



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월25일

(11) 등록번호 10-2733728

(24) 등록일자 2024년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/167 (2019.01) G02F 1/1675 (2019.01)
H10N 30/85 (2023.01)

(52) CPC특허분류
G02F 1/167 (2022.01)
G02F 1/1675 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2023-7033699(분할)

(22) 출원일자(국제) 2019년05월17일

심사청구일자 2023년09월27일

(85) 번역문제출일자 2023년09월27일

(65) 공개번호 10-2023-0146114

(43) 공개일자 2023년10월18일

(62) 원출원 특허 10-2022-7028310
원출원일자(국제) 2019년05월17일

심사청구일자 2022년08월16일

(86) 국제출원번호 PCT/US2019/032805

(87) 국제공개번호 WO 2019/222587

국제공개일자 2019년11월21일

(30) 우선권주장

62/673,092 2018년05월17일 미국(US)

62/727,033 2018년09월05일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2010085528 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 11 항

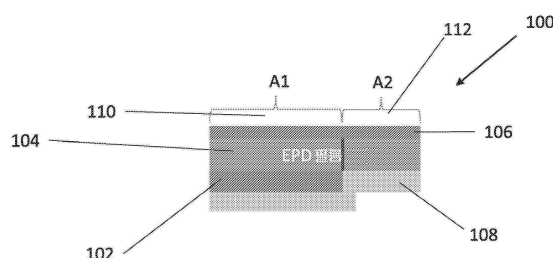
심사관 : 금복희

(54) 발명의 명칭 **피에조 전기영동 디스플레이**

(57) 요약

본 명세서에서는, 전기영동 재료의 층, 제 1 전도성 층, 및 전기영동 재료의 층과 제 1 전도성 층 사이에 위치한 압전 재료로서, 압전 재료는 전기영동 재료의 층의 부분과 중첩되고, 제 1 전도성 층의 부분은 전기영동 재료의 나머지와 중첩되는, 상기 압전 재료를 갖는 전기 광학 디스플레이가 제공된다.

대표도



(52) CPC특허분류

H10N 30/85 (2023.02)

G02F 2202/10 (2013.01)

G02F 2202/16 (2013.01)

(72) 발명자

린 크레이그

미국 94538 캘리포니아주 프리몬트 시브릿지 드라
이브 47485 이 잉크 캘리포니아 엘엘씨 씨/오

버헤인 아브라함

미국 94538 캘리포니아주 프리몬트 시브릿지 드라
이브 47485 이 잉크 캘리포니아 엘엘씨 씨/오

(56) 선행기술조사문헌

JP2017129869 A*

KR101512519 B1*

KR1020140036300 A*

KR1020170112545 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

전기 광학 디스플레이로서,

전기영동 재료의 층;

제 1 반도체 또는 고 저항 재료의 층;

상기 제 1 반도체 또는 고 저항 재료의 층에 적층된 압전 재료로서, 상기 압전 재료 및 상기 제 1 반도체 또는 고 저항 재료의 층은 상기 전기영동 재료의 층 바로 옆에 위치되는, 상기 압전 재료;

상기 압전 재료 및 상기 전기영동 재료의 층에 중첩되고 또한 접촉하는 제 2 반도체 또는 고 저항 재료의 층;

상기 제 2 반도체 또는 고 저항 재료의 층에 중첩되고 또한 접촉하는 제 1 전도성 층; 및

상기 제 1 반도체 또는 고 저항 재료의 층 및 상기 전기영동 재료의 층에 중첩되고 또한 접촉하는 제 2 전도성 층을 포함하고,

상기 제 1 반도체 또는 고 저항 재료의 층은 10^8 내지 10^{12} Ohm*cm의 저항률을 갖는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전도성 층은 전도성 접착제 재료를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전도성 층은 구리 테이프를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전도성 층은 투명한, 전기 광학 디스플레이.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전도성 층은 투명한, 전기 광학 디스플레이.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 압전 재료는, 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 석영 (SiO_2), 베르리나이트 (AlPO_4), 갈륨 오르토포스페이트 (GaPO_4), 토르말린, 바륨 티타네이트 (BaTiO_3), 납 지르코네이트 티타네이트 (PZT), 아연 옥사이드 (ZnO),

알루미늄 나이트라이드 (AlN), 리튬 탄탈라이트, 란타넘 갈륨 실리케이트 및 포타슘 소듐 타르트레이트 중 하나인, 전기 광학 디스플레이.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 전기 광학 디스플레이의 두께는 50 마이크로미터 미만인, 전기 광학 디스플레이.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 전기 광학 디스플레이는 통화 지폐에 부착되는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전도성 층은 세그먼트화된, 전기 광학 디스플레이.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전도성 층은 전도성 재료의 연속 필름인, 전기 광학 디스플레이.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 반도체 또는 고 저항 재료의 층은, 상기 압전 재료 및 상기 전기영동 재료의 층을 상기 제 1 전도성 층으로부터 절연시키는, 전기 광학 디스플레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 참조

[0002] 본 출원은 2018년 5월 17일자로 출원된 미국 가출원 제62/673,092호에 관련되고 그에 대해 우선권을 주장한다. 본 출원은 또한, 2018년 9월 5일자로 출원된 미국 가출원 제62/727,033호에 관련된다.

[0003] 전술된 출원들의 전체 개시는 참조로 본 명세서에 통합된다.

[0004] 발명의 주제

[0005] 본 명세서에서 개시된 주제는, 전력 소스에 연결되지 않고도 활성화 또는 구동될 수도 있는 피에조 전기영동 디스플레이들, 및 그들의 제조 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0006] 비-발광 디스플레이들은 상이한 광 주파수들의 반사율 (reflectance) 을 변화시킴으로써 달성되는 콘트라스트 차이들을 사용하여 정보를 전달하며; 따라서 그들은 광을 방출하는 것에 의해 눈을 자극하는 종래의 발광 디스플레이들과는 다르다. 일 타입의 비-발광 디스플레이는 콘트라스트를 달성하기 위해 전기영동의 현상을 활용하는 전기영동 디스플레이이다. 전기영동은 인가된 전기장에서의 하전 입자들의 이동을 지칭한다. 전기영동이 액체에서 발생하는 경우, 입자들은 입자들이 경험하는 점성 저항, 그들의 전하, 액체의 유전 특성들, 및 인가된 장의 크기 (magnitude) 에 의해 주로 결정되는 속도로 이동한다.

[0007] 전기영동 디스플레이는 상이한 컬러의 유전성 액체 매체 중에 현탁된 하나의 컬러의 하전 입자들을 활용한다 (즉, 그 입자들에 의해 반사된 광은 액체에 의해 흡수된다). 현탁액은 한 쌍의 대향 배치된 전극들 사이에 위치한 (또는 그들에 의해 부분적으로 정의된) 셀에 하우징되고, 그 전극들 중 하나는 투명하다. 전극들이 매체에 걸쳐 DC 또는 펄스 장을 인가하도록 동작되는 경우, 입자들은 반대 부호의 전극을 향하여 이동한다.

그 결과는 시각적으로 관찰가능한 컬러 변화이다. 특히, 충분한 수의 입자들이 투명 전극에 도달하는 경우, 그들의 컬러가 디스플레이에서 두드러진다; 그러나 입자들이 다른 전극으로 끌려가면, 그들은, 대신 두드러지는 액체 매체의 컬러에 의해 보기 어렵게 된다.

[0008] 많은 전기영동 디스플레이들은 쌍안정이고; 그들의 상태는 활성화 전기장이 제거된 후에도 지속된다. 이는 일반적으로 전극들 상의 잔류 전하 및 입자들과 전기영동 셀의 벽들 사이의 반 데르 발스 상호작용들을 통해 달성된다. 전기영동 디스플레이의 구동은 디스플레이 및/또는 그 구동 회로부에 전력을 제공하기 위한 전력 소스, 이를 테면 배터리를 요구한다. 전력 소스는 전기장을 생성하기 위한 드라이버 IC 일 수도 있다. 전기장은 또한 회로부에 의해 강화될 필요가 있을 수도 있다. 어느 경우든, 전기영동 디스플레이 및 그 구동 회로부에 전력 소스를 어태치하기 위해 와이어들을 통한 물리적 연결이 요구된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0009] 본 명세서에서 개시된 주제의 하나의 양태에 따르면, 전기 광학 디스플레이는, 전기영동 재료의 층; 제 1 전도성 층; 및 전기영동 재료의 층과 제 1 전도성 층 사이에 위치한 압전 재료로서, 압전 재료는 전기영동 재료의 층의 부분과 중첩되고, 제 1 전도성 층의 부분은 전기영동 재료의 나머지와 중첩되는, 상기 압전 재료를 포함할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1 은 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 예시적인 전기영동 디스플레이의 횡단면도이다;
 도 2a 는 도 1 에 예시된 디스플레이의 다른 횡단면도이다;
 도 2b 는 도 1 및 2a 에 예시된 디스플레이의 등가 회로 모델이다;
 도 3a 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 다른 예시적인 디스플레이의 횡단면도이다;
 도 3b 는 도 3a 에 예시된 디스플레이의 선 C1 을 따른 횡단면도이다;
 도 3c 는 도 3a 에 예시된 디스플레이의 선 C2 를 따른 횡단면도이다;
 도 3d 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 디스플레이의 또 다른 실시형태를 예시한다;
 도 4 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 또 다른 예시적인 디스플레이의 횡단면도이다;
 도 5 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 다른 예시적인 디스플레이의 횡단면도이다;
 도 6 은 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 지그소 (jigsaw) 패턴을 가진 피에조 전기영동 디스플레이의 일 실시형태를 예시한다;
 도 7 은 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 패턴을 갖는 피에조 전기영동 디스플레이의 또 다른 실시형태를 예시한다;
 도 8 은 위조 방지 목적들을 위해 통화 지폐의 일부로서 사용되는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 피에조 전기영동 디스플레이를 예시한다;
 도 9 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 압전 디스플레이의 또 다른 실시형태의 단면을 예시한다;
 도 10 은 배리어 층을 갖는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 압전 디스플레이의 횡단면도이다;
 도 11a 는 마이크로셀 층의 상면도이다;
 도 11b 는 도 10a 에 예시된 마이크로셀 층의 횡단면도이다;
 도 12a 및 도 12b 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 전기영동 디스플레이의 다른 실시형태를 예시한다;
 도 13a 및 도 13b 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 전기영동 디스플레이의 또 다른 실시형태를 예시한다;
 도 14a 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 인쇄된 이미지들 또는 형상들을 가진 전기영동 디스플레이의 추가 실시형태를 예시한다;

도 14b 내지 도 14e 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따라 사용되고 있는 도 14a 의 디스플레이를 예시한다;

도 15a 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 인쇄된 이미지들 또는 형상들을 가진 전기영동 디스플레이의 또 다른 실시형태를 예시한다; 그리고

도 15b 및 도 15c 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따라 사용되고 있는 도 15a 의 디스플레이를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 재료 또는 디스플레이에 적용된 바와 같은 용어 "전기 광학" 은, 적어도 하나의 광학 특성에 있어서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태들을 갖는 재료를 지칭하도록 이미징 기술에서의 그 종래의 의미로 본 명세서에서 사용되고, 그 재료는 재료로의 전기장의 인가에 의해 그 제 1 디스플레이 상태에서부터 그 제 2 디스플레이 상태로 변경된다. 광학 특성은 통상적으로 인간 눈에 인지가능한 컬러이지만, 그것은 광학 투과, 반사율, 발광, 또는 머신 판독을 위해 의도된 디스플레이들의 경우, 가시 범위 밖의 전자기 파장들의 반사율에서의 변화의 의미에서의 의사-컬러와 같은 다른 광학 특성일 수도 있다.
- [0012] 용어들 "쌍안정" 및 "쌍안정성" 은, 적어도 하나의 광학 특성에 있어서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태들을 갖는 디스플레이 엘리먼트들을 포함하고, 따라서, 유한 지속기간의 어드레싱 펄스에 의해, 임의의 주어진 엘리먼트가 구동된 후, 어드레싱 펄스가 완료된 후의, 그 제 1 또는 제 2 디스플레이 상태 중 어느 하나를 가정하기 위해, 그 상태가 디스플레이 엘리먼트의 상태를 변화시키기 위해 요구되는 어드레싱 펄스의 최소 지속기간의 적어도 수 배, 예를 들어, 적어도 4 배 동안 지속될, 디스플레이들을 지칭하도록 당해 기술 분야에서의 그들의 종래의 의미로 본 명세서에서 사용된다. 그레이 스케일이 가능한 일부 입자 기반 전기영동 디스플레이들은 그들의 극단 블랙 및 화이트 상태들 뿐만 아니라 그들의 중간 그레이 상태들에서도 안정하며, 일부 다른 타입들의 전기 광학 디스플레이에서도 마찬가지라는 것이 미국 특허 번호 제7,170,670호에 나타나 있다. 이러한 타입의 디스플레이는 쌍안정이라기 보다는 "멀티-안정" 으로 적절히 불리지만, 편의상, 용어 "쌍안정" 은 본 명세서에서 쌍안정 및 멀티-안정 디스플레이들 양자 모두를 커버하기 위해 사용될 수도 있다.
- [0013] 용어 "그레이 상태" 는 픽셀의 2 개의 극단 광학 상태들 중간의 상태를 지칭하도록 이미징 기술에서의 그 종래 의미로 본 명세서에서 사용되고, 반드시 이들 2 개의 극단 상태들 간의 블랙-화이트 천이를 암시하는 것은 아니다. 예를 들어, 이하에 언급되는 여러 E Ink 특허들 및 공개된 출원들은, 극단 상태들이 화이트 및 딥 블루 이어서 중간의 "그레이 상태" 는 실제로 페일 블루일 것인 전기영동 디스플레이들을 설명한다. 실제로, 이미 언급된 바와 같이, 광학 상태의 변화는 컬러 변화가 전혀 아닐 수도 있다. 용어들 "블랙" 및 "화이트" 는 이하에 디스플레이의 2 개의 극단 광학 상태들을 지칭하는데 사용될 수도 있으며, 엄격히 블랙 및 화이트가 아닌 극단 광학 상태들, 예를 들어, 전술된 화이트 및 다크 블루 상태들을 보통 포함하는 것으로서 이해되어야 한다. 용어 "모노크롬" 은, 오직 개재하는 그레이 상태들이 없는 그들 2 개의 극단 광학 상태들로 픽셀들을 구동하는 구동 스킴 또는 디스플레이를 나타내기 위해 이하에 사용될 수도 있다.
- [0014] 용어 "픽셀" 은 디스플레이 자체가 보여줄 수 있는 모든 컬러들을 생성 가능한 디스플레이의 최소 단위를 의미하도록 디스플레이 기술에서의 그 종래의 의미로 본 명세서에서 사용된다. 풀 컬러 디스플레이에서, 통상적으로 각각의 픽셀은 복수의 서브-픽셀들로 구성되고, 그 서브-픽셀들 각각은 디스플레이 자체가 보여줄 수 있는 모든 컬러들보다 적은 컬러를 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 대부분의 종래의 풀 컬러 디스플레이들에서, 각각의 픽셀은 레드 서브-픽셀, 그린 서브-픽셀, 블루 서브-픽셀, 및 옵션으로 화이트 서브-픽셀로 구성되고, 서브-픽셀들 각각은 블랙으로부터 그 특정된 컬러의 가장 밝은 버전까지의 다양한 컬러들을 디스플레이 가능하다.
- [0015] 여러 타입들의 전기 광학 디스플레이들이 알려져 있다. 일 타입의 전기 광학 디스플레이는 예를 들어, 미국 특허 번호들 제5,808,783호; 제5,777,782호; 제5,760,761호; 제6,054,071호; 제6,055,091호; 제6,097,531호; 제6,128,124호; 제6,137,467호; 및 제6,147,791호에서 설명된 바와 같은 회전 2색성 부재 타입이다 (이러한 타입의 디스플레이는 종종 "회전 2색성 불" 디스플레이로 지칭되지만, 상기 언급된 특허들 중 일부에서 회전 부재들은 구형이 아니기 때문에 용어 "회전 2색성 부재" 가 보다 정확한 것으로서 선호된다). 그러한 디스플레이는 광학 특성들이 상이한 2 개 이상의 섹션들, 및 내부 다이폴을 갖는 다수의 소형 바디들 (통상적으로, 구형 또는 실린더형) 을 사용한다. 이들 바디들은 매트릭스 내에 액체로 채워진 액포들 내에 현탁되고, 액포들은 바디들이 자유롭게 회전하도록 액체로 채워진다. 전기장을 인가하고 따라서, 여러 포지션들로 바디들을 회전시키고 바디들의 섹션들의 어느 것이 뷰잉 표면을 통하여 보여지는지를 변화시키는 것에 의해 디스플레이의 외관이 변경된다. 이러한 타입의 전기 광학 매체는 통상적으로 쌍안정이다.

- [0016] 다른 타입의 전기 광학 디스플레이는 일렉트로크로믹 매체, 예를 들어 반도체성 금속 산화물로부터 적어도 부분적으로 형성되는 전극, 및 전극에 어태치된 가역적 컬러 변화가 가능한 복수의 염료 분자들을 포함하는 나노크로믹 필름의 형태의 일렉트로크로믹 매체를 사용하며; 예를 들어, O'Regan, B., 등의, *Nature* 1991, 353, 737; 및 Wood, D., *Information Display*, 18(3), 24 (March 2002) 를 참조한다. 또한, Bach, U., 등의, *Adv. Mater.*, 2002, 14(11), 845 를 참조한다. 이러한 타입의 나노크로믹 필름들은 또한 예를 들어, 미국 특허 번호들 제6,301,038호; 제6,870,657호; 및 제6,950,220호에서 설명된다. 이러한 타입의 매체는 또한 통상적으로 쌍안정이다.
- [0017] 다른 타입의 전기 광학 디스플레이는 Philips 에 의해 개발되고 Hayes, R. A., 등의, "Video-Speed Electronic Paper Based on Electrowetting", *Nature*, 425, 383-385 (2003) 에서 설명된 전기 습윤 디스플레이이다. 그러한 전기 습윤 디스플레이들이 쌍안정이 될 수 있다는 것은 미국 특허 번호 제7,420,549호에 나타나 있다.
- [0018] 수년 동안 집중적인 연구 및 개발의 대상이 되었던 일 타입의 전기 광학 디스플레이는, 복수의 하전 입자들이 전기장의 영향 하에서 유체를 통해 이동하는 입자 기반 전기영동 디스플레이이다. 전기영동 디스플레이들은, 액정 디스플레이들과 비교할 때, 우수한 명도 및 콘트라스트, 광시야각들, 상태 쌍안정성, 및 낮은 전력 소비의 속성들을 가질 수 있다.
- [0019] 상기 언급된 바와 같이, 전기영동 매체는 유체의 존재를 필요로 한다. 대부분의 종래 기술의 전기영동 매체에서, 이 유체는 액체이지만, 가스상 유체를 사용하여 전기영동 매체가 제조될 수 있다; 예를 들어, Kitamura, T., 등의 "Electrical toner movement for electronic paper-like display", *IDW Japan*, 2001, Paper HCS1-1, 및 Yamaguchi, Y., 등의 "Toner display using insulative particles charged triboelectrically", *IDW Japan*, 2001, Paper AMD4-4 를 참조한다. 또한 미국 특허 번호들 제7,321,459호 및 제7,236,291호를 참조한다. 그러한 가스 기반 전기영동 매체는, 매체가 입자 침강을 허용하는 배향으로, 예를 들어 매체가 수직 평면에 배치되는 사인 (sign) 으로 사용될 때, 액체 기반 전기영동 매체와 그러한 침강으로 인한 동일한 타입들의 문제들을 겪기 쉬운 것으로 보인다. 실제로, 입자 침강은 액체 기반 전기영동 매체에서보다 가스 기반 전기영동 매체에서 더 심각한 문제로 보이는데, 왜냐하면 액체 현탁 유체와 비교하여 가스상 현탁 유체의 더 낮은 점도가 전기영동 입자들의 더 빠른 침강을 허용하기 때문이다.
- [0020] MIT (Massachusetts Institute of Technology) 및 E Ink Corporation 에 양도된, 또는 이들의 명의의 수많은 특허들 및 출원들은 캡슐화된 전기영동 및 다른 전기 광학 매체에 사용되는 다양한 기술들을 설명한다. 그러한 캡슐화된 매체는 다수의 작은 캡슐들을 포함하며, 그 각각은 그 자체가 유체 매체에 전기영동적으로 이동 가능한 입자들을 함유하는 내부 상, 및 그 내부 상을 둘러싸는 캡슐 벽을 포함한다. 통상적으로, 캡슐들은 그들 자체가 폴리머 바인더 내에 유지되어 2 개의 전극들 사이에 위치되는 코히어런트 층 (coherent layer) 을 형성한다. 이들 특허들 및 출원들에서 설명된 기술들은 다음을 포함한다:
- [0021] (a) 전기영동 입자들, 유체들 및 유체 첨가제들; 예를 들어, 미국 특허 번호들 제7,002,728호 및 제7,679,814호를 참조한다;
- [0022] (b) 캡슐들, 바인더들 및 캡슐화 프로세스들; 예를 들어, 미국 특허 번호들 제6,922,276호 및 제7,411,719호를 참조한다;
- [0023] (c) 전기 광학 재료들을 함유하는 필름들 및 서브 어셈블리들; 예를 들어 미국 특허 번호들 제 6,982,178호 및 제7,839,564호를 참조한다;
- [0024] (d) 백플레인들, 접착제 층들 및 디스플레이들에 사용되는 다른 보조 층들 및 방법들; 예를 들어 미국 특허 번호들 제7,116,318호 및 제7,535,624호를 참조한다;
- [0025] (e) 컬러 형성 및 컬러 조정; 예를 들어, 미국 특허 번호들 제7,075,502호 및 제7,839,564호를 참조한다;
- [0026] (f) 디스플레이들을 구동하기 위한 방법들; 예를 들어, 미국 특허 번호들 제7,012,600호 및 제7,453,445호를 참조한다;
- [0027] (g) 디스플레이들의 응용; 예를 들어 미국 특허 번호들 제7,312,784호 및 제8,009,348호를 참조한다;
- [0028] (h) 미국 특허 번호들 제6,241,921호; 제6,950,220호; 제7,420,549호 및 제8,319,759호; 및 미국 특허 출원 공개 번호 제2012/029385호에서 설명된 바와 같은 비-전기영동 디스플레이들;
- [0029] (i) 마이크로셀 구조들, 벽 재료들, 및 마이크로셀들을 형성하는 방법들; 예를 들어, 미국 특허 번호들 제

7,072,095호 및 제9,279,906호를 참조한다; 그리고

- [0030] (j) 마이크로셀들을 충전 및 밀봉하기 위한 방법들; 예를 들어, 미국 특허 번호들 제7,144,942호 및 제 7,715,088호를 참조한다.
- [0031] 전술된 특허들 및 출원들 중 다수는, 캡슐화된 전기영동 매체에서 개별 마이크로캡슐들을 둘러싼 벽들이 연속 상에 의해 대체되고 따라서 전기영동 매체가 전기영동 유체의 복수의 개별 액적들 및 폴리머 재료의 연속 상을 포함하는 소위 폴리머 분산형 전기영동 디스플레이를 제조할 수 있다는 것, 및 그러한 폴리머 분산형 전기영동 디스플레이 내의 전기영동 유체의 개별 액적들은 개별 캡슐 멤브레인이 각각의 액적과 연관되지 않더라도 캡슐들 또는 마이크로캡슐들로서 간주될 수도 있다는 것을 인식한다; 예를 들어, 전술된 미국 특허 번호 제 6,866,760호를 참조한다. 이에 따라, 본 출원의 목적들을 위해, 그러한 폴리머 분산형 전기영동 매체는 캡슐화된 전기영동 매체의 하위종으로서 간주된다.
- [0032] 관련된 타입의 전기영동 디스플레이는 소위 "마이크로셀 전기영동 디스플레이" 이다. 마이크로셀 전기영동 디스플레이에서, 하전 입자들 및 유체는 마이크로캡슐들 내에 캡슐화되지 않고 그 대신 캐리어 매체, 통상적으로는 폴리머 필름 내에 형성된 복수의 캐비티들 내에 보유된다. 예를 들어, Sipix Imaging, Inc. 에 모두 양도된 미국 특허 번호들 제6,672,921호 및 제6,788,449호를 참조한다.
- [0033] 전기영동 매체는 종종 불투명하고 (예를 들어 많은 전기영동 매체에서, 입자들이 디스플레이를 통해 가시 광의 투과를 실질적으로 차단하기 때문에) 반사 모드에서 동작하지만, 많은 전기영동 디스플레이들은 하나의 디스플레이 상태가 실질적으로 불투명하고 하나는 광-투과성인 소위 "서터 모드" 에서 동작하도록 만들어질 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 번호들 제5,872,552호; 제6,130,774호; 제6,144,361호; 제6,172,798호; 제6,271,823호; 제6,225,971호; 및 제6,184,856호를 참조한다. 전기영동 디스플레이들과 유사하지만 전기장 강도의 변동에 의존하는 유전영동 디스플레이들이 유사한 모드에서 동작할 수 있다; 예를 들어 미국 특허 번호 제 4,418,346호를 참조한다. 다른 타입들의 전기 광학 디스플레이들이 또한 서터 모드에서 동작 가능할 수도 있다. 서터 모드에서 동작하는 전기 광학 매체는 풀 컬러 디스플레이들을 위한 다층 구조들에서 유용할 수도 있다; 그러한 구조들에서, 디스플레이의 뷰잉 표면에 인접한 적어도 하나의 층은 뷰잉 표면으로부터 더 떨어져 있는 제 2 층을 노출 또는 숨기기 위해 서터 모드에서 동작한다.
- [0034] 캡슐화된 전기영동 디스플레이는 통상적으로 종래의 전기영동 디바이스들의 클러스터화 및 침강 실패 모드를 겪지 않으며, 광범위한 가요성 및 강성 기관들 상에 디스플레이를 인쇄 또는 코팅하는 능력과 같은 추가의 이점들을 제공한다 (단어 "인쇄" 의 사용은, 패치 다이 코팅, 슬롯 또는 압출 코팅, 슬라이드 또는 캐스캐이드 코팅, 커튼 코팅과 같은 사전-계측된 코팅들; 나이프 오버 롤 코팅, 포워드 및 리버스 롤 코팅과 같은 롤 코팅; 그라비아 코팅; 딥 코팅; 스프레이 코팅; 메니스커스 코팅; 스핀 코팅; 브러시 코팅; 에어 나이프 코팅; 실크 스크린 인쇄 프로세스들; 정전 인쇄 프로세스들; 열 인쇄 프로세스들; 잉크젯 인쇄 프로세스들; 전기영동 성막 (미국 특허 번호 제7,339,715호를 참조); 및 다른 유사한 기법들을 포함하지만 이에 한정되지 않는 모든 형태들의 인쇄 및 코팅을 포함하도록 의도된다). 따라서, 결과적인 디스플레이는 가요성일 수 있다. 추가로, 디스플레이 매체는 다양한 방법들을 사용하여, 인쇄될 수 있기 때문에, 디스플레이 자체는 저렴하게 제조될 수 있다.
- [0035] 다른 타입들의 전기 광학 재료들이 또한 본 발명에서 사용될 수도 있다.
- [0036] 전기영동 디스플레이는 보통, 전기영동 재료의 층 및 전기영동 재료의 대향 측들 상에 배치된 적어도 2 개의 다른 층들을 포함하며, 이들 2 개의 층들 중 하나는 전극 층이다. 대부분의 그러한 디스플레이들에 있어서, 그 층들 양자 모두는 전극 층들이고, 전극 층들 중 하나 또는 양자 모두는 디스플레이의 픽셀들을 정의하도록 패터닝된다. 예를 들어, 하나의 전극 층은 세장형 (elongate) 행 전극들로 패터닝되고 다른 전극 층은 그 행 전극들에 직각으로 있는 세장형 열 전극들로 패터닝될 수도 있으며, 픽셀들은 행 및 열 전극들의 교차점들에 의해 정의된다. 대안적으로 및 더 일반적으로, 하나의 전극 층은 단일의 연속 전극의 형태를 갖고, 다른 전극 층은 디스플레이의 하나의 픽셀을 각각 정의하는 픽셀 전극들의 매트릭스로 패터닝된다. 디스플레이로부터 분리된 스타일러스, 프린트 헤드 또는 유사한 가동 전극에의 사용을 위해 의도된 다른 타입의 전기영동 디스플레이에 있어서, 전기영동 층에 인접한 층들 중 오직 하나만이 전극을 포함하며, 전기영동 층의 대향 측 상의 층은 통상적으로, 가동 전극이 전기영동 층을 손상시키는 것을 방지하도록 의도된 보호 층이다.
- [0037] 미국 특허 번호 제6,704,133호에서 설명된 바와 같이, 또 다른 실시형태에서, 전기영동 디스플레이들은 2 개의 연속 전극들 및 그 전극들 사이의 전기영동 층 및 광전기영동 층으로 구성될 수도 있다. 광전기영동 재료는

광자들의 흡수에 따라 저항률을 변화시키기 때문에, 입사광은 전기영동 매체의 상태를 변경하기 위해 사용될 수 있다. 그러한 디바이스가 도 1 에 예시된다. 미국 특허 번호 제6,704,133호에서 설명된 바와 같이, 도 1 의 디바이스는 뷰잉 표면으로부터 디스플레이의 대향 측 상에 위치한, LCD 디스플레이와 같은 발광 소스에 의해 구동될 때 최상으로 동작한다. 일부 실시형태들에서, 미국 특허 번호 제6,704,133호의 디바이스들은 프론트 전극과 광전기영동 재료 사이에 특수 배리어 층들을 통합하여 반사형 전기 광학 매체를 지나 누출하는 디스플레이의 전방으로부터 입사광에 의해 야기되는 "암전류들" 을 감소시켰다.

[0038] 전술된 미국 특허 번호 제6,982,178호는 대량 생산에 적합한 (캡슐화된 전기영동 디스플레이를 포함하는) 고체 전기 광학 디스플레이를 어셈블링하는 방법을 설명한다. 본질적으로, 이 특허는, 광 투과성 전기 전도성 층; 전기 전도성 층과 전기 접촉하는 고체 전기 광학 매체의 층; 접착제 층; 및 이형 시트 (release sheet) 를 이 순서대로 포함하는 소위 "프론트 평면 라미네이트 (front plane laminate; FPL)" 를 설명한다. 통상적으로, 광 투과성 전기 전도성 층은, 기관이 영구 변형 없이 (말하자면) 직경 10 인치 (254 mm) 의 드럼 주위에 수동으로 감겨질 수 있다는 의미에서, 바람직하게는 가요성인, 광 투과성 기관 상에 담지될 것이다. 용어 "광 투과성" 은 이렇게 지정된 층이, 그 층을 살펴보는, 관찰자로 하여금, 보통 전기 전도성 층 및 인접한 기관 (존재할 경우) 을 통해 뷰잉될, 전기 광학 매체의 디스플레이 상태들의 변화를 관찰할 수 있게 하기에 충분한 광을 투과시킨다는 것을 의미하도록 이 특허 및 본 명세서에서 사용되고; 전기 광학 매체가 비-가시성 파장들에서 반사율의 변화를 디스플레이하는 경우들에서, 용어 "광 투과성" 은 물론, 관련 비-가시성 파장들의 투과를 지칭하는 것으로 해석되어야 한다. 기관은 통상적으로 폴리머 필름일 것이고, 보통 약 1 내지 약 25 밀 (25 내지 634 μm), 바람직하게는 약 2 내지 약 10 밀 (51 내지 254 μm) 의 범위의 두께를 가질 것이다. 전기 전도성 층은 편리하게는 예를 들어, 알루미늄 또는 ITO 의 얇은 금속 또는 금속 산화물 층이거나, 또는 전도성 폴리머일 수도 있다. 알루미늄 또는 ITO 로 코팅된 폴리(에틸렌 테레프탈레이트) (PET) 필름들은 예를 들어, E.I. du Pont de Nemours & Company, Wilmington DE 로부터의 "알루미늄화된 Mylar" ("Mylar" 는 등록 상표) 로서 상업적으로 입수가 가능하며, 그러한 상용 재료들은 프론트 평면 라미네이트에서 우수한 결과들로 사용될 수도 있다.

[0039] 그러한 프론트 평면 라미네이트를 사용한 전기 광학 디스플레이의 어셈블리는, 프론트 평면 라미네이트로부터 이형 시트를 제거하고 접착제 층이 백플레인에 들러붙게 하는데 효과적인 조건들 하에서 접착제 층을 백플레인과 접촉시켜, 이에 의해 접착제 층, 전기 광학 매체의 층 및 전기 전도성 층을 백플레인에 고정시키는 것에 의해 달성될 수도 있다. 이 프로세스는 프론트 평면 라미네이트가 통상적으로 롤 투 롤 코팅 기법들을 사용하여 대량 생산될 수도 있고 그 후 특정 백플레인들에의 사용에 필요한 임의의 사이즈의 피스들로 커팅될 수도 있기 때문에 대량 생산에 적합하다.

[0040] 미국 특허 번호 제7,561,324호는, 본질적으로 전술된 미국 특허 번호 제6,982,178호의 프론트 평면 라미네이트의 단순화된 버전인 소위 "이중 이형 시트" 를 설명한다. 일 형태의 이중 이형 시트는 2 개의 접착제 층들 사이에 샌드위치된 고체 전기 광학 매체의 층을 포함하며, 접착제 층들 중 하나 또는 양자 모두는 이형 시트에 의해 커버된다. 다른 형태의 이중 이형 시트는 2 개의 이형 시트들 사이에 샌드위치된 고체 전기 광학 매체의 층을 포함한다. 양자의 형태들의 이중 이형 필름은 이미 설명된 프론트 평면 라미네이트로부터 전기 광학 디스플레이를 어셈블링하기 위한, 그러나 2 개의 별도의 라미네이션들을 수반하는 프로세스와 일반적으로 유사한 프로세스에서의 사용을 위해 의도되며; 통상적으로, 제 1 라미네이션에서, 이중 이형 시트는 프론트 서브-어셈블리를 형성하기 위해 프론트 전극에 라미네이트되고, 그 후 제 2 라미네이션에서, 프론트 서브-어셈블리는 최종 디스플레이를 형성하기 위해 백플레인에 라미네이트되지만, 이들 2 개의 라미네이션들의 순서는 원한다면 역전될 수 있다.

[0041] 미국 특허 번호 제7,839,564호는 전술된 미국 특허 번호 제6,982,178호에서 설명된 프론트 평면 라미네이트의 변형인 소위 "반전형 프론트 평면 라미네이트" 를 설명한다. 이 반전형 프론트 평면 라미네이트는 광 투과성 보호 층 및 광 투과성 전기 전도성 층 중 적어도 하나; 접착제 층; 고체 전기 광학 매체의 층; 및 이형 시트를 이 순서대로 포함한다. 이 반전형 프론트 평면 라미네이트는 전기 광학 층과 프론트 전극 또는 프론트 기관 사이에 라미네이션 접착제의 층을 갖는 전기 광학 디스플레이를 형성하는데 사용되며; 제 2 의 통상적으로 얇은 접착제의 층은 전기 광학 층과 백플레인 사이에 존재할 수도 있거나 또는 존재하지 않을 수도 있다. 그러한 전기 광학 디스플레이들은 우수한 해상도를 우수한 저온 성능과 결합할 수 있다.

[0042] 소정의 안료들의 광전기영동 특성들이 얼마 전에 인식되었다. 예를 들어, 미국 특허 번호 제3,383,993호는 매체, 통상적으로 ITO 와 같은 투명 전극 상에 프로젝팅된 이미지들을 재현하는데 사용될 수 있는 광전기영동 이미징 장치를 개시한다. 그러나, '993 특허에서 설명된 광전기영동 프로세스, 및 Xerox Corporation 에 의

한 다른 관련 특허들은 가역적이지 않은데, 그 이유는 광전기영동 프로세스는 광전기영동 입자들이 "주입 전극"으로 이동하고 여기서 그들이 그 전극에 어태치될 것을 수반하였기 때문이다. 가역성의 결여 뿐만 아니라 셋업의 비용 및 복잡성 때문에, 이 현상은 널리 상용화되지 않았다.

[0043] 본 명세서에서 제시된 주제는 전기영동 디스플레이가 동작하기 위해 전력 공급장치 (예를 들어, 배터리 또는 유선 전력 공급장치 등)를 필요로 하지 않는 여러 피에조 전기영동 디스플레이 구조 설계들에 관한 것이다. 그러한 전기영동 디스플레이의 어셈블리는 따라서 단순화된다.

[0044] 압전은 인가된 기계적 스트레스에 응답하여 고체 재료에 축적되는 전하이다. 본 명세서에서 개시된 주제에 적합한 재료들은 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 석영 (SiO_2), 베르리나이트 (AlPO_4), 갈륨 오르토포스페이트 (GaPO_4), 토르말린, 바륨 티타네이트 (BaTiO_3), 납 지르코네이트 티타네이트 (PZT), 아연 옥사이드 (ZnO), 알루미늄 나이트라이드 (AlN), 리튬 탄탈라이트, 란타넘 갈륨 실리케이트, 포타슘 소듐 타르트레이트 및 임의의 다른 알려진 피에조 재료들을 포함할 수도 있다.

[0045] 본 명세서에서 제시된 주제의 일부 양태들은 뷰잉 표면으로부터 뷰잉될 때 전기영동 재료의 컬러를 변화시키기 위해, 전기영동 재료의 안료들을 구동하도록 압전을 활용한다. 예를 들어, 피에조 재료의 피스를 구부리거나 또는 그것에 스트레스를 도입함으로써, 전압이 생성될 수도 있고 이 전압은 전기영동 재료의 컬러 안료들의 이동을 야기하도록 활용될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 전기 광학 디스플레이 (예를 들어, 전기영동 디스플레이)에 대한 "콘트라스트 비" (CR)는 디스플레이가 생성 가능한 가장 밝은 컬러 (화이트)의 루미넌스 대 가장 어두운 컬러 (블랙)의 루미넌스의 비로서 정의된다. 보통, 고 콘트라스트 비, 또는 CR이 디스플레이의 원하는 양태이다.

[0046] 도 1은 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 전기영동 재료 (EPD) 필름 (104)을 구동하기 위해 피에조 재료 (102)를 사용하는 예시적인 전기 광학 디스플레이 (100)의 횡단면도를 예시한다. 이 실시형태에서, 피에조 필름 (102)은 EPD 필름 (104)의 부분에 라미네이트될 수도 있고, 전도성 접착제 재료 (예를 들어, 구리 테이프)가 도 1 및 도 2a에 예시된 바와 같이 피에조 필름 (102) 및 EPD 필름 (104)의 나머지를 커버하는데 사용될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전도성 접착제 재료는 전극 2 (108)로서 기능하고 (도시되지 않은) 기판에 부착될 수도 있다. 일부 다른 실시형태들에서, 전극 2 (108)는 (예를 들어, EPD 필름 (104)의 그레인들을 변화시키는 것에 의해) 컬러를 또는 이미지들을 디스플레이하기 위해 EPD 필름 (104)에 걸쳐 전압 전위를 변조시키기 위한 픽셀 전극으로서 기능할 수도 있다. 더욱이, 전극 2 (108)의 반대편에, 전극 1 (106)이 EPD 필름 층 (104)과 중첩될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, EPD 필름 (104)은 처음에는 전극 1 (106)상에 제작될 수도 있다. 예를 들어, 전극 1 (106)은 맨 먼저, 전기영동 입자들을 가진 전기영동 유체가 EPD 필름 층을 형성하기 위해 마이크로셀 구조로 엠보싱될 수도 있는 마이크로셀 구조들을 포함하도록 패터닝될 수도 있다. 그에 대한 상세들이 이하 도 9 및 도 11a 및 도 11b에서 설명될 것이다. 이 구성에서, EPD 필름 (104) 및 전극 1 (106)은 통합된 구조일 수도 있다. 일부 다른 실시형태들에서, 디스플레이 (100)가 어느 방향으로부터든 뷰잉될 수도 있도록, 전극 1 (106) 및 전극 2 (108)양자 모두가 투명할 수도 있거나, 또는 전극 1 (106) 또는 전극 2 (108)중 어느 하나가 투명할 수도 있다.

[0047] 실제로, 전기 광학 디스플레이 (100)의 CR은 도 1에 예시된 바와 같이, 표면 영역 A1 (110)의 EPD 필름 (104) (즉, 피에조 재료 (102)와 중첩되거나 또는 그것에 의해 또는 그와 직접 접촉하여 커버되는 EPD 필름 (104)의 부분) 대 영역 A2 (112)의 EPD 필름 (즉, 전극 2 (108)와 중첩되거나 또는 그것에 의해 커버되는 EPD 필름 (104)의 부분)의 비에 의존하여 상이할 수도 있다. CR의 실험 결과가 이하 표 1에 도시된다 -

피에조 필름 상의 EPD 필름 대 전도성 접착제 상의 EPD 필름의 비	스트레인 변화에 대한 디스플레이의 응답
0	콘트라스트 비: 1.7
1:2	콘트라스트 비: 2
1:1	콘트라스트 비: 5
2:1	콘트라스트 비: 7

표 1. 디스플레이 CR 대 피에조 필름 표면 영역

[0048]

[0049]

도 1 에 도시된 바와 같이, 도 1 에 예시된 것과 같은 디스플레이는 전극 2 (108) (즉, 전도성 접착제 재료) 상에 있거나 또는 중첩되는 EPD 필름 (104) 의 전체 표면 영역 (예를 들어, A2) 을 감소시키는 것에 그 CR 을 향상시킬 수도 있다. CR 은, 피에조 필름 (102) 상에 있는 EPD 필름 (104) (예를 들어, A1) 대 전극 2 (108) 상에 있는 EPD 필름 (예를 들어, A2) 의 비가 1:2 일 때 2 로부터, 그 비가 2:1 이 될 때 7 로 향상되었다. 일부 실시형태들에서, CR 을 추가로 향상시키기 위해, 인가된 물리적 스트레스가 무엇이든 수직 방향으로 전극 2 (108) 의 더 긴 변으로 인가될 수도 있도록 전극 1 (106) 또는 전극 2 (108) 중 어느 하나의 폭이 감소될 수도 있다.

[0050]

도 2b 는 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 도 1 에 도시된 디스플레이 (100) 의 예시적인 등가 회로를 예시한다. 피에조 필름 (102) 과 접촉하는 EPD 필름 (104) 의 부분은 전기 저항 값 R1 을 가질 수도 있고 전극 2 (108) 에 의해 커버되는 부분은 전기 저항 값 R2 를 가질 수도 있다. 실제로, 피에조 필름 (104) 에 의해 생성된 전압은 직렬 구성으로 배치된 R1 과 R2 사이에 분할될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 압전 필름 (102) 과 EPD 필름 층 (104) 사이에는 접착제 층이 있을 수도 있으며, 여기서 접착제 층은 대략 $10^8 \text{ Ohm}\cdot\text{cm}$, 및 바람직하게는 $10^{12} \text{ Ohm}\cdot\text{cm}$ 미만의 저항률 값을 가질 수도 있다.

[0051]

본 명세서에서 개시된 주제에 따른 다른 실시형태에서, 도 1 및 도 2a 에 도시된 바와 같이 EPD 필름 상에 직접 라미네이트되거나 또는 그와 중첩되는 피에조 필름을 갖는 대신에, 피에조 필름 (302) 이 도 3a 에 도시된 바와 같이, 반도체 또는 고 저항 층 (304) 상에 라미네이트된 후, 반도체 또는 고 저항 층 (304) 을 전극 1 층 (306) 상에 라미네이트할 수도 있다. 이 구성에서, 반도체 또는 고 저항 층 (304) 은 피에조 필름 (302) 위의 EPD 필름 (308) 의 부분들을 대신하여, 이에 의해 디스플레이의 전체 두께를 감소시킬 뿐만 아니라 피에조 필름 (302) 에 걸친 전하들의 빠른 소실을 방지하고, 따라서 (피에조 필름 (302) 에 의해) 국부적으로 생성된 전하들이 EPD 필름 (308) 상에 효과적으로 그리고 효율적으로 인가될 수도 있으며, 이는 디스플레이 CR 의 향상을 초래한다. 이하 표 2 에는 반도체 층 (304) 의 저항률 레벨과 결과의 CR 의 비교가 예시된다. 도시된 바와 같이, 반도체 층 (304) 이 저항률 $10^8 \text{ Ohm}\cdot\text{cm}$ 을 가질 때 최적의 CR 비 12 가 달성될 수도 있다.

전극 1 과 피에조 필름 사이의 재료의 저항률 (Ohm*cm)	스트레인 변화에 대한 디스플레이의 응답
10^2	콘트라스트 비: 1.7
10^8	콘트라스트 비: 12
$>10^{12}$	콘트라스트 비: 1 (응답 없음)

표 2. 디스플레이 CR 대 저항

[0052]

[0053]

더욱이, 디스플레이 CR 은 반도체 층 (304) 의 저항 값을 조정함으로써 최적화될 수도 있다. 예를 들어, 대략 $10^8 \text{ (Ohm}\cdot\text{cm)}$ 의 저항 범위에서, 디스플레이 CR 12 가 달성될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 전극 1 층 (306) 의 저항은 대략 450 ohm/sq 에 있을 수도 있고, 여기서 전극 2 층 (310) 의 저항은 0.003 ohm/sq 에 있을 수도 있고, EPD 필름 (308) 은 대략 10^7 내지 10^8 ohm 의 저항을 가질 수도 있고, 피에조 재료 (302) 는 10^{13} 내지 10^{14} ohm 의 저항을 가질 수도 있다.

[0054] 도 3b 및 도 3c 는 도 3a 에 예시된 디스플레이의 횡단면도들이다. 도 3b 는 C1 선을 따른 디스플레이 단면을 도시하고 도 3c 는 C2 선을 따른 디스플레이 단면을 도시한다. 실제로, 오직 디스플레이의 EPD 부분 (308) 만이 사용자에게 보이게 될 수도 있는 한편, 피에조 필름 부분은 가려질 수도 있다. 또한 도 3b 및 도 3c 에 예시된 바와 같이, 전극 2 층 (310) 은 세그먼트화될 수도 있다. 결과적으로, EPD 필름 층 (308) 에서의 그레이 톤의 변화들도 물론 세그먼트화되는 것으로 보일 것이다. 대안적으로, 전극 2 (310) 가 단일의 연속 시트이면, EPD 필름 층 (308) 에서의 그레이 톤의 변화도 물론 연속적일 것이다. 디스플레이가 어느 배향 또는 방향으로부터든 뷰잉될 수 있도록, 전극 1 (306) 및 전극 2 (310) 양자 모두가 투명할 수도 있고, 모든 층들 (예를 들어, 층들 (302, 304, 310 등)) 이 투명할 수도 있음을 알아야 한다.

[0055] 다른 실시형태에서, 도 3d 는 본 명세서에서 제시된 주제에 따른 다른 디스플레이 (312) 의 횡단면도를 예시한다. 이 디스플레이 (312) 는, 오직 압전 필름 층 (318) 의 부분만이 전극 1 (316) 층과 중첩된다는 점에서 도 3a 에 예시된 디스플레이와 상이하다. 이 구성에서, 압전 필름 층 (318) 은 압전 필름 (318) 으로부터 더 우수한 이미지들이 생성될 수도 있도록, 중립 평면 위치에 배치되는 것을 회피할 수 있다. 추가로, 압전 필름 층 (318) 은 금속화된 피에조 필름일 수도 있고 금속 층 (320) 에 의해 커버될 수도 있다. 일부 실시 형태에서, 제 1 반도체 층 (314) 은 금속 층 (320) 과 전극 1 층 (316) 사이에 위치될 수도 있다. 그리고 다른 제 2 반도체 층 (322) 은 압전 필름 층 (318) 과 전극 2 층 (324) 사이에 위치될 수도 있다. 이 디스플레이가 어느 방향 또는 배향으로부터든 뷰잉될 수도 있도록, 전극 1 (316) 및 전극 2 (324) 층들을 포함한, 본 명세서에서 제시된 모든 층들이 투명할 수도 있음을 알아야 한다.

[0056] 또 다른 실시형태에 있어서, 도 1 및 도 2a 에 예시된 것과 유사한 구성에서, 그러나 반도체 층 (402) 은 도 4 에 도시된 바와 같이, 전극 2 층 (404) 과 피에조 필름 층 (406) 및 EPD 필름 층 (408) 사이에 배치될 수도 있다. 이 반도체 층 (402) 은 전극 2 (404) 로부터 피에조 필름 층 (406) 및 EPD 필름 층 (408) 을 절연시킬 수도 있다. 유사하게, 도 3a 에 예시된 디스플레이는 전극 2 로부터 피에조 필름 및 EPD 필름을 절연시키기 위해 추가적인 반도체 층을 포함하도록 수정될 수도 있다. 다양한 구성들 중에서, 도 4 에 예시된 디스플레이는 18 로 최상의 CR 구성을 입증하였다. 어느 경우든, 본 명세서에서의 디스플레이 구성들은 50 um 미만의 두께를 가진 압전 구동 디바이스를 구성할 수 있게 하고, 또한 디바이스 구조를 매우 단순화시키고 디스플레이를 더 작은 인가된 물리적 스트레스에 더 민감하게 만든다.

[0057] 도 5 는 디스플레이의 다른 설계 (500) 를 예시하였다. 이 디스플레이 (500) 는, 추가적인 반도체 층 (502) 이 압전 층 (504) 과 전극 2 층 (506) 사이에 배치되는 것을 제외하고 도 3a 에 도시된 것과 유사하다. 다양한 설계들 사이의 CR 비의 비교가 이하 표 3 에 예시된다.

	스트레인 변화에 대한 디스플레이의 응답
양자의 전극들과 직접 접촉하는 피에조 필름	콘트라스트 비: 1.7
도 1	콘트라스트 비: 7
도 3a	콘트라스트 비: 12
도 4	콘트라스트 비: 18
도 5	콘트라스트 비: 14

표 3. 비교 CR

[0058]

[0059] 이들 디스플레이들이 어느 방향 또는 배향으로부터든 뷰잉될 수도 있도록, 전극 1 및 전극 2 층들을 포함한, 도 4 및 도 5 에 제시된 모든 층들이 투명할 수도 있음을 알아야 한다.

[0060] 또한, 도 1 내지 도 5 에 예시된 디스플레이 구성들을 참조하면, 전도성 경로가 전극 1 및 전극 2 와 압전 재료 층 및 EPD 필름 층 사이에 완비되어 있고, 전극 1 과 전극 2 사이에는 어떤 다른 도체 또는 전극들도 필요하지 않음에 주목해야 한다. 이는 디바이스의 전체 두께를 효과적으로 감소시킬 뿐만 아니라, 디스플레이의 CR 비도 향상시킨다.

[0061] 도 6 및 도 7 은 도 6 의 지그소 패턴 및 도 7 의 별 형상 패턴과 같은, 다양한 패턴들을 디스플레이하도록 구성될 수도 있는 피에조 전기영동 디스플레이들의 실시형태들을 예시한다. 도 6 에서, 디스플레이 (600) 는

전기영동 디스플레이 매체들 (604들 및 606들) 에 전하들을 전송하기 위한 복수의 전극들 (602) 설계를 포함할 수도 있다. 도 6 에 예시된 실시형태에서, 디스플레이 매체 (604) 는 레드 컬러이고 디스플레이 매체 (606) 는 블랙 컬러이다. 다른 컬러들이 편리하게 채택될 수도 있음을 알아야 한다. 이 구성에서, 디스플레이의 상부 부분 상의 전극들 (602) 은 블랙 색상의 디스플레이 매체들 (606) 에 연결될 수도 있고, 하부 부분의 전극들 (602) 은 레드 색상의 디스플레이 매체들 (604) 에 연결될 수도 있다. 사용시, 디스플레이 (600) 에 힘이 인가되고 있을 때, 디스플레이 매체들 (606 및 604) 은 블랙 및 레드 컬러 양자 모두를 디스플레이할 수도 있다. 도 6 에 예시된 이 특정 구성은 전도성 재료를 사용하여 인쇄되어, 제조 프로세스를 크게 단순화시킬 수 있다.

[0062] 일부 다른 실시형태들에서, 본 명세서에서 개시된 주제에 따른 피에조 전기영동 디스플레이는 도 8 에 예시된 통화 지폐와 같은 다른 장치와 결합될 수도 있다. 이 실시형태에서, 디스플레이가 지폐의 일단에 부착될 수도 있고, 물리적 스트레스가 인가될 때, 디스플레이는 하나 이상의 그레이톤들 사이에서 스위칭할 수 있다. 이러한 방식으로, 사용자는 진짜 지폐를 위조 지폐와 용이하게 구별할 수도 있다. 상기 언급된 바와 같이, 디스플레이를 위한 전극들은 세그먼트화될 수도 있고, EPD 재료 층의 결과의 그레이 톤이 세그먼트화되는 것으로 보일 수도 있다. 대안적으로, 디스플레이를 위한 전극들은 연속 시트일 수도 있고, EPD 재료의 결과의 그레이 톤이 연속적인 방식으로 변화할 수도 있다.

[0063] 제조 방법들

[0064] 도 9 는 본 명세서에서 제시된 주제에 따른 압전 디스플레이 (910) 의 또 다른 실시형태의 횡단면도를 예시한다. 도 9 에 도시된 바와 같이, EPD 층 (900) 은 실질적으로 압전 재료 (902) 와 중첩되고 그와의 고정된 연결 (secured connection) 을 보장하기 위해 압전 재료 (902) 의 아래에 부분적으로 연장될 수도 있다. 이 실시형태에서, EPD 층 (900) 은 마이크로셀들 (906) 을 갖는 하나의 부분 및 압전 재료 (902) 와의 연결을 확립하기 위해 구성된, 실질적으로 편평한 다른 부분 (904) 을 가질 수도 있다. 이 구성에서, 압전 재료 (902) 는 실질적으로 편평한 부분 (904) 상에 중첩하도록 위치되어, EPD 층 (900) 과의 우수한 연결을 보장한다. 이 구성은 유리하게는 압전 재료 (902) 와 EPD 층 (900) 사이에 강한 연결을 확립할 수 있다. 예를 들어, 이 구성은 디스플레이 디바이스 (910) 로의 반복된 굽힘 또는 인가된 스트레스를 견딜 수 있는 압전 재료 (902) 와 EPD 층 (900) 사이의 견고한 연결을 제공한다. 추가적으로, 접착제 층 (908) 이 압전 재료 층 (902) 과 도체 (912) 사이에 배치될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 압전 재료 (902) 는 형상이 원형일 수 있고 EPD 재료 (900) 를 둘러싼다. 더욱이, 도 9 에 예시된 바와 같이, 압전 재료 (902) 및 EPD 층 (900) 은 도체들 또는 전도성 재료들의 2 개의 층들 사이에 샌드위치될 수도 있고, 모든 상기 언급된 층들 및 재료는 가요성일 수 있는 기판 상에 위치될 수도 있다. 전체 디바이스를 얇게 만들기 위해 기판의 두께는 10 마이크로 미만이 바람직하다. 일부 실시형태들에서, ITO/PET 가 본 명세서에서 기판으로서 사용될 수도 있다. 일부 다른 실시형태들에서, PEDOT:PSS, 그래핀, 카본 나노튜브들 또는 은 나노 와이어들과 같이, 가요성 및 투명한 전도성 코팅들이 사용될 수도 있다. 또 다른 일부 실시형태들에서, 도 10 에 도시된 바와 같이, 잉크 용매에 대한 배리어를 제공하기 위해 전도성 층을 코팅하기 전에 배리어 층이 기판 층 (예를 들어, PET) 상에 스퍼터링될 수도 있다. 일부 경우들에서, 이 배리어 층은 SiO_x 일 수도 있다. 이 경우의 기판은 얇기 때문에, 배리어 층은 기판의 다른 측 상에 또한 코팅될 수도 있다. 추가적으로, 장식 목적들을 위해 다른 광학 층들이 기판 상에 인쇄될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 캐리어 필름은 디스플레이가 어셈블링된 후에 제거될 수도 있다. 그리고 캐리어 필름이 없는, 디스플레이의 나머지가 다른 구조들과 통합될 수도 있다. 이 디스플레이가 어느 방향 또는 배향으로부터든 뷰잉될 수도 있도록, 전극 1 및 전극 2 층들을 포함한, 본 명세서에서 제시된 모든 층들이 투명할 수도 있음을 알아야 한다.

[0065] 도 11a 는 도 9 의 EPD 층 (900) 의 상면도를 예시한다. 도시된 바와 같이, EPD 층 (900) 은, 오직 층 (900) 의 부분들에만 마이크로셀 구조들을 패터닝하는 한편, 나머지는 실질적으로 편평하게 남겨두는 것에 의해 제조될 수도 있다. 이러한 방식으로, 마이크로셀들이 없는 실질적으로 편평한 부분들 (1102) (즉, 별도의 부분 (1102) 이 마이크로셀 구조들을 갖도록 설계된다) 은 도 9 에 도시된 바와 같이 압전 층과의 연결들을 생성하는데 사용될 수도 있다. 이 제조 방법은 여러 이점들을 제공한다. 첫째로, 2 개의 부분들의 제작이 별도로 행해지는 대안의 방법과 비교하여, 접촉 부분 (즉, 실질적으로 편평한 부분) 과 마이크로셀 부분 (1102) 이 동시에 제작되는 이러한 방식으로 EPD 층을 제작하는 것이 더 용이하다. 둘째로, 실질적으로 편평한 접촉 부분 (1100) 과 마이크로셀 부분 (1102) 은 함께 제작되기 때문에, 그들은 구조적으로 더 견고하며, 이는 EPD 층과 압전 층 사이의 더 우수한 연결 뿐만 아니라 내구성이 뛰어난 디스플레이 디바이스를 야기한다. 도 11b 는 도 11a 에 도시된 바와 같은 EPD 층의 횡단면도를 예시한다. EPD 층은 마이크로셀들이 패터닝된

제 1 부분 (1104) 및 마이크로셀들이 없는 편평한 부분 (1106) 을 포함할 수도 있다. 실제로, 실질적으로 편평한 부분 (1106) 및 마이크로셀 부분 (1104) 은 동일한 포토리소그래피 단계에서 패터닝될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 일단 패턴들이 정의되었다면, 그리고 엠보싱 단계 후, 이형 라이너들의 스트립들이 실질적으로 편평한 부분으로 라미네이트될 수도 있고, 여기서 이형 라이너의 두께는 마이크로셀 높이와 동일할 수도 있다. 이형 라이너의 표면 에너지는 밀봉 층이 이형 라이너 위에 디웨팅 (de-wet) 하지 않도록 충분히 높은 것이 바람직하고, 일부 실시형태들에서, 표면 에너지는 애플리케이션에 의존하여 특정 레벨로 튜닝될 수도 있다. 이 경우의 이형 라이너는 폴리 비닐 알코올 또는 다른 수용성 폴리머들을 포함할 수도 있다. 더욱이, 충전 및 밀봉 단계 후, 이형 라이너는 아래의 편평한 영역을 노출시키기 위해 그 위의 잉크 및 밀봉 층과 함께 제거될 수도 있다. 실제로, 이형 라이너들을 제거하는 것은 EPD 층의 실질적으로 편평한 부분으로부터 밀봉 층/재료 및 잉크를 제거할 것이다. 이 프로세스는 마이크로셀 부분 (1104) 으로부터 잉크 및 밀봉 재료의 실질적으로 깨끗한 분리를 보장할 수 있다. 비금속화된 피에조 필름의 피스는 편평한 부분 (flat) 상에 라미네이트될 수도 있다. 피에조 필름과 접착제 층의 총 두께는 밀봉 층과 마이크로셀들의 총 두께와 유사할 수도 있다. 추가로, 접착제 층의 피스는 이형 라이너 상에 그리고 풀 디스플레이 패널 상에 라미네이트될 수도 있다. 인 라인 가습 또는 오프 라인 챔버 가습 단계가 디스플레이의 우수한 광학 성능을 보장하는데 사용될 수도 있다. 실제로, 도 11a 및 도 11b 에서 패턴들이 정의된 후, 구조는 디스플레이들을 생성하기 위해 A'A' 선을 따라 커팅될 수도 있다.

[0066] 일부 실시형태들에서, 상기 설명된 바와 같은 디스플레이를 제조하기 위한 방법은 제 1 부분 (1102) 및 제 2 부분 (1100) 을 갖는 전기영동 디스플레이 재료의 층을 제조하는 단계를 포함할 수도 있고, 제 1 부분 (1102) 은 복수의 마이크로셀들을 갖고 제 2 부분 (1100) 은 실질적으로 편평하다. 방법은 압전 재료를 제공하는 단계, 및 압전 재료가 제 2 부분과 실질적으로 중첩되도록 전기영동 디스플레이 재료의 제 2 부분에 압전 재료를 정렬시키는 단계를 더 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전기영동 재료의 제 1 (1102) 및 제 2 (1100) 부분들은 단일의 포토리소그래피 단계를 사용하여 생성된다. 방법은 전기영동 디스플레이 재료 및 압전 재료를 기판 상에 배치하는 단계를 더 포함할 수도 있고, 여기서 기판은 가요성일 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 방법은 기판 상에 전도성 전극을 제공하는 단계, 및 전도성 전극과 기판 사이에 배리어 층을 제공하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전기영동 디스플레이의 층을 제조하는 단계 후, 방법은 이형 라이너의 층을 제공하는 단계를 더 포함할 수도 있고, 여기서 이형 라이너는 복수의 마이크로셀들과 실질적으로 유사한 높이를 갖는다.

[0067] 더욱이, 다른 제 2 전극이 도 6 에 도시된 바와 같이 기판 위에 인쇄될 수도 있다. 제 2 전극을 EPD 재료에 연결하기 위해, 전도성 잉크는 전도성 트레이스들 또는 라인들을 패터닝하는데 사용될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 패턴은 2 개의 부분들을 포함할 수도 있다. 제 1 부분은 작은 스트립들로서 인쇄될 수도 있고 제 2 부분은 2 개의 픽셀 패턴일 수도 있다. 여기서 각각의 픽셀은 전도성 잉크를 사용하여 하나 또는 2 개의 작은 스트립들에 연결될 수도 있다. 그 후 이들 패턴들은 작은 스트립들 위의 압전 필름과 상기 언급된 FPL 상에 후속 정렬 및 라미네이트될 수도 있다.

[0068] 도 12a 및 도 12b 는 압전 재료를 활용하는 전기영동 디스플레이 (1200) 의 다른 실시형태를 예시한다. 도 12a 는 도 12b 와 같이, 압전 재료 층 (1202) 은 디스플레이를 형성하기 위해 디스플레이 매체 층 (1204) (예를 들어, 전기영동 매체 층) 과 적층될 수도 있다. 2 개의 전극들, 전극 1 (1206) 및 전극 2 (1208) 는 전하들을 위한 전도성 경로를 완성하기 위해 EPD 층 (1204) 과 압전 재료 층 (1202) 을 샌드위치하도록 도 12a 및 도 12b 에 도시된 바와 같이 양면에 위치될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전극 2 (1208) 는 압전 필름 상의 금속 또는 피에조 필름 상의 라미네이트된 전도성 접착제일 수도 있다. 이 구성에서는, 전기영동 디스플레이 재료 (1204) 를 구동하기 위해 어떤 다른 연결들도 필요하지 않다.

[0069] 사용시, 압전 재료 층 (1202) 상에 힘이 인가될 때, 압전 재료 (1202) 내에서 전하 분리가 발생한다. 전기영동 디스플레이 매체 층 (1204) 과 압전 재료 층 (1202) 의 계면 상의 전하는 EPD 필름 상의 전하들을 유도할 수 있고 전기장이 EPD 를 통과하여 입자들을 이동시킨다. 도 12b 는 전하 분포의 도면을 예시한다.

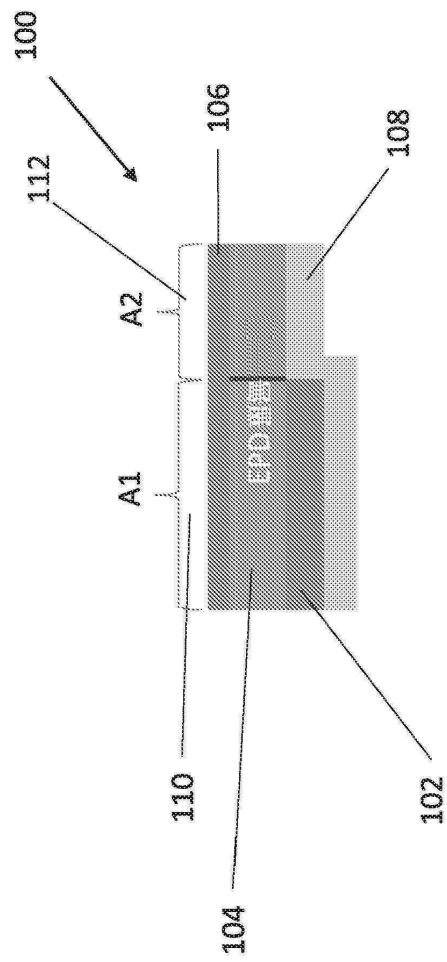
[0070] 또 다른 실시형태에서, 훨씬 더 우수한 콘트라스트 비를 달성하기 위해, 반대의 극성 (poling) 방향들을 가진 피에조 필름들이 도 13a 및 도 13b 에 예시된 바와 같이, 나란한 구성으로 위치될 수도 있다. 사용시, PZ1 및 PZ2 는 인가된 힘 하에서 반대의 전압들을 생성할 수 있으며, 도 13b 는 힘이 인가될 때의 전하 분포의 일 실시형태를 도시한다. 이 디스플레이가 어느 방향 또는 배향으로부터든 뷰잉될 수도 있도록, 전극 1 및 전극 2 층들을 포함한, 도 12a 내지 도 13b 에서의 본 명세서에서 제시된 모든 층들이 투명할 수도 있음을 알아야

한다.

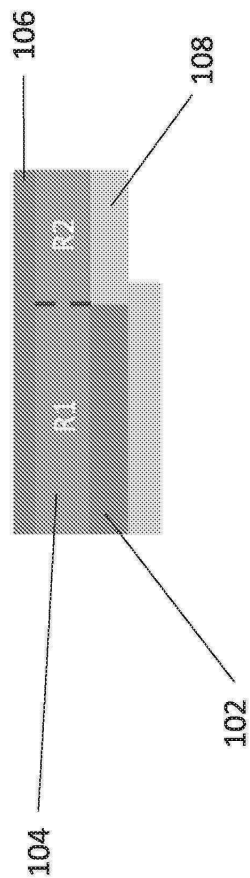
- [0071] 도 12a 내지 도 13b 에 도시된 실시형태들은 전체 디바이스 두께를 50 마이크로미터 미만으로 감소시킬 뿐만 아니라, CR 을 대단히 향상시킨다. 더욱이, 디바이스 구조를 단순화시키고 디스플레이 디바이스를 작은 스트레인 변화들에 더 민감하게 만든다.
- [0072] 잠재 이미지들
- [0073] 일부 실시형태들에서, 도 12a 또는 도 1 에 예시된 구성들과 유사하거나 또는 그에 기초하는 구조들을 가진 디스플레이들은 잠재 이미지들을 디스플레이하도록 수정될 수도 있다. 도 14a 에는, 도 12a 에 제시된 것과 유사하지만, 전극 1 (1406) 또는 전극 2 (1408) 중 어느 하나 상에 라미네이트되거나 또는 인쇄된 이미지들 또는 형상들을 가진 디스플레이 디바이스 (1400) 가 예시된다. 동일한 효과를 달성하기 위해 다른 구성들이 용이하게 채택될 수 있기 때문에 도 14a 에 제시된 구성은 개념을 예시하기 위한 것임을 알아야 한다. 실제로, 이 디스플레이가 어느 방향 또는 배향으로부터든 뷰잉될 수 있도록, 디스플레이 (1400) 의 모든 층 (예를 들어, 층들 (1402, 1404, 1406, 1408 등)) 은, 접착제 층들 및 전극들 1 및 2 층들 조차도, 투명할 수도 있다.
- [0074] 일부 실시형태들에서, 이미지들 또는 형상들은 화이트 백그라운드 상에 그리고 전극 1 (1406) 또는 전극 2 (1408) 중 어느 하나 상에 인쇄 또는 라미네이트되고 대향 측으로부터 뷰잉될 수도 있다. 사용시, EPD 층 (1404) 이 화이트 컬러를 보이고 있을 때, 인쇄된 이미지 또는 형상은 숨겨질 것이고 (즉, 도 14b 참조), EPD (1404) 가 힘이 인가될 경우 다른 컬러로 스위칭할 때, 인쇄된 이미지 또는 형상은 디스플레이될 수도 있다 (즉, 도 14c 참조).
- [0075] 또 다른 실시형태에서, 어두운 색상의 이미지들 또는 형상들은 백그라운드 없이 전극 1 (1406) 또는 전극 2 (1408) 중 어느 하나 상에 생성되고 대향 측으로부터 뷰잉될 수도 있다. 이 구성에서, 도 14d 에 예시된 바와 같이, 디스플레이 (1400) 가 블랙 백그라운드 상에 위치할 때, 인쇄된 이미지 또는 형상은 EPD (1404) 가 아무리 구부러져 있더라도 숨겨진 상태를 유지할 것이다. 대안적으로, 디스플레이 (1400) 가 화이트 또는 밝은 색상의 백그라운드 상에 위치될 때, 인쇄된 이미지 또는 형상이 나타날 것이고, 도 14e 에 예시된 바와 같이, EPD (1404) 가 더 어두운 컬러로 스위칭할 때 더 분명하다.
- [0076] 또 다른 실시형태에서, 도 15a 에 예시된 바와 같이, 이미지들 또는 형상들은 전극 1들 (1502, 1504) 또는 EPD 디스플레이 1 (1506) 및 EPD 디스플레이 2 (1508) 중 어느 하나의 외측에 생성될 수도 있다. 2 개의 EPD 디스플레이들 (1506, 1508) 은 투명한 접착제 재료를 사용하여 함께 통합될 수도 있다. 힘이 인가될 때 (예를 들어, 굽힘), 양자의 EPD 디스플레이 1 (1506) 및 EPD 디스플레이 2 (1508) 는 컬러를 변화시킬 수 있다. EPD 디스플레이 2 (1508) 가 어두어지고 EPD 디스플레이 1 (1506) 이 화이트로 바뀔 때, 인쇄된 이미지 또는 형상은 도 15c 에 예시된 바와 같이, 나타나지 않을 것이다. 대안적으로, EPD 디스플레이 2 (1508) 가 화이트로 바뀌고 EPD 디스플레이 1 (1506) 이 어두워질 때, 인쇄된 이미지 또는 형상은 도 15b 에 예시된 바와 같이, 표면화될 것이다.
- [0077] 또한, 도 9 내지 도 14a 에 예시된 디스플레이 구성들을 참조하면, 전도성 경로가 전극 1 및 전극 2 와 압전 재료 층 및 EPD 필름 층 사이에 완비되어 있고, 전극 1 과 전극 2 사이에는 어떤 다른 도체 또는 전극들도 필요하지 않음에 주목해야 한다. 그리고 도 15 에 예시된 디스플레이의 경우에, 적층된 디스플레이들 (1506 및 1508) 의 각각에 대해 어떤 추가적인 도체 또는 전극도 필요하지 않다. 이는 디바이스의 전체 두께를 효과적으로 감소시킬 뿐만 아니라, 디스플레이의 CR 비를 향상시킨다.
- [0078] 다수의 변경들 및 수정들이 본 발명의 범위로부터의 이탈 없이 상기 설명된 본 발명의 특정 실시형태들에 행해질 수도 있음이 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 전술한 설명의 전부는 한정적인 의미가 아닌 예시적인 의미로 해석되어야 한다.

도면

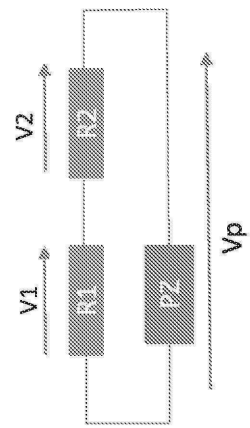
도면1



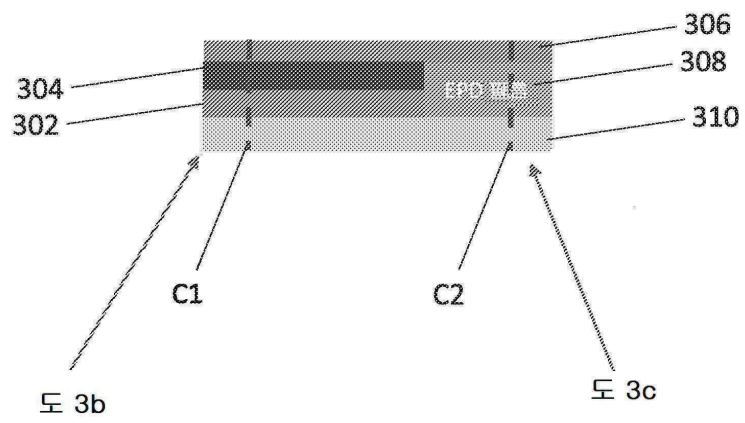
도면2a



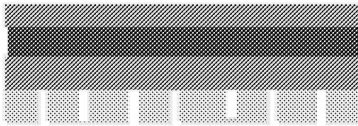
도면2b



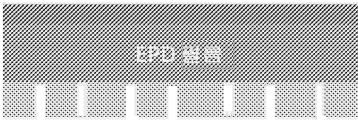
도면3a



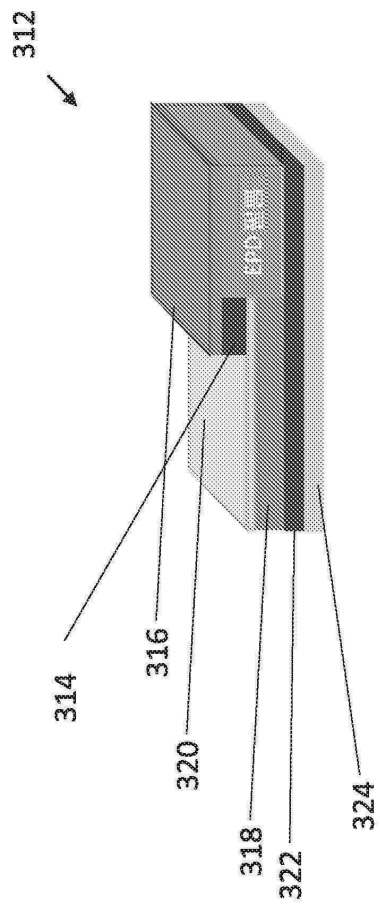
도면3b



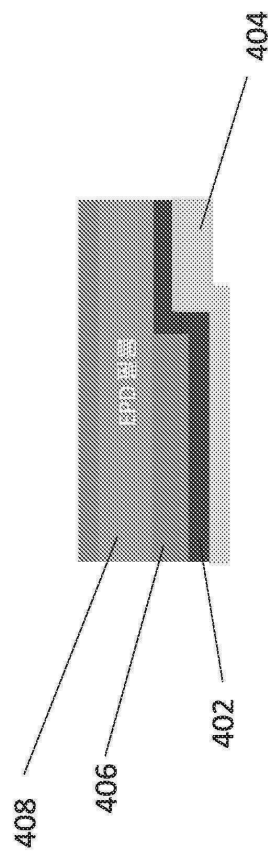
도면3c



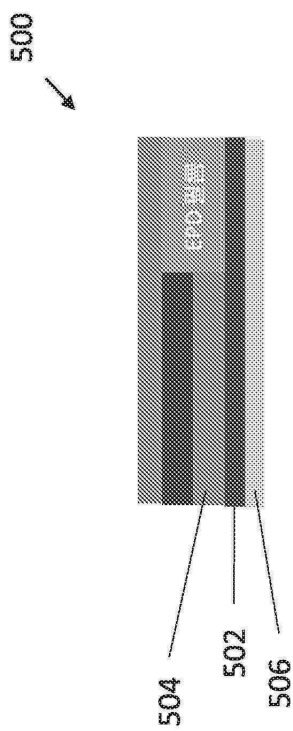
도면3d



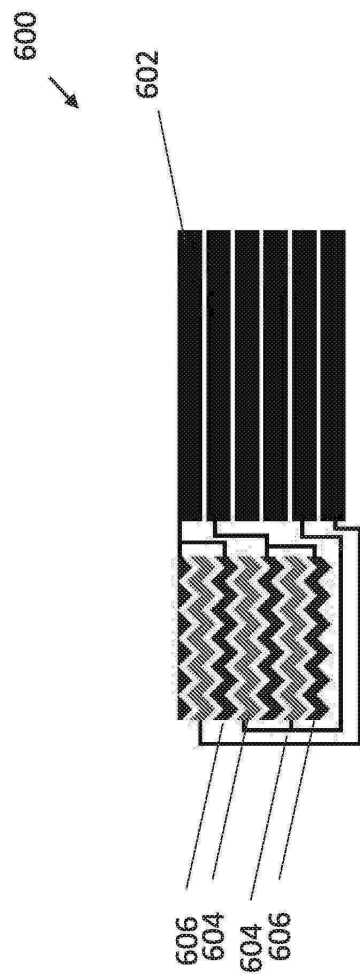
도면4



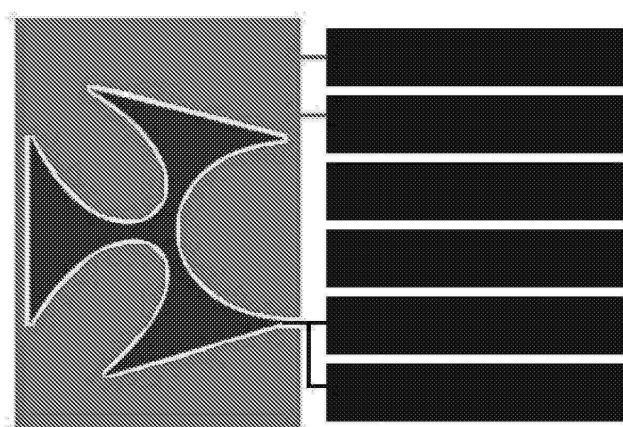
도면5



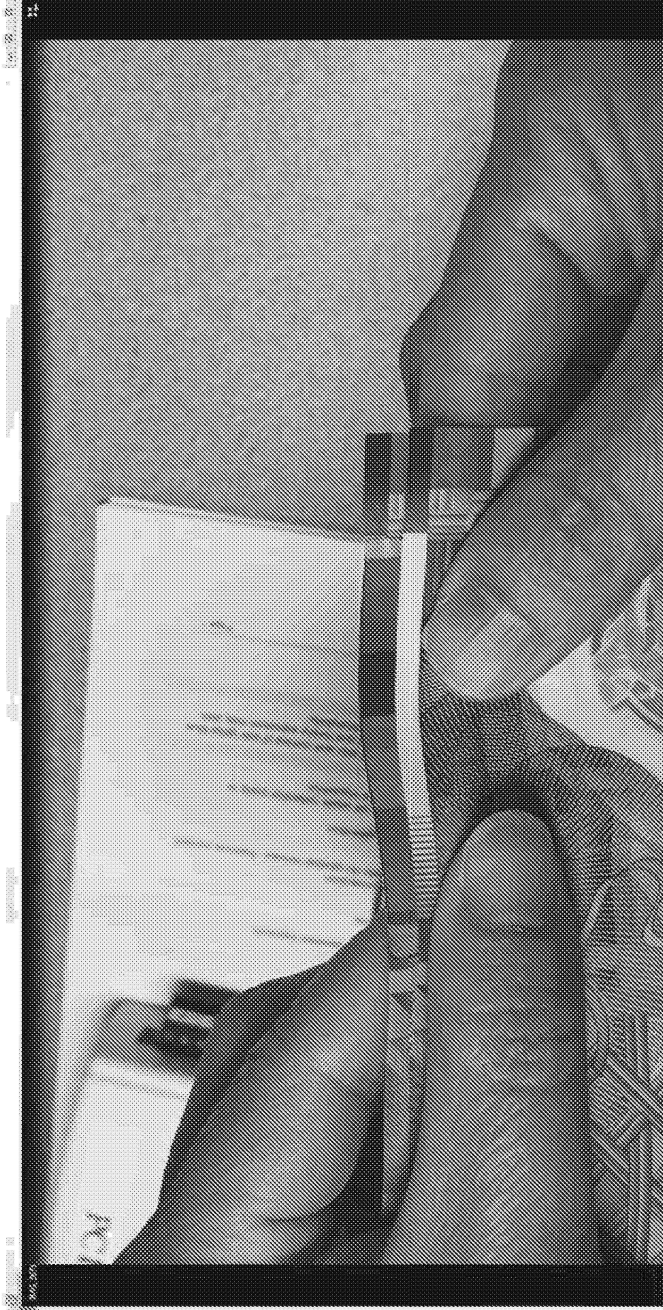
도면6



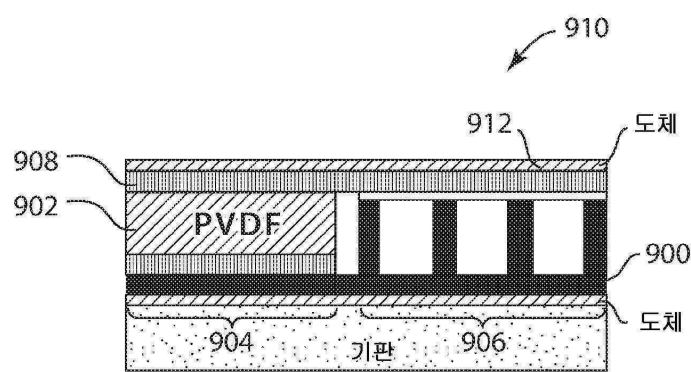
도면7



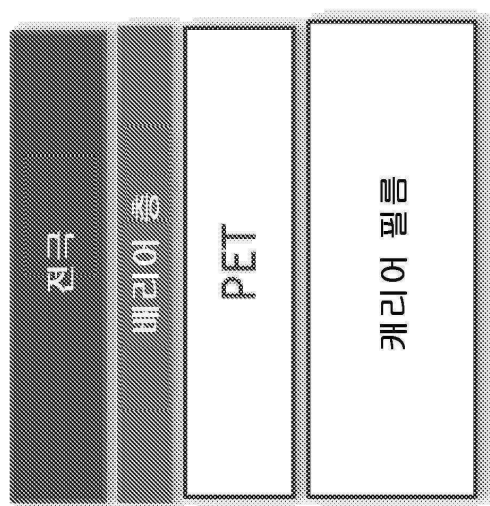
도면8



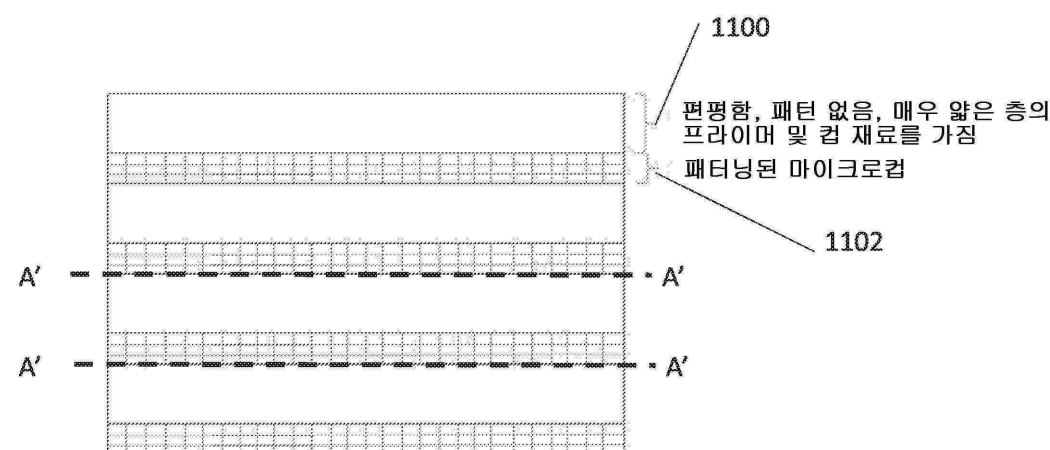
도면9



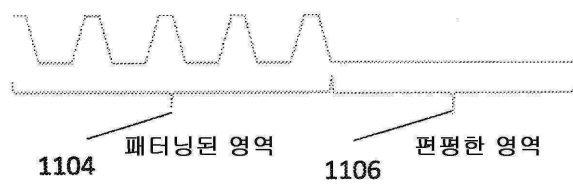
도면10



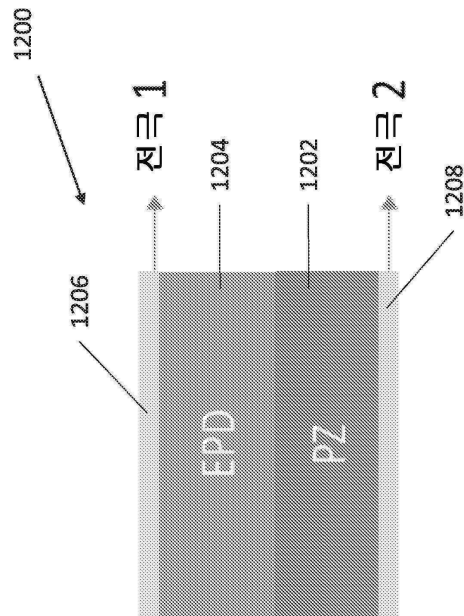
도면11a



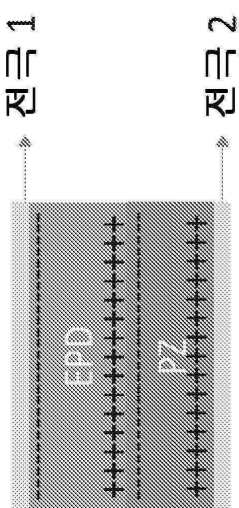
도면11b



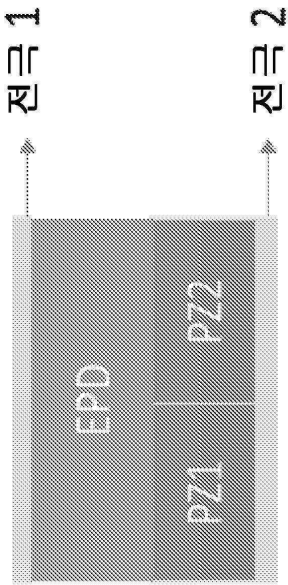
도면12a



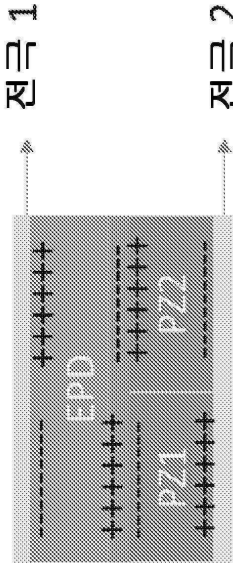
도면12b



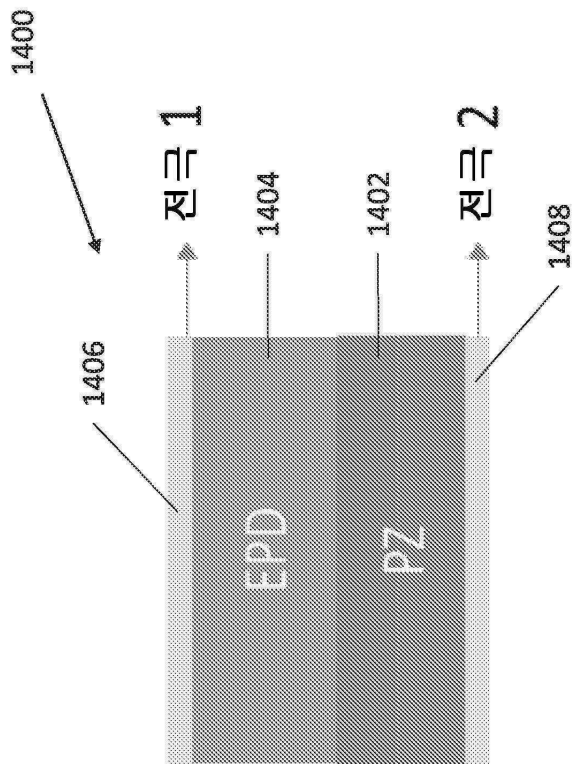
도면13a



도면13b



도면 14a



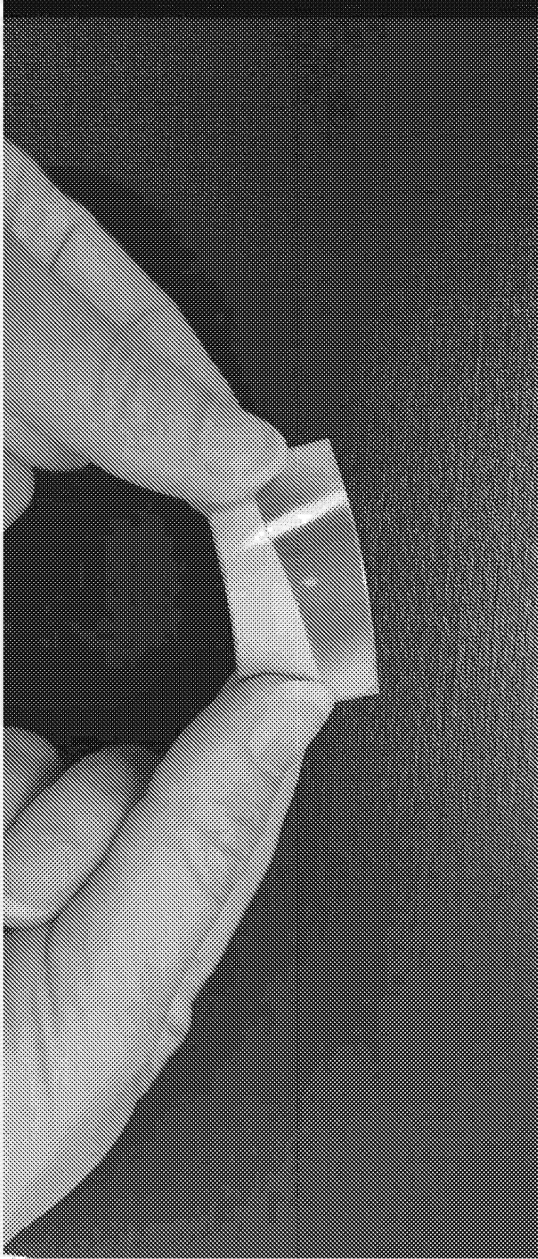
도면14b



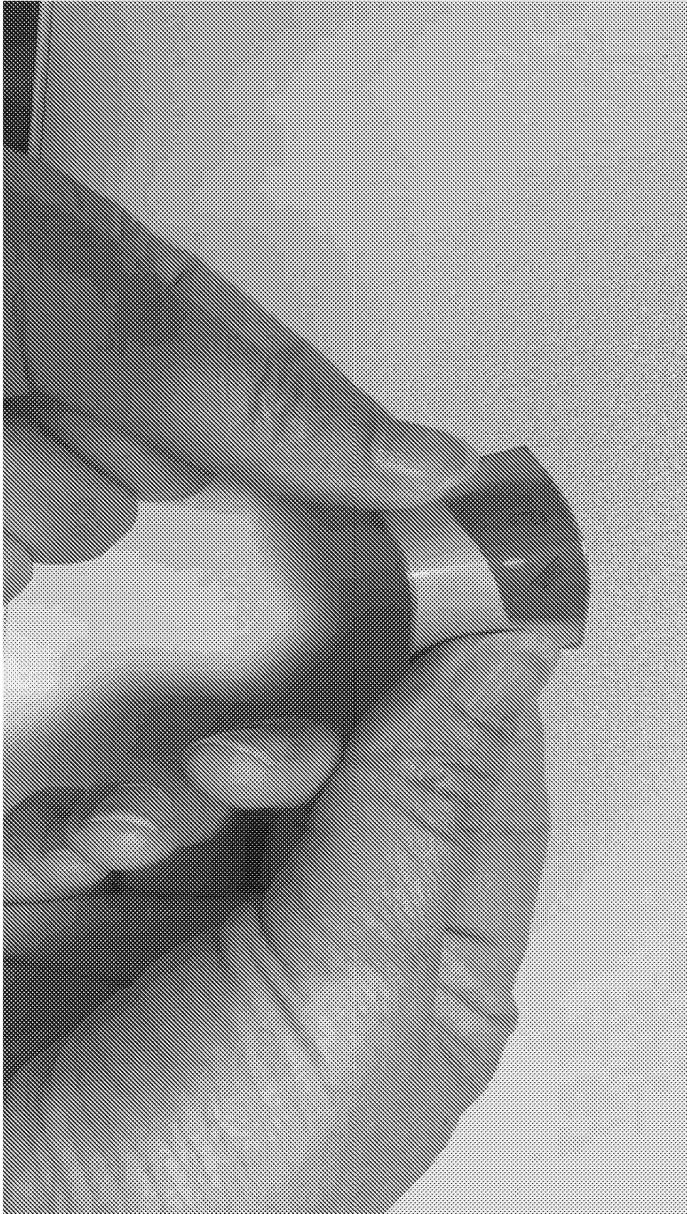
도면14c



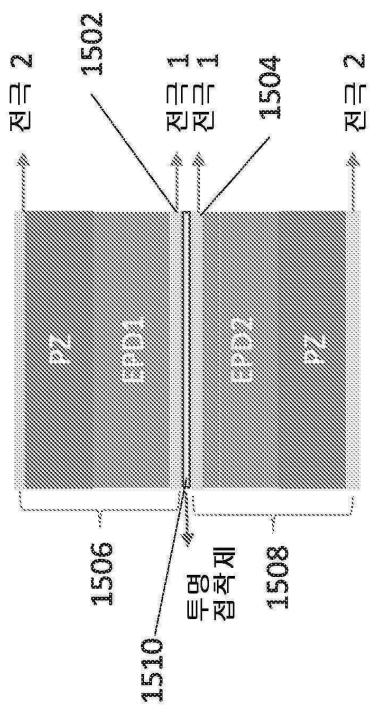
도면14d



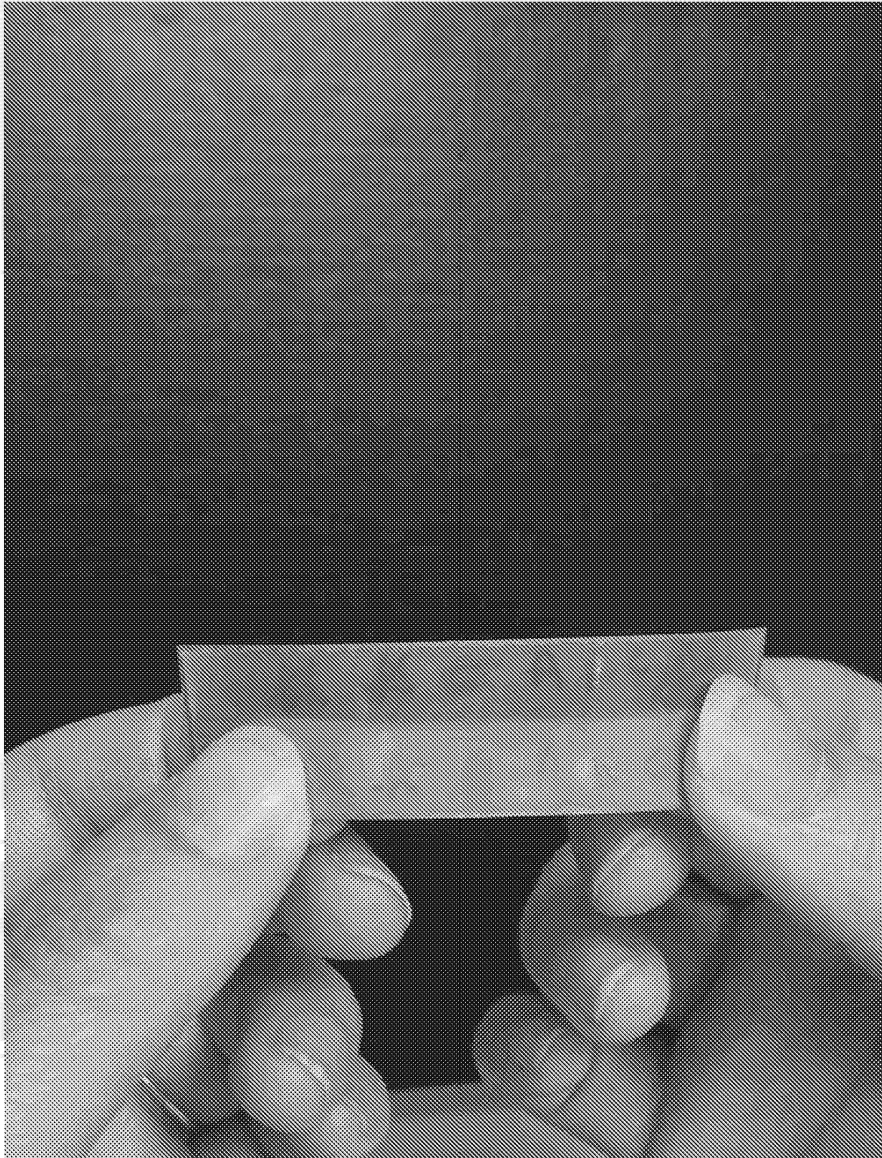
도면14e



도면15a



도면15b



도면15c

