

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5897572号
(P5897572)

(45) 発行日 平成28年3月30日(2016.3.30)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 3/14 (2006.01)
G02C 7/08 (2006.01)G02B 3/14
G02C 7/08

請求項の数 22 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-524225 (P2013-524225)
 (86) (22) 出願日 平成23年8月11日 (2011.8.11)
 (65) 公表番号 特表2013-533519 (P2013-533519A)
 (43) 公表日 平成25年8月22日 (2013.8.22)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/047396
 (87) 國際公開番号 WO2012/021688
 (87) 國際公開日 平成24年2月16日 (2012.2.16)
 審査請求日 平成26年8月11日 (2014.8.11)
 (31) 優先権主張番号 12/855,465
 (32) 優先日 平成22年8月12日 (2010.8.12)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 511136256
 アドレンズ ピーコン インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 ニュージャージー州 O
 8830 イズリン ウッド アベニュー
 サウス 33 スイート 600
 (74) 代理人 100092093
 弁理士 辻居 幸一
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 賢男
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100103609
 弁理士 井野 砂里

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液体充填レンズ及びその眼科用途

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前側硬質レンズと、
 最小膨張レベルから最大膨張レベルにまで膨張するようになった半弾性膜と、
輪郭形成膜被覆と、
 前記前側硬質レンズと前記半弾性膜との間の液体層と、
 を備え、
 前記半弾性膜の剛性は、付与された機械的又は静水圧的応力の方向に応じて変化し、
前記輪郭形成膜被覆の厚さは前記半弾性膜に亘って変化する、液体レンズ組立体。

【請求項 2】

前記前側レンズが両凹面形状を有する、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 3】

前記膜が最大膨張レベルまで膨張したとき、全体で負の屈折力を有するように構成される、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 4】

前記膜が最小膨張レベルと最大膨張レベルとの間で膨張するとき、全体で負の屈折力を有するように構成される、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 5】

前記膜が最大膨張レベルにまで膨張したとき、全体で正の屈折力を有するように構成される、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

10

20

【請求項 6】

前記膜が最小膨張レベルと最大膨張レベルとの間で膨張するとき、全体で正の屈折力を有するように構成される、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 7】

前記膜が最小膨張レベルと最大膨張レベルとの間で膨張するとき、3ジオプターの範囲の屈折力を有するように構成される、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 8】

前記液体レンズ組立体が非円形の形状を有する、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 9】

前記液体層に隣接する前記前側レンズの表面が凹面状である、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。 10

【請求項 10】

前記液体層に隣接しない前記前側レンズの表面が凹面状である、請求項 8 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 11】

2つの液体レンズ組立体を備える矯正眼鏡であって、該液体レンズ組立体の各々は、
前側硬質レンズと、

最小膨張レベルから最大膨張レベルにまで膨張するようになった半弾性膜と、
輪郭形成膜被覆と、

前記前側硬質レンズと前記半弾性膜との間の液体層と、
を備え、

前記半弾性膜の剛性は、付与された機械的又は静水圧的応力の方向に応じて変化し、
前記輪郭形成膜被覆の厚さは前記半弾性膜に亘って変化する、矯正眼鏡。 20

【請求項 12】

前記膜が最大膨張レベルまで膨張したとき、1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体は、全体で負の屈折力を有するように構成される、請求項 1 1 に記載の矯正眼鏡。

【請求項 13】

前記膜が最小膨張レベルと最大膨張レベルとの間で膨張するとき、1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体は、全体で負の屈折力を有するように構成される、請求項 1 1 に記載の矯正眼鏡。 30

【請求項 14】

前記膜が最大膨張レベルまで膨張するとき、1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体は、全体で正の屈折力を有するように構成される、請求項 1 1 に記載の矯正眼鏡。

【請求項 15】

前記膜が最小膨張レベルと最大膨張レベルとの間で膨張するとき、1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体は、全体で正の屈折力を有するように構成される、請求項 1 1 に記載の矯正眼鏡。

【請求項 16】

前記膜が最小膨張レベルと最大膨張レベルとの間で膨張するとき、1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体は、3ジオプターの範囲の屈折力を有するように構成される、請求項 1 1 に記載の矯正眼鏡。 40

【請求項 17】

1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体が、その正面から見たとき、非円形の形状を有する、請求項 1 1 に記載の矯正眼鏡。

【請求項 18】

1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体は、前記液体層に隣接する凹面を含む、請求項 1 1 に記載の矯正眼鏡。

【請求項 19】

1つ又はそれ以上の前記液体レンズ組立体は、前記液体層に隣接する凹面を含む、請求項 1 7 に記載の矯正眼鏡。 50

【請求項 20】

前記半弾性膜は変化する厚さを有する、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 21】

前記前側レンズが、負の屈折力を有するように構成される、請求項 1 に記載の液体レンズ組立体。

【請求項 22】

前記前側レンズが、負の屈折力を有するように構成される、請求項 1 に記載の矯正眼鏡。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

【0001】

本発明の実施形態は、液体充填レンズ、詳細には可変液体充填レンズに関する。

【背景技術】**【0002】**

基本的な液体レンズは、全ての開示内容が引用により本明細書に組み込まれている米国特許第 2,836,101 号明細書に記載されているように、1958 年頃から知られている。最近の例は、Tang 他の「*Dynamically Reconfigurable Fluid Core Fluid Cladding Lens in a Microfluidic Channel*」Lab Chip, 2008, vol. 8, p. 395、及び国際公開第 2008/063442 号明細書に見出すことができ、いずれも全ての開示内容が引用により本明細書に組み込まれている。これら液体レンズは、フォトニクス、デジタル電話及びカメラ技術、並びにマイクロエレクトロニクス用である。

20

【0003】

また、眼科用途の液体レンズが提案されている（例えば、全ての開示内容が引用により本明細書に組み込まれている米国特許第 7,085,065 号を参照）。いずれの場合も、広いダイナミックレンジ、適応矯正の実現可能性、ロバスト性、低価格を含む液体レンズの利点は、開口サイズの制約、漏洩の可能性、及び性能の一貫性をバランスさせる必要がある。例えば、米国特許第 7,085,065 号明細書には、眼科用途で用いられる液体レンズへの流体の効果的な封じ込めに関する幾つかの改良例及び実施例が開示されているが、これに限定されるものではない（例えば、全ての開示内容が引用により本明細書に組み込まれている米国特許第 6,618,208 号明細書を参照）。液体レンズの屈折力調節は、追加の流体をレンズキャビティに注入することによって、エレクトロウェッティングによって、超音波インパルスの適用、及び水等の膨張剤の導入時の架橋ポリマーの膨張力を利用することによって行われている。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】米国特許第 7,085,065 号明細書

【特許文献 2】国際公開第 2008/063442 号

40

【特許文献 3】米国特許第 7,085,065 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 6,618,208 号明細書

【非特許文献】**【0005】**

【非特許文献 1】Tang 他の「*Dynamically Reconfigurable Fluid Core Fluid Cladding Lens in a Microfluidic Channel*」Lab Chip, 2008, vol. 8, p. 395

【発明の概要】**【課題を解決するための手段】**

50

【0006】

本発明の実施形態において、液体レンズ組立体は、前側硬質レンズ、最小膨張レベルから最大膨張レベルにまで膨張するようになった半弹性膜、及びこれらの間の液体層を含む。本実施形態の液体レンズ組立体の前側レンズは、負の屈折力をもつように構成されている。

【0007】

特定の実施形態において、液体レンズ組立体は、膜が最大膨張レベルにまで膨らんだ場合に、全体に負の屈折力をもつように構成されている。他の実施形態において、膜が最小膨張レベルと最大膨張レベルとの間で膨張する場合に、全体で負の屈折力をもつように構成されている。

10

【0008】

本発明のより詳細な実施形態、特徴、利点、又は本発明の様々な実施形態の構造及び動作については、添付図面を参照して以下に詳細に説明されている。

【0009】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付図面は、本発明を例示し、明細書と一緒にになって本発明の原理を説明すること、及び当業者が本発明を実施及び利用できるようにすることに役立つものである。

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】本発明の第1の実施形態による、レンズの一部の側面斜視図である。

20

【図2】本発明の実施形態による、正の屈折力範囲をカバーする様々なレンズ組立体の光学特性の表である。

【図3】本発明の実施形態による、レンズの一部の側面斜視図である。

【図4】本発明の実施形態による、レンズの一部の側面斜視図である。

【図5】本発明の実施形態による、正の屈折力範囲及び負から正の屈折力範囲をカバーする様々なレンズ組立体の光学特性の表である。

【発明を実施するための形態】**【0011】**

本発明の実施形態は、添付図面を参照して以下に説明される。

特定の構造及び配置が記載されるが、これは単に例示目的であることを理解されたい。当業者であれば、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、他の構造及び配置を使用できることを理解できるはずである。当業者であれば、本発明は様々な他の用途にも使用できることを理解できるはずである。

30

【0012】

明細書において「1つの実施形態」、「或る実施形態」、「例示的な実施形態」等に言及する場合、説明される実施形態は、特定の特徴、構造、又は特性を含むことを示すが、全ての実施形態は、必ずしも特定の特徴、構造、又は特性を含む必要はないことに留意されたい。更に、この表現は、必ずしも同じ実施形態について言及しているわけではない。更に、特定の特徴、構成、又は特性が、或る実施形態に関連して説明される場合、明示されるか否かに関わらず、他の実施形態に関連するこの特徴、構成、又は特性に与える影響については当業者の知識の範囲内にある。

40

【0013】

本発明の実施形態による液体レンズを使用して視力矯正をすることは、硬質レンズ及びコンタクトレンズ等の従来の視力矯正を超える利点がある。第1に液体レンズは調節が容易である。従って、老眼で近くの物を見るために正の屈折力を追加して矯正する必要のある人には、遠方処方に適した屈折力を基にした液体レンズが適合する。従って、ユーザーは、中間及び他の距離の物を見る必要がある場合は、液体レンズを調節して正の屈折力を追加することができる。

【0014】

第2に、液体レンズは、着用者によって必要な屈折力範囲で連続的に調節することができます。

50

きる。その結果、着用者は、特定の光環境での特定の対物距離に関する屈折異常に正確に合わせて屈折力を調節することができる。従って、液体レンズにより、屈折力を調節して、周囲の光レベルに依存する着用者の瞳孔の大きさによる目の焦点距離の自然な変化を補正することができる。例えば、多数の患者が「夜間近視」と呼ばれる症状を報告しており、患者は、夜間の屋外のように周囲が低光レベルの場所では近視になる。この症状は、低光レベルの場所で瞳孔が拡大又は拡張することによって起こり、これは角膜、天性の水晶体、瞳孔を含む目の焦点調節機構の等価球面屈折力の減少が原因である。本発明の1つの実施形態によれば、夜間近視の患者は、液体レンズを調節することで夜間近視を補正することができる。

【0015】

10

第3に、一般に許容できる視力の質は、視力が1分(1/60度)の画像解像度に対応する20/20であると認識されているが、人間の網膜はさらに微細な画像解像の能力がある。健康な人間の網膜は、20秒(1/300度)の画像解像の能力がある。患者をこうした優れた視力レベルにするようにデザインされた矯正眼鏡は約0.10D以上の解像度を有する。本明細書に記載される液体レンズの実施形態のような連続的に調節可能な液体レンズ要素を使用するとこの解像度が達成できる。

【0016】

20

本発明の1つの実施形態において、液体レンズ組立体とは、液体レンズ、接続管、及び余分な液体を収容するリザーバを含み、全てが結合されて単一の密閉キャビティを形成するようになっている。液体レンズ要素とは、液体レンズのみに言及し、硬質レンズ、屈曲生膜、及びその間の液体層を含む。

【0017】

眼鏡フレーム(図示せず)には、液体レンズの屈折力を調節するための1つ又はそれ以上の作動システム(図示せず)が収容されている。眼鏡組立体は、1つ又はそれ以上の液体レンズを受け入れるように構成された眼鏡フレームを備えることができる。フレームは任意の形状とることができ、プラスチック、金属、又は他の適切な任意の材料から作ることができる。また、単純にワイヤでもチューブでもよく、レンズに巻き付けるか又は他の方法でレンズに連結されるワイヤ部分又はチューブ部分とすることができる。

【0018】

30

1つ又はそれ以上の液体レンズを有する眼鏡組立体の実施形態において、各液体レンズは自身の作動システムを備えることができるので、レンズは左右の目に合わせて独立して調節することができる。この特徴により、不同視症等のユーザーは、左右の目の屈折障害をそれぞれ矯正することができ、両目が適切に矯正され、両眼視と両眼加算がより良くなる。

【0019】

40

作動システムは、眼鏡組立体のテンプル部分の上に又はその内側に取り付けられており、できるだけ目立たないようにされるが操作は容易になっている。各液体レンズは開口部を備え、開口部は、余分な液体を収容するリザーバに他端が取り付けられたチューブに接続される。液体レンズとリザーバを接続するチューブは、フレームのヒンジに通すことができる。リザーバは、テンプル部分の長さに沿って延在するスロットの内部に収容され、リザーバを折り畳むと、接続チューブを通して追加の液体をレンズ組立体へ押し込むことができる。同様に、折り畳まれたリザーバを広げると、液体レンズの正の屈折力を低減するために液体レンズ組立体から液体を引き出すことができる。

【0020】

1つの実施形態において、液体レンズ、接続チューブ、及びリザーバは一緒にになって密閉ユニットを形成する。リザーバを押しつぶして、接続チューブを介して液体をレンズ組立体へ押し出す対応が行われる。例えば、リザーバを押しつぶす対応は、ダイアフラムに衝突してリザーバ内の圧力を高めるプランジャー、リザーバを押しつぶすキャリパー、又は当業者には公知の他の液体ポンプやアクチュエータの形態とすることができる。例えば、全ての開示内容が引用により本明細書に組み込まれている米国特許出願番号12/3950

9, 368には、例示的な密閉ユニットを含む例示的な作動システムが開示されている。

【0021】

液体レンズ要素の屈折力は、液体レンズ要素に送給又は排出される液体による弾性膜の膨張によって制御されるので、理論的には、特定の液体レンズ要素の設計範囲の球面屈折力矯正の連続範囲を提供することができる。実際には、同じ液体レンズ要素を提供したとして、患者が異なると調節機能限界も異なってくる。一般に、臨床研究では、画像ぶれ範囲の知覚限界は約0.05Dから0.15Dまで異なっている。

【0022】

図1は本発明の実施形態による、液体レンズ組立体100の一部の側面斜視図である。本実施形態のレンズは、例えば+10Dから+2Dの範囲の正の屈折力をカバーするように設計されている。10

【0023】

液体レンズ組立体100は、少なくとも1つの硬質レンズ体110、硬質レンズ体110との間に形成されたキャビティに液体が出入りするのを防ぐシールを形成するように、端部130でレンズ体110に取り付けられる膜120、及び膜120と硬質レンズ体110の間の空間に満たされる液体層140を有する。

【0024】

硬質レンズ体110は、例えば、約1.59の屈折率をもつポリカーボネート・ビスフェノールA等で作ることができる。他の実施形態では、異なる材料で作られており、屈折率を変えることができる硬質レンズ体110を含むことができる。例えば、屈折率1.667の芳香族ポリウレタンを使って硬質レンズを製造すると、低い曲率の前側レンズで正の屈折力を実現でき、これを外見上優れていると考えるユーザーもいる。硬質レンズを製造するのに使われる他の材料としては、これらに限定されるものではないが、ジエチルグリコール・ビスアリル・カーボネート(DEG-BAC)、ポリ(メチル・メタクリレート)、PMMA、及びポリウレア複合体(商標名Trivex)等を挙げができる。20

【0025】

一般に、硬質レンズは、1組の金型を使ってポリマーから成形又は成型される。金型の表面曲率は、特定のストック・キーピング・ユニット(SKU)に必要なトーリック曲線の仕様に適合している。広範囲にわたって屈折力を調節できるので、液体レンズ組立体は、価格やSKUの数の点で従来の眼科レンズよりも大きな利点を有する。例えば、約-0.25Dから約-7.25Dの負の屈折力範囲では、3つのSKUで曲面誤差のみの矯正に対応でき、約0.0Dから約-4.00Dの範囲では、51のSKUで曲面誤差と乱視誤差の両方の矯正に対応できる。30

【0026】

1つの実施形態において、これらの実施形態の硬質レンズの光学部品、特に空気と触れる表面部を非球面化することで、軸外入射に関する球面収差の矯正ができ、レンズを薄くすることができる。

【0027】

1つの実施形態において、弾性膜120は架橋ポリマー、又はポリマーで作られ、膨張する場合に伸張して回転楕円形状をとることができると、膨張しない場合には元の状態に戻ることができる。膜120は、各箇所で厚みが異なることができ、向きが異なると機械的応力係数が異なり、箇所が異なると機械的応力係数が異なる。膜120の別の実施形態は、前記の特徴の任意の組み合わせを含むことができる。40

【0028】

非円形の液体レンズが膨張する場合、膨張した表面の曲率が向きによって変化し、乱視が進む可能性がある。1つの実施形態において、このように引き起こされた乱視誤差は、適用される機械的又は静水圧的応力の向きに応じて膜の硬さを変えること、又は液体レンズの幾何学的中心に対する位置を変えることで最小化される。膜120の厚さプロファイルは、例えば、膜の射出成形又はプロー成形することで改善できる。膜120の弾性係数50

の方向依存性は、例えば、高温状態で膜に2軸応力をかけ、その後、凍らせて応力変形させることで与えることができる。1つの実施形態において、2.0:1から3.0:1の歪み比が可能になる。

【0029】

また、膜120の拡張係数は、膜120に硬質の高弾性被覆を施工して、凹形曲線表等で指定されたように部位ごとの被覆の厚さを変えることで部位ごとに調節することができる。この被覆は、例えばSiO_x又はSi_xN_y等のセラミックとすることができます。追加的に又は別の方法として、アルミナ(A12O₃又はTiO₂)等の他の蒸着セラミック被覆を使用することもできる。例えば、化学蒸着又は物理蒸着によって被覆を施工する際にマスクを使用することで、又は事前にプログラムされて所定の速度で特定の軌道に沿って移動することができるシャドウイング装置を使用して蒸気状態の被覆材に表面を晒す時間を変更することで、輪郭形成被覆を施工することができる。10

【0030】

1つの実施形態において、膜120は、キャビティ内部の液体の拡散を防ぐための信頼性及び耐久性のある障壁を提供し、消費者眼科用途に適する耐穿刺性がある。1つの実施形態において、膜120は、配向結晶性ポリマー又は部分結晶性ポリマーで作られるが、この結晶性ポリマーは、100又はそれ以上(例えば130以上)等の高温ガラス転移温度及び高融点を有しているが、例えば、フッ化ビニル樹脂(米国デラウェア州ウィルミントン所在のDuPont社で商品化されたTEDLAR)等の比較的低温のガラス転移温度で、適切な強靭性及び耐穿刺性をもたらす、例えば、120%又はそれ以上の高い破断伸びを有することができる。表1には膜に使用されるポリマーのガラス転移温度及び融点が記載されている。膜120としてPEEK(ポリエーテル・エーテル・ケトン)等の部分結晶性ポリマー、TEDLAR等のフッ化ビニル樹脂、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、又はPTFEを使用する場合、融点は150又はそれ以上となる場合がある。膜の材料としてポリ(ノルボルネン)等のポリオレフィンを使用できる。膜として使用するのに適する他のポリマーとしては、例えば、限定されるものではないが、ポリスルホン、ポリウレタン、ポリチオウレタン、テレフタル酸ポリエチレン、シクロオレフィンポリマー、及び脂肪族又は脂環式のポリエーテルを挙げることができる。20

【0031】

表1

30

ポリマー	高温ガラス転移温度	融点
フッ化ビニル樹脂(TEDLAR™)	41°C	200°C
フッ化ポリビニリデン(PVDF)	-40°C	175°C
ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)	127°C	327°C
ポリエチレン・テトラフルオロエチレン(ETFE)	147°C	265°C
ポリエーテル・エーテル・ケトン(PEEK)	145°C	395°C

40

【0032】

図2は、本発明の様々な実施形態、例えば、図1のレンズ組立体による、正の屈折力をカバーする様々なレンズ組立体の光学特性に関する表である。これらの値は、屈折率1.59のビスフェノールAのポリカーボネート製の硬質レンズ体110を有するレンズ組立体について計算したものである。表2の値の計算に使用したレンズ組立体は、屈折率1.50のシリコン(ポリシロキサン)でできている液体140を有する。当業者であれば、50

本明細書に記載の実施形態に基づいて他のレンズ及び流体材料を使用して異なる範囲の調節及び／又は硬質レンズの屈折力を提供できることを理解できるはずである。

【0033】

図2の表の1列目は、本発明の液体レンズ組立体100の実施形態の光学特性を示す。本実施形態では、約295mmの曲率半径の硬質レンズ体110を有している。硬質レンズ体110の屈折力は約3.0Dで、硬質レンズ体110の前側曲線は約116mmの曲率半径である。

【0034】

本実施形態での液体レンズ組立体100の屈折力は、膜120が平面である場合に正の値が最小となる。本実施形態での液体レンズの屈折力は、約1.7Dである。その結果、膜120が平面である場合、本実施形態の液体レンズ組立体100の全体的な屈折力は約4.7Dである。10

【0035】

従って、追加の液体をキャビティに注入して液体圧力を上げて膜120を膨張させると、液体レンズ組立体100全体の屈折力は増加する。1つの実施形態において、膨張後、膜の曲率は約125mmである。その結果、本実施形態の液体レンズ組立体は、膨張した場合、屈折力は約7.7Dである。従って、膨張後、液体レンズ要素の屈折力は約3.0Dまで増加する。

【0036】

図3は本発明の別の実施形態によるレンズの一部の側面斜視図である。本実施形態のレンズは、+1.75Dから-1.00D等の低い正の屈折力並びに屈折力ゼロ及び低い負の屈折力の範囲をカバーするように設計されている。20

【0037】

1つの実施形態では、液体レンズ組立体300は、少なくとも1つの硬質レンズ体310、硬質レンズ体310との間に形成されたキャビティに液体が出入りするのを防ぐシールを形成するように、端部130でレンズ体310に取り付けられる膜320、及び膜320と硬質レンズ体310との間の空間に満たされる液体層340を有する。

【0038】

図4は本発明の別の実施形態によるレンズの一部の側面斜視図である。本実施形態では、-1.0Dから-2D等の負の屈折力の範囲をカバーするように設計されている。30

【0039】

1つの実施形態では、液体レンズ組立体400は、少なくとも1つの硬質レンズ体410、硬質レンズ体410との間に形成されたキャビティに液体が出入りするのを防ぐシールを形成するように、端部430でレンズ体410に取り付けられる膜420、及び膜420と硬質レンズ体410との間の空間に満たされる液体層440を有する。

【0040】

硬質レンズ体410は、全体的な屈折力を低くするために内表面が凹面の負の硬質レンズである。1つの実施形態において、弾性膜420は硬質レンズ体410の前側に配置されるようになっており、弾性膜420は、着用時にユーザーの目からより遠い方に位置する。例えば、1つの実施形態において、硬質レンズの前側曲線は約3.00Dで、硬質レンズの屈折力は約-1.00D、裏側表面の曲率半径は約147.5mmである。結果として、液体レンズの最も低い屈折力は約3.39Dで、組立体の全体的な屈折力は2.39Dである。従って、本実施形態の調節範囲は約2.39Dから約5.39Dである。40

【0041】

1つの実施形態において、液体レンズ組立体400は、全体的な屈折力を負にするようになっている。本実施形態において、硬質レンズ体410は、内表面が凹面の負の硬質レンズである。膜420は、硬質レンズ体410と膜420との間に形成されたキャビティに液体が出入りするのを防ぐシールを形成するように、端部430でレンズ体410に取り付けられ、膜420と硬質レンズ体410との間の空間には液体層440が満たされている。本実施形態では、液体レンズ組立体400は、膜420が膨張した場合に、液体レ50

ンズ（膜 420 と液体 440 を含む）の屈折力が、硬質レンズ体 410 の負の屈折力よりも正の度合いが強くなるように構成されている。硬質レンズがそれ自体で十分に負であれば、弾性膜が膨張した場合でも、液体レンズ組立体 400 は全体的には負の屈折力になる。

【0042】

図 5 は本発明の様々な実施形態による負の屈折力、及び負から正への屈折力をカバーする様々なレンズ組立体の光学特性の表である。これら値は、屈折率 1.59 のビスフェノール A のポリカーボネート製の硬質レンズ体 410 を有するレンズ組立体について計算した値である。表 5 の値を計算するために使用したレンズ組立体は、屈折率 1.50 のシリコン（ポリシロキサン）でできている液体 440 を有する。当業者であれば、異なる材料を使用すると異なる値が得られることを理解できるはずである。10

【0043】

本明細書に記載の液体レンズ組立体の実施形態の屈折率は（1）硬質レンズの屈折力（2）液体に接する硬質レンズの表面の曲率（3）膜の曲率（3）液体の屈折率（5）液体層の厚さの 5 つのパラメータを含む。従って、レンズシステムは、3 つの表面、2 つの屈折率（硬質レンズ及び液体の材料）、及び 2 つの厚さを 1 つに合わせて解析される。液体レンズ組立体の実施形態の屈折率は、正の方へのみ変わることができるので、硬質レンズ自体の屈折力は、液体レンズ組立体を調節できるよう最小の可能性のある屈折力値となる。20

【0044】

硬質レンズの正の屈折力の範囲は、正の屈折力をカバーするように選択される。前側表面（フロント曲線、ベース曲線とも呼ばれる）の曲率半径を選択することもできる。この選択プロセスは、各構成に関する画像品質、並びに顔面にかける等の見た目の要素が含まれる。所定のレンズに関する前側表面は、材料の屈折率に基づいて設計することができる。20

【0045】

1 つの実施形態において、これらの計算のために、液体レンズ組立体の屈折力は、硬質レンズの屈折力、液体レンズ要素の屈折力、及び液体に接触する硬質レンズの表面の曲率半径の関数として簡略化することができる。この構成において、膜は非常に薄く、膨張の全範囲にわたって均一な厚さを維持するようにモデル化できるので、膜の屈折率は考慮に入れる必要はない。それにもかかわらず、膜の屈折率は、液体レンズ内の液体の屈折率に適合することができるので重要な設計パラメータである。30

【0046】

前述の実施例は、標準的な集団に必要な視力矯正用球面レンズをカバーする方法を示している。また、硬質レンズは、乱視矯正のためのトーリック矯正手段を備えることができる。1 つの実施形態において、この矯正手段は、空気に触れる硬質レンズの表面に配置される。集団の 95 % をカバーするために、ある集団内の典型的な乱視誤差は、0.25 刻みで約 -0.25 D から約 -4.00 の範囲となっている。

【0047】

前記では本発明の様々な実施形態を説明したが、これらは例示的であり限定するものではないことを理解されたい。当業者であれば、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく、形式及び詳細の様々な変更を行い得ることが理解できるはずである。従って、本発明の範囲は、前述の例示的な実施形態に限定されるものではなく、以下の請求項及びその均等物によってのみ限定される。40

【0048】

更に、要約の目的は、通常、米国特許商標局及び一般市民、特には、特許又は法律用語に関する知識を有しない本技術分野の科学者、技術者、及び熟練者に、通り一遍の閲覧で本適用の技術的開示の本質及び性質がわかるようにするためのものである。この要約は、本発明の範囲を意図するものではない。

【図1】

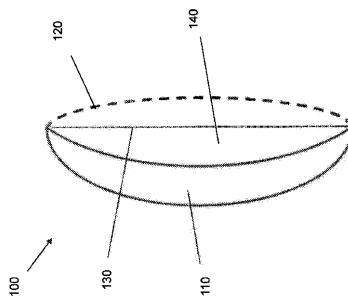


FIG. 1

【図2】

硬質レンズの前面曲線	硬質レンズの屈折力	液体レンズ要素の屈折力	調整可能範囲
5.00D	3.00D	4.69D	4.69D to 7.69D
4.00D	2.00D	3.69D	3.69D to 6.69D
3.00D	1.50D	2.77D	2.77D to 5.77D
2.00D	1.00D	1.85D	1.85D to 4.85D

FIG. 2

【図3】

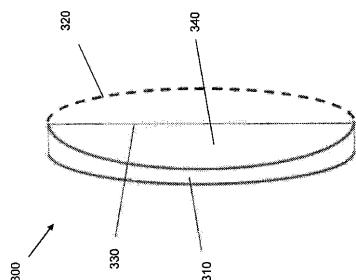


FIG. 3

【図4】

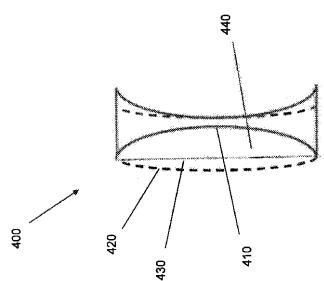


FIG. 4

【図5】

硬質レンズの前面曲線	硬質レンズの屈折力	液体レンズ要素の屈折力	調整可能範囲
-1.00D	-8.00D	0.80D	-7.2D to -4.2D
-3.00D	-8.00D	2.50D	-5.5D to -2.5D
-3.00D	-4.50D	2.50D	-2.0D to +1.0D

FIG. 5

フロントページの続き

(74)代理人 100095898
弁理士 松下 満

(74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎

(74)代理人 100123630
弁理士 渡邊 誠

(72)発明者 グプタ アミターヴァ
アメリカ合衆国 バージニア州 24018 ロアノーク フォックス デン ロード 5322

(72)発明者 イーガン ウィリアム
アメリカ合衆国 ワイオミング州 83001 ジャクソン ノース ナウリン ロード 210
5

(72)発明者 ニバウアー リサ
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 07078 ショート ヒルズ クレセント プレイス
1

(72)発明者 スタンゴタ フランク
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08807 ブリッジウォーター マッケイ ドライヴ
9

(72)発明者 デッカー ブルース
アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 18963 ソルベリー アッパー ヨーク ロード 66
45

(72)発明者 マクガイア トマス エム
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08540 プリンストン ドッグウッド ヒル 62

(72)発明者 シュネル ウルバン
スイス ツェーハー 3053 ミュンヘンブーフゼー アイヒグートヴェーク 16

(72)発明者 ハロウド カリム
スイス ツェーハー 1512 シャヴァンヌ シュル ムドン ブール デュ ヴィラージュ 6

(72)発明者 ジャガー ハンス
スイス ツェーハー 4922 トウンシュテッテン エッセンシュトラーセ 11

(72)発明者 ピーターソン マシュー ウオレス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94110 サンフランシスコ ネヴァダ ストリート 1
15

(72)発明者 セネター ダニエル
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94133 ベイ ストリート 260 アパートメント
101

審査官 小西 隆

(56)参考文献 特表2008-544318(JP,A)
特開昭62-129816(JP,A)
特表2002-517013(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 C 1 / 00 - 13 / 00
G 02 B 3 / 00 - 3 / 14