



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년06월25일  
(11) 등록번호 10-1993117  
(24) 등록일자 2019년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02C 7/08 (2006.01) G02B 26/00 (2006.01)  
G02B 3/14 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G02C 7/085 (2013.01)  
G02B 26/004 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-7000643(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2011년08월11일  
심사청구일자 2019년01월29일  
(85) 번역문제출일자 2019년01월08일  
(65) 공개번호 10-2019-0007097  
(43) 공개일자 2019년01월21일  
(62) 원출원 특허 10-2013-7006358  
원출원일자(국제) 2011년08월11일  
심사청구일자 2016년07월06일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/047396  
(87) 국제공개번호 WO 2012/021688  
국제공개일자 2012년02월16일  
(30) 우선권주장  
12/855,465 2010년08월12일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2002517013 A  
JP2008544318 A  
JP62129816 A

(73) 특허권자  
아드렌스 비콘 인코포레이티드  
미국, 플로리다 33023, 웹브룩 파크, 2755 에스터  
블유 32 에버뉴  
(72) 발명자  
굽단, 아미타바  
미국, 버지니아 24018, 로아노크, 5322 폭스 덴  
로드  
에간, 윌리엄  
미국, 와이오밍 83001, 잭슨, 2105 노스 놀린 로  
드  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
손민

전체 청구항 수 : 총 19 항

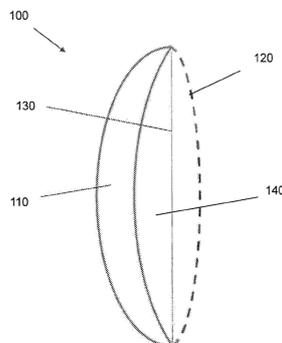
심사관 : 정향남

(54) 발명의 명칭 유체-충진된 렌즈 및 그의 안과적 적용

(57) 요약

전면 강성 렌즈, 최소 팽창 수준으로부터 최대 팽창 수준으로 확장되도록 적응되는 반-가요성 막, 및 이들 간의 유체 층을 포함하는 유체 렌즈 어셈블리가 제공된다. 상기 유체 렌즈 어셈블리의 전면 렌즈는 음의 광학 도수 (oprical power)을 갖도록 구성된다. 일 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리는 막이 최대 팽창 수준으로 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성될 수 있다. 일 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리는 막이 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이로 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G02B 3/14** (2013.01)

(72) 발명자

**니바우얼, 리사**

미국, 뉴저지 07078, 쇼트 힐스, 1 크레센트 플레  
이스

**스탄고타, 프랭크**

미국, 뉴저지 08807, 브리지와터, 9 맥케이 드라이  
브

**데커, 브루스**

미국, 펜실베니아 18963, 솔베리, 6645 어퍼 요크  
로드

**맥과이어, 토마스, 엠.**

미국, 뉴저지 08540, 프린스턴, 62 도그우드 힐

**슈넬, 얼번**

스위스, 씨에이치-3053 뮌헨부취시, 에이크구트웍  
16

**하로우드, 카림**

스위스, 씨에이치-1512 카바네스 실 모우돈, 보르  
그 두 빌리지 6

**재겔, 한스**

스위스, 씨에이치-4922 툰스테텐, 에스첸스트라세  
11

**피터슨, 매튜, 왈레이스**

미국, 캘리포니아 94110, 샌프란시스코, 115 네바  
다

**세나토레, 다니엘**

미국, 캘리포니아 94133, 샌프란시스코, 에이피티.  
101, 260 베이

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

유체 렌즈(fluid lens) 어셈블리로서,

전면 강성 렌즈;

반-가요성(semi-flexible) 막;

윤곽이 있는(contoured) 막 코팅; 및

전면 강성 렌즈와 반-가요성 막 사이에 위치하는 유체 층을 포함하고,

상기 반-가요성 막은:

( i ) a. 두께가 균일하고,

b. 상기 유체 렌즈 어셈블리에 사용되기 전에, 변형된 상태(strained condition)에서 2.0:1 내지 3.0:1의 변형률(strain ratio)을 갖도록 구성되는, 막, 및

( ii ) 상기 막의 전체 표면을 덮는, 윤곽이 있는 막 코팅을 포함하고,

상기 반-가요성 막은 최소 팽창 수준으로부터 최대 팽창 수준으로 확장되도록 적응되고,

상기 전면 강성 렌즈가 음의 광학 도수(optical power)를 갖도록 구성되고,

상기 반-가요성 막의 강직성(stiffness)은 인가되는 기계적 또는 유체 정역학적 응력의 방향의 함수이고,

상기 막 코팅의 두께는 상기 반-가요성 막을 가로질러 변하는,

유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 전면 강성 렌즈는 양면 오목(biconcave) 형상을 갖는 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최대 팽창 수준으로 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성되는 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이에서 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성되는 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최대 팽창 수준으로 확장되는 경우 전체적으로 양의 광학 도수를 갖도록 구성되는 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이에서 부분적으로 확장되는 경우 전체적으로 양의 광학 도수를 갖도록 구성되는 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 유체 렌즈 어셈블리는 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이에서 3 디옵터(diopter) 범위의 광학 도수를 갖도록 구성되는 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 유체 렌즈 어셈블리는 전체가 비-원형(non-round) 형상을 갖는 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 유체 층에 인접하지 않은 전면 강성 렌즈의 표면은 오목한 것인 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 유체 층에 인접한 전면 강성 렌즈의 표면은 오목한 것인 유체 렌즈 어셈블리.

**청구항 11**

2개의 유체 렌즈 어셈블리를 포함하는 교정 안경(eyepiece)으로서, 각각의 유체 렌즈 어셈블리는:

전면 강성 렌즈;

반-가요성(semi-flexible) 막;

윤곽이 있는(contoured) 막 코팅; 및

전면 강성 렌즈와 반-가요성 막 사이에 위치하는 유체 층을 포함하고,

상기 반-가요성 막은:

(i) a. 두께가 균일하고,

b. 상기 유체 렌즈 어셈블리에 사용되기 전에, 변형된 상태에서 2.0:1 내지 3.0:1의 변형률을 갖도록 구성되는, 막, 및

(ii) 상기 막의 전체 표면을 덮는, 윤곽이 있는 막 코팅을 포함하고,

상기 반-가요성 막은 최소 팽창 수준으로부터 최대 팽창 수준으로 확장되도록 적응되고,

상기 전면 강성 렌즈가 음의 광학 도수를 갖도록 구성되고,

상기 반-가요성 막의 강직성은 인가되는 기계적 또는 유체 정역학적 응력의 방향의 함수이고,

상기 막 코팅의 두께는 상기 반-가요성 막을 가로질러 변하는,

교정 안경.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

하나 이상의 상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최대 팽창 수준으로 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성되는, 교정 안경.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

하나 이상의 상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이에서 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성되는, 교정 안경.

**청구항 14**

제11항에 있어서,

하나 이상의 상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최대 팽창 수준으로 확장되는 경우 전체적으로 양의 광학 도수를 갖도록 구성되는, 교정 안경.

**청구항 15**

제11항에 있어서,

하나 이상의 상기 유체 렌즈 어셈블리는 상기 막이 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이에서 부분적으로 확장되는 경우 전체적으로 양의 광학 도수를 갖도록 구성되는, 교정 안경.

**청구항 16**

제11항에 있어서,

하나 이상의 상기 유체 렌즈 어셈블리는 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이에서 3 디오퍼 범위의 광학 도수를 갖도록 구성되는, 교정 안경.

**청구항 17**

제11항에 있어서,

유체 렌즈 어셈블리를 전면에서 봤을 때, 하나 이상의 상기 유체 렌즈 어셈블리는 전체가 비-원형 형상을 갖는, 교정 안경.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

하나 이상의 유체 렌즈는 상기 유체 층에 인접한 오목한 표면을 포함하는, 교정 안경.

**청구항 19**

제11항에 있어서,

하나 이상의 유체 렌즈는 상기 유체 층에 인접한 오목한 표면을 포함하는, 교정 안경.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명의 구현에는 유체-충전된 렌즈에 관한 것이며, 특히 가변적인 유체-충전된 렌즈에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 기본적인 유체 렌즈는 여기에서 그 전체가 참고로 포함되는 미국 특허 제2,836,101호에서 기술된 바와 같이 약 1958년 이래로 알려져 왔다. 더 최근의 예는 그 전체가 각각 본 명세서에 참고로 포함되는 문헌["Dynamically Reconfigurable Fluid Core Fluid Cladding Lens in a Microfluidic Channel" by Tang et al., Lab Chip, 2008, vol. 8, p. 395] 및 WIPO 공개 공보 W02008/063442에서 발견할 수 있다. 유체 렌즈에 대한 이들 출원은 포토닉스, 디지털 전화기 및 카메라 기술 및 마이크로전자공학에 대한 것이다.

[0003] 유체 렌즈는 안과적 적용을 위해 또한 제안되었다(예를 들면, 그 전체가 참고로 본 명세서에 포함되는, 미국 특허 제7,085,065호 참조). 모든 경우에서, 넓은 동적 범위, 적응형 교정을 제공하는 능력, 강건함 및 낮은 비용

을 포함하는 유체 렌즈의 장점은 조리개(aperture)의 크기, 누출에 대한 경향 및 성능의 일관성의 제한에 대하여 균형을 맞춰야 한다. 예를 들면, 상기 '065 특허는 이로 한정되는 것은 아니더라도, 안과적 적용에서 사용되는 유체 렌즈에서 유체의 효과적인 봉쇄(containment)에 대한 몇몇의 개선점 및 구현예를 개시하고 있다(예를 들면, 그 전체가 참고로 본 명세서에 포함되는 미국 특허 제6,618,208호 참조). 유체 렌즈에서 도수 조정은 전기습윤, 초음파 자극의 적용에 의해, 렌즈 공동(cavity) 내로 추가적인 유체를 주입하고, 물과 같은 팽창제의 도입시 가교-결합된 폴리머 내의 팽창력을 활용함으로써 수행되었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0004] 본 발명의 일 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리는 전면 강성 렌즈, 최소 팽창 수준으로부터 최대 팽창 수준으로 확장되도록 적응되는 반-가요성 막, 및 이들 간의 유체 층을 포함한다. 이러한 구현예의 유체 렌즈 어셈블리의 전면 강성 렌즈는 음의 광학 도수(optical power)를 갖도록 구성된다.
- [0005] 특정한 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리는 막이 최대 팽창 수준으로 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성된다. 다른 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리는 막이 최소 팽창 수준과 최대 팽창 수준 사이로 확장되는 경우 전체적으로 음의 광학 도수를 갖도록 구성된다.
- [0006] 본 발명의 추가적인 구현예, 특징 및 장점 뿐만 아니라 본 발명의 다양한 구현예의 구조 및 실시는 첨부한 도면을 참조하여 하기에 상세히 기술된다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 구체적인 구성(configuration) 및 배열(arrangement)이 기술된다 하더라도, 이들은 단지 설명적인 목적을 위하여 수행된 것임을 이해하여야 한다. 당업자는 다른 구성 및 배열이 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어나지 않고 사용될 수 있음을 인식할 것이다. 본 발명이 또한 다양한 다른 적용에서 이용될 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다.
- [0008] 본 명세서에서 "일 구현예", "구현예", "예시적인 구현예" 등에 대한 언급은 기술된 구현예가 특정한 특징, 구조 또는 특성을 포함할 수 있지만, 모든 구현예가 필수적으로 특정한 특징, 구조 또는 특성을 포함하지는 않을 수 있음을 나타낸다는 것이 주지된다. 또한, 이런 문구는 필수적으로 동일한 구현예를 언급하지는 않는다. 추가적으로, 특정한 특징, 구조 또는 특성이 하나의 구현예와 관련하여 기술된 경우, 명시적으로 기재되었는지에 상관없이 다른 구현예와 관련하여 이러한 특징, 구조 또는 특성을 수행하는 것은 당업자의 지식 이내일 것이다.
- [0009] 시력 교정을 제공하기 위한 본 발명의 구현예에 따른 유체 렌즈의 사용은 강성 렌즈 및 콘택트 렌즈와 같은 시력 교정의 통상적인 수단 이상의 중대한 장점을 갖는다. 첫째, 유체 렌즈는 용이하게 조정가능하다. 따라서, 가까운 물체를 보기 위해 추가적인 양의 도수 교정이 요구되는 노안인은 거리 처방에 부합하는 기본 도수의 유체 렌즈로 맞출 수 있다. 그 다음, 사용자는 유체 렌즈를 조정하여 중간 및 다른 거리의 물체를 보기 위해 필요한 바와 같은 추가적인 양의 도수 교정을 얻을 수 있다.
- [0010] 둘째, 유체 렌즈는 착용자에 의해 바람직한 도수 범위에 걸쳐 지속적으로 조정될 수 있다. 결과적으로, 착용자는 도수를 조정하여 특정한 빛 환경에서 특정 물체 거리에 대한 굴절 오차(refractive error)를 정확하게 맞출 수 있다. 따라서, 유체 렌즈는 도수를 조정하여 결과적으로 주위 빛 수준에 의존하는, 착용자의 홍채 크기에 의존하는 눈의 초점의 자연적인(natural) 깊이의 변경을 보완하게 한다. 예를 들면, 많은 환자들은 "야간성 근시"라고 불리는 상태를 보고하는데, 이때 환자는 낮은 주위 빛 수준에서, 예를 들면 밤에 야외에서 근시가 된다. 이 상태는 낮은 빛 수준에서 홍채의 확대(enlargement) 또는 확장(dilation)으로 인해 야기되는데, 이는 각막, 천연 결정성 렌즈 및 홍채를 포함하는 눈의 초점 기관의 구형의 동등한 도수의 감소의 원인이 된다. 본 발명의 구현예에 따라, 야간성 근시를 겪는 환자는 유체 렌즈를 조정하여 야간성 근시를 보완할 수 있다.
- [0011] 셋째, 1 분각(minute of arc)(1/60 도)의 이미지 해상도에 해당하는, 20/20 시력이 일반적으로 허용가능한 수준의 시력을 나타내는 것으로 인정될지라도, 인간 망막은 더 미세한 이미지 해상도가 가능할 수 있다. 건강한 인간의 망막은 20 초각(second of arc)(1/300 도)을 해상할 수 있는 것으로 알려져 있다. 환자가 이러한 우수한 수준의 시력을 달성할 수 있도록 설계된 교정 안경은 약 0.10D 이상의 해상도를 갖는다. 이러한 해상도는 본 명세서에서 기술된 유체 렌즈의 구현예와 같은 지속적으로 조정가능한 유체 렌즈 요소(element)로 달성될 수 있다.

- [0012] 본 발명의 구현예에 따르면, 용어 유체 렌즈 어셈블리는 유체 렌즈, 연결 튜브, 및 과량의 유체를 담은 저장소를 포함하고, 이들 모두는 단일의 밀봉된 공동을 형성하도록 연결된다. 용어 유체 렌즈 요소는 강성 렌즈, 가요성 막 및 이들 간의 유체 층을 포함하는, 유체 렌즈 단독을 나타낸다.
- [0013] 하나 이상의 작동(actuation) 시스템(미도시)은 유체 렌즈의 도수를 조정하기 위해 안경 프레임 내에 하우징된다(미도시). 안경 어셈블리는 하나 이상의 유체 렌즈를 수용하도록 구성된 안경 프레임을 포함할 수 있다. 프레임은 임의의 형태일 수 있으며, 플라스틱, 금속 또는 임의의 다른 적합한 물질로 제조될 수 있다. 프레임은 또한 단순히 주위를 감는 와이어 또는 튜브 조각일 수 있거나, 또는 렌즈에 별도로 연결될 수 있다.
- [0014] 하나 이상의 유체 렌즈를 포함하는 안경 어셈블리의 구현예에서, 각각의 유체 렌즈는 그 자체의 작동 시스템을 구비할 수 있어서, 각각의 눈을 위한 렌즈는 독립적으로 조정될 수 있다. 이러한 특징은 사용자, 예컨대 부동시 환자가 양쪽 눈에서 적절한 교정을 달성하기 위해 각각의 눈에서 개별적으로 굴절 오차를 교정하게 하며, 이는 더 나은 양안(binocular) 시력 및 양안 가중효과(summation)를 초래할 수 있다.
- [0015] 작동 시스템은 안경 어셈블리의 템플(temple) 조각 상에 또는 내부에 설치될 수 있어, 작동의 용이성을 유지하는 동안 가능한 한 눈에 잘 안 띄게 만들어진다. 각각의 유체 렌즈는 다른 말단에서 과량 유체의 저장소에 부착된 튜브로 연결된 개방부(opening)를 구비할 수 있다. 유체 렌즈에 저장소를 연결하는 튜브는 프레임 힌지(hinge)를 통해 짜여질 수 있다. 저장소는 템플의 길이를 따라 작동하는(running) 슬롯 내부에 하우징될 수 있으며, 돌로 다시 접혀 연결 튜브를 통해 유체 렌즈 어셈블리 내로 추가적인 유체를 압착할 수 있다. 유사하게, 저장소는 유체 렌즈의 양의 도수를 감소시키기 위하여, 접히지 않아 유체 렌즈 어셈블리로부터 저장소 내로 유체를 끌어낼 수 있다.
- [0016] 일 구현예에서, 유체 렌즈, 연결 튜브 및 저장소는 함께 하나의 밀봉 단위를 형성한다. 연결 튜브를 통해 유체 렌즈 내로 유체를 추진하기 위하여 저장소를 짜기 위한 대비(provision) 수단이 제공된다. 예를 들면, 저장소를 짜기 위한 대비 수단은 저장소 내에 압력을 증가시키기 위한 격막(diaphragm), 저장소를 짜기 위한 캘리퍼스(caliper), 또는 당업자에게 알려진 임의의 다른 유체 펌프 또는 액추에이터에 대하여 영향을 주는 플런저(plunger)의 형태일 수 있다. 예시적인 밀봉 단위를 포함하는 예시적인 활성화(activation) 시스템이, 예를 들면, 그 전체가 본 명세서에 참조로 포함되는, 미국 특허 출원 제12/399,368호에 개시되어 있다.
- [0017] 유체 렌즈 요소의 도수가 유체 렌즈 요소의 내부 또는 외부에 펌핑되는 유체에 대응하여 가요성 막의 확장에 의해 조절되기 때문에, 특정한 유체 렌즈 요소의 설계의 한계 내에서 연속적인 범위의 구형 도수 교정을 제공하는 것이 이론적으로 가능하다. 실제로, 상이한 환자는 동일한 유체 렌즈 요소가 제공되는 경우 상이한 조정능의 한계가 있을 것이다. 전형적으로, 임상 연구는 차이가 나는 이미지 흐림(blur)의 자각(perception)의 이러한 한계가 대략 0.05D 내지 0.15D의 범위임을 보여준다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 본 명세서에 포함되고 본 명세서의 일부를 형성하는 첨부한 도면은 본 발명을 설명하며, 본 발명의 원리를 설명하기 위해 그리고 당업자가 본 발명을 실시하고 사용할 수 있도록 상세한 설명과 함께 추가적으로 제공된다.
  - 도 1은 본 발명의 제1 구현예에 따른 렌즈의 일 부분의 측면 사시도를 보여준다.
  - 도 2는 본 발명의 구현예에 따른 양의 도수 범위를 커버하는 다양한 렌즈 어셈블리에 대한 광학 특성을 보여주는 표이다.
  - 도 3은 본 발명의 구현예에 따른 렌즈의 일부분의 측면 사시도를 보여준다.
  - 도 4는 본 발명의 구현예에 따른 렌즈의 일부분의 측면 사시도를 보여준다.
  - 도 5는 본 발명의 구현예에 따른 음의 도수 범위 및 음-내지-양의(negative-to-positive)의 도수 범위를 커버하는 다양한 렌즈 어셈블리에 대한 광학 특성을 보여주는 표이다.
 본 발명의 구현예는 첨부한 도면을 참조하여 기술될 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 유체 렌즈 어셈블리(100)의 일 부분의 측면 사시도이다. 이러한 구현예의 렌즈는 양의 광학 도수, 예를 들어 +10D 내지 +2D를 커버하도록 설계될 수 있다.

- [0020] 유체 렌즈 어셈블리(100)는 적어도 하나의 강성 렌즈 몸체(110), 강성 렌즈 몸체(110)와 막(120) 사이에 형성되는 공동에 유체가 들어가거나 나가는 것을 막는 밀봉부를 형성하기 위하여 가장자리(130)에서 렌즈 몸체(110)에 부착된 가요성 막(120), 및 막(120)과 강성 렌즈 몸체(110) 사이의 공간을 충전하는 유체 층(140)을 포함한다.
- [0021] 강성 렌즈 몸체(110)는 예를 들어, 대략 1.59의 굴절률을 갖는, 예를 들어 비스페놀 A의 폴리카보네이트로 제조될 수 있다. 대안적인 구현예로는, 굴절률을 변경할 수 있는, 다른 물질로 제조된 강성 렌즈 몸체(110)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 강성 렌즈를 제작하기 위하여 굴절률 1.667의 방향족 폴리우레탄을 사용하는 경우에는, 양의 도수 범위가 전면 강성 렌즈의 더욱 평평한(flatter) 곡률로 달성될 수 있으며, 일부 사용자들은 표면적으로 더 낫다고 여긴다. 강성 렌즈를 제작하기 위해 사용될 수 있는 다른 재료로는, 예를 들어, 이에 제한되지 않지만, 디에틸글리콜 비스알릴 카보네이트(DEG-BAC), 폴리(메틸 메타크릴레이트), PMMA, 및 상표명 트리벡스(Trivex)(PPG)의, 전매 특허의 폴리우레아 복합체가 있다.
- [0022] 강성 렌즈는 일반적으로 한 쌍의 몰드를 사용하여 폴리머로부터 캐스팅되거나 몰딩된다. 상기 몰드 표면의 곡률은 특별한 재고 유지 단위(stock keeping unit, SKU)에 필요한 원환체 곡선의 명세 사항(specification)에 필적할 수 있다. 도수 조정의 상당한 범위를 제공하는 능력은 SKU의 비용 및 수의 관점에서 통상적인 안과 렌즈 대비 유체 렌즈 어셈블리에 중대한 이점을 준다. 예를 들어, 대략 -0.25D 내지 대략 -7.25D의 음의 도수 범위는 구면 오차(spherical error)만의 교정을 위해 3개의 SKU로 커버될 수 있고, 대략 0.0D 내지 대략 -4.00D의 범위에서는 구면 및 비점수차 오차(astigmatic error)의 교정을 위하여 51개의 SKU로 커버될 수 있다.
- [0023] 일 구현예에서, 이들 구현예의 강성 렌즈, 특히 대기와 접촉하고 있는 표면의 옵틱(optic)은 비축(off-axis) 입사에 대한 구면 수차(spherical aberration)를 교정하고 또한 렌즈 두께를 감소시키기 위하여 비구면화될(aspherized) 수 있다.
- [0024] 일 구현예에서, 가요성 막(120)은 가교된 폴리머, 또는 팽창시 회전 타원체의 형태를 취하도록 스트레칭될 수 있으나 비팽창시에는 원래의 형태로 회복되는 폴리머로 제조된다. 막(120)은 다른 지점에서 다른 두께를 가질 수 있으며, 다른 방향에서 다른 탄성계수(modulus)의 기계적 응력을 가질 수 있거나, 또는 다른 지점에서 다른 탄성계수의 기계적 응력을 가질 수 있다. 막(120)의 대안적 구현예는 상기 특징의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0025] 비-원형(non-round) 액체 렌즈가 팽창되는 경우, 팽창된 표면의 곡률은 배향(orientation)에 따라 변화하고 비점수차(astigmatism)를 발전시킬 수 있다. 일 구현예에서, 이와 같이 유도된 비점수차 오차는 적용되는 기계적 또는 유체 정역학적 응력의 방향의 함수로서 막의 강직성(stiffness)을 변경시키거나, 또는 액체 렌즈의 기하학적 중심 대비 이의 위치를 변경시킴으로써 최소화한다. 막(120)에 대한 두께 프로파일은 예를 들어, 막을 사출 성형 또는 블로우 성형함으로써 만들 수 있다. 막(120)의 탄성률의 배향 의존성은 예를 들어, 상승된 온도에서 막에 이축으로 응력을 가한 다음 동결시켜 변형시킴으로써 제공될 수 있다. 일 구현예에서, 2.0:1 내지 3.0:1의 변형률이 허용된다.
- [0026] 또한, 막(120)의 인장계수는 강성의 높은 계수의 코팅을 막(120)에 가하고, 예를 들어, 세그 테이블(sag table)의 형태로 상술된 바와 같이 지점(point)에서 지점으로 상기 코팅의 두께를 변화시킴으로써 지점에서 지점으로 조절될 수 있다. 이러한 코팅은 예를 들어, SiO<sub>x</sub> 또는 SixNy와 같은 세라믹일 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 또는 TiO<sub>2</sub>)와 같은 다른 증기 증착되는 세라믹 코팅이 사용될 수 있다. 예를 들어, 코팅이 화학적 또는 물리적 증기 증착으로 가해지는 경우 마스크를 사용함으로써, 또는 주어진 속도로 지정된 궤도(trajecotory)를 따라 움직이는 미리 프로그램화된 섀도잉(shadowing) 장치를 사용하여 증기 형태의 코팅에 표면을 노출시키는 시간을 변화시킴으로써 윤곽이 있는(contoured) 코팅이 적용될 수 있다.
- [0027] 일 구현예에서, 막(120)은 공동 내부의 유체의 확산에 대한 신뢰할 수 있고 내구력이 있는 장벽을 제공하고 소비자의 안과적 적용을 위한 천공(puncture) 저항성이 있다. 일 구현예에서, 막(120)은 이들이 예를 들어, 폴리비닐 플루오라이드(TEDLAR, 미국 델라웨어주 월밍톤의 듀퐁사(Du Pont Corp.)에 의해 상용화됨)와 같이 비교적 낮은 유리 전이 온도를 가질 수 있을지라도, 100°C 이상과 같은(예를 들어, 130°C 이상) 높은 유리 전이 온도, 높은 용점, 및 적당한 강인성(toughness)과 천공 저항성을 제공하는 120% 이상과 같은 높은 파단 연신율을 갖는 배향된 또는 부분 결정성의 폴리머로 제조된다. 막에 사용되는 폴리머의 유리 전이 온도 및 용점은 표 1에 나타내었다. PEEK(폴리에테르 에테르 케톤)과 같은 부분 결정성 폴리머, 또는 TEDLAR, 폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF) 또는 PTFE와 같은 플루오로폴리머가 막(120)을 위해 사용되는 경우, 용점은 150°C 이상일 수 있다. 폴리(노르보넨)과 같은 폴리올레핀이 막 물질로서 사용될 수 있다. 막 물질로서 사용하기에 적합한 다른 폴리머로는, 예를 들어, 이에 제한되지 않고, 폴리설폰, 폴리우레탄, 폴리티오우레탄, 폴리에틸렌 테레프탈레이트

트, 사이클로올레핀과 지방족 또는 지방족 고리 폴리에테르의 폴리머를 포함한다.

[표 1]

폴리머	유리 전이 온도	융점
폴리비닐 플루오라이드(TEDLAR™)	41°C	200°C
폴리비닐리덴 디플루오라이드(PVDF)	-40°C	175°C
폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE)	127°C	327°C
폴리에틸렌- 테트라플루오로에틸렌(ETFE)	147°C	265°C
폴리-에테르 에테르 케톤(PEEK)	145°C	395°C

[0029]

[0030]

도 2는 예를 들어, 도 1의 렌즈 어셈블리와 같은 본 발명의 다양한 구현예에 따라 양의 도수 범위를 커버하는 다양한 렌즈 어셈블리에 대한 광학적 특징을 보여주는 표이다. 값들은 1.59의 굴절률을 갖는 비스페놀 A의 폴리 카보네이트로 제조된 강성 렌즈 몸체(110)를 갖는 렌즈 어셈블리에 대해 계산되었다. 표 2의 값들을 계산하기 위하여 사용된 렌즈 어셈블리는 1.50의 굴절률을 갖는 실리콘(폴리실론산)으로 제조된 유체(140)를 추가로 포함 하였다. 당업자는 다른 렌즈와 유체 물질이 다른 범위의 조정능(adjustability) 및/또는 강성 렌즈 도수를 제공 하기 위하여 본 명세서에 개시된 구현예에 따라 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0031]

도 2의 표의 1열은 본 발명의 유체 렌즈 어셈블리(100)의 일 구현예를 위한 광학적 특성을 제공한다. 이러한 구현예는 대략 295 mm의 곡률 반경을 갖는 강성 렌즈 몸체(110)를 포함한다. 강성 렌즈 몸체(110)의 도수는 대략 3.0D이고, 강성 렌즈 몸체(110)의 전면 곡선은 대략 116 mm의 곡률 반경을 갖는다.

[0032]

이러한 구현예의 유체 렌즈 어셈블리(100)의 도수는 막(120)이 평평한 경우 최소의 양의 값이다. 이러한 구현예의 유체 렌즈의 광학 도수는 대략 1.7D이다. 결과적으로, 막(120)이 평평한 경우, 이러한 구현예의 유체 렌즈 어셈블리(100)의 전체적인 광학 도수는 대략 4.7D이다.

[0033]

그러므로, 유체 렌즈 어셈블리(100)의 전체적인 광학 도수는, 유체 압력의 증가로 이어지고 막(120)이 확장하도록 야기하는 공동 내로의 추가적인 유체 주입을 통해 증가될 수 있다. 일 구현예에서, 팽창 이후, 막의 곡률은 대략 125 mm이다. 결과적으로, 팽창하는 경우 이러한 구현예의 유체 렌즈 어셈블리의 도수는 대략 7.7D이다. 따라서, 팽창 이후, 유체 렌즈 요소(element)의 도수는 대략 3.0D까지 증가되었다.

[0034]

도 3은 본 발명의 다른 구현예에 따른 렌즈의 일 부분의 측면 사시도이다. 이러한 구현예의 렌즈는 낮은 양의 도수는 물론 0의 도수 및 낮은 음의 도수, 예를 들어 +1.75D 내지 -1.00D를 커버하도록 설계될 수 있다.

[0035]

일 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리(300)는 적어도 하나의 강성 렌즈 몸체(310), 강성 렌즈 몸체(310)와 막(320) 사이에 형성되는 공동에 유체가 들어가거나 나가는 것을 막는 밀봉부를 형성하기 위하여 가장자리(330)에서 렌즈 몸체(310)에 부착된 가요성 막(320), 및 막(320)과 강성 렌즈 몸체(310) 사이의 공간을 충전하는 유체 층(340)을 포함한다.

[0036]

도 4는 본 발명의 또 다른 구현예에 따른 렌즈의 일 부분의 측면 사시도이다. 이러한 구현예는 음의 도수 범위, 예를 들어 -10D 내지 -2D를 커버하도록 설계될 수 있다.

[0037]

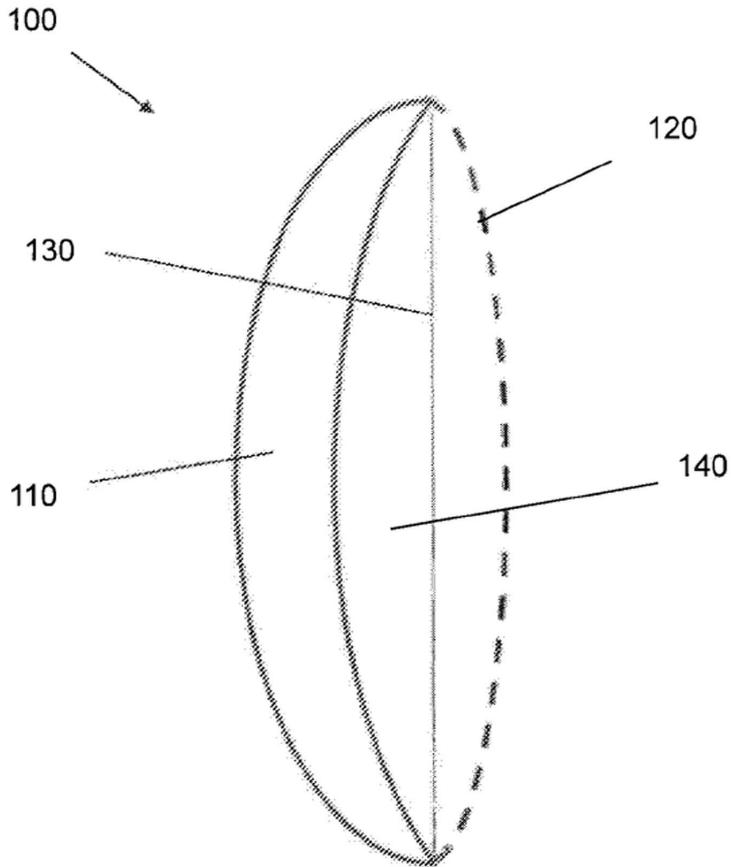
일 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리(400)는 적어도 하나의 강성 렌즈 몸체(410), 강성 렌즈 몸체(410)와 막(420) 사이에 형성되는 공동에 유체가 들어가거나 나가는 것을 막는 밀봉부를 형성하기 위하여 가장자리(430)에서 렌즈 몸체(410)에 부착된 가요성 막(420), 및 막(420)과 강성 렌즈 몸체(410) 사이의 공간을 충전하는 유체

층(440)을 포함한다.

- [0038] 강성 렌즈 몸체(410)는 낮은 전체적인 도수를 얻기 위하여 오목한 내부 표면을 갖는 음의 강성 렌즈이다. 일 구현예에서, 가요성 막(420)은 강성 렌즈 몸체(410)의 전면에 배치되도록 적응되어, 썼을 때 가요성 막(420)이 사용자의 눈으로부터 더 먼 거리에 위치된다. 일 구현예에서, 예를 들어, 강성 렌즈의 전면 곡선은 대략 3.00D이고, 강성 렌즈의 도수는 대략 -1.00D이며, 후면 표면의 곡률 반경은 대략 147.5 mm이다. 결과적으로, 가장 낮은 도수에서의 유체 렌즈의 도수는 대략 3.39D이고, 전체적인 어셈블리의 도수는 2.39D이다. 따라서, 이러한 구현예에 대한 조정능의 범위는 대략 2.39D 내지 대략 5.39D이다.
- [0039] 일 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리(400)는 전체적인 음의 광학 도수를 얻기 위해 적응된다. 이러한 구현예에서, 강성 렌즈 몸체(410)는 오목한 내부 표면을 갖는 음의 강성 렌즈이다. 가요성 막(420)은 강성 렌즈 몸체(410)와 막(420) 사이에 형성되는 공동에 유체가 들어가거나 나가는 것을 막는 밀봉부를 형성하기 위하여 가장자리(430)에서 렌즈 몸체(410)에 부착되고, 유체 층(440)은 막(420)과 강성 렌즈 몸체(410) 사이의 공간을 충전한다. 이러한 구현예에서, 유체 렌즈 어셈블리(400)는 막(420)이 확장하는 경우, 막(420)과 유체(440)를 포함하는, 유체 렌즈의 도수가 강성 렌즈 몸체(410)의 음의 배율보다 더욱 양의 값이 되도록 구성된다. 강성 렌즈가 단독으로 충분히 음인 경우, 유체 렌즈 어셈블리(400)는 가요성 막이 확장되는 경우에도 전체적인 음의 광학 배율을 얻는다.
- [0040] 도 5는 본 발명의 다양한 구현예에 따른 음의, 및 음-내지-양의(negative-to-positive) 배율 범위를 커버하는 다양한 렌즈 어셈블리에 대한 광학적 특성을 보여주는 표이다. 값들은 1.59의 굴절률을 갖는 비스페놀 A의 폴리 카보네이트로 제조된 강성 렌즈 몸체(410)를 갖는 렌즈 어셈블리에 대해 계산되었다. 표 5의 값들을 계산하기 위하여 사용된 렌즈 어셈블리는 1.50의 굴절률을 갖는 실리콘(폴리실론산)으로 제조된 유체(440)를 추가로 포함하였다. 당업자는 다른 물질을 사용하는 경우 다른 값들이 얻어질 수 있음을 이해할 것이다.
- [0041] 본 명세서에 개시된 유체 렌즈 어셈블리의 구현예의 광학 도수는 하기 5개의 파라미터를 수반한다: (1) 강성 렌즈의 도수, (2) 유체에 접촉하고 있는 강성 렌즈의 표면의 곡률, (3) 막의 곡률, (4) 유체의 굴절률, 및 (5) 유체 층의 두께. 따라서, 렌즈 시스템은 3개의 표면, 2개의 굴절률(강성 렌즈의 물질 및 유체), 및 2개의 두께를 갖는 하나로서 분석될 수 있다. 유체 렌즈 어셈블리의 구현예의 도수가 단지 양의 방향으로 변경될 수 있기 때문에, 강성 렌즈 자체의 도수는 유체 렌즈 어셈블리가 조정될 수 있는 최소 가능 도수 값이다.
- [0042] 양의 도수 범위를 커버하기 위하여, 강성 렌즈에 대해 양의 도수 범위가 선택된다. 강성 렌즈의 전면 표면(또한 전면 곡선 또는 베이스 곡선으로 불림)의 곡률 반경이 또한 선택된다. 이러한 선택 과정은 각각의 구성(configuration)에 대한 이미지 품질은 물론 페이스랩(facial wrap)과 같은 화장용 요소의 고려를 포함할 수 있다. 주어진 렌즈에 대한 전면 표면은 물질의 굴절률에 기초하여 설계될 수 있다.
- [0043] 일 구현예에서, 이들 계산의 목적으로, 유체 렌즈 어셈블리의 도수가 강성 렌즈의 도수, 유체 렌즈 요소의 도수, 및 유체와 접촉하고 있는 강성 렌즈의 표면의 곡률 반경의 함수로서 단순화될 수 있다. 이러한 구성에서, 막은 매우 얇고, 팽창의 전체 범위에 걸쳐 두께가 균일하게 머무르도록 모델화할 수 있기 때문에, 막의 굴절률은 고려될 필요가 없다. 그럼에도 불구하고, 막의 굴절률은 유체 렌즈 내 유체의 굴절률에 맞춰질 수 있기 때문에 중요한 설계 파라미터이다.
- [0044] 상술한 실시예는 전형적인 집단에게 요구되는 시력 교정의 구면 범위를 커버하는 방법을 설명한다. 강성 렌즈는 또한 비점수차 오차를 교정하기 위하여 원환체 교정에 제공될 수 있다. 일 구현예에서, 이러한 교정은 대기과 접촉하고 있는 강성 렌즈의 표면 상에 놓인다. 집단 내 전형적인 비점수차 오차는 집단의 95%를 커버하기 위하여 0.25D의 단계로 약 -0.25D 내지 약 -4.00D의 범위이다.
- [0045] 본 발명의 다양한 구현예가 상기 기술되었을지라도, 이는 단지 예시로서 제공되었을 뿐이며 이에 제한되지 않는 것으로 이해되어야 한다. 당업자에게 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않고 형태 및 상세 내용에서 다양한 변형이 이루어질 수 있음이 명백하다. 따라서, 본 발명의 범위 및 영역은 임의의 상기 기술된 예시적인 구현예로 제한되지 않아야 하며, 단지 첨부된 특허청구범위 및 이의 균등물에 따라서만 정의되어야 한다.
- [0046] 또한, 전술한 요약서의 목적은 일반적으로 미국특허청 및 공중, 특히 특허 또는 법적 용어 또는 표현에 친숙하지 않은 업계의 과학자, 엔지니어 및 개업의가 본 출원의 기술적 개시의 본질 및 핵심을 피상적인 조사로 빠르게 결정하게 하기 위한 것이다. 요약서는 어떠한 방식으로든 본 발명의 범위에 관하여 제한하는 것으로 고려되지 않는다.

도면

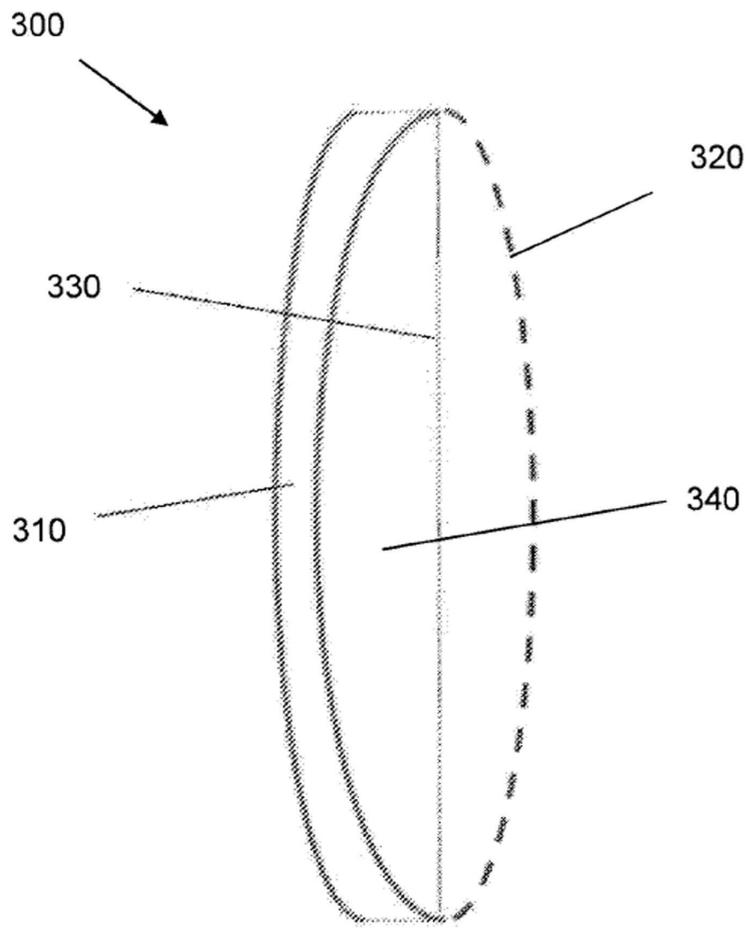
도면1



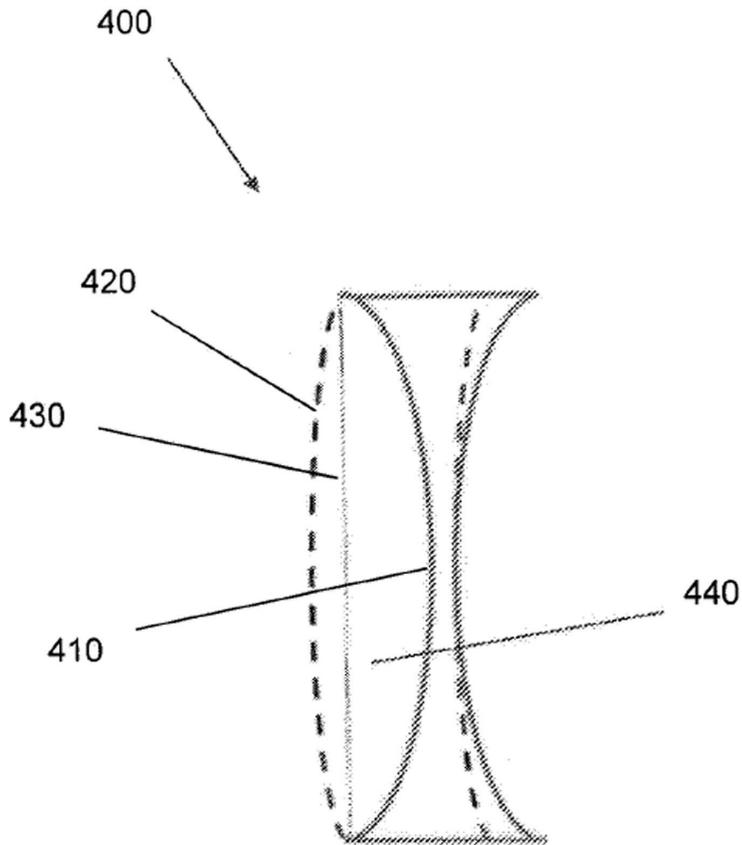
도면2

강성 렌즈의 전면곡선	강성 렌즈의 도수	유체 렌즈 요소의 도수	조정능의 범위
5.00D	3.00D	4.96D	4.96D 내지 7.69D
4.00D	2.00D	3.96D	3.96D 내지 6.69D
3.00D	1.50D	2.77D	2.77D 내지 5.77D
2.00D	1.00D	1.85D	1.85D 내지 4.85D

도면3



도면4



도면5

강성 렌즈의 전면곡선	강성 렌즈의 도수	유체 렌즈 요소의 도수	조정능의 범위
-1.00D	-8.00D	0.80D	-7.2D 내지 -4.2D
-3.00D	-8.00D	2.50D	-5.5D 내지 -2.5D
-3.00D	-4.50D	2.50D	-2.0D 내지 +1.0D