(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
G02F 1/167

(11) 공개번호 10-2004-0036719
(43) 공개일자 2004년04월30일

(21) 출원번호 10-2004-7002363
(22) 출원일자 2004년02월17일
번역문 제출일자 2004년02월17일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/026077
(87) 국제공개번호 WO 2003/016993
(86) 국제출원출원일자 2002년08월16일
(87) 국제공개일자 2003년02월27일

(30) 우선권주장 60/313,146 2001년08월17일 미국(US)

(71) 출원인 사이픽스 이미징, 인코포레이티드
미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 몽태규 익스프레스웨이 1075

(72) 발명자 량롱-창
미국95014캘리포니아주쿠퍼티노퍼시피카드라이브20142

충제리
미국94040캘리포니아주마운틴뷰몬텔레나코트100

천데이비드
미국90621캘리포니아주부에나파크리드글리애브뉴8312

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사청구 : 없음

(54) 이중 모드 스위칭을 가지는 전기영동 디스플레이

요약

본 발명은 종래의 업/다운 스위칭 모드 및 인-플레인 (in-plane) 스위칭 모드를 구비하는 개선된 EPD 에 관한 것이다. 즉, 개선 EPD 는 이중 스위칭 모드를 가진다. 본 발명의 단색 EPD 는 텍스트와 다르게 선택되는 하이라이트 컬러를 디스플레이 할 수 있다. 예를 들어, 백색 백그라운드, 청색 텍스트, 및 적색 하이라이트는 디스플레이의 임의의 선택된 영역들에 나타낼 수 있다. 또한, 본 발명의 풀 컬러 EPD 는 높은 컬러 포화도의 높은 콘트라스 이미지를 디스플레이 할 수 있다. 고 품질의 흑색 및 백색 상태가 본 발명의 풀 컬러 디스플레이에서 가능하게 된다. 본 발명의 EPD 는 복잡한 회로 설계를 필요하지 않고, 저 비용 및 고 수율의 롤-투-롤 제조 공정과 호환될 수도 있다.

대표도

도 1

색인어

전기영동 디스플레이

명세서

배경

전기영동 디스플레이 (EPD) 는 용매에 현탁시킨 하전 안료 입자들에 영향을 주는 전기영동 현상에 기초한 비자발광형 장치이다. 이러한 일반적인 타입의 디스플레이는 1969 년에 처음 제안되었다. 통상, EPD 는 전극들 사이의 소정의 거리를 미리 결정하는 스페이서들을 사용하여, 한 쌍의 대향되고, 이격된 플레이트 형상의 전극들을 구비한다. 통상적으로 관찰측 상의 전극들 중 하나 이상은 일반적으로 투명하다. 수동 타입의 EPD 에 있어서, 상부 (관찰측) 및 하부 플레이트 상의 로우 (row) 및 컬럼 전극 각각은 디스플레이들을 구동하여야 한다. 이와 반대로, 상면 기판상의 하부 플레이트 및 비패터닝된 투명 도체 플레이트 상의 TFT (thin film transistor) 의 어레이가 능동 매트릭스형 EPD 에 대하여 요구되고 있다. 착색 유전 용매와 거기에 분산된 하전 안료 입자들로 구성되는 전기영동 유체는 2 개의 전극들 사이에 봉입되어 있다.

2 개의 전극들 사이에 전압차가 인가되면, 안료 입자들은 안료 입자들의 극성과 반대 극성의 플레이트로 인력에 의해 이동한다. 따라서, 투명한 플레이트에서 나타내는 색은 용매의 색 또는 안료 입자들의 색 중 어느 하나로 플레이트들을 선택적으로 하전시킴으로써 결정될 수도 있다. 플레이트 극성을 반전시키면 그 입자들이 대향하는 플레이트로 재이동하여, 색을 반전시킨다. 투명한 플레이트에 이끌려지는 안료 입자들의 중간 레벨로 인한 중간 색 밀도 (또는 회색 음영) 는 전압범위에 걸쳐 플레이트 전하를 제어함으로써 획득될 수도 있다. 어두운 곳의 디스플레이 가시도를 개선시키기 위하여 백라이트를 옵션으로 추가할 수 있지만, 이러한 타입의 반사형 EPD 디스플레이에는 백라이트가 필요없게 된다.

서로 다른 픽셀 또는 셀 구조들의 EPD 들로는, 예를 들어 격벽형 EPD (M.A Hopper 및 V. Novotny, IEEE Trans. Electr. Dev., 26 (8): 1148-1152(1979)) 및 마이크로캡슐화된 EPD (미국 특허 제 5,961,804 호 및 미국 특허 제 5,930,026 호에 개시됨) 가 종래기술에 개시되어 있다. 이들 각각은 이하에 언급한 바와 같이 그 자체의 문제점을 가진다.

격벽형 EPD 에서는, 침강과 같은 입자들의 원하지 않는 움직임을 방지하기 위해, 2 개의 전극들 사이에 격벽들을 형성하여 그 공간을 보다 작은 셀들로 분리한다. 그러나, 격벽들의 형성시에, 디스플레이를 상기 유체로 충진시키는 공정, 디스플레이 내의 유체를 밀봉하는 공정, 및 서로 분리된 서로 다른 컬러의 현탁액 (suspension) 을 유지 하는 공정과 같은 어려움에 직면하게 된다. 더욱 더 어려운 문제점은 격벽형 디스플레이의 롤-투-롤 제조 공정의 전개시에 직면하게 된다.

마이크로캡슐화된 EPD 는 실질적으로 2 차원적으로 배열된 마이크로캡슐들을 갖는데, 각각의 마이크로캡슐들은 유전 유체와, 유전 용매와는 시각적으로 대비되는 하전 안료 입자들의 현탁액으로 이루어진 전기영동 조성물을 갖는다. 통상, 마이크로캡슐들은 수용액으로 제조되어 유용한 컨트라스트 비를 달성하며, 그 평균 입자 크기는 비교적 크다 (50 내지 150 ㎛). 마이크로캡슐 크기가 크면, 2 개의 대향 전극들 사이의 큰 갭은 큰 캡슐들에 대하여 요구되기 때문에, 내긁힘성이 나빠지고 소정의 전압에 대한 응답 시간이 느려진다. 또한, 수용액에 제조되는 마이크로캡슐들의 친수성 쉘 (shell) 은 통상적으로 높은 수분 및 온도 조건에 민감하게 된다. 이러한 단점을 제거하기 위하여, 마이크로캡슐들을 다량의 폴리머 매트릭스에 삽입하는 경우, 매트릭스의 사용에 의해 응답 시간이 더 느려지거나 및/또는 콘트라스트 비가 더 낮게 된다. 스위칭 레이트를 개선시키기 위하여, 하전제어제가 종종 이러한 타입의 EPD 에 요구된다. 그러나, 수용액내의 마이크로캡슐화 공정은 사용될 하전제어제의 타입을 제한한다. 마이크로캡슐 시스템과 연관되는 다른 결점들은 해상도가 나쁘고 색 응용시의 어드레스지정능력이 나쁘다는 것이다.

미국 특허 제 3,612,758 호는 또 다른 타입의 EPD 를 개시하며, 여기서 전기영동 셀은 유전 용매내에 분산된 하전 안료 입자들을 함유하는 평행선 모양의 용기로부터 형성된다. 채널형 전기영동 셀들은 투명 도체들로 커버되어 투명 도체들과 전기접촉한다. 패널이 보이는 측의 투명 유리층은 투명 도체들을 오버레이한다.

마이크로채널, 마이크로그루브 (microgroove) 또는 마이크로컬럼을 사용하여 EPD 어레이를 형성하면 바람직하지 않은 입자 침강 또는 컬럼 방향에 따른 엉김의 문제를 가진다. 또한, 2 개의 전극들 사이를 전기영동 유체로 봉입 하기 위한 흠집없고 에어 포켓없는 연속적인 밀봉 공정이 결여되면 롤-투-롤 제조가 매우 어렵게 된다.

최근에, 개선된 EPD 기술 및 롤-투-롤 제조 방법이, 여기서 참조되는 계류중인 특허출원들 즉, 2000 년 3 월 3 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/518,488 호(WO01/67170 에 대응), 2001 년 1 월 11 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/759,212 호, 2000년 6 월 28 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/606,654 호 (WO02/01281 에 대응), 및 2001 년 2 월 15 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/784,972 호에 개시되어 있다. 개선된 EPD 는 잘 정의된 형상, 크기, 종횡비의 마이크로컵들로부터 형성되며 유전 용매에 분산된 하전 안료 입자들로 충진되는 봉입된 셀들을 구비한다. 이러한 개선된 기술을 포함하는 마이크로컵들은 단색 EPD 의 이미지 품질을 높일 수 있다. 또한, 컬러 디스플레이는 서로 다른 컬러 (예를 들어, 적색, 녹색 또는 청색) 의 염료로 충진되는 마이크로컵들로 형성되는 작은 픽셀들의 공간적으로 인접한 어레이를 이용하여 제조될 수도 있다. 그러나, 단지 종래의 업/다운 스위칭 모드만을 가지는 타입의 시스템에서는, 주요 결점 즉, '턴-오프' 컬러 픽셀들로부터 반사된 백색 광은 '턴-온' 컬러의 컬러 포화도 (saturati

on) 를 크게 감소시키는 결점이 존재한다. 이에 관한 더 많은 세부사항들은 이하의 '상세한 설명' 부에 개시되어 있다.

이러한 후자의 결점은 '오프' 픽셀들을 흑색 상태로 스위칭하고 '온'픽셀들을 소망의 컬러 상태로 유지하는 폴리머 분산된 액정과 같은 오버레이된 셔터 장치에 의해 제거될 수 있지만, 이러한 접근 방식의 결점은 오버레이된 장치의 비용이 높고, 셔터 장치와 연관된 Dmin (백그라운드의 최소 광학 밀도) 이 높고, 구동 회로 설계가 복잡하게 된다는 것이다.

선택적으로, 정규 업/다운 스위칭 모드의 컬러 디스플레이는 디스플레이의 관찰측에 오버레이되는 컬러 필터들을 이용하여 제조될 수도 있다. 그러나, 어두운 Dmin 및 고품질의 '백색'상태의 결여는 컬러 필터들을 이용한 반사형 컬러 디스플레이의 주요 문제점이 된다.

'인-플레인'스위칭 개념은 E.Kishi 등에 의해 기고된 '5.1 : development of In-Plane EPD', 캐논 리서치 센터, SID 00 다이제스트, 페이지 24-27, 및 Sally A. Swanson 등에 의해 기고된 '5.2 : High Performance EPD', IBM Almaden 리서치 센터, SID 00 다이제스트, 페이지 29-31 에 개시되어 있다. 종래 기술의 시스템들에서, 컬러 효과는 백색 또는 흑색 입자들을 가진 착색된 백그라운드를 이용하여 달성된다. 이러한 종래 기술의 시스템의 결점은 고 품질의 '백색' 상태 또는 고 품질의 '흑색' 상태가 결여되어 있다는 점이다. 또한, 더 많은 세부사항들은 '상세한 설명'부에 개시한다.

따라서, 효율적인 방식으로 특히, 롤-투-롤 제조 방법으로 제조될 수도 있는 고 품질의 풀 컬러 능력을 가지는 개선된 EPD 가 더욱 필요하게 된다.

발명의 개요

본 발명은 종래의 업/다운 스위칭 모드 및 인-프레인 스위칭 모드를 구비하는 개선된 EPD 에 관한 것이다. 즉, 개선된 EPD 는 이중 스위칭 모드를 가진다.

본 발명의 단색 EPD 는 텍스트의 컬러와 다르게 선택되는 하이라이트 컬러를 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 백색 백그라운드, 청색 텍스트, 및 적색 하이라이트를 디스플레이의 어떤 선택된 영역들에 나타낼 수 있다. 또한, 본 발명의 풀 컬러 EPD 는 높은 컬러 포화도의 고 콘트라스트 이미지들을 디스플레이할 수 있다. 고 품질의 흑색 및 백색 상태는 본 발명의 풀컬러 디스플레이에서 가능하게 된다. 본 발명의 EPD 는 복잡한 회로 설계가 필요없게 되고, 적은 비용과 고 수율의 롤-투-롤 제조 공정들과 호환될 수 있다.

도면의 간단한 설명

모든 도면들은 개략적으로 나타내며 규격화되어 있지 않다.

도 1 은 업/다운 스위칭 모드만을 가진 종래의 EPD 의 일반적인 결함을 나타낸다.

도 2a 내지 도 2d 는 인-플레인 스위칭 모드만을 가지는 EPD 에서 실제 백색 상태 또는 실제 흑색 상태가 결여됨을 나타낸다.

도 3 은 본 발명의 전형적인 전기영동 셀과 업/다운 스위칭 전극 및 인-플레인 스위칭 전극의 일반적인 위치들을 나타낸다.

도 4a 내지 도 4c 는 이중 모드를 가지는 개선된 EPD 의 다양한 허용가능한 시나리오를 나타낸다.

도 4d 는 본 발명의 하이라이트 옵션을 나타낸다(평면도).

도 5a 및 도 5b 는 포토마스크를 통한 이미지 포토리소그래피 노출을 수반하는 마이크로컵들의 제조단계를 나타낸다.

도 6a 및 도 6b 는 2 층의 ITO 전극 시스템을 나타낸다.

도 7a 및 도 7b 는 본 발명의 실제 백색 상태를, 평면도 및 단면도로 나타낸다.

도 8a 및 도 8b 는 본 발명의 실제 흑색 상태를, 평면도 및 단면도로 나타낸다.

도 9a 및 도 9b 는 본 발명의 다중 컬러 상태를 평면도 및 단면도로 나타낸다.

도 10a 내지 도 10e 는 TFT 능동 구동 메커니즘을 나타낸다.

도 11a 내지 도 11e 는 능동 및 수동 구동 메커니즘의 조합을 나타낸다.

도 12a 내지 도 1e 는 능동 및 수동 구동 메커니즘의 선택적인 조합을 나타낸다.

본 발명의 상세한 설명

본 명세서에서 별도로 정의하지 않는 경우, 여기서는 당해 기술 분야의 당업자들이 일반적으로 이용하고 이해하는 종래의 정의에 따른 모든 기술 용어들을 사용한다. '잘 정의된', '종횡비' 및 '이미지 노광' 이라는 용어는 상술된 계류중인 출원들에 정의되어 있다.

본 발명의 범위는 마이크로컵, 마이크로채널, 마이크로캡슐 등으로부터 제조되는 종래의 EPD 및 EPD 들을 포함한다.

'종래의 EPD' 라는 용어는 당해 분야에 공지된 어떤 전기영동 셀을 지칭한다. 전기영동 셀들은 어떤 형상 및 크기를 가질 수도 있으며, 디스플레이는 예 를 들어 격벽형 디스플레이를 포함한다.

'마이크로채널' 이라는 용어는 예를 들어 미국 특허 제 3,612,758 호에 개시되어 있는 전기영동 셀들의 타입을 지칭한다.

'마이크로컵' 이라는 용어는 마이크로엠보싱 또는 이미지 노광 이후에 현상하여 노광되지 않은 영역 또는 노광된 영역을 제거하는 등의 방법들에 의해 생성될 수 있는 컵 형상의 오목부를 지칭한다. 또한, 집합적인 의미의 복수의 형태의 '마이크로컵'은 일반적으로 2 차원적으로 구성된 마이크로컵 어레이를 제조하기 위하여 구성요소로서 형성되거나 또는 결합되는 복수의 마이크로컵을 구비하는 마이크로컵 어레이를 지칭할 수도 있다. 마이크로컵의 크기는 상술한 계류중인 출원들에 개시되어 있다.

Ⅰ. **종래의 EPD 의 결점**

(1) **업/다운 스위칭 모드만을 가진 EPD**

도 1 의 EPD 는 업/다운 스위칭 모드만을 가진다. 도면의 셀들은 현탁액으로 충진되며, 여기서 양으로 하전된 백색 입자들은 착색 (적색, 녹색, 및 청색) 된 유전 유체에 분산되어 있다. 도 1 의 3 개의 모든 셀들은 상부 전극과 하부 전극 (도시되지 않음) 사이의 전압차로 하전되고 있음을 나타낸다. 녹색 및 청색 셀에 있어서, 상부 전극은 낮은 전압을 가지며, 이러한 2 개의 셀의 양으로 하전된 백색 입자들이 투명한 상부 관찰 전극으로 이동하여, 그 결과, 입자들의 컬러 (즉, 백색) 가 2 개의 셀의 투명한 도체막을 통하여 관찰자에 반사된다. 적색 셀에 있어서, 하부 전극은 낮은 전압을 가지며, 그 결과, 양으로 하전된 백색 입자 들은 셀의 하부로 이동하며, 매질의 컬러 (즉, 적색) 는 투명한 상부 도체막을 통하여 보여진다. 도 1 에 나타낸 시나리오에 있어서, 녹색 및 청색 픽셀로부터 반사된 백색광은 적색 픽셀의 컬러 포화도를 크게 감소시킨다.

(2) **인-플레인 스위칭 모드만을 가진 EPD**

도 2a 내지 도 2d 는 인-플레인 스위칭 모드만을 가진 종래 기술의 EPD 의 결점을 나타낸다.

도 2a 에 있어서, 셀들은 분산된 백색 하전 입자들을 가진 무색 유전 유체로 충진되어 있다. 셀들의 백그라운드는 착색 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 되어 있다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 존재하는 경우, 백색 입자들은 셀의 어느 한측으로 이동하며, 백그라운드의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 가 투명한 상부 개구로부터 보여진다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 없는 경우, 입자들이 유전 유체로 확산되어 백색 컬러 (즉, 입자들의 컬러) 가 투명한 상부 개구로부터 보여진다. 무색 용매, 착색된 백그라운드 및 백색 입자들의 배열에 의해 고 밀도의 흑색 상태를 표시할 수 없게 된다.

도 2b 에 있어서, 셀들은 분산된 흑색 입자들을 가진 무색 유체로 충진되어 있다. 셀들의 백그라운드는 착색 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 되어 있다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 존재하는 경우, 입자들은 셀의 어느 한 측으로 이동하며, 백그라운드의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 는 투명한 상부 개구로부터 보여진다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 존재하지 않는 경우, 입자들은 유전 용매에 확산되어 흑색 컬러 (즉, 입자들의 컬러) 가 투명한 상부 개구로부터 보여진다. 용매/백그라운드/입자 컬러의 배열에 의해 바람직하지 않은 Dmin 및 콘트라스트 비를 가진 탁한 백색 상태가 된다.

도 2c 는 분산된 착색 (즉, 적색, 녹색 및 청색) 입자들을 가진 무색 유체로 충진된 셀들을 나타낸다. 셀들의 백그라운드는 흑색이다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 존재하는 경우, 착색된 하전 입자들은 셀의 어느 한측으로 이동하며, 백그라운드의 컬러 (즉, 흑색) 는 투명한 상부 개구로부터 보여진다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 존재하지 않는 경우, 착색된 입자들이 유전 유체로 확산되어, 입자들의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 가 투명한 상부 개구로부터 보여진다. 이 설계에 있어서, 흑색 상태는 고 품질을 가진다. 그러나, 고 품질의 백색 상태는 구현할 수 없게 된다. 그 결과, 이러한 타입의 반사형 디스플레이는 탁한 백그라운드 또는 Dmin 영역에서의 낮은 반사율을 가지게 된다.

도 2d 에 있어서, 셀들은 분산된 착색 (적색, 녹색 또는 청색) 입자들을 가진 무색 유체로 충진되어 있다. 셀들의 백그라운드는 백색이다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 존재하는 경우, 입자들은 셀의 어느 한 측으로 이동하며, 백그라운드의 컬러 (즉, 백색) 는 투명한 상부 개구로부터 보여지며, 고 품질의 백색 상태가 된다. 인-플레인 전극들 사이에 전압차가 존재하지 않는 경우, 입자들이 유체내에 확산되어, 입자들의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 는 투명한 상부 개구로부터 보여진다. 이 설계에서는 고 품질의 흑색 상태를 얻을 수 없게 된다.

요약하면, 인-플레인 스위칭 모드만으로는 고 품질의 흑색 상태를 가지지 않는 반사형 컬러 디스플레이 또는 고 품질의 백색 상태를 가지지 않는 디스플레이 중 어느 하나를 가지게 된다. 콘트라스트 비 및 컬러 포화도는 이러한 타입의 인-플레인 스위칭, 반사형 컬러 디스플레이에 있어서 나쁘게 된다. 모든 인-플레인 스위칭 EPD 에 있어서, 인-플레인 전극들의 대향 측의 기판은 일반적으로 디스플레이의 관찰측에 있는 투명 절연체이다.

Ⅱ. 본 발명의 전기영동 디스플레이

도 3 은 본 발명의 일반적인 전기영동 셀의 측면도를 나타낸다. 단지 컵 형상 셀을 나타내지만, 본 발명의 범위는 마이크로채널 등으로부터 형성된 셀들 및 모든 타입의 종래의 전기영동 셀을 포함한다.

셀 (30) 은 상부층 (31) 과 하부층 (32) 사이에 개재되어 있다. 상부층은 투명한 상부 전극 (도시되지 않음) 을 포함한다. 하부층 (32) 은 좌측의 인-플레인 전극 (34), 하부 전극 (35), 우측의 또 다른 인-플레인 전극 (36) 을 구비하는 층 (32a) 으로 이루어지며, 옵션으로서 착색된 백그라운드 층 (32b) 을 가진다. 하부 전극 (35) 으로부터 2 개의 인-플레인 전극 (34, 36) 을 분리하는 갭 (37) 이 존재한다.

백그라운드 층 (32b) 은 전극층 (32a)(도시되지 않음) 의 상부, 또는 전극층 (32a) 아래에 있을 수도 있다. 선택적으로, 그 층 (32a) 은 백그라운드 층으로 기능할 수도 있지만, 이 경우에, 그 층 (32a) 은 흑색 컬러 또는 다른 컬러를 가질 수도 있다.

선택적으로, 하부층은 단지 하나의 인-플레인 스위칭 전극과 중간에 갭을 가지는 하나의 하부 전극을 가질 수도 있다.

통상, 도 3 의 셀들은 분산된 백색 입자 (39) 들을 가진 클리어하고 착색된 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 유전 용매 (38) 로 충진되며, 셀들의 백그라운드 컬러는 통상적으로 흑색을 가진다. 그 입자들은 양 또는 음으로 하전될 수도 있다. 예시를 위하여, 입자들이 이 명세서 전반에 걸쳐서 양으로 하전되어 있다고 가정한다.

디스플레이의 개별 셀들의 하전 입자들은 동일한 컬러 또는 서로 다른 컬러를 가질 수도 있다. 또한, 개별 셀들을 혼합된 컬러의 하전 입자들을 함유하는 전기영동 유체로 충진시킬 수도 있다.

도 4a 내지 도 4c 에 나타낸 바와 같이, 이중 스위칭 모드에 의해 입자들을 수직 (업/다운) 방향 또는 평면 (좌/우) 방향 중 어느 하나로 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 도 4a 에서, 상부 전극의 전압을 로우로 설정하고, 하부 전극 및 인-플레인 전극들의 전압을 하이로 설정한다. 백색 입자들이 투명한 상부 도체막으로 이동하여 거기에 모이고, 백색 컬러 (즉, 입자들의 컬러) 가 관찰자에 의해 보이게 된다.

도 4b 에 있어서, 인-플레인 전극들을 로우 전압으로 설정하며, 상부 및 하부 전극들을 하이 전압으로 설정한다. 이 시나리오에서, 백색 입자들이 셀들의 측으로 이동하므로, 투명한 상부 도체막을 통하여 보이는 컬러는 백그라운드의 컬러 (즉, 흑색) 가 된다.

도 4c 에 있어서, 상부 전극의 전압을 하이로 설정하고, 하부 전극의 전압을 로우로 설정하고, 인-플레인 전극들을 로우 전압으로 설정하는 경우, 백색 입자들은 셀들의 하부로 이동한다. 이 시나리오에서, 유체의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 는 도 4c 의 적색 셀에 나타낸 바와 같이 투명한 상부 도체막을 통하여 관찰자에 의해 보여진다. 풀 컬러 디스플레이에서 적색 픽셀을 나타내기 위하여, 녹색 및 청색 셀의 백색 입자들은 도 4c 에 나타낸 바와 같이 측면으로 또는 상부 (도시되지 않음) 로 이끌려질 수도 있다. 전자는 통상적으로 후자보다 더 좋은 컬러 포화도를 나타내기 때문에 바람직하다. 따라서, 이중 스위칭 모드 기술은 제 1 의 풀-컬러 EPD 를 제공하며, 여기서 고 품질의 적색, 녹색, 청색, 흑색 및 백색을 포함하는 모든 컬러들을 동일한 장치에서 이용할 수 있다.

또한, 백그라운드 컬러는 일반적으로 사용되는 흑색 컬러 대신에 어떠한 컬러 (예를 들어, 청록색, 황색 또는 자홍색) 일 수도 있다. 예를 들어, 도 3 의 셀들은 거기에 분산된 양으로 하전된 입자들을 가진 적색의 클리어한 유전 용매로 충진될 수도 있고, 셀들의 백그라운드 컬러는 황색일 수도 있다. 이 경우에 있어서, 입자들이 상부로 이동하는 경우, 백색 컬러 (즉, 입자들의 컬러) 는 관찰자에 의해 보여지며, 입자들이 이동하여 셀들의 하부를 커버하는 경우, 매질의 컬러 (즉, 적색) 는 투명한 도체를 통하여 보여진다. 그러나, 백색 입자들이 셀들의 측면으로 이동하는 경우, 투명한 상부 도체막을 통하여 보여지는 컬러는 오렌지색의 음영을 가진다.

다른 음영들 또는 컬러 톤들이, 예를 들어 백색/적색/청록색, 백색/적색/자 홍색, 백색/청색/황색, 백색/청색/청록색, 백색/청색/자홍색, 백색/녹색/황색, 백색/녹색/청록색, 백색/청색/자홍색 등의 서로 다른 입자/매질/백그라운드 컬러 조합을 이용하여 달성될 수도 있다.

풀 컬러 디스플레이를 달성하기 위한 바람직한 조합은 백색 입자들, 흑색 백그라운드이며, 유체는 부가적인 주요 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 로 개별적으로 착색된다.

본 발명의 추가적인 양태는 하이라이트 옵션을 가진 단색 디스플레이이다. 이 경우에 있어서, 디스플레이내의 모든 셀들은 동일한 백그라운드 컬러를 가지며, 동일한 전기영동 유체 (즉, 동일한 입자/용매 컬러 조합을 가짐) 로 충진된다. 예를 들어, 디스플레이가 백색 입자들을 가질 수도 있으며, 용매는 주요 컬러 (적색, 녹색 또는 청색) 중 하나이고, 백그라운드 컬러는 용매 컬러와 대비되는 컬러이다. 이러한 배열은 착색된 하이라이트 옵션을 가진 비교적 간단한 2 개의 컬러 장치에 대하여 유용하게된다. 예를 들어, 백색 입자들, 황색 유전 용매, 및 흑색 백그라운드를 가지는 EPD 는 도 4d 에 나타낸 바와 같이 각각의 셀 또는 픽셀에 3 개 이상의 서로 다른 컬러를 디스플레이할 수 있다(평면도). 백색 입자들이 상부 관찰 전극으로 모두 이끌려 지는 경우, 백색 컬러가 보여진다. 백색 입자들이 하부 전극들로 균일하게 이끌려지는 경우, 황색 컬러가 상부 관찰 전극을 통하여 보여진다. 백색 입자들이 셀의 어느 한 측의 인-플레인 전극으로 이끌려 지는 경우, 흑색 컬러는 상부 뷰잉 전극을 통하여 보여진다. 또한, 입자들이 중간 상태로 구동되는 경우에는, 중간 컬러들이 가능하게 된다. 디스플레이 의 어떤 픽셀들의 하이라이트 능력의 매우 바람직한 특징은, 본 발명의 이중 스위칭 메커니즘을 이용하여 입자들, 용매 및 백그라운드에 대하여 사전선택된 컬러들을 가지는 저가의 단색 EPD를 구동함으로써 실현될 수 있다.

요약하면, 이중 스위칭 모드를 가지는 본 발명의 EPD 는 종래에는 달성하지 못한 고 품질의 풀 컬러 EPD, 및 단색 디스플레이의 어떤 픽셀들에서 하이라이트 컬러 능력을 가진 단색 EPD 를 제공할 수 있다.

III. 본 발명의 전기영동 셀의 제조

일반적으로, 마이크로컵들은 2000 년 3 월 3 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/518,488 호(WO01/67170 에 대응), 및 2001 년 2 월 15 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/784,972 호에 개시된 바와 같이 마이크로엠보싱 또는 포토리소그래피에 의해 제조될 수도 있다.

컵 형상의 셀들만을 도면들에 나타내지만, 종래의 전기영동 셀 및 마이크로채널, 마이크로컬럼 등으로부터 제조되는 전기영동 셀도 또한 본 발명의 범위내에 있다.

III(a) 마이크로엠보싱에 의한 마이크로컵 어레이의 제조

메일 몰드의 제조

메일 몰드는 레지스트를 현상한 이후에 다이어몬드 회전 공정, 또는 포토레지스트 공정에 후속하여 에칭 또는 전기도금 등의 어떤 적절한 방법에 의해 제조될 수도 있다. 메일 몰드의 마스터 플레이트는 전기 도금과 같은 어떤 적절한 방법에 의해 제조될 수도 있다. 전기도금에 의한 경우, 유리 베이스에 크롬 인코 넬 (chrome inconel) 등의 시드 금속을 얇은 층 (통상 3000Å) 으로 스퍼터링한다. 그 후에, 포토레지스트층으로 코팅하고 UV 에 노광시킨다. UV 와 포토레지스트층 사이에 마스크를 위치시킨다. 포토레지스트의 노광된 영역을 경화한다. 그 후, 노광되지 않은 영역들을 적절한 용매로 세척하여 제거한다. 남아있는 경화된 포토레지스트를 건조하고 시드 금속을 얇은 층으로 다시 스퍼터링 한다. 그러면, 마스터를 전기 주조할 준비가 된다. 전기주조용으로 사용되는 대표적인 재료는 니켈 코발트이다. 선택적으로, 마스터는, SPIE Proc. 1663 :324(1992) 의 'Continuous manufacturing of thin cover sheet optical media' 에 기재되어 있는 바와 같이, 전기 주조 또는 무전해 니켈 증착에 의해, 니켈로 제조할 수도 있다. 몰드의 플로어는 통상 약 50 내지 400 ㎛ 두께를 가진다. 또한, 마스터는, SPIE Proc. 3099 :76-82(1997) 의 'Replication techniques for micro-optics' 에 기재되어 있는 바와 같이, e-빔 기입, 드라이 에칭, 화학적 에칭, 레이저 기입 또는 레이저 간섭을 포함하는 다른 마이크로엔지니어링 기술을 사용하여 제조할 수도 있다. 선택적으로, 몰드는 다이어몬드 회전 또는 플라스틱, 세라믹스 또는 금속을 사용한 포토머시닝 (photomachining) 에 의해 제조할 수도 있다.

통상, 이와 같이 제조된 메일 몰드는 약 3 내지 500 ㎛ 사이, 바람직하기로는 약 5 내지 100 ㎛ 사이, 더 바람직하기

로는 약 10 내지 50 ㎛ 사이의 돌출부를 가지며, 원형, 정사각형과 같은 임의의 형상, 또는 다른 기하학적 형상을 가질 수 있다. 메일 몰드는 벨트, 롤러 또는 시트의 형상일 수도 있다. 연속적인 제조동안에는, 몰드의 벨트 또는 롤러 타입이 바람직하다. UV 경화성 수지 조성물을 제공하기 이전에, 몰드는 디몰딩 공정을 돕기 위하여 몰드 릴리즈를 사용하여 처리될 수도 있다. 디몰딩 공정을 더욱 개선시키기 위하여, 도체막을 프리머 또는 접착 촉진층으로 사전코팅하여 도체와 마이크로컵들 사이의 접착성을 개선시킬 수 있다.

마이크로컵들은 2001 년 2 월 15 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/784,972 호에 개시된 바와 같이 배치방식 공정 또는 연속적인 롤-투-롤 공정으로 형성될 수도 있다.

마이크로엠보싱 공정의 제 1 단계에서, UV 경화성 수지는 통상적으로 롤러 코팅, 다이 코팅, 슬롯 코팅, 슬릿 코팅, 닥터 블레이드 코딩 등과 같은 어떤 적절한 수단에 의해, 투명하게 패터닝된 도체막상에 코팅된다. 도체막은 일반적으로 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리아라미드, 폴리이미드, 폴리시클로올레핀, 폴리술폰, 및 폴리카보네이트와 같은 플라스틱 기판 상에 스퍼터링 코팅에 의해 제조된다. 사용되는 방사경화성 재료는 다관능기 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트, 비닐에테르, 에폭시드, 그들의 올리고머 또는 폴리머 등과 같은, 열가소성 또는 열경화성 전구체이다. 그 중에서도, 다관능기 아크릴레이트와 그들의 올리고머가 가장 바람직하다. 또한, 다관능기 에폭시드와 다관능기 아크릴레이트의 조합도 바람직한 물리-기계적 특성들을 얻는 데에 매우 유용하다. UV 경화성 수지는 제조이전에 탈가스화될 수 있고, 옵션으로 용매를 함유할 수도 있다. 용매는, 만일 제공된다면, 쉽게 증발한다.

도체막/기판상에 코팅되는 방사경화성 재료를 압력하에서 메일 몰드에 의해 엠보싱한다. 메일 몰드가 금속이고 불투명한 경우, 도체막/기판은 통상적으로 수지를 경화시키는데 사용되는 화학 (actinic) 방사선에 투명하게 된다. 반대로, 메일 몰드가 투명하게 되고, 도체막/기판이 화학 방사선에 불투명하게 될 수 있다. 방사선에 노광한 후, 방사경화성 재료는 경화된다. 그 후, 메일 몰드는 형성된 마이크로컵들로부터 릴리즈된다.

III(b) **포토리소그래피에 의한 마이크로컵 어레이의 제조**

마이크로컵 어레이를 제조하기 위한 포토리소그래피 공정을 도 5a 및 도 5b 에 나타낸다.

도 5a 및 도 5 b 에 나타낸 바와 같이, 투명하게 패터닝된 도체막 (52) 위에 어떤 공지의 방법들에 의해 코팅되는 방사경화성 재료 (51a) 를, 마스크 (56) 를 통하여 UV 광 (또는 선택적으로 방사선, 전자 빔 등의 다른 형태) 에 노광하여, 마스크 (56) 를 통하여 투사된 이미지에 대응하는 벽 (51b) 을 형성함으로써, 마이크로컵 어레이를 제조할 수도 있다. 도체막 (52) 는 플라스틱 기판 (53) 상에 있다.

도 5a 의 포토마스크 (56) 에 있어서, 검은 정사각형 (54) 은 사용되는 방사선에 불투명한 영역을 나타내고, 검은 정사각형들 사이의 공간 (55) 은 방사선-투명 영역을 나타낸다. UV 를 개구 영역 (55) 을 통하여 방사경화성 재료 (51a) 위에 방사한다.

도 5b 에 나타낸 바와 같이, 노광된 영역 (51b) 이 경화되면, 적절한 용매 또는 현상액에 의해, 노광되지 않은 영역 (마스크(56)의 불투명 영역 (54) 에 의해 보호됨) 을 제거하여, 마이크로컵 (57) 을 형성한다. 용매 또는 현상액은 메틸에틸케톤, 톨루엔, 아세톤, 이소프로판올 등과 같은 방사경화성 재료들을 용해시키거나 분산시키는데 일반적으로 사용되는 것들로부터 선택된다.

선택적으로, 노광은 도체막/기판 아래에 포토마스크를 배치함으로써 행해질 수 있다. 이 경우, 도체막/기판은 노광에 사용되는 방사선 파장에 투명해야 한다.

상술된 방법들에 따라 제조된 마이크로컵들의 개구부는 원형, 정사각형, 직사각형, 육각형 또는 어떤 다른 형상일 수도 있다. 개구부들 사이의 격벽 영역은, 바람직한 기계적 특성들을 유지하면서 높은 컬러 포화도 및 콘트라스트를 달성하기 위하여 작게 유지되는 것이 바람직하다. 따라서, 예를 들어, 원형의 개구부보다는 벌집 형상의 개구부가 바람직하다.

반사형 전기영동 디스플레이에서, 각 개별 마이크로컵의 크기는 약 10^{2} 내지 약 1×10^{6} ㎛^{2} 의 범위이고, 약 10^{3} 내지 약 1×10^{5} ㎛^{2} 의 범위인 것이 바람직하다. 마이크로컵들의 깊이는 약 5 내지 약 200 ㎛ 의 범위이고, 약 10 내지 약 100 ㎛ 의 범위인 것이 바람직하다. 벽 중심으로부터 측정되는 벽들을 포함하여 하나의 컵의 영역으로 정의되는 전체 영역에 대한 개구부의 비율은 약 0.05 내지 약 0.95 의 범위이고, 약 0.4 내지 약 0.9 의 범위인 것이 바람직하다.

착색된층을 하부층에 채색, 프린팅, 코팅 또는 적층함으로써 셀들의 착색된 백그라운드층을 추가할 수도 있다.

III(c) **현탁액의 제조**

셀들은 유전 용매에 분사된 하전 안료 입자들로 충진되며, 입자들은 전계의 영향하에서 이동한다. 현탁액은 전계에서 이동하지 않는 부가적인 착색제들을 옵션으로 함유할 수도 있다. 분산물은, 미국특허 제6,017,584호, 제5,914,806호, 제5,573,711호, 제5,403,518호, 제5,380,362호, 제4,680,103호, 제4,285,801호, 제4,093,534호, 제4,071,430호, 및 제3,668,106호와 같이, 공지된 방법들에 따라 제조할 수도 있다. 또한, IEEE Trnas. Electron Devices, ED-24, 827 (1977) 및 J. Appl. Phys. 49 (9):4820 (1978) 을 참조한다.

유전 용매는 높은 입자 이동도를 위해서 낮은 점도와 약 2 내지 30 범위, 바람직하게는 약 2 내지 약 15 범위의 유전율을 가진다. 적절한 유전 용매의 예는, 데카하이드로나프탈렌 (DECALIN), 5-에틸리덴-2-노르보르넨, 지방유, 파라핀유 등의 하이드로카본; 톨루엔, 크실렌, 페닐크실릴에탄, 도데실벤젠 및 알킬나프탈렌 등의 방향족 하이드로카본; 디클로로벤조트리플루오라이드, 3,4,5-트리클로로벤조트리플루오라이드, 클로로펜타플루오르-벤젠, 디클로로노네인, 펜타클로로벤젠 등의 할로겐화 용매; 퍼플루오르데칼린, 퍼플루오르톨루엔, 퍼플루오르크실렌, MN 주 St. Paul 소재의 3M 사의 FC-43, FC-70, FC-5060 등의 퍼플루오르 용매; Oregon 주 Portland 소재의 TCI America 사의 폴리 (퍼플루오르프로필렌 산화물), NJ 주 River Edge 소재의 Halocarbon Product 사의 Halocarbon Oils 등의 폴리(클로로트리플루오르에틸렌), Ausimont 사의 Galden, HT-200 및 플루오르링크 또는 Delaware 소재의 Dupont 사의 Krytox Oils 과 Greases K-Fluid Series 등의 퍼플루오르폴리알킬에테르와 같은 폴리머들을 함유하는 저분자량 할로겐을 포함한다. 바람직한 일실시형태에서는, 폴리 (클로로트리플루오르에틸렌) 를 유전 용매로 사용한다. 다른 바람직한 실시형태에서는, 폴리 (퍼플루오르프로필렌 산화물) 을 유전 용매로 사용한다.

콘트라스팅 착색제는 염료 또는 안료일 수 있다. 특히, 비이온성 아조와 안트라퀴논 염료가 유용하다. 유용한 염료들의 예로는, 이에 한정되지는 않지만, 아리조나 소재의 Pylam Products 사의 Oil Red EGN, Sudan Red, Sudan Blue, Oil Blue, Macrolex Blue, Solvent Blue 35, Pylam Spirit Black 및 Fast Spirit Black; Aldrich 사의 Sudan Black B; BASF 사의 Thermoplastic Black X-70; 및 Aldrich 사의 안트로퀴논 블루, 안트로퀴논 옐로 114, 안트로퀴논 레드 111 및 135, 안트로퀴논 그린 28 을 포함한다. 특히, 퍼플루오르 용매들이 사용되는 경우 퍼플루오르 염료들이 유용하다. 콘트라스팅 안료의 경우, 매질의 착색제는 또한 유전 매질에 분산되고, 바람직하기로는 하전될 수도 있다. 콘트라스팅 컬러 안료 입자들이 하전되는 경우, 이들은 하전된 주요 컬러 안료 입자들의 전하와 반대인 전하를 운반하는 것이 바람직하다. 콘트라스팅 컬러 안료 입자 및 주요 컬러 안료 입자가 동일한전하를 운반하는 경우라면, 이들은 서로 다른 전하 밀도 또는 서로 다른 전기영동 이동도를 가져야만 한다. EPD 에 사용되는 염료 또는 안료는 화학적으로 안정해야 하며 현탁액 내의 다른 성분들과 공존할 수 있어야 한다.

하전된 주요 컬러 입자들은 바람직하기로는 백색이며, TiO_2 와 같은 유기 또는 무기 안료일 수도 있다.

착색된 안료 입자들을 사용하는 경우, 이들은 프탈로시아닌 블루, 프탈로시아닌 그린, 다이어리리드 옐로, 다이어리리드 AAOT 옐로; Sun Chemical 사의 퀴나크리돈, 아조, 로다민, 퍼릴렌 안료 시리즈; Kanto Chemical 사의 Hansa 옐로 G 입자들; 및 Fisher 사의 Carbon Lampblack 으로부터 선택될 수도 있다. 입자 크기는 0.01 내지 5 ㎛ 의 범위가 바람직하며, 0.05 내지 2 ㎛ 의 범위인 것이 더욱 더 바람직하다. 입자들은 허용 가능한 광학적인 특성들을 갖고, 유전 용매에 의해 팽윤되거나 연화되지 않아야 하며, 화학적으로 안정해야 한다. 또한, 최종 현탁액은 통상의 작동 조건 하에서 침강, 엉김, 또는 응집에 대해 안정해야 한다.

이동하는 안료 입자들은 고유 전하를 나타낼 수도 있고, 전하조절제를 이용하여 명시적으로 하전될 수도 있고, 유전 용매에 부유하게 되면서 전하를 얻을 수도 있다. 적절한 전하조절제들은 당해 기술 분야에서 공지되어 있는데, 이들은 실제로 폴리머이거나 비폴리머일 수도 있고, 이온성이거나 비이온성일 수도 있으며, Aerosol OT, 소듐 도데실벤젠술포네이트, 금속 비누, 폴리부텐 숙신이미드, 말레익 무수물 코폴리머, 비닐피리딘 코폴리머, 비닐피롤리돈 코폴리머 (International Specialty Products 사의 Ganex 등), 아크릴 (메타크릴) 산 코폴리머, N,N-디메틸아미노에틸 아크릴레이트 (메타크릴레이트) 코폴리머 등의 이온성 계면활성제를 포함한다. 플루오르화 계면활성제는 특히 퍼플루오르카본 용매 내에서 전하조절제로 유용하다. 이러한 플루오르화 계면활성제는, 3M 사의 FC-170C, FC-171, FC-176, FC430, FC431 및 FC-740 등의 FC 플루오르화 계면활성제 및 Dupont 사의 Zonyl FSA, FSE, FSN, FSN-100, FSO, FSO-100, FSD 및 UR 등의 Zonyl 플루오르화 계면활성제들을 포함한다.

적절한 하전 안료 분산물은, 그라인딩, 밀링, 마모, 미세유체화 및 초음파 기술을 포함하는 공지된 공정 중 어느 하나로 제조할 수 있다. 예를 들어, 미세 분말 형태의 안료 입자들을 현탁 용매에 첨가하고, 그 혼합물을 수 시간동안 볼밀하거나 마모시켜, 많이 응집되어 있는 건조 안료 분말을 프라이머리 입자들로 분쇄한다. 덜 바람직하지만, 볼밀링 공정 동안에 현탁액 내에 유전 용매의 색을 발생시키는 염료 또는 안료를 첨가할 수도 있다.

입자들을 적절한 폴리머들로 마이크로캡슐화하여 유전 용매의 비중에 그 비중을 매치시킴으로써, 안료 입자들의 응집이나 엉김을 방지할 수도 있다. 안료 입자들의 마이크로캡슐화는 화학적 또는 물리적으로 이루어질 수도 있다. 통상적인 마이크로캡슐화 공정은, 계면 중합, 인시튜 중합, 상분리, 코아세르베이션, 정전 코팅, 스프레이 건조, 유동상

코팅 및 용매 증발 등을 포함한다.

III(d) **마이크로컵의 충진 및 밀봉**

충진 및 밀봉 과정이, 이전 섹션들에서 언급된 미국 특허출원 제 09/518,488 호 (WO01/67170) 및 미국 특허출원 제 09/784,972 호인, 계류중인 출원에 개시되어 있으며, 이들의 명세가 여기서 참조되어 있다

마이크로컵들을 전기영동 유체로 충진한 후, 이들을 밀봉한다. 마이크로컵들의 밀봉의 중요 단계는 다수의 방법들로 달성될 수도 있다. 바람직한 접근방식은 착색된 유전 용매에 분산되어 있는 하전 안료 입자들을 함유하는 전기영동 유체에, UV 경화성 조성물을 분산시키는 것이다. 적절한 UV 경화성 재료들은 아크릴레이트; 메타크릴레이트; 스티렌; 알파-메틸스티렌; 부타디엔; 이소프렌; 아릴아크릴레이트; 다원자가의 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트; 시아노아크릴레이트; 비닐벤젠, 비닐실란, 비닐에테르를 포함하는 다원자가 비닐; 다원자가 에폭시드; 다원자가 이소시아네이트; 다원자가 알릴; 및 가교결합성 관능기를 함유하는 올리고머 또는 폴리머를 포함한다. UV 경화성 조성물은 유전 용매와 섞이지 않으며, 그 비중은 전기영동 유체 즉, 유전 용매와 안료 입자들의 결합의 비중보다 낮게 된다. 2 개의 성분들, 즉 UV 경화성 조성물과 전기영동 유체를 인-라인 혼합기 내에서 완전히 혼합한 후, Myrad 바 (bar) 법, 그라비어 인쇄법, 닥터 블레이드법, 슬롯 코팅 또는 슬릿 코팅 등의 정밀 코팅 메커니즘에 의해 마이크로컵 상에 즉시 코팅한다. 과잉 유체는 와이퍼 블레이드 또는 유사한 장치로 제거한다. 마이크로컵의 격벽 상단 표면에 남아 있는 전기영동 유체는, 헵탄, 이소프로판올 및 메탄올 등의 약용매 또는 용매 혼합물을 소량 사용하여 세정할 수 있다. 전기영동 유체의 점도와 커버리지를 제어하는데 휘발성 유기 용매를 사용할 수도 있다. 그 후, 이와 같이 충진된 마이크로컵들을 건조하면, UV 경화성 조성물이 전기영동 유체의 상부에 떠오르게 된다. UV 경화성 조성물이 상부에 부유하는 동안 또는 상부에 부유한 후에, 부유 UV 경화성 층을 경화하여 마이크로컵을 밀봉 할 수도 있다. 밀봉층을 경화하고 마이크로컵을 밀봉하는 데는, UV 광, 또는 가시광, IR 또는 전자빔 등 다른 형태의 방사선을 사용할 수도 있다. 선택적으로, 열 또는 수분 경화성 조성물을 사용할 수 있다면, 열 또는 수분을 사용하여 밀봉층을 경화하고 마이크로컵들을 밀봉할 수도 있다.

아크릴레이트 모노머와 올리고머에 대해 양호한 밀도와 용해도 식별을 나타내는 바람직한 유전 용매 그룹은, 할로겐화 하이드로카본, 이탈리아의 Ausimont 사 또는 델라웨어주의 Dupont 사의 퍼플루오르에테르 등의 퍼플루오르 용매, 및 이들의 유도체들이다. 전기영동 유체와 밀봉 재료 사이의 계면에서 접착력 및 젖음성을 향상시키기 위해 계면활성제를 사용할 수도 있다. 계면활성제는, 3M 사의 FC 계면활성제, DuPont 사의 Zonyl 플루오르화 계면활성제, 플루오르아크릴레이트, 플루오르메타크릴레이트, 플로오르-치환 긴 체인 알콜, 퍼플루오르-치환 긴 체인 카르복실산 및 그 유도체들을 포함한다.

선택적으로, 특히 밀봉 전구체가 유전 용매와 적어도 부분적으로 공존하는 경우, 전기영동 유체와 밀봉 전구체를 마이크로컵으로 순차적으로 충진하여 혼합되는 것을 방지한다. 따라서, 마이크로컵들의 밀봉은, 충진된 마이크로컵의 표면 상에 방사, 열, 용매 증발, 수분 또는 계면 반응에 의해 경화시킬 수 있는 밀봉 재료를 얇은 층으로 오버코팅함으로써 이루어질 수도 있다. 코팅층의 점도와 두께를 조절하기 위해 휘발성 유기 용매를 사용할 수도 있다. 휘발성 용매가 오버코팅에 사용되는 경우, 휘발성 용매가 유전 용매와 혼합되지 않아 밀봉층과 전기영동 유체 사이의 혼합 정도를 감소시킬 수 있는 것이 바람직하다. 혼합 정도 를 좀 더 감소시키기 위해서는, 오버코팅의 비중이 전기영동 유체보다 현저하게 낮은 것이 매우 바람직하다. 계류중인 특허출원 즉, 2001 년 6 월 4 일자로 출원된 미국 특허출원 제 09/874,391 호에는, 열가소성 엘라스토머가 바람직한 밀봉 재료로서 개시되어 있다.

유용한 열가소성 엘라스토머의 예가, 식 ABA 또는 (AB)n 에 의해 표시되는 2-블록, 3-블록 또는 다수의 블록의 공중합체를 포함하며, 여기서 A 는 스티렌, α-메틸스티렌, 에틸렌, 프로필렌 또는 노보넨이며; B 는 부타디엔, 이소프렌, 에틸렌, 프로필렌, 부틸렌, 디메톡시실록산 또는 프로필렌 술파이드이며; A 와 B 는 식에서 동일할 수 없다. 숫자 n 은 ≥1 이며, 바람직하기로는 1 내지 10 이다. 대표적인 공중합체는 폴리(스티렌-b-부타디엔), 폴리(스티렌-b-부타디엔-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-이소프렌-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-에틸렌/부틸렌-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-디메틸실록산-b-스티렌), 폴리(α-메틸스티렌-b-이소프렌), 폴리(α-메틸스티렌-b-α-메틸스티렌), 폴리(α-메틸스티렌-b-프로필렌술파이드-b-α-메틸스티렌), 및 폴리(α-메틸스티렌-b-디메틸실록산-b-α-메틸스티렌)을 포함한다. 실리카 입자들 및 계면 활성제 등의 첨가물을 사용하여 막 보전 및 코팅 품질을 개선시킬 수 있다.

선택적으로, 계면 중합에 후속하여 UV 경화하면 밀봉 공정에 매우 유익함을 발견하였다. 전기영동 층과 오버코팅 사이의 혼합은 계면에서 계면 중합에 의해 얇은 배리어 층을 형성함으로써 현저하게 억제된다. 그 후, 밀봉은 사후 경화 단계, 바람직하기로는 UV 방사선에 의해 완료된다. 2 단계의 오버코팅 공정 은 사용된 염료가 열경화성 전구체에서 적어도 부분적으로 가용성인 경우, 특히 유용하다.

III(e) **마이크로컵의 적층**

그 후, 밀봉된 마이크로컵들을 다른 전극막을 사용하여 바람직하기로는 접착층을 사용하여 적층한다. 적절한 접착 재

료들은 아크릴 및 고무 타입의 감압 접착제, 예를 들어 다관능기 아크릴레이트, 에폭시드, 비닐에테르 또는 치올렌, 및 에폭시, 폴리우레탄, 시아노아크릴레이트 등의 수분 또는 열 경화성 접착제를 함유하는 UV 경화성 접착제를 포함한다.

본 발명의 일 실시형태에 있어서, 박막 트랜지스터들을 포함하는 기판은, 능동 구동 메커지즘을 제공하는 하층 전극들 중 하나로서 사용될 수 있고, 이 시나리오에서, 상부 전극은 투명하다.

IV. 이중 모드 스위칭의 동작

IV(a) 수동 매트릭스

(1) 전극 회로 설계

도 6 은 2 층의 수동 매트릭스 전극 회로 설계의 측면도이다. 도 6b 는 이중 모드의 2 층의 수동 매트릭스 전극 설계의 평면도를 나타낸다. 셀 (60) 들은 하나의 상부층 (61) 과 하부층 (62) 사이에 개재되어 있다. 수평 바들은 투명한 로우 전극 (63) 이며, 셀들의 상부를 관통하고 있다. 하부층 (62) 은 셀의 좌측에 있는 하나의 인-플레인 전극 (64), 하나의 하부 컬럼 전극(65), 및 우측의 또 다른 인-플레인 전극 (66) 으로 이루어져 있다. 인-플레인 전극들 사 이에 그리고 인-플레인 전극들과 컬럼 전극들 사이에 갭 (67) 들이 존재한다.

상부 로우 전극, 하부 컬럼 전극, 및 인-플레인 전극의 단면은 디스플레이 셀을 한정한다.

(2) 타이밍 구동 시퀀스

본 발명의 이중 모드 스위칭을 나타내기 위하여, 일반적인 흑색 백그라운드 및 클리어하게 착색된 용매에 분산되는 양으로 하전된 백색 입자들을 구비하는 전기영동 셀들을 사용한다.

실제 백색 상태는 하부 칼럼 전극 (65) 들을 하전시키면서 입자들을 위쪽으로 끌어당기는 입자들의 극성과 반대인 극성을 가진 선택된 셀들 또는 픽셀들의 상부 로우(row) 전극 (63) 들을 하전시킴으로써 생성될 수도 있다. 백색 컬러는 관찰자에 의해 투명한 상부 도체층을 통하여 보이게 된다.

도 7a 는 실제 백색 상태를 나타내는, 셀들의 어레이의 단면도이다. 모든 셀들의 백색 입자들이 셀들의 상부로 이동하면, 최종적인 컬러 (즉, 백색) 는 투명한 도체막 (도시되지 않음) 을 통하여 상부로부터 보여진다. 도 7b 는 실제 백색 상태를 나타내는 셀들의 어레이의 평면도이다.

실제 백색 상태는, 예를 들어 2 가지 단계의 구동 공정에 의해 이루어질 수 있다. 제 1 단계에서, 로우(row) 전극 (63) 의 전압이 하이로 설정되고, 컬럼 전극 (65) 및 2 개의 인-플레인 전극 (64) 의 전압은 로우로 설정된다. 그 결과, 백색 입자들이 먼저 셀들의 하부로 이끌려 간다. 제 2 단계에서, 인-플레인 전극들의 전압이 로우로 설정되며, 컬럼 전극의 전압이 하이로 설정되며, 로우 전극이 또한 하이로 설정된다. 이러한 설정하에서, 전계에 의해 구동된 백색 입자들이 셀들의 측면으로 이동하여 그 셀들의 측면을 커버하므로, 흑색 백그라운드 컬러가 투명한 상부 도체막을 통하여 보여진다.

선택적으로, 실제 흑색 상태가 또한 일 단계의 구동 공정에 의해 이루어질 수 있다. 더욱 상세하게는, 선택된 셀들의 로우 전극 (63) 및 컬럼 전극 (65) 을 고전압으로 그리고 인-플레인 전극 (64) 들을 저전압으로 설정함으로써 흑색 컬러를 볼 수 있다. 로우 전극 및 컬럼 전극에 인가된 전압들은 동일하지 않을 수도 있다. 이에 의해 상부 로우 전극 (63) 과 하부 컬럼 전극 (65) 으로부터의 전계는 선택된 셀들의 입자들로 하여금 셀들의 에지들을 향하여 빠르게 이동하게 하여, 고 품질의 실제 흑색 상태를 나타낼 수 있다.

도 8a 는 본 발명의 실제 흑색 상태를 나타내는 셀들의 동일 어레이(도 7a 에 나타냄) 의 단면도이다. 모든 셀들의 백색 입자들이 셀들의 측면들로 이동하여, 백그라운드의 컬러 (즉, 흑색) 가 투명한 상부 도체막으로부터 보여진다. 도 8b 는 실제 흑색 상태를 나타내는 셀들의 어레이의 평면도이다.

선택된 셀들의 착색된 (예를 들어, 적색, 청색 또는 녹색) 상태는, 상부(로우) 전극 (63) 의 전압이 하이로 설정되며, 컬럼 전극 (65) 및 2 개의 인-플레인 전극 (64) 의 전압이 로우로 설정되는 경우에, 이루어질 수 있다. 이 경우, 전계에 의해 구동된, 셀의 백색 입자들은 하부의 컬럼 전극으로 이동한다. 셀들의 하부는 백색 입자들로 커버되고 유전 용매의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 는 투명한 상부 도체층을 통하여 보여진다. 어떤 컬러 조합들은 픽셀의 선택된 셀들내의 하전된 백색 입자들을 하부로 이동시킴으로써 본 발명에 따라 이루어질 수 있다. 또한, 계조 (gray scale) 는 입자들이 하부 컬럼 전극들로 부분적으로 이동하도록 전압을 조정함으로써 획득될 수 있다.

도 9a 는 본 발명의 동일한 EPD 디스플레이의 백색, 흑색 및 2 가지 컬러 상태를 나타내는 동일한 셀 어레이 (도 7a 및 도 8a 에 도시됨) 의 단면도이다. 상부 로우 전극 (63) 으로 이동되는 백색 입자들을 가진 셀들은 백색 컬러를 나타내고, 하부 컬럼 전극 (65) 들로 이동되는 백색 입자들을 가지는 셀들은 유전 용매의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 를 나타내고; 셀들의 측면들로 이동되는 백색 입자들을 가지는 셀들은 흑색 컬러를 나타낸다. 도 9b 는 복수의 컬러를 나타내는 셀들의 어레이의 평면도이다.

이중 스위칭 모드를 셀내의 2 개의 인-플레인 전극 (64) 들을 이용함으로써 나타내었지만, 동일한 결과들이 단지 하나의 인-플레인 전극 또는 복수의 인-플레인 전극을 이용함으로써 이루어질 수도 있다.

IV(b) **TFT 능동 매트릭스**

(1) **전극 회로 설계**

LCD 디스플레이 시스템에 사용되는 TFT (박막 트랜지스터) 능동 매트릭스는 미국 특허 제 5,132,820 호에 개시되어 있다. 이러한 TFT 기술을 본 발명의 이중 모드 EPD 에 적용할 수 있다. 바람직한 실시형태에서, ITO 와 같은 투명한 도전 재료로 제조되는 상층 전극은 디스플레이의 전체 상부 표면을 커버하는 일 단편이 된다. 상부 전극은 접지 (0 V) 에 접속되어 있다. 도 10a 는 셀들의 2 ×2 어레이의 하부 전극층의 평면도를 나타낸다. 도 10b 는 TFT 접속의 세부사항을 나타낸다. 각 셀 (100) 은 하나의 하부 전극 (101) 및 2 개의 인-플레인 전극 (102) 을 구비한다. 하부 전극들 각각은 TFT (104a) 의 소스 (103a) 에 접속되어 있다. 각 셀의 인-플레인 전극들은 또 다른 TFT (104a) 의 소스 (103a) 에 접속되어 있다. TFT (104a 및 104b) 의 드레인 (105a 및 105b) 은 장치의 하부 표면을 수직으로 관통하는 신호 라인 (106a 및 106b) 에 접속되어 있다. TFT (104a 및 104b) 의 게이트 (107a 및 107b) 는 장치의 하부 표면을 수평으로 관통하는 주사선 (108) 에 접속되어 있다. 주사선 및 신호선은 매트릭스 구조를 형성하지만, 이들은 서로에 대하여 격리되어 있다.

이중-모드 스위칭에서, 2 개의 TFT (104a 및 104b) 가 하부 전극 (101) 및 인-플레인 전극 (102) 들을 독립적으로 제어하기 위하여 각 셀에 대하여 요구된다. 셀 (100) 들의 로우가 주사되는 경우, 주사선 (108) 은 TFT를 턴 온 시키는 셀들의 로우상의 TFT (104a 및104b) 의 게이트 (107a 및 107b) 에 전압을 인가한다. 동시에, 각 전극의 신호들을, TFT 의 드레인들 (105a 및 105b) 에 접속되는 신호선들에 인가한다. 그 후, 이러한 신호들을, 각각 하부 전극 및 인-플레인 전극들에 접속되는 TFT의 소스 (103a 및 103b) 로 스위칭한다. 상기 신호들은 각 셀의 소망의 바이어스 조건을 형성한다. 신호 커패시터들 (109a 및 109b) 을 추가하여 전압들을 홀드함으로써, 전극들의 전압들은 계속해서 스위칭 이후에도 셀에 바이어스를 제공한다. 이러한 구동 방식은 급속하게 스위칭 시간을 빠르게 한다. 또한, 신호 커패시터 (109a 및 109b) 가 하전된 이후에, 드라이버는 다음 로우를 계속해서 스위칭한다. 전극들의 각 로우의 스위칭 시간은 단지 신호 커패시터들의 하전 시간이 된다. 이는 디스프레이의 응답 시간을 크게 감소시킨다.

(2) **타이밍 구동 시퀀스**

본 발명의 이중 모드 스위칭을 나타내기 위하여, 일반적인 흑색 백그라운드 및 클리어하게 착색된 용매에 분산되는 양으로 하전된 백색 입자들을 구비하는 전기영동 셀들을 사용한다.

바람직한 실시형태에서, 장치의 상부 전극은 영구적으로 접지 (0V) 에 접속되어 있다. 도 10c 에 나타낸 바와 같이, 주사선은 전압, Von 으로 설정되어, 주사중인 로우상의 모든 TFT 를 턴 온 시킨다. 그 후, 신호 라인들의 전압들은 하부 전극과 인-플레인 전극으로 스위칭된다. 하부 전극 및 인-플레인 전극이 모두 음 전압으로 설정되는 경우, 셀 내의 입자들은 셀의 하부 표면으로 이동한다. 셀의 하부는 백색 입자들로 커버되고 유전 용매의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 는 투명한 상부 도체층을 통하여 보여진다.

도 10d 에 나타낸 바와 같이, 하부 전극과 인-플레인 전극들이 모두 양 전압으로 설정되는 경우, 셀의 입자들은 셀의 상부 표면으로 이동한다. 셀의 백색 입자들이 셀의 상부로 이동하는 경우, 최종 백색 컬러가 도체층을 통하여 상부로부터 보여진다.

도 10e 에 나타낸 바와 같이, 하부 전극이 0V 로 설정되고, 인-플레인 전극들이 음 전압으로 설정되는 경우, 입자들이 작은 인-플레인 전극들의 영역으로 이 동하여, 흑색의 백그라운드 컬러가 투명한 상부 도체막을 통하여 보여진다.

셀들의 로우가 주사된 후, 각 셀의 신호 커패시터들은 신호 라인 전압에 따라 하전된다. 셀들의 로우가 주사되지 않는 경우, 이는 비주사 위상이 된다. 비주사 위상 동안에, 신호 커패시터에 의해 설정된 전압을 가지는 전극이 계속해서 전계를 생성하고, 입자들의 움직임을 제어한다.

이러한 설계의 주사 시간 제한은 신호 커패시터 방전 시간에 의해 결정된다. 커패시터는 양호한 스위칭 속도를 유지하기 위하여 10% 이상 전압 강하되기 이전에 리플레쉬 (재충전) 되어야 한다. 디스플레이 응답 (온/오프) 시간은, 각

픽셀이 급속하게 하전되고 리플레쉬되기 때문에, 픽셀 온/오프 시간에 의해 결정된다. 따라서, 라인 간 주사 지연을 제거할 수 있다.

IV(c) **수동 매트릭스 및 TFT 능동 매트릭스의 결합**

(1) **전극 회로 설계**

신규한 설계에 있어서, 수동 매트릭스 전극 및 TFT 능동 매트릭스는 전극 구동 설계에 사용된다. 도 11a 는 평면도를 나타내고 도 11b 는 회로 구동 설계의 측면도를 나타낸다. 하부 전극층 (117) 은 하부 컬럼 전극 (111) 과 인-플레인 전극들 (112) 을 구비한다. 각 셀의 인-플레인 전극들은 TFT (113) 의 소스에 접속되어 있다. TFT 의 드레인은 장치의 하부 표면을 수직으로 관통하는 신호선 (114) 에 접속되어 있다. TFT 의 게이트는 장치의 하부 표면을 수직으로 관통하는 주사선 (115) 에 접속되어 있다. 주사선 및 신호선은 매트릭스 구조를 형성하지만, 2 개의 타입의 라인들은 서로 격리되어 있다. 셀 (110) 들은 하나의 상부층 (116) 과 하부층 (117) 사이에 개재되어 있다. 수평 바들은 투명하며 셀 (110) 들의 상부를 관통하는 상부 로우 전극 (118) 이다. 2 개의 인-플레인 전극 (112) 과 컬럼 전극 (111) 을 분리하는 갭 (119) 이 존재한다. 상부 로우 전극, 하부 컬럼 전극, 및 인-플레인 전극들의 단면은 디스플레이 셀을 정의한다.

상부 로우 전극 (118) 들 및 하부 컬럼 전극 (11) 들은 업 및 다운 방향으로 입자들의 움직임을 제어하는 수동 매트릭스를 형성한다. 인-플레인 전극 (112) 들 및 하부 컬럼 전극 (111) 은 입자들의 인-플레인 움직임에 대하여 바이어스 전압을 제공한다. 인-플레인 전극들은 TFT 능동 매트릭스에 의해 제어된다.

(2) **타이밍 구동 시퀀스**

본 발명의 이중 모드 스위칭을 나타내기 위하여, 일반적인 흑색 백그라운드 및 클리어하게 착색된 용매에 분산되는 양으로 하전된 백색 입자들을 구비하는 전기영동 셀들을 사용한다.

도 11c 에 나타낸 바와 같이, 주사 신호는 주사 로우상의 모든 TFT를 턴 온 시키기 위하여, 전압, Von 으로 설정된다. 그 후, 신호선의 전압들은 인-플레인 전극들로 스위칭된다. 하부 컬럼 전극 및 인-플레인 전극이 모두 로우 전압으로 설정되고, 상부 로우 전극이 하이 전압으로 설정되는 경우, 셀내의 입자들은 셀의 하부 표면으로 이동한다. 따라서, 셀들의 하부가 백색 입자들로 커버되고, 유전 용매의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 가 투명한 상부 도체층을 통하여 보여진다.

도 11d 에 나타낸 바와 같이, 하부 전극 및 인-플레인 전극이 모두 하이 전압으로 설정되고, 상부 로우 전극이 로우 전압으로 설정되는 경우, 셀내의 입자들은 셀의 상부 표면으로 이동한다. 셀내의 백색 입자들이 셀의 상부로 이동하는 경우, 백색 컬러가 상부로부터 보이며, 셀은 백색 상태가 된다.

도 11e 에 나타낸 바와 같이, 상부 로우 전극 및 하부 컬럼 전극이 하이 전압으로 설정되고, 인-플레인 전극들이 로우 전압으로 설정되는 경우, 입자들이 작은 인-플레인 전극들의 영역으로 이동하여, 흑색 백그라운드 컬러가 투명한 상부 도체막을 통하여 보여진다.

이 설계는 인-플레인 스위칭 시간의 이점을 가진다. 인-플레인 전극들이 TFT 에 의해 제어되므로, 신호 커패시터는 인-플레인 전극들의 전압을 홀드한다. 비주사 위상 동안에, 신호 커패시터에 의해 설정된 전압을 가진 전극은 계속해서 전계를 생성하고, 입자들의 움직임을 제어한다. 이는 셀 스위칭 시간을 효율적으로 감소시킨다.

VI(d) **수동 매트릭스 및 TFT 능동 매트릭스의 선택적인 결합**

(1) **전극 회로 설계**

신규한 설계에 있어서, 수동 매트릭스 전극들과 TFT 능동 매트릭스는 전극 구동 설계에 사용된다. 도 12a 는 평면도를 나타내고, 도 12b 는 회로 구동 설계의 측면도를 나타낸다. 하부 전극층 (127) 은 하부 컬럼 전극 (121) 과 인-플레인 전극 (122) 을 구비한다. 각 셀의 하부 전극은 TFT (123) 의 소스에 접속되어 있다. TFT 의 드레인은 장치의 하부 표면을 수직으로 관통하는 신호선 (124) 에 접속되어 있다. TFT 의 게이트는 장치의 하부 표면을 수평으로 관통하는 주사선 (125) 에 접속되어 있다. 주사선 및 신호선은 매트릭스 구조를 형성하지만, 이들은 서로 격리되어 있다. 셀 (120) 들은 상부층 (126) 과 하부층 (127) 사이에 개재되어 있다. 수평 바들은 투명하며 셀들의 상부를 관통하는 상부 로우 전극 (128) 이다. 2 개의 인-플레인 전극 (122) 과 하부 전극 (12) 을 분리하는 갭 (129) 이 존재한다. 상부 로우 전극, 하부 전극, 및 인-플레인 전극들의 단면은 디스플레이 셀을 정의한다.

상부 로우 전극들 및 인-플레인 전극들은 수동 매트릭스를 형성한다. 인-플레인 전극들 및 하부 전극은 입자들의 인-플레인 움직임에 대하여 바이어스 전압을 제공한다. 하부 전극들은 TFT 능동 매트릭스에 의해 제어된다.

(2) **타이밍 구동 시퀀스**

본 발명의 이중 모드 스위칭을 나타내기 위하여, 일반적인 흑색 백그라운드 및 클리어하게 하전된 용매에 분산되는 양으로 하전된 백색 입자들을 구비하는 전기영동 셀들을 사용한다.

도 12c 에 나타낸 바와 같이, 주사선은 주사 로우상의 모든 TFT를 턴 온 시키도록 전압 Von 으로 설정되어 있다. 그 후, 신호선의 전압은 하부 전극으로 스위칭된다. 하부 전극과 인-플레인 전극들이 모두 로우 전압으로 설정되고, 상부 로우 전극이 하이 전압으로 설정되는 경우, 셀의 입자들이 셀의 하부 표면으로 이동한다. 셀들의 하부가 백색 입자들로 커버되고, 유전 용매의 컬러 (즉, 적색, 녹색 또는 청색) 가 투명한 상부 도체층을 통하여 보여진다.

도 12d 에 나타낸 바와 같이, 하부 전극 및 인-플레인 전극이 모두 하이 전압으로 설정되고, 상부 로우 전극이 로우 전압으로 설정되는 경우, 셀내의 입자들은 셀의 상부 표면으로 이동한다. 셀내의 백색 입자들이 셀의 상부로 이동하는 경우, 최종적인 백색 컬러가 상부로부터 보이며, 픽셀은 백색 상태가 된다.

도 12e 에 나타낸 바와 같이, 상부 로우 전극 및 하부 컬럼 전극이 하이 전압으로 설정되고, 인-플레인 전극들이 로우 전압으로 설정되는 경우, 입자들이 작은 인-플레인 전극들의 영역으로 이동하여, 흑색 백그라운드 컬러가 투명한 상부 도체막을 통하여 보여진다.

이 설계는 업/다운 스위칭 시간을 감소시키는 이점을 가진다. 하부 전극이 TFT 에 의해 제어되므로, 신호 커패시터는 하부 전극의 전압을 홀드한다. 비주사 위상 동안에, 신호 커패시터에 의해 설정된 전압을 가진 전극은 계속해서 전계를 생성하고, 입자들의 움직임을 제어한다. 이는 셀 스위칭 시간을 효율적으로 감소시킨다.

특정 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였지만, 당업자는 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않고 다양한 변경들을 행할 수 있으며 등가물들로 치환할 수 있음을 알 수 있다. 또한, 본 발명의 목적, 사상 및 범위에 맞게 특정한 상황, 재료, 조성, 공정, 공정 단계 또는 단계들을 조정하기 위해 많은 변경들이 행해질 수도 있다. 그러한 모든 변경들은 여기서 첨부되는 특허청구범위의 범위내에 포함된다.

따라서, 첨부된 청구범위의 범위에 의해 종래 기술과 같이 넓게 정의되는 본 발명을 명세를 고려하여 허용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
인-플레인 (in-plane) 스위칭 모드과 업-다운 스위칭 모드의 전극들을 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 2.
제 1 항에 있어서,

상부 투명층과 하부층 사이에 개재되는 전기영동 셀들을 구비하며,

상기 상부층은 상부 전극을 구비하며, 상기 하부층은 하부 전극 및 하나 이상의 인-플레인 전극을 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 3.
제 1 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들은 마이크로컵들로부터 제조되는 전기영동 디스플레이.

청구항 4.
제 1 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들은 마이크로채널들로부터 제조되는 전기영동 디스플레이.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들은 마이크로캡슐들로부터 제조되는 전기영동 디스플레이.

청구항 6.
제 2 항에 있어서,

상기 전기영동 셀의 상기 하부층은 하나의 인-플레인 전극을 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 7.
제 2 항에 있어서,

상기 전기영동 셀의 상기 하부층은, 상기 하부층의 좌측 및 우측상의 2 개의 인-플레인 전극과, 그 2 개의 인-플레인 전극들 사이의 하부 전극을 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 8.
제 6 항에 있어서,

상기 인-플레인 전극과 상기 하부 전극 사이에 갭이 존재하는 전기영동 디스플레이.

청구항 9.
제 8 항에 있어서,

상기 하부 전극으로부터 상기 2 개의 인-플레인 전극을 분리하는 갭들이 존재하는 전기영동 디스플레이.

청구항 10.
제 1 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들은 하전 입자들을 분산시킨 착색된 유전 용매를 포함하는 전기영동 조성물로 충진되는 전기영동 디스플레이.

청구항 11.
제 10 항에 있어서,

상기 하전 입자들은 백색인 전기영동 디스플레이.

청구항 12.
제 10 항에 있어서,

상기 하전 입자들은 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 (cyan) 및 자홍색 (magenta) 으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 컬러를 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 13.
제 10 항에 있어서,

상기 용매는 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 컬러를 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 14.
제 2 항에 있어서,

상기 전기영동 셀의 상기 하부층은 흑색, 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 컬러를 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 15.
제 2 항에 있어서,

상기 전기영동 셀은 별도의 백그라운드층을 더 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 16.
제 15 항에 있어서,

상기 백그라운드층은 하부 전극과 인-플레인 전극을 구비하는 하부층의 상부에 있는 전기영동 디스플레이.

청구항 17.
제 15 항에 있어서,

상기 백그라운드층은 하부 전극과 인-플레인 전극을 구비하는 하부층 아래에 있는 전기영동 디스플레이.

청구항 18.
제 15 항에 있어서,

상기 개별 백그라운드층은 반사면을 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 19.
제 15 항에 있어서,

개별 백그라운드층은 흑색, 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 컬러를 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 20.
제 10 항에 있어서,

상기 전기영동 디스플레이는 하이라이트 기능을 가지는 단색 디스플레이인 전기영동 디스플레이.

청구항 21.
제 20 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들 모두는 백색 입자들을 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 22.
제 20 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들 모두는 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 동일한 컬러의 입자들을 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 23.
제 20 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들 모두는 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 동일한 컬러의 유전 용매를 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 24.
제 20 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들 모두는 흑색 백그라운드를 가지는 전깅영동 디스플레이.

청구항 25.
제 20 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들 모두는 적색, 녹색, 청색, 청록색, 황색, 자홍색 및 이들의 혼합으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 동일한 백그라운드 컬러를 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 26.

제 10 항에 있어서,

상기 전기영동 디스플레이는 다색 (multi-color) 디스플레이인 전기영동 디스플레이.

청구항 27.
제 26 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들은 서로 다른 컬러의 유전 용매들에 분산된 백색 입자들로 충진되는 전기영동 디스플레이.

청구항 28.
제 27 항에 있어서,

상기 컬러들은 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 전기영동 디스플레이.

청구항 29.
제 28 항에 있어서,

상기 컬러는 적색, 녹색 또는 청색인 전기영동 디스플레이.

청구항 30.
제 26 항에 있어서,

상기 백그라운드는 흑색인 전기영동 디스플레이.

청구항 31.
제 26 항에 있어서,

상기 개별 전기영동 셀들은 혼합된 컬러와 동일한 백그라운드 컬러의 입자들을 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 32.
제 31 항에 있어서,

상기 컬러들은 백색, 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 2 개 이상의 컬러인 전기영동 디스플레이.

청구항 33.
제 31 항에 있어서,

상기 백그라운드 컬러는 흑색, 적색, 녹색, 청색, 황색, 청록색 및 자홍색으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 전기영동 디스플레이.

청구항 34.
제 2 항에 있어서,

상기 전기영동 셀의 상기 상부층은 착색되거나 또는 컬러 필터를 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 35.
제 34 항에 있어서,

상기 전기영동 셀들은 무색 유전 용매에 분산된 백색 입자들을 가지는 전기영동 디스플레이.

청구항 36.
인-플레인 스위칭 모드와 업-다운 스위칭 모드의 전극들을 가진 전기영동 디 스플레이의 제조 방법에 있어서,

a) 투명 전극층위에 방사경화성 재료를 코팅함으로써 층을 형성하는 단계;

b) 마이크로엠보싱 또는 방사선에 이미지 (imagewise) 노광 함으로써 상기 방사경화성 재료에 개방 (open) 셀들을 형성하는 단계;

c) 상기 개방 셀들을 전기영동 조성물로 충진시키는 단계;

d) 상기 충진된 전기영동 셀들을 밀봉하는 단계;

e) 상기 밀봉된 셀들을 대향 전극을 구비하는 층을 사용하여 적층하는 단계를 포함하는 전기영동 디스플레이의 제조 방법.

청구항 37.
제 36 항에 있어서,

상기 밀봉된 셀들은 대향 전극을 구비하는 층과 접착층으로 적층되는 전기영동 디스플레이의 제조 방법.

청구항 38.
제 1 항에 있어서,

상기 인-플레인 스위칭 모드와 상기 업-다운 스위칭 모드는 능동 매트릭스 시스템들에 의해 구동되는 전기영동 디스플레이.

청구항 39.
제 38 항에 있어서,

상기 능동 매트릭스 시스템은 박막 트랜지스터 (TFT) 를 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 40.
제 38 항에 있어서,

각 전기영동 셀의 하부 전극은 TFT 에 의해 스위칭되며, 각 전기영동 셀의 인-플레인 전극들은 또 다른 TFT 에 의해 스위칭되는 전기영동 디스플레이.

청구항 41.
제 40 항에 있어서,

상기 TFT 는 주사선들과 신호선들의 매트릭스에 의해 제어되는 전기영동 디스플레이의 제조 방법.

청구항 42.
제 38 항에 있어서,

상기 상부 전극은 상기 전기영동 장치의 상부를 커버하도록 하나의 단편으로 투명한 도전 재료에 의해 제조되는 전기영동 디스플레이.

청구항 43.
제 1 항에 있어서,

상기 인-플레인 스위칭 모드 및 상기 업-다운 스위칭 모드는 수동 매트릭스 시스템들에 의해 구동되는 전기영동 디스플레이.

청구항 44.
제 43 항에 있어서,

전기영동 셀들은 상부 투명층과 하부층 사이에 개재되며,

상기 상부층은 복수의 로우(row) 전극을 구비하며,

상기 하부층은 복수의 컬럼 전극과 복수의 인-플레인 전극을 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 45.
제 44 항에 있어서,

상기 로우 전극들은 투명하며 병렬로 상기 전기영동 셀들의 상부를 관통하는 수평 배향된 전극 바를 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 46.
제 44 항에 있어서,

상기 컬럼 전극들은 투명하며 병렬로 상기 전기영동 셀들의 상부를 관통하는 수직 배향된 전극 바를 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 47.
제 44 항에 있어서,

상기 인-플레인 전극들은 투명하며 병렬로 상기 전기영동 셀들의 하부를 관통하는 수직 배향된 전극 바를 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 48.
제 47 항에 있어서,

상기 인-플레인 전극들은 칼럼 전극들 사이에 배치되고 전기영동 셀들의 측면에 정렬되는 전기영동 디스플레이.

청구항 49.
제 1 항에 있어서,

상기 인-플레인 스위칭 모드는 능동 매트릭스 시스템에 의해 구동되며, 상기 업-다운 스위칭 모드는 수동 매트릭스 시스템에 의해 구동되는 전기영동 디스플레이.

청구항 50.
제 49 항에 있어서,

상기 능동 매트릭스 시스템은 박막 트랜지스터 (TFT) 를 구비하는 전기영동 디스플레이.

청구항 51.
제 1 항에 있어서,

상기 인-플레인 스위칭 모드는 수동 매트릭스 시스템에 의해 구동되며, 상기 업-다운 스위칭 모드는 능동 매트릭스 시스템에 의해 구동되는 전기영동 디스플레이.

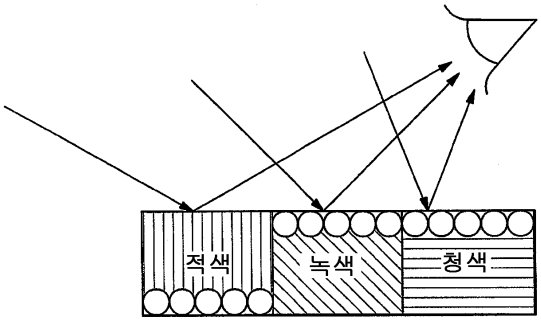
청구항 52.
제 51 항에 있어서,

상기 능동 매트릭스 시스템은 박막 트랜지스터 (TFT) 를 구비하는 전기영동 디스플레이.

도면

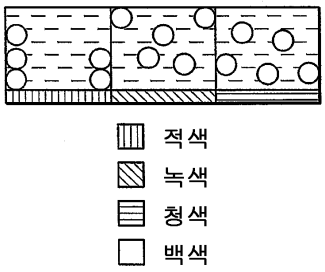
도면1

종래기술



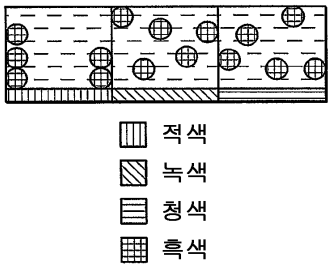
도면2a

종래기술



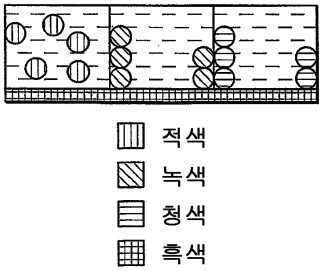
도면2b

종래기술



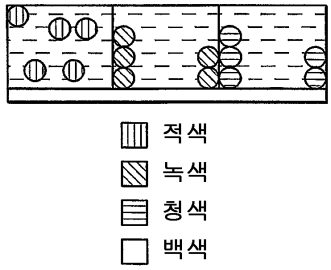
도면2c

종래기술

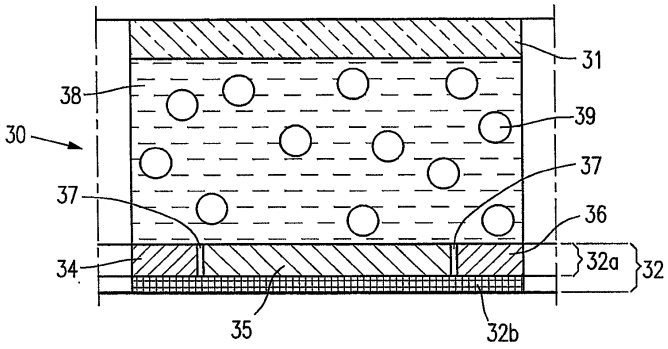


도면2d

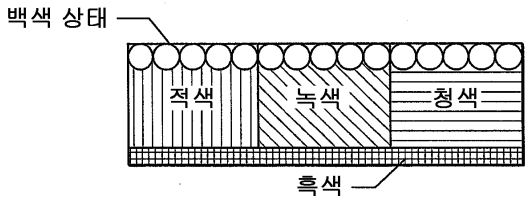
종래기술



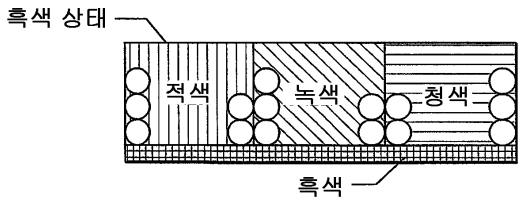
도면3



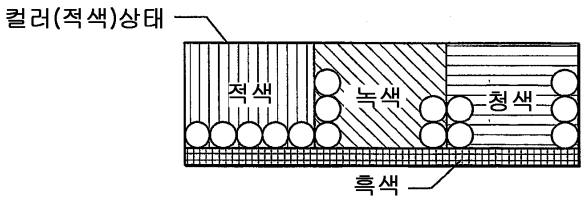
도면4a



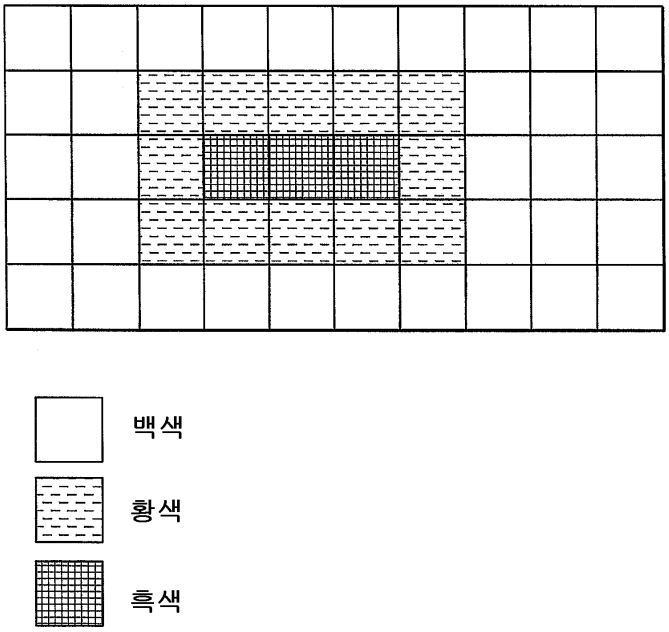
도면4b



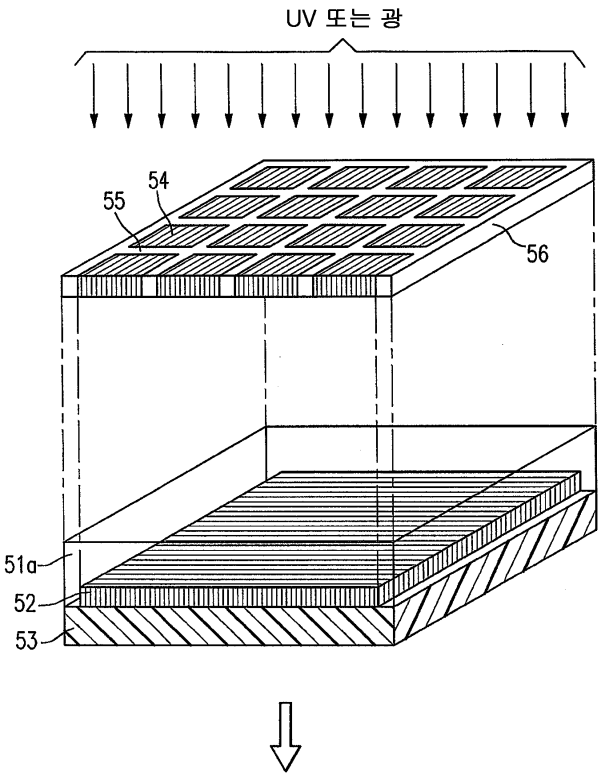
도면4c



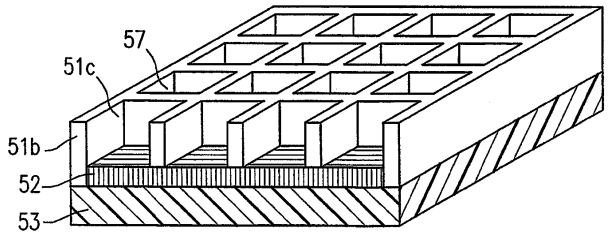
도면4d



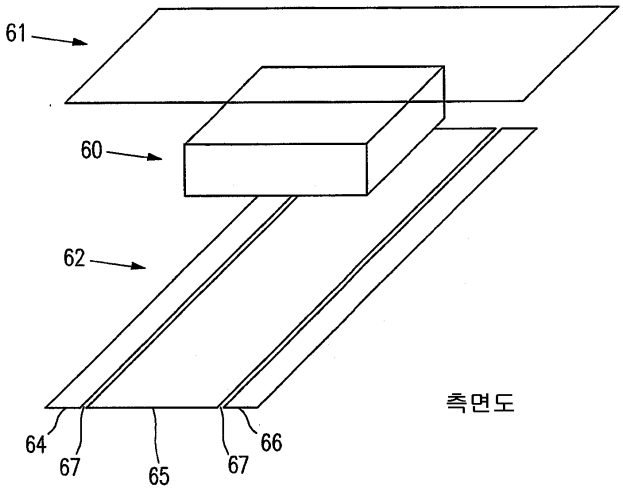
도면5a



도면5b

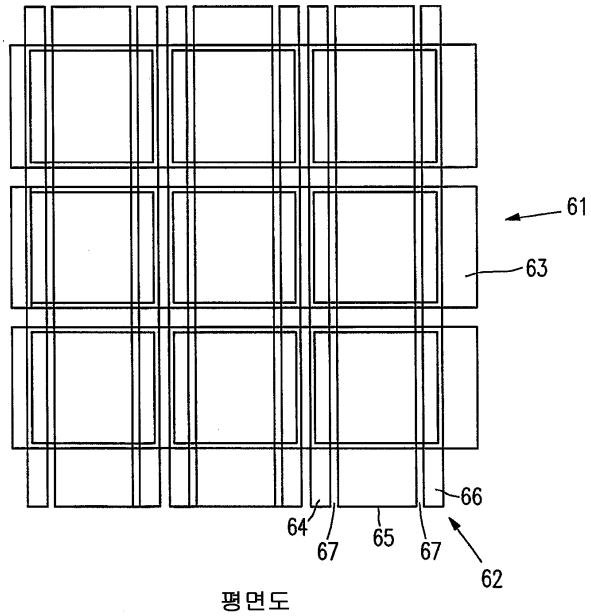


도면6a



측면도

도면6b

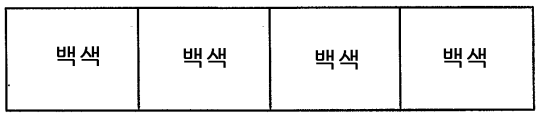


평면도

도면7a

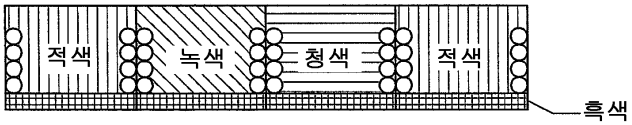
측면도

도면7b



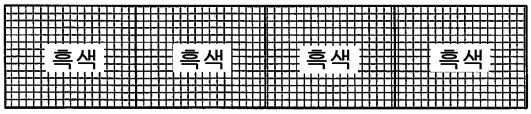
평면도

도면8a



측면도

도면8b

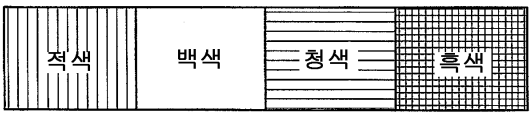


평면도

도면9a

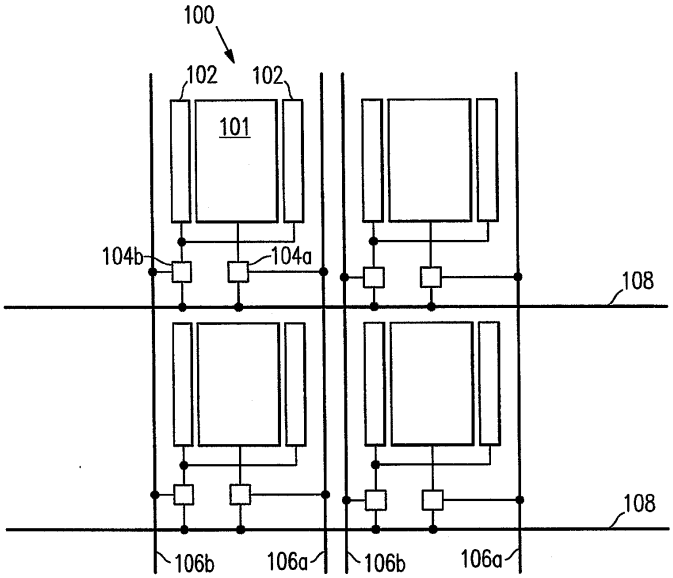
측면도

도면9b

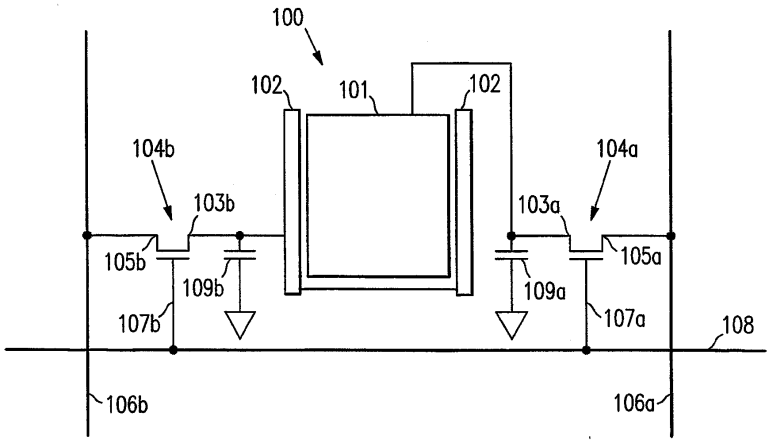


평면도

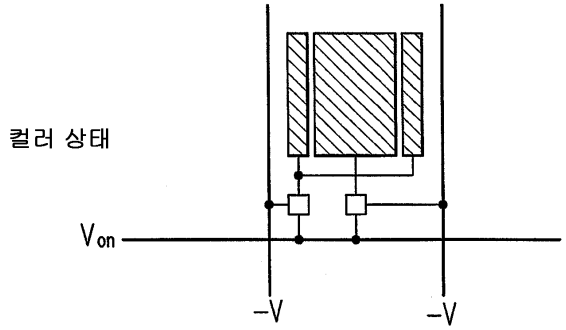
도면10a



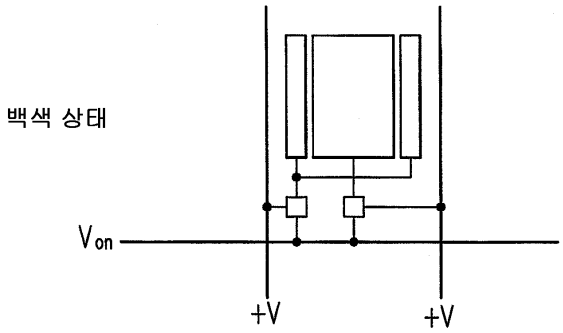
도면10b



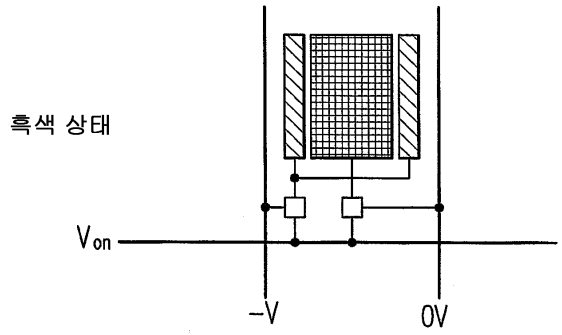
도면10c



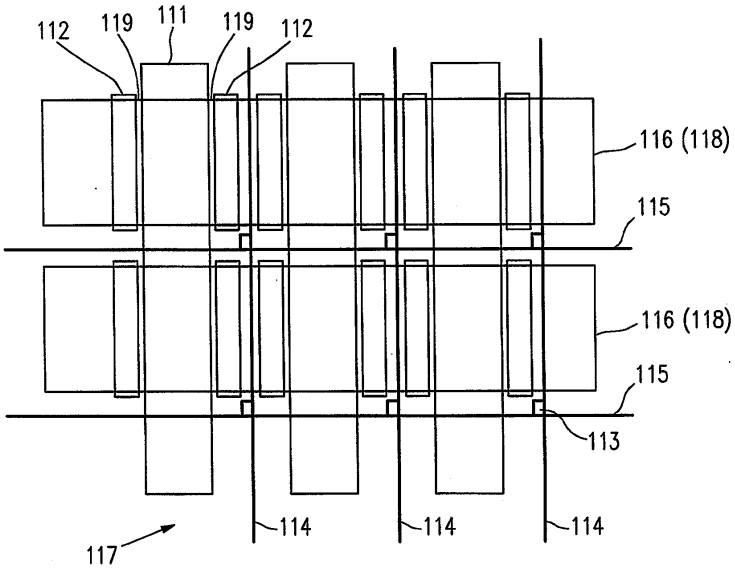
도면10d



도면10e

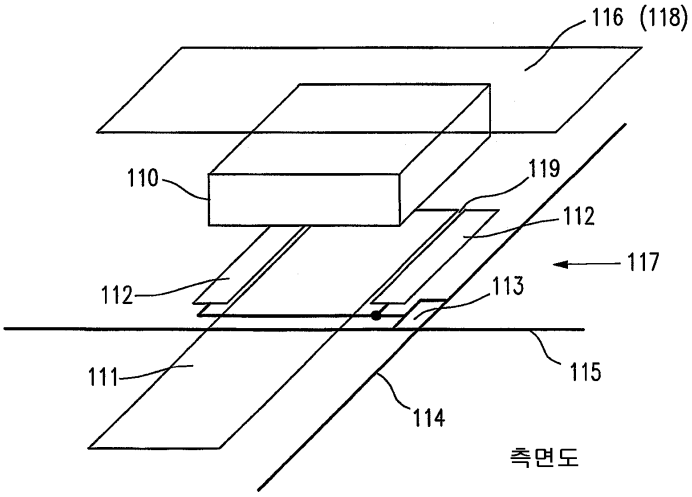


도면11a



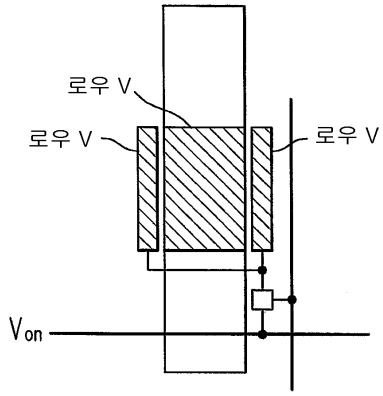
평면도

도면11b



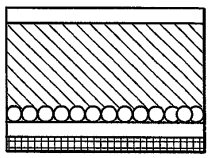
측면도

도면11c-1



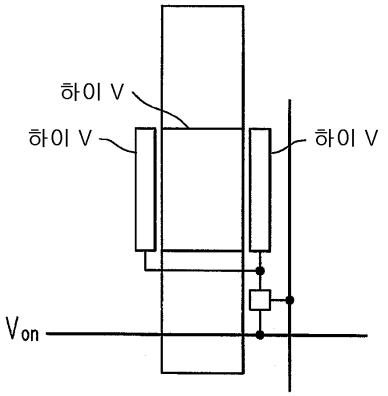
컬러 상태

도면11c-2



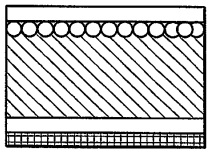
컬러 상태

도면11d-1



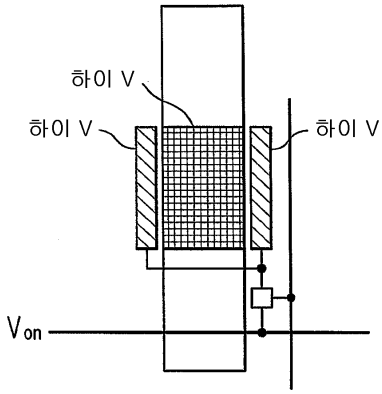
백색 상태

도면11d-2



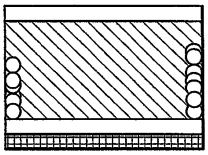
백색 상태

도면11e-1



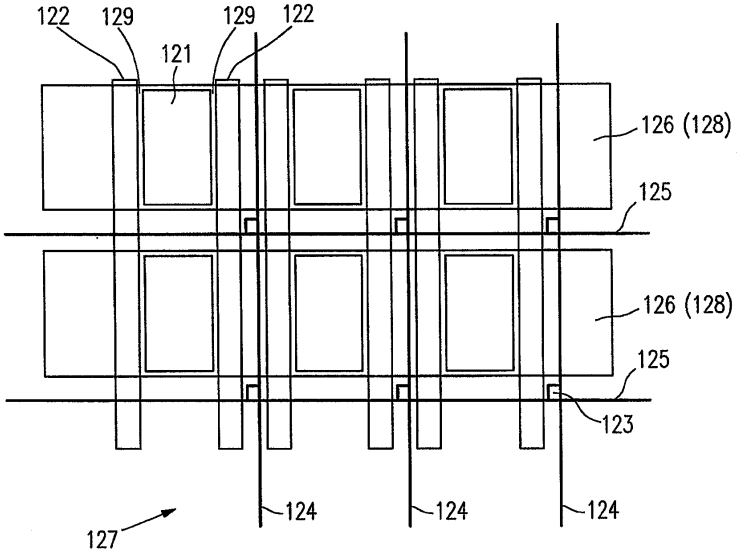
흑색 상태

도면11e-2



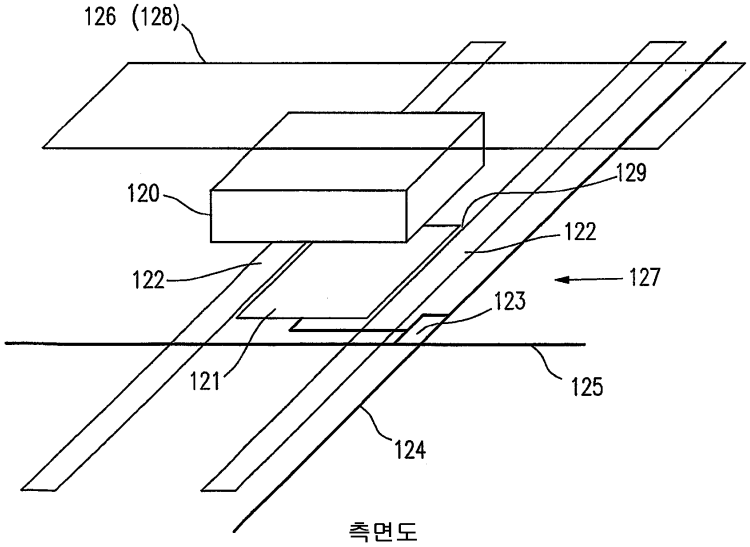
흑색 상태

도면12a



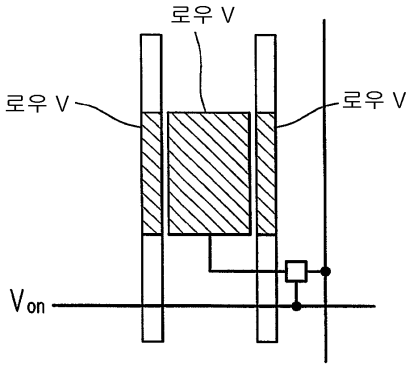
평면도

도면12b



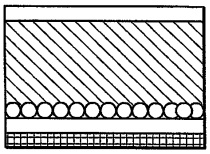
측면도

도면12c-1



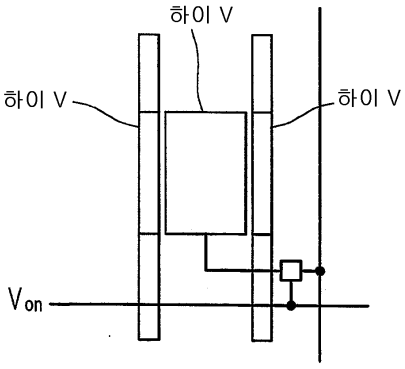
컬러 상태

도면12c-2



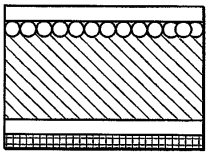
컬러 상태

도면12d-1



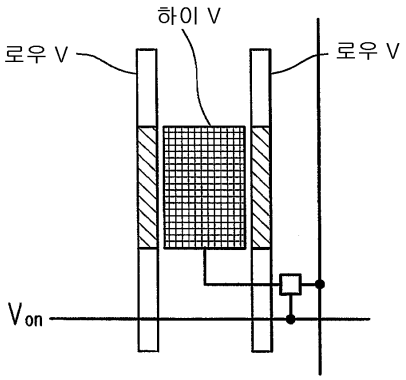
백색 상태

도면12d-2



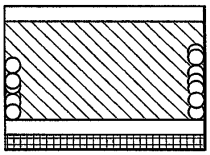
백색 상태

도면12e-1



흑색 상태

도면12e-2



흑색 상태