



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0066978
(43) 공개일자 2016년06월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02F 1/137 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0172481

(22) 출원일자 2014년12월03일

심사청구일자 2014년12월03일

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

기아자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

김현섭

서울특별시 양천구 은행정로 30, 신이모닝빌 203호

서용호

서울특별시 양천구 목동서로 280, 801동 301호

(74) 대리인

한라특허법인(유한)

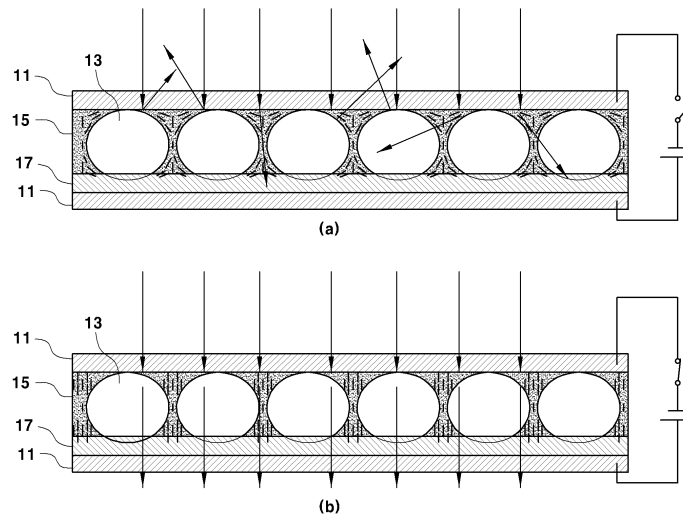
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우 및 이의 제조방법으로써, 보다 상세하게는 종래의 스마트 윈도우의 폴리머 매트릭스를 대신하여 유리 소재의 글래스비드를 사용하고, 액정을 상기 글래스비드의 외측에 위치시켜 상기 액정의 크기, 모양, 배열을 일정하게 만듦으로써, 높은 안정성 및 내화학성을 확보하고, 흐림현상이 발생하지 않으며, 작동전압이 낮고, 오프상태(빛의 불투과)와 온상태(빛의 투과)의 빛의 투과율의 가변 범위가 넓은 등 광학적 특성이 향상된 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

상호 대향하도록 소정 간격으로 이격 배치되는 한 쌍의 투명전극과, 상기 투명전극 사이에 개재되는 글래스비드와, 상기 글래스비드의 외측을 에워싸며 상기 투명전극 사이에 개재되는 액정을 포함하는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 투명전극은 유리 또는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 필름에 투명 전도성 박막을 코팅한 것인 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 글래스비드는 10 내지 20 μm 의 균일한 직경을 가지고 상기 투명전극 사이에서 고르게 분산되어 있는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 글래스비드는 상기 투명전극 사이에서 단일층으로 개재되어 있는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 글래스비드는 상기 투명전극 사이에서 복수의 층으로 개재되어 있는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 글래스비드는 하층의 이웃하는 글래스비드의 사이공간에 상층의 글래스비드가 위치하는 엇갈린 구조를 가지는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 액정은 상기 스마트 윈도우의 오프(Off)상태에서 상기 글래스비드의 외면을 따라 일정하게 배열되는 글래

스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 액정은 상기 스마트 윈도우의 온(On)상태에서 상기 투명전극에 의해 발생하는 전기장에 나란한 방향으로 배향되어 빛을 투과시키는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 스마트 윈도우의 두께는 4 내지 50 μm 인 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우.

청구항 10

(i) 투명전극 하판의 일면에 접착제를 도포하는 단계;

(ii) 상기 투명전극 하판의 접착제 도포면에 글래스비드를 고르게 분산시키는 단계;

(iii) 상기 접착제를 경화하여 글래스비드를 상기 투명전극 하판에 부착하는 단계;

(iv) 상기 투명전극 하판의 표면에 부착된 단일층의 글래스비드를 제외한 나머지 글래스비드를 상기 투명전극 하판에서 털어내는 단계;

(v) 상기 글래스비드가 한 쌍의 투명전극에 개재되도록 투명전극 상판을 합착하는 단계; 및

(vi) 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸도록 하여 한 쌍의 투명전극 사이에 액정을 주입하는 단계;

를 포함하는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법.

청구항 11

(i) 투명전극 하판 및 상판의 일면에 접착제를 도포하는 단계;

(ii) 상기 투명전극 하판 및 상판의 접착제 도포면에 글래스비드를 고르게 분산시키는 단계;

(iii) 상기 접착제를 경화하여 글래스비드를 상기 투명전극 하판 및 상판에 부착하는 단계;

(iv) 상기 투명전극 하판 및 상판의 표면에 부착된 단일층의 글래스비드를 제외한 나머지 글래스비드를 상기 투명전극 하판 및 상판에서 털어내는 단계;

(v) 상기 글래스비드가 한 쌍의 투명전극에 개재되도록 상기 투명전극 하판 및 상판을 합착하는 단계; 및

(vi) 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸도록 하여 한 쌍의 투명전극 사이에 액정을 주입하는 단계;

를 포함하는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 액정은 모세관 현상을 이용하여 상기 투명전극 사이에 주입되는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도

우의 제조방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 글래스비드는 상기 투명전극 하판에 부착된 이웃하는 글래스비드의 사이공간에 상기 투명전극 상판에 부착된 글래스비드가 위치하는 엇갈린 구조의 복수의 층으로 제조되는 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우 및 이의 제조방법으로써, 보다 상세하게는 종래의 스마트 윈도우의 폴리머 매트릭스를 대신하여 유리 소재의 글래스비드를 사용하고, 액정을 상기 글래스비드의 외측에 위치시켜 상기 액정의 크기, 모양, 배열을 일정하게 만듦으로써, 높은 안정성 및 내화학성을 확보하고, 흐림현상이 발생하지 않으며, 작동전압이 낮고, 오프상태(빛의 불투과)와 온상태(빛의 투과)의 빛의 투과율의 가변 범위가 넓은 등 광학적 특성이 향상된 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자동차 산업은 기계, 전자, 화학, 에너지, 환경 분야의 첨단 기술이 집약되어 있고, 시장경제에 크게 영향을 미치는 등 산업발전에 크게 기여하고 있는 산업이다. 최근에는 자원 고갈 문제와 환경 규제 강화, 사생활 보호 및 삶의 질에 대한 관심이 증가하면서 고효율, 안전성, 편의성이 중요한 화두로 등장하고 있으며, 그 일례로 에너지 효율을 향상시키고 감성과 기능성을 모두 만족시킬 수 있는 스마트 윈도우(Smart Window) 기술이 큰 주목을 받고 있다.

[0003] 스마트 윈도우란 외부에서 유입되는 빛의 투과도를 자유롭게 조절하여 에너지 손실을 줄이고 소비자에게는 쾌적한 환경을 제공할 수 있는 능동 제어 기술을 의미하며 수송, 정보 디스플레이, 건축 등 다양한 산업 분야에 공통적으로 적용될 수 있는 기반 기술이라 할 수 있다. 간단한 조작만으로도 순간적인 상태 전환을 유도할 수 있고 다양한 고급 편의 기능을 부여할 수 있기 때문에 자동차의 고부가가치화를 위해 활발한 응용 전개가 이루어질 것으로 기대된다.

[0004] 종래에는 고분자 분산 액정(Polymer Dispersed Liquid Crystal, 이하, "PDLC") 기술을 이용하여 스마트 윈도우를 제조하였다. PDLC는 마이크론 크기의 액정 입자들이 고분자 매트릭스 내에 분산되어 있는 구조를 지니고, 외부 전압에 의한 액정 입자와 고분자 간의 굴절률 차이로 빛의 투과율을 조절한다. 도 1의 (a)에 도시된 바와 같이 전압을 인가하지 않은 오프(Off)상태에서는 액정 입자들이 불규칙하게 배치되어 고분자 매트릭스와의 굴절률 차이로 빛을 산란시키고, 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이 전압을 인가한 온(On)상태에서는 액정 입자들이 고분자 매트릭스와 동일한 굴절률을 가지도록 규칙적으로 배향되어 빛을 투과시킨다. 즉, 산란에 의한 빛의 불투과와 전압 인가에 따른 투과의 차이가 스마트 윈도우의 성능을 결정하는 중요한 요소이다.

[0005] PDLC는 폴리머 매트릭스를 사용하기 때문에 스마트 윈도우에 흐림(haze) 현상이 발생할 수 있고, 탁한 색상을 띄며, 자외선에 노출되면 폴리머의 경화 또는 변질이 발생하여 스마트 윈도우에 황변 현상이 생기는 문제점이 있다.

[0006] 또한 폴리머 매트릭스의 유전율이 높아 폴리머 매트릭스에 인접한 투명 전극에서 가해주는 전기장의 상당부분이 폴리머의 유도분극에 의해서 가려지기 때문에 높은 구동 전압이 필요하다는 한계가 있다.

[0007] 이에 더하여 오프상태에서 고분자 매트릭스 내부의 액정 입자들의 배열이 불규칙적이므로 투과율의 가변 범위가 협소(빛의 최대 차단 비율이 65% 수준)협소하다.

[0008] 게다가 스마트 윈도우에 색상을 입히기 위해서는 염료를 첨가해야 하는데, 염료의 특성상 빛을 흡수하기 때문에 오프상태 및 온상태에서의 빛 투과율을 낮추므로 원하는 색상을 구현하는데 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 1. 한국 등록특허 제10-1037769호
(특허문헌 0002) 2. 한국 등록특허 제10-0591779호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 폴리머 매트릭스 대신에 투명한 글래스비드를 사용한 스마트 윈도우를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 상기 글래스비드의 내측이 아닌 외측에 액정이 위치하여 기존 PDLC와 역상구조를 가지는 스마트 윈도우를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0012] 또한, 본 발명은 투명전극에 상기 글래스비드를 고르게 분산시킬 수 있고, 액정을 쉽게 주입할 수 있는 스마트 윈도우의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0013] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알 수 있다. 또한 본 발명의 목적들은 특허청구범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명은 상술한 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 구성을 포함한다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에 따른 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우는 상호 대향하도록 소정 간격으로 이격 배치되는 한 쌍의 투명전극과, 상기 투명전극 사이에 개재되는 글래스비드와, 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸며 상기 투명전극 사이에 개재되는 액정을 포함한다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 따른 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법은 (i) 투명전극 하판의 일면에 접착제를 도포하는 단계; (ii) 상기 투명전극 하판의 접착제 도포면에 글래스비드를 고르게 분산시키는 단계; (iii) 상기 접착제를 경화하여 글래스비드를 상기 투명전극 하판에 부착하는 단계; (iv) 상기 투명전극 하판의 표면에 부착된 단일층의 글래스비드를 제외한 나머지 글래스비드를 상기 투명전극 하판에서 떨어내는 단계; (v) 상기 글래스비드가 한 쌍의 투명전극에 개재되도록 투명전극 상판을 합착하는 단계; 및 (vi) 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸도록 하여 한 쌍의 투명전극 사이에 액정을 주입하는 단계;를 포함한다.
- [0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법은 (i) 투명전극 하판 및 상판의 일면에 접착제를 도포하는 단계; (ii) 상기 투명전극 하판 및 상판의 접착제 도포면에 글래스비드를 고르게 분산시키는 단계; (iii) 상기 접착제를 경화하여 글래스비드를 상기 투명전극 하판 및 상판에 부착하는 단계; (iv) 상기 투명전극 하판 및 상판의 표면에 부착된 단일층의 글래스비드를 제외한 나머지 글래스비드를 상기 투명전극 하판 및 상판에서 떨어내는 단계; (v) 상기 글래스비드가 한 쌍의 투명전극에 개재되도록 상기 투명전극 하판 및 상판을 합착하는 단계; 및 (vi) 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸도록 하여 한 쌍의 투명전극 사이에 액정을 주입하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명인 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우는 폴리머 소재를 유리 소재인 글래스비드로 대체하여 높은 안정성 및 내화학성을 확보하고, 뿌옇게 보이는 헤이즈 현상이 없으며, 작동전압이 낮은 스마트 윈도우를 제공하는 효과가 있다.
- [0019] 또한, 본 발명은 PDLC와 역상구조를 이루어 오프상태에서 액정이 글래스비드와의 고정효과(Anchoring Effect)에 의해 상기 글래스비드의 외면을 따라 일정하게 배열되므로 오프상태와 온상태의 빛의 투과율의 가변 범위가 넓

은 스마트 윈도우를 제공하는 효과가 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 글래스비드가 복층구조를 가져 오프상태의 빛 차단율이 높고, 액정의 동작 효과가 향상된 스마트 윈도우를 제공하는 효과가 있다.

[0021] 또한, 본 발명은 간단한 공정만으로 이루어져 있어 제작 비용이 낮고 대량 생산이 가능한 스마트 윈도우의 제조 방법을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 종래 PDLC의 구조를 도시한 개략도이다.

도 2는 본 발명인 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 구조를 도시한 개략도이다.

도 3은 본 발명에 있어서 복층구조의 글래스비드를 포함하는 스마트 윈도우의 구조를 도시한 개략도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 의해 제조된 스마트 윈도우의 사진이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 의해 제조된 스마트 윈도우에 있어서 고르게 분산되어 있는 글래스비드의 현미경 사진이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 의해 제조된 스마트 윈도우의 인가전압에 따른 투과율의 변화를 측정한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 의해 제조된 스마트 윈도우의 양면에 편광판을 부착하여 에서 산란된 빛의 편광 효과를 측정한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.

[0024] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우는 상호 대향하도록 소정 간격으로 이격 배치되는 한 쌍의 투명전극과, 상기 투명전극 사이에 개재되는 글래스비드와, 상기 글래스비드의 위치를 고정하는 접착제와, 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸며 상기 투명전극 사이에 개재되는 액정을 포함할 수 있다.

[0025] 상기 투명전극은 유리 또는 폴리에틸렌 테리프탈레이트(PET) 필름에 ITO, FTO 등의 투명 전도성 박막을 코팅한 것으로서, 상기 스마트 윈도우 외부의 전원과 연결되어 있어 온(On)상태가 되면 상기 투명전극 사이의 공간에 전기장이 발생한다. 바람직하게는 상기 투명전극으로 ITO 필름이 사용될 수 있다.

[0026] 상기 글래스비드는 한 쌍의 투명전극의 사이에 개재되는 구성으로서, 유리구슬의 형태를 가지고, 10 내지 20 μ m의 균일한 입자크기를 가지며, 상기 투명전극 사이에 고르게 분산될 수 있다.

[0027] 상기 글래스비드는 PDLC의 폴리머 매트릭스를 대체하는 구성으로, 폴리머 소재가 아닌 유리소재이므로 안정성 및 내화특성이 높고, 스마트 윈도우에 흐림현상이 발생하지 않으며, 구동전압이 낮아 효율적이라는 장점을 가진다.

[0028] 도 3을 참조하면, 상기 글래스비드는 상기 투명전극의 사이에서 복층구조로 형성될 수 있다. 하층의 이웃하는 글래스비드(A)의 사이공간에 상층의 글래스비드(B)가 위치하는 엇갈린 구조를 가질 수 있다. 따라서 상기 스마트 윈도우에서 상기 액정이 차지하는 공간이 증대하고 액정과 글래스비드의 계면이 넓어지기 때문에 액정의 동작 효과가 향상되므로, 스마트 윈도우의 구동전압이 더욱 낮아지고 탁도가 개선되며 빛 투과율의 조절 범위가 증대된다.

[0029] 또한, 상기 글래스비드가 상하층이 엇갈린 구조로 형성되면 빛이 유리구슬 사이를 스쳐 지나갈 수 없어 오프상태의 빛 차단율이 높아진다. 따라서 온상태에서의 투과와 오프상태에서의 빛의 불투과의 차이를 키울 수 있는 등 광학적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0030] 상기 액정은 상기 투명전극에 의해 발생하는 전기장과 상호작용하여 배향함으로써 빛을 능동적으로 투과시키거나 산란시키는 구성으로, PDLC와 달리 상기 글래스비드의 외측에 위치한다.

- [0031] 상기 액정은 전압이 인가되지 않은 오프상태에서는 상기 글래스비드와의 고정효과(Anchoring effect)로 인해 상기 글래스비드의 외면에 나란하게 배향되어 빛을 산란시키고, 전압이 인가된 온상태에서는 상기 투명전극에 의해 발생하는 전기장에 나란하게 배향되어 글래스비드의 굴절률과 동일한 굴절률을 가지게 되므로 빛을 산란시키지 않고 투과시킨다.
- [0032] 본 발명에 따른 스마트 윈도우는 PDLC와 비교해 볼 때, 글래스비드가 유리구슬 형태를 하고 상기 액정이 그 바깥쪽을 채우는 역상구조를 취하므로, 상기 액정의 크기, 모양, 배열이 일정해지고, 그에 따라 광학적 특성이 향상된다.
- [0033] 상기 접착제는 상기 투명전극의 일면에 도포 또는 코팅되어 상기 글래스비드가 상기 투명전극에 부착된 상태로 고정될 수 있도록 하는 구성으로, 상기 기능을 수행할 수 있다면 어떠한 것도 사용될 수 있으나 바람직하게는 UV 경화제를 사용할 수 있다.
- [0034] 상기 스마트 윈도우는 용도 및 목적에 따라 다양한 두께로 제작될 수 있으나, 바람직하게는 1 내지 50 μm 의 두께를 가지도록 제조될 수 있다. 1 μm 이하의 두께를 가지면 상기 스마트 윈도우가 균일한 두께를 가지도록 제작하기 어렵고, 50 μm 이상의 두께를 가지면 구동전압이 100V 이상이 되어 버리는 단점이 있기 때문이다.
- [0035] 이하, 본 발명에 따른 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법을 자세히 살펴본다. 설명의 편의를 위해 한 쌍의 투명전극을 도 2에 도시된 위치에 따라 상판과 하판으로 나누어 설명하고 상기 글래스비드는 투명전극 하판에 고정되는 것을 전제로 한다.
- [0036] 본 발명인 스마트 윈도우는 도 2에 도시된 바와 같이 단층구조의 글래스비드를 포함할 수도 있고, 도 3에 도시된 바와 같이 복층구조의 글래스비드를 포함할 수도 있는바, 이하 나누어 설명한다.
- [0037] 도 2에 도시된 본 발명인 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법은 (i) 투명전극 하판의 일면에 접착제를 도포하는 단계; (ii) 상기 투명전극 하판의 접착제 도포면에 글래스비드를 고르게 분산시키는 단계; (iii) 상기 접착제를 경화하여 글래스비드를 상기 투명전극 하판에 부착하는 단계; (iv) 상기 투명전극 하판의 표면에 부착된 단일층의 글래스비드를 제외한 나머지 글래스비드를 상기 투명전극 하판에서 털어내는 단계; (v) 상기 글래스비드가 한 쌍의 투명전극에 개재되도록 투명전극 상판을 합착하는 단계; 및 (vi) 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸도록 하여 한 쌍의 투명전극 사이에 액정을 주입하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0038] 상기 (i) 단계는 접착제로서 UV경화제를 투명전극에 도포 또는 코팅하는 단계로, 바람직하게는 500 내지 6000 RPM으로 스팀코팅하는 방법이 사용될 수 있다.
- [0039] 상기 (ii) 단계는 접착제 도포면의 상측에서 상기 글래스비드를 뿌려 분산시키는 방법이 사용될 수 있다.
- [0040] 상기 (iii) 단계는 상기 UV경화제에 자외선을 1 내지 60 초 동안 조사하여 경화시키는 단계로 이를 통해 상기 글래스비드가 상기 투명전극에 고정될 수 있다.
- [0041] 상기 (iv) 단계는 상기 투명전극에 약한 외력을 가하여 상기 접착제에 의해 고정되지 않은 여분의 글래스비드를 털어내는 단계로, 이를 통해 상기 투명전극의 표면에 부착된 단일층의 글래스비드만이 남게 된다.
- [0042] 상기 (vi) 단계는 액정을 상기 (v) 단계를 거쳐 상기 글래스비드를 사이에 두고 샌드위치 구조를 가지는 한 쌍의 투명전극의 사이에 모세관 효과를 이용하여 주입하는 단계이다. 상기 액정은 네마틱 액정(Nematic liquid crystal)이 사용될 수 있다.
- [0043] 도 3에 도시된 본 발명인 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우의 제조방법은 (i) 투명전극 하판 및 상판의 일면에 접착제를 도포하는 단계; (ii) 상기 투명전극 하판 및 상판의 접착제 도포면에 글래스비드를 고르게 분산시키는 단계; (iii) 상기 접착제를 경화하여 글래스비드를 상기 투명전극 하판 및 상판에 부착하는 단계; (iv) 상기 투명전극 하판 및 상판의 표면에 부착된 단일층의 글래스비드를 제외한 나머지 글래스비드를 상기 투명전극 하판 및 상판에서 털어내는 단계; (v) 상기 글래스비드가 한 쌍의 투명전극에 개재되도록 상기 투명전극 하판 및 상판을 합착하는 단계; 및 (vi) 상기 글래스비드의 외측으로 상기 글래스비드를 에워싸도록 하여 한 쌍의 투명전극 사이에 액정을 주입하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0044] 즉, 복층구조의 글래스비드를 포함하는 스마트 윈도우를 제조하기 위해 투명전극의 상판 및 하판 모두에 상기

글래스비드를 고정시킨 뒤, 상기 글래스비드를 안측으로 향하게 하여 투명전극을 합착하는 방법을 사용한다.

[0045] 실시예

- [0046] (i) 9 내지 13 μm 의 직경을 가진 글래스비드(Micro sphere glass bead)를 아세톤으로 세척한 뒤 원심분리기를 이용하여 균일한 직경의 글래스비드를 준비하였다.
- [0047] (ii) 투명전극의 일면에 UV경화제(NOA65)를 6000 RPM의 속도로 스핀 코팅하였다.
- [0048] (iii) 준비된 상기 글래스비드를 상기 투명전극의 UV경화제 코팅면에 뿌려 고르게 분산시켰다.
- [0049] (iv) 시료에 자외선을 15초 동안 조사하여 상기 UV경화제를 경화시켜 상기 글래스비드를 상기 투명전극에 고정시켰다.
- [0050] (v) 상기 투명전극에 외력을 가해 고정되지 않은 글래스비드를 털어내어 단층구조의 글래스비드가 부착된 투명전극을 제조하였다.
- [0051] (vi) 나머지 한 쌍의 투명전극을 상기 글래스비드가 부착된 투명전극과 합착한 뒤, 모세관 효과를 이용하여 네 마틱 액정을 상기 글래스비드의 사이로 주입하여 스마트 윈도우를 제조하였다.
- [0052] 도 4는 상기의 실시예로 제조된 글래스비드와 액정을 이용한 스마트 윈도우이고, 도 5는 투명전극에 분산된 글래스비드를 찍은 현미경 사진이다. 도 5를 참고하면, 상기 투명전극에 상기 글래스비드가 골고루 분산되어 있음을 알 수 있다.

[0053] 실험예

- [0054] 본 발명에 따른 스마트 윈도우는 전술한 바와 같이 광학적 특성이 향상되었다는 장점을 가지고 있다.
- [0055] 도 6은 변압기와 가변저항을 이용해 자체 제작한 교류 전원장치로 전압을 인가하고, 투과율 측정 장치(Cary 5000 UV-Vis-NIR, Agilent)를 이용하여 상기 실시예에 의해 제조된 스마트 윈도우의 전압에 따른 투과율의 변화를 동일한 조건에서 여러번 측정한 결과이다.
- [0056] 도 7은 시료의 양면에 편광판을 서로 수직하게 부착하고, 교류 전원장치로 전압을 인가한 뒤 반도체 레이저로 빛을 입사시켜 투과된 빛을 포토다이오드로 측정하여, 상기 실시예에 의해 제조된 스마트 윈도우의 빛의 편광효과를 동일한 조건에서 여러번 측정한 결과이다.
- [0057] 도 6을 참조하면, 상기 투명전극에 40V의 전압을 인가하였을 때, 빛 투과율이 40% 이상 증가하였고, 이 때의 반응속도는 약 1ms 수준으로 매우 빠른 특성을 보여주었다. 즉, 본 발명에 따른 스마트 윈도우는 종래 PDLC의 구동압인 100V보다 현저히 낮은 정도의 구동전압으로 작동되며, 오프상태와 온상태의 전환이 빠르고, 오프상태의 불투과 정도와 온상태의 투과 정도의 차이가 커 상업적으로 효용성이 큰 장점이 있다.
- [0058] 또한 도 7을 참조하면, 전압이 인가되지 않았을 때(0 V)에는 편광판에 의해서 편광된 입사빔이 스마트 윈도우에 의해서 산란되면서 비편광 상태로 전환되는 것을 알 수 있다. 반면 전압이 높게 인가되면 편광된 입사빔이 스마트 윈도우를 통과할 때 편광상태를 그대로 유지하기 때문에 수직으로 설치된 반대편 편광판에 흡수되어 투과하지 못한다. 즉, 본 발명에 따른 스마트 윈도우는 양면에 편광판을 부착하면 off 상태에서 반투명하고, on 상태에서 완전히 불투명해지는 스마트 윈도우의 특징을 가지고 있음을 확인할 수 있다.

- [0059] 이상으로 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하였는바, 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

부호의 설명

- [0060] 11: 투명전극

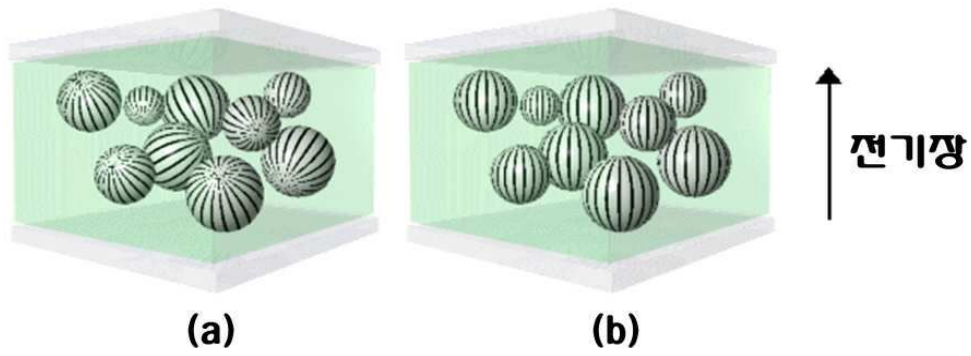
13:글래스비드

15:액정

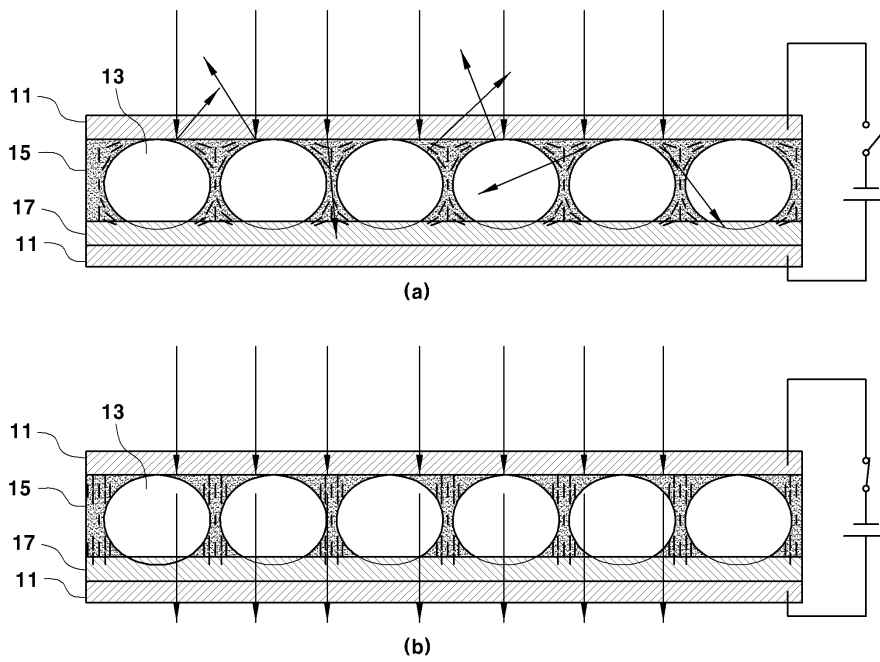
17:접착제

도면

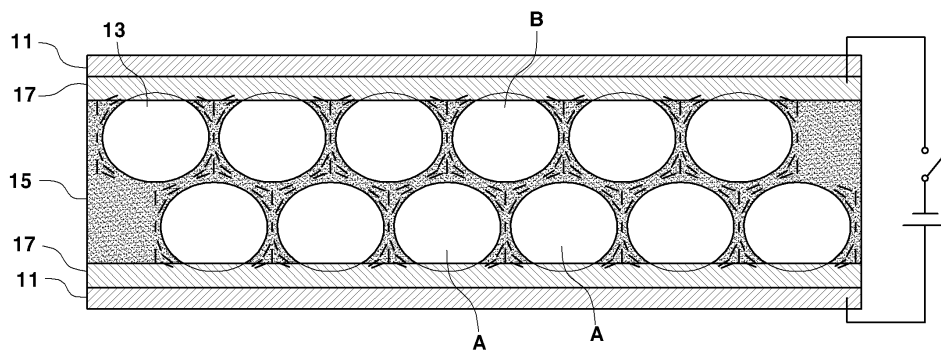
도면1



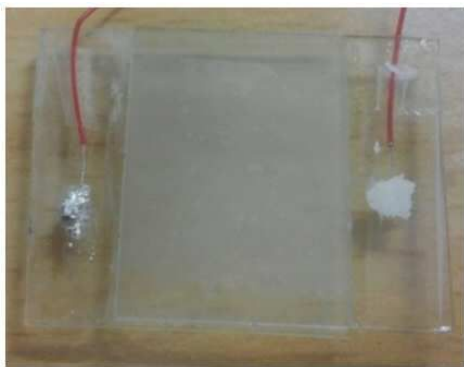
도면2



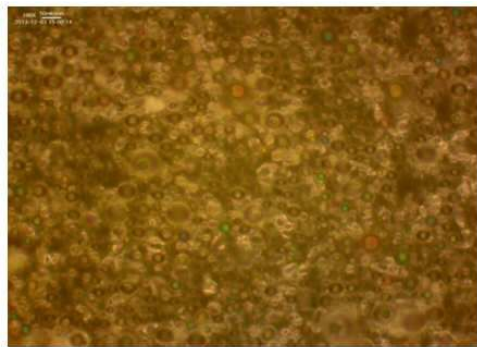
도면3



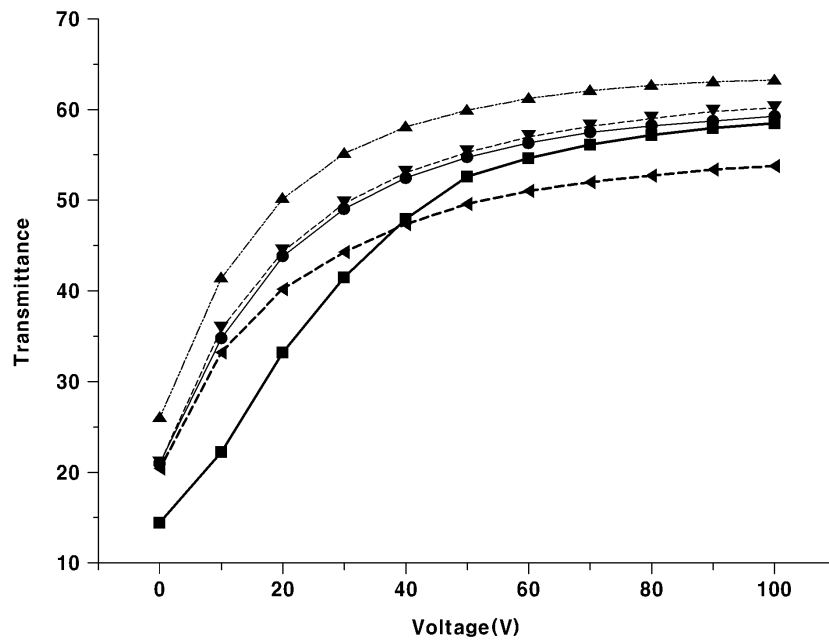
도면4



도면5



도면6



도면7

