



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월14일  
(11) 등록번호 10-2090465  
(24) 등록일자 2020년03월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02C 7/04 (2006.01) G02B 3/14 (2006.01)  
G02C 7/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G02C 7/04 (2013.01)  
G02B 3/14 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7002119
- (22) 출원일자(국제) 2013년06월27일  
심사청구일자 2017년12월13일
- (85) 번역문제출일자 2015년01월26일
- (65) 공개번호 10-2015-0028824
- (43) 공개일자 2015년03월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/048200
- (87) 국제공개번호 WO 2014/004839  
국제공개일자 2014년01월03일
- (30) 우선권주장  
61/666,160 2012년06월29일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2007531042 A\*  
JP2007526517 A\*  
JP2007531038 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
존슨 앤드 존슨 비전 케어, 인코포레이티드  
미국 플로리다주 32256 잭슨빌 센츄리온 파크웨이 7500
- (72) 발명자  
오츠 대니얼 비.  
미국 플로리다주 32259 프루트 코브 드라이브 크릭 코트 1005  
푸 랜들 비.  
미국 플로리다주 32259 잭슨빌 체스넛 코트 3216  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
장훈

전체 청구항 수 : 총 21 항

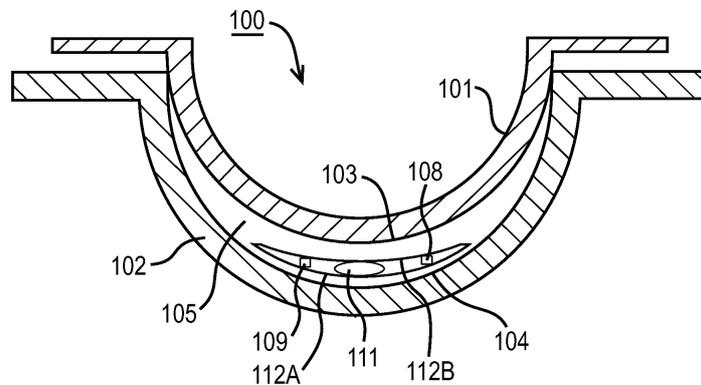
심사관 : 정향남

(54) 발명의 명칭 다수 상태의 전기활성 안과용 장치

(57) 요약

가변 초점 안과용 장치가 설명된다. 장치는 전방 곡면 상부 광학 표면 및 전방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는 가변 초점 안과용 장치의 전방 곡면 광학부와, 후방 곡면 상부 광학 표면 및 후방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 광학부를 포함한다. 가변 안과용 장치의 전방 곡면 광학부의 전방 곡면 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



하부 광학 표면과, 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 부분의 후방 곡면 상부 광학 표면에 의해 공동이 형성된다. 제1 굴절률을 갖는 유체, 및 유전체 막은 제1 굴절률을 갖는 유체의 적어도 일부와 접촉하고, 전기장을 설정할 수 있는 전극 위를 덮고 있다. 제2 굴절률을 갖는 기체가 제공되고, 제1 굴절률과 제2 굴절률은 상이하다. 상기 유체의 체적보다 작거나 또는 동일한 체적의 수용을 위해 체적을 변화시키도록 작동가능한 하나 이상의 저장소 영역이 제공되고, 저장소는 상기 형성된 공동과 유체 연결 상태에 있다.

(52) CPC특허분류

*G02C 7/08* (2013.01)

*G02C 7/085* (2013.01)

(72) 발명자

**리을 제임스**

미국 플로리다주 32259 세인트 존스 포니 플레이스  
1117

**플리치 프레더릭 에이.**

미국 뉴욕주 12553 뉴 윈저 트윈 폰즈 로드 25

**토너 애덤**

미국 플로리다주 32259 잭슨빌 웨스트 도체스터 드  
라이브 1024

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

가변 초점 안과용 장치로서,

전방 곡면 상부 광학 표면 및 전방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 상기 가변 초점 안과용 장치의 전방 곡면 광학부;

후방 곡면 상부 광학 표면 및 후방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 상기 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 광학부;

상기 가변 초점 안과용 장치의 상기 전방 곡면 광학부의 상기 전방 곡면 하부 광학 표면과, 상기 가변 초점 안과용 장치의 상기 후방 곡면 부분의 상기 후방 곡면 상부 광학 표면에 의해 형성된 공동;

제1 굴절률을 갖는 유체, 및 제1 굴절률을 갖는 상기 유체의 적어도 일부와 접촉하고, 전기장을 설정할 수 있는 전극 위를 덮고 있는 유전체 막;

상기 제1 굴절률과 상이한 제2 굴절률을 갖는 기체;

상기 유체의 체적보다 작거나 또는 동일한 체적의 수용(containment)을 위해 체적을 변화시키도록 작동가능한 하나 이상의 저장소 영역으로서, 상기 저장소는 상기 형성된 공동과 유체 연결 상태에 있는, 상기 하나 이상의 저장소 영역; 및

상기 공동과 상기 저장소 사이에 상기 유체와 상기 기체의 교체를 허용하는 하나 이상의 채널을 포함하고,

상기 채널을 통한 상기 공동과 상기 저장소 사이의 상기 유체 및 상기 기체의 교체는 상기 저장소 영역의 체적을 변화시킴으로써 작동되며,

상기 유체가 상기 공동을 차지하면, 상기 기체가 상기 공동으로부터 배제되도록 상기 공동과 상기 저장소가 구성되어 있는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 가변 초점 안과용 장치는 상기 전극과 전기적 통신 상태에 있는 에너지 공급원을 추가로 포함하고, 상기 에너지 공급원은 전기장을 설정할 수 있는 전류를 제공할 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유전체 막은 하나 초과의 전극 위를 덮고 있는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 상기 유체의 유동을 제어하는 유체 제어 장치를 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 유체 제어 장치는 하나 이상의 체크 밸브들을 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 6**

제4항에 있어서, 상기 유체 제어 장치는 하나 이상의 마이크로전기기계 밸브를 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 저장소의 체적과 상기 형성된 공동의 체적은 동일한, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 전극 및 유전체 막은, 상기 공동과 상기 저장소를 형성하는 표면들 중 하나 또는 둘 모두의 적어도 일부 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 유전체 막은, 상기 공동과 상기 저장소 사이의 상기 하나 이상의 채널들의 적어도 일부 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 상기 유체는 흡광 염료 성분을 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 상기 유체는 차광 염료 성분을 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 상기 유체는 에난티오머(enantiomer) 특징을 갖는 성분을 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 봉지형(encapsulating) 안과용 렌즈를 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 봉지형 안과용 렌즈는 생체적합성 하이드로겔로 이루어지는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 상기 후방 곡면 요소의 상기 하부 광학 표면은 안과용 렌즈의 전방 곡면 부분 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 상기 후방 곡면 요소의 상기 상부 광학 표면은 안과용 렌즈의 후방 곡면 부분 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 17**

제1항에 있어서, 상기 저장소, 상기 형성된 공동 또는 상기 채널들 중 하나 이상은, 전류의 영향 하에서 형상이 변하는 변형가능한 재료에 의해 형성될 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 18**

제1항에 있어서, 상기 저장소, 상기 형성된 공동 또는 상기 채널들 중 하나 이상의 표면의 적어도 일부는, 전류의 영향 하에서 접촉각 특성을 변화시킬 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 19**

제1항에 있어서, 상기 저장소, 상기 형성된 공동 또는 상기 채널들 중 하나 이상의 적어도 일부는, 전기장의 영향 하에서 형상이 변하는 변형가능한 재료에 의해 형성될 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 전류의 영향 하에서 형상이 변할 수 있는 상기 변형가능한 재료의 적어도 일부는 전기활성 중합체 재료를 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

**청구항 21**

가변 초점 안과용 장치로서,

전방 곡면 상부 광학 표면 및 전방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 상기 가변 초점 안과용 장치의 전방 곡면 광학부;

후방 곡면 상부 광학 표면 및 후방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 상기 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 광학부;

상기 가변 초점 안과용 장치의 상기 전방 곡면 광학부의 상기 전방 곡면 하부 광학 표면과, 상기 가변 초점 안과용 장치의 상기 후방 곡면 부분의 상기 후방 곡면 상부 광학 표면에 의해 형성된 공동;

제1 굴절률을 갖는 유체;

상기 제1 굴절률과 상이한 제2 굴절률을 갖는 기체;

상기 유체의 체적보다 작거나 또는 동일한 체적의 수용(containment)을 위해 체적을 변화시키도록 작동가능한 하나 이상의 저장소 영역으로서, 상기 저장소는 상기 형성된 공동과 유체 연결 상태에 있는, 상기 하나 이상의 저장소 영역; 및

상기 공동과 상기 저장소 사이에 상기 유체와 상기 기체의 교체를 허용하는 하나 이상의 채널을 포함하고,

상기 채널을 통한 상기 공동과 상기 저장소 사이의 상기 유체 및 상기 기체의 교체는 상기 저장소 영역의 체적을 변화시킴으로써 작동되며,

상기 유체가 상기 공동을 차지하면, 상기 기체가 상기 공동으로부터 배제되도록 상기 공동과 상기 저장소가 구성되어 있는, 가변 초점 안과용 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 다수 상태의 초점을 갖는 안과용 장치에 관한 것으로, 더 구체적으로는, 가변 초점 삽입체를 갖는 안과용 렌즈의 제조에 관한 것이다. 또한, 본 발명의 개념을 이용한 안과용 장치 내에 차광이 포함된다.

**배경 기술**

[0002] 전통적으로, 안과용 렌즈, 예컨대 콘택트 렌즈(contact lens) 또는 안내 렌즈(intraocular lens)는 미리설정된 광학 품질을 제공하였다. 콘택트 렌즈는, 예를 들어 하기 중 하나 이상을 제공할 수 있다: 시력 교정 기능; 미용 향상; 및 치료적 효과이지만, 단지 한 세트의 시력 교정 기능들. 각각의 기능은 렌즈의 물리적 특징에 의해 제공된다. 기본적으로, 렌즈 내에 굴절 품질을 포함시키는 설계는 시력 교정 기능을 제공한다. 렌즈 내로 포함된 안료는 미용 향상을 제공할 수 있다. 렌즈 내에 포함된 활성제는 치료 기능을 제공할 수 있다.

[0003] 현재까지 안과용 렌즈 내의 광학 품질은 렌즈의 물리적 특성으로 설계되었다. 일반적으로, 광학 설계가 결정되고 이어서, 예를 들어 캐스트 성형(cast molding) 또는 선반가공(lathing)을 통한 렌즈의 제조 중에 렌즈에 부여되었다. 렌즈의 광학 품질은 일단 렌즈가 형성되고 나면 변화 없이 유지되었다. 그러나, 착용자는 때때로 시력 조절(sight accommodation)을 제공하기 위해 이들이 하나 초과인 굴절력(focal power)을 이용할 수 있는 것이 유리하다는 것을 알 수 있다. 광학 교정을 변화시키기 위해 안경을 바꿀 수 있는 안경 착용자와 달리, 콘택트 렌즈 착용자 또는 안내 렌즈 착용자는 상당한 노력 없이 그들의 시력 교정의 광학 특징을 변화시킬 수 없었다.

**발명의 내용**

[0004] 따라서, 본 발명의 일 태양은 안과용 렌즈의 광학 효과를 이산 방식(discrete manner)으로 변화시킬 수 있는 가변 광학부(variable optic portion)를 가진 안과용 렌즈를 포함한다. 또한, 이러한 형태의 가변 광학부를 가진 안과용 렌즈를 형성하기 위한 방법 및 장치가 제공된다. 몇몇 실시예는 또한 가변 광학부를 포함하는 강성 또는 성형성 동력공급형 삽입체(rigid or formable energized insert)를 가진 하이드로겔 콘택트 렌즈를 포함할 수 있다. 삽입체는 다양한 실시예에서 생체적합성 방식으로 안과용 렌즈 내에 포함될 수 있다.

- [0005] 가변 초점 안과용 장치는 전방 곡면 상부 광학 표면 및 전방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는 가변 초점 안과용 장치의 전방 곡면 광학부와, 후방 곡면 상부 광학 표면 및 후방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 광학부를 포함한다. 전기장을 차단하거나 설정할 수 있는 유전체 막 및 하나 이상의 전극(들)을 포함할 수 있는 공동이 형성되는데, 상기 유전체 막의 적어도 일부는, 상기 형성된 공동과 유체 연결 상태에 있는 하나 이상의 저장소 내에 포함될 수 있는 유체와 접촉한다. 상기 유체 연결은, 포함된 유체 및 기체의 교체를 허용하는 하나 이상의 채널을 통해 이루어질 수 있다. 일부 실시예에서, 유체와 기체 사이의 교체는 밸브를 사용하여 추가로 제어될 수 있다. 이러한 교체를 제어하기 위하여 사용되는 밸브는, 예를 들어, 체크 밸브(check valve) 또는 마이크로전기기계 밸브(microelectromechanical valve)를 포함할 수 있다.
- [0006] 일부 실시예에서, 저장소의 체적 및 형성된 공동의 체적은 대체로 동일할 수 있다. 전극 및 유전체 막은, 공동과 채널들과 저장소를 형성하는 표면의 적어도 일부 상에 위치될 수 있다. 원하는 광학 효과에 따라서, 유체의 굴절률 및 기체의 굴절률은 상이할 수 있으며, 일부 실시예에서, 유체는 다양한 흡광 염료 성분, 차광 염료 성분, 및/또는 에난티오머 특징(enantiomeric characteristics)을 갖는 성분을 추가로 포함할 수 있다.
- [0007] 본 발명의 다른 태양에서, 가변 초점 안과용 장치는 하나 이상의 포함된 전극(들)과 전기적 통신 상태에 있는 에너지 공급원을 포함할 수 있다. 에너지 공급원은 유체를 변위시키는 데 사용되는, 전기활성 중합체의 형상을 변화시키거나 또는 표면의 접촉각을 변화시키기 위하여 사용될 수 있는 전류를 생성하기 위하여, 또는 일부 실시예에서, 전기장을 생성하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0008] 본 발명은 가변 광학부를 가진 안과용 렌즈, 가변 광학부를 가진 안과용 렌즈를 형성하기 위한 장치, 및 이를 제조하기 위한 방법을 포함한다. 더욱이, 설명된 가변 광학부를 갖는 안과용 렌즈를 포함하기 위한 대안들이 제시된다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 다수 상태의 전기활성 삽입체가 콘택트 렌즈 본체의 표면 상에 위치된 또는 그 내부에 부분적으로/완전히 봉지된 가변 안과용 장치로서 사용될 수 있다. 일부 대안적인 실시예에서, 삽입체는, 한정되지 않는 의미에서 가변 안내 장치를 포함하는, 렌즈 장치 또는 다른 유형의 안과용 장치 상의 렌즈의 일부로서 기능을 할 수 있다.
- [0009] 일 태양에서, 가변 초점 안과용 장치로서, 전방 곡면 상부 광학 표면 및 전방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 가변 초점 안과용 장치의 전방 곡면 광학부; 후방 곡면 상부 광학 표면 및 후방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 광학부; 가변 안과용 장치의 전방 곡면 광학부의 전방 곡면 하부 광학 표면과, 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 부분의 후방 곡면 상부 광학 표면에 의해 형성된 공동; 제1 굴절률을 갖는 유체, 및 제1 굴절률을 갖는 유체의 적어도 일부와 접촉하고, 전기장을 설정할 수 있는 전극 위를 덮고 있는 유전체 막; 제1 굴절률과 상이한 제2 굴절률을 갖는 기체; 및 상기 유체의 체적보다 작거나 또는 동일한 체적의 수용(containment)을 위해 체적을 변화시키도록 작동가능한 하나 이상의 저장소 영역으로서, 저장소는 상기 형성된 공동과 유체 연결 상태에 있는, 하나 이상의 저장소 영역을 포함하는 가변 초점 안과용 장치가 제공된다.
- [0010] 가변 초점 안과용 장치는 상기 전극과 전기적 통신 상태에 있는 에너지 공급원을 포함할 수 있고, 상기 에너지 공급원은 전기장을 설정할 수 있는 전류를 제공할 수 있다.
- [0011] 유전체 막은 하나 초과의 전극 위를 덮을 수 있다.
- [0012] 저장소와 형성된 공동 사이의 유체 연결은, 유체와 기체의 교체를 허용하는 하나 이상의 채널을 통해 이루어질 수 있다.
- [0013] 가변 초점 안과용 장치는 유체의 유동을 제어하는 유체 제어 밸브를 포함할 수 있다.
- [0014] 유체 제어 장치는 하나 이상의 체크 밸브들을 포함할 수 있다.
- [0015] 유체 제어 장치는 하나 이상의 마이크로전기기계 밸브를 포함할 수 있다.
- [0016] 저장소의 체적 및 형성된 공동의 체적은 대체로 동일할 수 있다.
- [0017] 전극 및 유전체 막은, 공동과 저장소를 형성하는 표면들 중 하나 또는 둘 모두의 적어도 일부 상에 위치될 수 있다.
- [0018] 유전체 막은, 공동과 저장소 사이의 하나 이상의 채널들의 적어도 일부 상에 위치될 수 있다.
- [0019] 유체는 흡광 염료 성분을 추가로 포함할 수 있다.

- [0020] 유체는 차광 염료 성분을 추가로 포함할 수 있다.
- [0021] 유체는 에난티오머 특징을 갖는 성분을 포함할 수 있다
- [0022] 가변 초점 안과용 장치는 봉지형(encapsulating) 안과용 렌즈를 포함할 수 있다.
- [0023] 봉지형 안과용 렌즈는 생체적합성 하이드로겔로 이루어질 수 있다.
- [0024] 후방 곡면 요소의 하부 광학 표면은 안과용 렌즈의 전방 곡면 부분 상에 위치될 수 있다.
- [0025] 후방 곡면 요소의 상부 광학 표면은 안과용 렌즈의 후방 곡면 부분 상에 위치될 수 있다.
- [0026] 저장소, 형성된 공동 또는 채널들 중 하나 이상은, 전류의 영향 하에서 형상이 변하는 대체로 변형가능한 재료에 의해 형성될 수 있다.
- [0027] 저장소, 형성된 공동 또는 채널들 중 하나 이상의 표면의 적어도 일부는, 전류의 영향 하에서 접촉각 특성을 변화시킬 수 있다.
- [0028] 저장소, 형성된 공동 또는 채널들 중 하나 이상의 적어도 일부는, 전기장의 영향 하에서 형상이 변하는 대체로 변형가능한 재료에 의해 형성될 수 있다.
- [0029] 전류의 영향 하에서 형상이 변할 수 있는 상기 변형가능한 재료의 적어도 일부는 전기활성 중합체 재료를 포함할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0030] 본 발명의 상기 및 다른 특징들과 이점들은 첨부 도면에 도시된 바와 같은 본 발명의 바람직한 실시예들의 하기의 보다 구체적인 설명으로부터 명백할 것이다.
- 도 1은 본 발명의 일 태양에 따른 금형 조립 장치를 도시하는 도면.
- 도 2는 이산 가변 광학부를 가진 안과용 렌즈의 외관을 도시하는 도면.
- 도 3은 이산 가변 광학부를 안과용 렌즈 금형 부분품 내에 배치하기 위한 장치를 도시하는 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 태양에 따른 방법 단계들을 예시하는 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 태양에 따른 방법 단계들을 예시하는 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 태양을 구현하기 위해 사용될 수 있는 프로세서(processor)를 도시하는 도면.
- 도 7은 예시적인 안과용 요소로서 그의 이산 광학 상태들 중 하나에 있는 예시적인 안과용 요소를 도시하는 도면.
- 도 8은 예시적인 안과용 요소로서 그의 이산 광학 상태들 중 다른 하나에 있는 예시적인 안과용 요소를 도시하는 도면.
- 도 9는 예시적인 안과용 요소로서 요소의 상이한 활성 영역들이 식별되는 예시적인 안과용 요소를 도시하는 측면도.
- 도 10은 예시적인 안과용 요소로서 그의 이산 광학 상태들 중 하나에 있는 예시적인 안과용 요소를 도시하는 측면도.
- 도 11은 예시적인 안과용 요소로서 그의 이산 광학 상태들 중 다른 하나에 있는 예시적인 안과용 요소를 도시하는 측면도.
- 도 12는 예시적인 안과용 요소로서 그의 이산 광학 상태들 중 하나가 입사광을 필터링 또는 차단하는 역할을 하는 예시적인 안과용 요소를 도시하는 도면.
- 도 13은 이산 광학 상태들을 갖는 복합 요소로 형성된 예시적인 안과용 장치를 도시하는 도면.
- 도 14는 이산 가변 광학 렌즈의 상태의 변화를 생성하기 위한 예시적인 메커니즘을 도시하는 도면.
- 도 15는 예시적인 유형의 전기활성 펌핑 메커니즘을 도시하는 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0031] 이산 가변 광학부를 갖는 안과용 렌즈를 제조하기 위한 방법 및 장치가 설명된다. 또한, 안과용 렌즈 내로 포함된 이산 가변 광학부를 갖는 안과용 렌즈가 설명된다.
- [0032] 하기의 단락에서, 본 발명의 실시예들의 상세한 설명이 제공될 것이다. 바람직한 실시예 및 대안적인 실시예들 모두의 설명은 단지 예시적인 실시예이며, 당업자에게는 변형, 수정 및 변경이 명백할 수 있다는 것이 이해된다. 따라서, 상기 예시적인 실시예는 근본적인 본 발명의 범주를 제한하지 않는다는 것이 이해되어야 한다.
- [0033] 용어
- [0034] 본 발명에 관한 이러한 설명 및 특허청구범위에서, 다양한 용어가 사용될 수 있으며, 이들 용어에 대해서는 하기의 정의가 적용될 것이다:
- [0035] "아치형"은, 본 명세서에 사용된 바와 같이, 활 형상과 같은 곡선 또는 만곡부를 지칭한다.
- [0036] "동심 환형 섹션"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 공통 중심을 갖는 하나 이상의 형성된 링 또는 나선 형상의 광학 구조물(들)을 지칭한다. 예를 들어, 안과용 렌즈의 광학 구역 내의 일련의 링 형상의 섹션들은 안과용 렌즈의 굴절력 및 수차를 변경하는 회절 렌즈가 될 수 있다.
- [0037] "접촉각"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 또한 액체 메니스커스(meniscus) 경계라고도 하는 오일/염수 용액의 계면이 메니스커스 벽과 만나는 지점에서의 각을 지칭한다. 선형 메니스커스 벽의 경우에, 접촉각은 액체 메니스커스 경계가 메니스커스 벽과 만나는 지점에서 메니스커스 벽과 액체 메니스커스 경계에 접하는 라인 사이의 각도로서 측정된다. 곡면 메니스커스 벽의 경우에, 접촉각은 메니스커스 벽과 액체 메니스커스 경계가 만나는 지점에서 이들에 접하는 라인들 사이의 각도로서 측정된다.
- [0038] "이산 가변"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 예를 들어 렌즈의 광학 구조와 같은 광학 품질을, 제1 상태에서부터 적어도 구별되는 제2 상태로 단차식으로, 변화시키는 능력을 지칭한다.
- [0039] "전기습윤 마이크로유체 렌즈"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 액체(들)의 계면 장력 및 그에 따른 접촉각을 변경시킴으로써, 또는 전기장의 직접 전기 제어를 통한 유체 이동을 유도함으로써, 염수-유전체 액체(들)라 할 수 있는 작은 체적의 하나 이상의 염수 액체를 작동시키거나 조작하기 위하여 비교적 낮은 동력이 인가된 전기장을 이용하는 안과용 렌즈를 지칭한다. 상기 작동 또는 조작은 가역적일 수 있고, 따라서 기계적 구성요소에 대한 필요성 없이 가변 굴절력 렌즈를 제공하는 데 사용될 수 있다. 더 구체적으로, 상기 염수-유전체 액체(들)는 의도된 설계에 따라 렌즈의 광학 효과를 바꾸는 기능을 할 수 있는, 특정의 원하는 굴절률과 같은, 광학 특성을 포함한다. 광학 효과는, 예를 들어, 광학 굴절력, 흡광, 및 광 산란 특성을 포함할 수 있다. 염수-유전체 액체가 전기습윤 액체의 일 예라는 것은 당업자에게는 명백할 것이다. 전기습윤 액체는, 예를 들어, 수성 염수 성분 또는 무극성 유체 혼합물을 포함할 수 있다. "동력공급된"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 전류를 공급할 수 있거나 내부에 전기 에너지를 저장할 수 있는 상태를 지칭한다.
- [0040] "에너지"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 일을 하는 물리적 시스템의 능력을 지칭한다. 본 명세서에 사용된 에너지의 많은 예는 일을 함에 있어서 전기적 작용을 수행할 수 있는 상기 능력에 관계될 수 있다.
- [0041] "에너지 하베스터(Energy Harvester)"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 환경으로부터 에너지를 추출하여 그것을 전기 에너지로 변환시킬 수 있는 장치를 지칭한다.
- [0042] "에너지 공급원"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 에너지를 공급할 수 있거나 생의학 장치를 동력공급된 상태에 둘 수 있는 장치를 지칭한다.
- [0043] "렌즈"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 일 예로서, 가시광과 같은 미리정의된 범위의 파장의 방사선에 대해 광학적으로 투과성인 전방 표면 및 후방 표면을 갖는 물품을 지칭한다. 렌즈는 본질적으로 평평한 전방 표면과 후방 표면 중 하나 또는 둘 모두, 또는 형상이 아치형인 전방 표면과 후방 표면 중 하나 또는 둘 모두를 포함할 수 있다. 예를 들어, 렌즈라는 용어는 콘택트 렌즈, 안내 렌즈, 오버레이 렌즈(overlay lens), 안구 삽입체(ocular insert), 광학적 삽입체, 또는 시력이 교정되거나 변경되게 하는, 또는 시력을 방해함이 없이 눈 생리 기능이 미용적으로 향상되게 하는(예를 들어, 홍채 색상) 다른 유사한 장치를 지칭할 수 있다.
- [0044] "렌즈 공동"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 안과용 렌즈의 전방 곡면-한정 표면과 후방 곡면-한정 표면 사이의 공간을 지칭한다. 일부 안과용 렌즈에서, 예를 들어, 아치형 액체 메니스커스 렌즈에서, 오일 및 염수

용액이 렌즈 공동 공간 내에 유지될 수 있다.

- [0045] "렌즈 형성 혼합물" 또는 "반응성 혼합물" 또는 "RMM(reactive monomer mixture)(반응성 단량체 혼합물)"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 경화 및 가교결합되거나 가교결합되어 안과용 렌즈를 형성할 수 있는 단량체 또는 예비중합체(prepolymer) 재료를 지칭한다. 다양한 예는 하나 이상의 첨가제, 예컨대 UV 차단제, 틴트(tint), 광개시제 또는 촉매, 및 콘택트 렌즈 또는 안내 렌즈와 같은 안과용 렌즈에서 요구될 수 있는 다른 첨가제를 가진 렌즈 형성 혼합물을 포함할 수 있다.
- [0046] "렌즈 형성 표면"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 렌즈를 성형하는 데 사용되는 표면을 지칭한다. 임의의 그러한 표면은 광학 품질의 표면 마무리를 가질 수 있는데, 이는 성형 표면과 접촉하는 렌즈 형성 재료의 중합에 의해 형성되는 렌즈 표면이 광학적으로 허용가능하도록 표면이 형성되고 충분히 매끄럽다는 것을 나타낸다. 또한, 렌즈 형성 표면은 구면 도수, 비구면 도수 및 난시 도수, 파면 수차 교정, 각막 토포그래피 교정 등과 이들의 임의의 조합을 제한없이 포함하는 원하는 광학 특징을 렌즈 표면에 부여하는 데 필요한 기하학적 형상을 가질 수 있다. 마지막으로, 렌즈 형성 표면은 특정 렌즈 설계에서 바랄 수 있는 것과 같이 반작용성 특징 형상을 추가로 포함할 수 있다.
- [0047] "액체 메니스커스 경계"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 염수 용액과 오일 사이의 하나 이상의 아치형 표면 계면(들)을 지칭한다. 예를 들어, 표면은 일 면 상에서 오목하고 타 면 상에서 볼록한 하나 이상의 렌즈를 형성할 수 있다.
- [0048] "리튬 이온 전지"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 리튬 이온이 전지를 통해 이동하여 전기 에너지를 발생시키는 전기화학 전지를 지칭한다. 전형적으로 배터리라곤 하는 이러한 전기화학 전지는 그의 전형적인 형태에서 재동력공급되거나 재충전될 수 있다.
- [0049] "매체 삽입체"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 에너지 공급원을 안과용 렌즈 내에서 지지할 수 있는 성형성 또는 강성 기재를 지칭한다. 매체 삽입체는 또한 하나 이상의 가변 광학 렌즈를 포함할 수 있다.
- [0050] "메니스커스 벽"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 메니스커스 공동 내에 있도록, 전방 곡면 렌즈의 내측 상에 있는 특정 영역을 지칭하며, 이를 따라 액체 메니스커스 경계가 이동한다.
- [0051] "금형"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 렌즈의 형상 설계 및/또는 회절 구조의 물리적 특성을 한정하는 것을 돕도록 형상이 정해질 수 있는 강성 또는 반강성 물체를 지칭한다. 금형은 또한 렌즈의 표면(들)을 한정하는 전방 곡면 또는 후방 곡면 중 하나 또는 둘 모두일 수 있다.
- [0052] "광학 구역"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 렌즈의 영역을 지칭하는 것으로, 이를 통하여 렌즈의 사용자가 보게 된다. 예를 들어, 안과용 렌즈의 영역으로서, 이를 통해 안과용 렌즈의 착용자가 보게 된다.
- [0053] "동력"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 단위 시간당 행한 일 또는 전달된 에너지를 지칭한다.
- [0054] "재충전가능한" 또는 "재동력공급가능한"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 보다 높은 일 수행 능력을 갖는 상태로 복원되는 능력을 지칭한다. 본 명세서에서 설명되는 많은 용도는 일정한 미리 설정된 시간 주기로 전류를 흐르게 하는 능력에 의해 복원되는 능력에 관계될 수 있다.
- [0055] "재동력공급" 또는 "재충전"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 보다 높은 일 수행 능력을 갖는 상태로의 에너지 공급원의 복원을 지칭한다. 본 명세서에서 설명되는 많은 용도는 소정의 회복 주기 동안 소정의 비율로 전류를 흐르게 하는 능력으로 장치를 복원하는 것에 관계될 수 있다.
- [0056] "샤프(sharp)"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 광학체 상의 2개의 미리정의된 유체의 접촉 라인의 위치를 수용하기에 충분한 표면을 한정하는 전방 곡면 렌즈 또는 후방 곡면 렌즈의 내부 표면의 기하학적 특징부를 지칭한다. 이 샤프는 보통 내측 코너보다는 외측 코너이다. 유체 관점에서 그것은 180도 초과 각도일 수 있다.
- [0057] "기재"는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 그 위에 다른 독립체가 배치되거나 형성되는 물리적 독립체를 의미한다.
- [0058] "가변 광학"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 예를 들어 렌즈의 광학 구조와 같은 광학 품질을 변화시키는 능력을 지칭한다.
- [0059] 이제 도 1을 참조하면, 매립된 이산 가변 광학부(111)를 가진 안과용 렌즈(100)는 에너지에 대한 저장 수단으로

서 전기화학 전지 또는 배터리와 같은 에너지 공급원(108, 109)과, 몇몇 예에서, 안과용 렌즈가 배치되는 환경으로부터 에너지 공급원을 포함하는 재료의 봉지 및 격리를 포함할 수 있다. 에너지 공급원(109, 108)은 가변 광학부를 활성화시키기 위한 동력을 제공할 수 있다.

[0060] 안과용 렌즈를 위한 예시적인 금형(100)의 도면이 이산 가변 광학부(111)와 함께 예시되어 있다. 금형은 렌즈 형성 혼합물의 반응 또는 경화시 원하는 형상의 안과용 렌즈가 생성되도록 렌즈 형성 혼합물이 내부에 분배될 수 있는 공동(105)을 갖는 형틀(100)을 포함할 수 있다. 몇몇 부분품의 금형 및 금형 조립체(100)는 하나 초과 의 "금형 피스" 또는 "금형 부분품"(101, 102)으로 이루어질 수 있다. 금형 부분품(101, 102)은 공동(105)이 금형 부분품(101, 102) 사이에 형성되도록 함께 합쳐질 수 있으며, 렌즈가 공동 내부에 형성될 수 있다. 금형 부분품(101, 102)의 이러한 조합은 바람직하게는 일시적이다. 렌즈의 형성시, 금형 부분품(101, 102)은 렌즈의 제거를 위해 다시 분리될 수 있다.

[0061] 적어도 하나의 금형 부분품(101, 102)은 그 표면(103, 104)의 적어도 일부가 렌즈 형성 혼합물과 접촉하여, 렌즈 형성 혼합물의 반응 또는 경화시 상기 표면(103, 104)이 그가 접촉하는 렌즈의 부분에 원하는 형상 및 형태를 제공하게 한다. 적어도 하나의 다른 금형 부분품(101, 102)도 마찬가지로이다.

[0062] 따라서, 예를 들어 금형 조립체(100)가 2개의 부분품(101, 102), 즉 공동이 그 사이에 형성되는 암형 오목 피스(전방 피스)(102) 및 수형 볼록 피스(후방 피스)(101)로부터 형성될 수 있다. 렌즈 형성 혼합물과 접촉하는 오목 표면(104)의 부분은 금형 조립체(100)에서 생성되는 안과용 렌즈의 전방 곡면의 곡률을 가지며, 오목 표면(104)과 접촉하는 렌즈 형성 혼합물의 중합에 의해 형성되는 안과용 렌즈의 표면이 광학적으로 허용가능하도록 형성되고 충분히 매끄럽다.

[0063] 전방 금형 피스(102)는 또한 원형 원주방향 예지와 일체이고 그것을 둘러싸는 환형 플랜지(annular flange)를 구비할 수 있고, 환형 플랜지는 축에 수직인 그리고 플랜지(미도시)로부터 연장된 평면 내에서 원주방향 예지로부터 연장될 수 있다.

[0064] 렌즈 형성 표면은 광학 품질의 표면 마무리를 가진 표면(103, 104)을 포함할 수 있는데, 이는 성형 표면과 접촉하는 렌즈 형성 재료의 중합에 의해 형성되는 렌즈 표면이 광학적으로 허용가능하도록 표면이 형성되고 충분히 매끄럽다는 것을 나타낸다. 또한, 렌즈 형성 표면(103, 104)은 구면 도수, 비구면 도수 및 난시 도수, 파면 수차 교정, 각막 토포그래피 교정 등과 이들의 임의의 조합을 포함하는 임의의 원하는 광학 특징을 렌즈 표면에 부여하는 데 필요한 기하학적 형상을 가질 수 있다. 본 발명의 일 태양에 따르면, 광학 특성은 전체 광학 품질을 제공하도록 이산 가변 광학부(111)와 협력하여 작용할 수 있다.

[0065] 이산 가변 광학부는 렌즈의 하나 이상의 광학 특징의 변화를 제공할 수 있다. 몇몇 예는 또한 렌즈의 광학 품질을 변화시키기 위해 렌즈 내의 액체를 이동시키는 것을 포함할 수 있다. 비제한적인 예로서, 이산 가변 광학부(111)의 광학 굴절력이 0.1 내지 25 디옵터(diopter)로 이산적인 단계로 변화할 수 있는 것이 바람직하다. 다른 예는 더 적은 광학 굴절력 변화를 포함하는데, 예를 들어, 그러한 더 낮은 굴절력은 더 얇은 이산 가변 광학부(111)를 얻기 위하여 선택된다. 따라서, 일부 바람직한 예는 광학 굴절력이 이산적으로 변할 수 있는, 예를 들어 1 내지 4 디옵터로 변할 수 있는 이산 가변 광학부(111)를 포함할 수 있다.

[0066] 이산 가변 광학부(111)는, 비제한적인 예로서, 유전체 상의 전기습윤(electrowetting on dielectric)("EWOD")을 포함할 수 있고, EWOD는 전기장 내에 놓인 경우 유전체 파괴에 저항하기에 충분한 임의의 막을 포함할 수 있다. 예를 들어, 막은 100 나노미터 내지 50 마이크로미터 범위의 두께를 가질 수 있다. 더 구체적으로, 바람직한 예에서, 예를 들어 10 내지 30 마이크로미터의 후막(thick film)이 포함되거나, 또는, 예를 들어 10 내지 30 나노미터의 박막(thin film)이 포함된다. 박막은 또한 나노스케일 유전체 상의 전기습윤(electrowetting on nano-scaled dielectric)("EWOND")으로 지칭될 수 있다.

[0067] 이산 가변 초점 길이 렌즈는, 예를 들어 서로 대체로 평행하고 상이한 광학 굴절률을 가진 두 가지의 불혼화성 액체를 함유하는 내부 체적의 범위를 적어도 부분적으로 정하는 2개의 투명한 경계부(transparent border)(112A, 112B)를 포함할 수 있다. 탄성/가요성 요소가 액체의 압력의 변화에 응답하여 변형하도록 위치될 수 있다. 액체의 압력은 액체들 중 하나 또는 둘 모두를 향하여 투사되는 전기장에 응답하여 변화될 수 있다.

[0068] 이산 가변 렌즈는 일정 체적의 하나 이상의 액체를 보유하기 위한 액체 함유 셀을 포함하는 이산 가변 전기습윤 마이크로유체 렌즈를 포함할 수 있다. 액체들 중 하나 이상은 전도성일 수 있고 액체들 중 하나 이상은 절연성일 수 있다. 전도성 액체는 전형적으로 수성 액체일 수 있고, 절연성 액체는 전형적으로 오일성 액체, 또는 무

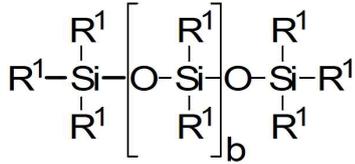
극성 유체 혼합물일 수 있다.

- [0069] 사용자 제어식 조절 장치가 렌즈의 초점을 맞추는 데 사용될 수 있다. 조절 장치는, 비제한적인 예로서, 전압 출력을 증가시키거나 감소시키기 위한 신호를 전송할 수 있는 임의의 전자 장치 또는 수동 장치(passive device)를 포함할 수 있다. 몇몇 예는 또한 측정되는 파라미터 또는 사용자 입력에 따라 자동화된 장치를 통해 렌즈의 초점을 맞추기 위한 자동화된 조절 장치를 포함할 수 있다. 사용자 입력은, 예를 들어 무선 장치에 의해 제어되는 스위치를 포함할 수 있다. 무선은 무선 주파수 제어(radio frequency control), 자기 스위칭(magnetic switching) 및 인덕턴스 스위칭(inductance switching) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 사용자 입력은, 예를 들어, 압력 센서, 깜박임 검출기(blink detector), 광 센서, 또는 광-기반 제어 등을 통하여 추가로 일어날 수 있다.
- [0070] 이산 가변 광학부(111)를 가진 렌즈는 렌즈 내에 배치된 삽입체를 포함할 수 있으며, 삽입체는 강성 중심부 연성 주변부(rigid center soft skirt) 설계를 포함할 수 있는데, 이산 가변 광학부(111)를 포함하는 중심의 강성 광학 요소는 각각 전방 표면 및 후방 표면에서 대기 및 각막 표면과 직접 접촉하며, 렌즈 재료(전형적으로, 하이드로겔 재료)의 연성 주변부는 강성 광학 요소의 외주연에 부착되고, 강성 광학 요소는 또한 생성되는 안과용 렌즈에 에너지 및 기능을 제공하는 매체 삽입체로서 추가로 작용할 수 있다.
- [0071] 몇몇 추가의 예는 하이드로겔 매트릭스(hydrogel matrix) 내에 완전히 봉지된 강성 렌즈 또는 성형성 렌즈 삽입체인 이산 가변 광학부(111)를 포함할 수 있다. 강성 렌즈 삽입체일 수 있는 이산 가변 광학부(111)는, 예를 들어 마이크로사출 성형(microinjection molding) 기술을 사용하여 제조될 수 있다.
- [0072] 마이크로사출 성형은, 예를 들어 직경이 약 6 mm 내지 10 mm이고 전방 표면 반경이 약 6 mm 내지 10 mm이며 후방 표면 반경이 약 6 mm 내지 10 mm이고 중심 두께가 약 0.050 mm 내지 0.5 mm인 폴리(4-메틸펜트-1-엔) 공중합체 수지를 포함할 수 있다. 몇몇 예시적인 실시예는 직경이 약 8.9 mm이고 전방 표면 반경이 약 7.9 mm이며 후방 표면 반경이 약 7.8 mm이고 중심 두께가 약 0.100 mm이며 에지 프로파일이 약 0.050 mm 반경인 삽입체를 포함한다. 하나의 예시적인 마이크로성형 기계는 배튼필드 인크.(Battenfield Inc.)에 의해 제공되는 마이크로시스템(Microsystem) 50 5-톤(five-ton) 시스템을 포함할 수 있다.
- [0073] 이산 가변 광학부(111) 삽입체는 안과용 렌즈를 형성하는 데 이용되는 금형 부분품(101, 102) 상에 배치될 수 있다. 금형 부분품(101, 102) 재료는, 예를 들어 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리메틸 메타크릴레이트, 및 개질 폴리올레핀 중 하나 이상의 폴리올레핀을 포함할 수 있다. 다른 금형은 세라믹, 유리, 석영, 플라스틱, 또는 금속 재료를 포함할 수 있다.
- [0074] 바람직한 지환족 공중합체는 두 가지의 상이한 지환족 중합체를 함유한다. 지환족 공중합체의 다양한 등급은 약 105°C 내지 160°C 범위의 유리 전이 온도를 가질 수 있다.
- [0075] 몇몇 예에서, 금형은 중합체, 예를 들어 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리(메틸 메타크릴레이트), 주쇄 내에 지환족 모이어티(moiety)를 함유한 개질 폴리올레핀, 및 환형 폴리올레핀을 함유할 수 있다. 이 블렌드는 금형 반부들 중 어느 하나 또는 둘 모두에서 사용될 수 있으며, 여기서 이 블렌드가 후방 곡면에 사용되고 전방 곡면은 지환족 공중합체로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0076] 몇몇 바람직한 금형(100) 제조 방법에서, 공지된 기술에 따라 사출 성형이 이용되지만, 예를 들어 선반가공, 다이아몬드 선삭(turning), 또는 레이저 절단을 포함한 다른 기술에 의해 형성된 금형이 또한 포함된다.
- [0077] 전형적으로 렌즈는 두 금형 부분품(101, 102) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된다. 그러나, 렌즈의 하나의 표면이 금형 부분품(101, 102)으로부터 형성될 수 있고, 렌즈의 다른 표면이 선반가공 방법 또는 다른 방법을 사용하여 형성될 수 있다.
- [0078] 렌즈
- [0079] 이제 도 2를 참조하면, 이산 가변 광학 렌즈 부분을 포함하는 안과용 렌즈의 요소가 아이템(200)으로서 예시되어 있다. 제1 투명 경계부(201) 및 제2 투명 경계부(202)가 성형 공정에 의해 한정된다. 안과용 렌즈의 본체 내에는, 이산 가변 광학 구성요소가 구성요소(203)에 의해 나타난 바와 같이 위치될 수 있다. 구성요소(203)는 삽입체 장치의 형태를 취할 수 있다.
- [0080] 바람직한 렌즈 재료는 실리콘 함유 성분을 포함한다. "실리콘-함유 성분"은 단량체, 거대단량체(macromer) 또는 예비중합체 내에 적어도 하나의 [-Si-O-] 단위를 포함하는 것이다. 바람직하게는, 총 Si 및 부착된 O는 실리콘-함유 성분의 총 분자량의 약 20 중량% 초과, 더욱 바람직하게는 30 중량% 초과,의 양으로 실리콘-함유 성분

내에 존재한다. 유용한 실리콘 함유 성분은 바람직하게는 중합성 작용기, 예컨대 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 아크릴아미드, 메타크릴아미드, 비닐, N-비닐 락탐, N-비닐아미드, 및 스티릴 작용기를 포함한다.

[0081] 적합한 실리콘 함유 성분은 하기 화학식 I의 화합물을 포함한다:

[0082] [화학식 I]



[0083]

[0084] 여기서, R<sup>1</sup>은, 1가 반응성 기, 1가 알킬기, 또는 1가 아릴기 - 상술한 임의의 기는 하이드록시, 아미노, 옥사, 카르복시, 알킬 카르복시, 알콕시, 아마이드, 카르바메이트, 카르보네이트, 할로젠 또는 이들의 조합 중에서 선택되는 작용기를 추가로 포함할 수 있음 -; 및 1-100개의 Si-O 반복 단위를 포함하는 1가 실록산 사슬 - 알킬, 하이드록시, 아미노, 옥사, 카르복시, 알킬 카르복시, 알콕시, 아마이드, 카르바메이트, 할로젠 또는 이들의 조합으로부터 선택되는 작용기를 추가로 포함할 수 있음 - 로부터 독립적으로 선택되고;

[0085] b는 0 내지 500이고, b가 0 이외의 값일 때 b는 기술된 값과 동일한 모드를 갖는 분포인 것으로 이해되어야 하며;

[0086] 여기서 적어도 하나의 R<sup>1</sup>은 1가 반응성 기를 포함하며, 일부 예에서는 1개 내지 3개의 R<sup>1</sup>이 1가 반응성 기를 포함한다.

[0087] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "1가 반응성 기"는 자유 라디칼 및/또는 양이온 중합을 겪을 수 있는 기이다. 자유 라디칼 반응성 기의 비제한적인 예는 (메트)아크릴레이트, 스티릴, 비닐, 비닐 에테르, C<sub>1-6</sub>알킬(메트)아크릴레이트, (메트)아크릴아미드, C<sub>1-6</sub>알킬(메트)아크릴아미드, N-비닐락탐, N-비닐아미드, C<sub>2-12</sub>알켄일, C<sub>2-12</sub>알켄일 페닐, C<sub>2-12</sub>알켄일나프틸, C<sub>2-6</sub>알켄일페닐, C<sub>1-6</sub>알킬, 0-비닐카르바메이트 및 0-비닐카르보네이트를 포함한다. 양이온성 반응성 기의 비제한적인 예는 비닐 에테르 또는 에폭사이드기 및 이들의 혼합물을 포함한다. 일례에서, 자유 라디칼 반응성 기는 (메트)아크릴레이트, 아크릴옥시, (메트)아크릴아미드, 및 이들의 혼합물을 포함한다.

[0088] 적합한 1가 알킬 및 아릴기는 비치환된 1가 C<sub>1</sub> 내지 C<sub>16</sub>알킬기, C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub> 아릴기, 예를 들어, 치환 및 비치환 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 2-하이드록시프로필, 프로폭시프로필, 폴리에틸렌옥시프로필, 이들의 조합 등을 포함한다.

[0089] 일례에서, b는 0이며, 하나의 R<sup>1</sup>이 1가 반응성 기이며, 적어도 3개의 R<sup>1</sup>은 1개 내지 16개의 탄소 원자를 가진 1가 알킬기로부터 선택되며, 다른 예에서는 1개 내지 6개의 탄소 원자를 가진 1가 알킬기로부터 선택된다. 이 예의 실리콘 성분의 비제한적인 예는 2-메틸-, 2-하이드록시-3-[3-[1,3,3,3-테트라메틸-1-[(트라이메틸실릴)옥시]다이실록사닐]프로폭시]프로필 에스테르 ("SIGMA"),

[0090] 2-하이드록시-3-메타크릴옥시프로필옥시프로필-트리스(트라이메틸실록시)실란,

[0091] 3-메타크릴옥시프로필트리스(트라이메틸실록시)실란 ("TRIS"),

[0092] 3-메타크릴옥시프로필비스(트라이메틸실록시)메틸실란 및

[0093] 3-메타크릴옥시프로필펜타메틸 다이실록산을 포함한다.

[0094] 다른 예에서, b는 2 내지 20, 3 내지 15, 또는 몇몇 예에서는 3 내지 10이며; 적어도 하나의 말단 R<sup>1</sup>은 1가 반응성 기를 포함하고, 나머지 R<sup>1</sup>은 1개 내지 16개의 탄소 원자를 가진 1가 알킬기로부터 선택되며, 다른 예에서는 1개 내지 6개의 탄소 원자를 가진 1가 알킬기로부터 선택된다. 또 다른 예에서, b는 3 내지 15이며, 하나의 말단 R<sup>1</sup>은 1가 반응성 기를 포함하고, 다른 말단 R<sup>1</sup>은 1개 내지 6개의 탄소 원자를 가진 1가 알킬기를 포함하며, 나머지 R<sup>1</sup>은 1개 내지 3개의 탄소 원자를 가진 1가 알킬기를 포함한다. 이 예의 실리콘 성분의 비제한적인 예는 (모노-(2-하이드록시-3-메타크릴옥시프로필)-프로필 에테르 말단화된 폴리다이메틸실록산 (400-1000 MW))

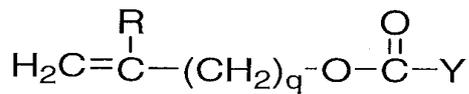
("OH-mPDMS"), 모노메타크릴옥시프로필 말단화되고 모노-n-부틸 말단화된 폴리다이메틸실록산 (800-1000 MW), ("mPDMS")을 포함한다.

[0095] 다른 예에서, b는 5 내지 400 또는 10 내지 300이고, 둘 모두의 말단 R<sup>1</sup>은 1가 반응성 기를 포함하며, 나머지 R<sup>1</sup>은 독립적으로 1개 내지 18개의 탄소 원자를 가진 1가 알킬기 - 이들은 탄소 원자들 사이에 에테르 결합을 가질 수 있고, 추가로 할로젠을 포함할 수 있음 - 로부터 선택된다.

[0096] 일례에서, 실리콘 하이드로겔 렌즈가 요구되는 경우, 렌즈는 중합체가 제조되는 반응성 단량체 성분의 총 중량을 기준으로 약 20 중량% 이상 그리고 바람직하게는 약 20 내지 70 중량%의 실리콘 함유 성분을 포함하는 반응성 혼합물로부터 제조될 것이다.

[0097] 다른 예에서, 1개 내지 4개의 R<sup>1</sup>은 하기 화학식의 비닐 카르보네이트 또는 카르바메이트를 포함한다:

[0098] [화학식 II]

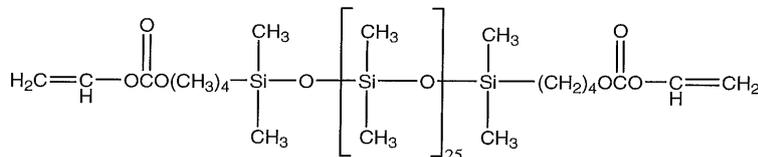


[0099]

[0100] 여기서, Y는 O-, S- 또는 NH-를 나타내고;

[0101] R은 수소 또는 메틸을 나타내며; d는 1, 2, 3 또는 4이고; q는 0 또는 1이다.

[0102] 실리콘 함유 비닐 카르보네이트 또는 비닐 카르바메이트 단량체는 구체적으로 1,3-비스[4-(비닐옥시카르보닐옥시)부트-1-일]테트라메틸-다이실록산; 3-(비닐옥시카르보닐티오) 프로필-[트리스(트라이메틸실록시)실란]; 3-[트리스(트라이메틸실록시)실릴] 프로필 알릴 카르바메이트; 3-[트리스(트라이메틸실록시)실릴] 프로필 비닐 카르바메이트; 트라이메틸실릴에틸 비닐 카르보네이트; 트라이메틸실릴메틸 비닐 카르보네이트, 및



[0103]

[0104] 를 포함한다. 약 200 미만의 모듈러스를 가진 생의학 장치가 요구될 경우, 단지 하나의 R<sup>1</sup>이 1가 반응성 기를 포함할 것이며, 나머지 R<sup>1</sup>기 중 2개 이하가 1가 실록산기를 포함할 것이다.

[0105] 다른 부류의 실리콘-함유 성분은 하기 화학식들의 폴리우레탄 거대단량체를 포함한다:

[0106] [화학식 IV]

[0107] (\*D\*A\*D\*G)<sub>a</sub> \*D\*D\*E<sup>1</sup>;

[0108] [화학식 V]

[0109] E(\*D\*G\*D\*A)<sub>a</sub> \*D\*G\*D\*E<sup>1</sup> 또는;

[0110] [화학식 VI]

[0111] E(\*D\*A\*D\*G)<sub>a</sub> \*D\*A\*D\*E<sup>1</sup>

[0112] 여기서,

[0113] D는 6개 내지 30개의 탄소 원자를 가진 알킬 다이라디칼(diradical), 알킬 사이클로알킬 다이라디칼, 사이클로알킬 다이라디칼, 아릴 다이라디칼 또는 알킬아릴 다이라디칼을 나타내고;

[0114] G는, 1개 내지 40개의 탄소 원자를 가지며 에테르, 티오 또는 아민 결합을 주쇄 내에 포함할 수 있는 알킬 다이

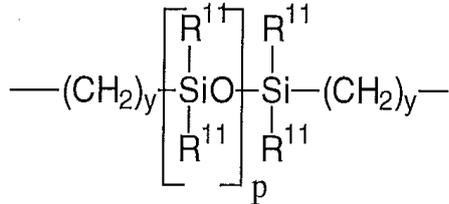
라디칼, 사이클로알킬 다이라디칼, 알킬 사이클로알킬 다이라디칼, 아릴 다이라디칼 또는 알킬아릴 다이라디칼을 나타내고;

[0115] \*는 우레탄 또는 우레이도 결합을 나타내며;

[0116] a는 적어도 1이며;

[0117] A는 하기 화학식의 2가 중합체 라디칼을 나타낸다:

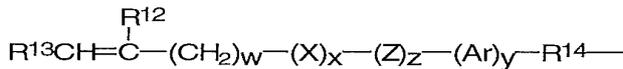
[0118] [화학식 VII]



[0119]

[0120] R<sup>11</sup>은 독립적으로 탄소 원자들 사이에 에테르 결합을 함유할 수 있는, 1개 내지 10개의 탄소 원자를 가진 알킬 또는 플루오로-치환된 알킬기를 나타내며; y는 적어도 1이며; p는 400 내지 10,000의 모이어티 중량을 제공하고; 각각의 E 및 E<sup>1</sup>은 독립적으로 하기 화학식에 의해 나타내어지는 중합성 불포화 유기 라디칼을 나타낸다:

[0121] [화학식 VIII]



[0122]

[0123] 여기서, R<sup>12</sup>는 수소 또는 메틸이며; R<sup>13</sup>은 수소, 1개 내지 6개의 탄소 원자를 가진 알킬 라디칼, 또는 -CO-Y-R<sup>15</sup> 라디칼 (여기서, Y는 -O-, Y-S- 또는 -NH-이다)이며; R<sup>14</sup>는 1개 내지 12개의 탄소 원자를 가진 2가 라디칼이고; X는 -CO- 또는 -OCO-를 나타내며; Z는 -O- 또는 -NH-를 나타내고; Ar은 6개 내지 30개의 탄소 원자를 가진 방향족 라디칼을 나타내며; w는 0 내지 6이고; x는 0 또는 1이며; y는 0 또는 1이고; z는 0 또는 1이다.

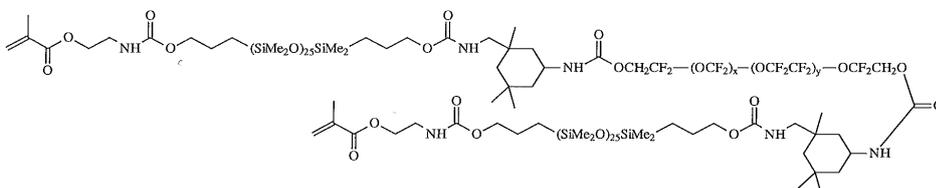
[0124] 바람직한 실리콘-함유 성분은 하기 화학식:

[0125] [화학식 IX]

[0126]

[0127] (여기서, R<sup>16</sup>은 아이소포론 다이아이소시아네이트의 다이라디칼과 같은, 아이소시아네이트기의 제거 후 다이아이소시아네이트의 다이라디칼임)에 의해 나타내어지는 폴리우레탄 거대단량체이다. 다른 적합한 실리콘 함유 거대단량체는 플루오로에테르, 하이드록시-말단화된 폴리다이메틸실록산, 아이소포론 다이아이소시아네이트 및 아이소시아나토에틸메타크릴레이트의 반응에 의해 형성되는 하기 화학식 X의 화합물(여기서, x + y는 10 내지 30 범위의 수임)이다:

[0128] [화학식 X]



[0129]

- [0130] 다른 적합한 실리콘 함유 성분은 폴리실록산, 폴리알킬렌 에테르, 다이아이소시아네이트, 폴리플루오르화 탄화수소, 폴리플루오르화 에테르 및 다당류 기를 함유한 거대단량체; 말단 다이플루오르-치환된 탄소 원자에 부착된 수소 원자를 가진 극성 플루오르화 그래프트 또는 측쇄기를 가진 폴리실록산; 에테르 및 실록사닐 결합을 포함한 친수성 실록사닐 메타크릴레이트 및 폴리에테르 및 폴리실록사닐기를 함유한 가교결합성 단량체를 포함한다. 전술한 폴리실록산 중 임의의 것이 또한 실리콘 함유 성분으로서 사용될 수 있다.
- [0131] 공정
- [0132] 하기 방법 단계들은 본 발명의 태양에 따라 구현될 수 있는 공정들의 예로서 제공된다. 방법 단계들이 제시되는 순서는 제한적인 것으로 의도되지 않으며, 다른 순서가 사용될 수 있음을 이해하여야 한다. 게다가, 단계들 모두가 필요한 것은 아니며 추가 단계가 포함될 수 있다.
- [0133] 이제 도 4를 참조하면, 플로우차트는 본 발명의 일 태양을 구현하는 데 사용될 수 있는 예시적인 단계들을 도시하고 있다. 단계(401)에서, 이산 가변 광학부가 금형 부분품 내에 배치된다. 이산 가변 광학부는 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0134] 이산 가변 광학부는 기계적 배치를 통해 금형 부분품 내에 배치될 수 있다. 기계적 배치는, 예를 들어 표면 장각 구성요소를 배치하기 위해 산업계에 알려진 것들과 같은 로봇 또는 다른 자동화 장치를 포함할 수 있다. 이산 가변 광학부를 사람이 배치하는 것이 또한 예상된다. 따라서, 금형 부분품에 의해 함유된 반응성 단량체 혼합물의 중합에 의해 이산 가변 광학체가 생성된 안과용 렌즈 내에 포함되도록, 에너지 공급원을 가진 이산 가변 광학부를 캐스트 금형 부분품 내에 배치하는 데 효과적인 임의의 기계적 배치 또는 자동화 장치가 이용될 수 있다.
- [0135] 이산 가변 광학부가 금형 부분품 또는 기재 내에 배치될 수 있다. 따라서, 에너지 공급원 및 하나 이상의 구성요소가 또한 기재/금형 부분품에 부착될 수 있으며, 이산 가변 광학부와 전기적 통신 상태에 있을 수 있다. 구성요소는, 예를 들어 이산 가변 광학부에 인가되는 전력을 제어하기 위한 회로를 포함할 수 있다. 추가로, 구성요소는 예를 들어 제1 광학 굴절력과 제2 광학 굴절력 사이의 상태의 변화와 같은 하나 이상의 광학 특성을 변화시키기 위해 이산 가변 광학부를 활성화시키기 위한 하나 이상의 제어 메커니즘을 포함할 수 있다.
- [0136] 프로세서 장치, MEMS, NEMS 또는 다른 구성요소가 또한 이산 가변 광학부 내에 에너지 공급원과 전기적 접촉 상태로 배치될 수 있다. 기재는 가요성 및 강성 재료 중 하나 또는 둘 모두를 포함할 수 있다.
- [0137] 단계(402)에서, 반응성 단량체 혼합물이 금형 부분품 내로 침착될 수 있다.
- [0138] 단계(403)에서, 이산 가변 광학체는 제1 금형 부분품 내에서 반응성 혼합물과 접촉하는 상태로 위치된다.
- [0139] 단계(404)에서, 제1 금형 부분품은 제2 금형 부분품에 근접하게 배치되어 렌즈 형성 공동이 형성되어, 반응성 단량체 혼합물의 적어도 일부 및 이산 가변 광학부가 공동 내에 있게 된다. 상기 논의된 바와 같이, 바람직한 예는 역시 공동 내에 있고 이산 가변 광학부와 전기적 통신 상태에 있는 에너지 공급원 및 하나 이상의 구성요소를 포함하고, 일부 예에서, 이들 구성요소의 모두가 또한 이산 가변 광학 구성요소 자체 내에 포함될 수 있다.
- [0140] 단계(405)에서, 공동 내의 반응성 단량체 혼합물이 중합된다. 중합은, 예를 들어 화학 방사선 및 열 중의 하나 또는 둘 모두에 대한 노출을 통해 이루어질 수 있다. 단계(406)에서, 안과용 렌즈는 안과용 렌즈를 구성하는 중합된 재료에 부착되고/되거나 중합된 재료 내에 봉지된 이산 가변 광학부와 함께 금형 부분품으로부터 제거될 수 있다.
- [0141] 임의의 공지된 렌즈 재료 또는 그러한 렌즈의 제조에 적합한 재료로 제조된 하드 또는 소프트 콘택트 렌즈가 제조될 수 있지만, 렌즈는 바람직하게는 약 0 내지 약 90%의 수분 함량을 가진 소프트 콘택트 렌즈이다. 더욱 바람직하게는, 렌즈는 하이드록시기, 카르복실기 또는 이들 둘 모두를 함유한 단량체로 제조되거나, 실리콘-함유 중합체, 예를 들어 실록산, 하이드로겔, 실리콘 하이드로겔, 및 이들의 조합으로부터 제조될 수 있다. 렌즈를 형성하는 데 유용한 재료는 거대단량체, 단량체 및 이들의 조합의 블렌드를 중합 개시제와 같은 첨가제와 함께 반응시킴으로써 제조될 수 있다. 적합한 재료는 제한 없이 실리콘 거대단량체 및 친수성 단량체로부터 제조된 실리콘 하이드로겔을 포함한다.
- [0142] 이제 도 5를 참조하면, 단계(501)에서, 이산 가변 광학부가 상기 논의된 바와 같이 안과용 렌즈 내에 배치될 수 있다. 단계(502)에서, 이산 가변 광학부는 에너지 공급원과 전기적 통신 상태로 배치된다. 전기적 통신은 예를 들어 이산 가변 광학부 내로 통합된 회로를 통해, 또는 잉크 제팅(ink jetted)되거나 달리 렌즈 재료 상에

직접 형성된 경로를 통해 이루어질 수 있다.

- [0143] 단계(503)에서, 전기 에너지가 안과용 렌즈 내로 통합된 이산 가변 광학부를 통해 보내질 수 있다. 에너지는, 예를 들어 유전체 막의 적어도 일부를 가로질러 전압을 유지할 수 있는 전기 회로를 통해 보내질 수 있다. 예를 들어, 그리고 한정되지 않는 의미에서, 전류는 EWOD 장치로 흐를 수 있고, 이때 이는 활성화되고,  $dI/dt$ 는 대체로 충전 커패시터의 프로필을 따를 수 있다. 이어서, (예를 들어, 동력공급에 의해) 어느 일 측 상의 전압 레벨을 이동시킴으로써, 커패시터는 효율적으로 충전될 수 있다. 커패시터의 충전은 시간에 따라 지수 감소 형태로 점차 감소될 수 있는 초기 "고" 전류를 수반할 수 있다. 더욱이, 가변 광학부에 대한 상당한 변화를 야기 시키기에 충분하지 않을 수 있는 (측정불가하게) 극히 작은 전류 흐름이 그렇게 대체로 항상 존재할 수 있어서 커패시터는 완전히 충전되지 않을 수 있다.
- [0144] 이에 반하여, 이산 가변 광학체는, 동력공급된 경우, 렌즈(504)의 적어도 하나의 광학 특징을 변화시킬 수 있다.
- [0145] 기구
- [0146] 이제 도 3을 참조하면, 자동화된 장치(310)가 하나 이상의 전달 인터페이스(transfer interface)(311)와 함께 예시되어 있다. 관련 이산 가변 광학 삽입체(314)를 각각 갖는 다수의 금형 부분품이 팔레트(pallet)(313) 상에 보유하고 전달 인터페이스(311)에 제공된다. 장치는, 예를 들어 이산 가변 광학 삽입체(314)를 개별적으로 배치하는 단일 인터페이스 또는 이산 가변 광학 삽입체(314)를 다수의 금형 부분품 내에 그리고 몇몇 예에서는 각각의 금형 부분품 내에 동시에 배치하는 다수의 인터페이스(미도시)를 포함할 수 있다. 배치는 전달 인터페이스(311)의 수직 이동(315)을 통해 이루어질 수 있다.
- [0147] 본 발명의 다른 태양은 이들 구성요소 주위에 안과용 렌즈의 본체가 성형되는 동안 이산 가변 광학 삽입체(314)를 지지하기 위한 장치를 포함한다. 이산 가변 광학 삽입체(314) 및 에너지 공급원은 (예시되지 않은) 렌즈 금형 내의 홀딩 포인트(holding point)에 부착될 수 있다. 이 홀딩 포인트에는 렌즈 본체 내에 형성될 동일한 유형의 중합된 재료가 부착될 수 있다. 다른 예는 이산 가변 광학 삽입체(314) 및 에너지 공급원이 그 상으로 부착될 수 있는, 금형 부분품 내의 예비중합체의 층을 포함한다.
- [0148] 이제 도 6을 참조하면, 본 발명의 태양에 사용될 수 있는 제어기(600)가 예시되어 있다. 제어기(600)는 프로세서(610)를 포함하며, 이는 통신 장치(620)에 결합된 하나 이상의 프로세서 구성요소를 포함할 수 있다. 제어기(600)는 안과용 렌즈 내에 배치된 에너지 공급원에 에너지를 전송하기 위해 사용될 수 있다.
- [0149] 제어기는 통신 채널을 통해 에너지를 전달하도록 구성된 통신 장치에 결합된 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다. 통신 장치는 안과용 렌즈 내로의 이산 가변 광학 삽입체의 배치 및 이산 가변 광학 장치를 작동시키기 위한 명령(command)의 전송 중 하나 이상을 전자적으로 제어하기 위해 사용될 수 있다.
- [0150] 통신 장치(620)는 또한, 예를 들어 하나 이상의 제어기 장치 또는 제조 장비 구성요소와 통신하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0151] 프로세서(610)는 또한 저장 장치(630)와 통신한다. 저장 장치(630)는 자기 저장 장치, 광 저장 장치, 및/또는 반도체 메모리 장치, 예를 들어 랜덤 액세스 메모리(Random Access Memory, RAM) 장치 및 판독 전용 메모리(Read Only Memory, ROM) 장치의 조합을 비롯한 임의의 적절한 정보 저장 장치를 포함할 수 있다.
- [0152] 저장 장치(630)는 프로세서(610)를 제어하기 위한 프로그램(640)을 저장할 수 있다. 프로세서(610)는 프로그램(640)의 명령을 수행하며, 따라서 본 발명의 태양에 따라 작동한다. 예를 들어, 프로세서(610)는 하나 이상의 센서와 통신 상태에 있을 수 있고 이산 가변 광학 삽입체 배치, 처리 장치 배치 등을 설명하는 정보를 수신할 수 있다. 저장 장치(630)는 또한 눈 관련 데이터를 하나 이상의 데이터베이스(650, 660)에 저장할 수 있다. 데이터베이스(650, 660)는 이산 가변 광학 렌즈로의 그리고 그로부터의 에너지를 제어하기 위한 구체적인 제어 로직(control logic)을 포함할 수 있다.
- [0153] 유전체 상의 전기습윤 이산 가변 광학 렌즈
- [0154] 도 7로 가면, 예시적인 이산 가변 광학 렌즈가 700으로 도시되어 있다. 렌즈는, 상이하고 그리고 바람직하게는 반대되는 습윤 특성을 갖는 2개의 상이한 유체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 용액은 염의 수용액의 경우 일 수 있는 바와 같이 수성 유체를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 수성 유체는 바람직하게는 고 효율 전기습윤 용액일 것이다. 고 효율 전기습윤 용액 또는 수성 유체는 물, 공기의 굴절률, 또는 사용된 재료 및 제품 설계에 따른 광학적 체제(optic regime)에 포함되는 재료의 굴절률에 근사한 근사 굴절률을 가질 수 있다. 이러한

굴절률은 렌즈 장치의 경질 부분을 이루는 재료의 굴절률과는 상이한 것으로 생각될 수 있다.

- [0155] 계속해서 도 7을 참조하면, 렌즈 장치의 경질 부분은 렌즈의 다양한 외관의 경계부를 한정할 수 있다. 저장소(710, 770)는 렌즈의 광학 구역 부분의 외측 부분 상에서 유체를 함유할 수 있다. 렌즈 구성요소(720, 750)는 활성 광학 표면을 포함할 수 있고 또한 렌즈 내에 유체를 함유하는 방식으로 작용할 수 있다. 공동(740)이 전방 렌즈 피스(720)와 후방 렌즈 피스(750) 사이에 존재할 수 있다.
- [0156] 전방 표면 및 후방 표면에 대한 대략적인 등가 형상을 포함하는 렌즈 피스(720)는 이들을 통과하는 광에 대한, 예컨대 730과 같은, 광선의 작은 광로 변화를 가져올 수 있다. 그러나, 그의 전방 및 후방 표면(750) 사이의 상당한 차이는 광의 광로에 대한 변화를 가져올 수 있는데, 이는 몇몇 경우에 라인(760, 730)으로 도시된 바와 같이 광학 굴절력의 변화를 가져올 수 있다.
- [0157] 유체가 저장소(710) 내에 있고 유체가 아이템(720, 750)을 이루는 재료와 비교하여 상당히 상이한 굴절률을 갖는 수성 유체를 포함하는 경우, 2개의 렌즈 피스의 공동(740)의 표면은 유체가 저장소(710) 내에 있는 경우 공동(740)을 가로지르는 광에 대해 광학적으로 관련되게 된다.
- [0158] 제2 저장소(770)는 제2 유체를 포함할 수 있다. 예시적인 의미에서, 이러한 유체는 아이템(710, 740) 내에 도시된 수성 유체와 비교할 때 상이한 특징을 가질 수 있다. 이러한 제2 유체는 오일형(oil-like) 유체일 수 있고 렌즈 피스(720, 750)와 대략 동일한 광과장을 갖는 굴절률을 갖도록 선택될 수 있다.
- [0159] 이산 가변 광학 요소는 전도성 상호연결부에 의해 접속될 수 있는 전기 접속부(780, 785)를 가질 수 있다. 더욱이, 이산 가변 광학 요소 내의 구성요소를 가로질러 전압(V1)이 인가될 수 있도록 전하를 동력공급하고 제어하고 분포시키는 구성요소(790)가 포함될 수 있다. 도 7의 경우에, 전압(V1)은 유체의 안정적인 위치가 예시적인 수성 유체가 그의 저장소(710) 및 또한 공동(740) 내에 위치되는 것을 포함할 수 있는 적절한 상태를 나타낼 수 있다.
- [0160] 도 8로 가면, 도 7의 이산 가변 광학 요소가 제2 상태에 있는 표현으로 아이템(800)이 도시되어 있다. 이러한 경우, 도 8에서 저장소(870)인 하부 저장소 내에 도시된 유체는 광학 피스(850, 820)의 굴절률과 매칭하였거나 충분히 가까웠던 굴절률을 갖도록 선택되었던 오일성 물질인 것으로 나타난다. 전압이 접속부(880, 885)를 통하여 이산 가변 광학 요소에 인가되는 제2 전압 조건(V2)으로서 표현될 수 있는 아이템(890)에 의해 인가되는 전압의 변화로 인하여, 지금 공동(840) 내에 존재할 수 있는 유체는 저장소(870) 내의 유체와 지금 동일할 수 있고 저장소(810) 내의 유체와는 동일하지 않을 수 있다. 그 결과, 장치(830)로 그리고 광학 요소(820), 공동(840), 및 광학 요소(850)를 통하여 진행되는 광은 아이템(860)과 같이 구성요소로부터 광이 나올 때 상당히 변경되지 않을 수 있다. 일부 예시적인 설명에서는 유체의 특징이 주어졌고 일정 유체가 수성 또는 오일성 유형으로 또는 다른 특징을 갖는 것으로 식별되었다. 이들 특징은 단지 예시를 목적으로 설명되고, 많은 상이한 유형의 유체가 본 명세서 내의 본 발명의 범주 내에서 기능하도록 선택될 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다.
- [0161] 이제 도 9를 참조하면, 아이템(700, 800)으로 도시된 단면이 평면도로 도시되어 있다. 렌즈 굴절력 구성요소는 그 내부에 다른 구성요소를 봉지하는 데 사용되는 하나 이상의 재료를 가질 수 있다. 구성요소의 외부 영역에서, 이러한 봉지 재료는 아이템(910) 주위 영역에 있는 경우일 수 있는 바와 같이 단독으로 존재할 수 있다. 렌즈 구성요소의 광학적으로 활성인 부분으로 들어가면, 도 9에서, 다수의 상이한 구성요소 유형을 관찰할 수 있다.
- [0162] 900으로 도시된 예시적인 환형 링에서, 2개의 영역(920) 및 영역(950, 960)에 의해 예시되는 4개의 상이한 영역이 있을 수 있다. 이러한 예에서, 영역(960)이 이전 논의로부터의 상부 저장소에 해당할 수 있는 한편, 영역(950)은 하부 저장소에 해당할 수 있다. 실제로, 이들 저장소 및 영역(920)은 영역들 사이의 유동에 대해 개방되는 것으로 구상될 수 있지만, 영역(950, 960)의 표면은 하나 이상의 영역(들) 내에 특정 유체 유형의 점착에 유리하게 할 수 있는 표면 처리, 표면 준비(surface preparation), 또는 계면활성제를 포함하는 다양한 유형의 처리에 의해 처리될 수 있다. 대안적으로, 영역(920)은 전술된 전압 조건 또는 자기장이 영역 내의 표면들을 가로질러 인가되도록 할 수 있는 전극이 존재할 수 있는 영역을 나타낸다. 따라서, 전위가 표면을 가로질러 인가되는 경우, 유전체 상의 전기습윤 효과가 맞물릴 수 있다. 특정 전위 인가에 의해, 하나의 표면은, 하나의 유체에 유리할 수 있는 한편 상이한 전위에 의해 다른 유체에 유리하게 할 수 있다.
- [0163] 저장소 영역(920)의 체적이 상부 렌즈 표면과 하부 렌즈 표면 사이의 공동의 체적과 대략 동일하게 설계 및 제조되면, 영역(920)의 상태가 정전위의 변화에 의해 변경될 수 있는 경우, 유체들 중 하나가 영역(920)으로 끌릴

수 있는 한편 다른 하나는 밀려나게 된다. 이러한 힘이 발생하게 되고 유체들이 비혼화성인 경우, 그 결과 유체는 장소를 맞바꿀 수 있게 된다. 아이템(930, 940)은 저장소 영역(950, 960)으로부터 렌즈 공동 내로의 유체의 유동을 허용하는 유동 채널을 나타낸다. 각각의 저장소에 대해 2개의 채널이 도시되어 있지만, 다양한 변형예가 가능할 수 있으며 본 명세서의 기술과 일관될 수 있다.

[0164] 이제 도 10으로 가면, 도 7에 도시된 바와 같이 인가된 전위 조건이 작동될 수 있다(1000). 렌즈 굴절력 구성 요소는 그 내부에 다른 구성요소를 봉지하는 데 사용되는 하나 이상의 재료를 가질 수 있다. 구성요소의 외부 영역에서, 이러한 봉지 재료는 아이템(1010) 주위 영역에 있는 경우일 수 있는 바와 같이 단독으로 존재할 수 있다. 이러한 경우, 인가된 전위는 전극 영역(1020)의 전기습윤 특징이 표면을 습윤시키고 영역(1020)의 체적을 차지하기에 유리한 저장소(1050) 내의 유체와 일치할 수 있도록 전극 영역(1020)을 변경시킬 수 있다. 이는 렌즈 공동으로부터 영역(1050) 내로 그리고 이어서 영역(1020) 내로 유체를 끌어당길 수 있다. 동시에, 동일한 힘이 전형적으로 영역(1060)을 차지하는 유체를 가압하여 공동 영역 내로 유동하게 할 수 있다. 아이템(1030, 1040)은 저장소 영역(1050, 1060)으로부터 렌즈 공동 내로의 유체의 유동을 허용하는 유동 채널을 나타낸다. 도 7의 설명에서 언급된 바와 같이, 이는 이산 가변 광학 요소가 제1 광학 상태를 취하게 할 수 있다.

[0165] 도 11로 가면, 아이템(1100), 이산 가변 광학 요소에 대한 제2 광학 상태가 나타나 있을 수 있다. 렌즈 굴절력 구성요소는 그 내부에 다른 구성요소를 봉지하는 데 사용되는 하나 이상의 재료를 가질 수 있다. 구성요소의 외부 영역에서, 이러한 봉지 재료는 아이템(1110) 주위 영역에 있는 경우일 수 있는 바와 같이 단독으로 존재할 수 있다. 이러한 경우, 도 8에 도시된 바와 같이, 제2 전위 조건이 렌즈에 설정될 수 있다. 본 예에서, 이러한 제2 조건은 2개의 유체들 중 어느 것이 영역(1120)을 차지하기에 유리한지를 반전시킬 것이다. 이어서, 전위 조건의 이러한 변화 하에서, 공동 영역으로부터의 유체는 아이템(1130)에 의해 도시된 바와 같이 유동 채널을 통하여 외부로 가압될 수 있고 영역(1120, 1160)을 차지하도록 계속 유동할 수 있다. 또한, 도 10에 대해 논의된 바와 동일한 힘에 의해, 이는 유체를 영역(1120)으로부터 저장소 영역(1150) 내로 그리고 이어서 저장소 영역(1150)으로부터 유동 채널(1140)을 통하여 공동 내로 추진시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 공동을 차지하고 있는 유체는, 도 8과 관련된 논의에서 설명된 바와 같이 이산 가변 광학 요소가 이제 제2 광학 상태를 취하게 하는 상이한 굴절률을 가질 수 있다.

[0166] 유전체 상의 전기습윤이 예컨대 본 명세서에서 설명된 광학 요소의 광학 상태를 제어하는 데 사용될 수 있는 방식에 대해 참고한 많은 예들이 있지만; 많은 변형예가 본 발명과 연관되는 유사한 효과를 가져올 가능성이 있는 것은 당업자에게 명백할 것이다.

[0167] 상태 변경이 필터링 효과인 다중 상태 안과용 장치

[0168] 도 12로 가면, 아이템(1200), 상이한 유형의 광학 효과가 도시되어 있다. 논의되었던 이산 가변 광학 요소 변화를 야기하는 방법 및 장치의 태양이 본 예에서 유사한 효과를 가질 수 있다. 그러나, 광학 굴절력의 변화보다는 오히려 또는 광학 굴절력의 변화에 더하여 차광 또는 광 필터링 효과가 일어나게 하는 것이 가능할 수 있다. 예시적인 의미에서, 2개의 렌즈 표면(1230, 1250)이 단순화된 의미에서는 다양한 표면들 사이의 상당한 차등적 외양을 갖지 않는 것으로 도시될 수 있어서, 광은 광학 장치를 가로질러 진행하는 경우 광선이 지나갈 경로에 대해 상당히 변화되지 않을 것이다. 특정 흡광 성분이 렌즈 내의 2개 유형의 유체들 중 하나에 존재하는 예에서, 그러한 성분은 다른 성분에 대해 필터링된 상태를 나타낼 수 있다. 예시적인 의미에서, 저장소(1210) 내에 배치된 유체는 염색된 유체를 나타낼 수 있는 한편 저장소(1220) 내의 유체는 염색되지 않은 유체일 수 있다. 예를 들어 전기 접점(1280, 1285)을 통한 요소(1290)의 작용에 의한 적절한 전위 조건의 적용 시, 염색된 유체는 공동(1240) 내로 가압되어, 그 결과, 제2 전위 조건에 의해 결정될 수 있는 다른 상태에 대해 필터링된 또는 차폐된 상태를 제공한다.

[0169] 이러한 유형의 필터링의 특성은 많은 가능성에 대응할 수 있다. 예를 들어, 염료는 넓은 범위의 가시광선 스펙트럼을 가로질러 산란, 흡수, 또는 그렇지 않으면 차광하도록 선택될 수 있다. 이는 렌즈 장치를 가로질러 진행하는 가시광 또는 비가시광 파장의 상당 부분의 강도의 감소를 가져올 수 있다. 다른 예에서, 염료는 렌즈 장치를 통하여 진행하는 광의 특정 대역의 주파수를 흡수할 수 있다. 일부 예에서, 염료는 도 7 내지 11에서도 또한 논의된 유형의 렌즈 내의 유체 내에 사용될 수도 있다. 다른 예에서, 사용된 염료는 에난티오머 특징을 가질 수 있다. 본 명세서에서 설명된 렌즈 내의 하나 이상의 유체에 존재할 수 있는 상이한 유형의 재료에 기인하는 많은 예들이 있을 것이다.

[0170] 이제 도 13으로 가면, 아이템(1300). 본 명세서에서 설명된 바와 같은 렌즈들의 조합을 생성할 능력이 있을 수 있다. 도시된 바와 같이, 도 12에서 설명된 유형의 광학 요소로서, 요소를 가로지르는 광의 광학 굴절력을 변

경하지 않도록 내측 및 외측 표면의 형상이 정해질 수 있는 광학 요소, 및 도 7 및 도 8과 관련하여 설명된 유형의 광학 요소가 있을 수 있다. 더욱이, 대안적인 설계에서, 광학 요소가 원하는 기능을 수행하고 그에 의해 렌즈의 광학 굴절력을 변경시킬 수 있는 제2 부분과 관련되는 것이 가능할 수 있다.

[0171] 이산 가변 광학 요소 및 차광 또는 광 필터링 효과 광학 요소(1300)가 도시된다. 본 예에서, 가변 광학 요소 및 차광 광학 요소 각각을 위해 사용되는 2개의 액체용 저장소가 1320 및 1310으로 도시된다. 전술된 바와 같이, 그 기능은 아이템(1360, 1340)에 의해 인가되는 전압의 변화에 기인할 수 있다. 그러나, 광학 변화는 광학 요소 둘 모두에서 상이한 시간에 일어날 수 있거나 또는 요구될 수 있는 것과 대략 동일한 또는 동일한 시간에 일어날 수 있다. 광학 요소 둘 모두가 상이한 시간에 또는 상이한 신호에 대해 전압을 변화시키는 것이 바람직한 예에서, 상이한 접점들이 1350, 1355, 1330, 및 1335로 도시된 바와 같이 사용될 수 있다. 그러나, 이들이 서로 협력하여 작용하는 것을 원할 수 있고 따라서 다만 한 세트의 접점들만이 요구될 수 있다.

[0172] 이산 가변 광학 렌즈를 위한 전기활성 펌핑

[0173] 이제 도 14를 참조하면, 아이템(1400), 이산 가변 광학 렌즈의 상태의 변화를 생성하기 위한 상이한 예시적인 메커니즘이 도시된다. 이러한 유형의 메커니즘에서, 부분적으로 또는 전체적으로 유전체 상의 전기습윤 효과를 이용함으로써 저장 영역으로부터 그리고 저장 영역으로 유체가 펌핑될 수 있다. 저장 영역(920)의 주연부 상에, 전기습윤 표면 및 특징부가 포함될 수 있다. 전위가 전기습윤 표면 상에서 변화될 때, 유체 방울은, 패드(1420) 상에 안착한 것으로 도시된 아이템(1440)에 의해 보일 수 있는 바와 같이, 1442로 도시된 바와 같이 차츰 평탄해질 수 있다. 1442에서, 유체 방울은 평탄해지고 수직으로 퍼질 수 있어서 패드(1410)와 상호작용하고 그에 의해 끌어당겨질 수 있다. 패드 상에 인가될 수 있는 전위의 제어가 패드 상의 전위를 사이클링시킴에 따라, 유체 방울은 하나의 영역에서 다른 영역으로 수송될 수 있거나 또는 펌핑될 수 있다. 유체가 렌즈 공동 영역 내로 펌핑되는 경우, 그에 의해서, 이는 이전 섹션에서 논의된 것과 유사한 방식으로 이산 가변 광학 렌즈의 광학 특징을 변화시킬 수 있다.

[0174] 패드(1430) 상의 제2 방울 특징부(1441)가 패드 상의 전위의 사이클링에 의해 유사한 방식으로 또한 이동될 수 있다. 결국, 유체 방울은 패드(1430)로부터 패드(1420)로 그리고 이어서 패드(1410)로 이동될 수 있다. 단일 유체는 유체의 부족이 렌즈 요소와는 상이한 굴절률을 정의할 수 있는 이러한 방식으로 이용될 수 있다. 이후에, 전술된 펌핑 메커니즘이 사용되어 유체를 공동 내로 펌핑하면, 이는 렌즈 요소들의 굴절률을 매칭시키고 그에 따라서 광학 효과를 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 액체가 저장소(들) 내에 포함되는 경우 광학 요소를 충전할 기체의 굴절률로 인한 것이다.

[0175] 2개의 유체가 유사한 방식으로 사용될 수 있다. 이러한 경우, 펌핑 메커니즘은 하나의 유체가 그의 저장 위치 내로 펌핑될 수 있는 한편 다른 하나는 그의 저장 위치 외부로 펌핑되는 협력 관계로 작동할 수 있다. 이들 예에서, 920으로 표시된 2개 영역들 중 하나가 제1 액체를 저장하는 데 사용될 수 있는 한편, 920으로 표시된 다른 영역은 제2 액체를 저장하는 데 사용될 수 있다. 이어서, 예를 들어 렌즈 장치가 아이템(900)인, 렌즈 장치의 내부 기하학적 형상은 이 경우에 추가 정의를 가질 수 있다. 예를 들어, 영역(920) 각각의 단부들 중 하나에 플라스틱 특징부가 있어서 그 영역과 관련된 특정 유체의 저장을 위한 일정 유형의 공동을 생성할 수 있다.

[0176] 펌핑 메커니즘을 이루는 유전체 상의 전기습윤 효과가 사용되기 때문에, 이들은 가변 (이러한 경우에 2 상태) 렌즈 장치를 형성하는 데 소모되는 에너지와 관련된 이득을 가질 수 있다. 펌핑을 위해 사용되는 패드들은 전위가 그들에 인가되지 않는 경우 유체를 그의 영역 내에서 밀어내도록 형성될 수 있기 때문에, 따라서 렌즈 장치(900)가 그의 상태들 중 하나로 배치되는 경우, 패드들이 유체에 근접하게 유체의 이동에 대한 장벽을 생성하는, 2개의 저장 영역 중 적어도 하나가 존재할 것이다. 따라서, 가변 렌즈들의 일부 다른 예들과 달리, 렌즈 장치가 하나의 상태에서 다른 상태로 변화하지 않고 있을 때 동력공급 장치에 저장된 에너지는 매우 제한적으로 소모될 수 있다.

[0177] 또 다른 유형의 전기활성 펌핑 메커니즘이 아이템(1500)으로 도 15에 도시되어 있다. 이러한 유형의 메커니즘에서, 도 15 상에 도시된 영역(920)의 적어도 일부는 전기활성 중합체로 이루어진 재료 또는 멤브레인으로 이루어진다. 일부 메커니즘에서, 전기활성 중합체 재료(1530)는 새로운 형상(1531)에 의해 도시된 바와 같이 전위의 인가시에 팽창하도록 제조될 수 있다. 이는, 예를 들어 1521로 도시된 바와 같이, 멤브레인 층(1520)이 상이한 위치로 이동하게 할 것이다. 이어서, 유체 포함 공간(1510)의 체적은 1511의 단면 크기로부터 명백한 바와 같이 감소될 수 있다. 설명을 용이하게 하기 위하여, 변형은 단면에서의 수직 공간을 충전하는 재료의 단순한 왜곡으로 설명되었다. 전위 변화의 적용시 전기활성 중합체 층에 일어날 수 있는 비틀림 또는 굽힘 변형에 의해 멤브레인 층(1520, 1521)이 이동하게 될 수 있는 다른 예가 있을 수 있다. 저장 영역의 체적의 변화 및

멤브레인 층에 대한 효과는 그러한 예에서 유사할 수 있거나 동등할 수 있다.

- [0178] 팽창이 발생하도록 한 경우, 이는 제2 유형의 유체가 렌즈 장치의 광학적으로 활성인 공동 내로 유동하게 할 수 있고 그렇게 하여 제1 유체를 공동의 외부로 그리고 제2 저장 위치(920) 내로 가압하게 할 수 있다. 이러한 영역이 제2 유형의 유체에 대해 밀어내는 표면을 갖도록 형성되면, 팽창하는 전기활성 중합체 재료(1530, 1531)의 멤브레인(1520, 1521)에 대한 압력은 제1 유체를 가압하여 여전히 저장 위치를 차지하도록 할 수 있다. 멤브레인(1520, 1521)의 왜곡이 바뀌도록 (즉, 왜곡되지 않은 상태로 복귀되도록) 되는 경우, 유체는 초기 구성으로 다시 유동하도록 가압될 수 있다.
- [0179] 다른 유형의 2가지 상태의 렌즈가 2개의 영역(920)의 사용에 기인할 수 있는데, 여기서 둘 모두의 영역은 전기활성 재료(1530, 1531) 및 멤브레인(1520, 1521)의 유사한 전기활성 조합을 갖는 것으로 이는 당업자에게 명백할 것이다. 2개의 영역이 서로 반대되는 방식으로 작동하도록 이루어진 경우, 활성 유체 유형의 유사한 스위칭이 발생하도록 이루어질 수 있다. 많은 상이한 렌즈가 2개의 상이한 유체들 또는 기체 상태나 진공의 제2 유체 동등물과 함께 구성된 단일 유체와 상호작용하는 코팅 및 이러한 유형의 장치의 조합에 의해 형성될 수 있다는 것이 더 명백할 것이다. 이들 2개의 유체들 또는 유체 및 비유체 상태는 앞서 언급된 굴절률 효과 또는 필터링 역할의 변화를 또한 가질 수 있다. 많은 상이한 렌즈들이 2개의 상이한 유체들 또는 기체 상태의 또는 진공의 제2 유체 동등물과 함께 구성된 단일 유체와 상호작용하는 코팅 및 전술된 장치들의 조합에 의해 형성될 수 있다는 것이 본 명세서에 기술되어 있다. 기체 상태 유체의 비제한적인 예에는 아르곤, 질소, 산소, 헬륨, 및 네온 중 하나 이상이 포함된다. 추가로, 그러한 기체 상태의 유체들의 조합은, 비제한적인 예로서, 질소, 산소 및 선택적으로 다른 기체들을 포함하는 기체의 조합을 포함한다. 주위에서 찾을 수 있는 다른 기체들은 기체상(gas phase)에 대해 허용가능할 수 있다.
- [0180] 전기활성 중합체 및 전기활성 중합체 재료는 본 명세서에서 설명되고, 그러한 전기활성 중합체 및 전기활성 중합체 재료의 비제한적인 예에는 폴리비닐리덴 플루오라이드를 포함하는 하나 이상의 필름, 폴리(아크릴산) 또는 폴리피롤에 기반한 전기활성 하이드로겔 필름, 및 전극 결합된 탄소 나노튜브를 포함하는 필름이 포함된다.
- [0181] 유전체 막 및 유전체가 본 명세서에서 기술된다. 비-제한적 예로, 이산 가변 광학부에 사용되는 유전체 필름 또는 유전체는 본 명세서에 기술되는 본 발명에 적절한 특성을 갖는다. 유전체는 단독으로 또는 함께 유전체로서 기능하는 하나 이상의 재료 층을 포함할 수 있다. 단일 유전체의 유전 성능보다 우수한 유전 성능을 달성하기 위해 다수의 층이 사용될 수 있다.
- [0182] 유전체는 이산 가변 광학부를 위해 요구되는, 예를 들어 약 0.1 내지 10  $\mu\text{m}$ 의 두께의 무결함 절연 층을 허용할 수 있다. 결합은 유전체를 통한 전기적 및/또는 화학적 접촉을 허용하는, 유전체 내의 구멍인 것으로 당업자에 의해 알려진 바와 같이 핀홀(pinhole)로 지칭될 수 있다. 유전체는, 주어진 두께에서, 파괴 전압에 대한 요구를 충족시킬 수 있는데, 예를 들어, 유전체는 100 볼트 이상을 견뎌야 한다.
- [0183] 유전체는 만곡형, 원추형, 구형 및 복합형 3차원 표면(예컨대, 만곡된 표면 또는 비-평탄 표면) 상으로의 제조를 허용할 수 있다. 딥 코팅 및 스핀 코팅의 전형적인 방법이 사용될 수 있거나, 다른 방법이 채용될 수 있다.
- [0184] 유전체는 가변 광학부 내의 화학 물질, 예를 들어 염수, 오일, 용제, 산, 및 염기로부터의 손상을 견딜 수 있다. 유전체는 적외광, 자외광 및 가시광으로부터의 손상을 견딜 수 있다. 바람직하지 않은 손상은 본 명세서에 기술된 파라미터, 예를 들어 표면 에너지 및 광 투과율에 대한 저하를 포함할 수 있다. 유전체는 이온의 침투에 견딜 수 있다. 유전체는 전기습윤 시스템에서 액체와 함께 기능하는 구체적인 범위 내의 표면 에너지를 가질 수 있다. 유전체는, 예를 들어 부착 촉진 층의 사용에 의해 하부의 전극 및/또는 기체에 부착될 수 있다. 유전체는 저 오염, 저 표면 결합, 컨포멀(conformal) 코팅, 및 저 표면 조도를 허용하는 공정을 사용하여 제조될 수 있다.
- [0185] 유전체는 시스템의 전기적 작동과 상용성인 비유전율 또는 유전 상수를 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 절연 중합체의 전형인 약 2.0 내지 3.0과 같은 낮은 비유전율이 주어진 전극 영역에 대한 커패시턴스를 감소시키는 것과 전기습윤을 위한 활성 전압을 저하시키는 것 사이의 적합한 절충으로서 이용될 수 있다. 커패시턴스 및 활성 전압의 대응하는 변화를 갖는 더 높거나 더 낮은 비유전율을 갖는 유전체가 이용될 수 있다.
- [0186] 유전체는, 예를 들어  $10^{16}$  옴 미터 초과와 같은 높은 저항률을 가질 수 있어서, 그에 의해 매우 작은 전류가 높은 인가 전압으로도 흐르게 할 수 있다. 일단 전극 상에서 실현되면, 유전체를 통하는 저항은 1 기가 옴보다 훨씬 더 높은, 예를 들어 약 100 기가 옴일 수 있다. 그러한 저항은 전형적으로 단지 500 pA의 전류만이 유전

체를 가로질러 인가된 50V로 흐르게 할 수 있다.

- [0187] 유전체는 광학 장치에 대해 원하는 품질, 예를 들어 가시광선 스펙트럼에서의 높은 투과율(>99%), 낮은 착색성 및 낮은 탁도, 낮은 분산성(아베수(Abbe number) 34 내지 57), 및 일정 범위 내의 굴절률(1.4 내지 1.7)을 가질 수 있다.
- [0188] 예시적인 비-제한적 유전체 재료는 파릴렌-C, 파릴렌-HT, 이산화규소, 질화규소, 및 테플론(Teflon) AF 중 하나 이상을 포함한다.
- [0189] 전기습윤 유전체 효과를 달성하기 위하여 전위를 인가하기 위한 전극 또는 패드가 본 명세서에서 설명된다. 전극은 일반적으로 단독으로 또는 함께 전극으로서 기능하는 하나 이상의 재료 층을 포함한다.
- [0190] 전극은, 아마도 부착 촉진제(예컨대, 메타크릴옥시프로필트라이메톡시실란)의 사용에 의해, 시스템 내의 하부의 기재, 유전체 코팅, 또는 다른 물체에 부착될 수 있다. 전극은 유리한 자연 산화물을 형성할 수 있거나, 유리한 산화물 층을 생성하도록 처리될 수 있다. 전극은 광 투과율이 높고 반사가 거의 없는 상태로 투명하거나 실질적으로 투명하거나 불투명할 수 있다. 전극은 알려진 처리 방법을 이용하여 패턴화되거나 에칭될 수 있다. 예를 들어, 전극은 포토리소그래픽 패턴화 및/또는 리프트-오프(lift-off) 공정을 사용하여 증착되거나 스퍼터링되거나 전기도금될 수 있다.
- [0191] 전극은 본 명세서에 기술된 전기 시스템에 사용하기 위한, 예를 들어 주어진 기하학적 구조에서 저항 요건을 만족시키는 적합한 전도율을 갖도록 설계될 수 있다. 예시적인 금 전극은 약 1 오옴보다 훨씬 더 작은 생성된 전극 저항을 갖는 약  $2.44 \times 10^{-8}$  오옴 미터의 저항률을 가질 수 있다. 예를 들어 메가오옴 또는 심지어 기가오옴의, 훨씬 더 높은 전극 저항이 시스템 내의 커패시턴스를 충전하기에 충분한 전류 흐름을 허용하는 경우에, 용인될 수 있다.
- [0192] 전극 또는 패드는 인듐 주석 산화물(ITO), 금, 스테인리스 강, 크롬, 및 알루미늄 중 하나 이상으로부터 제조될 수 있다. 이는 망라된 목록이 아니라는 것이 이해될 것이다.
- [0193] 이산 가변 광학부는 인가된 전압에 의해 제어될 수 있는 데, 예를 들어, 전압이 본 명세서에 기술된 전극에 인가되어 본 명세서에 또한 기술된 유전체를 가로질러 전기장을 생성할 수 있다. 전압은 도 7, 도 8, 도 12, 및 도 13에 각각 도시된 구성요소(790, 890, 1290, 1360, 1340)를 거쳐 인가될 수 있다. 일 예에서, 직류(DC) 바이어스가 인가될 수 있다. 원하는 광학 응답을 생성하는 데 사용되는 전압은 몇몇 파라미터에 좌우된다. 예를 들어, 일 예에서, 유전체의 두께 및 비유전율이 주어진 경우 광학 굴절력의 2-디옴터 변화를 달성하기 위하여 50 볼트가 요구될 수 있다. 대안적인 예에서, 유전체의 두께 및 비유전율의 가정된 변화에 의해 광학 굴절력의 2-디옴터 변화를 달성하기 위하여 20 볼트가 요구될 수 있다. 따라서, 시스템에 사용되는 전형적인 전압은 20 내지 50 볼트일 수 있지만, 1 볼트 내지 100 볼트 초과 전압 값의 훨씬 더 넓은 정수 값 범위를 포함할 수 있다.
- [0194] 일 예에서, 교류(AC)가 인가될 수 있다. AC 펄싱(pulsing) 및 다른 파형이 전극을 구동하는 데 사용될 수 있다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 구동 파형은 광학 반응 시간, 전류 소모, 유체 동역학, 유전체 파괴, 및 다른 효과와 관련될 수 있다. 바이어스된 DC에 관하여 설명된 유사한 전압 값이 AC 펄싱에 대해 사용될 수 있다.
- [0195] 제2 유체는 선택적으로 오일형 유체인 것으로 본 명세서에 기술되어 있고, 무극성 유체 혼합물 또는 용제형 유체를 포함할 수 있다. 오일이 전기습윤 안과용 장치에 사용될 수 있다. 오일 또는 오일형 유체는 하나 초과 성분, 즉 오일 성분들의 혼합물을 포함할 수 있다. 오일 또는 오일형 유체는 낮은 점도, 예컨대 섭씨 25도에서 2 mPa s 미만, 바람직하게는 섭씨 25도에서 1 mPa s 이하의 점도를 가질 수 있다. 오일 또는 오일형 유체는 낮은 극성을 가질 수 있는데, 이는 극성 성분 또는 오염물을 실질적으로 포함하지 않는 것을 의미한다. 더욱이, 이는 오일 또는 오일형 유체가 미량의 용해수(dissolved water)를 인지할 수 있을 만큼 함유하지 않는다는 것을 의미하는데, 이는 DC 모드 전기습윤에 대해 바람직하다. AC 모드 전기습윤의 경우, 이러한 요건은 다소 덜 엄격하다.
- [0196] 오일 또는 오일형 유체는 매우 낮은 오일-유전체 접촉각, 예를 들어 10도 이하의 접촉각으로 (염수상(saline phase)의 주변에서) 전기습윤 유전체를 습윤시킬 수 있는 능력을 제공할 수 있다. 개선된 습윤(즉, 낮은 접촉각)은 작은 접촉각 히스테리시스 및 더 예측가능하거나 신뢰성 있는 성능을 가져올 수 있다.
- [0197] 오일 또는 오일형 유체는 장치에 사용된 염수와 실질적으로 상이한 굴절률을, 예를 들어 0.010(단위 없음) 이상

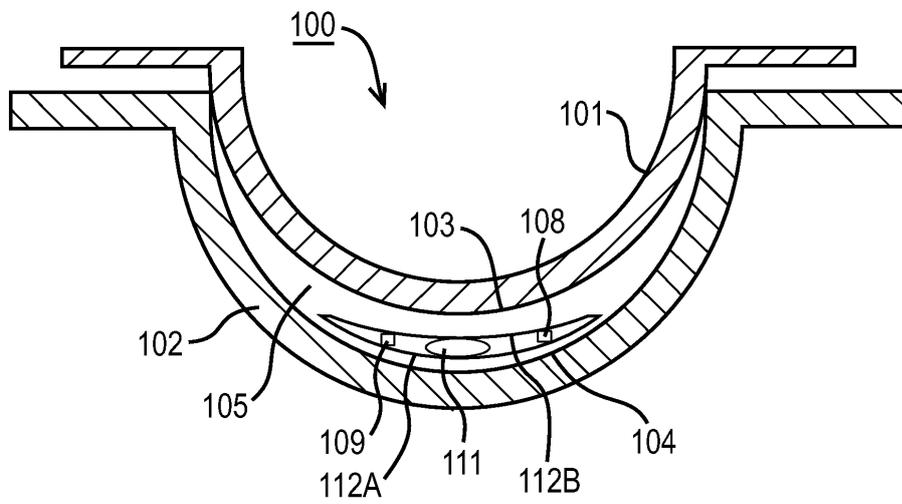
의 굴절률 차이를 가질 수 있다. 설명된 굴절률 차이의 관련된 파장은 589.29 nm인 나트륨 D 라인의 파장(즉, "n<sub>sub</sub>D")이다. 바람직하게는, 오일은 염수보다 더 높은 굴절률을 갖는다.

- [0198] 오일 또는 오일형 유체는 염수상과 실질적으로 동일한 비중을 가질 수 있다. 예를 들어, 비중 차이는 0.003(단위 없음)일 수 있거나, 또는 바람직하게는 더 작을 수 있다. 비중은 밀한(dense) 그리고 덜 밀한 오일 성분의 선택 및 혼합물에 의해 바뀔 수 있다. 바람직한 오일 제형은 1.00 약간 초과인 비중을 가질 수 있다.
- [0199] 오일 또는 오일형 유체의 성분은 대체로 생체적합성이고 바람직한 오일은 순한 안구 자극물 또는 비자극물이다. 오일 또는 오일형 유체는 첨가제가 장치의 성능에 실질적으로 악영향을 주지 않는다면 선택적으로 첨가제를 함유할 수 있다. 구체적인 첨가제는 염료, UV 차단제, 장애 아민 광 안정제, 향미생물제, 항산화제, 리올로지 개질제, 계면활성제, 희석제, 빙점 강하제, 등을 포함할 수 있다.
- [0200] 일부 바람직한 비제한적인 예시적 오일 제형은 다음과 같다:
- [0201] 예 1: 페닐트라이메틸 게르만 48.0% (w/w), SIP.6827(젤레스트(Gelst)) 51.5%, 및 1-펜탄올 0.5%; 및
- [0202] 예 2: 1-브로모펜탄 52.4% (w/w) 및 데카메틸테트라실록산 47.6% (w/w).
- [0203] 염수는 본 명세서에 기술되어 있다. 염수는 전기습윤 안과용 장치를 보조할 수 있다. 염수는 하나 초과인 성분, 예컨대 성분들의 혼합물을 포함할 수 있다. 염수의 주 성분은 바람직하게는 정제수(즉, 탈이온수 및 역삼투수)이다. 염수의 제2 성분은 개선된 전도율을 부여할 수 있는 이온화가능 성분, 예를 들어, 무기 염수이다.
- [0204] 염수는 낮은 점도, 예컨대 섭씨 25도에서 2 mPa s 미만, 바람직하게는 섭씨 25도에서 1 mPa s 이하의 점도를 가질 수 있다. 염수는 높은 순도를 가질 수 있는데, 이는 염수가 오일상으로 이동할 수 있는 극성 성분을 인지할 수 있을 만큼 함유하지 않는다는 것을 의미한다. 이는 DC 작동 모드 전기습윤에 중요할 수 있다. AC 모드 전기습윤의 경우, 염수가 높은 순도를 갖는다는 요건은 다소 덜 엄격하다.
- [0205] 염수는 장치에 사용된 다른 유체와 실질적으로 상이한 굴절률을, 예를 들어 0.010(단위 없음) 이상의 굴절률 차이를 가질 수 있다. 설명된 굴절률 차이의 관련된 파장은 589.29 nm인 나트륨 D 라인의 파장(즉, "n<sub>sub</sub>D")이다. 바람직하게는, 염수는, 만일 사용된다면, 오일성 유체보다 더 낮은 굴절률을 갖는다.
- [0206] 염수는 본 명세서에 기술된 오일상과 실질적으로 동일한 비중을 가질 수 있다. 예를 들어, 비중 차이는 0.003(단위 없음)일 수 있거나, 또는 바람직하게는 더 작을 수 있다. 비중은 물 및 이온 성분의 주의 깊은 선택 및 혼합물에 의해 바뀔 수 있다. 바람직한 염수 제형은 1.00 약간 초과인 비중을 가질 수 있다.
- [0207] 염수의 성분은 바람직하게는 가능한 한 생체적합성이어야 한다. 바람직한 염수는 순한 안구 자극물 또는 비자극물이다. 바람직한 염수는 사람의 눈물과 대략 동일한, 예를 들어, 300-500 mOsm/kg의 삼투물농도를 갖는다. 더욱이, 염수는 첨가제가 장치의 성능에 실질적으로 악영향을 주지 않는다면 선택적으로 첨가제를 함유할 수 있다. 구체적인 첨가제는 염료, UV 차단제, 장애 아민 광 안정제, 향미생물제, 항산화제, 리올로지 개질제, 계면활성제, 희석제, 빙점 강하제, 등을 포함할 수 있다.
- [0208] 일부 바람직한 비제한적인 예시적 염수 제형은 다음과 같다:
- [0209] 예 1: 염화칼륨 0.1% (w/w), 및 탈이온수 99.9%;
- [0210] 예 2: 염화칼슘 1.0% (w/w), 탈이온수 98.5%, 및 1-펜탄올 0.5%; 및
- [0211] 예 3: 염화나트륨 0.9% (w/w), 및 탈이온수 99.1%.
- [0212] 본 발명은 안과용 렌즈를 위한 가변 광학 삽입체를 제공하기 위한 방법 및 기구에 관한 것이다. 더 구체적으로, 에너지 공급원이 안과용 렌즈 내에 포함된 가변 광학 삽입체에 동력공급을 할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 안과용 렌즈는 실리콘 하이드로겔로부터 캐스트 성형된다.
- [0213] 본 발명의 다양한 태양 및 예가 번호를 붙인 항목들의 망라되지 않은 하기 목록에 언급되어 있다:
- [0214] 항목 1: 가변 초점 안과용 장치로서,
- [0215] 전방 곡면 상부 광학 표면 및 전방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 가변 초점 안과용 장치의 전방 곡면 광학 부;
- [0216] 후방 곡면 상부 광학 표면 및 후방 곡면 하부 광학 표면을 포함하는, 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 광학 부;

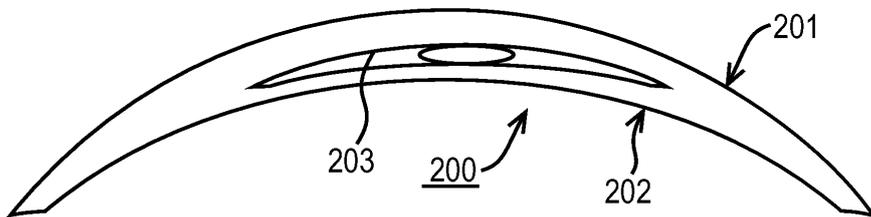
- [0217] 가변 안과용 장치의 전방 곡면 광학부의 전방 곡면 하부 광학 표면과, 가변 초점 안과용 장치의 후방 곡면 부분의 후방 곡면 상부 광학 표면에 의해 형성된 공동;
- [0218] 제1 굴절률을 갖는 유체의 적어도 일부와 접촉하고, 전기장을 견딜 수 있는 전극 위를 덮고 있는 유전체 막;
- [0219] 제1 굴절률과 상이한 제2 굴절률을 갖는 기체; 및
- [0220] 상기 유체의 체적보다 작거나 또는 동일한 체적의 수용을 위해 체적을 변화시키도록 작동가능한 하나 이상의 저장소 영역으로서, 저장소는 상기 형성된 공동과 유체 연결 상태에 있는 하나 이상의 저장소 영역을 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0221] 항목 2: 항목 1에 있어서, 가변 초점 안과용 장치는 상기 전극과 전기적 통신 상태에 있는 에너지 공급원을 추가로 포함하고, 상기 에너지 공급원은 전기장을 견딜 수 있는 전류를 제공할 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0222] 항목 3: 항목 1에 있어서, 유전체 막은 하나 초과와 전극 위를 덮고 있는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0223] 항목 4: 항목 1에 있어서, 저장소와 형성된 공동 사이의 유체 연결은, 유체와 기체의 교체를 허용하는 하나 이상의 채널을 통해 이루어지는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0224] 항목 5: 항목 4에 있어서, 유체의 유동을 제어하는 유체 제어 밸브를 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0225] 항목 6: 항목 5에 있어서, 유체 제어 장치는 하나 이상의 체크 밸브들을 포함하는, 가변 초점 안과용 장치
- [0226] 항목 7: 항목 5에 있어서, 유체 제어 장치는 하나 이상의 마이크로전기기계 밸브를 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0227] 항목 8: 항목 1에 있어서, 저장소의 체적과 형성된 공동의 체적은 대체로 동일한, 가변 초점 안과용 장치.
- [0228] 항목 9: 항목 1에 있어서, 전극 및 유전체 막은, 공동과 저장소를 형성하는 표면들 중 하나 또는 둘 모두의 적어도 일부 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0229] 항목 10: 항목 4에 있어서, 유전체 막은, 공동과 저장소 사이의 하나 이상의 채널들의 적어도 일부 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0230] 항목 11: 항목 1에 있어서, 유체는 흡광 염료 성분을 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0231] 항목 12: 항목 1에 있어서, 유체는 차광 염료 성분을 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0232] 항목 13: 항목 1에 있어서, 유체는 에난티오머 특징을 갖는 성분을 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0233] 항목 14: 항목 1에 있어서, 봉지형 안과용 렌즈를 추가로 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0234] 항목 15: 항목 14에 있어서, 봉지형 안과용 렌즈는 생체적합성 하이드로겔로 이루어지는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0235] 항목 16: 항목 1에 있어서, 후방 곡면 요소의 하부 광학 표면은 안과용 렌즈의 전방 곡면 부분 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0236] 항목 17: 항목 1에 있어서, 후방 곡면 요소의 상부 광학 표면은 안과용 렌즈의 후방 곡면 부분 상에 위치되는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0237] 항목 18: 항목 4에 있어서, 저장소, 형성된 공동 또는 채널들 중 하나 이상은, 전류의 영향 하에서 형상이 변하는 대체로 변형가능한 재료에 의해 형성될 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0238] 항목 19: 항목 4에 있어서, 저장소, 형성된 공동 또는 채널들 중 하나 이상의 표면의 적어도 일부는, 전류의 영향 하에서 접촉각 특성을 변화시킬 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0239] 항목 20: 항목 4에 있어서, 저장소, 형성된 공동 또는 채널들 중 하나 이상의 적어도 일부는, 전기장의 영향 하에서 형상이 변하는 대체로 변형가능한 재료에 의해 형성될 수 있는, 가변 초점 안과용 장치.
- [0240] 항목 21: 항목 20에 있어서, 전류의 영향 하에서 형상이 변할 수 있는 상기 변형가능한 재료의 적어도 일부는 전기활성 중합체 재료를 포함하는, 가변 초점 안과용 장치.

도면

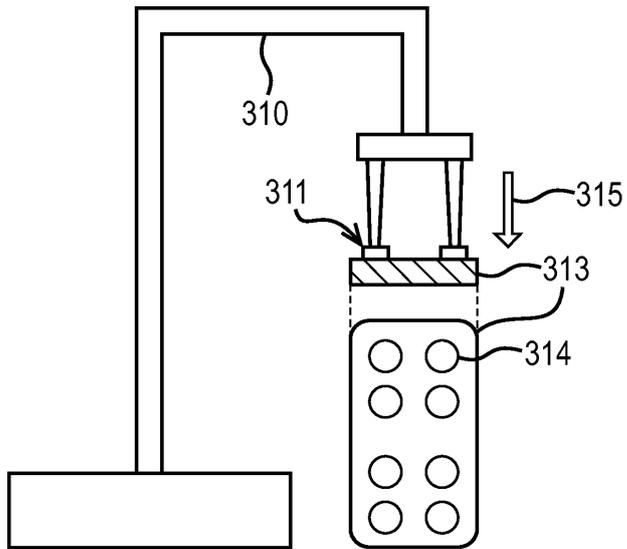
도면1



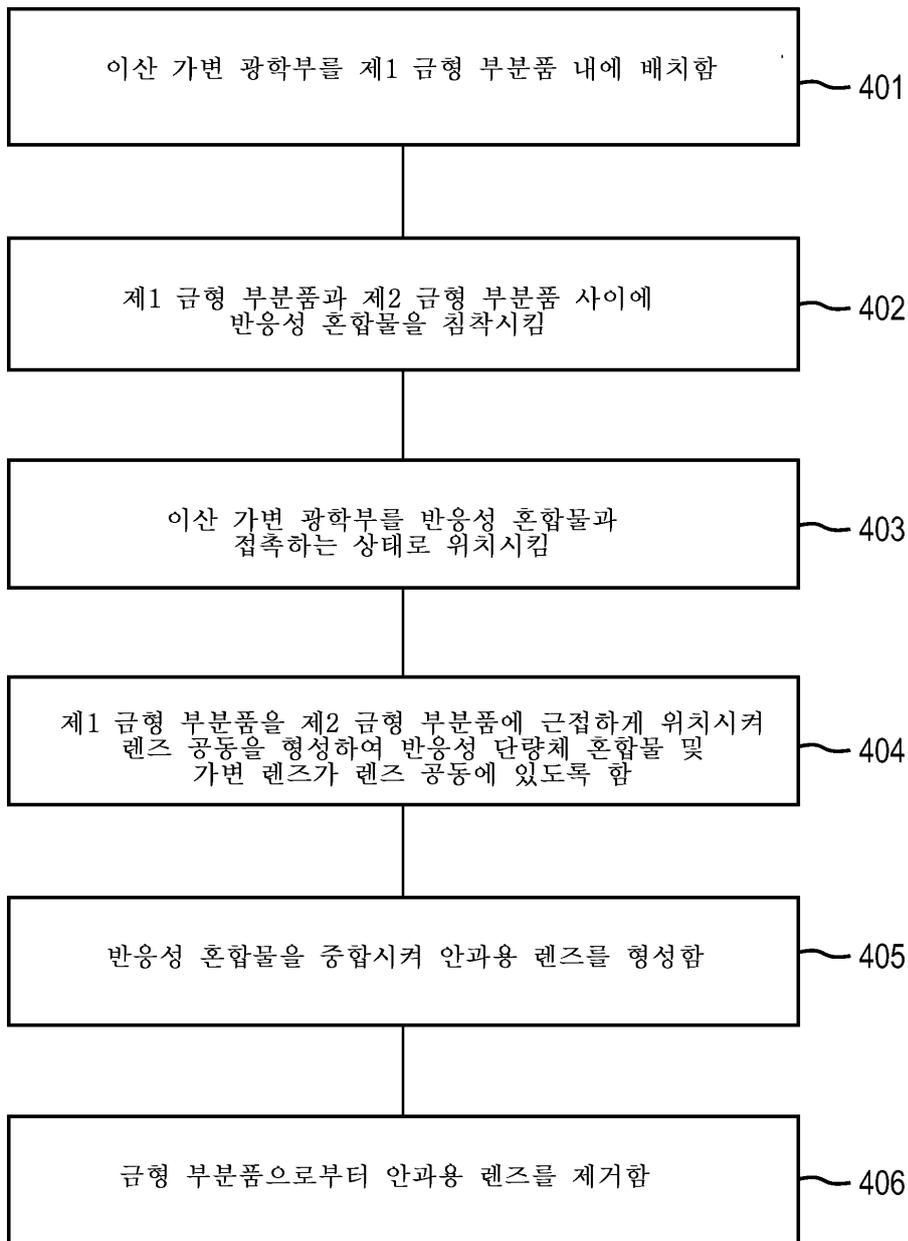
도면2



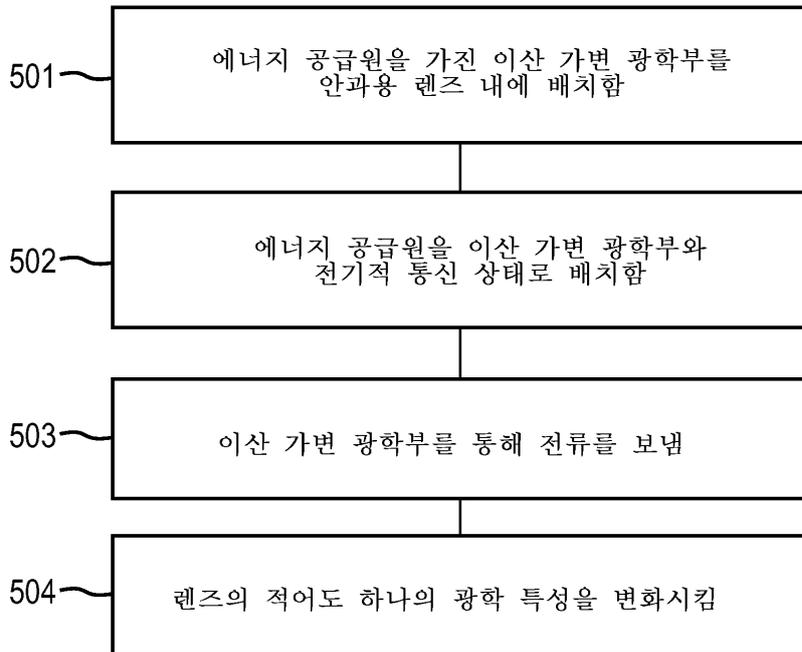
도면3



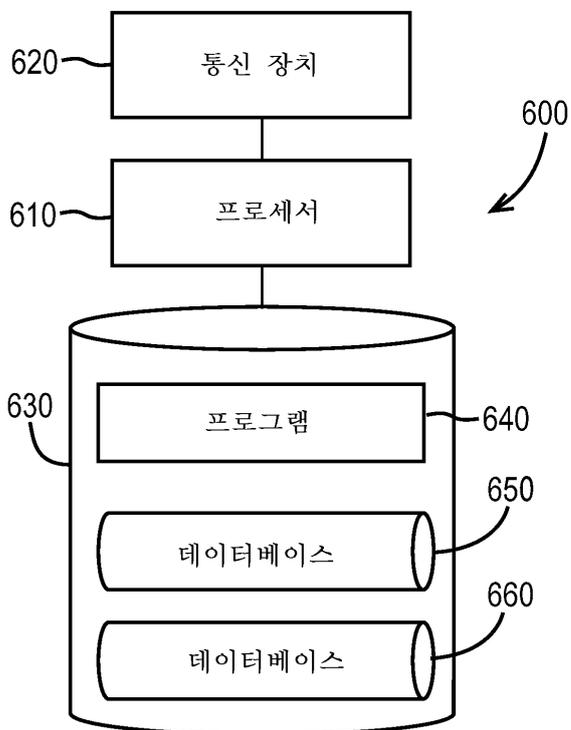
도면4



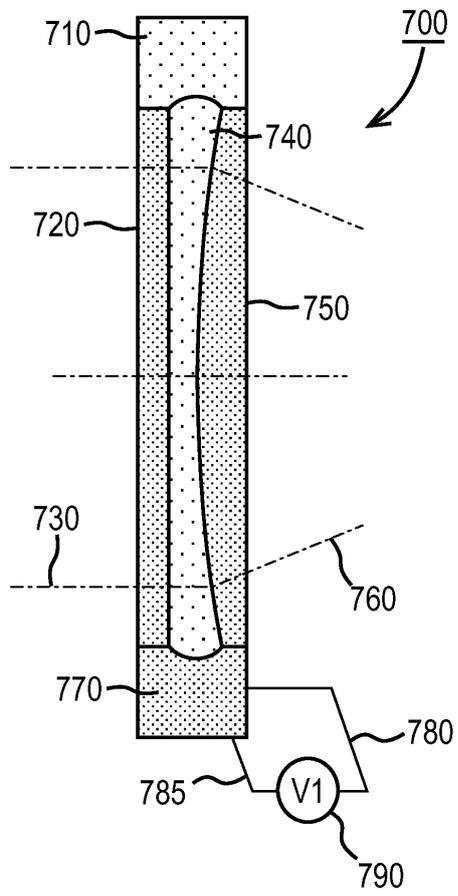
도면5



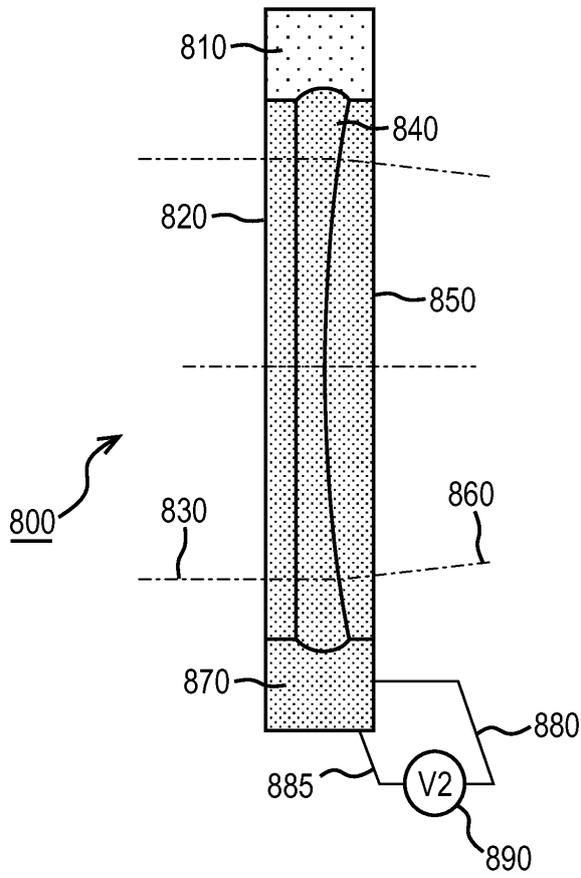
도면6



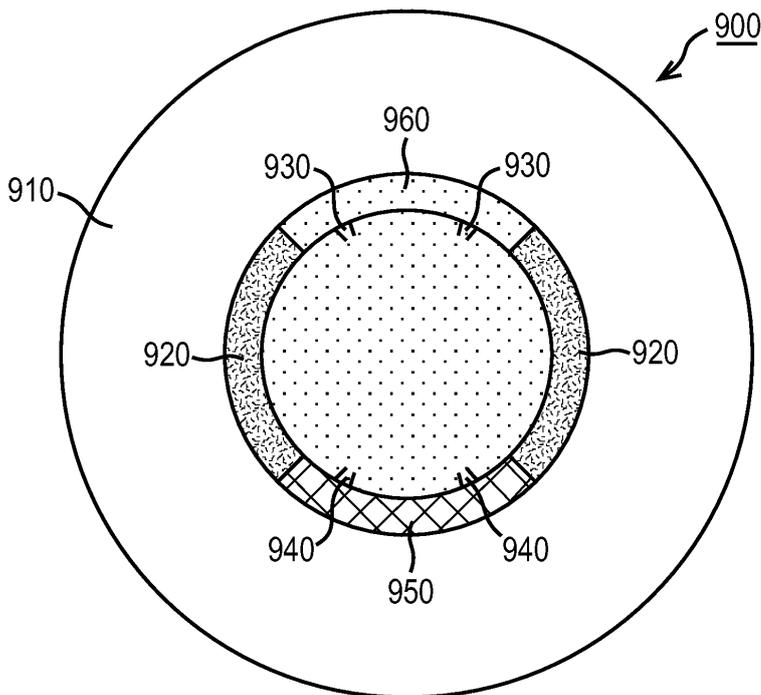
도면7



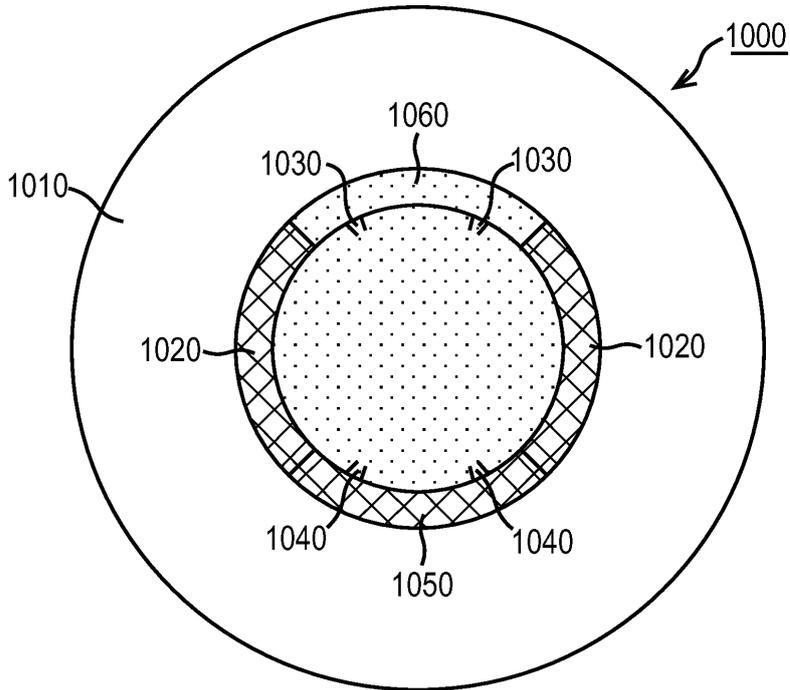
도면8



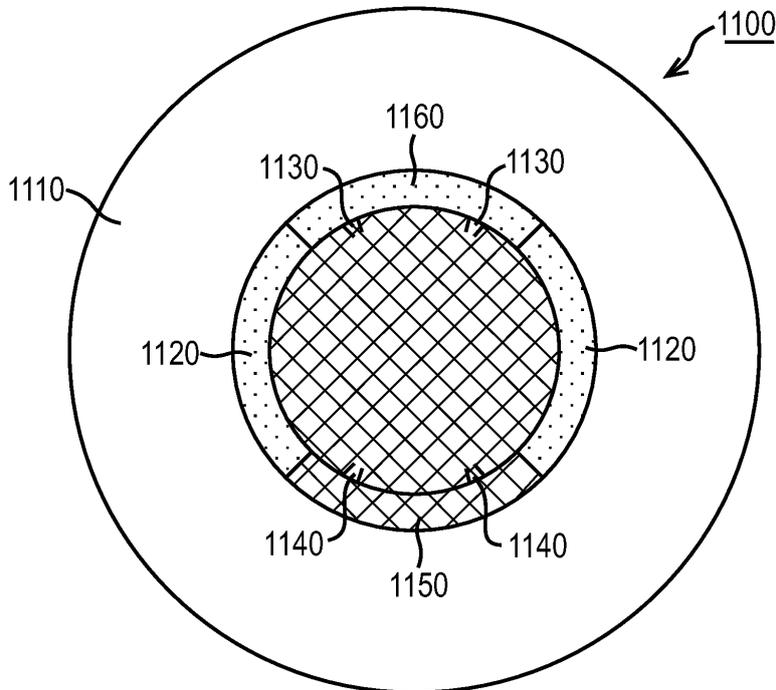
도면9



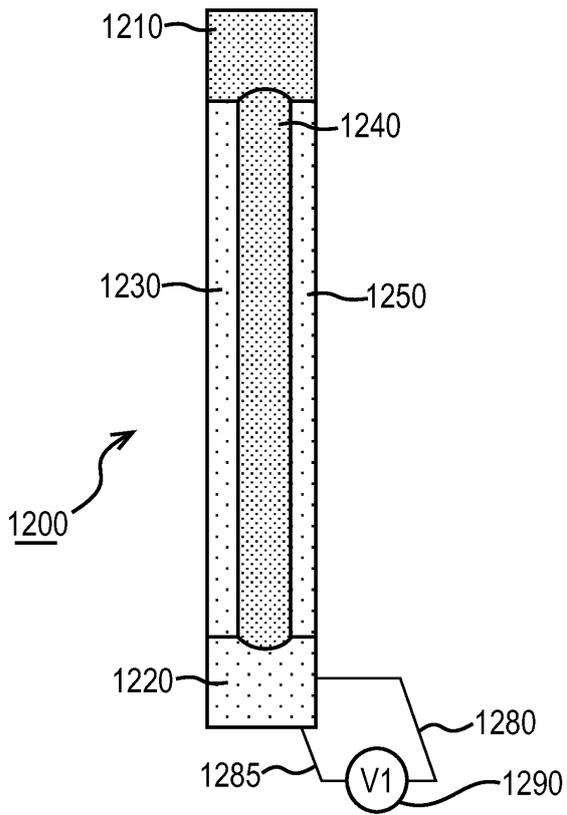
도면10



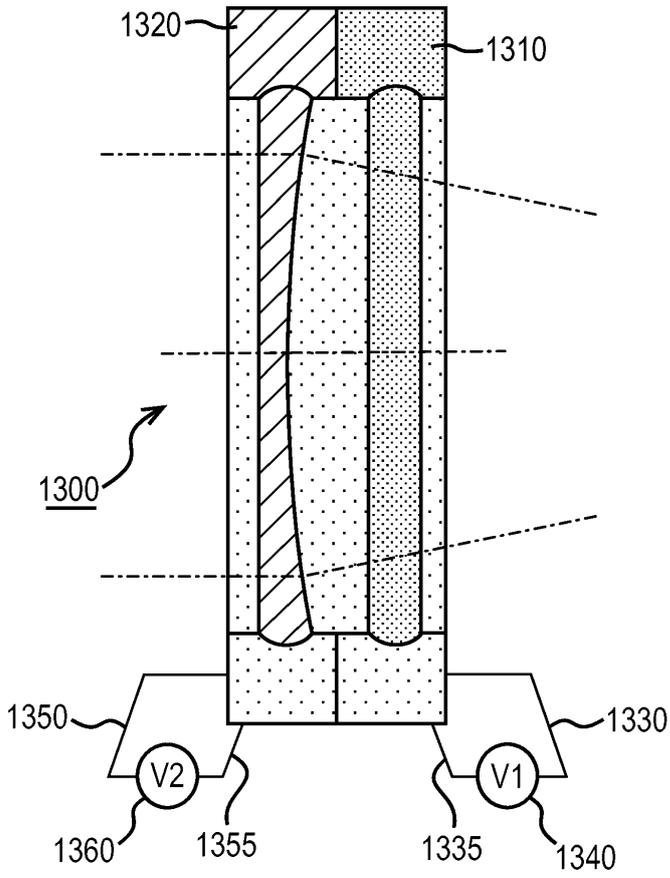
도면11



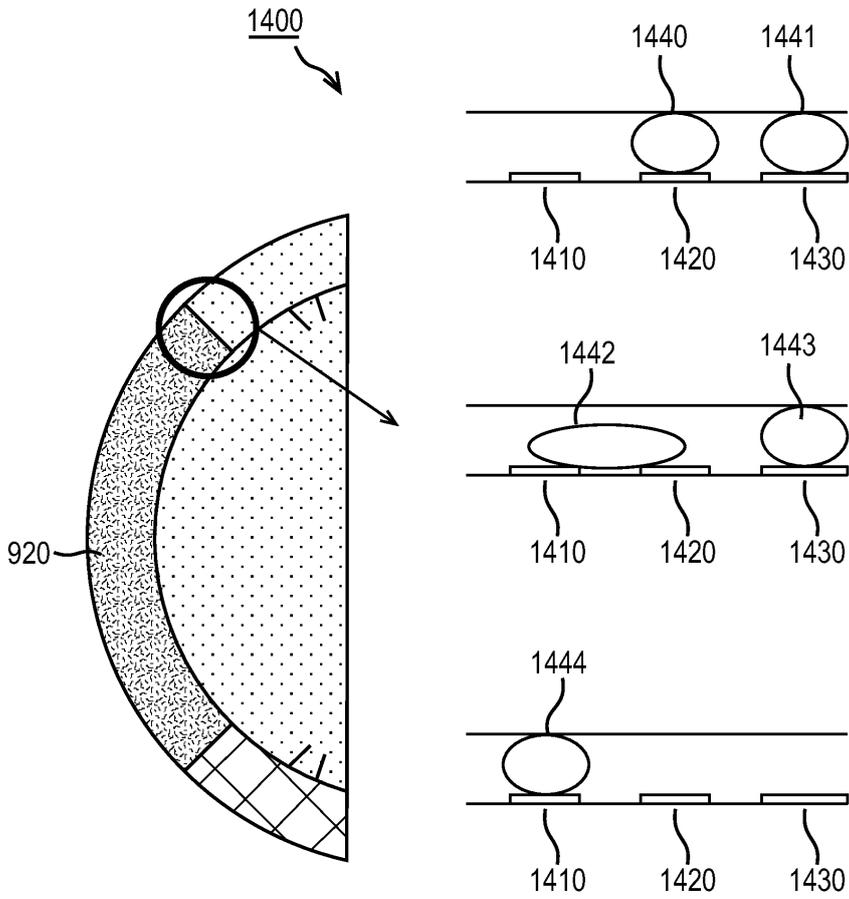
도면12



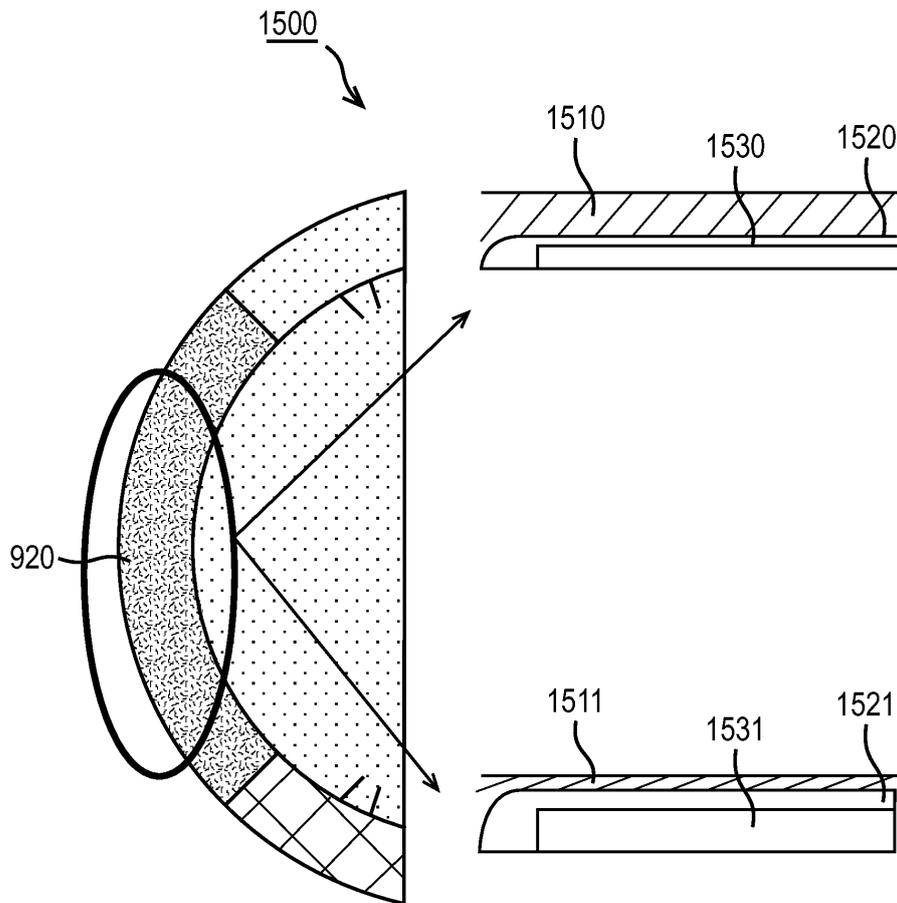
도면13



도면14



도면15



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1, 21

【변경전】

상기 가변 안과용 장치

【변경후】

상기 가변 초점 안과용 장치