



- (51) 국제특허분류:
G02F 1/167 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/001900
- (22) 국제출원일: 2012년 3월 16일 (16.03.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0024369 2011년 3월 18일 (18.03.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 이미지앤머티리얼스 (IMAGE & MATERIALS, INC.) [KR/KR]; 대전광역시 유성구 탑립동 892, 305-510 Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이용의 (LEE, Yong Eui) [KR/KR]; 경기도 성남시 분당구 수내동 양지마을 청구아파트 207 동 205 호, 463-921 Kyounggi-do (KR). 김철환 (KIM, Chul Hwan) [KR/KR]; 대전광역시 서구 탄방동 개나리아파트 103 동 1102 호, 302-765 Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 김권석 (KIM, Kwonseok); 서울특별시 강남구 삼성동 150 번지 진성빌딩 4 층, 135-090 Seoul (KR).

- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

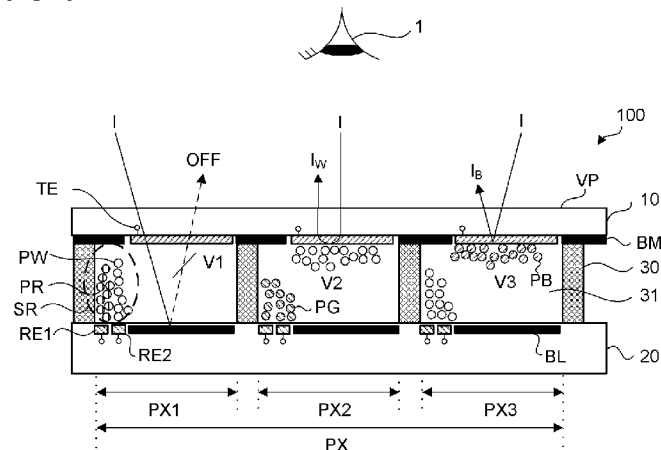
공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: REFLECTIVE MULTI-COLOR ELECTROPHORETIC DISPLAY DEVICE

(54) 발명의 명칭: 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치

[Fig. 1]



(57) Abstract: A reflective multi-color electrophoretic display device according to one embodiment of the present invention comprises: a first substrate which provides a display surface, and a second substrate which opposes said first substrate; a plurality of cavities which are formed between said first and second substrates; transparent fluids which fill said plurality of cavities; color electrophoretic particles which are respectively dispersed in cavities that constitute color sub pixels among said cavities and have colors corresponding to said color sub pixels, and white electrophoretic particles which have an electrophoretic mobility different from that of said color electrophoretic particles; black layers which are the background of said color sub pixels on said second substrate; and a plurality of electrodes which selectively disperse one kind of particle of said electrophoretic particles toward said display surface, or collect all of said electrophoretic particles such that the electrophoretic particles are not seen from said display surface.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치는, 디스플레이면을 제공하는 제 1 기판 및 상기 제 1 기판에 대향하는 제 2 기판; 상기 제 1 및 제 2 기판들 사이에 형성된 복수의 캐비티들; 상기 복수의 캐비티들 내에 충전되는 투명 유체; 상기 캐비티들 중 컬러 서브 픽셀을 구성하는 캐비티에 각각 분산되고 상기 컬러 서브 픽셀에 대응하는 컬러를 갖는 컬러 전기 영동 입자들 및 상기 컬러 전기 영동 입자들과 다른 전기 영동 이동도를 갖는 백색 전기 영동 입자들; 상기 제 2 기판측의 상기 컬러 서브 픽셀들의 배경이 되는 흑색층; 및 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들을 상기 디스플레이면측으로 선택적으로 분산시키거나, 상기 디스플레이면으로부터 보이지 않도록 상기 전기 영동 입자들 모두를 수집하기 위한 복수의 전극들을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 디스플레이 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 액정 디스플레이 장치를 대체하기 위한 정보 디스플레이 장치로서, 전기 영동 방식(electrophoresis), 통전변색 방식(electro-chromic) 또는 이색 입자 회전 방식(dichroic particles rotary method)과 같은 기술을 이용한 디스플레이 장치가 제안되어 왔다. 이들 기술들은 종이와 같은 통상의 인쇄 매체에 근접한 넓은 시야각, 낮은 소비 전력 및 메모리 효과와 같은 이점들 때문에 액정 디스플레이 장치를 대체할 수 있는 차세대 디스플레이 장치로서 최근 활발히 연구되고 있다.
- [3] 이들 디스플레이 장치들 중 전기 영동 방식의 디스플레이 장치는 2 개의 전극들 사이에 인가된 전기장에 의해 하전된 입자들이 이동하는 현상을 이용한 장치이다. 상기 입자들은 한 종류의 컬러를 갖거나, 2 종류 이상의 서로 컬러를 가질 수 있다.
- [4] 하나의 서브 픽셀 내에 2 종류 이상의 컬러 입자를 사용하는 경우, 이들 입자들의 극성은 서로 반대인 것이 일반적이지만, 동일한 극성을 갖더라도 전기 영동 이동도의 차이에 의해 독립적으로 제어될 수 있다. 그러나, 서브 픽셀 내에 서로 독립적으로 제어되어야 할 입자들의 종류가 증가할수록 이를 제어하기 위한 전극 구조 및 구동 방법은 극도로 복잡해진다. 특히, 컬러 표현을 위해 픽셀 내의 입자의 종류가 3 이상이 되는 경우, 구동이 복잡해질 뿐만 아니라 컬러 구현을 위한 동작 시간을 감소시키는데에 장애가 된다.
- [5] 한편, 전력 소모를 줄이기 위해 백라이트를 이용하지 않는 반사형 디스플레이 장치에서, 컬러 표현을 위해 컬러 필터가 일반적으로 사용된다. 상기 컬러 필터는 특정 파장의 광만을 투과시키고 나머지 파장은 흡수하는 것에 의해 컬러를 구현하는 것이어서, 대조비와 색재현력을 저하시키는 중요한 요인이 되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 반사형 디스플레이 모드에서 컬러 필터의 사용 없이 2 입자 이하의 시스템만으로 광반사율과 광흡수율을 최적화하여, 구동이 단순하여 동작 속도가 크면서도 선명한 컬러 표시 품질을 구현할 수 있는 멀티 컬러 디스플레이 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 종래의 컬러 필터는 반사형 디스플레이 모드에서 컬러 필터를 투과한 광이

다시 하부 전극으로부터 반사되고, 그 반사된 광이 컬러 필터를 투과하여 컬러 정보가 표시되는 것이기 때문에 필연적으로 휘도가 낮아 우수한 대조비를 얻을 수 없을 뿐만 아니라, 색재현력이 제한된다. 컬러의 구현을 위해 컬러 유체를 사용하는 경우도 투과되는 광과 반사되는 광의 제어가 어려우며, 투과되는 광 때문에 충분한 강도의 반사광을 얻을 수 없을 뿐만 아니라, 배경색을 그대로 표현하지 못하는 문제점이 있다. 이러한 관점에서 하기의 실시예들에서는, 컬러를 구현하기 위해 컬러 전기 영동 입자를 사용하기 때문에, 컬러 필터 또는 컬러 유체에 의해 컬러를 구현하는 디스플레이 장치와 비교시, 컬러 전기 영동 입자의 반사율을 최적화하는 것만으로 우수한 휘도와 색재현력을 확보할 수 있다.

- [8] 또한, 본 발명의 실시예들에서는, 캐비티 내로 투과되어 강도가 약해진 광을 백색 또는 컬러를 표현하는데 활용하지 않고, 모두 소광시켜 실질적으로 캐비티의 광학 상태를 오프시킬 수 있으며, 그에 따라 실질적인 흑색, 즉, "리얼 블랙"의 구현이 가능하다. 한편, 본 발명의 실시예들에 따르면 컬러 전기 영동 입자들의 가색법에 의해 백색 구현을 하지 않고, 컬러 전기 영동 입자들과 구별되어 구동될 수 있는 백색 전기 영동 입자에 의해 독립적으로 백색을 구현함으로써 실질적인 백색, 즉, "리얼 화이트"의 구현이 가능하다.
- [9] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치는, 디스플레이면을 제공하는 제 1 기판 및 상기 제 1 기판에 대향하는 제 2 기판; 상기 제 1 및 제 2 기판들 사이에 형성된 복수의 캐비티들; 상기 복수의 캐비티들 내에 충전되는 투명 유체; 상기 캐비티들 중 컬러 서브 픽셀을 구성하는 캐비티에 각각 분산되고 상기 컬러 서브 픽셀에 대응하는 컬러를 갖는 컬러 전기 영동 입자들 및 상기 컬러 전기 영동 입자들과 다른 전기 영동 이동도를 갖는 백색 전기 영동 입자들; 상기 제 2 기판측의 상기 컬러 서브 픽셀들의 배경이 되는 흑색층; 및 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들을 상기 디스플레이면측으로 선택적으로 분산시키거나, 상기 디스플레이면으로부터 보이지 않도록 상기 전기 영동 입자들 모두를 수집하기 위한 복수의 전극들을 포함한다.
- [10] 상기 컬러 전기 영동 입자들은 상기 컬러 서브 픽셀마다 각각 배치되는 적색, 녹색, 청색, 시안색, 마젠타색, 황색 중 어느 하나의 컬러를 갖는 전기 영동 입자들을 포함할 수 있다. 상기 캐비티는 격벽, 마이크로 캡슐 또는 마이크로 컵 구조를 가질 수 있다. 상기 흑색층은 상기 컬러 서브 픽셀마다 한정된 패턴 또는 이웃하는 적어도 2 이상의 컬러 서브 픽셀들에 걸쳐 연장된 연속된 층일 수도 있다.
- [11] 상기 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치는, 상기 컬러 서브 픽셀 상에 광경로를 개구하는 블랙 매트릭스를 더 포함하며, 상기 블랙 매트릭스는 상기 복수의 전극들 중 적어도 어느 하나와 함께 상기 수집되는 전기 영동 입자들을 위한 입자 저장 영역을 한정할 수 있다.

- [12] 일부 실시예에서, 상기 복수의 전극들은, 상기 캐비티의 상부의 광 경로 상에 배치되는 제 1 전극; 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극 및 제 3 전극을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 디스플레이 장치의 구동시, 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들이 상기 제 1 전극 상에 분산됨으로써 상기 전기 영동 입자들의 정보가 표시되고, 상기 전기 영동 입자들이 상기 제 2 전극과 제 3 전극 상에 수집됨으로써 상기 흑색층에 의해 흑색이 표시될 수 있다. 상기 제 2 전극과 상기 제 3 전극은 상기 흑색층을 사이에 두고 서로 이격 배치될 수도 있다.
- [13] 다른 실시예에서, 상기 복수의 전극들은, 상기 캐비티의 상부의 광 경로 상에 배치되는 제 1 전극, 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극, 및 상기 제 2 전극으로부터 이격되어 상기 광 경로 상에서 상기 흑색층과 중첩되도록 상기 캐비티의 하부 상으로 연장되는 제 3 전극을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 디스플레이 장치의 구동시, 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들이 상기 제 1 전극 상에 분산됨으로써 상기 전기 영동 입자들의 정보가 표시되고, 상기 전기 영동 입자들이 상기 제 2 전극, 및 상기 제 3 전극의 상기 제 2 전극과 인접하는 부분 상에 수집됨으로써 상기 흑색층에 의해 흑색이 표시될 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 흑색층은 상기 제 3 전극의 상부 또는 하부에 배치될 수도 있다. 또한, 상기 제 3 전극은 상기 흑색층에 의해 제공될 수도 있다.
- [14] 또 다른 실시예에서, 상기 복수의 전극들은, 상기 캐비티의 상부의 광 경로 상에 배치되는 제 1 전극, 상기 제 1 전극과 동일 평면 상에서 이격 배치되고 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극, 및 상기 캐비티의 하부에 배치되고 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 3 전극을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 디스플레이 장치의 구동시, 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들이 상기 제 1 전극 상에 분산됨으로써 상기 전기 영동 입자들의 정보가 표시되고, 상기 전기 영동 입자들이 상기 제 2 전극과 제 3 전극 상에 모두 수집됨으로써 상기 흑색층에 의해 흑색이 표시될 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 복수의 전극들은, 상기 제 1 전극과 대향하고, 상기 광 경로 상에서 상기 흑색층과 중첩되도록 상기 캐비티의 하부 상으로 연장되는 제 4 전극을 더 포함할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치를 나타내는 단면도이다.
- [16] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치를 나타내는 단면도이다.
- [17] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치를 나타내는 단면도이다.
- [18] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치를 나타내는 단면도이다.
- [19] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이

장치를 나타내는 단면도이다.

- [20] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치를 나타내는 단면도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [21] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [22] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.
- [23] 또한, 이하의 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이며, 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는" 는 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [24] 또한, 본 명세서에서 사용되는 " ~ 상에" 또는 " ~ 위로" 라는 용어는, 특별한 언급이 없는 한 직접적으로 위에 뿐만 아니라, 그 사이에 다른 층들이 개재되는 경우도 포함한다. 마찬가지로, " ~ 하부에" 또는 " ~ 밑으로"라는 용어도, 특별한 언급이 없는 한 직접적으로 밑에 뿐만 아니라, 그 사이에 다른 층들이 개재되는 경우도 포함한다.
- [25] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [26] 본 명세서에서 제 1, 제 2 등의 용어가 다양한 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들을 설명하기 위하여 사용되지만, 이들 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들은 이들 용어에 의해 한정되어서는 안됨은 자명하다. 이들 용어는 하나의 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 다른 영역, 층 또는 부분과 구별하기 위하여만 사용된다. 따라서, 이하 상술할 제 1 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분은 본 발명의 가르침으로부터 벗어나지 않고서도 제 2 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 지칭할 수 있다.
- [27]
- [28] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치(100)를 나타내는 단면도이다.

- [29] 도 1을 참조하면, 디스플레이 장치(100)는 제 1 기관(10; 본 도면에서는 상부 기관)과 제 1 기관(10)에 대향하는 제 2 기관(20; 본 도면에서는 하부 기관)을 포함한다. 디스플레이면(VP)을 제공하는 상부 기관(10)은 투명 기관일 수 있다. 선택적으로는, 기관들(10, 20)은 수지계 재료로 형성되어 경량의 가요성을 가질 수도 있다.
- [30] 서로 대향하는 기관들(10, 20) 사이에는, 분리 부재인 복수의 격벽들(30)이 배치될 수 있다. 복수의 격벽들(30)에 의해 기관(10, 20) 사이의 공간은, 기관들(10, 20)의 주면에 평행한 방향으로 분할되며, 분할된 작은 공간들에 의해 복수의 캐비티들(V1, V2, V3)이 정의될 수 있다. 각 캐비티(V1, V2, V3)는 단독으로 또는 인접한 다른 하나 이상의 캐비티들과 조합되어, 하나의 컬러 서브 픽셀(PX1, PX2, PX3) 또는 픽셀(PX)을 구성할 수 있다. 도시된 실시예에서는, 캐비티들(V1, V2, V3)이 각각 하나의 컬러 서브 픽셀(PX1, PX2, PX3)을 구성하는 것을 예시한다. 이들 컬러 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3)이 모여 하나의 컬러 픽셀(PX)을 제공할 수 있다. 이들 캐비티들(V1, V2, V3)은 관측자(1)로부터 볼 때 삼각형, 사각형, 오각형, 육각형과 같은 다각형, 또는 원 및 타원 단면을 가질 수 있으며, 스트라이프 및 벌집 모양 등 공지의 다양한 패턴으로 배열될 수 있으며, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [31] 캐비티들(V1, V2, V3)을 정의하는 분리 부재는, 도시된 격벽 구조(30) 이외에, 예를 들면, 공지의 마이크로 캡슐 또는 마이크로 컵 구조일 수도 있다. 이들 격벽들 및 캡슐들은, 예를 들면, 폴리에틸렌, 폴리스틸렌, 폴리카보네이트, 에폭시계 수지, 실리콘계 수지, 멜라민계 수지, 아크릴계 수지, 페놀계 수지와 같은 다양한 고분자 재료를 이용하여 형성될 수 있으며, 실크스크린, 엠보싱 공정, 포토리소그래피, 자외선 조사, 레이저 드릴링 및 에멀전화 공정과 같은 공정을 통하여 제공될 수 있다.
- [32] 캐비티(V1, V2, V3) 내에는 유체(31)가 충전될 수 있다. 유체(31)는 백색 광에 대하여 투명한 유전성 용매이다. 따라서, 유체(31)는 착색을 위한 컬러 안료 또는 염료를 포함하지 않는다. 유체(31)는 유체(31) 내에 분산된 후술하는 입자들(PR, PG, PB, PW)의 전기 영동 이동도를 높이기 위하여 낮은 점성을 가지는 것이 바람직하며, 약 2 내지 30, 바람직하게는, 2 내지 15 사이의 유전 상수를 가질 수 있다. 상기 유전성 용매들은 디카하이드로나프탈렌(decahydronaphthalene: DECALIN), 5-에틸리덴-2-노보텐(5-ethylidene-2-norbornene), 지방성 오일들, 파라핀 오일과 같은 탄화수소와 톨루엔, 크셀렌, 페닐실릴에탄, 도덱스벤젠 또는 알킬나프탈렌과 같은 방향족 탄화수소들과, 퍼플루오로디칼린(perfluorodecalin), 퍼플루오로톨루엔(perfluorotoluene), 퍼플루오록실렌(perfluoroxylene)일 수 있으며, 이들은 예시적일 뿐, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 유체(31) 내에는 전하 조절제(charge-controlling agent), 양이온성 또는 음이온성 계면활성제, 금속 비누, 수지 재료, 금속계 결합제(coupling agent) 및 안정화제(stabilizing agent)와 같은 다양한 기능성 물질들이 더 첨가될 수 있다.

유체(31)는 전술한 액상 유체뿐만 아니라, 공기와 같은 기상 유체일 수도 있으며, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

- [33] 유체(31) 내에는, 컬러 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3)에 대응되는 컬러를 갖는 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)이 분산된다. 예를 들면, 컬러 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3)이 각각 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀인 경우, 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)은 각각 적색, 녹색 및 청색 전기 영동 입자일 수 있다. 이는 예시적이며, 상기 전기 영동 입자들은 시안색, 마젠타색 또는 황색 입자일 수도 있다.
- [34] 이들 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)과 함께 컬러 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3)에는 백색 전기 영동 입자들(PW)이 공통적으로 분산된다. 백색 전기 영동 입자들(PW)은 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)과 구별되어 구동될 수 있도록, 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)의 전기 영동 이동도와 상이한 전기 영동 이동도를 가질 수 있다. 예를 들면, 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)과 백색 전기 영동 입자들(PW)이 서로 다른 극성을 갖거나, 이들이 모두 동일 전기적 극성을 갖더라도 하전량 및/또는 질량이 서로 상이하여 다른 전기 영동 이동도를 가질 수도 있다.
- [35] 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)과 백색 전기 영동 입자들(PW)은 선명한 컬러 구현을 위하여 모두 특정 컬러 파장 대역 또는 전체 가시광선 대역 파장에 대하여 높은 반사성이 요구되는 입자들일 수 있다. 따라서, 상기 반사성 입자들은 디스플레이면(VP) 상에 가까울수록 입자의 반사율을 충분히 활용할 수 있다. 이들 입자들은 안료, 염료, 수지, 또는 이들 중 2 이상의 조합에 의해 형성될 수 있다.
- [36] 디스플레이 장치(100)는 각 컬러 서브 픽셀(PX1, PX2, PX3)마다 배경이 되는 흑색층(BL)을 포함한다. 흑색층(BL)은 제 2 기관(20) 상에 형성될 수 있다. 흑색층(BL)은 컬러 서브 픽셀(PX1, PX2, PX3)마다 한정된 패턴 형상을 가질 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니며, 후술하는 바와 같이 이웃하는 적어도 2 이상의 컬러 서브 픽셀들에 걸쳐 연장된 연속적인 층일 수도 있다(도 3의 BL 참조).
- [37] 흑색층(BL)은 캐비티(V1, V2, V3)를 통하여 전달되는 백색 입사광(I)을 모두 흡수하여, 예를 들면, 적색 서브 픽셀(PX1)에서와 같이, 컬러 서브 픽셀의 광학 상태를 오프(OFF) 상태로 만드는 역할을 한다. 이러한 흑색층(BL)은 공지의 블랙 매트릭스, 예를 들면, 크롬 또는 소정의 입경을 갖는 흑색 안료로 착색된 감광성 수지와 같은 차광성 재료를 포함할 수 있다. 또는, 흑색층(BL)은 흑체와 유사한 넓은 광밴드갭(optical band gap)을 가짐으로써 가시 광선 대역의 광을 흡수할 수 있는 광결정일 수도 있다. 이들 재료들은 예시적이며, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 흑색층(BL)은 가시 광선 대역의 광을 흡수할 수 있는 적합한 재료일 수 있다.
- [38] 디스플레이 장치(100)에서, 흑색층(BL)은 반사성 입자들인 컬러 전기 영동

입자들(PR, PG, PB)과 백색 전기 영동 입자들(PW)과 대조적으로 디스플레이면(VP)로부터 가장 멀리 배치된다. 외부로부터 전달되는 입사광(I)은 캐비티(V1, V2, V3)를 통과하면서 점차 강도가 감소될 것이다. 본 발명의 실시예에서는 이와 같이 강도가 감소되는 광을 컬러를 구현하는데 이용하지 않으며, 흑색층(BL)을 이용하여 실질적으로 소광시킨다. 이러한 특징과 관련된 본 발명의 이점에 관하여는 동작과 관련하여 후술하도록 한다.

- [39] 하부 기판(20)에는, 도시하지는 않았으나, 공지의 구동 부재들, 예를 들면, 복수의 행들 $\times$ 복수의 열들로 이루어진 데이터 라인들과 게이트 라인들, 상기 라인들이 교차되는 영역에 배치되는 복수의 MOS 트랜지스터들을 포함하는 액티브 매트릭스층이 제공될 수 있다. 다른 예로서, 디스플레이 장치(100)의 구동 부재는, 수동 매트릭스 방식의 배선 및 구동 소자, 또는 정적 구동을 위한 세그먼트 방식의 배선 및 구동 소자를 포함할 수도 있다. 상부 기판(10)에도 개별 전극들(TE)이 형성되는 경우, 이를 구동하기 위한 구동 부재들이 형성될 수 있다.
- [40] 상부 기판(10)과 하부 기판(20) 상에는, 컬러 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3)을 구성하는 캐비티들(V1, V2, V3) 내에 분산된 전기 영동 입자들(PR, PG, PB, PW)의 분산 상태를 제어하기 위한 복수의 전극들을 포함할 수 있다. 상기 전극들 중 제1 전극(TE, 상부 전극이라 함)은 캐비티들(V1, V2, V3)의 상부, 예를 들면, 상부 기판(10) 상에 형성되고, 광 경로 상에 배치될 수 있다. 상부 전극(TE)은 전술한 액티브 매트릭스층의 트랜지스터와 같은 스위칭 소자에 의해 연결되어 독립적인 어드레싱이 가능한 개별 전극일 수 있다.
- [41] 다른 실시예에서, 상부 전극(TE)은 인접하는 컬러 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3) 전체에 걸쳐 공유되는 공통 전극일 수 있다(도 2의 CE 참조). 상부 전극(TE)에 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB) 및 백색 전기 영동 입자들(PW) 중 어느 한 종류의 입자들이 분산됨으로써 상기 분산된 전기 영동 입자들에 의해 정보가 표시된다.
- [42] 광 경로 상에 배치되는 상부 전극(TE)은 입사광(I)의 캐비티(V1, V2, V3) 내 전달을 위하여 투명 전극이다. 상기 투명 전극은, 인듐-주석-산화물(Indium-Tin-Oxide; ITO), 불화 주석 산화물(Fluorinated tin Oxide; FTO), 인듐 산화물(indium oxide; IO) 또는 주석 산화물(tin oxide; SnO_2)일 수 있으며, 이는 예시적일 뿐 공지의 다른 투명 재료가 이용될 수도 있다.
- [43] 캐비티들(V1, V2, V3)의 하부, 예를 들면, 제 2 기판(20) 상에는, 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극(RE1)과 제 3 전극(RE2)이 배치될 수 있다. 제 2 전극(RE1)과 제 3 전극(RE2)은 동일 평면 상에서 이격 배치되는 인플레인 전극일 수 있다. 제 2 전극(RE1)과 제 3 전극(RE2)은 개별 전극으로서 전술한 구동 부재들에 연결되어 독립적으로 제어될 수 있다. 이들 전극들(RE1, RE2)에 서로 다른 전압이 인가되어 이들 전극들과 상부 전극(TE)사이 보다, 이들 전극들(RE1, RE2) 사이에 강한 전계가 인가되면, 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB) 및 백색 전기 영동 입자들(PW)이 모두 이들 전극들(RE1, RE2) 상에 수집되어 광 경로가

개방될 수 있다. 그 결과, 흑색층(BL)이 광 경로 상에 노출되어 입사 광(I)이 소광됨으로써 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3)은 OFF된 광학 상태, 즉, 리얼 블랙 정보를 표시한다.

- [44] 도시된 실시예에서, 제 2 전극(RE1)과 제 3 전극(RE2)은 광 경로 상에서 오프셋되어 서로 인접되어 있다. 다른 실시예에서, 제 2 전극(RE1)과 제 3 전극(RE2)은, 도 2의 전극들(RE1, RE2)와 같이, 흑색층(BL)을 사이에 두고 서로 이격 배치될 수도 있다.
- [45] 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 동일 평면 상에 배치될 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들면, 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2)은 하부 전극(DE)과 이격되어 기판들(10, 20)의 주면에 수직하게 연장될 수도 있다. 예를 들면, 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2) 중 적어도 어느 하나는 캐비티들(V1, V2, V3)의 측벽들(30) 상으로 연장되어 배치될 수도 있다. 도시된 실시예에서, 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2)은 각 서브 픽셀들마다 할당되는 것으로 개시되어 있지만, 이는 예시적이며, 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2) 중 어느 하나는 인접하는 다른 서브 픽셀과 공유되는 공통 전극일 수도 있다.
- [46] 일부 실시예에서, 디스플레이 장치(100)는 블랙 매트릭스(BM)를 더 포함할 수 있다. 블랙 매트릭스(BM)는 차광성이 우수한 크롬과 같은 금속, 또는 염료 및/또는 안료를 포함하는 폴리에틸렌, 폴리스티렌과 같은 고분자 수지 재료로 형성될 수 있다. 바람직하게는, 블랙 매트릭스(BM)는 포토리소그래피 공정이 가능한 감광성 수지 조성물일 수도 있다. 그러나, 이들 재료들은 예시적이며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 블랙 매트릭스(BM)는 금속 산화물 및 세라믹과 같은 무기 재료로 형성될 수도 있다.
- [47] 블랙 매트릭스(BM)에 의해 입사광(I)이 전달될 수 있는 캐비티(V1, V2, V3)의 개구 영역이 한정되고, 상기 개구부를 통해 입사광(I)이 캐비티(V1, V2, V3) 내부로 전달될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 제 2 및 제 3 전극들(RE1, RE2) 중 적어도 하나가 블랙 매트릭스(BM)의 하부에 감춰져 노출되지 않을 수 있다. 이 경우, 적색 서브 픽셀(V1)에서와 같이, 캐비티(V1) 내의 모든 입자들은 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2)과 블랙 매트릭스(BM) 사이의 한정된 공간(점선 SR에 의해 둘러싸인 영역)에만 분포될 수 있으며, 이때, 관찰자(1)에게는 전기 영동 입자들(PR, PW)이 보이지 않게 된다. 이러한 관점에서, 본 명세서에서는 상기 공간을 입자 저장 영역이라 지칭한다.
- [48] 상기 입자 저장 영역을 캐비티들(V1, V2, V3) 내에서 국지화하기 위하여, 디스플레이면측(VP)에서 바라본 제 2 및 제 3 전극들(RE2, RE3)의 면적은 흑색층(BL)의 면적에 비하여 작을 수 있다. 그 결과, 캐비티들(V1, V2, V3) 내에서 상기 입자 저장 영역은 격벽(30)에 더욱 가깝도록 제한되고, 그에 따라 블랙 매트릭스(BM)의 폭이 작아지면서 개구율이 증가될 수 있다.
- [49]
- [50] 이하에서는 도 1의 디스플레이 장치(100)의 구동 방법 및 그 이점에 대하여

설명한다. 설명의 편의를 위하여, 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)은 각각 적색, 녹색 및 청색이며, 모두 + 극성을 가지며, 백색 전기 영동 입자(PW)는 - 극성을 가지며, 상부 전극(TE)은 모두 접지되어 있다고 가정한다.

- [51] 제 1 서브 픽셀(PX1)에서, 제 2 전극(RE1)에 - 10 V가 인가되고, 제 3 전극(RE2)에 + 10 V가 인가되면, 입자들(PR, PW)은 캐비티(V1) 내의 입자 저장 영역에 수집될 것이다. 이 경우, 입사광(I)은 캐비티(V1)를 통과하여 흑색층(BL)까지 전달되고, 그에 따라 입사광(I)은 소광되어 적색 서브 픽셀(PX1)의 광학 상태는 OFF가 된다.
- [52] 제 2 서브 픽셀(PX2)에서는, 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2)에 - 10 V가 인가될 수 있다. 이 경우, 백색 전기 영동 입자들(PW)은 상부 전극(TE) 상으로 분산되고, 디스플레이면(VP)에 백색 전기 영동 입자들(PW)이 노출되어 제 2 서브 픽셀(PX2)의 광학 상태는 백색이 된다. 일부 실시예에서, 수집되는 녹색 전기 영동 입자들(PG)의 수집 상태를 입자 저장 영역으로 한정하기 위하여, 제 3 전극(RE2)에 인가되는 전압의 크기는 제 2 전극(RE1)에 인가되는 전압의 크기보다 작을 수도 있다. 예를 들면, 제 3 전극(RE2)에는 - 10V가 인가되고, 제 2 전극(RE1)에는 - 20 V가 인가될 수도 있다.
- [53] 제 3 서브 픽셀(PX3)에서는, 제 2 서브 픽셀(PX2)과 반대로, 제 2 및 제 3 전극(RE1, RE2)에 + 10 V가 인가될 수도 있다. 필요에 따라, 제 3 전극(RE2)에는 + 10 V가 인가되고, 제 2 전극(RE1)에는 + 20 V가 인가될 수도 있다. 이 경우, 청색 전기 영동 입자들(PB)이 상부 전극(TE) 상에 분산되고, 그에 따라, 제 3 서브 픽셀(PX3)의 광학 상태는 청색이 된다.
- [54] 전술한 바와 같은 입자 분포 상태에서, 디스플레이 장치(100)는 관측자(1)에 대하여 소정의 디스플레이 정보, 도시된 실시예에서는 청색을 보여주게 될 것이다. 통상적으로, 컬러 가산법에 있어서, 적색, 녹색 및 청색 전기 영동 입자들만의 반사광으로 완전한 백색을 얻을 수 없다. 이것은 각각의 입자들이 입사광 중 일부만을 반사할 수 있기 때문이며, 이러한 반사광의 조합은 일반적으로 회색이 된다. 그러나, 본 실시예에 따르면, 백색은 백색 전기 영동 입자(PW)에 의해 표시될 수 있으므로, 실질적인 백색(real white, 리얼 화이트)의 구현이 가능하다.
- [55] 또한, 컬러를 나타내는 경우에, 해당 파장에 대한 반사도가 높은 입자들을 사용할 수 있고, 유체(31)에 의한 광흡수가 없도록 청색 서브 픽셀(PX3)과 같이 디스플레이면(VP)에 최대한 가깝게 청색 전기 영동 입자(PB)를 분포시켜 컬러 입자에 의한 최대한의 반사율을 확보하여 컬러를 구현하기 때문에, 우수한 색재현력(gamut)을 얻을 수 있다. 또한, 흑색을 나타내는 경우에, 입사광의 실질적인 소광이 가능하도록, 캐비티를 통과하는 동안 입사광(I)은 그 일부가 캐비티 내에서 흡수되고 광 경로에서 가장 멀리 있는 흑색층(BL)에 의해 최종적으로 흡수됨으로써 실질적인 오프 상태를 구현할 수 있다. 이와 같이, 본 실시예에 따르면, 실질적인 블랙(real black, 리얼 블랙)을 구현할 수 있게 된다.

이와 같이, 본 발명에 따르면, 완전한 백색과 흑색을 구현할 수 있기 때문에 높은 대조비를 갖는 표시 품질을 얻을 수 있다.

- [56] 도시하지는 않았지만, 제 2 및 제 3 전극에 인가되는 전압의 펄스 폭을 제어하여, 디스플레이면(10)으로부터 입자들의 거리를 조절함으로써 컬러의 채도 및 명도를 제어할 수 있을 것이다.
- [57]
- [58] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치(200)를 나타내는 단면도이다. 도시된 구성 요소들 중 도 1의 구성 요소와 동일한 참조 번호를 갖는 구성 요소에 관하여는 모순되지 않는 한 도 1의 해당 개시 사항을 참조할 수 있다.
- [59] 도 2를 참조하면, 디스플레이 장치(200)는 도 1의 디스플레이 장치(100)와 유사하게 제 1 전극(CE)을 포함한다. 제 1 전극(CE)은 공통 전극이지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 도 1의 상부 전극(TE)과 유사한 개별 전극일 수도 있다. 또한, 디스플레이 장치(200)는 도 1의 디스플레이 장치(100)와 동일하게 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극(RE1)을 포함한다. 이러한, 제 2 전극(RE1)은, 전술한 바와 같이 흑색층(BL)을 사이에 두고 이격 배치되는 다른 전극(RE2)과 함께 복수의 구성을 가질 수도 있다. 다른 실시예에서, 다른 전극(RE2)는 생략될 수도 있다.
- [60] 디스플레이 장치(200)는 이러한 제 2 전극(RE1)과 함께 제 2 전극(RE1)으로부터 이격되어 상기 광 경로 상에서 흑색층(BL)과 중첩되도록 캐비티(V1, V2, V3)의 하부 상으로 연장되는 제 3 전극(DE)을 포함한다. 제 3 전극(DE)은 도시된 바와 같이 흑색층(BL)의 상부 상으로 연장될 수 있으며, 이 경우, 제 3 전극(DE)은 투명 전극이다. 일부 실시예에서, 제 3 전극(DE)의 일부는 블랙 매트릭스(BM)와 중첩하도록 블랙 매트릭스(BM)의 하부로 일정한 거리(d)만큼 연장될 수도 있다. 이 경우, 제 3 전극(DE)의 상기 일부와 제 2 전극(RE1) 사이에 강한 전계가 인가되는 경우, 이들 전극에 의해 캐비티내 입자들이 모두 입자 저장 영역으로 수집될 수 있다. 이 경우, 2 개의 전극만으로, 입자들의 저장과 입자들의 수직 유동을 제어할 수 있는 이점이 있다.
- [61] 흑색층(BL)은, 각 서브 픽셀마다 할당되거나, 도 3의 흑색층(BL)과 같이, 도 3의 흑색층(BL)과 유사하게 이웃하는 적어도 2 이상의 컬러 서브 픽셀들에 걸쳐 연장된 연속된 층으로 구현될 수 있다. 그에 따라, 흑색층(BL)에 대한 패터닝 공정이 생략될 수 있다. 다른 실시예에서, 제 3 전극(DE)은 흑색층(BL)의 하부로 연장될 수도 있으며, 이 경우에 제 3 전극(DE)은 투명 전극일 필요는 없다.
- [62]
- [63] 디스플레이 장치(200)의 구동 방법을 설명하기 위하여, 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)은 각각 적색, 녹색 및 청색이며, 모두 + 극성을 가지며, 백색 전기 영동 입자(PW)는 - 극성을 가지며, 상부 전극(TE)은 접지되어 있다고 가정한다.

- [64] 제 1 서브 픽셀(PX1)에서, 제 2 전극(RE1)과 제 3 전극(DE)에 서로 다른 극성의 전압, 각각, - 10 V 및 + 10 V 가 인가되면, 적색 전기 영동 입자들(PR)은 제 2 전극(RE1) 상에 수집되고, 백색 전기 영동 입자들(PW)은 제 3 전극(RE2)의 제 2 전극(RE1)과 인접하는 부분 상에 수집될 수 있다. 도시된 실시예는 다른 제 2 전극(RE2)에도 - 10 V가 인가된 경우를 예시하며, 이 경우, 다른 제 2 전극(RE2) 상에도 적색 전기 영동 입자들(PR)이 수집될 것이다. 결과적으로, 입자들 모두는 입자 저장 영역으로 수집되어, 캐비티(V1) 내에서 광 경로가 개방되고, 그에 따라, 입사광(I)은 흑색층(BL)에 의해 소광되며, 제 1 서브 픽셀(PX1)의 광학 상태는 OFF가 된다.
- [65] 제 2 서브 픽셀(PX2)에서, 제 2 전극(RE1, RE2)과 제 3 전극(DE)에 모두 - 10 V가 인가되면, 입자들(PW, PG)은 도시된 분포 상태를 가질 것이다. 이 경우, 제 2 서브 픽셀(PX2)의 광학 상태는 고품질의 백색이 될 것이다. 유사하게, 제 3 서브 픽셀(PX3)에서, 제 2 전극(RE1, RE2)과 제 3 전극(DE)에 모두 + 10 V가 인가되면, 입자들(PW, PB)은 도시된 분포 상태를 가질 것이다. 이 경우, 제 3 서브 픽셀(PX3)의 광학 상태는 청색이 될 것이다.
- [66] 도 2의 전극 구성에서는, 제 1 전극(CE)과 제 3 전극(DE)이 서로 대향하고 있으므로, 입자들의 수직 유동 제어가 가능하며, 이들 전극들에 인가되는 전압의 펄스 폭을 제어하여 전극들로부터 입자들의 거리를 제어할 수 있으며, 그에 따라, 각 컬러 서브 픽셀의 명도 조절이 가능해 진다.
- [67]
- [68] 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치(300)를 나타내는 단면도이다. 도시된 구성 요소들 중 도 1 및 도 2의 구성 요소와 동일한 참조 번호를 갖는 구성 요소에 관하여는 모순되지 않는 한 전술한 개시 사항을 참조할 수 있다.
- [69] 도 3을 참조하면, 디스플레이 장치(300)는 도 2의 디스플레이 장치(200)와 달리, 흑색층(BL)이 이웃하는 적어도 2 이상의 컬러 서브 픽셀들(PX1, PX2, PX3)에 걸쳐 연장된 연속된 층으로 구현될 수 있다. 입자들의 제어 방법 및 분포에 따른 각 서브 픽셀들의 광학 상태에 관하여는 도 2의 개시 사항을 참조할 수 있다.
- [70]
- [71] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치(400)를 나타내는 단면도이다. 도시된 구성 요소들 중 전술한 구성 요소와 동일한 참조 번호를 갖는 구성 요소에 관하여는 모순되지 않는 한 전술한 개시 사항을 참조할 수 있다.
- [72] 도 4를 참조하면, 디스플레이 장치(400)는 도 2를 참조하여 전술한 제 1 전극(TE), 제 2 전극(RE1, RE2) 및 제 3 전극(DE)을 포함한다. 다만, 디스플레이 장치(400)에 있어서, 입자들의 수집 전극과 수직 유동을 제어하기 위한 제 3 전극(DE)을 흑색층(BL)이 대신하는 점에서 전술한 실시예들과 구별될 수 있다. 이를 위하여, 흑색층(BL)은 도전성을 가질 수 있다. 입자들의 제어 방법 및

분포에 따른 각 서브 픽셀들의 광학 상태에 관하여는 전술한 개시 사항을 참조할 수 있다. 이 경우, 흑색층인 전극(DE)의 일부도 블랙 매트릭스(BM)와 중첩되도록 블랙 매트릭스(BM)의 하부로 연장될 수 있음은 전술한 바와 같다.

[73]

[74] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치(500)를 나타내는 단면도이다. 도시된 구성 요소들 중 전술한 구성 요소와 동일한 참조 번호를 갖는 구성 요소에 관하여는 모순되지 않는 한 전술한 개시 사항을 참조할 수 있다.

[75] 도 5를 참조하면, 디스플레이 장치(500)는 도 1의 디스플레이 장치(100)와 유사하게 캐비티(V1, V2, V3)의 상부의 광 경로 상에 배치되는 제 1 전극(TE1)을 포함한다. 제 1 전극(TE1)은 개별 전극이지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 각 서브 픽셀들이 공유하는 공통 전극일 수도 있다. 또한, 디스플레이 장치(500)는 제 1 전극(TE1)과 동일 평면 상에서 이격 배치되고, 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극(TE2, TE3)을 포함한다. 일부 실시예에서, 제 2 전극(TE2, TE3)은 불투명 전극일 수 있으며, 그에 따라 블랙 매트릭스(BM)를 대체할 수도 있다. 도시된 실시예에서, 제 2 전극(TE2, TE3)은 복수이지만, 이는 예시적이며, 단일 전극일 수도 있다.

[76] 디스플레이 장치(500)는 캐비티(V1, V2, V3)의 하부에 배치되고 광 경로 상에서 오프셋된 제 3 전극(RE1, RE2)을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 제 3 전극(RE1, RE2)은 복수의 개별 전극이지만, 이는 예시적이며, 다른 실시예에서, 제 3 전극은 이들은 서로 연결된 단일 전극일 수도 있다. 제 2 전극(TE2)과 제 3 전극(RE1)은 입자들을 모두 수집하여 캐비티(V1, V2, V3) 내 광 경로를 개방할 수 있으며, 그에 따라 서브 픽셀은 흑색을 표시할 수 있다. 도시하지는 않았지만, 흑색층(BL)은 도 4에서 상술한 바와 같이, 적합한 구동 부재에 연결되어 입자들의 수직 유동을 제어하기 위한 전극층으로서 기능할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[77]

[78] 디스플레이 장치(500)의 구동 방법을 설명하기 위하여, 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)은 각각 적색, 녹색 및 청색이며, 모두 + 극성을 가지며, 백색 전기 영동 입자(PW)는 - 극성을 가지며, 상부 전극(TE)은 접지되어 있다고 가정한다.

[79]

제 1 서브 픽셀(PX1)에서, 제 2 전극(TE2, TE3)과 제 3 전극(RE1, RE2)에 서로 다른 극성의 전압, 각각, + 10 V 및 - 10 V 가 인가되면, 백색 전기 영동 입자들(PW)은 제 2 전극(TE2, TE3) 상에 수집되고, 적색 전기 영동 입자들(PR)은 제 3 전극(RE1, RE2) 상에 수집될 수 있다. 결과적으로, 입자들 모두는 입자 저장 영역으로 수집되어, 캐비티(V1) 내에서 광 경로가 개방되고, 그에 따라, 입사광(I)은 흑색층(BL)에 의해 소광되어, 제 1 서브 픽셀(PX1)의 광학 상태는 OFF가 된다.

[80] 제 2 서브 픽셀(PX2)에서, 제 1 전극(TE1)에 + 10 V 가 인가되고, 제 2 전극(TE2, TE3)은 접지되고, 제 3 전극(RE1, RE2)에 - 10 V 가 인가되면, 입자들(PW, PG)은 도시된 분포 상태를 가질 것이다. 이 경우, 제 2 서브 픽셀(PX2)의 광학 상태는, 백색 입자(PW)에 의한 표시 정보를 가지며, 백색 입자(PW)의 반사율이 최적화되면, 광학 상태는 고품질의 백색이 될 것이다. 유사하게, 제 3 서브 픽셀(PX3)에서, 제 1 전극(TE1)에 - 10 V 가 인가되고, 제 2 전극(TE2, TE3)은 접지되고, 제 3 전극(RE1, RE2)에 + 10 V 가 인가되면, 입자들(PW, PB)은 도시된 분포 상태를 가질 것이다. 이 경우, 제 3 서브 픽셀(PX3)의 광학 상태는 청색 입자의 품질에 따라 고품질의 청색을 표시할 수 있을 것이다.

[81]

[82] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치(600)를 나타내는 단면도이다. 도시된 구성 요소들 중 전술한 구성 요소와 동일한 참조 번호를 갖는 구성 요소에 관하여는 모순되지 않는 한 전술한 개시 사항을 참조할 수 있다.

[83] 도 6을 참조하면, 디스플레이 장치(600)는 도 5의 디스플레이 장치(500)의 전극들(TE1, TE2, TE3, RE1, RE2)과 함께, 제 1 전극(TE1)에 대향하고, 상기 광 경로 상에서 흑색층(BL)과 중첩되도록 캐비티(V1, V2, V3)의 하부 상으로 연장되는 제 4 전극(DE)을 포함한다. 제 4 전극(DE)은 도시된 바와 같이 흑색층(BL)의 상부로 연장될 수 있으며, 다른 실시예에서, 흑색층(BL)의 하부로 연장될 수도 있다. 또한, 흑색층(BL)이 도전성이고 적합한 구동 부재에 연결됨으로써 제 4 전극(DE))으로서 기능할 수도 있다. 서로 대향하는 제 1 전극(TE1)과 제 4 전극(DE)에 의해 입자들의 수직 구동 제어를 할 수 있으며, 디스플레이면으로부터 입자들의 거리를 제어함으로써 각 서브 픽셀에서 제공되는 표시 정보의 제조를 구현할 수 있다.

[84]

[85] 디스플레이 장치(600)의 구동 방법을 설명하기 위하여, 컬러 전기 영동 입자들(PR, PG, PB)은 각각 적색, 녹색 및 청색이며, 모두 + 극성을 가지며, 백색 전기 영동 입자(PW)는 - 극성을 가지며, 상부 전극(TE)은 접지되어 있다고 가정한다.

[86] 제 1 서브 픽셀(PX1)에서, 제 2 전극(TE2, TE3)과 제 3 전극(RE1, RE2)에 서로 다른 극성의 전압, 각각, + 10 V 및 - 10 V 가 인가되면, 백색 전기 영동 입자들(PW)은 제 2 전극(TE2, TE3) 상에 수집되고, 적색 전기 영동 입자들(PR)은 제 3 전극(RE1, RE2) 상에 수집될 수 있다. 결과적으로, 입자들 모두는 입자 저장 영역으로 수집되어, 캐비티(V1) 내에서 광 경로가 개방되고, 그에 따라, 입사광(I)은 흑색층(BL)에 의해 소광되어, 제 1 서브 픽셀(PX1)의 광학 상태는 OFF가 된다.

[87] 제 2 서브 픽셀(PX2)에서, 제 1 전극(TE1)에 + 10 V 가 인가되고, 제 2 전극(TE2, TE3)은 접지되고, 제 3 전극(RE1, RE2)과 제 4 전극(DE)에 - 10 V 가 인가되면,

입자들(PW, PG)은 도시된 분포 상태를 가질 것이다. 이 경우, 제 2 서브 픽셀(PX2)의 광학 상태는, 백색이 된다. 유사하게, 제 3 서브 픽셀(PX3)에서, 제 1 전극(TE1)에 -10 V가 인가되고, 제 2 전극(TE2, TE3)은 접지되고, 제 3 전극(RE1, RE2)과 제 4 전극(DE)에 +10 V가 인가되면, 입자들(PW, PB)은 도시된 분포 상태를 가질 것이다. 이 경우, 제 3 서브 픽셀(PX3)의 광학 상태는 청색이 될 것이다.

- [88] 전술한 실시예들에서, +10 V, -10 V는 예시적이며, 픽셀의 광학 상태를 제어하기 위한 로우/하이의 데이터 신호를 예시할 뿐 이에 의해 본 발명이 제한되는 것은 아니다.
- [89] 전술한 실시예들에서는 반사형 디스플레이 모드에 대하여 언급하고 있지만, 필요에 따라, 적절한 백라이트를 흑색층의 상부 또는 측면에 두어 캐비티를 투과하여 디스플레이면으로 방출되는 광을 제공할 수도 있으며, 이 또한 본 발명의 실시예에 포함될 수 있음을 이해하여야 한다.
- [90] 또한, 전술한 특징들은 모순되지 않는 한 서로 선택적으로 실시되거나 조합되어 실시될 수 있을 것이다. 예를 들어, 전술한 도면들에 도시된 전극들의 형상과 기능에 대한 특징들은 서로 상호 교환적으로 변형 실시될 수 있음을 이해하여야 한다.
- [91] 이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

산업상 이용가능성

- [92] 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치는, 디스플레이면으로 근접하는 컬러 전기 영동 입자들과 백색 전기 영동 입자들에 의해 컬러 및 백색을 표시하고, 디스플레이면으로부터 가장 멀리 있는 흑색층에 의해 컬러 서브 픽셀의 오프 상태를 구현함으로써, 컬러 전기 영동 입자들과 백색 전기 영동 입자들이 구현해야 할 색재현력 및 명도를 입자의 광학적 특성을 제어하는 것만으로 최적화할 수 있으며, 흑색 구현시에 리얼 블랙을 표현할 수 있으므로, 우수한 대조비를 갖는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치를 제공할 수 있다.
- [93] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 장치는 2 입자 시스템이므로, 구동이 단순하고 제조가 용이한 디스플레이 장치를 제공할 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 디스플레이면을 제공하는 제 1 기판 및 상기 제 1 기판에 대향하는 제 2 기판;
상기 제 1 및 제 2 기판들 사이에 형성된 복수의 캐비티들;
상기 복수의 캐비티들 내에 충전되는 투명 유체;
상기 캐비티들 중 컬러 서브 픽셀을 구성하는 캐비티에 각각 분산되고 상기 컬러 서브 픽셀에 대응하는 컬러를 갖는 컬러 전기 영동 입자들 및 상기 컬러 전기 영동 입자들과 다른 전기 영동 이동도를 갖는 백색 전기 영동 입자들;
상기 제 2 기판측의 상기 컬러 서브 픽셀들의 배경이 되는 흑색층;
및
상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들을 상기 디스플레이면측으로 선택적으로 분산시키거나, 상기 디스플레이면으로부터 보이지 않도록 상기 전기 영동 입자들 모두를 수집하기 위한 복수의 전극들을 포함하는 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 컬러 전기 영동 입자들은 상기 컬러 서브 픽셀마다 각각 배치되는 적색, 녹색, 청색, 시안색, 마젠타색, 황색 중 어느 하나의 컬러를 갖는 전기 영동 입자들을 포함하는 반사형 멀티 컬러 전기 영동 디스플레이 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 캐비티는 격벽, 마이크로 캡슐 또는 마이크로 컵 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 흑색층은 상기 컬러 서브 픽셀마다 한정된 패턴 또는 이웃하는 적어도 2 이상의 컬러 서브 픽셀들에 걸쳐 연장된 연속된 층인 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 컬러 서브 픽셀 상에 광경로를 개구하는 블랙 매트릭스를 더 포함하며,
상기 블랙 매트릭스는 상기 복수의 전극들 중 적어도 어느 하나와 함께 상기 수집되는 전기 영동 입자들을 위한 입자 저장 영역을 한정하는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 복수의 전극들은, 상기 캐비티의 상부의 광 경로 상에 배치되는 제 1 전극; 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극 및 제

3 전극을 포함하며,

상기 디스플레이 장치의 구동시, 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들이 상기 제 1 전극 상에 분산됨으로써 상기 전기 영동 입자들의 정보가 표시되고, 상기 전기 영동 입자들이 상기 제 2 전극과 상기 제 3 전극 상에 수집됨으로써 상기 흑색층에 의해 흑색이 표시되는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

[청구항 7]

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 전극과 상기 제 3 전극은 상기 흑색층을 사이에 두고 서로 이격 배치되는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

[청구항 8]

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 전극들은, 상기 캐비티의 상부의 광 경로 상에 배치되는 제 1 전극, 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극, 및 상기 제 2 전극으로부터 이격되어 상기 광 경로 상에서 상기 흑색층과 중첩되도록 상기 캐비티의 하부 상으로 연장되는 제 3 전극을 포함하며,

상기 디스플레이 장치의 구동시, 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들이 상기 제 1 전극 상에 분산됨으로써 상기 전기 영동 입자들의 정보가 표시되고, 상기 전기 영동 입자들이 상기 제 2 전극, 및 상기 제 3 전극의 상기 제 2 전극과 인접하는 부분 상에 수집됨으로써 상기 흑색층에 의해 흑색이 표시되는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

[청구항 9]

제 8 항에 있어서,

상기 흑색층은 상기 제 3 전극의 상부 또는 하부에 배치되는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

[청구항 10]

제 8 항에 있어서,

상기 제 3 전극은 상기 흑색층에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

[청구항 11]

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 전극들은, 상기 캐비티의 상부의 광 경로 상에 배치되는 제 1 전극, 상기 제 1 전극과 동일 평면 상에서 이격 배치되고 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 2 전극, 및 상기 캐비티의 하부에 배치되고 상기 광 경로 상에서 오프셋된 제 3 전극을 포함하며,

상기 디스플레이 장치의 구동시, 상기 전기 영동 입자들 중 어느 한 종류의 입자들이 상기 제 1 전극 상에 분산됨으로써 상기 전기 영동 입자들의 정보가 표시되고, 상기 전기 영동 입자들이 상기 제

2 전극과 제 3 전극 상에 모두 수집됨으로써 상기 흑색층에 의해 흑색이 표시되는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

[청구항 12]

제 11 항에 있어서,

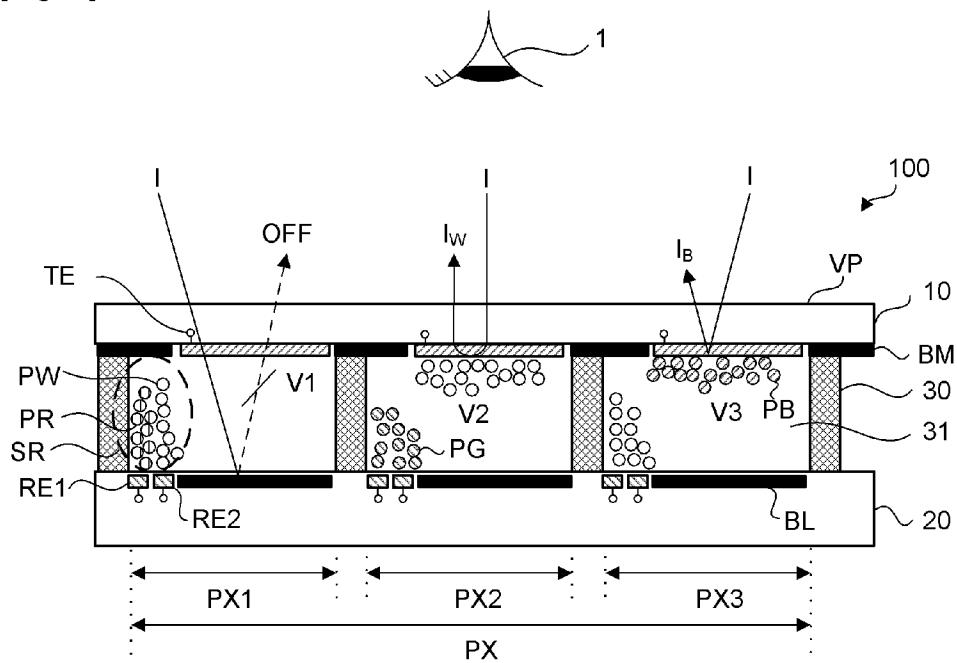
상기 복수의 전극들은, 상기 제 1 전극과 대향하고, 상기 광 경로 상에서 상기 흑색층과 중첩되도록 상기 캐비티의 하부 상으로 연장되는 제 4 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

[청구항 13]

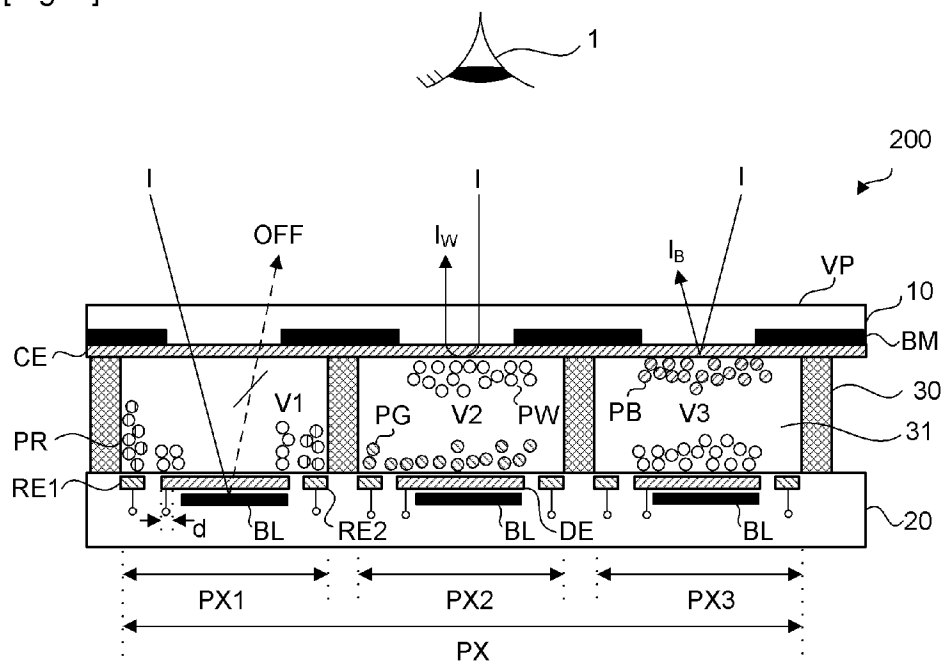
제 6 항, 제 8 항 및 제 11 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 인접하는 컬러 서브 픽셀들에 의해 공유되는 공통 전극인 것을 특징으로 하는 반사형 멀티 컬러 디스플레이 장치.

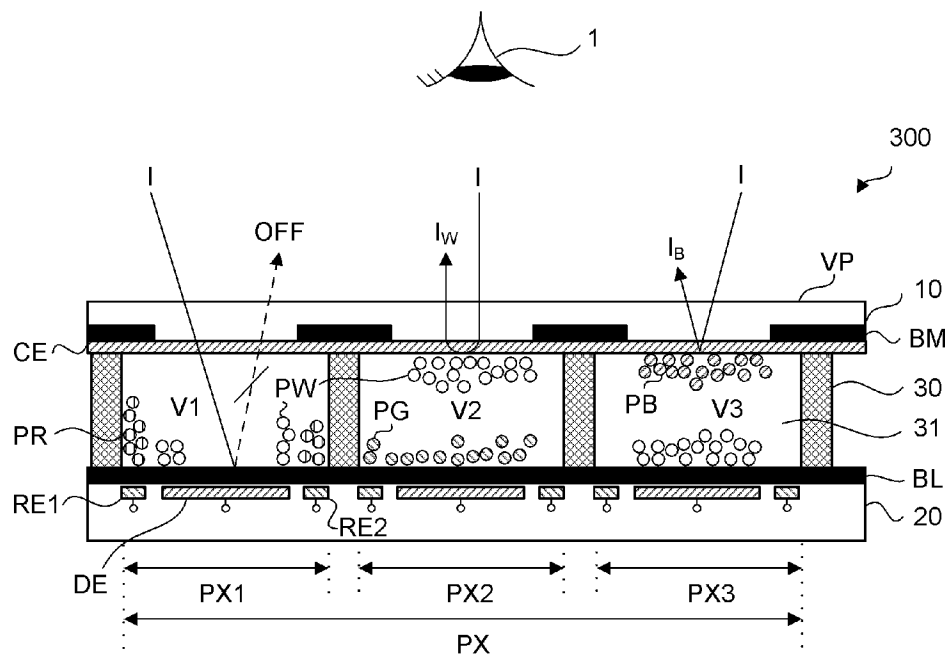
[Fig. 1]



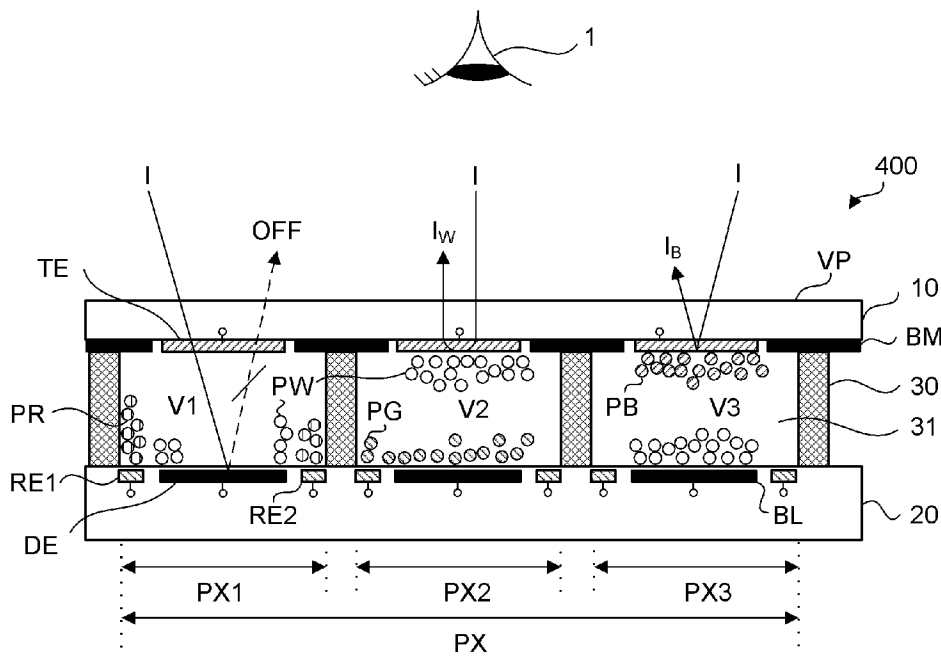
[Fig. 2]



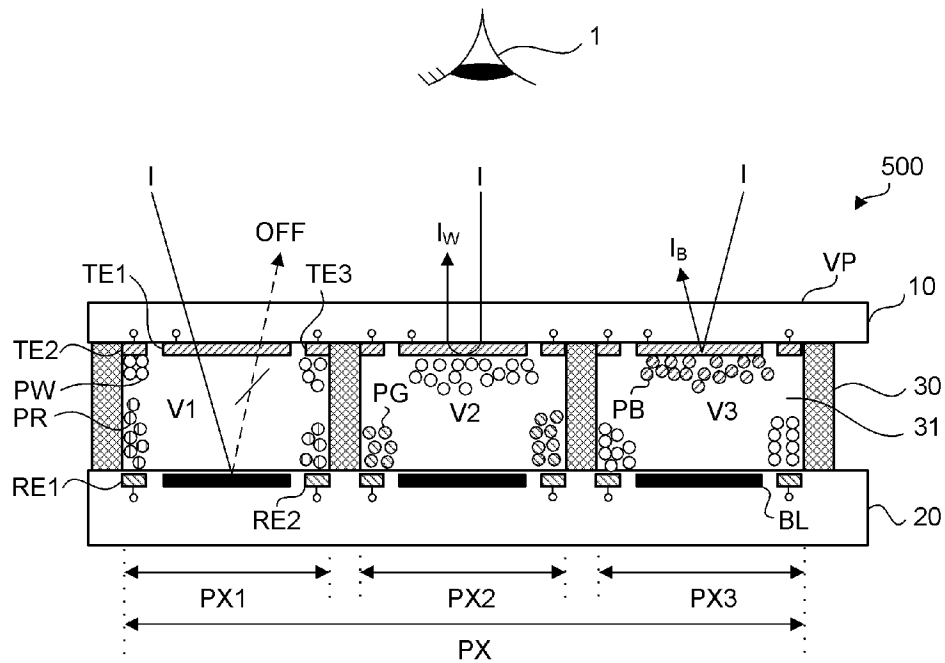
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

