



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월19일
(11) 등록번호 10-2279240
(24) 등록일자 2021년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 30/00 (2020.01) G02F 1/17 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2014-0148445
(22) 출원일자 2014년10월29일
심사청구일자 2019년10월21일
(65) 공개번호 10-2016-0050397
(43) 공개일자 2016년05월11일
(56) 선행기술조사문헌
US08199409 B2*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
최칠성
경기도 수원시 장안구 정자로41번길 12, 751동
1003호 (천천동, 비단마을 신명아파트)
장우혁
서울특별시 서초구 서초대로 385, 7동 102호 (서
초동, 진흥아파트)
정택동
경기도 과천시 별양로 111, 507동 1108호 (별
양동, 주공아파트)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 16 항

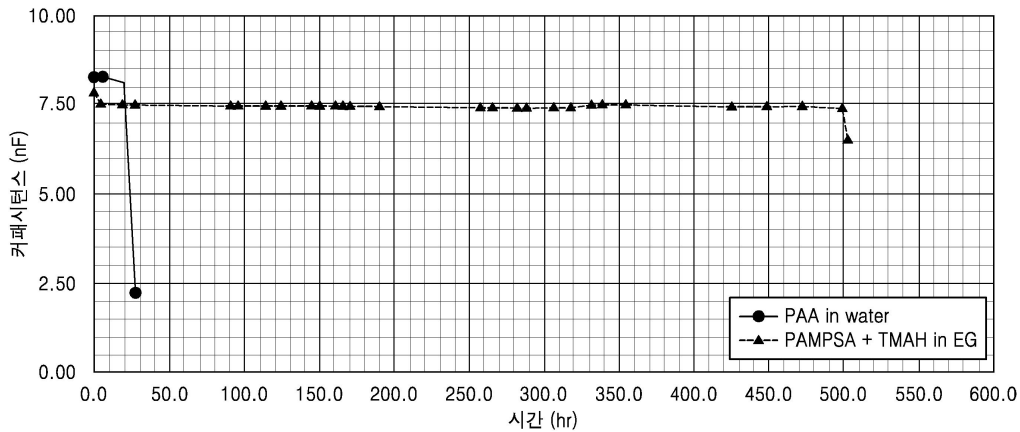
심사관 : 김병찬

(54) 발명의 명칭 전기습윤 소자용 유체 및 이를 포함한 전기습윤 소자

(57) 요약

분극성 액체인 제1 유체; 및 상기 제1 유체와 계면에 의하여 분리되는 무극성 용액인 제2 유체;를 포함하며, 상기 제1 유체는 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산, 극성용매 및 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물을 포함하는 전기습윤소자용 유체 및 이를 포함한 전기습윤 소자를 제시한다.

대표도



(56) 선행기술조사문헌

US08717663 B2*

US08854739 B2*

US20100172999 A1*

KR1020120093260 A

US20100220380 A1

US20120092753 A1

KR1020120089258 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

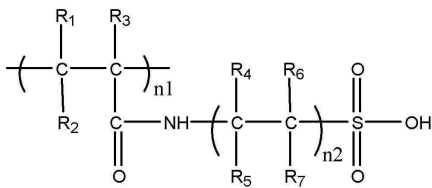
명세서

청구범위

청구항 1

분극성 액체인 제1 유체; 및 상기 제1 유체와 계면에 의하여 분리되는 무극성 용액인 제2 유체;를 포함하며, 상기 제1 유체는 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산, 극성용매 및 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물을 포함하며, 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물, 폴리비닐포스폰산 (polyvinylphosphonic acid), 폴리메타크릴산(PMA), 및 폴리스티렌술폰산(PSSA)으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상인 전기습윤소자용 유체:

[화학식 1]



상기 화학식 1 중, R₁ 내지 R₇은 수소 원자, 비치환된 또는 치환된 C1-C20 알킬기, 비치환된 또는 치환된 C6-C20 아릴기이고,

n₁은 1 내지 1000이고, n₂는 1 내지 4이다.

청구항 2

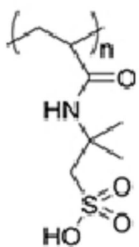
삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

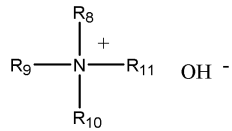
상기 화학식 1로 표시되는 화합물이 하기 화학식 1a로 표시되는 폴리 2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산, 하기 화학식 1b로 표시되는 화합물 및 하기 화학식 1c로 표시되는 화합물 중에서 선택된 하나 이상인 전기습윤소자용 유체:

[화학식 1a]



상기 화학식 1a 중, n은 1 내지 1,000이고,

[화학식 2]



상기 화학식 2 중, R₈-R₁₁ 중에서 선택된 하나 이상은 비치환된 또는 치환된 C1-C20 알킬기, 또는 비치환된 또는 치환된 C6-C20 아릴기이고, 그 나머지의 R₈-R₁₁은 수소, 비치환된 또는 치환된 C1-C20 알킬기, 또는 비치환된 또는 치환된 C6-C20 아릴기이다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물이 테트라메틸암모늄 하이드록사이드, 테트라에틸암모늄 하이드록사이드, 콜린 하이드록사이드, 테트라부틸암모늄 하이드록사이드, 테트라부틸암모늄 하이드록사이드 30-하이드레이트, 디에틸디메틸암모늄 하이드록사이드, 에틸트리메틸 암모늄 하이드록사이드, 트리메틸페닐암모늄 하이드록사이드 중에서 선택된 하나 이상인 전기습윤소자용 유체.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량은 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산 1몰을 기준으로 하여 1 내지 1.5몰인 전기습윤소자용 유체.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 극성용매는 다가알콜, 카보네이트계 용매, 감마-부티롤락톤(GBL), 디메틸포름아미드(DMF), N-메틸피롤리돈(NMP), 또는 이들의 혼합물을 포함하는 전기습윤소자용 유체.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 다가알콜이 에틸렌 글리콜, 1,2-프로필렌 글리콜, 1,3-프로필렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 트리에틸렌글리콜, 1,2,3-프로판트리올 또는 그 혼합물을 포함하는 전기습윤 소자용 유체.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 극성용매의 함량이 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산 100 중량부를 기준으로 하여 100 내지 100,000 중량부인 전기습윤소자용 유체.

청구항 10

제1항에 있어서,

비이온성 계면활성제가 더 포함되는 전기습윤소자용 유체.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 제2 유체는 오일을 포함하는 전기습윤 소자용 유체.

청구항 12

제1 항에 있어서,

상기 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산의 함량은 상기 제1 유체의 총중량 100 중량부를 기준으로 하여 0.0001 내지 20 중량부인 전기습윤 소자용 유체.

청구항 13

제1 항에 있어서,

상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량은 상기 제1 유체의 총중량 100 중량부를 기준으로 하여 0.0001 내지 20 중량부인 전기습윤 소자용 유체.

청구항 14

제1 항에 있어서,

상기 제1 유체의 전기 전도도는 10-10,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 범위를 갖는 전기습윤 소자용 유체.

청구항 15

제1 항에 있어서,

상기 제1 유체의 어는점은 -5°C 내지 -100°C 의 범위를 갖는 전기습윤 소자용 유체.

청구항 16

제1 항에 있어서,

상기 제1 유체 및 제2 유체의 광투과도는 90 내지 100%인 전기습윤소자용 유체.

청구항 17

서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극;

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 위의 유전체막;

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 개재되고, 상기 유전체막에 의하여 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극으로부터 분리되며, 제1항, 제3항 내지 제16항 중 어느 한 항의 전기습윤용 유체를 포함하는 전기습윤 소자.

발명의 설명

기술분야

[0001] 전기습윤 소자용 유체 및 이를 포함한 전기습윤 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 전기습윤 소자(electrowetting device)는 3차원 입체 영상을 구현하는데 필요한 능동 광학 소자(active optical element, AOE)에 사용될 수 있는 소자이다. 3차원 입체 영상을 구현하는데 있어서, 전기습윤 소자는 광원부에서 나온 빛의 진행 경로를 영상으로부터 적정 관측 거리에 위치한 관측자의 공간 영역으로 변화시켜 줄 수 있다.

[0003] 전기습윤 소자는 서로 섞이지 않는 두 층의 유체를 포함한다. 전기습윤 소자는 두 유체층에 걸리는 전위차의 변화에 의하여 유체층의 접촉각(contact angle)을 조절함으로써 빛의 진행 경로를 조절할 수 있다.

[0004] 전기습윤 소자에서는 유체층과 전극(유전체막)과의 경계면에서 상대적으로 높은 전위 기울기가 형성되어 유체층의 성분이 전극(유전체막)으로 확산됨으로써 전기습윤 소자의 신뢰성이 저하될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 일 측면은 전기습윤 소자용 유체를 제공하는 것이다.

[0006] 다른 일 측면은 상기 전기습윤 소자용 유체를 포함하여 신뢰성이 향상된 전기습윤 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 측면에 따라

[0008] 분극성 액체인 제1 유체; 및 상기 제1 유체와 계면에 의하여 분리되는 무극성 용액인 제2 유체;를 포함하며,

[0009] 상기 제1 유체는 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산, 극성용매 및 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물을 포함하는 전기습윤소자용 유체를 제공한다.

[0010] 다른 일 측면에 따라 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극; 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 위의 유전체막; 및 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 개재되고, 상기 유전체막에 의하여 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극으로부터 분리되며 상술한 전기습윤용 유체를 포함하는 전기습윤 소자를 제공한다.

발명의 효과

[0011] 일구현예에 따른 전기습윤소자용 유체를 이용하면, 유체층의 성분이 전극(유전체막)에 확산되어 전극(유전체막)의 침투 파괴를 막을 수 있다. 그 결과 안정성 및 지속성이 개선된 전기습윤소자를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 일구현예에 따른 전기습윤 소자의 하나의 전기습윤 프리즘셀의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 2a는 일구현예에 따른 프리즘셀(100)의 배열을 개략적으로 나타내는 개념도이다.

도 2b는 다른 일 구현예에 따른 프리즘셀(100)의 배열을 개략적으로 나타내는 개념도이다.

도 3은 유전체막의 예시적인 다중층 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 4는 상술한 전기습윤 프리즘 소자를 포함하는 일 실시예에 따른 다시점 3차원 영상 디스플레이 장치의 구조를 개략적으로 나타내는 개념도이다.

도 5a 내지 도 5c는 도 4에 도시된 다시점 3차원 영상 디스플레이 장치의 전기습윤 프리즘 소자의 하나의 프리즘셀의 동작을 예시적으로 보이는 개념도이다.

도 6은 실시예 2-5에 따라 제조된 분극성 액체의 어는점을 측정 결과를 나타낸 것이다.

도 7은 실시예 1의 분극성 액체에 대한 전기전도도를 나타낸 것이다.

도 8은 실시예 7 및 비교예 2에 따라 제조된 분극성 액체에 대한 전기전도도를 나타낸 것이다.

도 9는 실시예 1, 7-9에 따라 제조된 분극성 액체에 대한 전기전도도를 나타낸 것이다.

도 10은 실시예 1 및 비교예 1에 따라 제조된 분극성 액체를 이용하여 제조된 셀의 고온 신뢰성 평가 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하에서 일구현예에 따른 전기습윤소자용 유체 및 이를 포함하는 전기습윤소자에 대하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0014] 일 구현예에 따른 전기습윤용 유체는 분극성 액체인 제1 유체와 무극성 용액인 제2 유체를 포함한다. 상기 제1 유체와 상기 제2 유체는 서로 계면에 의하여 분리된다.

[0015] 본 명세서에서 용어 "분극성 액체"는 유체에 전도성 특성을 부여할 수 있는 물질을 말한다.

[0016] 상기 제1 유체는 산 해리 상수(pKa)가 4 이하의 수소를 갖는 유기산, 극성용매 및 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물을 포함한다.

[0017] 광학 소자에 사용되는 전기습윤 소자는 유체층과 전극(유전체막)과의 경계면에서 유체층을 구성하는 성분(예: 수소 이온, 칼륨 이온과 무기 이온, 폴리아크릴아세테이트(PAA) 음이온 등)이 전극(유전체막)에 확산되어 전극(유전체막)의 침투 파괴를 유발하여 전기습윤소자의 장기적인 안정성이 저하될 수 있다. 여기에서 유체층을 구

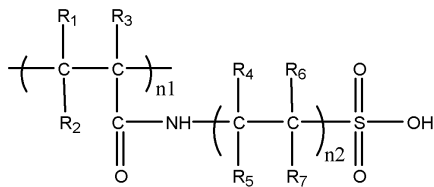
성하는 성분이 전극(유전체막)에 확산되기가 용이한 이유는 유체층을 구성하는 성분의 양이온(예: 수소 이온, 칼륨 이온 등) 및/또는 음이온(예: 폴리아크릴아세테이트(PAA) 음이온 등)의 크기가 작기 때문이다.

[0018] 이에 본 발명자들은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산, 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물 및 극성 용매를 포함한 분극성 유체를 이용하여 양이온과 음이온의 사이즈(size)를 증가시켜 유체층의 성분(양이온 또는 음이온)이 전극(유전체막)의 침투 파괴를 유발하는 것을 차단함으로써 장기적인 안정성이 향상된 전기습윤소자를 제조할 수 있게 된다. 그리고 상술한 분극성 유체는 pKa가 4 이하로 작아 수소 이온 해리가 매우 용이하여 유체의 전기전도도가 향상될 수 있을 뿐만 아니라 가시광 영역에서 흡수가 거의 없는 장점을 갖고 있어 빛을 거의 손실 없이 통과시킬 수 있도록 높은 투과도를 갖는다. 그리고 물을 함유하는 종래의 분극성 유체를 사용한 경우와 비교하여 기관의 부식이 억제되고 어는점이 낮추어져 전기 습윤 소자의 작동 온도 범위가 증가될 수 있다. 따라서 신뢰성이 향상된 전기습윤소자를 제조할 수 있다.

[0019] 산 해리 상수는 예를 들어 0.5 내지 3일 수 있다.

[0020] 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산은 예를 들어 하기 화학식 1로 표시되는 화합물, 폴리비닐포스포산(polyvinylphosphonic acid), 폴리메타크릴산(PMA) 및 폴리스티렌술폰산(PSSA)으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이다.

[0021] [화학식 1]



[0022]

[0023] 상기 화학식 1 중, R₁ 내지 R₇은 수소 원자, 비치환된 또는 치환된 C1-C20 알킬기, 비치환된 또는 치환된 C6-C20 아릴기이고,

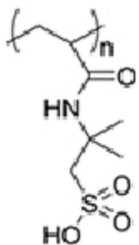
[0024] n₁은 1 내지 1,000이고, n₂는 1 내지 4이다.

[0025] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물의 PDI(Poly dispersity index)는 중량평균분자량(Mw)/수평균분자량(Mn)로서 2 이하 예를 들어 1 내지 100이다.

[0026] R₁ 내지 R₇은 예를 들어 수소 원자, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기 등일 수 있다.

[0027] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 예를 들어 하기 화학식 1a로 표시되는 폴리 2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산(PAMPSA), 하기 화학식 1b로 표시되는 화합물 또는 하기 화학식 1c로 표시되는 화합물 중에서 선택될 수 있다.

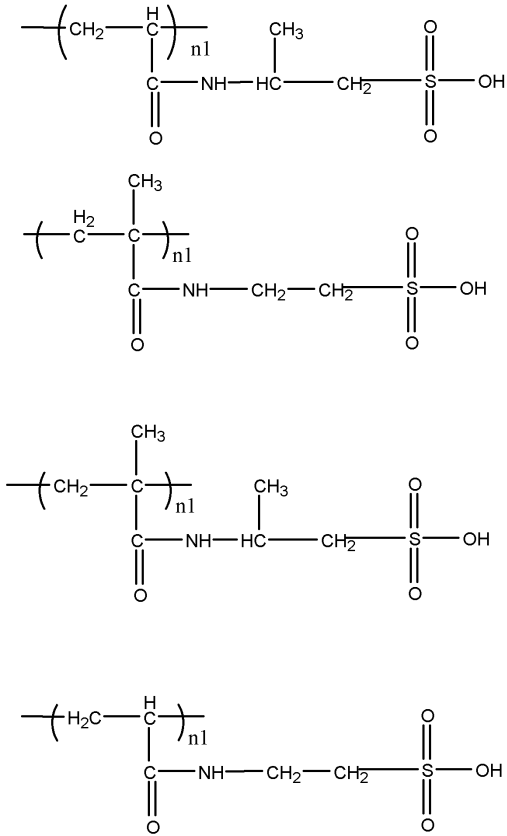
[0028] [화학식 1a]



[0029]

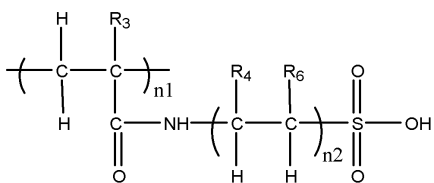
[0030] 상기 화학식 1a 중, n은 1 내지 1,000, 예를 들어 1 내지 10이다.

[0031] [화학식 1b]



[0032]
 [0033] 상기 화학식 1b 중, n1은 1 내지 1,000, 예를 들어 1 내지 10이다.

[0034] [화학식 1c]

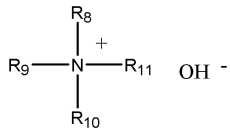


[0035]
 [0036] 상기 화학식 1c 중, n1은 1 내지 1000, 예를 들면 10 내지 100이다.
 [0037] n2는 1 내지 4이고,
 [0038] R3, R4 및 R6은 서로 독립적으로 H, CH3, 또는 C2H5일 수 있다.

[0039] PAMPSA의 pKa는 약 1이고, 폴리비닐포스폰산(polyvinylphosphonic acid)은 pKa가 2인 수소와 pKa가 8인 수소를 갖고 있다.

[0040] 상술한 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물은 예를 들어 하기 화학식 2로 표시되는 화합물일 수 있다.

[0041] [화학식 2]

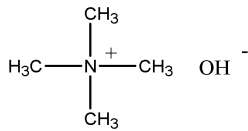


[0042]

[0043] 상기 화학식 2 중, R₈-R₁₁ 중에서 선택된 하나 이상은 비치환된 또는 치환된 C1-C20 알킬기, 또는 비치환된 또는 치환된 C6-C20 아릴기이고, 그 나머지의 R₈-R₁₁은 수소, 비치환된 또는 치환된 C1-C20 알킬기, 또는 비치환된 또는 치환된 C6-C20 아릴기이다.

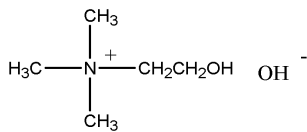
[0044] 상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물이 하기 화학식 2a로 표시되는 테트라메틸암모늄 하이드록사이드, 테트라에틸암모늄 하이드록사이드, 하기 화학식 2b로 표시되는 콜린 하이드록사이드, 하기 화학식 2c로 표시되는 테트라부틸암모늄 하이드록사이드, 하기 화학식 2d로 표시되는 테트라부틸암모늄 하이드록사이드 30-하이드레이트, 디에틸디메틸암모늄 하이드록사이드, 에틸트리메틸 암모늄 하이드록사이드, 트리메틸페닐암모늄 하이드록사이드 중에서 선택된 하나 이상일 수 있다.

[0045] [화학식 2a]



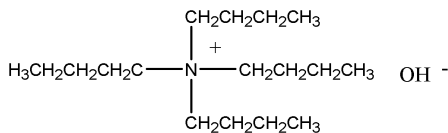
[0046]

[0047] [화학식 2b]



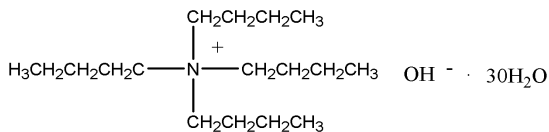
[0048]

[0049] [화학식 2c]



[0050]

[0051] [화학식 2d]



[0052]

[0053] 본 명세서의 화학식에서 “알킬”은 완전 포화된 분지형 또는 비분지형 (또는 직쇄 또는 선형) 탄화수소를 말한다.

[0054] “알킬”의 비제한적인 예로는 메틸, 에틸, n-프로필, 이소프로필, n-부틸, 이소부틸, sec-부틸, n-펜틸, 이소펜틸, 네오펜틸, iso-아밀, n-헥실, 3-메틸헥실, 2,2-디메틸펜틸, 2,3-디메틸펜틸, n-헵틸 등을 들 수 있다.

[0055] “아릴”은 방향족 고리가 하나 이상의 탄소고리고리에 융합된 그룹도 포함한다. “아릴”의 비제한적인 예로서, 페닐, 나프틸, 테트라히드로나프틸 등이 있다.

[0056] 또한 “아릴” 기중 하나 이상의 수소 원자는 상술한 알킬기의 경우와 마찬가지로 치환기로 치환가능하다.

[0057] 치환된 C1-C20 알킬기 및 치환된 C6-C20 아릴기는 치환기로서 할로젠 원자, 할로젠 원자로 치환된 C1-C20의 알킬기(예: CCF₃, CHCF₂, CH₂F, CCl₃ 등), C1-C20의 알콕시, C2-C20의 알콕시알킬, 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카복실기나 그의 염, 술폰닐기, 설파모일(sulfamoyl)기, 술폰산기나 그의 염, 인산이나 그의 염, 또는 C1-C20의 알킬기, C2-C20 알케닐기, C2-C20 알키닐기, C1-C20의 헤

테로알킬기, C6-C20의 아릴기, C6-C20의 아릴알킬기, C6-C20의 헤테로아릴기, C7-C20의 헤테로아릴알킬기, C6-C20의 헤테로아릴옥시기, C6-C20의 헤테로아릴옥시알킬기 또는 C6-C20의 헤테로아릴알킬기를 가질 수 있다.

[0058] 상기 극성용매로는 다가알콜, 카보네이트계 용매, 감마부티로락톤, 디메틸포르마미드, N-메틸피롤리돈, 아미드, 폴리피롤, 용융염, 이들의 혼합물 또는 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.

[0059] 상기 다가알콜은 에틸렌 글리콜, 1,2-프로필렌 글리콜, 1,3-프로필렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜, 트리에틸렌글리콜, 1,2,3-프로판트리올(글리세롤) 또는 그 혼합물이다.

[0060] 상기 카보네이트계 용매의 예로는 프로필렌 카보네이트, 디에틸 카보네이트 디메틸 카보네이트 등이 있다.

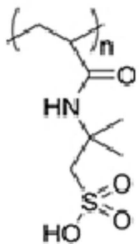
[0061] 상기 극성 용매는 물보다 어는점이 낮을 수 있다. 예를 들면, 상기 극성 용매는 -5℃ 내지 -100℃ 범위의 어는 점을 가질 수 있다. 유체가 고화되면 전기 습윤 소자를 작동할 수 없으므로, 전기 습윤 소자를 사용할 수 있는 온도 범위는 유체의 어는 점에 크게 의존한다. 상기 극성 용매의 어는점이 낮아져 이를 포함한 제1유체의 어는 점이 감소됨으로써 전기 습윤 소자를 작동할 수 있는 온도 범위가 증가될 수 있다.

[0062] 극성용매의 함량이 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산 100 중량부를 기준으로 하여 100 내지 100,000 중량부이다.

[0063] 극성 용매로서 i) 에틸렌 글리콜과 ii) 1,3-프로판디올과 디에틸렌글리콜, 프로필렌 글리콜, 글리세롤 중에서 선택된 하나 이상의 용매를 포함하는 혼합물을 사용할 수 있다. 여기에서 용매의 함량은 에틸렌 글리콜과 용매의 총함량 100 중량부를 기준으로 하여 5 내지 50 중량부이고, 예를 들어 5 내지 10 중량부이다. 이러한 극성 용매를 사용하면 상술한 다가알콜이 어는점 저하제 역할을 하여 저온에서도 구동이 가능한 장점이 있다. 따라서 일구현예에 따른 제1유체의 어는 점은 -30 내지 -60℃ 범위를 가질 수 있게 된다.

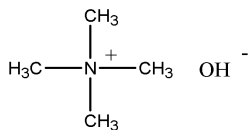
[0064] 일구현예에 따른 제1유체의 작용 원리를 보다 구체적인 예를 들어 설명하면 다음과 같다. 제1유체는 하기 화학식 1a로 표시되는 화합물과 하기 화학식 2a로 표시되는 화합물을 포함한다.

[0065] [화학식 1a]



[0066] 상기 화학식 1a 중, n은 1 내지 1,000, 예를 들어 1 내지 10이다

[0068] [화학식 2a]



[0070] 상기 화학식 2a로 표시되는 테트라메틸 암모늄 하이드록사이드에서 생성되는 하이드록사이드 이온(OH⁻)은 상기 화학식 1a로 표시되는 PAMPSA의 수소 이온(H⁺)과 결합하여 물을 생성한다. 이러한 반응으로 수소 이온(H⁺)의 발생을 최소화하여 수소 이온이 다른 부분으로의 확산으로 인한 전기습윤 소자의 누설 전류를 감소시킬 수 있다. 이 때 트리메틸암모늄 이온이 수소 이온(H⁺) 대신 전해질 역할을 할 수 있으므로, 제1 유체의 전기 전도도가 우수하게 유지될 수 있다. 또한, 상기 트리메틸암모늄 이온의 사이즈가 수소 이온(H⁺)의 사이즈 보다 훨씬 크므로, 트리메틸암모늄 이온의 확산으로 인한 누설 전류가 발생하지 않는다. 이와 동시에 음이온 사이즈도 종래의 음이온에 비하여 훨씬 커서 음이온의 확산으로 인한 유전막의 파괴를 지연시킬 수 있다.

[0071] pKa가 4 이하인 유기산의 함량은 제1 유체의 총중량 100 중량부를 기준으로 하여 0.0001 내지 20 중량부, 예를 들어 0.001 내지 10 중량부일 수 있다. 그리고 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량은 제1 유체의 총중량

100 중량부를 기준으로 하여 0.0001 내지 20 중량부, 예를 들어 0.001 내지 10 중량부일 수 있다. 유기산 및 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량이 상기 범위를 가질 때 우수한 전기 전도도를 유지할 수 있으며, 또한 제1 유체의 표면 장력에 영향을 주지 않을 수 있다.

[0072] 상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량은 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산 1몰을 기준으로 하여 1 내지 1.5몰, 예를 들어 1 내지 1.2몰 범위를 갖는다. 이와 같이 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량은 산 해리상수가 4 이하인 유기산과 당량적으로 사용되어 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 하이드록사이드 이온(OH⁻)과 수소 이온(H⁺)이 중화되어 물을 형성한다. 이와 같이 형성된 물의 양은 매우 작고 제올라이트를 이용하여 제거될 수 있다.

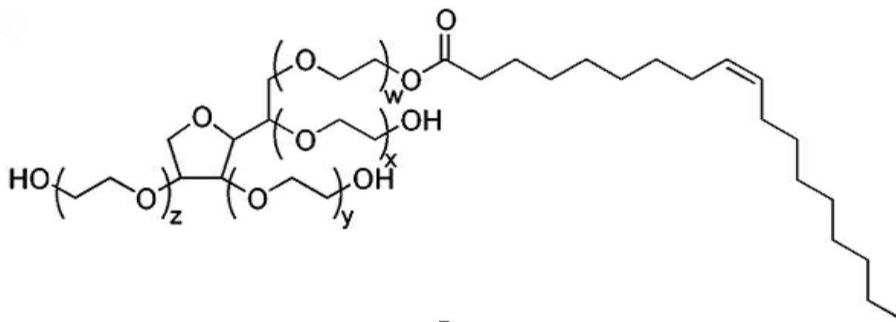
[0073] 상기 유기산 및 상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량의 변화에 따른 상기 제1 유체의 표면장력의 변화의 비율은 50-200% 사이일 수 있다. 즉, 어느 한 함량비의 제1 유체의 표면장력을 기준값으로 하였을 때, 상기 함량 범위에서 유기산과 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량이 변화하는 경우 표면장력의 변화 범위는 기준값에 대하여 50-200% 일 수 있다.

[0074] 상기 제1 유체는 10-10,000 μS/cm 범위의 전기 전도도를 가질 수 있다. 상기 제1 유체가 상기 범위의 전기 전도도를 가짐으로써 인가되는 전압에 대한 유체의 움직임 조절할 수 있다. 상기 제1 유체의 표면장력은 6-12 mN/m의 범위를 가질 수 있다. 한편, 제1 유체는 상기 유기산 및 상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량의 변화에 따른 표면장력의 변화의 비율이 작아서 제1 유체의 전기 전도도를 조절하기 위하여 조절할 수 있는 상기 유기산 및 상기 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물의 함량의 마진이 넓다.

[0075] 제1유체에는 비이온성 계면활성제가 더 포함될 수 있다. 이러한 비이온성 계면활성제를 더 포함하면 제1유체의 표면장력 및 점도를 적정범위로 제어할 수 있게 된다. 여기에서 비이온성 계면활성제의 함량은 산 해리 상수(pKa)가 4 이하인 유기산 1몰을 기준으로 하여 0.0001 내지 0.2몰이다.

[0076] 비이온성 계면활성제는 소르비탄 모노라우레이트, 소르비탄, 모노이소스테아레이트, 소르비탄 모노팔미테이트, 알코올 에톡실레이트, 알킬페놀 에톡실레이트, 하기 화학식 3으로 표시되는 화합물 중에서 선택된 하나 이상을 포함한다.

[0077] [화학식 3]



[0078] □

[0079] 상기 화학식 중 x, y, z, w는 각각 1 내지 10의 수이고, x+y+z+w=20이다.

[0080] 전기습윤 소자용 유체를 구성하는 무극성 액체인 제2유체로는 실리콘 오일과 같은 오일, 브로모나프탈렌(bromonaphthalene), 클로로나프탈렌(chloronaphthalene), 브로모 도데칸(bromododecane), 테트라데칸, 헥산, 헵탄, 옥탄, 노난, 데칸, 운데칸, 도데칸, 트리데칸, 펜타데칸, 데칼린 또는 이들의 혼합물을 들 수 있다. 상기 제2 유체는 비전도성이며, 0.001 μS/cm 미만, 예를 들어 0.00001 내지 0.001 μS/cm의 전기 전도도를 갖는다.

[0081] 한편, 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체는 서로 화학 반응을 하지 않아서 전기 습윤 소자의 안정성을 높일 수 있다. 또한, 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체는 구성 성분이 소자 내의 다른 부분으로 확산되지 않아서 소자의 안정성을 높일 수 있다.

[0082] 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체는 점도가 0 cP 초과 10 cP 이하의 범위를 가질 수 있다. 점도가 상기 범위를 가질 때 전기습윤소자의 신뢰성이 양호할 수 있다. 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체는 광투과율이 90-100% 일 수 있다. 광투과율이 상기 범위에 있을 때 광손실을 최소화하면서 광학적 소자에 이용될 수 있다.

[0083] 한편, 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 끓는점은 80℃ 보다 높을 수 있다. 끓는점이 상기 범위에 있을 때 상

기 제1 유체가 사용되는 소자의 안정성을 높일 수 있다. 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체는 절대값이 100V 이하인 전압이 인가되었을 때 전기적으로 안정성을 가질 수 있다.

- [0084] 상기 제1 유체와 제2 유체의 밀도의 비는 1:0.8 내지 1:1.2 의 범위일 수 있다. 밀도비가 상기 범위일 때 전기습윤소자의 특성이 양호할 수 있다. 상기 제1 유체와 상기 제2 유체는 0-170° 의 넓은 접촉각을 가질 수 있다. 예를 들어 상기 제1 유체와 상기 제2 유체 사이의 접촉각은 20-160° 범위에서 변화할 수 있다.
- [0085] 일구현예에 따른 전기습윤소자용 유체는 기체 크로마토그래피 질량분석기(GC MASS Spectrometer)/고성능 트리플 사중극 질량분석기(High Performance Triple Quadrupole Mass Spectrometer)등의 분석기기를 이용하여 유체에 포함된 구성성분 분석이 가능하다.
- [0086] 다른 측면에 따라 일구현예에 따른 전기습윤소자가 제공된다.
- [0087] 상기 전기습윤소자는 서로 대향하는 제1 전극 및 제2 전극; 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 위의 유전체막; 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 사이에 개재되고, 상기 유전체막에 의하여 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극으로부터 분리되며, 일구현예에 따른 전기습윤용 유체를 포함한다.
- [0088] 일구현예에 따른 전기습윤소자용 유체는 액체 렌즈, 마이크로펌프, 디스플레이 장치, 광학 장치 등에 적용 가능하다.
- [0089] 도 1은 일구현예에 따른 전기습윤 소자의 하나의 전기습윤 프리즘셀의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0090] 도 1을 참조하면, 전기습윤 프리즘셀(100)은 서로 대향하여 배치된 하부 기관(101) 및 상부 기관(111), 하부 기관(101) 위에 세워진 격벽(102), 상기 격벽(102)의 양쪽 측벽에 각각 배치된 제1 전극(103a) 및 제2 전극(103b), 상기 제1 및 제2 전극(103a, 103b)들을 완전히 덮도록 형성된 유전체막(104), 상기 유전체막(104)을 완전히 덮도록 형성된 소수성 코팅(105), 제1 및 제2 전극(103a, 103b)들에 각각 전기적으로 연결되도록 하부 기관(101)의 상부 표면에 배열된 제1 및 제2 배선(106a, 106b), 패시베이션층(107), 상부 기관(111)의 하부 표면에 배치된 공동 전극(110), 및 상기 격벽(102)에 의해 둘러싸인 공간 내에 배치된 무극성 액체(108)와 분극성 액체(109)를 포함할 수 있다. 여기에서 무극성 액체(108)와 분극성 액체(109)로서 일구현예에 따른 전기습윤 소자용 유체를 구성하는 무극성 액체 및 분극성 액체가 각각 이용된다.
- [0091] 하부 기관(101) 및 상부 기관(111)은 빛이 투과할 수 있는 투명한 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 하부 기관(101) 및 상부 기관(111)은 투명한 유리, 플라스틱 등의 물질로 이루어질 수 있다.
- [0092] 격벽(102)은 프리즘셀(100)을 구분하는 역할을 하며, 예를 들면, 포토 레지스트, 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 등을 패터닝하여 형성될 수 있다. 도 1의 단면도에는 2개의 격벽(102)이 배치된 것으로 도시되어 있으나, 실제로 격벽(102)은 내부에 다수의 작은 공간들이 형성되도록 메시(mesh) 형태로 구성된 하나의 구조물일 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 전극(103a)과 제2 전극(103b)은 격벽(102)에 의해 형성되는 공간을 사이에 두고 서로 대향하도록 배치될 수 있다.
- [0093] 제1 전극(103a)과 제2 전극(103b)은 투명한 전도성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어 제1 전극(103a)과 제2 전극(103b)은 ITO, ZnO:Al, ZnO:Ga, SnO₂:F 등과 같은 전도성 금속 산화물, 전도성 고분자, 탄소 나노 튜브(CNT: Carbon Nanotube)등의 투명 도전성 물질로 구성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0094] 도 2a는 일구현예에 따른 프리즘셀(100)의 배열을 개략적으로 나타내는 개념도이다.
- [0095] 도 2a를 참조하면, 프리즘셀(100)의 배열에 따라 격벽(102)은 마름모 형태를 갖는 다수의 공간을 형성하도록 메시 형태를 가질 수 있으며, 각각의 공간마다 2개의 전극(103a, 103b)들이 각각 배치될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(103a)은 격벽(102)의 좌측에 있는 인접한 두 측벽에 걸쳐 배치되며, 제2 전극(103b)은 제1 전극(103a)과 대향하도록 격벽(102)의 우측에 있는 나머지 두 인접한 측벽에 걸쳐 배치될 수 있다. 이에 따라, 제1 전극(103a)의 중심부는 예를 들어 “<” 모양으로 절곡될 수 있으며, 제2 전극(103b)의 중심부는 그와 반전된 형태인 “>” 모양으로 절곡될 수 있다.
- [0096] 한편, 프리즘셀(100)의 평면 형태는 마름모꼴 이외에도 직사각형 등 다양한 형태를 가질 수 있으며, 이때 제1 및 제2 전극(103a, 103b)이 절곡되지 않고 분리될 수도 있다. 도 2b는 다른 일구현예에 따른 프리즘셀(100)의 배열을 개략적으로 나타내는 개념도이다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 격벽(102)은 사각형 모양의 다수의 공간들을 형성하도록 메시 형태를 가질 수 있으며, 각각의 공간마다 4개의 전극(103a~103d)들이 각각 배치될 수 있

다. 즉, 제1 전극(103a)과 제2 전극(103b)이 서로 대향하도록 제1 방향을 따라 격벽(102)에 배치되고, 제3 전극(103c)과 제4 전극(103d)이 서로 대향하도록 제1 방향에 수직한 제2 방향을 따라 격벽(102)에 각각 배치될 수 있다.

[0097] 제1 및 제2 전극(103a, 103b)들을 덮도록 형성된 유전체막(104)은 제1 및 제2 전극(103a, 103b)과 공간 내의 액체(108, 109)들을 전기적으로 절연시키는 역할을 한다. 유전체막(104)은 실리콘산화물, 실리콘질화물, 알루미늄, 또는 페릴렌 (perylene) 등으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 유전체막(104)은 제1 및 제2 전극(103a, 103b)들을 완전히 덮으면서 공간 내의 바닥까지 연장되도록 형성될 수 있다. 또한, 유전체막(104)의 표면을 따라 형성된 소수성 코팅(105)은 분극성 액체(109)가 무극성 액체(108)와의 계면에서 소정의 접촉각을 용이하게 형성하도록 할 수 있다. 소수성 코팅(105)은 예를 들어, 폴리테트라플루오로에틸렌 ((Poly(tetrafluoroethylene)), 폴리트리플루오로에틸렌(Poly(trifluoroethylene)), 또는 폴리디플루오로에틸렌 (poly(difluoroethylene))일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 소수성 코팅(105)도 역시 유전체막(104)을 완전히 덮으면서 공간 내의 바닥까지 연장되도록 형성될 수 있다.

[0098] 액체(108, 109)들의 요동에 의한 압력에 견딜 수 있고 액체(108, 109)들과의 화학적 작용을 방지하기 위하여, 유전체막(104)은 다수의 서로 다른 재료들로 각각 형성된 다중층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 도 3의 단면도는 유전체막(104)의 예시적인 다중층 구조를 개략적으로 나타내고 있다. 도 3을 참조하면, 상기 유전체막(104)은 전극(103a, 103b)과 가까운 순서를 따라, 예컨대 CYTOP와 같은 비정질 불소고분자(amorphous fluoropolymer)로 이루어진 제1 층(104a), HfO₂으로 이루어진 제2 층(104b), 및 Mo으로 이루어진 제3 층(104c)을 포함할 수 있다. 여기서, 제1 층(104a)의 두께(d1)은 약 100Å, 제2 층(104b)의 두께(d2)는 약 2000Å, 제3 층(104c)의 두께(d3)는 약 2000Å일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0099] 격벽(102)에 의해 형성된 공간 내에 배치된 전기습윤용 유체는 구현예들에 의한 전기습윤용 유체일 수 있다. 전기습윤용 유체는 앞에서 설명한 바와 같이 무극성 액체(108)와 분극성 액체(109)를 포함한다.

[0100] 무극성 액체(108)와 분극성 액체(109)는 빛을 거의 손실 없이 통과시킬 수 있도록 높은 투과도를 가지며, 그들의 계면에서 빛이 굴절될 수 있도록 서로 다른 굴절률을 가질 수 있다. 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 무극성 액체(108)가 공간 내에서 아래쪽에 배치되도록, 무극성 액체(108)의 밀도가 분극성 액체(109)의 밀도보다 높을 수 있다.

[0101] 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 격벽(102)에 의해 형성된 공간 내에서 아래쪽에 있는 무극성 액체(108)는 각각의 전기습윤 프리즘셀(100)마다 각각 별도로 배치될 수 있는 반면, 공간의 위쪽에 배치된 분극성 액체(109)는 전기습윤 프리즘 소자 내의 전체 전기습윤 프리즘셀(100)들에 걸쳐 하나로 연장되어 배치될 수 있다. 이를 위해, 상부 투명 기관(111)의 하부 표면과 격벽(102)의 상부 표면 사이에는 소정의 간격이 존재할 수 있다.

[0102] 한편, 상기 배선(106a, 106b)들이 전극(103a, 103b)들에만 접촉할 수 있도록 배선(106a, 106b) 위에는 패시베이션층(107)이 형성될 수 있다. 패시베이션층(107)은 전극(103a, 103b)과 연결되는 부분을 제외하고는 배선(106a, 106b)을 덮도록 형성될 수 있다. 이 경우, 격벽(102), 전극(103a, 103b) 및 유전체막(104) 등은 상기 패시베이션층(107) 상에 형성될 수 있다.

[0103] 상술한 구조를 갖는 전기습윤 프리즘셀(100)에서, 분극성 액체(109)와 무극성 액체(108)의 계면과 격벽(102) 사이의 접촉각은 2개의 전극(103a, 103b)들에 각각 인가되는 전압에 의해 조절될 수 있다. 따라서, 전극(103a, 103b)들에 각각 인가되는 전압을 적절히 조절하면, 분극성 액체(109)와 무극성 액체(108)의 계면은 광축에 수직하거나 광축에 대해 기울어질 수 있다. 예를 들어, 격벽(102)의 좌측에서 계면이 120°의 접촉각을 형성하도록 제1 전극(103a)에 소정의 전압을 인가하고, 격벽(102)의 우측에서 계면이 60°의 접촉각을 형성하도록 제2 전극(103b)에 소정의 전압을 인가할 수 있다. 그러면 상기 분극성 액체(109)와 무극성 액체(108)의 계면은 도 1에 도시된 바와 같이, 광축(OX)에 대해 약 60°의 각도로 기울어질 수 있다. 이러한 원리에 따라 전기습윤 프리즘셀(100)은 입사광을 원하는 각도로 굴절시켜 입사광의 진행 방향을 변경할 수 있다.

[0104] 일구현예에 따른 전기습윤 프리즘 소자는, 도 2a에 도시된 바와 같이, 마름모꼴의 격자 형태로 2차원 배열된 다수 개의 상술한 전기습윤 프리즘셀(100)들을 포함할 수 있다. 이러한 전기습윤 프리즘 소자에서, 전기습윤 프리즘셀(100)들은 모두 일치하여 동작할 수도 있으며, 또는 각각 독립적으로 구동될 수도 있다. 즉, 모든 전기습윤 프리즘셀(100)들에서 계면의 경사각이 동일하게 동작할 수도 있으며, 개별 전기습윤 프리즘셀(100)마다 계면의 경사각이 각각 다르게 동작할 수도 있다. 전기습윤 프리즘 소자 내의 모든 전기습윤 프리즘셀(100)들을 일치하여 동작시키고자 하는 경우에는 배선(106a, 106b)들이 전극(103a, 103b)들과 직접적으로 연결될 수 있다.

예를 들어, 제1 배선(106a)은 제1 전극(103a)에 직접 연결될 수 있고, 제2 배선(106b)은 제2 전극(103b)에 직접 연결될 수 있다. 반면, 전기습윤 프리즘 소자 내의 전기습윤 프리즘셀(100)들을 각각 독립적으로 구동시키고자 하는 경우, 전기습윤 프리즘셀(100)마다 스위칭 소자가 배치될 수 있다.

- [0105] 이러한 전기습윤 소자를 3차원 영상 디스플레이 장치에 채용하면, 3차원 영상 디스플레이 장치의 휘도가 향상되고 전력소비를 줄일 수 있다.
- [0106] 도 4는 상술한 전기습윤소자를 포함하는 일구현예에 따른 다시점 3차원 영상 디스플레이 장치의 구조를 개략적으로 나타내는 개념도이다.
- [0107] 도 4를 참조하면, 일구현예에 따른 3차원 디스플레이 장치(10)는 영상을 생성하는 영상 생성부(20), 및 상기 영상 생성부(20)로부터의 광의 진행 경로를 변환하는 전기습윤 프리즘 소자(40)를 포함할 수 있다. 3차원 디스플레이 장치(10)는 또한, 영상 생성부(20)와 전기습윤 프리즘 소자(40) 사이에서 시점을 분리하는 3D 광학부(30)를 선택적으로 더 포함할 수 있다.
- [0108] 영상 생성부(20)는 광원(21), 및 상기 광원(21)으로부터의 광을 이용하여 영상을 형성하는 디스플레이 패널(22)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 디스플레이 패널(22)은 LCD(Liquid Crystal Display), DMD(Digital Micromirror Device), LCOS(Liquid Crystal On Silicon), 또는 SLM(Spatial Light Modulator)을 포함할 수 있다. 도 4에는 영상 생성부(20)가 별도의 광원(21)을 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 이는 단지 하나의 예일 뿐이며, 본 실시예는 이에 한정되지 않는다. 예컨대, 영상 생성부(20)는 별도의 광원이 필요 없는 유기 발광 소자(OLED)나 플라즈마 디스플레이 패널(PDP) 등과 같은 자체 발광형 디스플레이 패널을 포함할 수도 있다.
- [0109] 전기습윤 프리즘 소자(40)는 광의 진행 경로를 변경하여 영상의 시점(view point)을 다시점(multi-view point)(V1-V6)으로 만드는 역할을 한다. 예를 들어, 전기습윤 프리즘 소자(40)는 상술한 전기습윤 프리즘셀(100)들의 어레이로 구성될 수 있으며, 광이 굴절되는 각도를 전기적으로 조절하여 시분할 방식으로 복수 시점의 영상을 제공할 수 있다.
- [0110] 예를 들어, 도 5a에 도시된 바와 같이, 전기습윤 프리즘셀(100)에서 분극성 액체(109)와 무극성 액체(108)의 계면(120)이 기울어지지 않은 경우, 광(L)은 진행 경로의 변화 없이 그대로 전기습윤 프리즘셀(100)을 통과한다. 그리고 도 5b에 도시된 바와 같이, 전기습윤 프리즘셀(100)을 전기적으로 제어하여 계면(120)을 제1 각도로 기울이면, 광은 계면(120)에 의해 광축(OX)에 대해 (+ θ 1)의 각도만큼 굴절되어 전기습윤 프리즘셀(100)을 통과한다. 이와 다르게 도 5c에 도시된 바와 같이 전기습윤 프리즘셀(100)을 전기적으로 제어하여 계면(120)을 제2 각도로 기울이면, 광은 계면(120)에 의해 광축(OX)에 대해 (- θ 2)의 각도만큼 굴절되어 전기습윤 프리즘셀(100)을 통과하게 된다.
- [0111] 영상 생성부(20)는 시간 순차적으로 각각 상이한 시점의 영상을 생성할 수 있으며, 전기습윤 프리즘 소자(40) 내의 다수의 전기습윤 프리즘셀(100)들은 상기 영상 생성부(20)에 동기되어 상이한 시점의 영상을 포함하는 광을 상이한 각도로 굴절시키도록 구동될 수 있다. 예를 들어, 영상 생성부(20)에서 제1 시점의 영상이 출력될 때, 전기습윤 프리즘셀(100)은 도 5a에 도시된 바와 같이 기울어지지 않은 상태가 되도록 구동될 수 있다. 또한, 영상 생성부(20)에서 제2 시점 영상이 출력될 때, 전기습윤 프리즘셀(100)은 도 5b에 도시된 바와 같이 제1 각도로 기울어질 수 있다. 그리고 영상 생성부(20)에서 제3 시점 영상이 출력될 때, 전기습윤 프리즘셀(100)은 도 5c에 도시된 바와 같이 제2 각도로 기울어질 수 있다. 전기습윤 프리즘셀(100)의 구동 속도, 굴절면의 기울기에 따라 더 많은 시점의 영상을 표시할 수 있다.
- [0112] 3D 광학부(30)는 예를 들어, 렌티큘러 렌즈 어레이, 마이크로렌즈 어레이, 또는 패럴랙스 배리어와 같이 시역(viewing zones)을 분리할 수 있는 광학소자일 수 있다. 이러한 3D 광학부(30)는 영상 생성부(20)에서 출력된 영상들이 복수 개의 시역에 분리되어 포커싱되도록 할 수 있다. 3D 광학부(30)에 의해 시역을 분리하는 기술은 이미 널리 공지되어 있으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 본 실시예에 따르면, 3D 광학부(30)와 전기습윤 프리즘 소자(40)에 의해 시점 수를 배가할 수 있다. 예를 들어, 3D 광학부(30)가 영상을 2시점으로 분리하고, 전기습윤 프리즘 소자(40)가 영상을 3시점으로 분리할 때, 총 6시점의 영상을 표시할 수 있다. 특히, 전기습윤 프리즘 소자(40)는 전기적 제어에 따라 계면의 각도를 다양하게 제어할 수 있기 때문에, 전기습윤 프리즘 소자(40)를 이용하여 시점 수를 크게 늘릴 수 있다. 더욱이, 전기습윤 프리즘 소자(40)는 영상 생성부(20)에서 생성된 영상의 광 경로를 변환시켜 시점을 변경하는 것이므로 해상도의 저하 없이 시점 수를 늘릴 수 있다. 따라서 본 실시예에 따른 3차원 디스플레이 장치(10)는 해상도 저하 없이 초다시점 3차원 영상을 구현할 수 있다.

[0113] 한편, 상기 영상 생성부(20)의 디스플레이 패널(22)은 영상을 표시하기 위한 다수의 컬러 서브 화소들을 갖는데, 전기습윤 프리즘 소자(40) 내의 다수의 전기습윤 프리즘셀(100)들이 디스플레이 패널(22) 내의 다수의 컬러 서브 화소들과 일대일로 대응하도록 디스플레이 패널(22)이 구성될 수 있다. 즉, 상술한 바와 같이, 전기습윤 프리즘셀(100)들이 마름모꼴의 격자 형태로 배열될 경우, 디스플레이 패널(22)의 컬러 서브 화소들도 마름모꼴의 격자 형태로 배열될 수 있다. 이와 달리 전기습윤 프리즘셀(100)들이 직사각형의 격자 형태로 배열될 경우, 디스플레이 패널(22)의 컬러 서브 화소들도 직사각형의 격자 형태로 배열될 수 있다.

[0114] 일구현예에 따른 전기습윤 소자 및 이를 이용하는 다시점 3차원 영상 디스플레이 장치에 대한 예시적인 예가 설명되고 첨부된 도면에 도시되었다. 그러나, 이러한 실시예는 단지 예시하기 위한 것이고 이를 제한하지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이고, 도시되고 설명된 설명에 국한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 이는 다양한 다른 변형이 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일어날 수 있기 때문이다.

[0115] 이하의 실시예 및 비교예를 통하여 더욱 상세하게 설명된다. 단, 실시예는 예시하기 위한 것으로서 이들만으로 한정되는 것이 아니다.

[0116] 실시예 1: 분극성 액체의 제조

[0117] 에틸렌 글리콜(EG)(시그마 알드리치)에 폴리 2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산(PAMPSA)(polysciences Inc. 중량평균분자량 약 7500) 및 테트라메틸암모늄 하이드록사이드(TMAH)(시그마 알드리치)을 혼합하여 분극성 액체를 제조하였다. 분극성 액체에서 에틸렌글리콜의 함량은 약 99.9 중량부이고, 폴리-2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산의 함량은 약 0.036 중량부였고, 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 함량은 약 0.064 중량부였다. 여기에서 폴리-2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산의 함량과 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 당량비는 1:1이었다.

[0118] 실시예 2: 분극성 액체의 제조

[0119] 에틸렌글리콜 99 중량부 대신 하기 표 1에 나타난 혼합비를 갖는 극성 용매 99 중량부를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.

표 1

구분	에틸렌글리콜의 함량(중량부)	1,3-프로판디올의 함량(중량부)
1	1	0
2	0.95	0.05
3	0.9	0.1
4	0.8	0.2
5	0.75	0.25
6	0.7	0.3
7	0.6	0.4
8	0.4	0.6
9	0.2	0.8
10	0	1

[0121] 실시예 3: 분극성 액체의 제조

[0122] 1,3-프로판디올 대신 디에틸렌 글리콜을 사용한 것을 제외하고는, 실시예 2와 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.

[0123] 실시예 4: 분극성 액체의 제조

[0124] 1,3-프로판디올 대신 프로피렌 글리콜을 사용한 것을 제외하고는, 실시예 2와 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.

[0125] 실시예 5: 분극성 액체의 제조

[0126] 1,3-프로판디올 대신 글리세롤을 사용한 것을 제외하고는, 실시예 2와 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.

[0127] 실시예 6: 분극성 액체의 제조

- [0128] 폴리비닐포스폰산(polyvinylphosphonic acid)(PVPA), 폴리메타크릴산(PMA) 및 폴리스티렌술폰산(PSSA)을 각각 에틸렌 글리콜 1kg에 용해하여 다양한 몰랄농도를 갖는 분극성 액체로서 분극성 액체의 농도가 각각 0.010970927m, 0.054854635m, 0.10970927m, 0.164563906m 및 0.219418541m인 분극성 액체를 제조하였다.
- [0129] 실시예 7-9: 분극성 액체의 제조
- [0130] 테트라메틸암모늄 하이드록사이드(TMAH) 대신 콜린 하이드록사이드(Choline), 테트라부틸암모늄 하이드록사이드(TBAH), 테트라부틸암모늄 하이드록사이드 30-수화물(30-hydrate)(TBAHh)를 각각 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.
- [0131] 실시예 10: 분극성 액체의 제조
- [0132] 분극성 액체 총중량 100 중량부를 기준으로 하여 PAMPSA의 함량이 약 0.05 중량부로 변화된 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.
- [0133] 실시예 10에 따라 얻은 분극성 액체에서 분극성 액체 총중량 100 중량부를 기준으로 하여, 에틸렌글리콜의 함량은 약 99.928 중량부이고, 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 함량은 약 0.022 중량부였다. 폴리-2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산(PAMPSA)의 함량과 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 당량비는 1:1이었다.
- [0134] 실시예 11: 분극성 액체의 제조
- [0135] 분극성 액체 총중량 100 중량부를 기준으로 하여 PAMPSA의 함량이 약 0.1 중량부로 변화된 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.
- [0136] 실시예 11에 따라 얻은 분극성 액체에서 분극성 액체 총중량 100 중량부를 기준으로 하여, 에틸렌글리콜의 함량은 약 99.856 중량부이고, 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 함량은 약 0.044 중량부였다. 폴리-2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산의 함량과 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 몰비는 1:1이었다.
- [0137] 실시예 12: 분극성 액체의 제조
- [0138] 분극성 액체 총중량 100 중량부를 기준으로 하여 PAMPSA의 함량이 약 0.2 중량부로 변화된 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법에 따라 실시하여 분극성 액체를 제조하였다.
- [0139] 실시예 12에 따라 얻은 분극성 액체에서 분극성 액체 총중량 100 중량부를 기준으로 하여, 에틸렌글리콜의 함량은 약 99.712 중량부이고, 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 함량은 약 0.05 중량부였다. 폴리-2-아크릴아미도-2-메틸-1-프로판술폰산의 함량과 테트라메틸암모늄 하이드록사이드의 몰비는 1:1이었다.
- [0140] 비교예 1: 분극성 액체의 제조
- [0141] 물에 폴리아크릴산을 1:1 중량비로 혼합하여 분극성 액체를 제조하였다.
- [0142] 비교예 2: 분극성 액체의 제조
- [0143] 에틸렌글리콜 99.99 중량부에 폴리아크릴산 0.01 중량부를 혼합하여 분극성 액체를 제조하였다.
- [0144] 비교예 3: 분극성 액체의 제조
- [0145] 에틸렌글리콜 99.15 중량부에 폴리아크릴산 0.85 중량부를 혼합하여 분극성 액체를 제조하였다.
- [0146] 평가예 1: 분극성 액체의 어는 점
- [0147] 실시예 2-5에서는 다가알콜의 조성을 변화시킨 예이다. 이러한 실시예 2-5에 따라 제조된 분극성 액체의 어는점을 측정하였다.
- [0148] 상기 어는점 측정 결과를 도 6에 나타내었다.
- [0149] 도 6을 참조하면, 탈이온수는 0℃ 이하에서 어는점을 가지는데 비해 상술한 극성용매는 Ethylene glycol과 다카알콜의 혼합비에 따라 어는 점이 -12℃~-65℃ 까지 낮출수 있다. 이와 같이 실시예 2-5의 분극성 액체를 이용하면, 물 없이 분극성 액체의 어는점을 내리는 장점이 있다.
- [0150] 평가예 2: 전기전도도
- [0151] 1) 실시예 1
- [0152] 실시예 1의 분극성 액체에 대한 전기전도도를 전도도미터(conductivity pro meter, TRANS instrument)를 이용

하여 측정하였다.

[0153] 전기 전도도 측정 결과를 도 7에 나타내었다. 도 7에서 PAMPSA(S)는 고체 상태의 PAMPSA의 전기 전도도를 나타낸 것이고, PAMPSA(실시예 1)은 실시예 1의 분극성 액체의 전기 전도도를 나타낸 것이다.

[0154] 도 7에 나타나 있듯이, 고체 상태의 PAMPSA 및 실시예 1에 따라 제조된 분극성 액체는 전기전도도가 우수하다는 것을 알 수 있었다.

[0155] 2) 실시예 6

[0156] 실시예 6에 따라 제조된 분극성 액체의 전기전도도를 전도도 미터(conductivity pro meter, TRANS instrument)를 이용하여 측정하였고, 그 결과는 도 8에 나타냈다.

[0157] 삭제

[0158] 도 8을 참조하여, PSSA는 PAMPSA에 비하여 전기전도도는 낮지만 저농도 구간에서 우수한 전기전도도 특성을 나타냈다. 이로부터 PSSA 및 PAMPSA는 모두 전해질로서 유용하다는 것을 알 수 있었다.

[0159] 3) 실시예 1, 7-9

[0160] 실시예 1, 7-9에 따라 제조된 분극성 액체의 전기전도도를 측정하였고,

[0161] 그 결과를 도 9에 나타냈다. 도 9에서 TMAH는 실시예 1, Choline은 실시예 7, TBAH는 실시예 8, TBAH는 실시예 9에 대한 것을 나타낸다.

[0162] 도 9를 참조하여, 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물에서 알킬사슬의 길이가 분극성 액체의 전도도에 미치는 영향을 조사한 결과, 그 영향은 크지 않다는 것을 알 수 있었다. 그러나 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물에서 알킬사슬의 길이가 길어지면 오일상으로 녹아 들 가능성이 높아질 수 있고, 상술한 바와 같이 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물에서 알킬사슬의 길이에 따른 전기전도도가 향상되는 것이 관찰되지 않으므로 4급 암모늄 하이드록사이드 화합물로서 테트라메틸암모늄 하이드록사이드를 사용하였다.

[0163] 4) 실시예 10-12 및 비교예 3

[0164] 실시예 10-12 및 비교예 3에 따라 제조된 분극성 액체의 전기전도도를

[0165] 측정하였고, 그 결과를 하기 표 2에 나타냈다.

표 2

	PAMPSA (중량부)	PAA (중량부)	전기전도도 ($\mu S/cm$)
실시예 10	0.05	-	330
실시예 11	0.1	-	770
실시예 12	0.2	-	1642
비교예 3	-	0.85	649.67

[0167] 상기 표 2를 참조하여, PAMPSA는 PAA에 비하여 소량 사용해도 전기전도도가 우수하다는 것을 알 수 있었다.

[0168] 삭제

[0169] 비교예 3의 분극성 액체 제조시 사용된 폴리아크릴산은 pKa가 높은 편이어서

[0170] 물에 녹아 있을 때 수소 이온을 내놓을 수 있는 작용기들이 수소 이온을 모두 해리시키지 않는다. 반면 실시예 10-12에 따른 분극성 액체는 PAA에 비하여 pKa가 작아 PAA에 비하여 작은 함량을 사용한다고 하더라도 높은 전기전도도 특성을 나타내었다. 이와 같이 실시예 10-12의 분극성 액체를 사용하면 비교예 3과 비교하여 수소 이온보다 크기가 큰 이온으로 바꾸어주는 효과로 인하여 전기전도도가 매우 개선되었다.

[0171] 5) 실시예 6

[0172] 실시예 6에 따라 얻은 분극성 액체의 전도도를 측정하였고 그 결과는 하기 표 3과 같다.

표 3

분극성액체의 농도(물랄농도, m)	전도도 (μS /cm)		
	PSSA	PMA	PVPA
0	2.3	2.3	2.3
0.010970927	47.5	321.0	41.4
0.054854635	304	-	186
0.10970927	896	-	344
0.164563906	1560	-	674
0.219418541	2720	-	1041

[0174] 평가예 3: 점도, 표면장력 및 가시광 흡수특성

[0175] 실시예 10-12 및 비교예 3에 따라 제조된 분극성 액체의 점도, 표면장력 및 가시광에 대한 광투과도를 하기 방법에 따라 측정하였다.

[0176] (1)점도

[0177] 점도계(DV-II PLUS Pro Viscometer)를 이용하여 측정하였다.

[0178] (2)표면장력

[0179] 분극성 액체의 표면 장력을 텐시오미터(tensiometer) 장치를 이용하여

[0180] 100초부터 1000초까지 100초 단위로 반복 측정하였고 그 평균치를 하기 표 4에 나타내었다.

[0181] (3)광투과도

[0182] UV-Vis 분광기(spectrometer)를 이용하여 가시광선 대역의 파장인 430-680nm의 광을 조사하여 광투과도를 조사하였다.

광투과도 측정 결과를 하기 표 4에 나타냈다.

표 4

구분	PAMPSA (중량부)	PAA (중량부)	표면장력 (dyne/cm)	점도(cP)	광투과도
실시예 10	0.05	-	70.1	4.39	0
실시예 11	0.1	-	58.1	6.77	0
실시예 12	0.2	-	56.3	10.13	0
비교예 3	-	0.85	55.7	0.96	-

[0184] 상기 표 4로부터 알 수 있듯이, 실시예 10-12에 따라 제조된 분극성 액체는 가시광을 흡수하지 않는 특성을 나타낸다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 실시예 10-12에 따라 제조된 분극성 액체는 비교예 3에 따라 제조된 분극성 액체와 비교하여 점도가 높아지고 표면장력은 거의 동일한 수준임을 알 수 있었다.

[0185] 실시예 10-12에 따른 분극성 액체에서 점도를 제어하는 것은 PAMSA의 중량평균분자량 등을 조절하여 적절한 범위로 조절할 수 있다.

[0186] 평가예 4: 고온 신뢰성

[0187] 실시예 1 및 비교예 1에 따라 제조된 분극성 액체를 이용하여 셀을 각각 9개씩 구성하였다. 셀은 유전체막이 코팅된 알루미늄 전극의 표면 위에 분극성 액체의 액적(drop)을 떨어뜨려 형성하였다.

[0188] 상기 전기습윤셀을 신뢰성 테스트기로 시간에 따른 커패시터(capacitor) 값을 평가하였다. 신뢰성 테스트기는 전압을 인가하는 부분과 시스템의 온도를 일정하게 유지시키는 장치로 나뉜다. 전압은 LCR미터를 사용하였고 온도 유지는 water bath를 이용하여 조절하였다. 수조(Water bath)는 수위를 일정하게 유지시키기 위해 높이 감지 센서를 부착하고 수위가 떨어지면 자동적으로 물을 공급할 수 있게 하였다. 여기에서 평가 방법은 상기 셀에 전압은 약 20V, 주파수는 약 1.5KHz의 교류전압을 인가하여 커패시턴스 변화를 살펴보았다.

[0189] 상기 측정 결과를 도 10에 나타내었다.

[0190] 도 10에서 안에 있는 관계식은 추쇄선으로서 커패시터(capacitor)값의 변화가 5% 이상 차이나는 경우 셀이 정상작동하지 않는다는 것을 나타낸다.

[0191] 도 10을 참조하여, 비교예 1에 따라 제조된 분극성 액체를 사용한 셀은 물로 인하여 다량의 H⁺ 이온의 발생하여 유전체막(절연막)이 아주 빨리 파손되어 셀의 셀의 평균 수명이 50시간 이하로서 매우 작다는 것을 알 수 있었다.

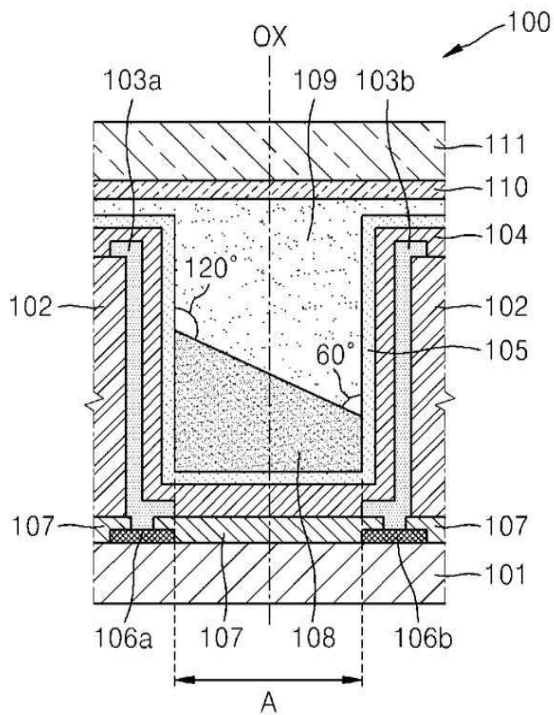
[0192] 이에 반하여 실시예 1에 따라 제조된 분극성 액체를 사용한 셀의 경우에는 60°C에서 약 508시간까지 셀의 안정성을 나타내었다. 이로부터 실시예 1에 따른 분극성 액체를 사용하면 비교예 1의 경우와 비교하여 고온 신뢰성이 개선된다는 것을 알 수 있었다.

부호의 설명

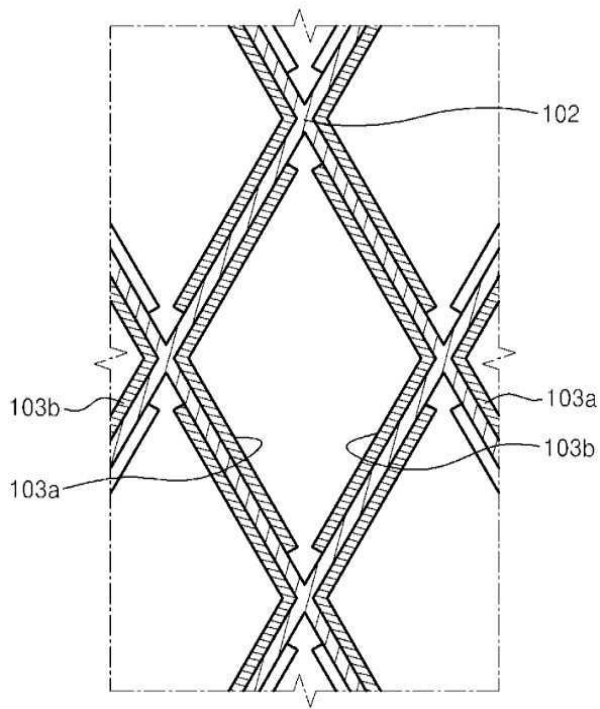
- | | | |
|--------|-------------|-------------|
| [0193] | 100: 프리즘셀 | 101: 하부 기판 |
| | 111: 상부 기판 | 102: 격벽 |
| | 103a: 제1 전극 | 103b: 제2 전극 |
| | 104: 유전체막 | 105: 소수성 코팅 |
| | 106a: 제1 배선 | 106b: 제2 배선 |
| | 107: 패시베이션층 | 108: 무극성 액체 |
| | 109: 분극성 액체 | 110: 공통 전극 |

도면

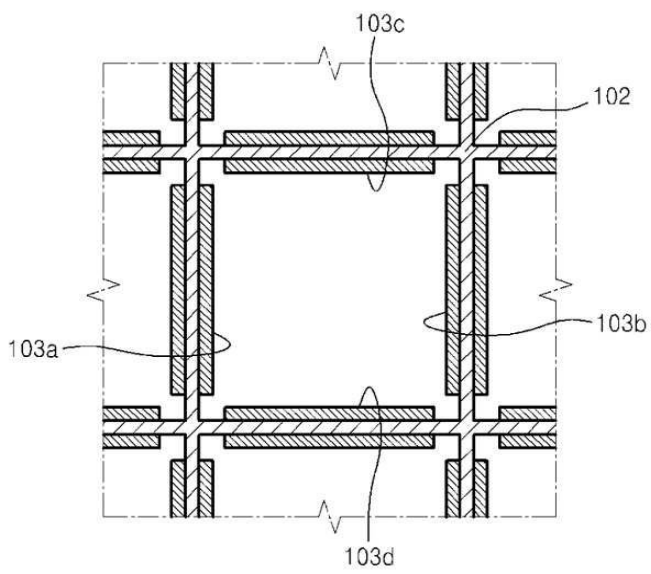
도면1



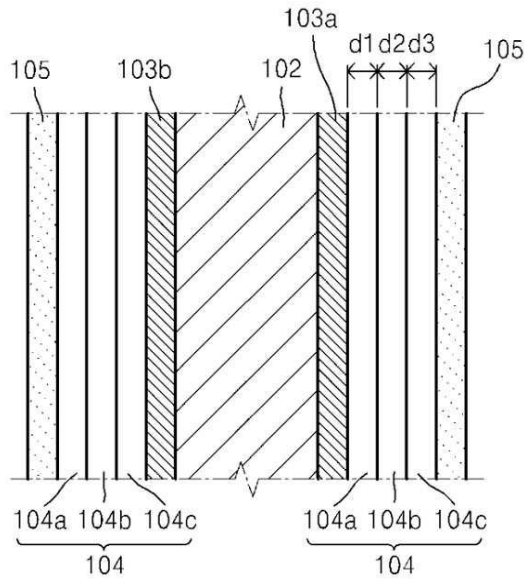
도면2a



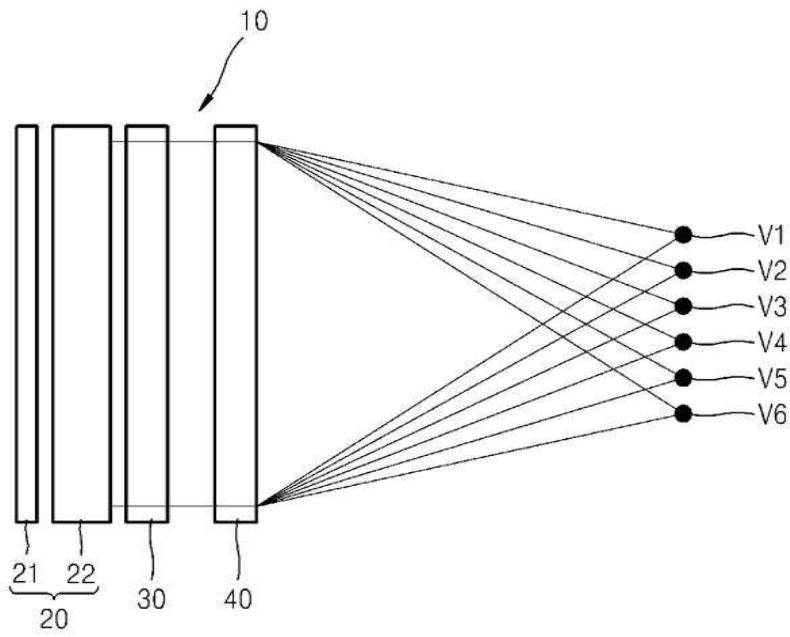
도면2b



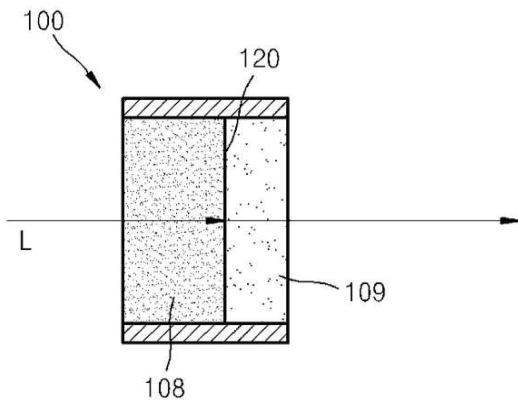
도면3



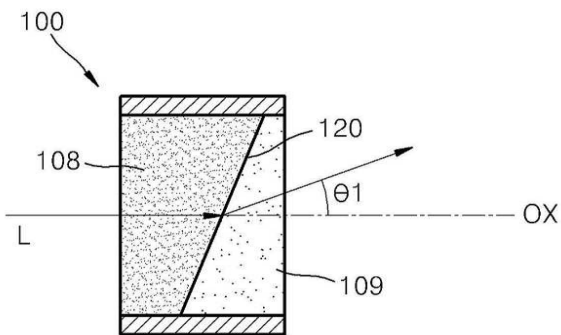
도면4



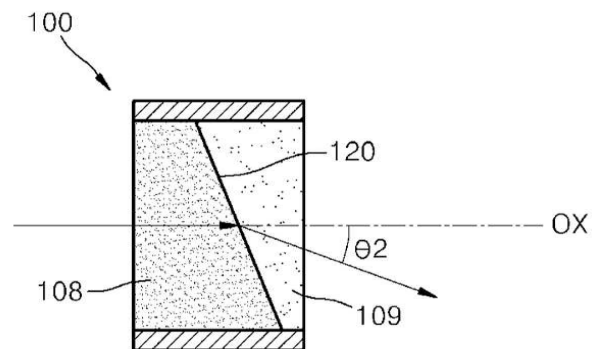
도면5a



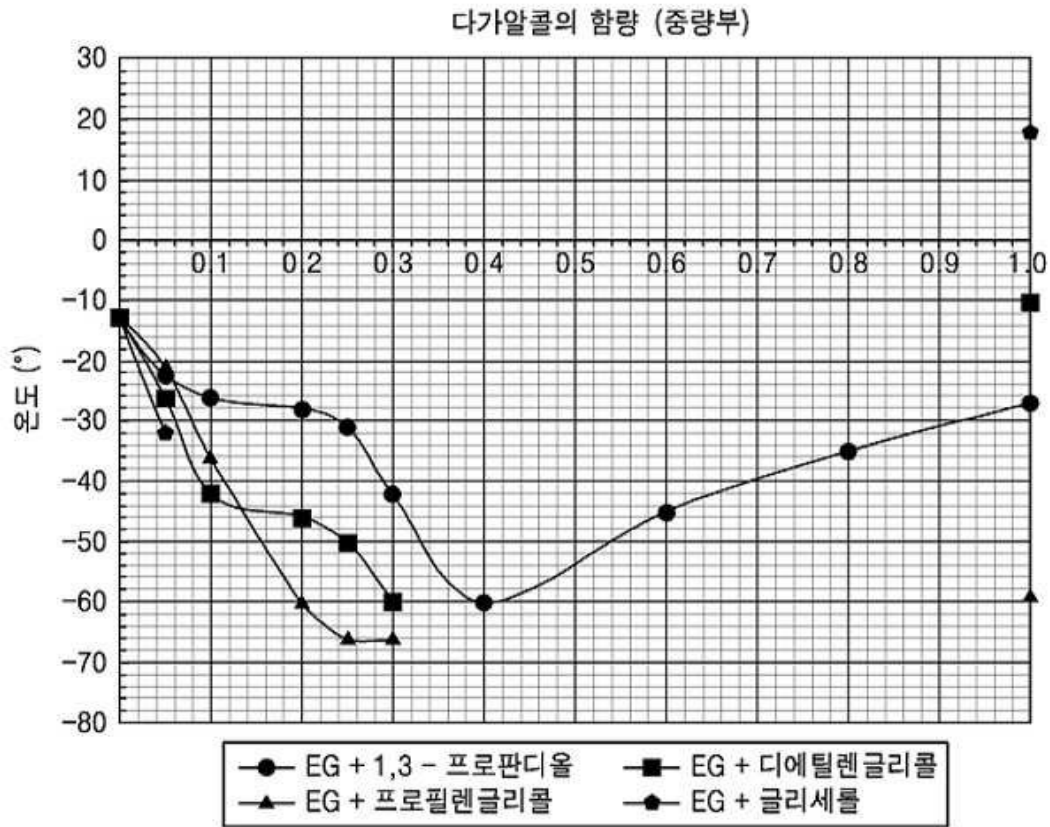
도면5b



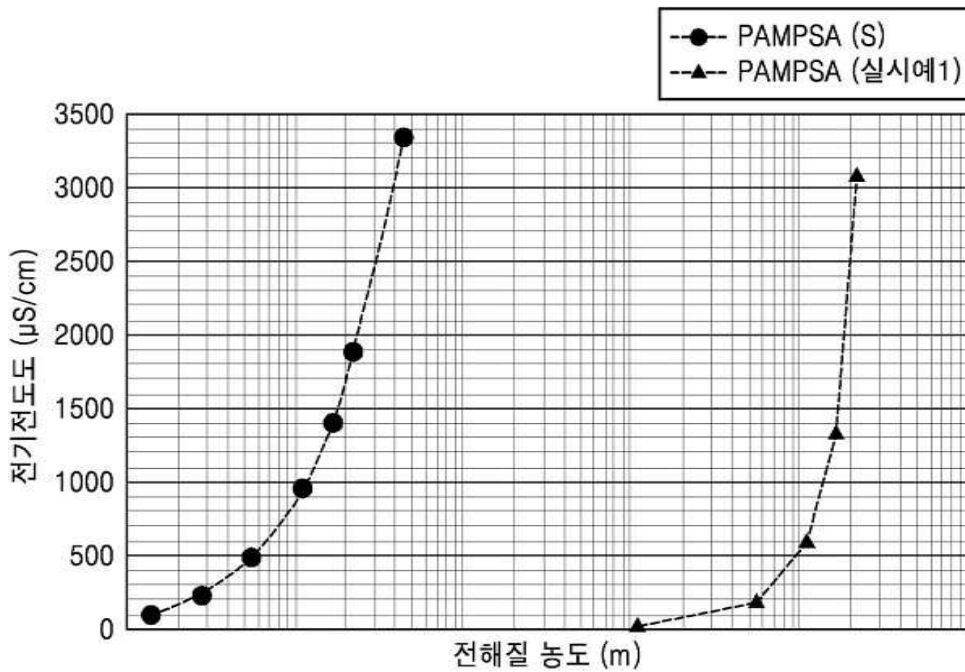
도면5c



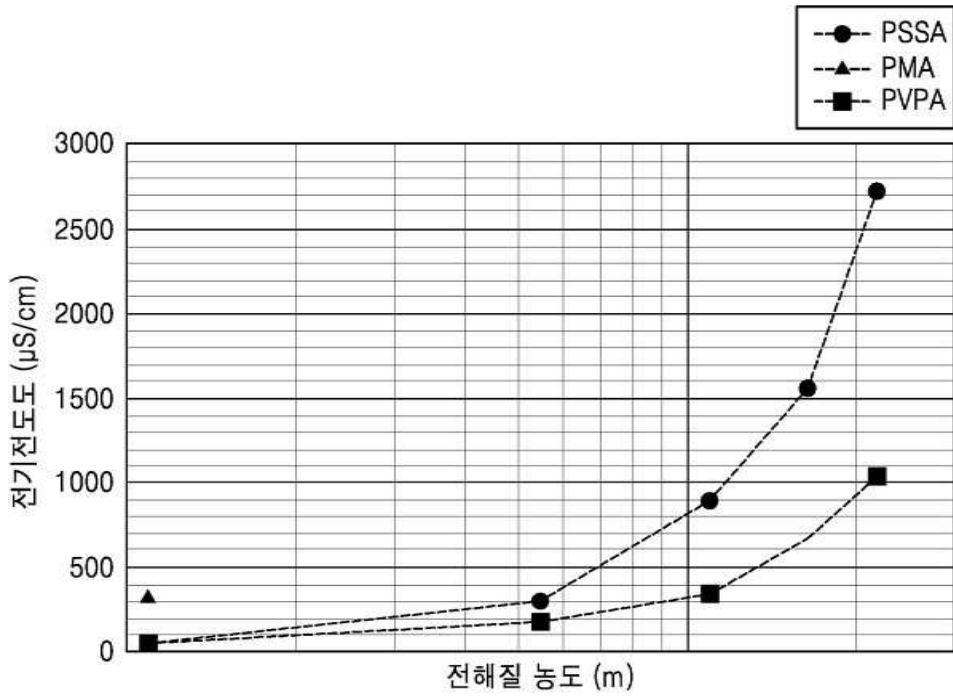
도면6



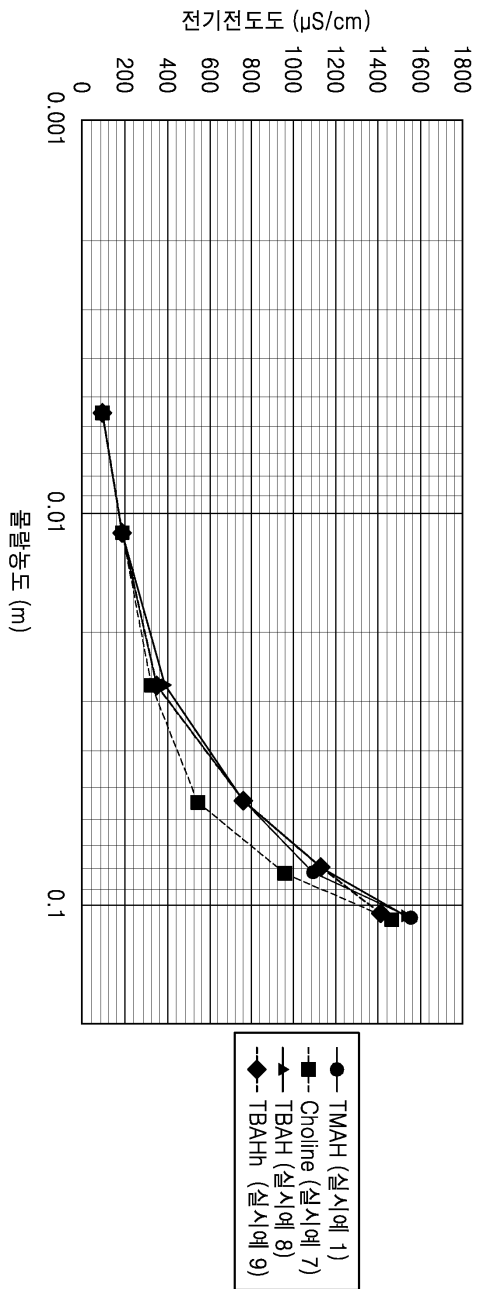
도면7



도면8



도면9



도면10

