



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0086579  
(43) 공개일자 2017년07월26일

- |  |  |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G02F 1/1341 (2006.01) G02F 1/1333 (2006.01)<br/>G02F 1/1339 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G02F 1/1341 (2013.01)<br/>G02F 1/133305 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7016460</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년11월03일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2017년06월15일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2015/058737</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2016/081185<br/>국제공개일자 2016년05월26일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>62/080,630 2014년11월17일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>알파마이크론, 인크.<br/>미국 44240 오하이오주 켄트, 1950 스테이트 루트 59</p> <p>(72) 발명자<br/>베이커 크리스틴<br/>미국 오하이오 44221 카이어호가 폴즈 오크우드 드라이브 2443<br/>밀러 로이 이.<br/>미국 오하이오 44224 스토우 이스트 셀레스테 뷰 드라이브 2872<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>리엔목특허법인</p> |
|--|--|

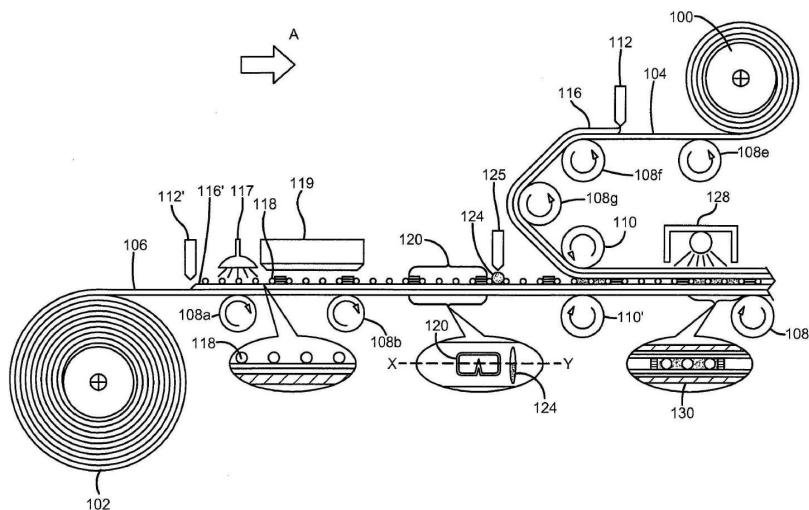
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **가요성 전기-광학 셀의 생산 방법**

(57) 요약

경계 밀봉부에 의해서 봉입되고 전기-광학 재료로 충전된 개요성 셀 유닛을 생산하는 방법이 제공된다. 개요성 셀은, 이격부에 의해서 유지되는 제어된 거리 만큼 분리된 제1 기재 및 제2 기재를 포함한다. 방법은 제1 기재 및 제2 기재를 형성하기 위해서 개요성 플라스틱 재료의 2개의 연속적인 시트를 제공하는 단계 및 적어도 하나의 기재 상에 전기-광학 재료를 침착시키는 단계를 포함한다. 전기-광학 재료는 캡슐화되지 않고, 비-중합체이며, 그리고 1% 미만의 중합체화 가능 재료를 포함한다. 방법은 또한 전기-광학 재료가 제1 기재와 제2 기재 사이의 제어된 거리를 완전히 충전하도록, 하나 이상의 적층 롤러를 이용하여, 전기-광학 재료로 개요성 셀을 롤-충진하는 동안, 제1 및 제2 기재의 쌍을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*G02F 1/133377* (2013.01)

*G02F 1/1339* (2013.01)

(72) 발명자

**수크호플리노바 루드밀라**

미국 오하이오 44240 켄트 트윈 힐즈 로드 7760

**박의열**

미국 오하이오 44236 허드슨 에버그린 로드 6767

**라이언 윌리엄**

미국 오하이오 44240 켄트 밀 크릭 드라이브 5289

**타헤리 바흐만**

미국 오하이오 44122 웨이커 하이츠 랜스미어 로드  
3256

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

경계 밀봉부에 의해서 봉입되고 전기-광학 재료로 충전되는 가요성 셀 유닛을 생산하는 방법으로서, 상기 가요성 셀은 이격부에 의해서 유지되는 제어된 거리 만큼 분리된 제1 및 제2 기재를 가지는, 방법으로서,

제1 기재 및 제2 기재를 형성하기 위해서 가요성 플라스틱 재료의 2개의 연속적인 시트를 제공하는 단계;

적어도 하나의 기재 상에 전기-광학 재료를 침착하는 단계로서, 상기 전기-광학 재료는 캡슐화되지 않고, 중합체가 아니며, 그리고 1% 미만의 중합체화 가능 재료를 포함하는, 전기-광학 재료를 침착하는 단계;

상기 전기-광학 재료가 상기 제1 기재와 상기 제2 기재 사이의 제어된 거리를 완전히 충전하도록, 하나 이상의 적층 롤러를 이용하여, 상기 전기-광학 재료로 상기 가요성 셀을 롤-충진하는 동안, 상기 제1 및 제2 기재의 쌍을 형성하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 롤-충진 단계에 앞서서, 상기 제1 기재 또는 상기 제2 기재 또는 상기 양 기재 상에 경계 밀봉재를 도포하는 단계 및 상기 롤-충진 단계 이후에 상기 경계 밀봉부를 형성하기 위해서 상기 경계 밀봉재를 경화시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전기-광학 재료는 상기 경계 밀봉재의 주변부 외측의 지역, 상기 경계 밀봉재의 주변부의 내측의 지역, 또는 상기 경계 밀봉재의 주변부의 내측 및 외측 모두의 하나 이상의 지역 상에 침착되는, 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 롤-충진 단계 중에, 경계 밀봉재 점도 대 전기-광학 재료 점도의 비율이 10 보다 큰, 방법.

#### 청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1 기재, 또는 상기 제2 기재, 또는 양 기재 상에 복수의 경계 밀봉재를 도포하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 6

제2항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

기계적 다이 절단기, 또는 레이저 절단기, 또는 그 조합을 이용하여 가요성 플라스틱 재료의 2개의 연속적인 시트로부터 상기 가요성 셀 유닛을 절단하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 롤-충진 단계 이후에, 경계 밀봉부를 형성하기 위해서 그리고 상기 가요성 셀 유닛을 상기 가요성 플라스틱의 2개의 연속적인 시트로부터 분리하기 위해서 형상을 절단하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이격부를 상기 제1 기재 상에, 상기 제2 기재 상에, 상기 전기-광학 재료 내에, 또는 그 조합에 침착시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 9**

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이격부가 패터닝되지 않는, 방법.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 기재, 상기 제2 기재, 또는 양 기재 상에 정렬 층을 도포하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 11**

제9항에 있어서,

상기 패터닝되지 않은 이격부를 상기 정렬 층 내에 침착시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 12**

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

구획 벽을 상기 하나의 기재 또는 양 기재에 부가하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 13**

제9항에 있어서,

상기 정렬 층은, 상기 정렬 층을 상기 제1 기재 및 상기 제2 기재 중 하나 또는 양자 모두의 선택된 활성 지역 상에 인쇄하는 것에 의해서 침착되는, 방법.

**청구항 14**

제9항에 있어서,

상기 정렬 층은, 상기 정렬 층을 상기 제1 기재 및 상기 제2 기재 중 하나 또는 양자 모두의 전체 활성 지역에 인쇄하는 것에 의해서 침착되는, 방법.

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전기-광학 재료는 구분되지 않는 액정 또는 구분되지 않는 액정-염료 혼합물을 포함하는, 방법.

**청구항 16**

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가요성 셀이 8% 미만의 혼탁 값을 가지는 광학 장치인, 방법.

**청구항 17**

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방법이 무진공인, 방법.

**청구항 18**

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 패터닝되지 않은 이격부가 구체이고 3 내지 100  $\mu\text{m}$ 의 크기를 가지는, 방법.

**청구항 19**

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전기-광학 재료가 액적, 라인 또는 형상으로 상기 제1 기재 상에 선택적으로 침착되는, 방법.

**청구항 20**

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전기-광학 재료가 게스트-호스트 이색성 염료-액정 혼합물인, 방법.

**발명의 설명**

**배경 기술**

- [0001] 대부분의 액정(LC) 장치는 투명 전도체로 코팅된 2개의 이격된 유리 기재 사이의 액정 개재물로 제조된다. 유리 기재들은 연부에 위치되는 에폭시-계 가스켓(연부 밀봉부)을 이용하여 미리 결정된 간극으로 일반적으로 함께 유지되고 패널로서 지칭된다. 액정은, 진공 충전 프로세스 또는 적하 충전 프로세스(one drop filling process; 적하 주입 프로세스)를 이용하여 패널의 간극 내로 주입된다. 진공 충전 프로세스의 경우에, 패널 주위의 가스켓이 연속적이지 않고 "충진 홀"로서 지칭되는 개구부를 갖는다. 이어서, 패널이 진공 챔버 내에 배치되어 패널 내로부터 공기를 배기한다. 이러한 단계 이후에, 그리고 여전히 진공하에 있는 동안, 액정이 충전 홀 내로 도입된다. 이어서, 액정은 모세관력으로 인해서 패널 내부의 간극을 충전한다. 이는, 충전 홀로의 액정 도입 이후에, 패널을 대기압으로 가져가는 것에 의해서 가속될 수 있다. 액정이 패널 간극을 충전하면, 이러한 프로세스가 완료된다. 그러나, 추후의 문제 발생(예를 들어, 수축, 기포 형성 등)을 피하기 위해서, 패널 내의 액정의 양을 예상 부피 보다 많게 한다. 따라서, 그에 이어서, "냉간 가압(cold pressing)"이라고 지칭되는 프로세스에 의해서 패널들이 가압되어 과다 액정이 제거된다. 이어서, 공기가 패널로 진입하는 것을 방지하기 위해서 이차적인 에폭시를 이용하여 충전 홀을 밀봉한다.
- [0002] 이러한 프로세스는 큰 면적의 패널에서 실행하기가 어려운데, 이는 충전 시간이 패널 면적에 비례하기 때문이고, 그에 따라 충전 완료에 필요한 대기 시간이 각각의 패널에 대해서 몇 시간이 소요될 수 있기 때문이다. 특히 진공 프로세스에서 공기를 배기하는데 필요한 부가적인 시간과 함께, 이러한 프로세스는 비경제적이다. 또한, 셀 간극의 제어가 매우 어려워진다.
- [0003] 통상적인 진공 프로세스에서의 가요성 기재의 이용은 다른 어려움을 제시한다. 챔버 내의 공기가 배기될 때, 빈 셀 내의 포획 공기는, 풍선과 상당히 유사하게, 빈 셀을 팽창시킨다. 이는, 셀의 손상 또는 셀 가스켓의 파괴를 유발할 수 있다. 진공 충전 프로세스에 있어서, 풍선 현상을 방지하기 위해서 2개의 용기된 재료들 사이에 가요성 셀을 개재하는 것과 같은, 추가적인 예방 조치가 요구된다.
- [0004] 이러한 것을 완화하기 위해서, 적하 충전(ODF)으로서 지칭되는 새로운 프로세스가 발명되었다. 이러한 프로세스에서, 유리 기재가 코팅된다. 가스켓이 유리 기재의 전체 주변부 주위에 침착된다(deposit). 이어서, 기재가 큰 진공 챔버 내에 배치된다. 제2 유리 기재가 또한 진공 챔버 내에 배치되고, 원래의 기재 위에서 유지된다. 이러한 시점에서, 분배기는, 하단의 유리 기재 상에서 필요로 하는 정확한 양의 액정을 침착시킨다. 일단 진공 상태가 달성되면, 2개의 기재가 함께 결합된다. 에폭시 가스켓이 경화되어 밀봉된 시스템을 생성한다. 액정은 모세관력을 통해서 이러한 패널을 충전한다. 전술한 바와 같이, 패널을 대기압으로 가져가서 충전 프로세스를 가속한다. ODF 방법의 장점은, 저온 가압 단계가 없다는 것이다. 또한, 시스템은, 특히 큰 면적의 패널의 경우에, 프로세스 시간을 줄일 수 있다.
- [0005] 이러한 프로세싱 방법들의 중요한 양태는, 최종 패널이 음압하에 있는 것으로 간주된다는 것이다. 다시 말해서, 패널이 진공하에서 제조되기 때문에, 내부 압력은 대기 압력 보다 낮은 것으로 간주된다. 이는, 기회가 주어진다면 공기가 패널에 침투할 것임을 의미한다. 그에 따라, 가스켓의 파손은 파괴적인 패널 고장을 초래할 것이다. 이러한 문제를 피하기 위해서, 공기 불침투성이 되도록 가스켓이 설계된다.
- [0006] 내구성, 가요성, 또는 경량성이 중요한 적용예에서 유리 기반의 패널은 이용될 수 없다. 그러한 적용예에는 안경, 보호용 차폐부, 고도의 곡선형 창/디스플레이 등이 포함된다. 그에 따라, 가요성 플라스틱 LC 장치가 요구

된다.

[0007] 액정 패널 제조를 위해서 이용되는 제조 방법은 플라스틱 기재와 완전히 양립 가능하지(compatible) 않다. 그 하나로서, 플라스틱은 가요적이고, 제조 프로세스에서의 플라스틱 기재의 취급을 특히 어렵게 한다. 많은 적용 예에 대한 단점으로 간주되는 유리의 가요성 결여는 사실상 전술한 제조 프로세스에서 필수적이다. 일부 작은 면적의 플라스틱 셀이 전술한 통상적인 프로세스를 이용하여 제조되었지만, 낮은 수율로 인해서 그 도입이 제한되었다. 이는 주로 임의의 진공 충전 프로세스를 위해서 요구되는 엄격한 조건에 기인한다. 또한, 패널이 일단 제조되면, 플라스틱계 장치는 상당히 짧은 수명을 갖는다. 이는, 플라스틱이 투과성 재료이고, 가스의 전달을 허용한다는 사실에 기인한다. 패널이 음압하에서 제조되기 때문에, 공기가 결국 셀 내로 진입할 것이다. 이는 플라스틱계 액정 장치의 도입을 상당히 제한하였다. 많은 회사(예를 들어, Teijin, DuPont, Mitsubishi 등)가 플라스틱 기재의 가스 투과성을 감소시키기 위해서 경질 코트로 작업을 하였지만, 심지어 가장 얇은 유리에 의해서 제공되는 값에도 아직 도달하지 못하였다.

[0008] 플라스틱을 기초로 하는 일부 액정 장치가 시장에 출현하였다. 그들은, 대기압에서 시스템을 프로세스하는 것에 의해서 이러한 문제를 극복하려 한다. 이러한 것을 달성하는 방법은 가스켓 밀봉부를 제거하는 것 그리고 액정을 기재 상에 배치하기 위해서 롤러를 이용하는 것이다. 그러나, 가스켓 밀봉부의 결여로 인한 패널 외부로의 액정의 유출을 방지하기 위해서, 그들은 상당한 양의 중합체를 액정 내에 도입한다. 이러한 방법에서, 액정 재료는 "캡슐화되고(encapsulated)", 이는 소정량의 액정 재료가 캡슐화 매체 내에서 한정되거나 수용된다는 것을 의미한다. 그러한 마이크로캡슐화는 액정의 "유동"을 방지하여, 대형 디스플레이의 제조를 가능하게 한다. 중합체 캡슐화된 액정은 대형 패널 내에서 마이크로 "패널"을 생성한다. 중합체는 또한, 2개의 기재에 부착되는 것에 의해서 셀 간극을 유지하는데 도움을 준다. 중합체 분산형 액정(Polymer Dispersed Liquid Crystal)(PDLC), 네마틱 곡선형 정렬 상(Nematic Curvilinear Aligned Phase)(N-CAP), 중합체 안정화형 콜레스테릭 텍스처(Polymer Stabilized Cholesteric Texture)(PSCT), 중합체 캡슐화 액정(Polymer Encapsulated Liquid Crystal)(PELC), 및 중합체 네트워크 액정(Polymer Network Liquid Crystal)(PNLC) 등으로 가장 일반적으로 공지된 이러한 재료는, 캡슐화된 액정 도메인(domain)에 의한 광 산란으로 인해서, 그들이 광학적 투명성을 나타내지 못하고 혼탁하다는 상당한 단점을 갖는다. 이는 그들의 용도를 사생활 보호 용도(예를 들어, 사생활 보호용 유리 등)로 제한하였다. 이러한 시스템은, 가스켓의 부재로 인해서, 유리 패널의 안정성을 가지지 못한다는 것을 주목하여야 한다. 특히, 공기 및 수분이 시간을 두고 패널에 침투하게 되고 제품을 동작 불가능하게 만든다. 따라서, 이러한 시스템은 시장성을 가지지 못하였다. 이러한 한계를 극복하기 위해서, 중합체에 의한 캡슐화 크기가 증가되었다. 또한, 최종적인 대형 패널 내의 액정의 유동을 제한하기 위해서, 패터닝된 마이크로패널이 생성되었다. 그러나, 이러한 부가적인 구조물은 셀의 광학적 성능을 감소시키고 회절과 같은 부가적인 현상을 생성한다. 광학 장치 적용예에서, 관찰 지역(viewing area) 내의 임의의 광학적 장애물을 방지하기 위해서, 이러한 중합체 벽 및 구조물이 존재하지 않는 장치가 요구되고 있다.

[0009] 다른 제시된 해결책에는, 예를 들어, 액정을 분할하기 위한 복수의 스트라이프를 포함하는 "패터닝된 외장 구조물"을 이용하는 롤-대-롤(roll-to-roll) 셀 제조 방법을 설명하는, "액정 디스플레이 장치의 제조 방법(Fabrication Methods for Liquid Crystal Display Devices)"(Yang 등)이라는 명칭의 미국 특허출원 제 2009/0128771호가 포함된다. 다른 방법은 작은 한정된 공간 내에서 LC 재료를 수용하기 위해서 패터닝된 마이크로-중합체 이격부를 이용한다. 예를 들어, Wen-Tuan Wu 등의 "P-55: 하나의 라인 충전 및 경사진 롤러 가압을 이용한 가요성 액정 디스플레이의 셀 충전(Cell filling of Flexible Liquid Crystal Displays Using One Line Filling and Tilted Roller Pressing)", SID 07 Digest, p393 (2007)에서 설명된 방법에서, 10 μm 폭 x 170 μm 길이 x 3 μm 높이인 마이크로-중합체 이격부가 하나의 기재 상에 형성되어, 액정 재료를 작은 직사각형 공간 내에 수용하고, 그에 따라 대형 셀의 제조를 가능하게 한다. 패터닝된 이격부의 다른 예는 "액정 디스플레이용 조성물(Compositions for liquid crystal display)"이라는 명칭의 Liang 등의 미국 특허 제7,850,867호의 방법을 포함한다.

[0010] 다른 방법은, LC 층의 두께를 치수적으로 안정화시키기 위해서 그리고 LC 층이 기능 수행을 위한 충분한 두께를 가지게 하기 위해서, LC 재료를 흡수하거나 그와 결합될 수 있는 재료로 제조된 "지지 층"을 제공하는 단계를 포함한다. 이에 대해서는 미국 특허 제5,868,892호를 참조할 수 있다.

[0011] 플라스틱 기재는 저비용 및 높은 제조 효율성의 롤-대-롤 유형으로 그러한 기재를 제조할 수 있게 하지만, 다양한 가요성 디스플레이를 위해서 롤-대-롤 연속제조 프로세스를 구현하기 위한 이전의 노력은 성공적이지 못했다. 큰 표면적의 가요성 디스플레이의 제조가 특히 실현되지 않았다. 하나의 이유는, 디스플레이 또는 광학 장치와 같은 액정 소자에서, 액정 층(즉, 임의의 염료가 내부에 함께 혼합된 액정 재료)이 최적의 균일한 두께

를 가지는 것이 필수적이라는 것인데, 이는 두께 변동이 액정 장치의 광학적 성질의 변동 또는 편차(gradation)를 유발하기 때문이다. 또한, 액정 재료의 변화되는 두께는, 전기 용량 및 임피던스와 같은 액정 재료의 전기적 성질의 상응하는 변동을 유발할 것이고, 그에 따라, 특히 큰 크기의 액정 장치에서, 액정 장치의 균일성을 더 감소시킬 것이다. 액정 재료의 변화되는 전기적 성질은 또한 액정 재료에 걸쳐 인가되는 유효 전기장의 상응하는 변동을 유발할 수 있다. 부가적으로, 일정한 전기장에 대한 응답에서, 두께가 상이한 액정의 지역들은 상이하게 응답할 것이다. 그에 따라, 전기장을 액정 재료에 인가하는 전극들이 또한 최적의 간격을 가져야 한다. 그러한 최적의 두께 및 간격을 유지하기 위해서, 다소 근접한 공차가 유지되어야 한다. 근접한 공차를 유지하기 위해서, 그러한 액정을 이용하는 장치의 크기에 관한 제한이 존재하는데, 이는 큰 표면적에 걸쳐 근접한 공차를 유지하는 것이 매우 어렵기 때문이다. 또한, 진공 기반의 프로세싱에서의 경우와 같이 액정의 양이 반드시 제어되어야 한다. 그러나, 롤링 기반의 플라스틱 프로세스에서, 전술한 이유로 인해서 진공의 존재는 피하는 것이 최적이다.

[0012] 이러한 이유로, 예를 들어 선루프 또는 창과 같은 큰 크기의 단일 셀 액정 장치는 만족스럽게 제조되지 못하였는데, 그 주된 이유는, 상이한 재료 두께들을 가짐으로써 불균일한 광학적 및 전기적 특성을 초래하는 지역들을 생성하는 액정의 유동성, 즉 재료가 유동하려는 경향 때문이다.

[0013] 일반적으로, 본원에서 설명된 다양한 캡슐화 방법/패터닝된 이격부 방법을 이용하는 것 이외에, 롤-대-롤, 롤 대 시트(roll to sheet), 롤 대 부품(roll to part), 또는 연속적인 제조 프로세스(여기에서, 집합적으로 롤-대-롤로서 지칭된다)를 이용하여, 액정과 같은, 유체 전기-광학 혼합물로 충전된 가요성 셀을 만드는 것이 불가능하다는 것이 통상적인 생각이었다. 이는, 단지 +/- 1 내지 2 μm인 변동(공차)을 가지고 약 5 내지 20 μm에서 2 개의 기재들 사이의 제어된 거리를 유지하여야 하는, 가요성 플라스틱으로 작업하는 것의 어려움; 기포 또는 결함의 형성이 없이 전체 간극을 충분히 충전할 수 있는 양의 액정으로 상단 기재 및 하단 기재 사이의 제어된 간극을 충전하기 위해서 요구되는 정밀도; 그리고 바람직하지 못한 "혼탁"을 모두 초래하는, 중합체화 또는 캡슐화를 이용하여 LC를 안정화시켜야 하는 것 및/또는 구분된 패턴을 형성할 수 있는 이격부들을 이용하여야 하는 것을 필요로 하는, 액정의 유체 성질 때문이다.

[0014] 그에 따라, 가요성의, 플라스틱의, 실질적으로 중합체가 없는 액정 장치를 효율적으로 제조하는 방법이 여전히 요구되고 있다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0015] 프레임-유사 경계 밀봉부에 의해서 봉입된(enclosed) 가요성 셀 유닛을 생성하는 연속적인 방법이 본원에 개시되며, 여기에서 미패터닝(unpatterned) 이격부에 의해서 유지되는 제어된 거리에 의해서 분리된 2개의 가요성 기재가, 연속 제조 프로세스 중에, 함께 조립되고 전기-광학 재료(EOM)로 롤-충진된다(roll-filled). 본원에서 사용된 바와 같은 "롤-충진된" 및 "롤-충진하는"이라는 용어는, 전기-광학 재료가 기재들 사이의 제어된 거리를 완전히 충전하도록 하나 이상의 적층 롤러를 이용하여 가요성 기재들 사이의 공간 또는 셀의 활성 지역을 EOM으로 충전하는 것을 지칭한다. 일부 실시예에서, 롤-충진은 진공을 이용하지 않고 달성된다(무진공 방법).

[0016] 일 실시예에서, 방법은: 제1 (예를 들어, 하단) 기재 및 제2 (예를 들어, 상단) 기재를 형성하기 위해서 가요성 플라스틱 재료의 2개의 연속적인 시트를 제공하는 단계; 제1 기재 상에 전기-광학 재료를 침착하는 단계; 제2 기재와 제1 기재를 교합시키기 위해서 그리고 전기-광학 재료가 제1 및 제2 기재들 사이의 제어된 거리를 충전하도록 전기-광학 재료로 셀(또는 시트)을 롤-충진하기 위해서 적층 롤러를 이용하는 단계를 포함한다. EOM을 침착하는 단계 이전에 또는 EOM이 침착된 후에 경계 밀봉재가 도포될 수 있다.

[0017] 일부 실시예에서, 롤-충진 단계 전에 경계 밀봉재가 도포되고, 그에 따라 방법은 EOM 침착 전에 제1 및/또는 제 2 기재 또는 양 기재 상에 경계 밀봉재를 도포하는 단계, 및 롤-충진 단계 이전에 또는 이후에 경계 밀봉부를 형성하기 위해서 경계 밀봉재를 경화시키는 단계를 포함한다. 이러한 방법에서, 전기-광학 재료가 경계 밀봉재의 주변부 외측의 지역 상에 침착될 수 있다(도 3a). 대안적으로, 전기-광학 재료가 경계 밀봉부의 주변부 내측에 침착될 수 있다(도 3b). 다른 실시예에서, EOM은, 하나의 또는 다양한 형상으로, 경계 밀봉재에 의해서 형성된 주변부의 외측 및 내측 모두에 침착될 수 있다(도 3c 내지 도 3f). 이러한 방법은 기계적 절단기(예를 들어, xy-절단기 또는 다이 절단기), 또는 레이저 절단기, 또는 그 조합, 또는 당업계에 공지된 임의의 다른 절단/분리 기술을 이용하여, 가요성 플라스틱 재료의 2개의 연속적인 시트로부터 가요성 셀 유닛을 절단하는 추가적인

단계를 가질 수 있다.

- [0018] 일부 경우에 상단 기재 및 하단 기재 모두에 경계 밀봉재를 인쇄하는 것이 유리할 수 있다. 이러한 실시예에서, 롤-충진 프로세스 중에, EOM은, 하단 경계 밀봉재 위에서 엄격하게 유동되기 보다는, 상단 경계 밀봉재와 하단 경계 밀봉재 사이에서 유동된다. 이는, 경계 밀봉재가 각각의 기재 표면에 접촉되게 보장한다. 이는 밀봉부의 접착 및 안정성을 촉진한다.
- [0019] 일부 경우에, 하나 초과와 경계 밀봉재가 도포될 수 있고, 예를 들어 둘 이상의 접착제를 이용하여 경계 밀봉부를 제공할 수 있고, 각각의 접착제는 상이한 기능성, 예를 들어 접착 기능 대 비-상호작용 기능을 제공한다.
- [0020] 다른 실시예에서, EOM이 먼저 도포되고, 이어서 경계 밀봉재가 도포되고 셀이 롤-충진된다. 일 실시예에서, 경계 밀봉재는 롤-충진 단계에 앞서서 경화된다. 다른 실시예에서, 경계 밀봉재는 롤-충진 단계 이후에 경화된다.
- [0021] 경계 밀봉재가 존재할 때, 경계 밀봉재는 1000 센티포아즈(cP) 초과, 2000 cP 초과, 3000 cP 초과, 4000 cP 초과, 또는 5000 cP 초과와 점도를 갖는다. 일부 실시예에서, 점도는 10,000 cP, 20,000 cP, 30,000 cP, 40,000 cP, 50,000 cP, 60,000 cP 또는 70,000 cP 미만이다. 일부 실시예에서, 경계 밀봉부 점도 대 EOM 점도의 비율이 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 또는 50 보다 크다.
- [0022] 이러한 방법의 일부 실시예에서, 전기-광학 재료는 경계 밀봉재와 화학적으로 상호작용하지 않거나 최소한으로만 상호작용한다. 일부 실시예에서, 복수의(즉, 하나 초과와) 경계 밀봉재가 하나의 또는 양 기재에 도포될 수 있다.
- [0023] 다른 실시예에서, 레이저 또는 가열 요소 또는 롤-충진된 셀 주위를 밀봉하기 위해서 이용되는 유사한 용접 방법을 이용하여, 롤-충진 단계 이후에 경계 밀봉부가 생성된다. 레이저는 상단 및 하단 기재를 함께 용융시켜 활성 지역 주위에 연속적인 밀봉부를 형성할 수 있다. 레이저는 또한, 밀봉부를 생성하는 동안, 개별적인 셀을 시트로부터 동시에 절단하도록 구성될 수 있다. 이러한 방법에서의 단계는: 제1 (하단) 기재 및 제2 (상단) 기재를 형성하기 위해서 가요성 플라스틱 재료의 2개의 연속적인 시트를 제공하는 단계; 제1 (또는 제2 기재) 상에 전기-광학 재료를 침착시키는 단계; 제2 기재와 제1 기재를 교합시켜, 전기-광학 재료로 충전되고 미패터닝 이격부에 의해서 유지되는 제어된 거리를 가지는 셀을 형성하기 위해서, 적층 롤러를 이용하는 단계; 이어서, 경계 밀봉부를 형성하기 위해서 그리고 가요성 플라스틱의 2개의 연속적인 시트로부터 가요성 셀 유닛을 분리하기 위해서 형상을 레이저 절단하는 단계를 포함한다. 이러한 방법에서, 경계 밀봉재는 롤-충진 단계 이전에 도포되지 않는다. 그 대신에, 경계 밀봉부는 롤-충진 단계 이후에 생성된다.
- [0024] 전술한 방법 중 임의의 방법에서, 가요성 플라스틱의 시트가 미패터닝 이격부로 미리-코팅될 수 있거나, 프로세스가, 미패터닝 이격부가 제1 기재 상에, 또는 제2 기재 상에, 또는 양자 모두에 도포되는 단계를 더 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 이격부가 전기-광학 재료 내에 침착될 수 있다. 또는, 대안적으로, 이격부가 제1 기재, 제2 기재, 또는 양자 모두 상에서 정렬 층 내에 침착될 수 있다.
- [0025] 일부 예에서, 이격부가 하나의 또는 양 기재 상으로 인쇄될 수 있다. 이격부가 최소의 회절 패턴만을 생성하도록 또는 회절 패턴을 생성하지 않도록, 이격부가 분포되어야 한다. 그에 따라, "미패터닝 이격부"라는 용어는 무작위적인 패턴 또는 회절을 생성하지 않는 패턴을 가지는 이격부를 지칭한다.
- [0026] 또한, 본원에서 설명된 대부분의 예에서, 이격부 층수(count)(또는 이격부의 밀도)는 평방 mm 당 80개 초과로 유지된다.
- [0027] 본원에서 설명된 임의의 실시예에서, 기재는 전압 또는 전류를 전기-광학 재료에 인가하기 위한 전도성 층(예를 들어, 인듐 주석 산화물 또는 ITO)을 포함할 수 있다. 따라서, 가요성 플라스틱의 시트가 전도성 층으로 미리-코팅될 수 있거나, 프로세스가, 전도성 층이 제1 및 제2 기재에 도포되는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 제1 및 제2 기재는 또한 EOM 분자의 정렬을 보조하기 위한 정렬 층을 포함할 수 있다. 정렬 층은 가요성 플라스틱 재료의 연속적인 시트 상에 이미 존재할 수 있다(사전-코팅). 대안적으로, 방법은, 정렬 층을 제1 기재, 제2 기재, 또는 양자 모두 상에서 침착시키는 단계를 포함할 수 있다. 정렬 층은 제1 또는 제2 기재 시트의 전체 표면에 도포될 수 있거나, 제1 및 제2 기재 중 하나 또는 양자 모두 상의 선택된 활성 지역에 선택적으로 도포될 수 있다. 활성 지역은 전기-광학 재료에 의해서 충전되고 경계 밀봉부에 의해서 경계지어지는 기재 상의 지역을 지칭한다. 선택적인 도포는 다양한 기술, 예를 들어, 스크린 인쇄, 잉크젯 인쇄, 평면형 코팅, 롤러 가압(roller pressing), 열적 가압, 혼합물로부터의 상 분리, 또는 당업계에 공지된 다른 방법을 이용하여 달성될 수 있다. 일부 경우에, 이는, 희망 정렬을 생성할 수 있는 자체 조립 단일층(self assembling monolayer)이다.

- [0029] 일부 실시예에서, 정렬 층은, 기재들 사이에서 제어된 거리를 유지하는 이격부를 포함할 수 있다.
- [0030] 전기-광학 재료는, 전류 또는 전압의 인가에 의해서 변경될 수 있는 임의의 재료를 포함한다. 예에는, 액정, 전기-변색 재료, SPD 등이 포함된다.
- [0031] 일부 실시예에서, 전기-광학 재료는 전체적으로 중합체화 가능하지 않고 캡슐화되지 않거나, 1% , 2%, 3%, 4%, 5% 초과 중합체화 가능 재료를 포함하지 않는다. 일부 예에서, 전기-광학 재료는 중합체화가 가능하지 않은, 캡슐화되지 않는 액정, 또는 액정-염료 혼합물을 포함한다. 일부 예에서, 전기-광학 재료는 게스트-호스트 이색성 염료-액정 혼합물(guest-host dichroic dye-liquid crystal mixture)이다. 일부 예에서, EOM은 비-구분적이다. 다른 실시예에서, 특히 가요성 셀이 큰 경우에, 기재들 사이에서 제어된 거리를 유지하는 것을 돕기 위해서, 미패터닝 이격부에 더하여, 구획 벽을 적용하는 것에 의해서, EOM이 구분된 지역들로 분할/구획될 수 있다.
- [0032] 전기-광학 재료는, 당업계에 공지된 임의의 침착 수단을 이용하여, 제1 기재 상에서 액적(drop), 라인 또는 형상, 또는 연속적인 필름의 시트로 침착될 수 있다(도 3 내지 도 5).
- [0033] EOM이 액정 혼합물을 포함할 때, 기재가 정렬 층으로 코팅될 수 있고, 방법은, 액정 분자(및/또는 염료)와 기재의 적절한 정렬을 가능하게 하기 위해서 정렬 층을 처리하는 단계를 포함할 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같은 "처리된"은, 액정의 희망 정렬을 생성하기 위한 당업계에 공지된 임의의 수의 방법을 포함한다. 예를 들어, 연성 직물로 정렬 층 폴리이미드(PI)를 물리적으로 문지를 수 있다. 대안적으로, PI가 건조될 때, PI가 공기 제트와 정렬될 수 있다. 또한, UV 광과의 정렬을 유도하는 광-정렬 가능 정렬 층 등이 공지되어 있다.
- [0034] 일부 실시예에서, 가요성 셀 유닛이 광학 장치이다. "광학 장치"는, 장치를 통해서 볼 때 화상의 상당한 왜곡이 없이 사용자가 장치를 통해서 볼 수 있게 하는데 적합한 광학적 성질을 가지는 장치를 지칭한다. 이어서, 광학 장치는 통상적인 디스플레이와 구분되는데, 이는 전형적으로 사용자가 디스플레이를 통해서 화상을 보지 않기 때문이다. 광학 장치의 예에는, 안경, 고글, 바이저, 보호 안경, 선루프, 창, 채광창(fenestration) 등이 포함된다. 일부 예에서, 광학 장치는 15%, 10%, 7%, 5%, 3%, 2% 또는 1% 미만의 혼탁 값을 갖는다.
- [0035] 일부 예에서, 가요성 셀 유닛은, 상이한 전압들의 인가로, 고투과도의 "투명한" 상태와 "저-투과도의 "어두운" 상태 사이에서 전환될 수 있는 액정-이색성 염료 혼합물을 포함하는 광학 장치이다. 그러한 게스트-호스트 액정-염료 혼합물은 본원에서 개시되는 제조 방법에 매우 적합한데, 이는 셀 간극의 변동에 대한 셀의 비교적 큰 공차 때문이다.
- [0036] 본원에서 설명된 본 발명에 따른 방법의 많은 장점 중 하나는, 그러한 방법이 무진공 방법으로서 실시될 수 있다는 것이다. 그러나, 원하는 경우에, 그러한 방법이 진공하에서 또한 실시될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0037] 도 1은 가요성 셀 유닛의 개략적인 횡단면도이다.
- 도 2는 롤-충진 단계 전에 경계 밀봉재가 도포되는, 가요성 셀 유닛의 롤-충진 제조 방법의 실시예의 개략도이다.
- 도 3a 내지 도 3e는, 다양한 EOM 침착 패턴의 예를 보여주는, 롤-충진 프로세스 중의 경계 밀봉부와 관련된 EOM의 배치의 여러 예의 개략도이다.
- 도 4는 롤-충진 단계 이후에 경계 밀봉부가 생성되는, 롤-충진 방법의 다른 실시예의 개략도이다.
- 도 5는 도 4에 도시된 방법과 함께 이용될 수 있는 여러 EOM 침착 패턴의 예를 도시한다.
- 도 6은 단일 롤러 롤-충진 방법의 예의 개략도이다.
- 도 7은 이중 롤러 롤-충진 방법의 예의 개략도이다.
- 도 8은 수직 롤-충진 방법의 예의 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0038] 경계 밀봉부에 의해서 봉입되고(연부 밀봉되고) 전기-광학 재료(EOM)로 충전된 가요성 셀 유닛을 생산하는 방법이 본원에서 개시된다. 일반적으로, 방법은: 제1 (예를 들어, 하단) 기재 및 제2 (예를 들어, 상단) 기재를 형

성하기 위해서 가요성 플라스틱 재료의 2개의 연속적인 시트를 제공하는 단계; 제1 기재 상에 소정량의 전기-광학 재료를 침착 또는 분배하는 단계; 및 (a) 제2 기재와 제1 기재를 교합시키기 위해서 그리고 (b) 전기-광학 재료가 제1 및 제2 기재들 사이의 제어된 거리를 충전하도록 전기-광학 재료로 셀을 롤-충진하기 위해서 적층 롤러를 이용하는 단계를 포함한다.

- [0039] 도 1은 가요성 셀 유닛(10)의 개략도이다. 셀(10)은 상단 및 하단 가요성 플라스틱 기재(12, 14) 각각을 포함한다. 적용예에 따라서, 기재가 전도성 층(16)으로 코팅될 수 있다. 광학적으로 투명한 전도성 층에는 인듐 주석 산화물(ITO), 전도성 중합체, 전도성 나노와이어 및 기타가 포함된다. 대안적으로 또는 부가적으로, 기재가 또한, 폴리이미드 또는 기타와 같은, 정렬 층(18)으로 코팅될 수 있다.
- [0040] 가요성 기재(12, 14)는, 폴리카보네이트(PC), 폴리카보네이트 및 공중합체 블렌드, 폴리에테르술폰(PES), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 셀룰로오스 트리아세테이트(TAC), 폴리아미드, p-니트로페닐부틸레이트(PNB), 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에테르이미드(PEI), 폴리아릴레이트(PAR); 또는 당업계에 공지된 기타와 같은, 가요성 셀 유닛을 구축하기에 적합한 투명한 가요성 플라스틱으로 제조된다. 많은 이러한 기재가 예를 들어 Mitsubishi Plastics 또는 Teijin DuPont films로부터 상업적으로 입수할 수 있고, 경질 코트와 같은 다양한 코팅을 가지는 표준으로 제공된다.
- [0041] 가요성 기재(12, 14)는, 이격부(24)에 의해서 유지되는, 제어된 간극 또는 거리에 의해서 분리된다. 기재들 사이의 부피는 전기-광학 재료(26)에 의해서 충전된다.
- [0042] 이격부(24)는 기재들 사이의 제어된 거리 또는 간극을 유지하기 위해서 이용된다. 일부 실시예에서, 제어된 간극이 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 또는 100  $\mu\text{m}$ 의 크기를 갖는다. 일부 예에서, 제어된 간극이 바람직하게 5, 6, 7, 8, 9 또는 10  $\mu\text{m}$ 의 크기를 갖는다. "제어된" 간극 또는 거리는, 기재들 사이의 거리 변동이 (제어된 간극을 결정하는) 이격부 직경의 30% 미만으로 평균적으로 유지되어야 한다는 것을 의미한다. 일부 예에서, 변동이 이격부 직경의 25%, 20%, 15%, 10% 또는 5% 미만이다.
- [0043] 일반적으로, 2가지 종류의 이격부를 이용하여 기재들 사이의 제어된 거리를 유지한다. 하나의 카테고리는 "패터닝된 이격부"로서, 그러한 패터닝된 이격부는, 특별한 반복적인 기하형태의 패턴을 형성하기 위해서 기재 상에 의도적으로 배치 또는 생성되거나 포토리소그래피/중합체화 또는 당업계에 공지된 유사 방법을 이용하여 생성된 이격부이며, 이는 회절 패턴을 생성한다. 예는 중합체 벽을 포함한다. 다른 예에는, Wen-Tuan Wu 등의 "P-55: 하나의 라인 충전 및 경사진 롤러 가압을 이용한 가요성 액정 디스플레이의 셀 충전", SID 07 Digest, p393 (2007)에서 이용된 패터닝된 이격부가 포함된다. Wu 등은 포토리소그래피 기술을 이용하여, 액정의 긴 행(row)을 생성하기 위해서 세장형인 패터닝된 마이크로-중합체 이격부(10  $\mu\text{m}$  폭 x 170  $\mu\text{m}$  길이)를 형성한다. 전형적으로, 이러한 이격부는, 셀 간극 보다 큰 길이 및 폭을 가지고, 다시 말해서, 그러한 이격부는, 장치 내에서 가시적인 패턴을 생성할 수 있는 패턴 내의 20 초과의 긴 측면 대 셀 간극의 중횡비를 갖는다.
- [0044] 전술한 것과 대조적으로, 본 방법은 기재들 사이에서 제어된 거리를 유지하기 위해서 "미패터닝 이격부"를 이용한다. 본원에서 규정된 바와 같은 "미패터닝 이격부"는 무작위적으로 배치된(예를 들어, 분무된) 또는 인쇄된 이격부이며, 그러한 이격부는 회절 패턴 등과 같은 광학적 수차(aberration)를 생성하지 않는 방식으로 배치된다. 본원의 미패터닝 이격부는 구형일 수 있거나, 그러한 이격부가 10/1 미만 또는 5/1, 4/1, 또는 3/1의 중횡비(길이/폭)를 가지는 길다란 형상일 수 있다. 이격부는 기재들 사이의 거리를 3 내지 100  $\mu\text{m}$ , 바람직하게 4 내지 20  $\mu\text{m}$ 로 유지하기 위해서 이용된다.
- [0045] 여기에서 설명된 방법의 다른 차이는, 이격부 총수 또는 밀도이다. 긴 패터닝된 이격부가 선택된 위치 내에 배치될 때 보다, 기재가 높은 밀도의 작은 이격부로 덮일 때, 방법이 양호하게 작동된다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 이격부 총수가 평방  $\text{mm}(\text{mm}^2)$  당 80개 초과로 유지된다.
- [0046] 일부 실시예에서, 이격부(24)가 기재에 미리-도포될 수 있거나(예를 들어, 연속적인 시트가 이격부로 미리-코팅되거나) 롤-대-롤 프로세스 중에 기재에 도포될 수 있고, 예를 들어 이격부가 무작위적으로 배열되거나 비-회절-생성 패턴으로 배열되는 층 상에 분무되거나 그러한 층 내에 도포될 수 있다. 이격부가 당업계에 공지된 바와 같은 습식 또는 건식 방법을 이용하여 분산될 수 있다. 이격부는 또한, 사전-코팅 프로세스 중에 또는 롤-대-롤 제조 프로세스 중에, 정렬 층 내에 배치될 수 있다. 이격부는 또한 접착 층으로 코팅될 수 있다.
- [0047] 구형 이격부는 "캡슐화된 액정 및 방법(Encapsulated Liquid Crystal and Method)"이라는 명칭의 FERGASON의 특허출원 PCT/US1982/001240(WO/1983/001016)에서 설명된 것과 같은 구형의 캡슐화된 액정과 구분되는데, 이는

그러한 구형 이격부가 EOM의 어떠한 부피도 캡슐화하지 않기 때문이다.

- [0048] 특정 실시예에서, 이격부(24)는 정렬 층 내측에 또는 정렬 층의 일부로서 침착될 수 있고, 그에 따라 정렬 층이 하나의 기재 또는 양 기재에 도포될 때 이격부가 도포된다. 다른 실시예에서, 구형 이격부(24)가, 기재 상으로 침착되는 전기-광학 재료 내로 통합될 수 있다.
- [0049] 셀(10)은, EOM을 셀 내측에 포함하고 외부 환경과 EOM 사이의 장벽을 형성하는 경계 밀봉부(연부 밀봉부)(27/28)를 더 포함하여, EOM이 셀의 외부로 유동하는 것을 방지하고 환경적 인자(공기, 수분, 파편)가 셀 내측으로 도입되는 것을 방지한다. 일부 예에서, 경계 밀봉부는 경계 밀봉재를 하나의 기재 또는 양 기재에 도포하는 것에 의해서 형성되고, 이는, 함께 결합되고 경화될 때, 셀 내에 포함된 전기-광학 재료 주위에 경계 밀봉부를 형성할 것이다. 도 1은, 경계 밀봉재가 도포될 때 기재 상의 여러 코팅에 의존하는 경계 밀봉부의 변동을 도시한다. 도 1에서, 일 측면 상에서, 경계 밀봉재(27)는 가요성 기재(12, 14)를 함께 밀봉한다. 대안적으로, 경계 밀봉부 배열체는, 정렬 층 및/또는 전도성 층 사이의 간극을 밀봉하는 경계 밀봉재(28)로 셀의 다른 측면 상에 그려질(pictured) 수 있다. 특별한 배열체가 경계 밀봉재 도포 타이밍 및 방법에 따라서 달라질 것이다.
- [0050] 일부 실시예에서, 롤-충진 프로세스 중에, 경계 밀봉재는 70,000 cP 미만의 그리고 1000 센티포아즈(cP), 2000 cP, 3000 cP, 4000 cP, 또는 5000 cP 초과인 점도를 갖는다. 이는, 접합을 돕기 위해서 열이 이용될 때 점도를 감소시키는 열 접착제뿐만 아니라, 압력에 응답하여 점도가 변화되는 요변성(thixotropic) 접착제를 포함한다. 일부 실시예에서, 경계 밀봉부 점도 대 EOM 점도 비율이 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 또는 50 보다 크다. 일부 예에서, 6000 cP의 점도를 가지는 경계 밀봉재가 성공적으로 이용되었다. 경계 밀봉재의 점도가 셀의 무결성(integrity)에 영향을 미치는데, 이는, 경계 밀봉재의 점도가 너무 낮은 경우에, 화학적 상호작용을 촉진하는 프로세스 중에 EOM과 혼합될 수 있거나, 롤링 프로세스 중에 액정과 함께 유동될 수 있고 원치 않는 위치에서 기재의 표면 상에 침착될 수 있기 때문이다. 만약 경계 밀봉재가 너무 점성적이라면, 경계 밀봉부 주위의 그리고 그에 근접한 제어된 간극 또는 거리가 균일하지 않게 된다.
- [0051] 일부 예에서, 경계 밀봉재 재료가 긴 기간, 전형적으로 6개월 초과, 1년 초과, 2년 초과, 등에 걸쳐 전기-광학 재료(26)와 최소로 화학적으로 상호작용하거나 화학적으로 상호작용하지 않는 것이 유리하다. 예를 들어, 시간(예를 들어, 6개월 이상)에 걸쳐, 밀봉재가 열화(劣化)되거나 셀 내측의 전기-광학 재료(예를 들어, 액정)와 상호작용하여 미세-기공을 형성할 수 있고, 그러한 미세-기공은 공기가 셀 내로 서서히 도입되게 하고 그에 따라 기포 또는 불완전부를 형성할 수 있다는 것을 발견하였다. 일부 예에서, 경계 밀봉재가 EOM 및 그 성분에 대해서 비-다공적인 것이 유리하다. 예를 들어, 다공성 경계 밀봉재가 EOM 성분의 일부를 흡착하는 것에 의해서 장치의 수명을 단축시킨다는 것을 발견하였다. 일부 경계 밀봉재는 경계 밀봉부 부근의 액정의 원치 않는 변색 형태의 화학적 상호작용을 나타냈다. 화학적 상호작용의 일부 예에서, 경계 밀봉재 자체가 변색되기 시작한다. 이러한 상호작용은 바람직하지 않다.
- [0052] 경계 밀봉재는, 예를 들어 솔, 롤러, 필름 또는 펠릿, 분무 건(spray gun), 도포기 건, 스크린 인쇄, 잉크젯 인쇄, 플렉소 인쇄(flexographic printing), 평면형 코팅, 롤러 가압, 열적 가압 등을 이용하는 것과 같이, 당업계에 공지된 임의 기술을 이용하여 도포될 수 있다. 이들 모두는 수동적으로 실시될 수 있거나 기계로 자동화될 수 있거나, 그 조합으로 실시될 수 있다. 경계 밀봉재는 (UV, 열, 화학적, 압력, 다중-부분 에폭시(multi-part epoxy) 및/또는 방사선 경화된) 적합한 접착제, 폴리이소부틸렌 또는 아크릴레이트-계 밀봉재, 및 기타, 감압 접착제, 2-부분 접착제, 수분 경화 접착제 등일 수 있다. 다른 유형의 경계(연부) 밀봉부가 셀의 연부 위에 부착된 금속화된 호일 또는 다른 장벽 호일로 구성될 수 있다. 복합적인 복사선 및 열적 경화 밀봉재(즉, 열적으로 사후-베이킹되는(post-baked) UV 경화 가능한 밀봉재)가 특정 장점을 제공한다는 것이 발견되었다. 예를 들어, (미국, 오하이오, 신시네티에 소재하는 Threebond Corporation으로부터의) Threebond 30Y-491 재료가 특히 유용한데, 이는 그러한 재료가 우수한 수증기 차단 성질, 연부 밀봉부 재료의 용이한 침착을 위한 고온에서의 낮은 점도, 양호한 습윤 특성, 및 관리 가능한 경화 성질을 가지기 때문이다. 당업자 및 최신 밀봉재를 잘 아는 사람은, 유사한 성능을 제공하는 다른 밀봉재를 식별할 수 있을 것이다.
- [0053] 셀(10)이 전기-광학 재료(EOM)로 충전된다. 전기-광학 재료는, 장치에서 의도된 희망 동작 특성을 가지도록 셀에 걸쳐 인가되는 전기장에 응답하는 임의 재료일 수 있고, 전류 또는 전압의 인가에 의해서 변경될 수 있는 임의 재료를 포함한다. 예를 들어, EOM은 액정 재료, 전기-변색 재료, 염료(이색성 염료, 다색성 염료, 등)와 같은 다른 첨가제를 가지는, 현탁 입자 장치(SPD), 및 기타 중 하나 또는 그 조합일 수 있고, 여기에서 전기-광학 재료는 전류 또는 전압의 인가에 의해서 변경될 수 있다. 바람직한 실시예에서, EOM은 게스트-호스트 액정-이색성 염료 혼합물이다.

- [0054] 일부 실시예에서, 전기-광학 재료는 전체적으로 중합체화 가능하지 않고, 캡슐화되지 않으며, 비-구분적(non-discrete)이다. 그에 따라, EOM 재료는 PDLC, PELC, PSCT, PNLC, NCAP 등과 같은 중합체 또는 캡슐화된 액정 조성물을 제외한다.
- [0055] 본원에서 사용된 바와 같이, "중합체화가 가능하지 않은"은, 재료의 상을 고체, 반-고체, 또는 겔 등으로 변화시키는 것에 의해서 EOM 층을 치수적으로 안정화시키는데 필요한 양의 어떠한 화학물질 성분(예를 들어, 중합체)도 포함하지 않는 EOM 조성을 의미한다.
- [0056] "비-구분적"은, 캡슐화, 중합체 벽, 중합체 네트워크, 패터닝된 이격부, 또는 기타에 의해서 구분되고, 분리된 격실로 분할되지 않는 EOM을 의미한다.
- [0057] "캡슐화되지 않는"은, 캡슐의 한정부 또는 내부 부피 내에 포함되지 않는 EOM을 의미한다. 캡슐은, "캡슐화된 EOM"이 캡슐화 매체, 예를 들어 중합체 캡슐 내에 한정되거나 포함된 소정량의 EOM이 되도록, 액정과 같은, EOM 재료의 소정량을 한정하는 격납(containment) 장치 또는 매체를 지칭한다. 캡슐이 구형 형상을 가질 수 있거나, 임의의 다른 적합한 형상을 가질 수 있다. 캡슐화된 EOM(예를 들어, 캡슐화된 액정)은 유동되지 않도록 제조된다. 캡슐화된 EOM의 예는: 중합체 네트워크 내측의 액정의 액적으로 이루어진, 중합체-분산형 액정(PDLC)을 포함한다.
- [0058] "롤-대-롤 프로세스"는, 기재의 상응하는 롤로부터 풀리는 것(unwinding)으로부터 셀의 제조까지, 기재에 대해서 실시되는 전체 프로세스를 의미한다.
- [0059] 예를 들어, 마이크로캡슐화의 방법이 FERGASON의 "캡슐화된 액정 및 방법(Encapsulated liquid crystal and method)"(1984)이라는 명칭의 특허 제4,435,047호에서, 그리고 "캡슐화된 액정 및 방법"이라는 명칭의 특허출원 PCT/US1982/001240(WO/1983/001016)에 의해서 설명된다. 이러한 방법에서, 수지 재료를 이용하여 액정(LC) 재료를 캡슐화하여, 구분된 양의 LC 재료를 포함하는 곡선형의, 구형 캡슐을 형성한다. 이는 LC 재료와 캡슐화 매체(예를 들어, 수지)를 함께 혼합하는 것 그리고 LC 재료를 포함하는 구분된 캡슐이 형성되게 하는 것에 의해서 제조되며, 그러한 혼합에서 LC 재료는 용해되지 않을 것이다. 마이크로-캡슐화에서, 액정이 물에 용해된 중합체와 혼합된다. 물이 증발될 때, 액정이 중합체에 의해서 둘러싸인다. 많은 수의 작은 "캡슐"이 생성되고 벌크 중합체를 통해서 분산된다. 캡슐화에 의해서 제조되는 재료가 NCAP 또는 네마틱 곡선형 정렬 상으로 지칭된다.
- [0060] 상 분리, 예를 들어 중합체화 유도 상 분리(PIPS)와 같은, 다른 PDLC, PSCT, PNLC 제조 방법이 있다. PIPS에서, 중합체 사슬의 분자량이 성장됨에 따라 LC의 방울이 상 분리를 통해서 벌크로부터 배제되고 - LC는 고체 중합체 벽에 의해서 미세-크기의 방울로 캡슐화되기 시작한다. 일단 캡슐화되면, 액정은 기재들 사이에서 유동될 수 없거나 기재가 절단되는 경우에 누출될 수 없다. 이러한 방법은, 예를 들어, Schneider 등의 SID Int. Symp. Digest Tech. Papers, vol. 36, p. 1568 (2005); 및 Schneider t.의 "가요성 콜레스테릭 액정 디스플레이에서의 새로운 개발(New Developments in Flexible Cholesteric Liquid Crystal Displays)" Emerging Liquid Crystal Technologies II, Proc. of SPIE, Vol.6487, 64870J (2007)에서 설명되어 있다.
- [0061] 전기-광학 재료가 "게스트-호스트" 액정-염료 혼합물을 포함할 때, 그러한 혼합물은 액정 "호스트" 용액 내에 혼합된 소정량의 하나 이상의 이색성 염료 "게스트"를 포함한다. 액정 "호스트" 분자는, 기재에 걸쳐 인가되는 전압의 조정에 의해서 변경 가능한 배향 축을 갖는다. "게스트" 염료 혼합물은, 액정 호스트 내에 용해되고, 액정 분자의 배향과 정렬되며, 그 편광의 흡수가 염료 분자 내의 흡수 쌍극에 대한 편광화 방향에 강하게 의존하는, 하나 이상의 이색성 염료를 포함한다. 인가된 전압은, 게스트-호스트 배향이 최대의 광 전달을 허용하는, 여기에서 "투명 상태"로서 지칭되는 제1 상태와, 게스트-호스트 배향이 최소의 광 전달을 허용하는, 여기에서 "어두운 상태"로서 지칭되는 제2 상태와, 완전히 투명한 상태와 완전히 어두운 상태 사이의 중간 상태들의 조합 사이의 전환을 초래한다. 게스트-호스트 혼합물의 조성에 따라서, 투명 상태가 영의 전압(오프 상태)에서 발생될 수 있다. 대안적으로, 영의 전압(오프 상태)이 어두운(최소 투과) 상태에 상응하도록, 혼합물이 제형될 수 있다.
- [0062] 게스트-호스트 액정-염료 혼합물을 포함하는 셀은 특히 본원에서 설명된 방법에 따른 제조에 특히 매우-적합한데, 이는, 셀 간극의 변동에 대한 그들의 큰 공차 때문이고, 즉 셀 간극이 (+/- 5%, 10%, 15%, 20%, 25% 또는 심지어 30%와 같은 수용 가능한 한계 이내의) 약간의 변동을 가지는 경우에도, 셀 간극의 공차 또는 변동이 1% 미만으로 유지되어야 하는 편광기-기반의 LC 장치와 같이 상 지연에 의존하는 셀에 비해서, 셀이 보다 관용적이고(forgiving) 양호하게 기능할 수 있기 때문이다.
- [0063] 일부 실시예에서, 전술한 게스트-호스트 액정-염료 혼합물은 광학 장치에서 광을 감쇠하기 위해서 이용된다. "

광학 장치"는, 사용자가 셀을 통해서 물체를 볼 수 있는 일차 투과 장치(예를 들어, 안경, 고글, 바이저, 또는 창)인 셀을 지칭한다.

- [0064] 영의 전압(오프 상태)에서 투명(최대 투과) 상태인 장치가 얻어질 수 있고, 예를 들어, 게스트-호스트 액정-염료 혼합물이 수직 정렬(homeotropic alignment)(즉, 기재에 수직)을 가지는 경우에, 전압이 인가되지 않을 때, 액정 호스트는 음의 유전적 이방성을 가지고 이색성 염료는 양의 이색성(dichroism)을 갖는다(즉, 편광화가 염료 분자의 긴 분자 축에 평행할 때 최대 흡착을 가지고, 편광화가 긴 축에 수직일 때 최소 흡수를 갖는다). 그러한 장치에서, 전압의 인가시에(온 상태), 게스트-호스트 혼합물은 평면형 또는 균질 정렬(즉, 기재에 평행)을 가질 것이고, 최대로 광을 흡수하기 시작한다(어두움). 그러한 배열체는, 예를 들어, 고글, 안경, 바이저 등에서 이용될 수 있고, 그러한 경우에 밝은 광이 있을 때 인가 전압에 응답하여 장치를 "어둡게" 하는 것이 바람직할 수 있다. 다른 적용에는 창(차량, 건물, 항공기 등) 및 선루프/문루프 등을 포함한다.
- [0065] 다른 예에서, 게스트-호스트 액정-염료 혼합물이, 인가 전압이 오프일 때, 어두운 상태의 평면형 정렬(균질)을 가질 수 있도록 그리고, 전압이 인가될 때, 투명 상태의 수직 정렬을 가질 수 있도록, 역정렬이 구현될 수 있다. 이는, 양의 이색성을 가지는 염료와 양의 유전성 이방성을 가지는 액정 재료와 함께 정렬 층을 위한 평면형 표면 처리를 이용하는 것에 의해서 달성될 수 있다. 그러한 배열체는, 예를 들어, 장치가 통상적으로 "어두운" 상태에 있으나, 전압의 인가에 의해서 투명 상태로 전환될 수 있는 것이 바람직한 창 또는 선루프에서 이용될 수 있다.
- [0066] 마지막으로, 셀(10)은 전기장 또는 전압을 셀에 걸쳐 인가하기 위한 제어 회로(30)에 연결될 수 있다. 전압 공급원이 AC 또는 DC일 수 있다.
- [0067] 셀(10)을 제조하는 롤-충진 방법의 하나의 예가 도 2에 도시되어 있다. 이러한 예에서, 가요성 플라스틱(100, 102)의 2개의 롤을 이용하여 상단 기재(104) 및 하단 기재(106)를 각각 형성한다. 플라스틱의 연속적인 시트가 롤러(108)의 세트 상으로 배치되고, 그러한 롤러는 회전되고 플라스틱 시트를 적층 롤러(110, 110')의 세트를 향해서 이동시킨다. 이러한 예에서, 가요성 플라스틱의 각각의 연속적인 시트가 ITO 전도성 층으로 미리 코팅된다. 도포기(112, 112')의 세트를 이용하여 폴리이미드 정렬 층(116, 116')을 상단 기재(104) 및 하단 기재(106) 상에 도포한다. 분무 도포기(117)를 이용하여 구형 이격부(118)의 층을 하단 기재(106) 상에 도포한다.
- [0068] 도 2는 하단 기재에 도포되는 이격부를 도시하나, 다른 예에서, 이격부가 상단 기재에 도포될 수 있거나, 상단 기재 및 하단 기재 모두에 도포될 수 있다. 이격부는 롤-대-롤 프로세스 이전에 기재의 하나의 롤 또는 양 롤에 도포될 수 있다. 이격부(118)는 또한, 습식 또는 건식 분무, 무화(nebulizing), 인쇄, 또는 용액 내의 습식 코팅을 포함하는, 임의의 공지된 방법을 이용하여 롤-대-롤 프로세스 중에 도포될 수 있다.
- [0069] 일부 예에서, 이격부가 정렬 층의 일부로서 매립될 수 있고 도포될 수 있다. 또 다른 예에서, 이격부는, EOM이 기재 상으로 침착될 때, EOM의 일부로서 매립되거나 도포될 수 있다.
- [0070] 스크린 인쇄기(119)는, 기재가 방향(A)으로 롤링될 때, 하단 기재(106) 상에 경계 밀봉재 패턴(120)을 인쇄한다. 일부 실시예에서, 스크린 인쇄기는 회전식 스크린 인쇄기이고, 상단 기재, 하단 기재, 또는 상단 및 하단 기재 모두에 경계 밀봉재가 인쇄된다.
- [0071] 액정/염료 혼합물(124)과 같은 EOM의 스트립 또는 라인이, 침착 바늘(125)을 이용하여, 경계 밀봉재(120)에 의해서 형성된 지역에 근접하여 그러나 그 외측에서 하단 기재(106) 상으로 침착된다. 또한, 본원에서, EOM(124)이 경계 밀봉재(120)에 앞서서 침착되는 방법이 고려된다.
- [0072] 이어서, 적층 롤러(110, 110')를 이용하여 상단 기재(104)와 하단 기재(106)를 합치고 "교합"시키는 한편, 롤러로부터의 압력이 EOM(124)을 눌러서 경계 밀봉부(120) 위에서 그리고 경계 밀봉재(120)의 주변부 내측의 "활성" 지역 내로 롤링되게 하며, 그에 따라 EOM(124)으로 충전된 셀(130)을 형성한다. 상단 기재 및 하단 기재의 "교합"은 상단 기재(104)가 경계 밀봉재(120)와 접촉하게 하고, 이격부(118)와 접촉되게 하며, 그러한 이격부는 이격부의 폭 만큼 상단 기재와 하단 기재를 분리한다. 이격부(118)는 상단 기재와 하단 기재 사이의 제어된 거리 또는 "간극"을 유지하고, 그러한 제어된 거리 또는 간극은 다시 EOM(124)으로 충전된다.
- [0073] 마지막으로, 경계 밀봉재(120)가 경화 장치(128)에 의해서 경화되고, 셀(130)이 절단되고 롤링되는 플라스틱 시트로부터 제거된다. 그러나, 먼저 셀을 절단하여 분리하며, 이어서 UV 광, 열, 압력, 화학적 상호작용, 수분, 또는 그 조합, 또는 경계 밀봉재를 경화시키기 위한 임의의 수단을 이용하여 경계 밀봉부를 경화시킬 수 있다. 셀을 포함하는, 교합된 기재의 섹션이 셀을 포함하는 시트로 절단될 수 있다. 이어서, 셀이 다른 방법에 의해서 기계적으로 또는 광학적으로 전달될 수 있다. 기계적 수단에는, 다이 절단, x-y 면도날을 이용한 절단, 또는 가

위 등이 포함된다. 광학적 절단은 레이저 절단 등을 포함한다.

- [0074] 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 전기-광학 재료는 경계 밀봉부의 주변부의 내측 또는 외측에 침착될 수 있다. 다른 예에서, EOM은 경계 밀봉재의 내측 및 외측 모두의 여러 지역에 침착될 수 있다(도 3c 내지 도 3f). 도 3에 도시된 바와 같이, 전기-광학 재료가 액적, 라인, 또는 형상으로 선택적으로 침착될 수 있다.
- [0075] EOM의 일부 또는 전부가 경계 밀봉재 주변부 외측에 침착되는 경우에, 적층 롤러로부터의 압력은 EOM이, 활성 셀 지역을 충전하기 위해서, 경계 밀봉재 위에서 롤링되게 한다. 그에 따라, 전기-광학 혼합물과 밀봉재 사이에서 최소의 상호작용을 가지는 것이 바람직하고, 그에 따라 그 중 하나가 다른 하나의 기능을 방해하지 않는다.
- [0076] 무-경계(BORDER-LESS) 프로세스
- [0077] 도 4에 도시된, 제조 방법의 다른 실시예에서, 경계 밀봉부는 롤-충진 단계 전에 도포되지 않는다. 그 대신에, 소정량의 EOM(270)이 기재(272) 상으로 도포되고, 이어서, 원하는 바에 따라 미리-코팅된 2개의 기재(272, 274)가 합쳐지고 EOM으로 롤-충진되며, 그 기재들 사이의 분리는 하나의 기재 또는 양 기재 상의 이격부에 의해서 유지된다. 롤-충진 단계는 단일 또는 이중 롤러에 의해서 실시될 수 있다.
- [0078] 형상을 절단하고 동시에 경계 밀봉부를 생성하는 작용을 하는 레이저-절단 또는 레이저-용접 장치(279)에 의해서 연부 밀봉부(278)가 생성되고, EOM-충진된 가요성 셀 유닛(280)이 생성되고 연속적인 플라스틱 시트의 나머지로부터 분리된다. 대안적으로, 교합된 기재들로부터 셀을 분리하지 않고 기재들이 먼저 함께 용접되고, 이어서 셀이 절단되고 및/또는 시트의 나머지로부터 분리되는 2 단계 방법이 이용될 수 있다. 용접 단계는 레이저, 열, 또는 양자의 조합으로 실시될 수 있다.
- [0079] 도 5는 도 4에 도시된 무-경계 방법에서 다양한 EOM 침착 패턴을 도시한다. 확인될 수 있는 바와 같이, EOM은 구분된 패턴들로 또는 하나의(또는 양) 기재 상의 대부분의 지역을 덮는 "시트"로서 침착된다.
- [0080] 본원에서 설명된 임의의 방법을 이용하여 큰 면적의 장치, 다시 말해서 30 cm<sup>2</sup>, 40 cm<sup>2</sup>, 또는 50 cm<sup>2</sup> 초과면적을 가지는 임의의 것; 또는 10 cm 초과면적의 길이의 임의의 셀을 제조할 수 있다.
- [0081] 일부 실시예에서, 프로세스는 "필름 안내부(film guider)"를 이용하지 않고 실시된다. "필름 안내부"는, 일반적으로 상단 기재를 적절한 정렬로 안내하기 위해서 이용되는 강성 시트이다. 그러한 상단 필름 안내부가 Wu 등의 "P-55: 하나의 라인 충전 및 경사진 롤러 가압을 이용한 가요성 액정 디스플레이의 셀 충전", SID 07 Digest, p393 (2007)에서 설명되어 있다. 그러나, 그러한 필름 안내부를 이용하는 것은, 그러한 "안내부"가 상단 기재와 용이하게 접촉할 수 있고 문질러질 수 있고, 그에 따라 상단 기재를 긁거나 전도성 및/또는 정렬 층과 같은 코팅을 벗겨낼 수 있다는 단점을 갖는다.
- [0082] 본원에서 설명된 방법은 또한, 하나의 기재 또는 양 기재를 이송하기 위해서 "판"을 이용하지 않아도, 구현될 수 있다. 예를 들어, Wu 등에서, 하단 기재가 "스테이지" 또는 판에 고정된다. 이러한 판은 제조되는 셀의 크기에서 제한 인자가 될 수 있다. 큰 셀(예를 들어, 디스플레이, 창)을 생성하기 위해서, 큰 판이 요구된다. 이는, 청정실 환경 내의 유효 공간을 차지한다. 부가적으로, 각각의 상이한 크기의 셀이 상이한 크기의 판을 필요로 할 수 있다. 또한, 기재를 이동시키기 위해서 스테이지를 이용하는 것은 큰 가요성 셀의 제조에서 문제가 되는데, 이는, 셀의 정확한 동작을 위해서 적은 변동(예를 들어, +/- 15% 또는 1 내지 3 μm의 공차)로, 기재들 사이의 갭이 일정하게 유지될 필요가 있기 때문이다. 그러나, 스테이지 자체는 종종 완전히 편평하지 않고, 그에 따라 더 큰 셀에서, 그러한 작은 공차를 유지하는 것이 점점 더 어려워진다.
- [0083] 여기에서 설명된 롤-충진 방법이 판 또는 스테이지를 이용하지 않을 때, 플라스틱 기재의 이동이 롤의 이동에 의해서 가능해진다. 그에 따라, 방법은 다양한 크기의 셀을 신속하고 용이하게 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나의 길이의 셀이 제조될 수 있고, 기계 개편 단계가 없이 그리고 재료의 낭비가 없이, 바로 다음의 셀이 상이한 길이를 가질 수 있다.
- [0084] 2개의 기재들 사이의 교합(적층) 단계가 1개 또는 2개의 롤러를 이용하여 달성될 수 있다. 2개의 롤러를 이용할 때, 2개의 롤러 사이의 압력 및/또는 간극을 이용하여 2개의 기재를 적층한다. 롤러는 고무, 금속 또는 그 조합으로 제조될 수 있고, 여기에서, 예를 들어, 하나의 롤러가 고무를 가지고 다른 롤러가 금속 외부 층을 갖는다. 롤-대-롤 제조에서, 손상을 방지하도록 롤러의 직경 및 플라스틱 강도가 조율되어야 한다는 것이 당업계에 잘 알려져 있다.
- [0085] 하나의 롤러를 이용하여 적층이 달성될 때, 웹(web) 내의 장력이 압력의 일차적인 공급원이다. 하나의

예에서, 2개의 기재가 롤러 주위로 각각 이동될 수 있고, 적층 압력은 롤 상의 장력으로 인해서 달성된다.

[0086] 프로세스로부터의 굽힘으로부터 보호하기 위해서, 또는 기재의 두께를 증가시키거나 인장 강도를 변화시키기 위해서, 기재가 보호 필름에 미리 적층될 수 있다. 또한, 기재는 김서림 방지, 반사 방지, 하드코트, 미끄럼 층 등과 같은 기능성 코팅에 의해서 미리 처리될 수 있다.

[0087] 이하의 예에서, 가요성 액정 셀이 본원에서 설명된 방법에 따라서 어떻게 제조되는지를 설명한다.

[0088] 예 1

[0089] ● ITO 및 정렬 층(PI)으로 미리-코팅된 2개의 기재가 롤러의 세트 상에 배치되고, 그 기재 중 하나는 상단 기재를 형성하고, 다른 하나는 하단 기재를 형성하고

[0090] ● 하단 기재에 미패터닝 이격부가 분무되며,

[0091] ● 경계 밀봉재가 하단 기재 상으로 인쇄되고

[0092] ● 액정/염료 혼합물의 라인이 경계 밀봉재의 주변부 외측에 침착되며

[0093] ● 상단 기재 및 하단 기재를 결합시키고 경계 밀봉재의 주변부 내측의 활성 지역을 액정/염료 혼합물로 롤-충진하기 위해서, 롤러가 이용되며

[0094] ● 경계 밀봉재가 UV 경화되어 연부 밀봉부를 형성한다.

[0095] 예 2-단일 롤러

[0096] 도 6에 도시된 다른 예에서, 하단 기재는, 이동 판(150), 및 셀(120)을 롤-충진하기 위해서 이용되는 단일 롤러(110') 상에 배치되고 고정될 수 있다. 이러한 예에서, 이동 롤러(110')가 판 및/또는 하단 기재의 방향(A)을 따른 이동을 유발할 수 있거나, 이동 판(150)이 하단 기재를 이동시키고 롤러가 방향(B)으로 롤링되게 하여, 기재들이 쌍을 이루게 하고 셀을 롤-충진한다.

[0097] 예 3-이중 롤러(상단 및 하단)

[0098] 이러한 예(도 7)에서, 상단 및 하단 롤러(200, 202)의 세트를 이용하여 상단 가요성 기재(204)를 하단 가요성 기재(206)에 교합시키거나 쌍을 이루게 한다. 경계 밀봉재(208)가 하단 기재(206)에 도포된다. 롤러(200, 202)는 웹 방향(A)으로 롤러를 통해서 가요성 기재를 당긴다. 롤링 중에, 침착된 전기-광학 혼합물(210)은, 2개의 기재가 쌍을 이루는 동안에, 2개의 기재들(204, 206) 사이에 생성된 제어된 간극을 동시에 충전한다.

[0099] 이러한 방법은 연속적인 롤-대-롤 유형의 프로세스에서 채택될 수 있다. 더 많은 OEM이 이용될 때에도 프로세스가 또한 작동되기 때문에, 기재 상에 침착되는 OEM의 양을 주의 깊게 측정할 필요가 없고, 결과적으로 롤-충진 단계 중에 경계 밀봉부 위에서 유동되는 소정량의 EOM을 초래한다. 이는, 셀이 완전히 충전될 수 있도록 그리고 경계 밀봉재가 LC와 최소한으로만 터치되도록 셀을 충전하는데 필요한 매우 정밀한 양의 OEM을 침착시킬 것을 필요로 하는 종래의 제조 방법 보다 우수한 장점이다.

[0100] 예 4-이중 롤러(좌측 및 우측)

[0101] 이러한 예에서, 좌측 및 우측 롤러(250, 252)의 세트를 이용하여, 기재들이 수직 하향 방향으로 이동되는 동안, 가요성 기재(254)와 가요성 기재(256)가 쌍을 이루게 한다(도 8).

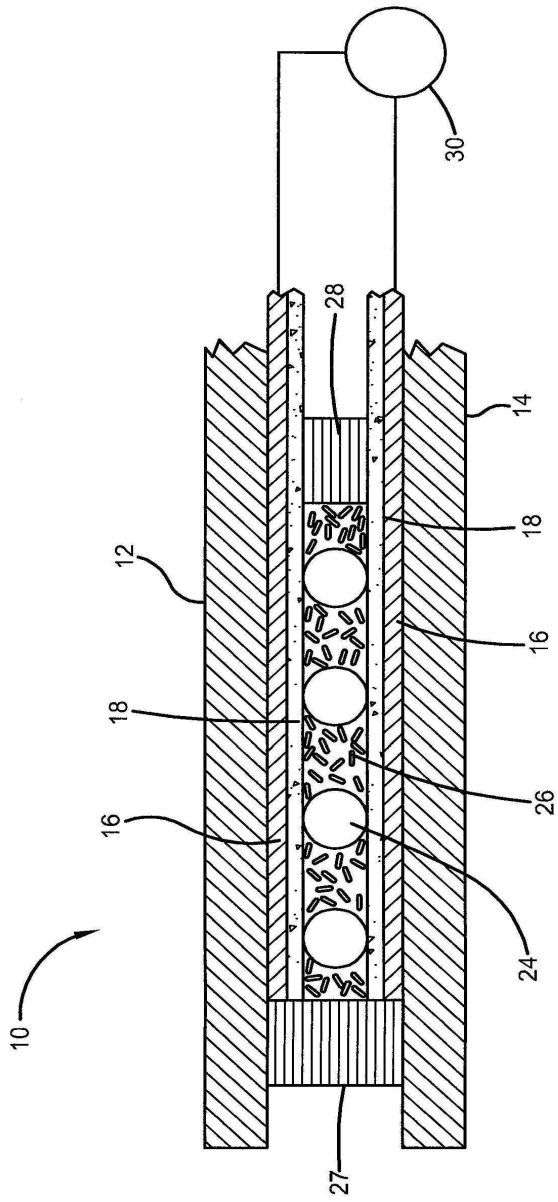
[0102] 필수적으로, 전술한 방법의 상단 롤러 및 하단 롤러는 이제 옆으로 나란히 배치된다. 차이점은, 이러한 새로운 배열체에서, 기재(254, 256)가 각각 2개의 상이한 수평 방향(E 및 F)으로부터 합쳐진다는 것이다. 롤러는, 수직 하향인, 웹 방향(G)으로 롤러를 통해서 가요성 기재를 당긴다. 전술한 바와 같이, 롤링 중에, 침착된 EOM은, 2개의 기재가 쌍을 이루는 동안에, 2개의 기재들 사이에 생성된 제어된 간극을 동시에 충전한다. 이러한 설정은 임의의 정렬 층을 기재 상에 인쇄하는 것 또는 패터닝하는 것을 용이하게 하고, 및/또는 부가적인 프로세싱 단계가 하나의 또는 양 플라스틱 시트/기재 상에서 실시될 수 있게 한다.

[0103] 예 5

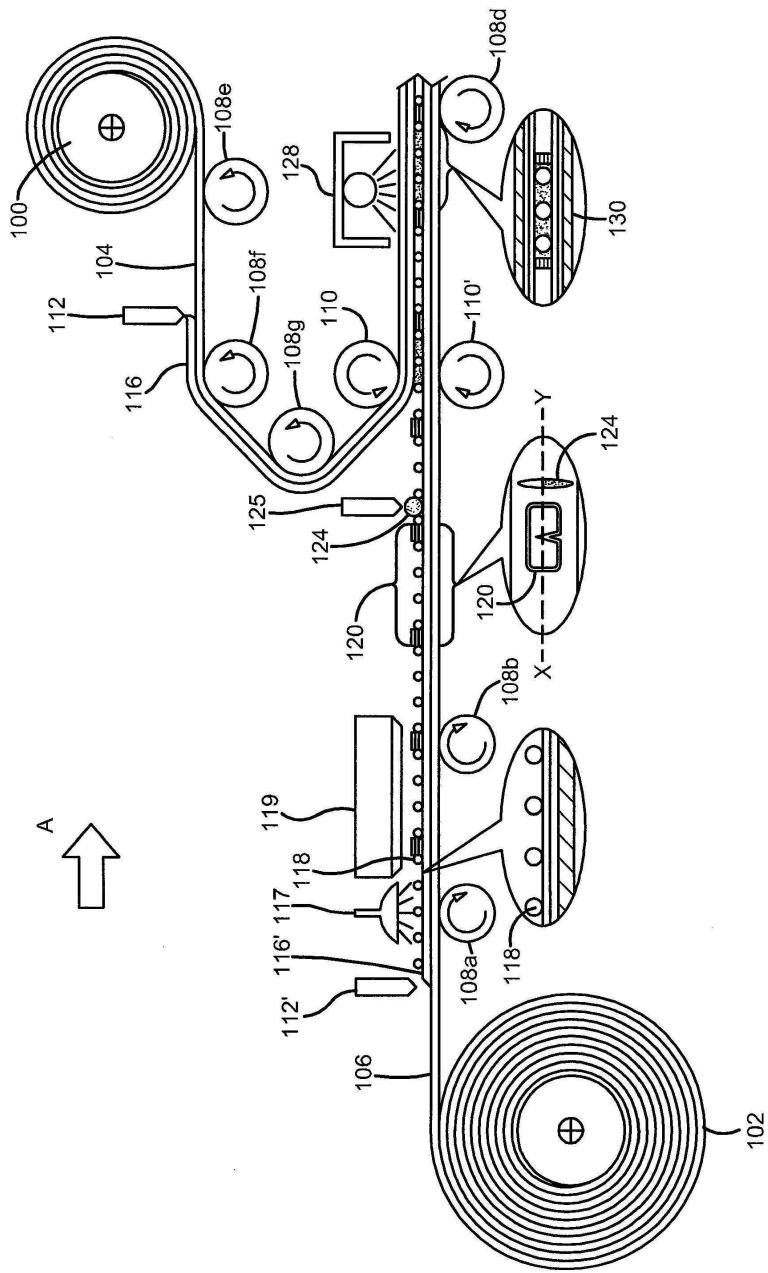
[0104] 다른 예에서, 기재의 2개의 롤이 롤러들 상에 각각 배치된다. 각각의 롤은 Mitsubishi plastics으로부터의 3 밀(mil) PET이다. 기재 롤이 Materion에 의해서 전도성 층, ITO로 미리-코팅된다. 이어서, ITO 코팅된 기재는, Nissan Chemicals로부터의 5661인, 폴리이미드 정렬 층으로 코팅된다. Shinshikyū EW 플라스틱 구체, 6 마이크로 직경(홍콩에 소재하는, Hiko Industrial Ltd)이 코팅 프로세스 중에 폴리이미드 내로 혼합되고 기재 롤 중 적어

도 하나 내에 존재한다. 롤러는 롤-대-롤 프로세스 중에 기재의 롤을 푼다. 하나의 풀려진 롤이 상단 기재가 되고, 제2의 롤은 하단 기재가 된다. 기재는 초당 약 0.5 인치 내지 초당 약 10 인치의 웹 속력으로 롤-대-롤 프로세스를 통해서 이동된다. 각각의 기재는 상응하는 경계 밀봉재 인쇄기를 갖는다. 이러한 경우에, 이러한 인쇄기는 회전식 스크린 인쇄기이다. 회전식 스크린 인쇄기는 상단 기재 및 하단 기재의 활성 표면의 각각 상에 경계 밀봉재인, Loctite 3108를 인쇄한다. 활성 표면은, 마감된 셀에서 EOM과 접촉될 표면이다. 회전식 인쇄기는 약 5 미크론 내지 약 100 미크론, 바람직하게 약 5 미크론 내지 약 40 미크론의 높이로 경계 밀봉재를 인쇄할 것이다. 회전식 인쇄 이후에, EOM이 주입기 및 바늘 분배기에 의해서 하단 기재의 활성 표면 상에 침착된다. EOM은 게스트-호스트 이색성 염료-액정 혼합물인, AMI 577이다. 상단 및 하단 적층 롤러의 세트가 상단 기재와 하단 기재를 교합시키고, 그에 따라 상단 경계 밀봉재가 하단 경계 밀봉재와 정렬되고, EOM은 상단 및 하단 활성 표면 모두와 접촉되고, 롤-충진 프로세스를 통해서, 전체적인 내부 경계 밀봉재 지역을 충전한다. 적층 롤러는, 적층 중에 기재에 걸쳐 일정한 압력을 인가하는 압력 롤러가 되도록 구성되거나, 설정된-간극 롤러들이 되도록 구성되며, 그러한 설정된-간극 롤러들의 경우에 상단 적층 롤러는 하단 적층 롤러로부터 설정된 거리로 이격되고, 제어된 간극 및 상단 기재와 하단 기재 사이의 이격부를 압축하지 않고, 상단 기재 및 하단 기재가 교합될 수 있게 한다. 교합된 기재들은 적층 이후에 UV 복사선 경화, 열적 경화, 또는 UV 및 열적 경화의 조합에 의해서 경화된다. 이어서, 경화된 기재는, 부가적인 프로세싱을 위해서, 롤로부터 시트로 절단된다.

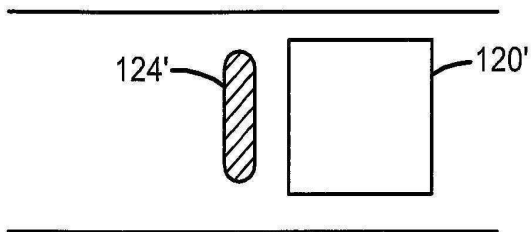
도면  
도면1



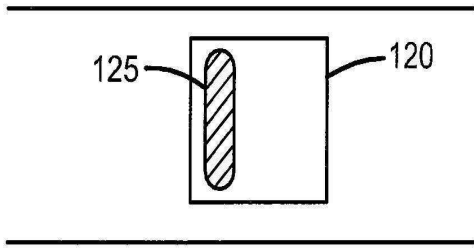
도면2



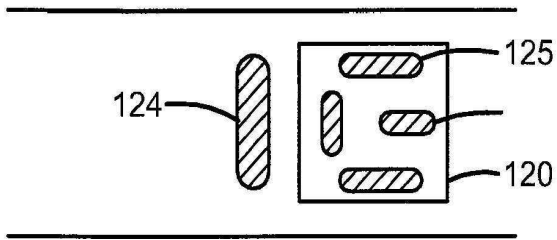
도면3a



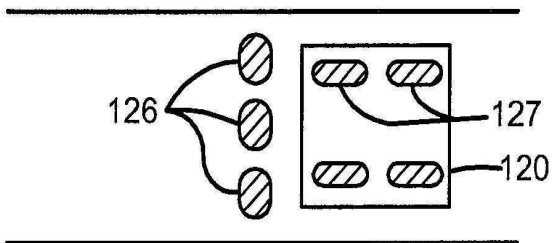
도면3b



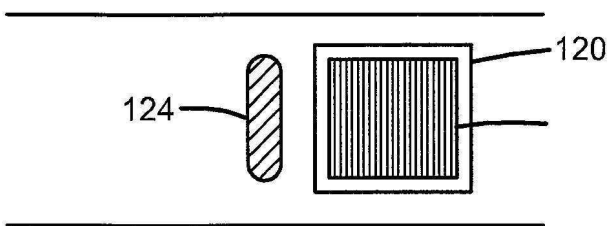
도면3c



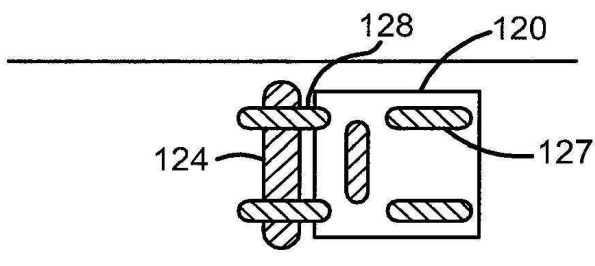
도면3d



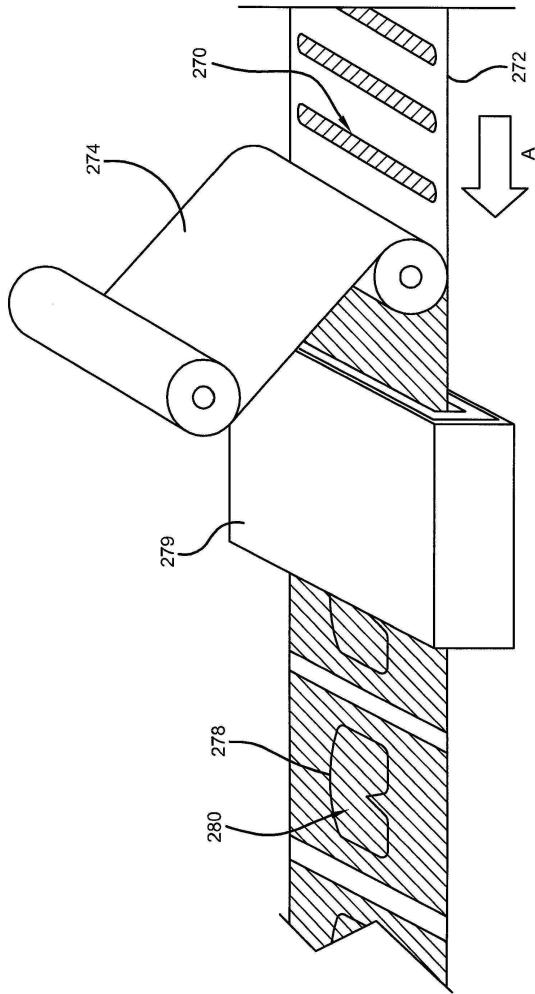
도면3e



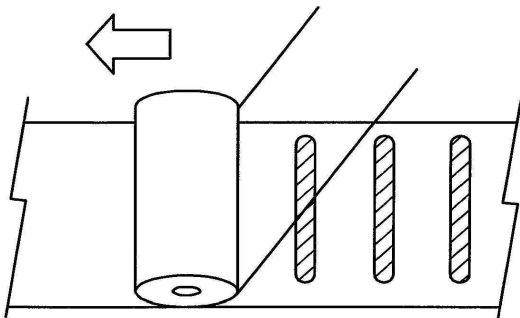
도면3f



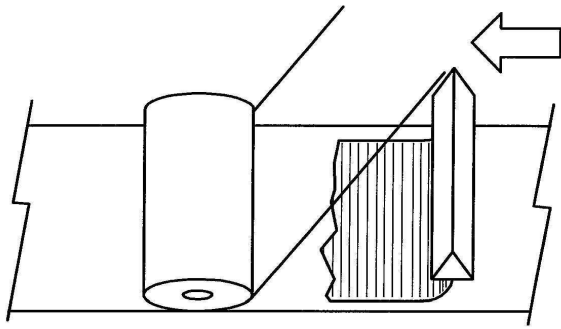
도면4



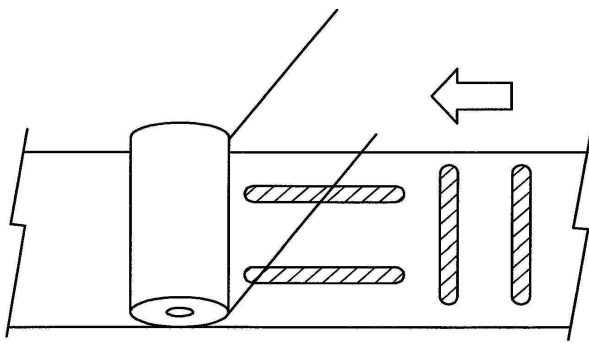
도면5a



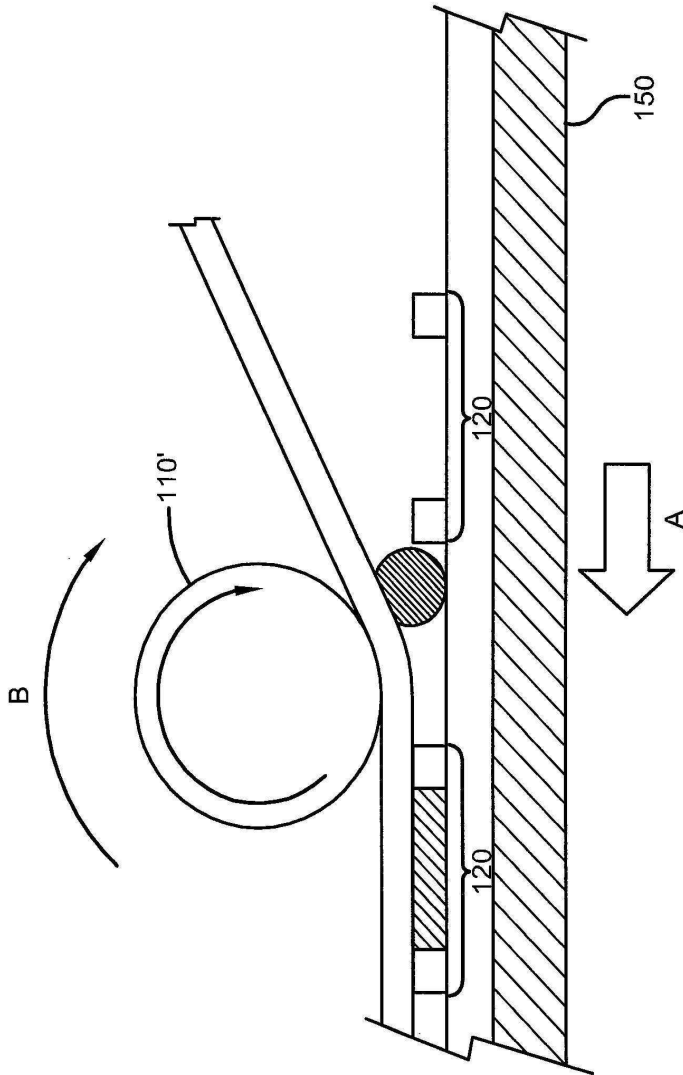
도면5b



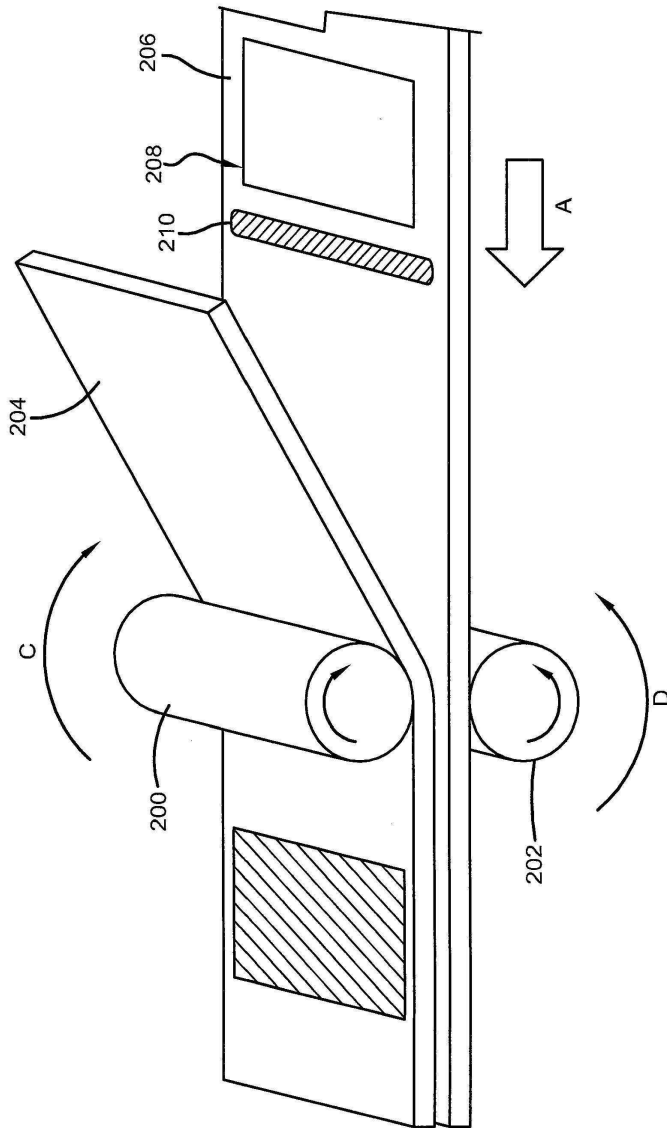
도면5c



도면6



도면7



도면8

