입자들 (41) 은 공통 전극 (44) 에 또는 그 근처에 있도록 이동한다. 결과적으로, 발색 입자들의 컬러가 시인측에 보여진다. 화이트 입자들 (41) 은 공통 전극 (44) 을 향해 이동하지만, 그 낮은 전하 세기 및 더 큰 사이즈 때문에, 화이트 입자들은 발색 입자들보다 더 느리게 이동한다.

[0092] 도 4(b) 에서,  $-15V$  의 전압 전위 차가 인가되는 경우, 발색 입자들 (43) 은 퍽셀 전극 (45) 에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 블랙 입자들은 공통 전극 (44) 에 또는 그 근처에 있도록 이동한다. 결과적으로, 블랙 컬러가 시인측에 보여진다.

[0093] 화이트 입자들 (41) 은 그들이 또한 양극으로 하전되기 때문에 퍽셀 전극을 향해 이동한다. 그러나, 그 낮은 전하 세기 및 더 큰 사이즈 때문에, 화이트 입자들은 발색 입자들보다 더 느리게 이동한다.

[0094] 도 4(c) 에서, 인가된 전압 전위 차는  $+5V$  로 변경되었다. 이 경우, 음극으로 하전된 블랙 입자들 (42) 은 퍽셀 전극 (45) 을 향해 이동한다. 발색 입자들 (43) 은 그 임계 전압이  $5V$  이기 때문에 약간 이동한다. 화이트 입자들 (41) 이 중요한 임계 전압을 갖지 않는다는 사실로 인해, 이 입자들은 공통 전극 (44) 에 또는 그 근처에 있도록 이동하고, 결과적으로 화이트 컬러가 시인측에 보여진다.

[0095] 본 발명의 대안의 실시형태에서, 모든 3 개 타입들의 안료 입자들은 상이한 레벨들의 전하 세기를 갖고, 따라서 상이한 레벨들의 이동성을 갖는다.

[0096] 예를 들어, 제 1 및 제 2 타입들의 입자들은 반대의 전하 극성을 운반하고, 제 1 타입의 입자들의 전하 세기는 제 2 타입의 입자들의 전하 세기의 적어도 약 2 배, 바람직하게는 약 3 내지 약 15 배이고, 그 반대의 경우도 마찬가지다. 제 3 타입의 입자들의 전하 세기는, 어느 쪽이든 더 낮은 전하 세기를 갖는 제 1 또는 제 2 타입의 입자들의 전하 세기의 약 50% 미만, 바람직하게는 약 5% 내지 약 30% 이다. 특정 예에서, 블랙 입자

들이 화이트 입자들의 2 배의 전하 세기를 가지면, 발색 입자들은 화이트 입자들의 50% 미만의 전하 세기를 가질 수도 있다.

[0097] 최소 전하 세기를 운반하는 입자들은 바람직하게, 다른 2 개 타입들의 입자들보다 더 크다.

[0098] 상이한 레벨들의 전하 세기로 인해, 3 개 타입들의 안료 입자들은 상이한 레벨들의 이동성을 가질 것이다. 전하 세기가 더 높을 수록, 입자들이 더 빠르게 이동한다. 다음의 예는 본 발명의 이 실시형태를 설명한다.

## [0100] 예 2

[0101] 이 예는 도 5 에 도시된다. 블랙 입자들 (52) 의 전하 세기는 화이트 입자들 (51) 의 전하 세기의 2 배이고, 따라서 블랙 입자들은 화이트 입자들보다 2 배 더 빠르다는 것을 가정한다. 발색 입자들 (53) 은 화이트 입자들의 전하 세기의 50% 미만인 전하 세기를 갖는다.

[0102] 따라서, 블랙 입자들이 공통 전극과 픽셀 전극 간의 거리 ("d") 를 이동하는데 구동 시간,  $t$  가 걸리면, 동일한 거리,  $d$  를 이동하는데 화이트 입자들에 대해서는  $2t$  및 발색 입자들에 대해서는 적어도  $4t$  가 걸린다.

[0103] 또한, 블랙 입자들은 양극으로 하전되고, 화이트 입자들은 음극으로 하전된다. 발색 입자들은 최고 세기를 갖는 입자들, 즉 이 경우에서 블랙 입자들과 동일한 전하 극성을 운반한다.

[0104] 도 5(a) 에서, 음극 전압 전위가 공통 전극 (54) 및 픽셀 전극 (55) 에 인가되는 경우,  $2t$  의 구동 시간 후에, 화이트 안료 입자들 (51) 은 공통 전극 (즉, 시인측) 에 또는 그 근처에 있을 것이고, 블랙 안료 입자들 (52) 은 픽셀 전극에 또는 그 근처에 있을 것이다. 결과적으로, 화이트 컬러 상태가 보여진다. 발색 입자들 (53) 은, 그 큰 사이즈 및 더 낮은 전하 세기/더 낮은 이동성으로 인해, 이들은 약간 이동할 것이다. 또한, 발색 입자들이 양극으로 하전되기 때문에, 이들은 픽셀 전극 (55) 을 향해 이동할 것이다.

[0105] 도 5(b) 에서, 양극 전압 전위가 공통 전극 (54) 및 픽셀 전극 (55) 에 인가되는 경우,  $2t$  의 구동 시간 후에, 블랙 안료 입자들 (52) 은 공통 전극에 또는 그 근처에 있을 것이고, 화이트 안료 입자들 (51) 은 픽셀 전극에 또는 그 근처에 있을 것이다. 결과적으로, 블랙 컬러 상태가 보여진다.

[0106] 그 낮은 전하 세기 및 낮은 이동성 때문에, 발색 입자들은 간신히 이동한다. 블랙 및 발색 입자들이 동일한 전하 극성을 운반하는 한편, 블랙 입자들은 그 더 높은 전하 세기 및 더 작은 사이즈 때문에 공통 전극에 더 가깝도록 이동할 것이다.

[0107] 도 5(c) 의 단계 전에, 화이트 입자들은 픽셀 전극 (55) 에 또는 그 근처에 있고, 블랙 및 발색 입자들은 공통 전극 (54) 에 또는 그 근처에 있는 것이 바람직하다. 도 5(c) 에서, 음극 전압 전위가 공통 전극 (54) 및 픽셀 전극 (55) 사이에 인가되는 경우,  $t$  의 구동 시간 후에, 하부의 화이트 입자들 (51) 은 공통 전극과 픽셀 전극 사이의 영역, 대략 중간-레벨로 이동하는 한편, 블랙 입자들 (52) 은 픽셀 전극에 또는 그 근처에 있도록 전체 거리,  $d$  를 이동할 것이다. 발색 입자들은 하방으로 단거리를 이동할 것이지만, 공통 전극에 여전히 더 가깝다. 결과적으로, 발색 입자들 (53) 의 컬러가 시인측에 보여진다.

[0108] 이 예에 도시된 바와 같이, 3 개의 광학 상태들 간의 스위칭은 따라서 구동 시간 프레임, 구동 진폭 또는 양자 모두를 제어함으로써 달성될 수 있다.

[0109] 이 예에서 더 크고 더 느리게 이동하는 입자들은 발색 입자들이다. 그러나, 필요성들에 따라 설계들이 변할 수도 있다. 또한, 블랙 또는 화이트 입자들을 더 크고 더 느리게 이동하는 입자들로 만드는 것이 가능하다.

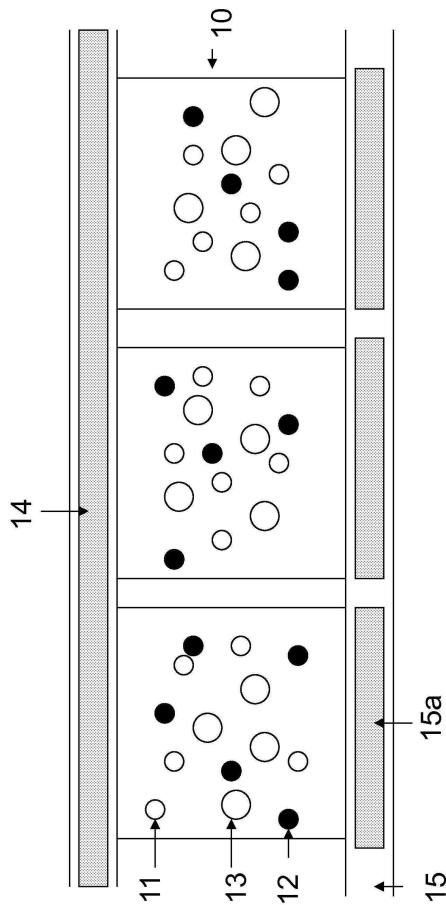
[0110] 전기영동 디스플레이 디바이스에서 전기영동 유체는 디스플레이 셀들에 채워진다. 디스플레이 셀들은 미국 특허 제 6,930,818 호에 설명된 바와 같은 마이크로캡들일 수도 있고, 이 특허의 내용은 그 전체가 참조로서 본 원에 포함된다. 디스플레이 셀들은 또한, 그들의 형상들 또는 사이즈들에 관계없이, 다른 타입들의 마이크로-콘테이너들, 예컨대 마이크로캡슐들, 마이크로채널들 또는 등가물들일 수도 있다. 이들 모두는 본 출원의 범위 내에 있다.

[0111] 본 발명의 일 실시형태에서, 본 전기영동 유체를 이용하는 디스플레이 디바이스는 하이-라이트 디스플레이 디바이스이고, 이 실시형태에서 발색 입자들은 모든 디스플레이 셀들에서 동일한 컬러이다. 각각의 디스플레이 셀은 그러한 하이라이트 디스플레이 디바이스에서의 픽셀이다. 또한, 도 6 에 도시된 바와 같이, 디스플레이 셀들은 픽셀 전극들과 정렬될 수도 있고 (도 6(a) 참조) 또는 픽셀 전극들과 정렬되지 않을 수도 있다 (도 6(b) 참조).

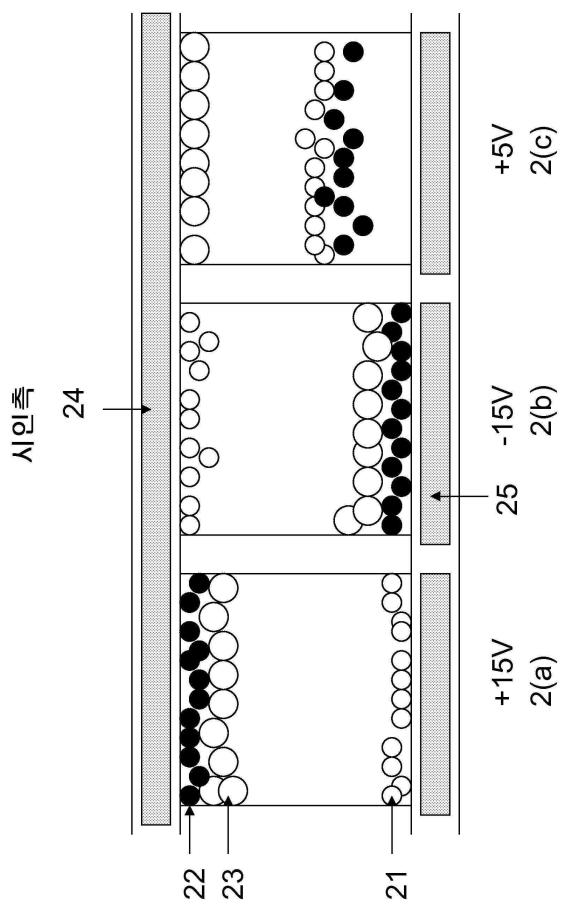
- [0112] 다른 실시형태에서, 본 전기영동 유체를 이용하는 디스플레이 디바이스는 멀티-컬러 디스플레이 디바이스일 수도 있다. 이 실시형태에서, 빨색 입자들은 디스플레이 셀들에서 상이한 컬러들이다. 이 실시형태에서, 디스플레이 셀들 및 픽셀 전극들은 정렬된다.
- [0113] 도 7은 본 발명의 디스플레이 디바이스로 다수의 컬러들이 디스플레이되는 방법을 예시한다. 각각의 디스플레이 셀은 서브-픽셀을 나타내고, 각 픽셀은 3 개의 서브-픽셀들을 갖는다. 각각 서브-픽셀을 나타내는 3 개의 디스플레이 셀들은, 제 3 타입의 안료 입자들이 각각 레드, 그린 및 블루인 본 발명의 전기영동 유체로 채워진다.
- [0114] 도 7(a)에서, 화이트 픽셀이 요망되는 경우, 모든 3 개의 서브-픽셀들은 화이트 컬러 상태로 터닝된다. 도 7(b)에서, 블랙 픽셀이 요망되는 경우, 모든 3 개의 서브-픽셀들은 블랙 컬러 상태로 터닝된다. 도 7(c)에서, 레드 컬러가 요망되는 경우, 서브-픽셀들 중 하나가 레드로 터닝되고, 나머지 2 개의 서브-픽셀들은 최대 컬러 포화를 위해 블랙 상태로 터닝된다. 유사하게, 도 7(d) 및 도 7(e)는 그런 및 블루 컬러들을 각각 디스플레이한다. 대안으로, 도 7(c), 도 7(d) 및 도 7(e)에서, 서브-픽셀들 중 하나가 컬러 상태로 구동되는 한편, 나머지 2 개의 서브-픽셀들은 (컬러 포화의 희생으로) 최대 휘도를 위한 화이트 상태로 구동된다. 추가의 대안으로, 도 7(c), 도 7(d) 및 도 7(e)에서, 서브-픽셀 중 하나는 컬러 상태로 구동되는 한편, 나머지 2 개의 서브-픽셀들은 블랙 및 화이트 상태들로 각각 구동된다.
- [0115] 본 발명은 그 구체적인 실시형태들을 참조하여 설명되었지만, 본 발명의 범위 또는 사상으로부터 벗어나지 않으면서 여러 변화들이 이루어질 수도 있고 등가물들이 치환될 수도 있음은 당업자에 의해 이해되어야 한다. 또한, 특정 상황, 재료들, 조성들, 프로세스들, 프로세스 단계 또는 단계들을 본 발명의 목표 및 범위에 적응시키기 위해 많은 변경들이 이루어질 수도 있다. 이러한 모든 변경들은 본 명세서에 첨부된 청구항들의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.

## 도면

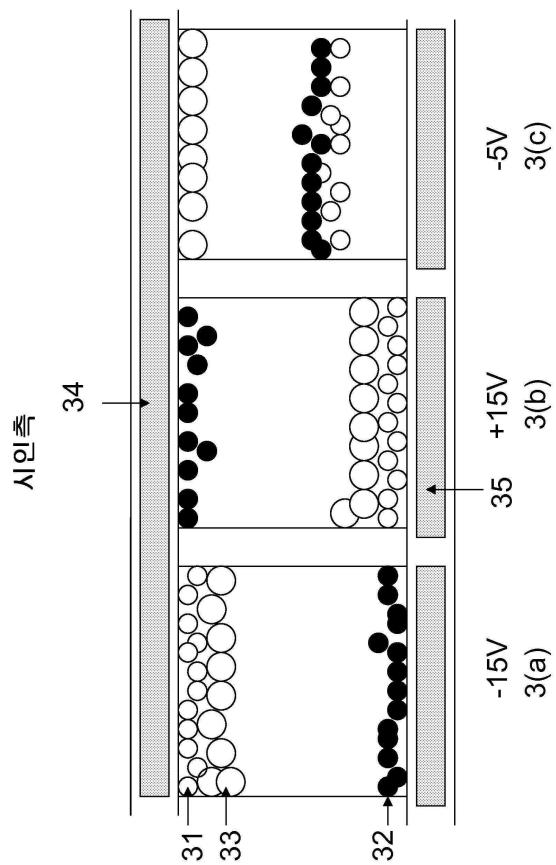
### 도면1



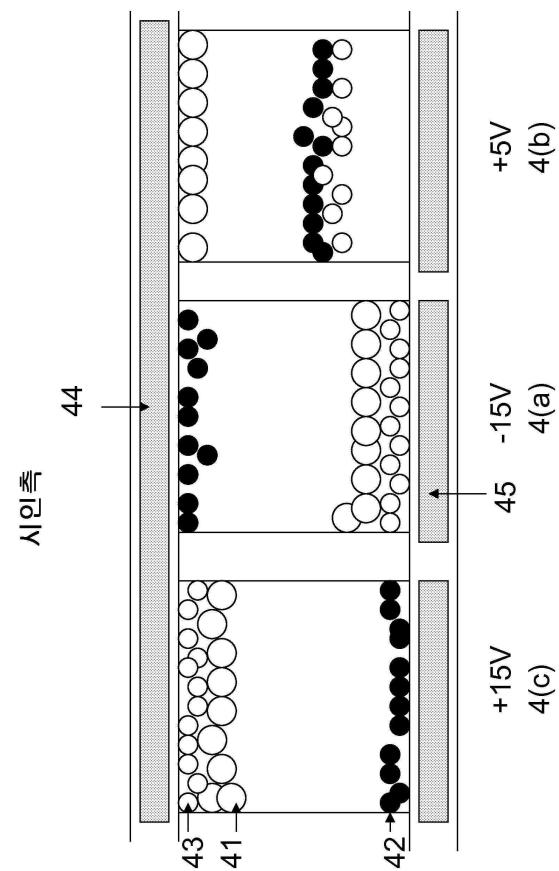
도면2



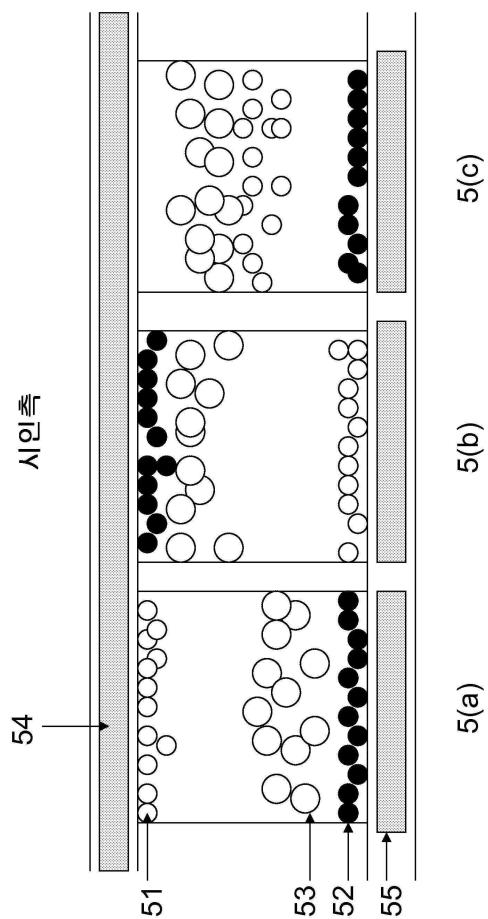
도면3



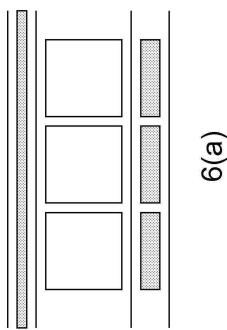
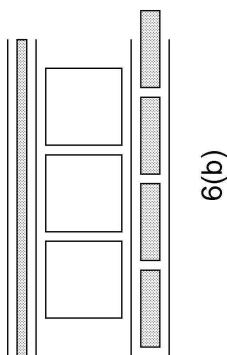
도면4



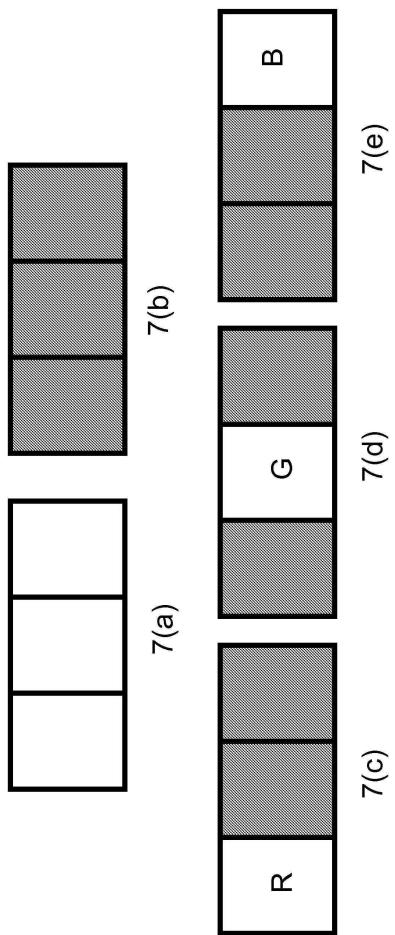
도면5



도면6



도면7



도면8

