



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0051539
(43) 공개일자 2022년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/13 (2006.01) G02F 1/1333 (2006.01)
G02F 1/1334 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/1303 (2013.01)
G02F 1/133322 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2020-0135063
(22) 출원일자 2020년10월19일
심사청구일자 2020년10월19일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
서용호
서울특별시 양천구 목동서로 280 801동 301호
나시르
서울특별시 광진구 천호대로116길 56
홍혜련
강원도 강릉시 가작로 85, 202동1402호 (교동, 강릉교동(2주공아파트))
(74) 대리인
특허법인이상

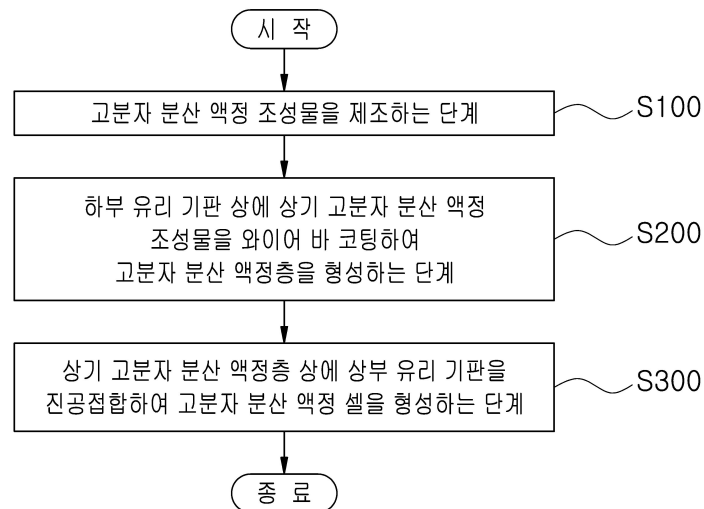
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 고분자 분산 액정 표시 장치 및 이의 제조방법

(57) 요약

고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법을 제공한다. 상기 제조방법은 액정 분자들, UV-경화성 고분자 전구체, 및 무기입자들을 함유하는 고분자 분산 액정 조성물을 제조하는 단계를 포함한다. 하부 투명전극이 코팅된 하부 유리 기판 상에 상기 고분자 분산 액정 조성물을 코팅하여 고분자 분산 액정층을 형성한다. 상기 고분자 분산 액정층 상에 상부 투명전극이 코팅된 상부 유리 기판을 진공접합하여 고분자 분산 액정 셀을 형성한다. 상기 고분자 분산 액정 셀에 UV를 조사하여 UV-경화성 고분자 전구체를 고분자화하여 고분자 매트릭스를 형성하는 것과 동시에 상기 고분자 매트릭스 내에 상기 액정 분자들이 상분리시켜 상기 고분자 매트릭스 내에 액정 액적을 형성한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02F 1/1334 (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425139940
과제번호	S2561932
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	글로벌중소기업육성프로젝트지원(R&D)
연구과제명	멀티나노코팅 및 온도가변형 적외선 차단소재가 적용된 고투과 색변환 데코스마트글
라스 제조기술 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	성일이노텍
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

액정 분자들, UV-경화성 고분자 전구체, 및 무기입자들을 함유하는 고분자 분산 액정 조성물을 제조하는 단계;

하부 투명전극이 코팅된 하부 유리 기판 상에 상기 고분자 분산 액정 조성물을 코팅하여 고분자 분산 액정층을 형성하는 단계;

상기 고분자 분산 액정층 상에 상부 투명전극이 코팅된 상부 유리 기판을 진공접합하여 고분자 분산 액정 셀을 형성하는 단계; 및

상기 고분자 분산 액정 셀에 UV를 조사하여 UV-경화성 고분자 전구체를 고분자화하여 고분자 매트릭스를 형성하는 것과 동시에 상기 고분자 매트릭스 내에 상기 액정 분자들이 상분리시켜 상기 고분자 매트릭스 내에 액정 액적을 형성하는 단계를 포함하는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 무기입자들은 SiO_2 입자들을 포함하는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 SiO_2 입자들은 상기 고분자 분산 액정 조성물 전체 중량 대하여 5 wt% 내지 7wt% 범위로 포함되는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 SiO_2 입자들은 C3-C10 치환 또는 비치환된 알킬 트라이(C1-C2 알콕시) 실란으로 표면개질된 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고분자 분산 액정 조성물은 100 °C 내지 160 °C의 온도에서 10분 내지 150분 동안 20,000 rpm 내지 40,000 rpm의 속도로 교반된 것인 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 고분자 분산 액정 조성물은 상기 교반 후 진공상태에서 탈기된 것인 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 고분자 분산 액정 조성물은 액정 분자들 50 wt% 내지 70 wt%, 접합증진제 25 wt% 내지 45wt%, 및 무기입자들 5 wt% 내지 7wt%를 포함하는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 고분자 분산 액정 조성물을 코팅하는 것은 와이어 바 코팅을 사용하여 수행하는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 진공접합하는 단계는 진공접합 장치를 사용하며 상기 진공접합 장치는,

진공챔버;

상기 진공 챔버 내부의 바닥면 상에 배치되어 상기 고분자 분산 액정층이 형성된 상기 하부 유리 기판을 지지하기 위한 지지대;

상기 지지대의 주변에 인접하여 배치되고 상기 지지대 표면에 대한 수직 방향과 평행하게 연장되는 복수 개의 회전축들;

상기 회전축에 고정되어 배치되되 상기 지지대의 표면과 수평한 방향으로 상기 지지대의 상부로 돌출되어 상기 상부 유리 기판이 거치되는 받침대;

상기 회전축의 상부말단에 배치되는 내부 자석; 및

상기 진공 챔버의 외부에 배치되어 상기 내부 자석에 척력 및/또는 인력을 가하여 상기 회전축을 회전시키는 외부 자석을 포함하고,

상기 진공접합은 상기 회전축의 회전에 의해 상기 상부 유리 기판을 상기 고분자 분산 액정층 상에 낙하시켜 수행하는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 진공접합 장치는,

상기 상부 유리 기판이 낙하 시 상기 상부 유리 기판이 상기 고분자 분산 액정층과 일체로 접합될 수 있도록 상기 지지부로부터 수직방향으로 상기 상부 유리 기판의 옆면을 따라 배치되는 이탈방지 가이드를 더 포함하는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법.

청구항 11

하부 유리 기판 상에 배치된 하부 투명전극;

상기 하부 투명전극 상에 배치되고, 고분자 매트릭스 내에 액정 액적들이 분산 배치된 고분자 분산 액정층; 및

상기 고분자 분산 액정층 상에 차례로 배치된 상부 투명전극과 상부 유리 기판을 포함하되,

상기 고분자 분산 액정층은 상기 고분자 매트릭스 내에 SiO_2 입자들을 더 포함하고, 상기 SiO_2 입자들은 상기 고분자 분산 액정층의 전체 중량에 대해 5 wt% 내지 7wt% 범위로 포함되는 고분자 분산 액정 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 액정 표시 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고분자 분산 액정 표시 장치 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양광의 투과율을 원하는 방향으로 자유롭게 조절할 수 있는 스마트 윈도우는 사용되는 소재의 종류에 따라 다양하게 나누어지고 있으며, 특히 고분자 분산 액정(Polymer Dispersed Liquid Crystal, PDLC)을 이용한 스마트 윈도우는 대형화에 용이하며 그 활용도가 높다.

- [0003] PDLC가 적용된 스마트 윈도우는 고분자 매트릭스에 미세한 액정방울들이 형성되어 있으며, 전압을 인가하면 액정방울들이 반응하여 인가된 전기 방향에 따라 일정한 방향으로 정렬되며, 정렬된 방향과 투과되는 빛의 방향이 일치하게 되어 빛을 투과시키는 원리로 작동된다.
- [0004] 반대로, 스마트 윈도우에 전압을 인가하지 않는 경우 액정 방울이 방향성을 잃게되어 불규칙적으로 배열되기 때문에 빛이 투과하지 않고 산란된다.
- [0005] 이러한 특성을 이용하여 스마트 윈도우는 창문, 거울, 디스플레이 장치에 적용할 수 있으며, 빛의 투과도 및 반사도를 조절하는 용도로 사용되고 있다. 일례로 스마트 윈도우를 건축물 또는 자동차에 적용하여 조광이 필요한 경우 태양광이 실내로 들어올 수 있도록 투명하게 조절할 수 있고, 반대로 태양광을 차단할 수 있다.
- [0006] 한편, 종래의 PDLC 접합 유리의 제조방법은 대개 대량 생산을 위해 롤투롤 공정으로 수행되어 왔다. 구체적으로는 PDLC 필름을 플라스틱 시트에 라미네이팅 한 후 표면에 PDLC가 형성된 플라스틱 시트를 유리 기판에 부착하여 PDLC 접합 유리를 제조한다. 하지만, 전술된 종래 기술로 제조된 PDLC 접합 유리의 경우 유리 기판 사이에 배치된 플라스틱 시트가 시간이 지남에 따라 황변된다. 이에, PDLC 접합 유리의 빛 투과율이 떨어질 수밖에 없는 단점이 있다.
- [0007] 또한, 이와 같은 문제를 해결하기 위해 종래에는 상부 유리 기판 및 하부 유리 기판 사이에 PDLC 조성물을 주입하여 PDLC 유리를 제조하기도 했으나 유리 기판의 모세관 작용에 의해 크랙이 발생하기 때문에 소형셀의 제조는 가능하나 대면적 생산이 어려운 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 이에 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 착안된 것으로서, 플라스틱 시트 없이 대면적 생산이 가능한 유리기판의 고분자 분산 액정 표시 장치를 제조할 수 있는 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법을 제공하는 데 그 목적이 있다. 또한, 본 발명은 PDLC 접합 유리의 빛 투과율을 향상시킬 수 있는 고분자 분산 액정 표시 장치 및 이의 제조방법을 제공하는 데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일측면은 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법을 제공한다. 상기 제조방법은 액정 분자들, UV-경화성 고분자 전구체, 및 무기입자들을 함유하는 고분자 분산 액정 조성물을 제조하는 단계를 포함한다. 하부 투명전극이 코팅된 하부 유리 기판 상에 상기 고분자 분산 액정 조성물을 코팅하여 고분자 분산 액정층을 형성한다. 상기 고분자 분산 액정층 상에 상부 투명전극이 코팅된 상부 유리 기판을 진공접합하여 고분자 분산 액정 셀을 형성한다. 상기 고분자 분산 액정 셀에 UV를 조사하여 UV-경화성 고분자 전구체를 고분자화하여 고분자 매트릭스를 형성하는 것과 동시에 상기 고분자 매트릭스 내에 상기 액정 분자들이 상분리시켜 상기 고분자 매트릭스 내에 액정 액적을 형성한다.
- [0010] 상기 무기입자들은 SiO_2 입자들을 포함한다. 상기 SiO_2 입자들은 상기 고분자 분산 액정 조성물 전체 중량 대하여 5 wt% 내지 7wt% 범위로 포함된다. 상기 SiO_2 입자들은 C3-C10 치환 또는 비치환된 알킬 트라이(C1-C2 알콕시) 실란으로 표면개질된다.
- [0011] 상기 고분자 분산 액정 조성물은 100 °C 내지 160 °C의 온도에서 10분 내지 150분 동안 20,000 rpm 내지 40,000 rpm의 속도로 교반될 수 있다. 상기 고분자 분산 액정 조성물은 상기 교반 후 진공상태에서 탈기될 수 있다.
- [0012] 상기 고분자 분산 액정 조성물은 액정 분자들 50 wt% 내지 70 wt%, 접합증진제 25 wt% 내지 45wt%, 및 무기입자들 5 wt% 내지 7wt%를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 고분자 분산 액정 조성물을 코팅하는 것은 와이어 바 코팅을 사용하여 수행할 수 있다.
- [0014] 상기 진공접합하는 단계는 진공접합 장치를 사용하며 상기 진공접합 장치는, 진공챔버, 상기 진공 챔버 내부의 바닥면 상에 배치되어 상기 고분자 분산 액정층이 형성된 상기 하부 유리 기판을 지지하기 위한 지지대. 상기 지지대의 주변에 인접하여 배치되고 상기 지지대 표면에 대한 수직 방향과 평행하게 연장되는 복수 개의 회전축들, 상기 회전축에 고정되어 배치되고 상기 지지대의 표면과 수평한 방향으로 상기 지지대의 상부로 돌출되어 상기 상부 유리 기판이 거치되는 받침대, 상기 회전축의 상부말단에 배치되는 내부 자석, 및 상기 진공 챔버의

외부에 배치되어 상기 내부 자석에 척력 및/또는 인력을 가하여 상기 회전축을 회전시키는 외부 자석을 포함할 수 있다. 상기 진공접합은 상기 회전축의 회전에 의해 상기 상부 유리 기판을 상기 고분자 분산 액정층 상에 낙하시켜 수행할 수 있다.

[0015] 상기 진공접합 장치는, 상기 상부 유리 기판이 낙하 시 상기 상부 유리 기판이 상기 고분자 분산 액정층과 일체로 접합될 수 있도록 상기 지지부로부터 수직방향으로 상기 상부 유리 기판의 옆면을 따라 배치되는 이탈방지 가이드를 더 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 측면은 고분자 분산 액정 표시 장치를 제공한다. 상기 고분자 분산 액정 표시 장치는 하부 유리 기판 상에 배치된 하부 투명전극을 구비한다. 상기 하부 투명전극 상에 고분자 매트릭스 내에 액정 액적들이 분산 배치된 고분자 분산 액정층이 배치된다. 상기 고분자 분산 액정층 상에 상부 투명전극과 상부 유리 기판이 차례로 배치된다. 상기 고분자 분산 액정층은 상기 고분자 매트릭스 내에 SiO_2 입자들을 더 포함하고, 상기 SiO_2 입자들은 상기 고분자 분산 액정층의 전체 중량에 대해 5 wt% 내지 7wt% 범위로 포함된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명을 따르면 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법은 간소화된 공정으로 플라스틱 시트 없이 유리 기판에 직접 PDLC를 형성할 수 있고 대면적 생산이 가능한 고분자 분산 액정 표시 장치를 제조할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명에 의한 고분자 분산 액정 표시 장치 및 이의 제조방법을 따르면 PDLC 접합 유리의 빛 투과율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법을 나타낸 플로우차트이다.
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 바 코팅 공정을 나타낸 이미지이다.
 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 진공접합 장치의 단면도이다.
 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 와이드 바 코터 및 진공접합 장치의 사진들이다.
 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 분산 액정 표시 장치의 off 상태와 on 상태를 각각 나타낸 단면도들이다.
 도 6은 제조예 1의 고분자 분산 액정 조성물의 SEM 사진들이다.
 도 7은 본 발명의 제조예 1 및 제조예 4에 의해 제조된 고분자 분산 액정 표시 장치의 사진들이다.
 도 8은 제조예 1의 고분자 분산 액정 표시장치 및 시판 PDLC 필름에 전류 인가 시 전압에 따른 빛 투과율을 나타낸 그래프(a) 및 각도에 따른 빛 투과율을 나타낸 그래프(b)이다.
 도 9는 제조예 1의 고분자 분산 액정 표시장치에 전류 인가(a) 및 미인가(b) 시 시간에 따른 투과율 변화를 나타낸 그래프이다.
 도 10은 제조예 1의 고분자 분산 액정 표시장치에 전류 미인가(a) 및 인가(b) 시 상태를 나타낸 사진들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0021] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

- [0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법을 나타낸 플로우차트이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 먼저 고분자 분산 액정 조성물을 제조한다(S100).
- [0024] 상기 고분자 분산 액정 조성물은 액정 분자들, UV-경화성 고분자 전구체, 및 무기입자들을 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 액정 분자들은 네마틱, 스멕틱 및 콜레스테릭 액정 분자들로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 액정 분자들은 네마틱 액정으로 비페닐 혹은 트라이페닐기의 말단에 시아노기를 갖는 시아노계 액정 분자들일 수 있다. 상기 액정 분자들은 상기 고분자 분산 액정 조성물 총 중량에 대하여 50 wt% 내지 70 wt%의 범위로 포함될 수 있다.
- [0026] 상기 UV-경화성 고분자 전구체는 모노머 또는 프리폴리머로서, 폴리에스테르 아크릴, 우레탄 아크릴, 에폭시 아크릴, 폴리에테르 아크릴, 폴리티올 아크릴 유도체, 폴리티올 스피로 아세탈계, 에폭시 수지 등이 바람직하나 이에 한정되지 않는다. 상기 UV-경화성 고분자 전구체는 상기 고분자 분산 액정 조성물 전체 중량에 대하여 25 wt% 내지 45 wt% 포함될 수 있다.
- [0027] 상기 무기 입자들은 상기 고분자 분산 액정 조성물의 와이어 바 코팅을 위해 첨가되는 것으로, 구체적으로 금속 산화물 입자들 일 예로서 SiO_2 입자들일 수 있다. 상기 SiO_2 입자들은 상기 고분자 분산 액정 조성물 전체 중량에 대하여 5 wt% 내지 7wt% 범위로 포함될 수 있다. 상기 SiO_2 입자들은 상기 고분자 분산 액정 조성물 전체 중량에 대하여 5 wt% 미만으로 포함될 경우 상기 고분자 분산 액정 조성물의 점도가 낮아 와이어 바 코팅이 용이하지 않을 수 있다. 또한, 상기 SiO_2 입자들이 상기 고분자 분산 액정 조성물 전체 중량에 대하여 7 wt%를 초과할 경우 조성물 내 SiO_2 입자들의 뭉침 현상이 발생할 수 있다. 또한, 상기 고분자 분산 액정 조성물로 형성되는 고분자 분산 액정층에 상기 와이어 바 트랙 자국이 남아 고분자 분산 액정 표시 장치의 빛 투과율을 떨어뜨릴 수 있다.
- [0028] 상기 SiO_2 입자들은 10 내지 20nm의 평균 크기를 가질 수 있고 대체적으로 구형의 입자들일 수 있다. 상기 SiO_2 입자들의 표면은 C3-C10 치환 또는 비치환된 알킬 트라이(C1-C2 알콕시) 실란으로 표면개질된 것일 수 있다. 이때, C3-C10 알킬은 펜틸기이거나 메타크릴옥시기로 치환된 프로필기일 수 있다. 구체적으로, 상기 실란은 펜틸 트라이에톡시실란 (pentyltriethoxysilane) 또는 메타크릴옥시프로필 프라이메톡시실란 (methacryloxypropyl trimethoxysilane)일 수 있다. 상기 실란은 SiO_2 입자들의 전체 중량 대비 약 1 내지 3 wt%의 함량을 가질 수 있다.
- [0029] 상기 고분자 분산 액정 조성물은 100 °C 내지 160 °C의 온도에서 10분 내지 150분 동안 20,000 rpm 내지 40,000 rpm의 속도로 교반될 수 있다. 이를 통해, 상기 무기 입자들을 혼합물 내에 충분히 분산시킬 수 있다. 또한, 상기 고분자 분산 액정 조성물이 160 °C 초과 온도 또는 150분 초과 시간 동안 교반될 경우 조성물의 점도가 높아질 수 있다. 또한, 상기 고분자 분산 액정 조성물의 교반 속도가 40,000 rpm 초과 속도로 교반될 경우 속도 상승 대비 고분자 분산 액정 조성물의 균일도 상승이 미미할 수 있다. 상기 가열교반된 조성물을 진공에서 보관하여 탈기할 수 있다. 그 결과, 상기 무기입자들이 매우 균질하게 분산된 고분자 분산 액정 조성물을 얻을 수 있다.
- [0030] 다음으로, 하부 투명전극이 코팅된 하부 유리 기판 상에 상기 고분자 분산 액정 조성물을 와이어 바 코팅하여 고분자 분산 액정층을 형성한다(S200).
- [0031] 상기 하부 유리 기판은 투명전극이 코팅된 형태일 수 있다. 상기 투명전극은 투명하고 전기전도성을 갖는 물질로, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), 실버 나노와이어, 알루미늄, 탄소나노 튜브(CNT), 그래핀, PEDOT:Pss, 폴리 아닐린, 및 폴리티오펜으로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 바 코팅 공정을 나타낸 이미지이고, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 와이드 바 코터 및 진공접합 장치의 사진들이다. 도 2 및 도 4의 a를 참고하면, 와이어 코일이 감아진 와이어 바를 사용하여 상기 고분자 분산 액정층을 형성한다. 이와 같이 와이어 바 코팅 공정을 사용할 경우 유리 기판 상에 직접 고분자 분산 액정층의 형성이 가능해진다. 이에 따라, 고분자 필름 상에 롤투롤에 의해 고분자 분산 액정층을 형성하는 방법 대신 유리 기판 상에 직접 대면적의 고분자 분산 액정층을 형성할 수 있다. 이때, 상기 고분자 분산 액정층은 상기 하부 유리 기판 중 상기 투명전극이 코팅된 면 상에 형성된다.
- [0033] 다시 도 1을 참고하면, 다음으로 상기 고분자 분산 액정층 상에 상부 투명전극이 코팅된 상부 유리 기판을 진공 접합하여 고분자 분산 액정 셀을 형성한다(S300). 상부 투명전극은 상기 상부 유리 기판이 상기 고분자 분산 액

정층을 바라보는 면 상에 형성될 수 있다. 이때 사용되는 상기 상부 유리 기판에 대한 상세한 설명은 전술된 하부 유리 기판과 동일하므로 전술된 내용을 참고하기로 한다.

- [0034] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 진공접합 장치의 단면도이고, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 와이드 바코터 및 진공접합 장치의 사진들이다.
- [0035] 도 3을 참조하면, 상기 진공접합 장치(100)는 진공챔버(1), 지지대(101), 회전축(102), 받침대(103), 내부 자석(104), 및 외부 자석(105)을 포함한다.
- [0036] 상기 진공챔버(1)는 외부와 차단된 환경을 제공하며, 펌프에 의해 대기압 이하의 저압 상태 구체적으로 ~ 0.1 torr의 진공상태를 제공할 수 있다.
- [0037] 상기 지지대(101)는 상기 진공 챔버 내부의 바닥면 상에 배치되어 고분자 분산 액정층(20)이 형성된 하부 유리 기판(10)을 지지할 수 있다.
- [0038] 상기 회전축(102)은 상기 지지대(101)의 주변에 인접하여 배치되며 적어도 2개 구체적으로는 4개가 이격 배치될 수 있다. 상기 회전축(102)은 상기 지지대 표면에 대한 수직 방향과 평행하게 연장될 수 있고, 또한, 상기 지지대(101)의 표면과 수평한 방향으로 회전할 수 있다.
- [0039] 상기 받침대(103)는 상기 회전축(102)에 고정되어 배치되며 상기 지지대(101)의 표면과 수평한 방향으로 상기 지지대(101)의 상부로 돌출된다. 상기 받침대(103) 상에 상부 유리 기판(30)을 거치한다.
- [0040] 상기 내부 자석(104)은 상기 회전축(102)의 상부말단에 배치되어 후술되는 외부 자석(105)에 의해 상기 회전축(102)을 회전시킬 수 있다.
- [0041] 상기 외부 자석(105)은 상기 진공 챔버(1)의 외부에 배치되고, 상기 외부 자석(105)과 상기 내부 자석(104) 사이의 척력 및/또는 인력은 상기 회전축을 회전시킬 수 있다. 구체적으로, 상기 내부 자석(104)이 상기 외부 자석(105)을 바라보는 방향의 극에 대해, 상기 외부 자석(105)의 상기 내부 자석(104)을 바라보는 극을 같은 극 예를 들어, N극으로 배치한 경우, 척력 및 그 이후의 인력에 의해 상기 내부 자석(104)이 상기 외부 자석(105)을 바라보는 방향의 극을 S극으로 바꾸기 위해 상기 내부 자석(104)이 회전될 수 있다. 이에 따라, 상기 내부 자석(104)이 고정연결된 회전축(102)이 회전될 수 있고, 이에 따라 상기 회전축(102)에 고정배치된 받침대(103)가 외부로 향하도록 회전될 수 있다.
- [0042] 그 결과, 받침대(103)에 의해 지지되던 상기 상부 유리 기판(30)은 고분자 분산 액정층(20) 상으로 낙하될 수 있다. 이 때, 낙하하는 상기 상부 유리 기판(30)을 가이드할 수 있도록 상기 상부 유리 기판(30)의 옆면을 따라 배치되는 이탈방지 가이드(미도시)가 더 배치될 수 있다(도 4의 c 사진 참고).
- [0043] 본 발명의 일실시예에 따른 진공접합 장치(100)의 작동원리는 먼저 지지대(101) 상에 고분자 분산 액정층(20)이 형성된 하부 유리 기판(10)이 지지되고, 상부 유리 기판(30)은 상기 받침대(103)에 의해 상기 하부 유리 기판(10)과 대향되어 이격된 상태로 거치된다. 이후, 상기 외부 자석(105)의 자력을 조절하여 상기 내부 자석(104)에 대한 척력 및/또는 인력으로 상기 회전축(102)을 회전시킨다. 이후, 상기 회전축(102)과 함께 상기 받침대(103)가 회전하면서 상기 상부 유리 기판(30)이 상기 고분자 분산 액정층(20) 상에 낙하한다. 이때, 상부 유리 기판(30)과 상기 고분자 분산 액정층(20) 사이의 영역은 진공상태이므로, 상기 고분자 분산 액정층(20)은 탈기된 상태에 있을 수 있고 또한 상부 유리 기판(30)과 상기 고분자 분산 액정층(20) 사이에 기포가 생성되지 않은 상태로 안전하게 진공접합되어 고분자 분산 액정 셀을 형성할 수 있다.
- [0044] 다음으로, 상기 고분자 분산 액정 셀을 형성하는 단계 이후에, 상기 고분자 분산 액정 셀에 10분 내지 20분 동안 자외선 광선을 가해 경화하는 경화 단계를 더 포함할 수 있다. 이 경화과정에서, 상기 UV-경화성 고분자 전구체는 경화 즉, 고분자화되면서 고형의 망상체인 고분자 매트릭스를 형성하면서, 이로부터 상분리된 액정 분자들은 액적들을 형성한다. 그 결과, 고분자 매트릭스 내에 액정 함유 액적들(droplet)이 분산된 고분자 분산 액정층(20)이 형성될 수 있다. 상기 자외선 조사 시, 상기 고분자 분산 액정층 내의 무기입자들 특히 SiO₂ 입자들은 자외선을 산란시켜, 상기 UV-경화성 고분자 전구체의 경화를 촉진시킬 수 있다.
- [0045] 위에서 설명한 바와 같이, SiO₂ 입자들을 점도조절제로 사용하되 상기 고분자 분산 액정 조성물 전체 중량 대하여 5 wt% 내지 7wt% 범위로 사용하여 상기 고분자 분산 액정 조성물을 와이어 바 코팅에 최적화된 점도를 갖도록 조절하여, 와이어 바 트랙자극 없이 균일도 높은 고분자 분산 액정층을 투명전극 배치된 하부 유리 기판 상에 형성할 수 있다. 또한, 코팅 전에 상기 고분자 분산 액정 조성물을 가열교반 및 진공보관하여 상기 SiO₂ 입

자들을 균질 분산시켜 상기 고분자 분산 액정 조성물의 균질도를 크게 향상시킬 수 있다. 또한, 도 3을 사용하여 예시적으로 설명된 진공접합 장치를 사용하여 상기 고분자 분산 액정층 내에 마이크로 버블들 생성을 억제하면서 상기 하부 유리 기판과 상부 유리기판을 접합시킬 수 있다. 이와 같은 진공접합 과정은 상기 고분자 분산 액정층 내에 마이크로 버블들 생성을 억제함에 따라, 상기 UV 경화 과정에서 고분자 매트릭스와 액정 액적들의 상분리를 원활하게 하고 이에 따라 액정 액적의 크기를 증가시킬 수 있다. 이 경우 액정 액적과 고분자 매트릭스 사이의 인터페이스의 면적이 줄어들어 따라 액정 액적 내의 액정이 고분자 매트릭스에 대해 느끼는 앵커링 효과(anchoring effect)가 줄어들어, 전압 변화에 따른 액정의 회전이 더 빨라질 수 있다. 그 결과, 장치를 온시키는 문턱전압이 낮아질 수 있다.

[0046] 본 발명의 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조방법에 의해 제조된 고분자 분산 액정 표시 장치는 별도의 플라스틱 시트 사용 없이 두 유리 기판 상 직접 고분자 분산 액정층을 형성할 수 있다. 이에, 와이어 바 코팅 및 진공 접합의 간단한 공정으로 고분자 분산 액정 표시 장치를 제조할 수 있고 대면적 제조가 가능한 효과가 있다.

[0048] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 분산 액정 표시 장치의 off 상태와 on 상태를 각각 나타낸 단면도들이다.

[0049] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 하부 유리 기판(10) 상에 하부 투명전극(11)이 배치될 수 있다. 상기 하부 투명전극(11) 상에 고분자 분산 액정층(20)이 배치될 수 있다.

[0050] 상기 고분자 분산 액정층(20)은 도 1을 참조하여 설명한 바와 같이 형성될 수 있다. 구체적으로, 고분자 매트릭스(22) 내에 액정 액적들(21)이 분산 배치될 수 있다. 상기 액정 액적들(21)은 다수의 액정 분자들을 구비하는 액적으로, 상기 고분자 매트릭스(22)로부터 상분리에 의해 형성될 수 있다. 상기 고분자 매트릭스(22) 내에 무기입자들(미도시), 구체적으로 금속산화물, 일 예로서 SiO₂ 입자들이 분산되어 있을 수 있다. 상기 SiO₂ 입자들은 상기 고분자 분산 액정층(20)의 전체 중량에 대해 5 wt% 내지 7wt% 범위로 포함될 수 있다.

[0051] 상기 고분자 분산 액정층(20) 상에 상부 투명전극(31) 그리고 상부 유리 기판(30)이 배치될 수 있다.

[0052] 도 5a를 참조하면, 상기 상하부 투명전극들(11, 12) 사이에 전압이 인가되지 않은 경우에는, 상기 액정 액적들(21)의 방향자들(각 액적 내 액정 분자들의 평균 방향)이 불규칙할 수 있다. 이 경우, 액정의 유효굴절율과 고분자 매트릭스의 굴절율이 미스매치되어 입사광이 산란될 수 있고, 이에 따라 고분자 분산 액정 표시 장치는 불투명한 뿌연(milky white) 상태에 있을 수 있다(off state).

[0053] 한편, 도 5b를 참조하면, 상기 상하부 투명전극들(11, 12) 사이에 전압이 인가되는 경우에는, 상기 액정 액적들(21)의 방향자들이 전계를 따라 정렬됨에 따라 입사광은 산란되지 않고 고분자 분산 액정층(20)을 투과할 수 있다. 이에 따라, 이에 따라 고분자 분산 액정 표시 장치는 투명한 상태에 있을 수 있다(on state).

[0054] 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 본 발명에 따른 바람직한 실험예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.

[0056] 고분자 분산 액정 표시 장치의 제조

[0057] <제조예 1>

[0058] 액정화합물인 E7(Merk사 제조, 4-펜틸-4'-시아노비페닐 (4-pentyl-4'-cyanobiphenyl, 51wt%), 4-헵틸-4'-시아노비페닐 (4-heptyl-4'-cyanobiphenyl, 25wt%), 4-옥틸옥시-4'-시아노비페닐 (4-octyloxy-4'-cyanobiphenyl, 16wt%), 및 4-펜틸-4'-시아노트리페닐 (4-pentyl-4'-cyanotriphenyl, 8%)의 혼합물) 60 wt%, UV-경화 접착제인 NOA 65(놀랜드사) 35 wt%, 및 점도조절제인 SiO₂ 입자들(Nanografi 사) 5 wt% 를 혼합했다. 이 때, SiO₂ 파우더는 2 wt%의 실란으로 표면개질 되어 있고 약 16nm의 평균 사이즈를 갖는다. 이후, 상기 혼합물을 교반기(Ultra Turrax, IKA Ltd.)를 이용하여 30,000 rpm 의 속도로 실온에서 1시간동안 교반하였다(실온교반). 이 후, 실온교반된 혼합물을 상기 교반기를 사용하여 30,000 rpm 의 속도로 130 °C의 온도로 1시간동안 교반하였다(가열교반). 이 후, 진공에서 30분동안 보관하여(진공보관), SiO₂ 입자들이 균질하게 분산된 고분자 분산 액정 조성물(polymer-dispersed liquid-crystal composition)을 준비했다.

[0059] 15cm x 15cm ITO-코팅 유리(대한민국 우양GMS, 시트 저항: $7\Omega/\text{Sq}$)를 아세톤, IPA, 및 증류수로 소니케이션(sonication)하여 불순물과 먼지 입자를 제거하여 세심하게 세척한 후, 상기 고분자 분산 액정 조성물을 상기 ITO-코팅된 유리 상에 도 4의 a와 같이 와이어 바 코터를 사용하여 코팅하여 고분자 분산 액정층을 형성했다.

[0060] 다음으로, 상기 하부 유리 기판과 동일한 재질의 상부 유리 기판을 고분자 분산 액정층이 형성된 하부 유리판에 진공접합하기 위해 도 4의 b와 같은 진공 챔버 즉, 진공 데시케이터를 이용해 진공접합을 수행했다. 구체적으로, 고분자 분산 액정층이 형성된 유리 기판을 지지대 상에 배치하였다. 상기 지지대의 4개의 면에 인접하여 배치된 회전축들의 각각에 연결된 받침대들 상에 상부 유리 기판을 배치하였다. 1시간 동안 상기 진공 챔버의 압력을 ~ 0.1 torr까지 만든 후, 외부 자석을 이용하여 상기 회전축 상부말단에 위치한 내부 자석을 회전시켜 상기 회전축을 회전시켜, 상기 받침대들을 상부 유리 기판 아래에서 제거하였다. 그 결과, 상부 유리 기판이 낙하되어 상기 하부 유리 기판 상에 진공 접합됐다. 이에, 고분자 분산 액정 셀이 제조됐다. 이후, 고분자 분산 액정셀을 자외선 램프인 수은등(1 Kw 전력)으로부터 23 cm 거리두고, $95 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 의 강도의 자외선을 주사하여 15 분 동안 경화하였다.

[0062] <제조예 2 ~ 5>

[0063] 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조하되, 하기 표 1과 같이 고분자 분산 액정 조성물의 조성을 달리 하여 고분자 분산 액정 표시 장치를 제조했다.

표 1

구분	E7(액정화합물) 함량	NOA 65(접착증진제) 함량	SiO ₂ (점도조절제) 함량
제조예 1	60	35	5
제조예 2	62	35	3
제조예 3	58	35	7
제조예 4	40	35	25
제조예 5	36	35	29

[0066] <실험예 1 - 고분자 분산 액정 조성물 교반 상태 실험>

[0067] 도 6은 제조예 1의 고분자 분산 액정 조성물의 SEM 사진들이다. 도 5의 (a)전술된 제조예 1에서 실온교반된 상태의 고분자 분산 액정 조성물의 SEM 사진이며, (b)는 가열교반된 상태의 고분자 액정 조성물의 SEM 사진이고, (c)는 진공보관된 상태의 고분자 액정 조성물의 SEM 사진이다.

[0068] 도 6을 참조하면, (c)의 경우 (a) 및 (b)와 달리 조성물 내에 SiO₂ 입자 뭉침으로 인해 발생하는 비드가 존재하지 않는 것을 알 수 있다. 따라서, 고분자 액정 조성물을 가열교반한 후 진공에서 보관하여 SiO₂ 입자들이 거의 완전히 균질하게 분산된 고분자 분산 액정 조성물을 수 있음을 알 수 있다.

[0070] <실험예 2 - SiO₂ 함량에 따른 와이어 바 코팅 용이성 및 광학적 특성평가>

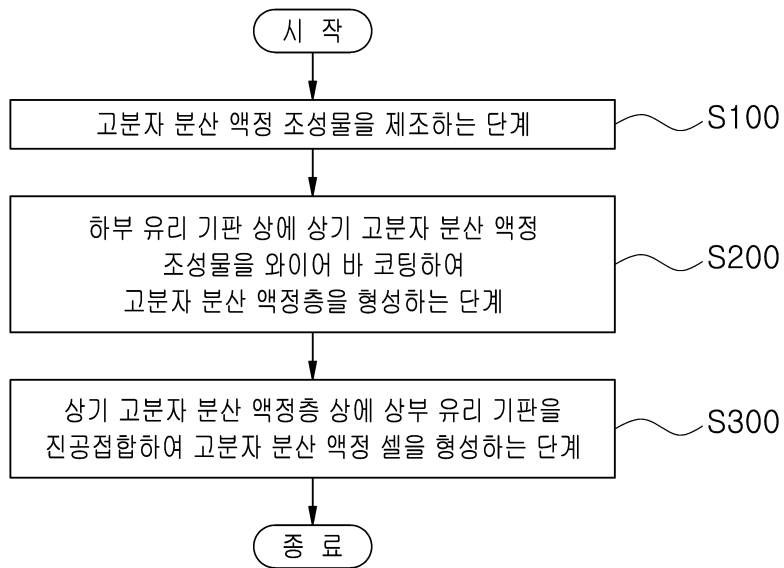
표 2

구분	SiO ₂ (점도조절제) 함량	와이어 바 코팅 용이성	와이어 바 트랙 자국 유무	투과율(off) %	투과율(on) %
제조예 1	5	◎	없음	7	72
제조예 2	3	X (홀러내림)	없음	2	70
제조예 3	7	◎	없음	6.27	74.4
제조예 4	25	△	있음	0.2	1.8
제조예 5	29	△	있음	0.2	4.2

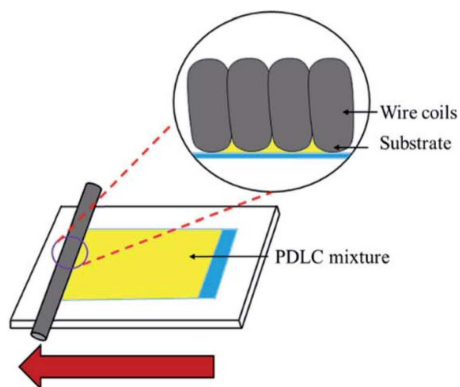
- [0072] (◎ : 매우 좋음, ○ : 좋음, △ : 조금 나쁨, X : 매우 나쁨)
- [0074] 도 7은 본 발명의 제조예 1 및 제조예 4에 의해 제조된 고분자 분산 액정 표시 장치의 사진들이다.
- [0075] 도 7을 참조하면, 고분자 분산 액정 조성물의 SiO₂ 함량이 5 wt%인 제조예 1의 경우 유리 전반에 걸쳐 자국이 없지만, 제조예 4의 경우 와이어 바 코팅 시 발생된 와이어 바 트랙 자국이 발생된 것을 알 수 있다. 따라서, 실리콘 함량이 25 wt%로 너무 높은 경우 조성물의 점도가 너무 높아, 와이어 바 코팅 시 와이어 바 트랙 자국 발생 확률이 높아짐을 알 수 있다.
- [0076] 또한 상기 표 2를 참조하면, 고분자 분산 액정 조성물의 SiO₂ 함량이 5 wt% 미만일 경우 조성물의 점도가 너무 낮아 유리 기판 상에 코팅되지 않고 흘러내리는 등 와이어 바 코팅 용이성이 떨어지고 7 wt%를 초과할 경우 와이어 바에 의한 트랙 자국 발생이 존재해 빛 투과 특성이 저하됨을 알 수 있다.
- [0078] <실험예 2 - 고분자 분산 액정 표시 장치 광학적 특성평가>
- [0079] 도 8은 제조예 1의 고분자 분산 액정 표시장치 및 시판 PDLC 필름에 전류 인가 시 전압에 따른 빛 투과율을 나타낸 그래프(a) 및 각도에 따른 빛 투과율을 나타낸 그래프(b)이다.
- [0080] 도 8을 참조하면 하부 유리 기판 상에 직접 고분자 분산 액정층을 코팅하고 상부 유리 기판과 진공접합하여 형성한 본 발명에 따른 액정 표시장치가, PET 기판 상에 고분자 분산 액정층을 롤투출로 형성한 시판 PDLC 필름보다 광학적 특성이 우수함을 알 수 있다.
- [0082] 도 9는 제조예 1의 고분자 분산 액정 표시장치에 전류 인가(a) 및 미인가(b) 시 시간에 따른 투과율 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0083] 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 고분자 분산 액정 표시 장치는 전류 인가 및 미인가 시 빠른 시간 내에 빛 투과율이 상승하고 낮아짐을 알 수 있다.
- [0085] 도 10은 제조예 1의 고분자 분산 액정 표시장치에 전류 미인가(a) 및 인가(b) 시 상태를 나타낸 사진들이다.
- [0086] 도 10을 참조하면 본 발명의 고분자 분산 액정 표시 장치는 전류를 인가 시 투명해지고 미인가 시 불투명해짐을 알 수 있다.
- [0088] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

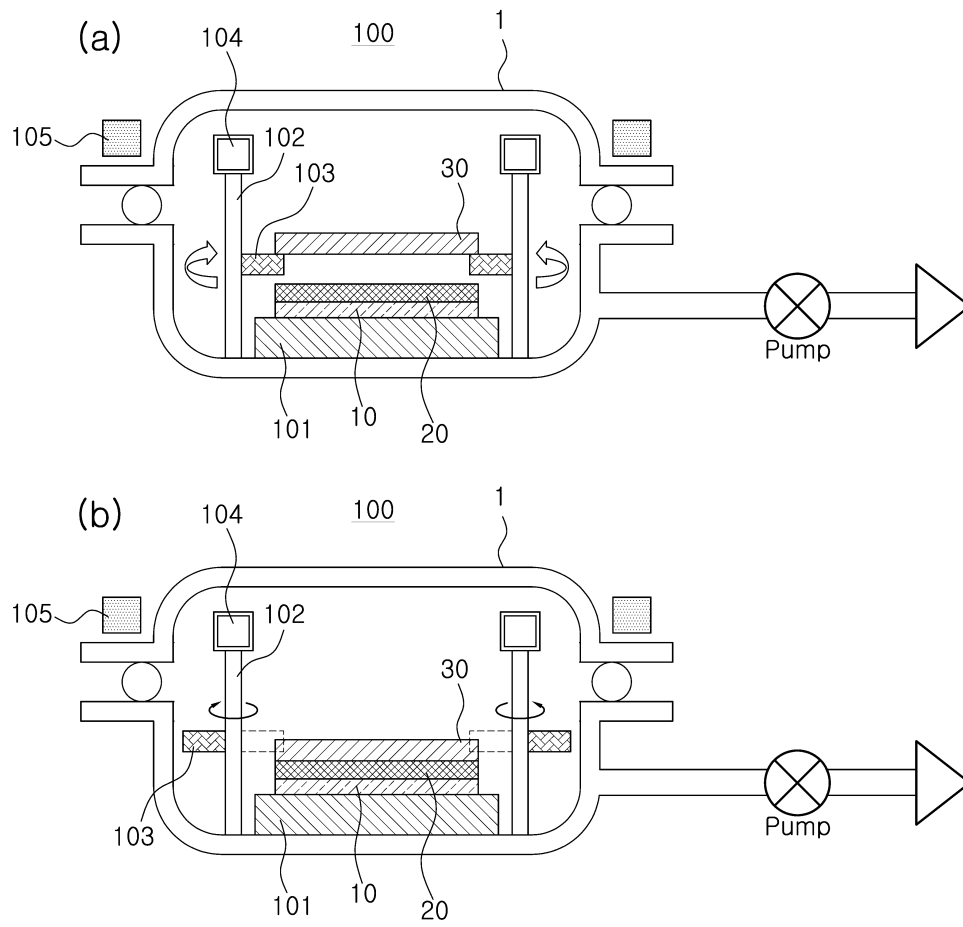
도면1



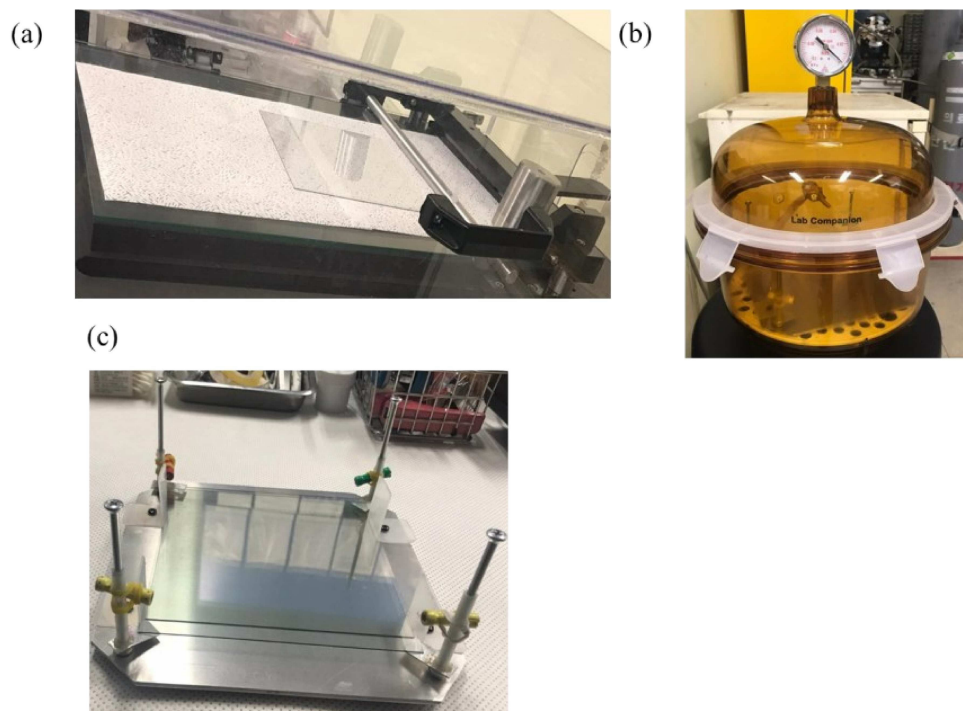
도면2



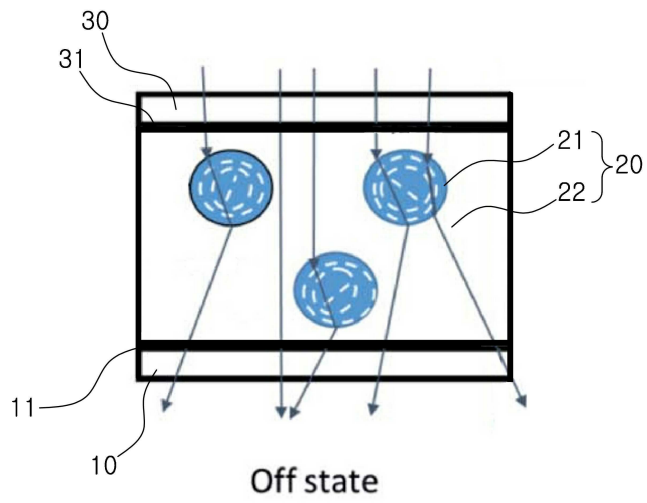
도면3



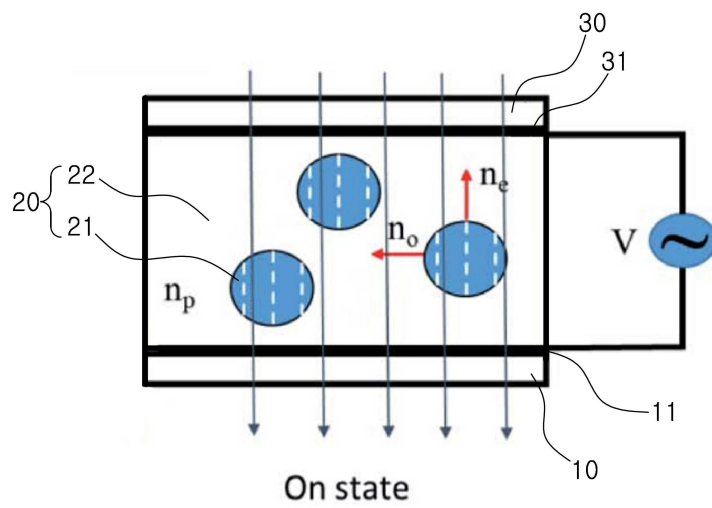
도면4



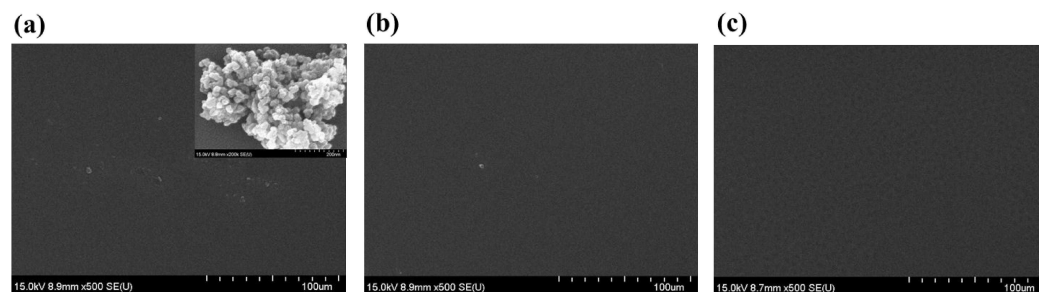
도면5a



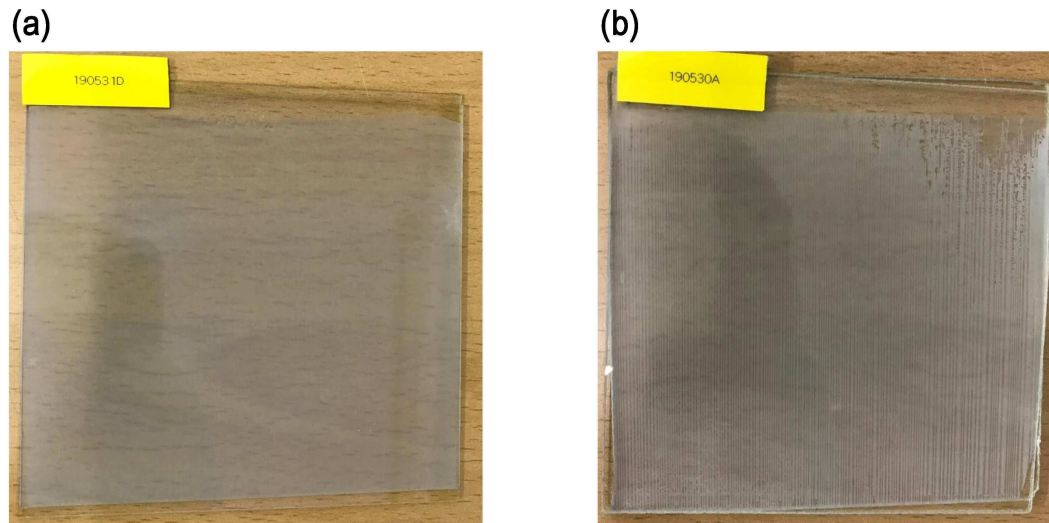
도면5b



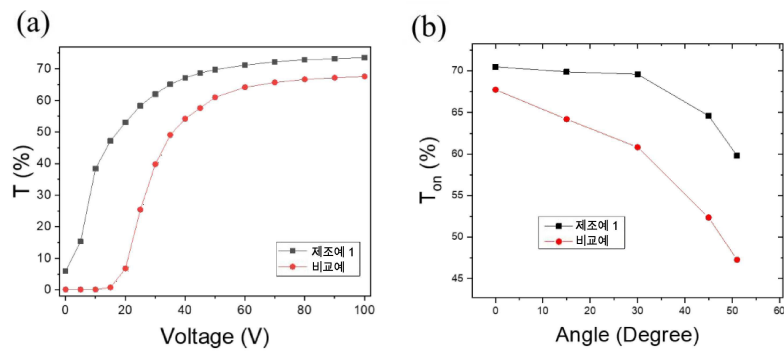
도면6



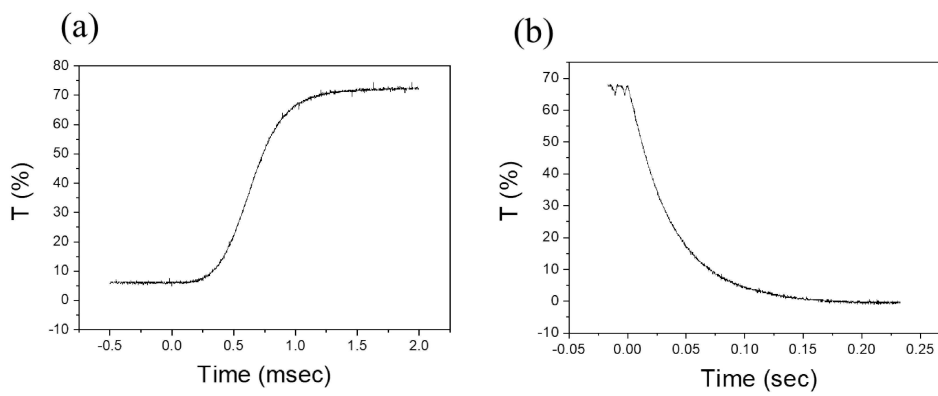
도면7



도면8



도면9



도면10

