



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월13일
(11) 등록번호 10-1520200
(24) 등록일자 2015년05월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 26/02 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7013752
- (22) 출원일자(국제) 2011년10월18일
심사청구일자 2014년07월21일
- (85) 번역문제출일자 2013년05월29일
- (65) 공개번호 10-2014-0026338
- (43) 공개일자 2014년03월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2011/068153
- (87) 국제공개번호 WO 2012/055724
국제공개일자 2012년05월03일
- (30) 우선권주장
PCT/EP2010/066445 2010년10월29일 세계지적재
산권기구(WIPO)(WO)
- (56) 선행기술조사문헌
US20090169806 A1
JP2006195135 A
JP2009199013 A

- (73) 특허권자
미오르테크 홀딩 비.브이.
네덜란드, 엔엘-5656 에이이 아인트호벤, 하이테크 캠퍼스 9
- (72) 발명자
파일, 헤마누스
네덜란드, 엔엘-발켄스바드 5551 엑스엔, 듀블로 엔호프 14
- (74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 6 항

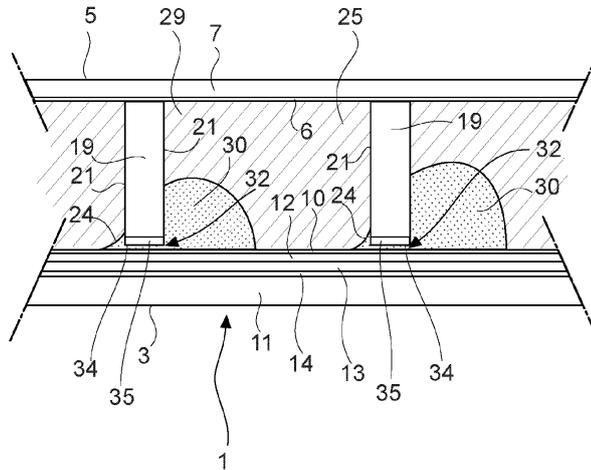
심사관 : 이정호

(54) 발명의 명칭 **일렉트로웨팅 광학 소자**

(57) 요약

일렉트로웨팅 광학 소자는 제1 전극층 스택 및 제2 전극층 스택, 그리고 제1 전극층 스택 및 제2 전극층 스택 사이에 형성된 격납 공간, 제2 경계면에 고정 실장되고 격납 공간의 측면들을 정의하기 위해 제1 및 제2 전극 스택들 사이에 확장되는 하나 이상의 화소 벽들을 포함한다. 격납 공간은 적어도 극성 액체 및 비극성 액체를 포함하며, 극성 및 비극성 액체들은 서로 혼합되지 않는다. 소수성 경계면은 제2 경계면보다 높은 소수성을 가진다. 일렉트로웨팅 소자는 비극성 액체에 대하여 극성 액체를 재배열 하기 위하여 제1 및 제2 전극층들에 전원 공급이 가능하도록 배열된다. 제1 전극층 스택 맞은편의 하나 이상의 화소 벽들의 단부 면은 소수성 경계면을 느슨하게 향한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극층 스택(electrode layer stack) 및 제2 전극층 스택, 그리고 상기 제1 전극층 스택 및 상기 제2 전극층 스택 사이에 형성된 격납 공간(containment space), 상기 격납 공간의 측면들(sides)을 정의하기 위하여 상기 제1 및 제2 전극층 스택들 사이에 확장되는 하나 이상의 화소(pixel) 벽들을 포함하는 일렉트로웨딩 광학 소자에 있어서, 상기 격납 공간은 적어도 극성 액체(polar liquid) 및 비극성 액체(nonpolar liquid)를 포함하며, 상기 극성 및 비극성 액체들은 서로 혼합되지 않고(immiscible), 상기 제1 전극층 스택은 기층(substrate), 제1 전극층 및 상기 격납 공간과의 제1 경계면(interface surface)을 갖는 절연층을 포함하며, 상기 제2 전극층 스택은 상층(superstrate) 및 상기 격납 공간과의 제2 경계면을 갖는 제2 전극층을 포함하며, 상기 제1 경계면은 상기 제2 경계면보다 높은 소수성을 가지고, 상기 일렉트로웨딩 광학 소자는 상기 비극성 액체에 대하여 상기 극성 액체를 재배열(rearranging)하기 위하여 상기 제1 및 제2 전극층들에 전원 공급이 가능하도록 배열되며, 상기 화소 벽들은 상기 제2 전극층 스택의 상기 제2 경계면에 고정 실장되고(mounted on) 상기 제1 전극층을 향하여 확장되며(extending), 상기 제1 전극층 스택 맞은편의(opposite) 상기 하나 이상의 화소 벽들의 단부 면(end face)은 상기 소수성 경계면을 느슨하게 향하며, 상기 하나 이상의 화소 벽들은 소수성 표면을 포함하고, 상기 소수성 표면은 상기 제1 전극층 맞은편의 상기 화소 벽들의 단부 면에 형성되는 것을 특징으로 하는 일렉트로웨딩 광학 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 비극성 액체의 슬릿 slit)으로의 유입(entrainment)을 위해 상기 단부 면과 상기 소수성 경계면 사이에 슬릿 slit)이 존재하는

일렉트로웨딩 광학 소자.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 따른 하나 이상의 일렉트로웨딩 광학 소자들을 포함하는

일렉트로웨딩 디스플레이.

청구항 6

상층 및 제2 경계면을 가지는 제2 전극층을 포함하는 제2 전극층 스택을 제공하는 단계;

상기 제2 전극층 스택의 상기 제2 경계면 상에 화소 벽들을 고정 실장하는 단계, 그에 따라 상기 제2 경계면 및 상기 화소 벽들에 의해 정의되는 격납 공간을 형성하는 단계;

상기 격납 공간을 극성 액체 및 비극성 액체로 채우는 단계—상기 극성 액체 및 비극성 액체는 서로 혼합되지 않음—; 및

기층, 제1 전극층 및 소수성 경계면을 가지는 절연층을 포함하는 제1 전극층 스택으로 상기 격납 공간을 덮는 (covering with) 단계—상기 소수성 경계면의 소수성은 상기 제2 경계면의 소수성보다 높고, 그에 따라 상기 화소 벽들의 단부 면은 상기 제1 전극층 스택의 상기 소수성 경계면을 느슨하게 향함—를 포함하고,

상기 화소 벽들을 고정 실장하는 단계는 상기 화소 벽들 상에 소수성 표면을 형성하는 단계를 더 포함하며,

상기 소수성 표면을 형성하는 단계는 상기 제1 전극층 맞은편의 상기 화소 벽들의 단부 면에 소수성 표면을 형성하는 단계를 포함하는

일렉트로웨팅 광학 소자의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 격납 공간을 덮는 단계는

상기 비극성 액체의 슬릿으로의 유입을 위해 상기 단부 면과 상기 소수성 경계면 사이에 슬릿을 형성하는 단계를 포함하는

일렉트로웨팅 광학 소자의 제조 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 채우는 단계는

상기 격납 공간을 상기 화소 벽들의 상부 가장자리까지 또는 상기 가장자리 위까지 상기 극성 액체로 채우는 단계;

상기 격납 공간 모두가 미리 정해진 레벨까지 채워질만큼 상기 극성 액체를 증발시키는 단계를 포함하고, 상기 격납 공간의 나머지를 상기 비극성 액체로 채우는 단계를 더 포함하는

일렉트로웨팅 광학 소자의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일렉트로웨팅 광학 소자, 일렉트로웨팅 광학 소자들을 포함하는 디스플레이, 및 일렉트로웨팅 광학 소자를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일렉트로웨팅 기술은 한편으로는 액체들의 표면 장력들(surface tension forces) 및 고체 표면의 습윤 속성들과 다른 한편으로는 경계층(boundary layer)을 포함하는 커패시터 배열에 인가된 전압에 의해 유도된 정전력(electrostatic forces) 사이의 에너지 균형(balance)의 수정을 기반으로 한다.

[0003] 일렉트로웨팅 소자로도 지칭되는 일렉트로웨팅 광학 소자 또는 셀은, 일렉트로웨팅 소자 최신 기술(state of

the art)에 의하면 기층(substrate), 제1 전극층, 서로 혼합되지 않는 극성 액체와 비극성 액체를 경계짓기 위하여 제1 전극층 맞은 편 상에 소수성 표면을 가지는 전기적으로 절연인 소수성 층 또는 절연층을 포함하는 제1 전극층 스택, 및 제2 전극층을 지지하기 위하여 극성 액체 및 상층(superstrate)과 전기적으로 접촉하는 제2 전극층을 포함하는 제2 전극층 스택으로 각각 위부터 아래까지(from bottom to top) 구성될 수 있다. 제2 전극층은 제1 전극층 스택의 소수성 경계면보다 낮은 소수성을 가진다. 이것은 비극성 액체는 제1 전극층 스택의 소수성 표면 근처에 존재하고 극성 액체는 제2 전극층 스택의 낮은 소수성 경계면 근처에 존재하도록 한다. 제1 전극층 스택에 부착되고 제1 전극층 스택으로부터 제2 전극층 스택으로 확장되는 화소 벽들은 제1 및 제2 전극층 스택들과 화소 벽들 사이에 격납 공간을 형성한다. 따라서 화소 벽들은 일렉트로웨팅 셀 및 인접하는 일렉트로웨팅 셀들 사이에 비극성 액체를 위한 장벽(barrier)을 형성한다.

[0004] 따라서 일렉트로웨팅 소자는 화소(pixel element or pixel)를 형성할 수 있다. 전기적으로 조절되는 (controlled) 다수의 일렉트로웨팅 소자들은 디스플레이나 화소들을 포함하는 디스플레이의 일부를 함께 형성할 수 있는데, 일렉트로웨팅 소자들은 디스플레이를 형성하는 일렉트로웨팅 소자들을 적절하게 조절하는 것에 의하여 임의의(arbitrary) 이미지들을 디스플레이 하는 데 사용될 수 있다. 특정 목적들을 위한 디스플레이들이 제조되도록, 일렉트로웨팅 소자들은 화소 벽들의 모양에 의해 결정된 임의의 모양일 수 있다.

[0005] 일렉트로웨팅 소자는 화소 벽들에 의해 형성된 각각의 화소들 내의 비극성 액체를 제외하고는 주로 투명 (transparent)이다. 비극성 액체는 종종 불투명이거나 낮은 광학 투과율(transmission coefficient)을 가진다. 비극성 액체의 투과율은 일반적으로 일렉트로웨팅 소자의 응용에 의해 결정된다. 컬러 디스플레이에서(in a colour display), 색깔이 있는 비극성 액체를 포함하는 일렉트로웨팅 소자가 사용될 수 있다.

[0006] 일렉트로웨팅 소자들은 예컨대 디스플레이 스크린을 점등하는 백라이트로써 투과형 구현 소자(transmissive implementation)에 적용될 수 있다. 다른 구현 소자에서 일렉트로웨팅 소자들은 예컨대 전극층들 중 하나에 (반사(specular) 또는 산란(diffuse)) 반사면을 제공하는 것에 의한 반사형 설정으로 적용될 수 있다.

[0007] 일렉트로웨팅 소자의 동작(operation) 원리들은 다음과 같다. 무전원 상태에서, 즉, 제1 및 제2 전극에 전압이 인가되지 않은 경우, 시스템의 가장 낮은 에너지 상태는 비극성 액체가 극성 액체와 절연층의 소수성 표면 사이의 경계 층을 형성하는 상황이 된다. 이것은 극성 액체가 소수성 층에 의해 반발되기(repelled) 때문이다. 그 다음 비극성 액체의 불량한 투과율(poor transmissibility)은 시스템에 투과하는(penetrates) 빛에 방해 (obstruction)를 형성한다.

[0008] 전극들에 전압이 인가될 때, 시스템의 가장 낮은 에너지 상태는 (전도성) 극성 액체에 의해 (불량한 전도성 또는 절연) 비극성 액체가 떠밀리는(pushed aside) 상황(situation)이 되고, 그에 따라 극성 액체는 절연 소수성 층과 직접 접촉하게 된다. 전압은 소수성 표면으로부터 극성 액체를 분리하는 반발력과 표면 장력들을 극복하기에 충분히 큰 정전력이어야 함을 유지해야 한다. 이 상황에서, 시스템을 투과하는 빛은 극성 액체의 우수한 투과율과 비극성 액체가 떠밀리는 것 때문에 절연 소수성 층에 상당히(rather) 방해받지 않고(unobstructed) 접근한다. 따라서 전원이 공급된 상태에서, 전극들에 전압이 인가된 경우, 일렉트로웨팅 소자는 투과형이다. 이 동작 원리는 일렉트로웨팅 타입 디스플레이들 및 스크린들에 사용된다.

[0009] 최신 기술에 따른 일렉트로웨팅 소자들은 소수성 표면에 화소 벽들의 열화(deteriorate)를 일으키는 화소 벽의 불량한 접착(adhesion)을 보이는데, 그에 따라 일렉트로웨팅 소자 및 그것을 둘러싸는 화소 벽들에 의해 정의된 일렉트로웨팅 소자들을 소실시킨다(destroying). 이것은 화소 벽들이 형성된 소수성 표면으로부터 포토 레지스트(photoresist)의 균일한 코팅을 적용하기 극히 어렵게 하는 매우 낮은 접촉각 이력(hysteresis) 및 낮은 표면 장력을 소수성 표면이 가진다는 사실에 기인한다. 뿐만 아니라 소수성 표면에 포토 레지스트의 접착이 매우 불량함에 따라, 화소 벽들의 불량한 접착 및 열화를 초래한다. 화소 벽들이 생성될 때, 이 문제는 일렉트로웨팅 소자들의 제조 동안에 이미 발생할 수 있다. 결과적으로, 상업적인 제조 과정의 생산량(yield)이 감소되고 덧붙여서 일렉트로웨팅 디스플레이들의 기술적 수명이 단축된다.

[0010] 종래 기술에서, 소수성 표면을 낮은 소수성으로 만드는 소수성 표면의 수정을 수행하는 것에 의하여 화소 벽들의 접착이 개선될 수 있다. 화소 벽들의 제조 후에 어닐링(annealing) 단계에 의해 해당 표면은 소수성 상태로 복귀된다. 그러나 최소 접촉각 이력과 함께 복귀된 소수성 상태는 무전원 상태로 전환 후에 유성물(oil)의 불안정한 확산을 유발하여 종종 완벽하지 못하다. 따라서 그러한 방법은 스위칭 동작 동안에 화소들의 열림(opening) 및 닫힘(closing)을 가지는 문제점들을 초래한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 위 언급된 문제점들 및 종래 기술의 불리한 점들을 제거하고, 개선된 구조적 완결성(integrity) 및 스위칭 행동(behavior)을 갖는 일렉트로웨팅 광학 소자를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 측면에 따르면 위 언급된 목적은 제1 전극층 스택 및 제2 전극층 스택, 그리고 상기 제1 전극층 스택 및 상기 제2 전극층 스택 사이에 형성된 격납 공간, 상기 격납 공간의 측면들을 정의하기 위하여 상기 제1 및 제2 전극층 스택들 사이에 확장되는 하나 이상의 화소 벽들을 포함하는 일렉트로웨팅 광학 소자에 의해 달성되고, 상기 격납 공간은 적어도 극성 액체 및 비극성 액체를 포함하며, 상기 극성 및 비극성 액체들은 서로 혼합되지 않는다.

[0013] 상기 제1 전극층 스택은 기층(substrate), 제1 전극층 및 상기 격납 공간과의 소수성 경계면(interface surface)을 갖는 절연층을 포함하고, 상기 제2 전극층 스택은 상층(superstrate) 및 상기 격납 공간과의 제2 경계면을 갖는 제2 전극층을 포함한다. 상기 소수성 경계면은 상기 제2 경계면보다 높은 소수성을 갖는다.

[0014] 상기 일렉트로웨팅 소자는 상기 비극성 액체에 대하여 상기 극성 액체를 재배열하기 위하여 상기 제1 및 제2 전극층들에 전원 공급(powering)이 가능하도록 배열된다.

[0015] 상기 화소 벽들은 상기 제2 전극층 스택의 상기 제2 경계면에 고정 실장되고 상기 제1 전극층을 향하여 확장되는데, 상기 제1 전극층 스택 맞은편의 상기 하나 이상의 화소 벽들의 단부 면은 상기 소수성 경계면을 느슨하게 (in a loose manner) 향한다.

[0016] 용어 '느슨하게(in a loose manner)'는 화소 벽들의 단부 면과 제1 전극층 스택의 소수성 경계의 고정 (fixation)이나 구조적인 부착(attachment)이 이루어지지 않았다는 것을 나타낸다. 이 단부 면은, 그러나 필수적이지는 않게, 제1 전극층 스택의 소수성 표면에 인접(contiguous)할 수 있다. 이 실시예의 이점은 화소 벽들 및 제1 전극층 스택 사이에 구조적인 부착을 요하지 않기 때문에 제조 과정에서 그것이 쉽게 생성될 수 있다는 것이다.

[0017] 화소 벽들이 제2 전극층의 낮은 소수성의 제2 경계면에서 생성되기 때문에, 화소간의(from pixel to pixel) 비극성 액체의 확산 및 각 화소 내 비극성 액체의 함유를 방지하기 위해 화소 벽들의 높이는 제2 전극층 스택으로부터 제1 전극층 스택까지 충분히 길게(sufficiently far) 확장된다. 이것은 화소 벽들의 구조적 완결성을 열화시키지 않고 이루어질 수 있는데, 이는 단순히 화소 벽들 및 낮은 소수성의 제2 경계면 사이의 연결이 화소 벽들 및 종래 기술에 따른 소수성 경계면 사이의 연결보다 기계적으로 강하기 때문이다. 따라서 최종 산출물(end product)의 구조적 완결성이 개선된다.

[0018] 제2 및 제1 전극층 사이의 최대 높이에 걸쳐 이어지는(span) 높이를 가지는 화소 벽들은 제1 및 제2 전극층을 원하는 거리로 유지시키는 스페이스(spacer)로 동작하는 이점을 가진다. 이것은 일렉트로웨팅 소자의 광학 및 구조적 속성도 개선시킨다.

[0019] 용어 '소수성 경계면(hydrophobic interface surface)', 및 '낮은 소수성 제2 경계면(less hydrophobic second interface surface)'은, 제1 및 제2 전극층 스택들의 각 표면들과 격납 공간과의 경계면들이 각각 소수성 및 낮은 소수성 또는 친수성(hydrophilic)임을 의미한다.

[0020] 일반적으로, 극성 액체는 물이거나, 물에 주로 기반하는 물질일 것인데, 이는 물이 손쉽게 구할 수 있고 전자 쌍극자(electrical dipole)를 형성하는 구조를 가진 분자들로 구성되기 때문이다. 그러나, 당업자(the skilled person)는 다른 극성 액체들도 일렉트로웨팅 소자에의 사용에 적합할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 덧붙여서, 비극성 액체는 종종 적절한 색깔과 적절한 광학 속성을 가진 유성 물질일 것이다. 그러나, 비극성 액체는 일렉트로웨팅 광학 소자에 사용될 수 있는, 극성 액체와 혼합되지 않고 0 이 아닌 화학적 극성(chemical polarity)을 가지는 분자들을 포함하지 않는 임의의 물질에 의해 형성될 수 있다.

[0021] 본 발명에 따른 실시예에 따르면, 단부 면과 소수성 경계면 사이에 슬릿이 존재하는데 이는 비극성 액체의 슬릿으로의 유입을 위한 것이다. 전원이 공급된 상태에서 일렉트로웨팅 소자가 스위칭하는 동안 비극성 액체는 소수

성 표면으로부터 낮은 에너지 상태로 돌아갈 것이기 때문에, 이것은 일렉트로웨팅 소자의 동작 행동을 개선시킨다. 덧붙여서, 비극성 액체가 슬릿으로 유입되는 결과로 생기는, 전원이 공급된 상태에서 제1 전극의 소수성 표면 근처에 화소 벽의 일 가장자리(edge)에 형성되는 작은 미세 표면(small capillary surface)은 빛 산란 양(amount of light scattering)을 감소시키고 그에 따라 일렉트로웨팅 소자의 광학 속성들을 개선시킨다. 이 실시예에서, 화소 벽들의 높이는 그에 따라 슬릿을 형성하기 위한, 제1 및 제2 전극층 간의 거리보다 미세하게 작다.

[0022] 일렉트로웨팅 소자의 광학 속성들은 화소 벽들이 소수성 표면을 포함하는 부가적인 실시예에 의해서도 개선될 수 있다. 이 경우, 에너지적으로 비극성 액체가 화소 벽들 근처에 더욱 머물도록, 극성 액체는 화소 벽들에 의해 반발될 것이다. 전원이 공급된 상태에서는, 이 실시예에서, 비극성 액체(유성물)가 화소 벽을 '기어 올라가려고(crawl up)' 하기 때문에, 화소 벽 및 소수성 표면 사이의 슬릿의 일 가장자리에 있는 위에서 언급된 미세 표면은 보다 길어질 것이다. 이 실시예에서 빛 산란량은 더욱 감소된다.

[0023] 본 발명에 따른 부가적인 실시예에서, 화소 벽들의 소수성 표면은 제1 전극층 맞은편의 화소 벽들의 단부 면에 형성된다. 이는 일렉트로웨팅 셀의 전원이 공급된 상태에서의 소수성 표면 및 소수성 제1 표면 모두에 의해 끌려진(attracted) 비극성 액체가 슬릿 안으로 보다 쉽게 유입되도록 한다.

[0024] 본 발명의 두 번째 측면에 따르면, 위에서 기술된 하나 이상의 일렉트로웨팅 소자들을 포함하는 일렉트로웨팅 디스플레이가 제공된다. 적절한 조절에 의하여, 해당 일렉트로웨팅 소자들은 유리하게 동작될 수 있고, 다양한 목적들을 위한 임의의 이미지들이나 모양들을 디스플레이하는 디스플레이를 형성하기 위해 결합될 수 있다.

[0025] 본 발명의 세 번째 측면에 따르면, 상층 및 제2 경계면을 가지는 제2 전극층을 포함하는 제2 전극층 스택을 제공하는 단계, 상기 제2 전극층 스택의 상기 제2 경계면 상에 화소 벽들을 고정 실장하는 단계, 그에 따라 상기 제2 경계면 및 상기 화소 벽들에 의해 적어도 정의되는 격납 공간을 형성하는 단계, 상기 격납 공간을 적어도 극성 액체 및 비극성 액체들로 채우는 단계-여기서 극성 액체 및 비극성 액체는 서로 혼합되지 않음-, 기층, 제1 전극층 및 소수성 경계면을 가지는 절연층을 포함하는 제1 전극층 스택으로 상기 격납 공간의 끝을 덮는(end covering) 단계를 포함하는 일렉트로웨팅 광학 소자를 제조하는 방법이 제공된다. 상기 소수성 경계면의 소수성은 상기 제2 경계면의 소수성보다 높다. 상기 화소 벽들의 단부 면은 상기 제1 전극층 스택의 상기 소수성 경계면을 느슨하게 향한다.

[0026] 본 발명의 방법의 이점은 화소 벽들이 고정 실장된 제2 전극층 상에 형성된 격납 공간들의 배열이 먼저 원하는 레벨(desired level)까지 극성 액체로 채워질 수 있고 이어서 비극성 액체로 채워질 수 있기 때문에, 종래 기술에 따른 일렉트로웨팅 소자보다 제조 방법이 쉽게(straightforwardly) 수행될 수 있다는 것이다. 또한, 제2 전극 표면에 화소 벽들의 실장의 구조적 완결성이 종래 기술에 따른 방법에서보다 훨씬 우수하기 때문에, 본 제조 방법은 완전히 기능하는 일렉트로웨팅 소자들을 종래 기술에 따른 방법보다 많이 생산할 수 있다.

[0027] 실시예에서, 상기 단부 면 및 상기 소수성 경계면 사이에 슬릿이 형성되도록 상기 격납 공간을 덮는 단계의 방법이 수행된다. 이것은 비극성 액체의 용이한 유입을 허용하는데, 이는 제1 전극층 스택의 소수성 경계면 및 화소 벽들의 단부 면의 미세 동작에 의해 이 액체 또한 슬릿 안으로 이끌리기 때문이다.

[0028] 특정 실시예에서, 본 발명의 방법은 화소 벽들을 소수성으로 만들어서 비극성 액체가 화소 벽들을 기어 올라가도록 하는 단계를 더 포함한다.

[0029] 위 측면에서, 화소 벽들이 지나치게 소수성일 때(그에 따라 일렉트로웨팅 소자의 스위칭 능력(switchability)을 저해함), 비극성 액체가 화소 벽들에 부착되는 것을 방지하기 위하여 화소 벽들이 가지는(possess) 소수성 / 친수성 속성들의 수준이 최적화될(optimised) 수 있음이 주지된다.

[0030] 부가적인 실시예에서, 제1 전극층 스택의 소수성 경계면 맞은편의 화소 벽들의 단부 면만이 소수성 경계면으로 제공된다. 이것은 비극성 액체의 화소 벽들의 측면들에의 접촉과 비극성 액체가 슬릿 안으로 보다 쉽게 유입되는 것을 방해한다(counteracts).

[0031] 또 다른 실시예에서, 상기 격납 공간을 채우는 단계는 상기 격납 공간을 상기 화소 벽들의 상부 가장자리까지 또는 상기 가장자리 위까지 상기 극성 액체로 채우는 단계 및 상기 격납 공간 모두가 미리 정해진 레벨까지 채워질만큼 상기 극성 액체를 증발시키는 단계를 포함하고, 상기 격납 공간의 나머지를 상기 비극성 액체로 채우는 단계를 더 포함한다. 상기 상부 가장자리는 상기 화소 벽 단부 면과 일치할(coincide) 수 있다. 이것은 채우는 동안 상기 극성 액체의 레벨을 모니터링할 필요가 없이 상기 일렉트로웨팅 소자를 채우는 것을 가능하게 한다. 상기 극성 액체를 증발시키는 동안, 레벨이 모니터링될 것이다. 적절한 레벨에 도달하면, 상기 격납 공간의

나머지에 상기 비극성 액체가 공급된다.

도면의 간단한 설명

[0032]

본 발명의 실시예들이 도시된 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명이 더 기술될 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 일렉트로웨팅 광학 소자를 나타낸다.

도 2a-2c는 본 발명에 따른 일렉트로웨팅 광학 소자의 제조 방법의 다양한 방법 단계들을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 방법을 개략적으로 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033]

도 1에는, 일반적으로 참조 번호 1로 표시되고, 인접 일렉트로웨팅 소자들 사이에 위치한 일렉트로웨팅 광학 소자 또는 일렉트로웨팅 소자가 도시된다. 일렉트로웨팅 소자(1)에는, 제1 전극층 스택(3) 및 제2 전극층 스택(5) 사이에 격납 공간(25)이 존재한다. 제1 전극층 스택(3)은 후술될 기층(11), 절연층(12), 제1 전극층(13) 및 선택적 반사층(14)을 포함한다. 제1 전극층 스택(3)은 인듐 주석 산화물(indium tin oxide) 같은 전기적 전도 물질(material)로 형성되고 격납 공간(25)의 경계를 형성하는 소수성 경계면(10)을 가진다. 소수성 경계면(10)은 CYTOPtm 또는 AF1600tm 같은 적절한 불소 중합체(fluoropolymer) 층으로 형성될 수 있다.

[0034]

제2 전극층 스택(5)은 상층(7) 및 상층(7)에 의해 지지되는(supported) 제2 전극층(6)을 포함한다. 제2 전극층(6)은 극성 액체(29)와 접촉하는데, 제2 전극층(6)은 낮은 소수성 또는 친수성 경계면을 가진다. 제2 전극층(6)은 주석 산화물(ITO, indium tin oxide)과 같은 투명 전도 물질 또는 임의의 다른 투명 전도 물질로 이루어진 층에 의해 형성된다. 또한 소수성 제1 경계면(10)보다 낮은 소수성 속성들을 갖는 종래 알려진 전도성 유기 물질이 사용될 수 있다. 제2 전극층(6)은 일렉트로웨팅 소자(1) 내의 극성 액체(29)와 접촉해야 하지만, 도 1에서 나타난 것과 같이 반드시 인접(contiguous)층이어야 하는 것은 아니다. 그것은 적어도 격납 공간(25)의 일부를 덮는다면 충분하다.

[0035]

적절한 전압을 제1 및 제2 전극층(6, 13)에 인가하는 것에 의하여 제1 및 제2 전극층(6, 13)은 함께 일렉트로웨팅 소자(1)의 전원 공급과 전원 차단을 허용한다.

[0036]

상층(7) 및 기층(11)은 임의의 적절한 물질에 의해 형성될 수 있다. 이러한 층들은 종종 투명 유리층에 의해 형성될 것이고, 일렉트로웨팅 광학 셀이 투명 타입 또는 반사 타입인지 여부에 따라, 기층(11)은 불투명층에 의해 형성될 수도 있다. 대안적으로, 상층(7) 및 기층(11)은 폴리에테르설폰(PES, polyethersulfone), 폴리이미드(PI, polyimide), 폴리티오펜(PT, polythiophene), 페놀 노볼락(PN, phenol novolac), 또는 폴리카보네이트(PC, polycarbonate) 같은 강성의(rigid) 또는 유연한(flexible) 고분자(polymer) 물질로부터 형성될 수 있다.

[0037]

선택적 반사층(14)은 소자(1)의 상층 또는 제2 전극층(5)의 측면에 입사되는(incident) 빛이 반사층(14)에 의해 반사되고 다시 제2 전극층 스택(5) 측면을 통하여 나가는 반사 방식(reflective manner)으로 일렉트로웨팅 소자가 사용되도록 허용한다. 반사층(14)은 알루미늄 같은 금속으로 제조될 수 있고, 기층(11)에 용착될(deposited) 수 있다. 반사 타입 일렉트로웨팅 소자에서, 반사층(14)은 제1 전극층으로 작용할 수도 있다.

[0038]

전기적 격리(isolating)층(12)은 전기적 전압을 인가하는 동안 회로 단락(short circuit)을 방지하고 극성 액체가 제1 전극층(13)에 이끌리도록 전기장을 형성하는 것을 허용하여 비극성 액체를 옆으로 모는, 예컨대 이산화규소(silicon dioxide) 또는 산화알루미늄(aluminum oxide) 또는 임의의 다른 적절한 물질로 형성될 수 있다.

[0039]

바람직하게는, 소수성 경계면(10)은 광학 셀의 스위칭 능력을 개선시키기 위하여—즉, 전원 공급 상태와 전원 차단 상태에서 스위칭시 셀의 순조로운(smooth) 열림(opening)과 닫힘(closing)을 가능하게 하는—작은 접촉각 이력을 나타낸다.

[0040]

화소 벽들(19)은 제2 전극층(6)의 낮은 소수성 또는 친수성 표면 상에 실장된다. 제2 전극층 상에 화소 벽들(19)이 실장하는 결과, 및 낮은 소수성 표면의 물리적 속성들에 기인하여, 화소 벽들(19)과 친수성 경계면(6) 사이에 강한 기계적인 연결이 이루어진다. 이는 제2 전극층 스택(5)에 실장된 화소 벽들의 우수한 구조적 완결성을 낳는다(results in).

[0041]

화소 벽들(19), 그리고 제1 및 제2 전극층 스택들(3 및 5)는 각각, 일렉트로웨팅 광학 셀(1)의 격납 공간(25)을

정의한다. 격납 공간(25)은 극성 액체(29) 및 비극성 액체(30)로 채워진다. 극성 액체(29) 및 비극성 액체(30)는 서로 혼합되지 않는다. 덧붙여서, 극성 액체(29)는 0 이 아닌 화학적 극성(chemical polarity)을 가지는 분자들을 가지는 물질로 형성된다. 비극성 액체는 미소한(negligible) 또는 작은 화학적 극성을 가진 분자들을 가지는 물질로 형성된다. 그 결과, 전원 공급 및 전원 차단 상태에서 전극들의 스위칭은 비극성 액체 및 극성 액체와 소수성 표면 사이의 힘들의 균형을 수정해서, 일렉트로웨팅 광학 셀을 열고 닫히게 하는데 적합하도록 (suitably) 이러한 액체들을 재배열하게 한다.

- [0042] 화소 벽들(19)은 화소 벽들(19)이 제2 전극층 스택(5)과 제1 전극층 스택(3)사이의 거리에 걸쳐 이어지도록 치수화(dimensioned)될 수 있다. 이러한 방법으로, 화소 벽들(19)은 비극성 액체(30)의 인접 일렉트로웨팅 소자들로의 확산을 방지한다. 비극성 액체(30)가 화소 벽들(19)의 소수성 표면에 의해 반발되는 극성 액체보다 용이하게 화소 벽들에 인접하여 머물도록 화소 벽들(19)에는 소수성 표면들(21)이 선택적으로 제공된다.
- [0043] 화소 벽들(19)은 제1 전극층(3)의 소수성 표면(10) 맞은편의 단부 면(34)을 포함한다. 도 1에는 단부 면(34)과 제1 전극층(12)의 소수성 표면층(10) 사이에 작은 슬릿(32)이 나타난다. 이것은 비극성 액체(30)가 슬릿들(32)을 유입하도록, 및 화소 벽들(19)의 가장자리 근처의 슬릿의 다른 측면에 -슬릿(32) 내의 미세 행동에 기인하는 -작은 경계(24)를 형성하도록 한다. 작은 미세 경계의 효과는 일렉트로웨팅 광학 셀(1) 안에 화소 벽들(19)에 의해 야기되는 빛 산란 양을 크게 감소시키는 것이다.
- [0044] 비극성 액체의 슬릿 안으로의 유입을 보다 개선시키기 위하여, 화소 벽들(19)의 단부 면(34)에는 소수성 표면(35)이 제공될 수 있고 그에 따라 일렉트로웨팅 소자의 전원 공급 상태에서 비극성 액체(30)는 보다 쉽게 슬릿(32) 안으로 유입되고 제1 전극층 스택(3)의 소수성 경계면(10)으로의 비극성 액체의 쉬운 복귀를 가능하게 한다.
- [0045] 도 2a-c에는, 본 발명에 따른 일렉트로웨팅 소자 제조 방법의 다양한 방법 단계들이 나타난다. 도 3은 그러한 방법의 개략적인 개관(overview)을 제공한다. 본 발명의 방법들을 설명하기 위해 도 3 및 도 2a-c가 참조될 것이다.
- [0046] 도 3에 나타난 방법의 단계(65)에서는, 기층(7) 및 낮은 소수성 표면을 가지는 제2 전극층(6)이 포함되는 제2 전극층 스택(5)을 제공하는 것에 의해 제조 방법이 시작된다. 제2 전극층(6)에는 예컨대 주석 산화물(ITO)과 같은 적절한 코팅이 그것의 광학 및 전기적 속성들의 관점에서 제공될 수 있고, 이는 산소(O₂) 처리 가스 (processing gas)를 이용한 플라즈마 처리 기술(plasma processing technique)을 사용하여 낮은 소수성 또는 친수성으로 이루어질 수 있다.
- [0047] 단계(67)에서, 화소 벽들(19)은 드라이 필름 레지스트 리소그래피(dry film resist lithography, DFR)와 같은 적절한 기술을 이용하여 제2 전극층 스택(5)의 낮은 소수성 표면(6)에 실장되는데, 포토 레지스트 층은 층(6)의 친수성 표면에 용착되고 화소 벽들(19)만 남기고 식각된다(etched). 그 결과로서 화소 벽들이(19) 생성되고 그 결과 제2 전극층(6)의 낮은 소수성 표면에 고정 실장된다.
- [0048] 덧붙여서, CF₄를 포함하는 가스 처리를 이용한 화소 벽들(19)을 가진 제2 전극층 스택(5)의 플라즈마 처리가 수행될 수 있다. 이것은 화소 벽들이 소수성이 되도록 한다(renders). 이것은 화소 벽들을 식각하기에 앞서(prior to), 바람직하게는 화소 벽(19)의 단부 면(34)에만 수행되는데, 일렉트로웨팅 소자의 제조를 완료할 때 비극성 액체가 안으로 유입될 수 있도록 하는 슬릿들이 형성될 것이다.
- [0049] 단계(67)에서 화소 벽들(19)이 형성된 후에, 제2 전극층 스택(5)에 형성된 격납 공간(25)은 단계(68)에서 적절한 극성 액체(29) 및 비극성 액체(30)로 채워진다. 단계(68)은, 본 실시예에서, 분리된 세 단계들(681, 683 및 685)을 포함한다. 단계(681)에서, 화소 벽들(19)의 방법들에 의해 형성된 격납 공간들은 극성 액체(29)로 채워진다. 일반적으로, 극성 액체(29)는 물 및/또는 글리콜(glycol) 및/또는 메탄올(methanol)같은 보다 가용성인 유기 물질들을 주로 포함할 것이다.
- [0050] 단계(683)에서, 극성 액체(29)의 일부가 증발된다. 증발은 극성 액체의 모든(full) 표면에 걸쳐서 동등하게 발생하기(take place) 때문에, 증발 후에는, 제2 표면 상의 화소 벽들(19) 사이의 격납 공간들이 채워지는 레벨은 모든 표면에 걸쳐(across) 동일하다. 증발 이후 대략 25%(메탄올이 극성 액체(29) 내에 더 이상 존재하지 않음), 극성 액체(29)의 전체 레벨이 예컨대 약 25%와 같이 특정 양으로 줄어들도록, 혼합물 내의 다른 용매보다 손쉽게 증발하는 메탄올을 극성 액체(29) 내에 추가함으로써 증발이 개선될 수 있다.
- [0051] 도 2a에는, 극성 액체의 증발 단계가 나타난다. 도 2a는 상층(7) 및 낮은 소수성 표면을 가지는 제2 전극층(6)을 포함하는 제2 전극층 스택(5)을 나타낸다. 채우는 단계(681)는 격납 공간들(25)을 완전하게 채우고 극성 액

체들(29)의 레벨을 화소 벽들(19)의 높이 위의 레벨까지 증가시키는 것에 의해 수행된다. 그 다음, 극성 액체(29)의 표면 위의 화살표(40)들에 의해 개략적으로 나타나는 것처럼 증발(683)이 발생한다. 그에 따라 극성 액체(29)의 레벨은 점선들(42)에 의해 개략적으로 나타난 미리 정해진 레벨까지 모든 표면에 걸쳐 동등하게 감소한다. 볼 수 있듯이, 일렉트로웨팅 소자(1)의 각 격납 공간(25)에서 증발 후의 극성 액체의 레벨은 동일하다.

[0052] 그 다음 단계(685)에서, 비극성 액체(30)는 제2 전극 표면(5)의 격납 공간에 추가된다. 대안적으로, 단순히 비극성 액체의 양을 제1 전극층 스택(3)의 표면(10) 전체에 확산되도록 하는 것에 의하여 비극성 액체(30)는 제1 전극층(3)의 표면에 더해질 수도 있다.

[0053] 채우는 단계(68)의 단계(685) 후에, 단계(69)에서 일렉트로웨팅 소자(1)는 제1 전극층 스택(3)으로 덮인다. 단계(69)는 도 2b에 나타난다. 기술된 본 방법에서, 도 2b에 나타난 바와 같이, 비극성 액체(30)는 이미 제2 전극층 스택(5)의 화소 벽들 위의 레벨까지 채워져 있다. 제2 전극층 스택(5)의 측면들을 가로질러 존재하며 (running across), 상당한 양의(an amount of) 접착제(glue) 또는 접착(adhesive) 물질을 포함하는 프레임(45)은, 제1 전극층 스택(3)이 격납 공간들에 가까운(closing) 제2 전극층 스택(5)의 꼭대기 상에 견고하게 실장되도록 허용한다.

[0054] 제1 전극층 스택(3)으로 제2 전극층 스택(5)을 덮는 단계(69)는 제2 전극층 스택(5)(단계 691)의 꼭대기 상에 제1 전극층 스택(3)을 천천히 미는 단계, 및 비극성 액체 초과량(excess)이 단계(693)의 격납 공간(25)으로부터 제거되도록 동시에(simultaneously) 허용하는 단계를 포함한다. 이것은 제1 전극층 스택(3)의 중간 부분(mid portion)에 주로 힘을 가하는(exerting) 것에 의해 이루어진다. 제1 전극층 스택(3)의 힘들(51 및 52)은 제1 전극층 스택(3)의 중간 부분에 가해진 힘(50)보다 작을 수 있다-예를 들어 제1 전극층 스택(3)의 중간 부분이 제1 전극층의 측면들 및 가장자리들 상에 접촉하는 것보다 제2 전극층 스택(5)상의 화소 벽들(19)의 단부 면들(34)에 더 먼저 접촉하도록 허용하는 제1 전극층 스택(3)을 약간(slightly) 수정함-. 그에 따라 격납 공간(25) 내의 비극성 액체 초과량은 단계(693)에 의해 비극성 액체 초과량이 제거되는 제2 전극층 스택의 주변(periphery)으로 강제로(forced) 보내진다(outward to).

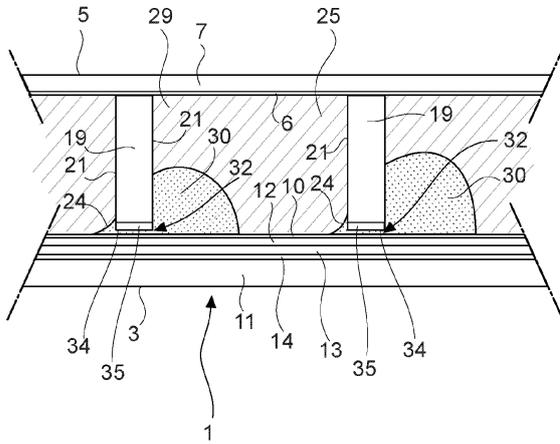
[0055] 도 2c에 나타난 대로, 비극성 액체의 초과량이 제2 전극층 스택(5)으로부터 제거되기 위하여, 일렉트로웨팅 소자들(1)을 둘러싸는(surrounding) 제2 전극층 스택(5)의 프레임(55)은 그것들의 모서리(corners) 내에 채널들(58, 59, 60 및 61)을 포함한다. 비극성 액체(30)가 제2 전극층 스택(5)의 주변을 향하여 밀려(pressed) 보내질 때, 제1 전극층 스택(3)을 제2 전극층 스택(5)에 고정하기에 앞서(prior to), 비극성 액체(30)는 프레임(55) 내에 형성된 채널들(58-61)을 통하여 밀려보내질 것이다.

[0056] 그 다음, 단계(72)에서, 일렉트로웨팅 소자들(1)의 프레임 안에 형성된 배출구들(outlet)(58-61)은 합성수지(resin) 같은 적절한 물질에 의해 폐쇄된다. 그 다음 본 발명에 따른 일렉트로웨팅 소자(1)는 응용에 따라 부가적인 처리를 위한 준비가 되며, 제조 방법은 단계(74)에서 종료된다.

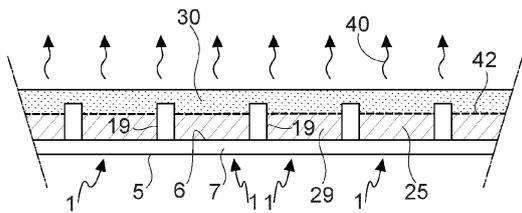
[0057] 당업자에 의해 이해될 수 있듯이, 본 발명은 여기서 상세하게 기술된 것과 다르게 수행될(practiced) 수 있다. 개시된 실시예들, 특정 설계 선택들에 대한 자명한(obvious) 수정들은 당업계의(skilled) 독자(reader)에게 명백할 것이다. 본 발명의 범위는 수반되는 청구항들에 의해서만 정의된다.

도면

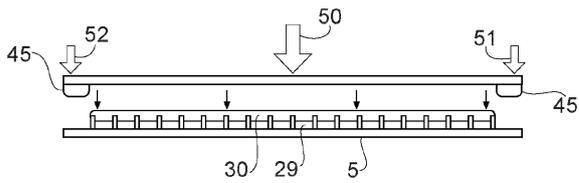
도면1



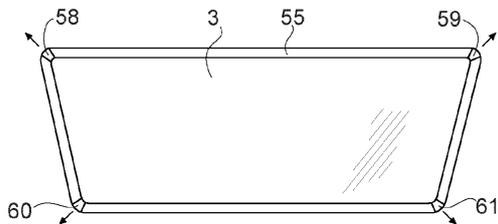
도면2a



도면2b



도면2c



도면3

