

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4468804号
(P4468804)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 F 2/16 (2006.01) A 6 1 F 2/16

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-516123 (P2004-516123)	(73) 特許権者	504472813
(86) (22) 出願日	平成15年6月23日 (2003.6.23)		サーファラジ, ファエゼー, エム
(65) 公表番号	特表2005-530562 (P2005-530562A)		SARFARAZI, Faezeh, M.
(43) 公表日	平成17年10月13日 (2005.10.13)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/019705		009 カールズバッド マーメイド・レ
(87) 国際公開番号	W02004/000171		ーン 7461
(87) 国際公開日	平成15年12月31日 (2003.12.31)		7461 Mermaid Lane, C
審査請求日	平成18年6月16日 (2006.6.16)		arlsbad, California
(31) 優先権主張番号	10/179,040	(74) 代理人	100105360
(32) 優先日	平成14年6月24日 (2002.6.24)		弁理士 川上 光治
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100062993
(31) 優先権主張番号	10/201,615		弁理士 田中 浩
(32) 優先日	平成14年7月22日 (2002.7.22)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 楕円形状の調節可能な眼内レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前面と、環状支持エレメントによって囲まれた赤道線上の支持外周部と、光軸とを有する前部レンズを含む前部レンズ・エレメントと、

後面と、赤道線上の支持外周部と、前記前部レンズの前記光軸と実質的に平行な光軸とを有する後部レンズを含む後部レンズ・エレメントと、

前記前部レンズ・エレメントの前記環状支持エレメントから前記後部レンズの前記赤道線上の支持外周部に伸びる2つ以上の柔軟な袋係合用の触覚部と、を含むレンズ・アセンブリ。

【請求項 2】

前記前部レンズ・エレメントと前記触覚部の組合せが一体である、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 3】

前記アセンブリが一体である、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 4】

30ジオプリーより大きい光学的変化を有する、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 5】

少なくとも1つの凹レンズ面を有する、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 6】

10

20

前記前面および後面に被覆が施されている、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 7】

前記アセンブリが 3 つの触覚部を有する、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 8】

前記アセンブリは無水化可能なものである、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 9】

前記前部レンズおよび前記後部レンズは硬いものである、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 10】

前記アセンブリは注入可能なものである、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

10

【請求項 11】

前記後部レンズ・エレメントは、さらに、その前記赤道線上の支持外周部を囲む環状支持エレメントを含み、前記 2 つ以上の触覚部は、前記前部レンズ・エレメントの前記環状支持エレメントから前記後部レンズ・エレメントの前記環状支持エレメントへ伸びるものである、請求項 3 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 12】

前記レンズ・アセンブリがシート状材料から作られる、請求項 1 に記載のレンズ・アセンブリ。

【請求項 13】

前記レンズ・アセンブリが折り曲げ可能である、請求項 1 2 に記載のレンズ・アセンブリ。

20

【請求項 14】

前面と、赤道線上の支持外周部と、光軸とを有する前部レンズを含む前部レンズ・エレメントと、

後面と、赤道線上の支持外周部と、前記前部レンズの前記光軸と実質的に平行な光軸とを有する後部レンズを含む後部レンズ・エレメントと、

前記前部レンズ・エレメントと前記後部レンズ・エレメントを連結する圧縮可能な螺旋部と、

前記圧縮可能な螺旋部から伸びる 1 つ以上の柔軟な袋係合用の触覚部と、を含むレンズ・アセンブリ。

30

【請求項 15】

さらに、前記前部レンズ・エレメントと前記後部レンズ・エレメントの間に、前記圧縮可能な螺旋部内に前記前部レンズの前記光軸に実質的に平行に取り付けられた中間レンズ・エレメントを含む、請求項 14 に記載のレンズ・アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、前部カプセロレキシス (anterior capsulorhexis、前囊切開) の後に目の後眼房 (posterior chamber) の膜嚢袋 (capsular bag) にインプラント (implant、埋め込み) するための眼内レンズに関する。インプラントの後、そのレンズはそのレンズの屈折力を調整するために毛様体筋 (ciliary muscle) を利用する。

40

【背景技術】

【0002】

白内障摘出術 (cataract extraction) は、アメリカ合州国で行われている最も一般的な眼科の外科的処置である。水晶体嚢外摘出術 (extracapsular cataract extraction) には前囊水晶体 (anterior capsule) の一部切開 (anterior capsulorhexis、前部カプセロレキシス) とそれに続く核 (nucleus) の除去が含まれる。あるいは、前囊水晶体 (anterior capsule) を通してプローブ (probe) を差込んで超音波振動させ、レンズ物質を乳化変換した後、注水し (irrigate)、膜嚢袋 (capsular bag) から吸引する (phacoemulsification、超音波乳化吸引術)。自然のレンズ (natural lens) を取除いた後は、像はもはや網

50

膜上に焦点を合わせることはできず、はっきりした視覚を得るためには代替（交換）レンズを設ける必要がある。この代替レンズとしてガラス、コンタクトレンズ、または眼内レンズがある。これらのレンズのうちで、眼内レンズが最も好都合で歪みのない視力が得られるが、レンズの挿入について、切開の大きさは、自然のレンズの除去に必要な寸法よりもインプラント（埋め込み）の寸法によって決定される。しかし、代替レンズは、近くおよび遠くの物体に対して調節により焦点を合わせることができる自然のレンズの能力に欠ける。

【0003】

人間が物体を見るとき、物体から反射された光は角膜（cornea）、房水（aqueous humor）を通り、さらに瞳孔（pupil）を通過して光を収束するレンズに入り、硝子体（vitreous body）を通過して網膜に達する。近くの物体に対してははっきりと焦点を合わせるためには、光線をより大きく曲げる必要がある。これを行うために、レンズはより大きく湾曲した状態になりより厚くなる。この変化の殆どは、膜嚢袋の赤道線（equator）でその膜嚢袋を引っ張ったり緩めたりすることによって生ずる。その膜嚢袋の赤道線は、毛様体筋（ciliary muscle）に結合された毛様小帯（zonule of Zinn）と称される線維束（filament）によってその毛様体筋に結合されている。遠距離にある物体を見るときは、毛様体筋は緩んで伸び、それによって毛様小帯を引っ張り、膜嚢およびレンズを平坦的にする。近くの物体を見るときは、毛様体筋は強く引張り且つ収縮し、毛様体筋を僅かに内側に移動させ、毛様小帯に対する引張り力を緩め、膜嚢袋を大きく湾曲させ、前から後の向きに厚くする。レンズ自体は、レンズの弾力のあるしなやかな動きに影響を与える連動繊維（interlocking fiber、インターロッキング・ファイバ）からなり、それによってレンズがその形状を変えるとその繊維はそれらの曲率を変化させる。人間が年齢をとると、レンズの調節能力が低下し、目に変化が生ずる。年齢に関連する目の変化には、レンズを厚くする能力、レンズ中の不溶性蛋白質の量の増加、毛様小帯の結合点の膜嚢の赤道線から離れる方向の移動、および硝子体の部分的液状化が含まれる。

【0004】

レンズは球体のような回転対称体の形状をもった透明な物質でできている。表面の曲率の度合いは曲率半径と焦点距離に反比例する。平行光線は凸面を通過して屈折された後で収束し、凹面を通過して屈折された後で発散する。レンズの屈折力はレンズ物質の屈折率とレンズ曲率に依存している。単純なレンズは、それぞれがある曲率をもった2つの面を有している。所定の距離を置いて分離された2個のレンズは、2つの焦点と2つの主平面をもった1個の厚いレンズと考えることができる。系（システム）の焦点距離は、これらのレンズの各焦点距離（ f_1 、 f_2 ）の積を、これらの焦点距離の和マイナスこれらのレンズ間の距離（ d ）、で除した値、すなわち次式によって表わされる。

【0005】

$$F = (f_1 f_2) / (f_1 + f_2 - d)$$

【0006】

レンズ間の空間が真空ではなく物質を含む場合は、焦点距離の和から引かれる大きさはその屈折率（ n ）によって除せられ、次式によって表わされる。

【0007】

$$F = (f_1 f_2) / (f_1 + f_2 - d / n)$$

【0008】

レンズ系の屈折力は焦点距離の逆数によって与えられる。2つの固定レンズを使用し、それらの間の距離を変化させることによって、可変焦点距離の系を構成することができる。レンズ間の距離が増加するに従ってレンズ面の一方または双方の曲率が增大し、またレンズ間の距離が減少するに従ってレンズ面の一方または双方の曲率が減少すれば、焦点距離の変化は増大する。

【0009】

目に焦点距離の調節機能を与えるための幾つかの試みがなされてきた。これらのうちで最もよく知られているものに2あるいは多焦点レンズがある。これらのレンズはガラス、

10

20

30

40

50

コンタクトおよび眼内レンズで使用されているが、焦点調節機能が焦点の方向に依存するという欠点がある。

【 0 0 1 0 】

米国特許第4,245,509号には、毛様体筋の利点を具えたレンズが開示されている。しかし、このレンズは目の前眼房 (anterior chamber) に配置される。このようなインプラントには、時には血管虹彩 (vascular iris) に損傷を与えるような合併症を伴うことがある。

【特許文献 1】US4,245,509 A1

【 0 0 1 1 】

米国特許第4,253,199号には、毛様体筋に直接取付けられるレンズが開示されている。このレンズはより自然な位置 (状態) にあるが、外科的手術中に大きな裂傷が生じ縫合部から出血する危険性がある毛様体への縫合を必要とする。

【特許文献 2】US4,253,199 A1

【 0 0 1 2 】

引用して本明細書に組込まれる米国特許第4,685,922号には、屈折力を変化させることのできるチェンバード・レンズ系 (chambered lens system、眼房レンズ・システム) が開示されている。このような改変は永久的で、眼房を破る (rupture) ことによって行われる。

【特許文献 3】US4,685,922 A1

【 0 0 1 3 】

米国特許第4,790,847号には、膜嚢袋に対してその赤道線において係合する (engage) 後方に偏移された触覚 (haptic) を使用し、毛様体筋の収縮と弛緩によってレンズを前後に動かす膜嚢袋内インプラント用の単一レンズが開示されている。

【特許文献 4】US4,790,847 A1

【 0 0 1 4 】

引用して本明細書に組込まれる米国特許第4,842,601号には、膜嚢袋にインプラントするための 2 つの部分 (セクション) からなる変形可能なレンズ・アセンブリ (レンズ構体) が開示されている。このレンズは屈折力の分割が可能で、膜嚢袋上の毛様体 (ciliary body) と毛様小帯 (zonule) の動き (動作) を利用している。このレンズ系は、挿入後に組み立てられる。

【特許文献 5】US4,842,601 A1

【 0 0 1 5 】

米国特許第4,892,543号には、後眼房 (posterior chamber) 内に配置し、膜嚢袋が除去されていない場合は場合によってはその膜嚢袋 (bag) 内に配置するための別の 2 つのレンズのアセンブリが開示されている。このレンズは 2 つのレンズ間で屈折力を分割ことができ、一方のレンズの弾力性のある壁面を第 2 の固定レンズの凸面に押し付けることによってレンズの一方に可変焦点距離を与えることができる。これには第 1 および第 2 のレンズが実質的に隣接する位置にあることが要求される。

【特許文献 6】US4,892,543 A1

【 0 0 1 6 】

引用して本明細書に組込まれる米国特許第4,932,966号には、周辺部で結合された 2 つのレンズが液体が満たされた嚢 (sac、サック) を包み込み、その嚢中の液体圧力を選択的に変化させることによって調節が行われる調節可能な (accommodative、適応可能な) レンズが開示されている。1 つのレンズは硬い (柔軟性のない) 基礎レンズ (rigid base lens) であり、他方のレンズは薄膜状で、そのレンズ・アセンブリの赤道線における径は実質的に拡大した瞳孔の直径であり、嚢 (bladder) または触覚によって支持される。

【特許文献 7】US4,932,966 A1

【発明の開示】

【 0 0 1 7 】

発明の概要

10

20

30

40

50

本発明は、単純な単一構造で、ある距離範囲で焦点を調節することができる二重の (dual、二次元的な) 厚みのあるレンズ光学系 (lensoptics) を提供するものである。これは、焦点を調節するために、毛様体からの眼囊 (eye capsule、眼カプセル) の自然な形状変化 (shaping、適正な形になる) を利用している。実施形態において、小さい切り口 (切開) に挿入することができ、自然な中心合わせ (naturalcentricity) が得られ、構成要素の収束 (焦点合わせ) 作用を増大させることができるものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図2は目の断面を示している。光が目に入ると、その光は、角膜1、前眼房 (anterior chamber) 2中の房水 (aqueous humor)、虹彩 (iris) 3の中心に位置する瞳孔 (pupil) 10、膜囊袋 (capsularbag) 6aの前部壁を通過し、レンズ8によって収束するように屈折し、膜囊袋6bの後部壁、硝子体液 (vitreous humor) 9を経て、網膜10の中心窩11に到達する。水晶体皮膜 (lenscapsule) の形状は、毛様小帯 (zonule) 5と称される線維束によって囊 (capsule、カプセル) に取付けられた毛様体筋 (ciliary muscle) 4によって制御される。

【0019】

図6に示す自然のレンズ (naturallens) は、凹凸メニスカス (concavo-convex meniscus) 27aおよび27bによって囲まれた中心両凸核部分 (central biconvexnuclear portion) 26を有する。両凸のレンズは光線を収束する。凹凸レンズ (concavo-convex lens) は光線に対して発散作用をもっている。従って、自然のレンズのメニスカスは収束核 (convergingnucleus) に対して緩和効果 (moderating effect) を与える。レンズの前後 (anterior-posterior) または極 (polar) 直径は約5mmである。赤道線の径は約9mmである。

【0020】

自然のレンズ8をカプセルレキシス (capsulorhexis) 25によって除去すると、図3および4に示す眼内インプラント (intraocularimplant) は収束機能を回復することができる。インプラントは、前面14を有する前部レンズ12と後面15を有する後部レンズ13とを有する。囊 (capsule、カプセル) 6と実質的に同じ赤道線直径をもつ円板状セル (discooidcell) 17を形成する可撓性の (柔軟な) セル壁16は、前部レンズおよび後部レンズの赤道線周 (外周) から伸びこれらのレンズを結合する。2つのレンズ12および13によって形成されたセル17は、インプラント後に例えば空気のような流体 (ガスまたは液体) で満たされる。セルの赤道線の周囲の圧力によってレンズ・アセンブリ (lensassembly) を所定の位置に保持する。

【0021】

図8は、セルの赤道線直径が D_e 、極径が D_p 、極軸が P_a P_b の同じレンズ・アセンブリを示している。前部レンズ12の赤道線円周24は実質的に瞳孔の寸法である (4~5mm)。

【0022】

レンズは硬質性または柔軟性のあるものであるが、柔軟性のあるレンズはより大きい調節機能を与えることができる。前部および後部レンズは、硬質であれば、例えばPMMMA (polymethyl methacrylate、ポリメチルメタクリレート)、HEMA (hydroxyethyl methacrylate、ヒドロキシエチルメタクリレート)、ポリスルホン (polysulfone)、ポリカーボネート (polycarbonate)、またはシリコン重合体 (polydimethylsiloxane、ポリジメチルシロキサン) のような生体適合性 (biocompatible、バイオコンパチブル) で、透明な材料で作ることができる。ソフトレンズ用の材料には、例えばシリカヒドロゲル (silicahydrogel) のようなゲル形成重合体 (gel forming polymer、ゲル形成ポリマー)、例えばヒアルロン酸 (hyaluronic acid) のようなポリサッカライド (polysaccharide)、またはポリビニルアルコールの透明なレンズ状囊 (sac、サック) が含まれる。前部レンズの赤道線直径は開いた瞳孔の寸法にほぼ等しく、約5mmである。前部レンズおよび後部レンズは1~1.5mmの厚みをもっている。一般的な目では、前部レンズの前部

曲率半径は 8 ~ 14 mm であり、後部レンズの後部曲率半径は 4 ~ 7 mm である。各レンズの両方の面の曲率は、目の形状（すなわち近視）の差（違い）に対して修正するために変更可能である。両方のレンズは、これらのレンズ間に空間をもった収束レンズであるので、焦点距離と倍率はそれらの間で分割されるが、もし望ましいならば倍率を 1 個のレンズにもたせることができる。セル壁 16 は 0.1 mm の厚みを有し、メタクリレート、シリコン重合体、または生体適応性の柔軟性のある材料で作ることができる。円板状形状は、満た（充填）されたとき、好ましくは極径が約 5 mm、赤道線直径が 9 mm の楕円形である。毛様体筋 4 が緊張を解いて（リラックスして）膨らむと、毛様小帯 5 は囊（カプセル）6 の赤道線上を引っ張り、レンズ・アセンブリは平たくなって、その赤道線直径を増大させ、その極径を減少させ、それによって 2 つのレンズ間の距離を減少させ、レンズ・アセンブリの倍率を変化させる。レンズがポリビニルアルコールで満たされたレンズ状囊（サック）のような柔軟な材料で作られている場合は、これらのレンズもまた光学的倍率の変化を増大させる平らな形状に引張られる。レンズ・アセンブリを切開部（incision）を通して容易に挿入することができるようにするために、ソフトレンズをゲル形成重合体で作成し、無水化（dehydrated、脱水）する（従ってレンズを縮ませる）ことができ、挿入後までセルを満たさない状態にしておく。挿入後、周囲の組織からの流体がレンズを再構成し、セルを満たす。セルをマイクロチューブ（microtube）または皮下注射針（hypodermic）で満たすこともできる。

【0023】

図 5 は本発明の代替的な形態を示している。膜囊袋（capsular bag）6 内には、前方湾曲面 20 を有する前部レンズ 19 と後方湾曲面 22 を有する後部レンズ 21 とを有するレンズ・アセンブリが設けられている。可撓性（柔軟性）で弾力性のあるセル壁 23 は、前部レンズおよび後部レンズの赤道線周（外周）から伸びこれらのレンズを連結し、レンズ 19 および 21 と実質的に同じ直径を有する。このようにして形成された実質的にパラボラ状のセル 24 内は、空気のような流体（ガスまたは液体）で満たされていてもよい。セル壁の代わりに 2 つ以上の硬質性の触覚（触覚部）を用いて、レンズ相互間の間隔を保って配置し、これらのレンズを囊（カプセル）の極に対して偏移（bias）させることができる。触角またはセル壁のスプリング状作用によって、レンズを囊（カプセル）の極の面に対して偏移し、レンズ・アセンブリを所定位置に支持する。毛様体筋によって膜囊袋が引っ張られたり緩められたりすると、レンズは互いに近づき、後退し、焦点を調節することができる。ソフトレンズが使用される場合には、レンズの赤道線の周囲に支持リングが設けられる。

【0024】

図 7 は、前面 29 と後面 30 とを有する厚いレンズからなる本発明の実施形態を示している。レンズ 28 の本体は実質的にパラボラ面（放物面）状である。本発明の目的のパラボラ面（放物面）には、円柱状（円筒状）、双曲面状およびパラボラ面状が含まれる。前面および後面を囊の極（capsular pole、カプセルの極）に向けて偏移するために、レンズは弾力性のある材料で作られる。このスプリング状作用によって、囊袋（capsular bag、カプセル・バッグ）が引っ張られたり緩められたりするとき、前面と後面が互いに近づき、後退して、焦点の調節を行うようにレンズを所定位置に支持する。

【0025】

図 5 および図 7 に示すレンズ・アセンブリは、実質的にレンズの幅分の切開部を通して挿入し、その後で回され、または挿入のために圧縮される。

【0026】

図 9 A および図 9 B に示す単一レンズ・アセンブリは、前面 100 と後面 102 のレンズ面、および膨らんだ袋（バッグ）係合用の中間部分 104 とを有している。レンズ・アセンブリは、例えばドロゲル（hydrogel）、シリコン・ゴム（silicon rubber）、ソフトアクリル（soft acrylic）のような圧縮可能で光学的に透明な材料で単一部品の形で成型（mold）される。図 10 のレンズは、前部 108 と後部 110（106）の凹面レンズ間に丸い中間部分 106（110）を有している。図 10 A のレンズは、前部 108（1

10

20

30

40

50

08a)と後部110(110b)の凹面レンズ面間に円柱状の中間部分105(107)を有している。図11のレンズは、囊袋(カプセル・バッグ)6A、6Bに係合する環状の肩部(ridge、リッジ)112Aおよび112Bを有する。図12は、円柱状本体114を具えたレンズを示し、このレンズは好ましくは囊(カプセル)の側方(lateral、横方向)の切開部を通して挿入されるときに使用される。図13Aおよび13Bに示すレンズは、単一の肩部116と、後部レンズ面を含む連続して湾曲した面118を形成する本体とを有している。

【0027】

図14は囊袋(カプセル・バッグ)の内部に配置された図12のレンズを詳細に示している。レンズを挿入するために、レンズ120は横方向に圧縮され、本明細書に引用して
10
組み込まれる米国特許第5,123,905号と同様なチューブ122中に配置され、または本明細書に引用して組み込まれる米国特許第4,950,289号に示されているような特殊な鉗子(forceps)によって配置される。チューブ122は袋(バッグ)6a、6b内に配置され、レンズ120は針(ニードル)から袋内に静かに押し出される。十分な圧力を加えるために、材料が高度の圧縮性と記憶性をもつこと、または材料を脱水させる(乾燥させる)ことができるものであることが望ましい。通常のヒドロゲルはこのような可能性を提供するものであるが、適正な倍率を与えるのに必要とする十分な屈折率に欠ける可能性がある。しかし、ヒドロゲルに溶質を組み入れるというような屈折率を変更する手段が存在することにより、このようなヒドロゲルが利用可能になっている。代替構成として、非常に圧縮
20
可能で、澄んだ(透明な)シリコン化合物が適当であり得る。屈折率を増大させ、レンズ面の变形をさらに減少させるために、現在ガラスで行なわれているように、表面にクォーツ(石英)またはPMMMAのようなより硬い物質の薄膜(被覆)を形成することもできる。図15に示されているレンズは、円柱状の本体120と、より大きな位置的安定性を与えるために1組のC形触覚(haptic)140、142とを有する。

【特許文献8】US4,950,289 A1

【0028】

図16のレンズは、中心部124が中空であることを除けば、図12のレンズと同様である。このレンズは、挿入するためにより大きく圧縮することが可能である。

【0029】

図17Aおよび17Bのレンズは、圧縮可能な螺旋部130によって連結された前部
30
レンズ126および後部レンズ128を有する。後部レンズ17Bには囊(バッグ)係合用触覚132Aおよび132Bが設けられている。図17Cの調節可能なレンズは、前部レンズ126と後部レンズ128の間に中間レンズ127を有する。これら3つのレンズは共通の光軸(optical axis: 光学軸)上にある。触覚132Cは中間レンズ用の螺旋支持体に設けられており、この支持体は、レンズ膜囊(lens capsule)または囊袋(カプセル・バッグ)の赤道線領域に中間レンズを配置する。図17Dの調節可能なレンズは、図17A~17Cの調節可能なレンズのような後部レンズを有しておらず、圧縮可能な螺旋部の後部位置に支持リング131を具備し、螺旋部に取付けられている。また、図17Dの
40
調節可能なレンズは、前部レンズ126と後部支持リング131の間に中間レンズ127を有する。その3つのレンズは共通の光軸上にある。触覚132Cは中間レンズ用の螺旋支持体に設けられており、この中間レンズをレンズ膜囊または囊袋(capsular bag、カプセル・バッグ)の赤道線領域に配置する。図17A~17Dの調節可能なレンズの圧縮可能な螺旋部は、前部レンズを囊袋の前側に向けて偏移し、後部レンズまたは後部リング(図17D)を囊袋の後側に向けて偏移する。レンズ126、127および128をこれらのレンズの周辺部で圧縮可能な螺旋部130に固着することができ、またはこれらのレンズをこれらの外周辺部に、螺旋部に固着されたレンズ支持リングによって固定することができる。図17A~17Dの調節用レンズは、1つの部品の形で成型することができ、または、例えば、圧縮可能な螺旋部、(もし使用される場合は)レンズ支持リングとレンズのような各別の部品から組立てることもできる。

【0030】

10

20

30

40

50

図18Aおよび18Bのレンズは図12のレンズと同様であるが、これにはレンズを安定させるための触覚132A、132Bが設けられている。図18Bは、前部レンズ100と後部レンズ102から伸びこれらのレンズを連結する代替的な触覚150を示している。

【0031】

触覚は前面または後面のいずれかに取付ければよいが、チューブ内への圧縮が可能なように非常に柔軟性に富むものである必要がある。

【0032】

黄斑変性 (macular degeneration) は非常に強いレンズを必要とする。単一のレンズは約30ジオプター (diopter、視度) の光学的変化を与えるが、2つのレンズであると最大60ジオプターまで与えることができる。しかし、倍率が大きくなればなるほど視野は狭くなる。今日では、これは目 (glasses、眼鏡) の前に配置されたレンズによって処理している。しかしら、拡大鏡 (magnifier) の後面を網膜に近づけることによって視野を拡大することができ、ここで提案したような2つのレンズ表面をもったレンズ・アセンブリは黄斑変性の処置に使用することができるであろう。同様に、過度の近視 (近眼) は後部レンズ面および/または前部レンズ面について凸面を使用することによって処置することができた。

【0033】

図19A、B、C、Dは、薄いアクリルのような或る程度の弾力性をもったシート状材料から作ることができるレンズを示している。前部レンズ152および後部レンズ162はフレネル (Fresnel) タイプのレンズである。これらのレンズには触覚164A、164Bを設けることができる。中間リング158は開孔160を有し、前部レンズ152と後部レンズ162の間の視界 (vision) を可能にしている。ブリッジ154は2つのレンズを中間部分で連結している。ブリッジ154には図19Cに示されている形に容易に折り曲げることができるように折り目 (creases、しわ、ひだ) 156が設けられている。図19Bは触覚をもたない同様なレンズを示している。

【0034】

より大きなスプリング効果を与えるために、図19Dのレンズには第2の中間リング158 (B) が設けられている。このような幾つかの部分の設けることが可能である。もし前部レンズのみがフレネル・レンズであれば、これは網膜に向けておよび網膜から離れる方向に動くので、このレンズも有効に作用するであろう。

【0035】

図20A、20B、20Cは、シート状材料で作られた代替的なレンズを示す。レンズ100と102はリング180によって連結されている。折り曲げられると、前部レンズ100と後部レンズ102は光軸が整列するように配置される。リング180は膜嚢袋と係合するように作用する。リングの双方の半部分は、図20Bに示すように同じ方向に折り曲げられることもあれば、図20Cに示すように反対方向に折り曲げられることもある。

【0036】

このレンズの原理は、このレンズと同じ特徴をもった枕を作ることによってレンズおよび調節機能について学ぶための子供用玩具に適用することができるであろう。この枕の材料は特殊な透明で圧縮可能な材料である。最大の外周 (周辺) に配置された把手がデザインとして合体して組入れることができるであろう。この把手を外方に引っ張ると、拡大率は減少する。把手を緩めるか内方に押し倍率は大きくなり、それ故、これは教育的玩具となる。

【0037】

図21~23を参照すると、調節可能なレンズ・アセンブリAは、前部レンズ・エレメント206Aと後部レンズ・エレメント208Aとを有している。前部レンズ・エレメント206Aは、環状支持エレメントすなわち棚状突起部 (ledge) またはディスク104Aを有する。棚状突起部の中心部は開いており、そこに前部レンズ100Aが配置されて

10

20

30

40

50

支持エレメント200Aによって前記柵状突起部上に保持されている。後部レンズ・エレメント208Aは、中心に開口が設けられた支持エレメントすなわち柵状突起部またはディスク204Aを有し、前記中心開口が後部レンズ102Aを受入れ、支持する。前部レンズ・エレメントと後部レンズ・エレメントは、前部レンズ・エレメント206Aと同様に、または後部レンズ・エレメント208Aと同様に、同じ形態で構成することもできる。言い換えれば、いずれかのレンズ・エレメントが、リング状突起部の中心開口に配置され、2つ以上の支持エレメントによって支持されたレンズ・エレメントを具えた環状のリング状突起部を有するか、またはレンズを支持するためにレンズによって完全に占有された中心開口を具えた突起部を有している。2つだけの支持エレメントが図示されているが、必要であればレンズを3つ、4つまたはそれより多くの支持エレメントで支持することもできる。

10

【0038】

図24を参照すると、図23に示す後部レンズ・エレメント208Aの構成と同様の構成をもった前部レンズ・エレメント206Aの代替的な実施形態が示されている。図24の前部レンズ・エレメント206Aは中心に開口をもった環状突起部104Bを有し、前記中心開口は前部レンズ・エレメント100Aによって完全に占有されている。触覚202は突起部104Bの後側に取付けられている。

【0039】

図25を参照すると、本発明の調節可能なレンズ・アセンブリBの代替的な実施形態が図示されており、前部レンズ・エレメント206Bと後部レンズ・エレメント208Bは同様の構成を有し、即ち、これらは、共に環状のリング状突起部104Bおよび204Bと、大きな中心開口とを有する。前部および後部レンズ100Bおよび102Bは開口の中心に配置されており、支持エレメント200Bおよび200BBによってその突起部に保持されている。図示の実施形態では、代替的な触覚202Bおよび202BBの構造が示されている。

20

【0040】

図26を参照すると、本発明の調節可能なレンズ・アセンブリCの代替的な実施形態が図示されている。前部レンズ・エレメント206Cは図21に示す前部レンズ・エレメント206Aと同様に構成されており、後部レンズ・エレメント208Cは図23に示す後部レンズ・エレメント208Aと同様に構成されている。本発明のこの実施形態では、触覚202Cおよび202CCの前部は、前部レンズ・エレメントの柵状突起部104Cではなく支持エレメント200Cに固着されている。多くの他の図と同様にこの図でも、本発明の調節可能なレンズで使用することができる各種の触覚の側面の横断面202Cおよび202CCがそれぞれ示されている。触覚のアーチ部が前部レンズ・エレメント206Cにより接近して配置され、かつ水平部分が後部レンズ・エレメント208Cにより接近して配置されるような形態で、触覚202CCを反対に配置することができる。

30

【0041】

次に図27を参照すると、本発明の調節可能なレンズの別の実施形態の横断面図が示されている（別の実施形態を示す図29および29Aも参照のこと）。本発明の調節可能なレンズ・アセンブリDが示されており、このレンズ・アセンブリDは、前部レンズ100Dを支持する前部レンズ・エレメント206Dと後部レンズ102Dとを有しているが、後部柵状突起部を具えた後部レンズ・エレメント（図21～23、25、26等に示されているような後部レンズ・エレメント204）を有していない。触覚202Dは、後部レンズ102Dの周辺部に直接結合されており、後部レンズを前部レンズ・エレメント206Dに結合している。

40

【0042】

調節可能なレンズDの調節可能レンズ配列を逆にすることもでき（図示せず）、前部レンズ100Dを図27の後部レンズ102Dのように直接触覚202Dに固着することができ、後部レンズ102Dを、後部レンズ・エレメントに取付けられた触覚202Dによって、図21、22等に示すような前部レンズ・エレメントで支持することもできる。

50

【 0 0 4 3 】

次に本発明の調節可能なレンズ・アセンブリ E の別の実施形態の横断面図である図 2 9 を参照する。本発明のこの実施形態では、後部レンズ・エレメント 2 0 8 は存在しない。棚状突起部 1 0 4 E と前部レンズ 1 0 0 E からなる前部レンズ・エレメントのみが存在する。このレンズ・アセンブリは少なくとも 1 つの触覚 2 0 2 E を有する。触覚の端部は棚状突起部 1 0 4 E の上端に結合されており、触覚の他端は前部レンズ・エレメントの背後を回って棚状突起部の底部に結合されている。このアセンブリをレンズ嚢 (lens capsule 、レンズカプセル) (capsular bag 、膜嚢袋) 内の所定位置に配置するのを助けるために、このアセンブリは、隣の触覚から円周方向に 9 0 度離れた 2 つの触覚を有することが好ましい。図 2 9 A は、触覚 2 0 2 E および 2 0 2 E E をどのようにして棚状突起部 1 0 4 E の外周部に連結するかを示している。触覚 2 0 2 E E および 2 0 2 E の後部連結部、透明ディスク 2 1 0 が仮想破線で示されている。ディスク 2 1 0 は光学的に透明であるが、殆どまたは全く光出力 (optical power) をもたない非球 (aspheric) 面のような光学品質をもつことができるものであるか、またはレンズとなり得るものである (代替的な実施形態を示す図 2 7 を参照) 。触覚の端部は、ディスクと一体的に成型されるか、または熱溶接 (熱的結合) 、接着剤、等の同様な手段によってディスクに取り付けることができる。図 2 9 のアセンブリは、棚状突起部 1 0 4 E の前部の外周辺を辿る (沿った) 環状の隆起部 (ridge) 2 1 2 を有している。この隆起部は、前部レンズ・エレメントを水晶体被膜 (lens capsule) 6 A の前壁面に、または前部に配置するのを助けることができる。但し、この隆起部は光学的である。

10

20

【 0 0 4 4 】

図 3 0 および図 3 1 を参照すると、前端 1 0 0 F と後端 1 0 2 F を有する円柱状または管状のレンズ 1 1 4 A が示されている。このタイプのレンズは像を拡大する望遠鏡効果を与えるのに非常に有効である。レンズ・アセンブリ 1 2 0 A 全体は、2 つ以上の触覚をもつことができる。図 3 0 に示す実施形態では、2 つの異なるタイプの触覚 2 0 2 F と 2 0 2 F F が示されている。

【 0 0 4 5 】

図 3 1 には、円柱状レンズ 1 1 4 A の外周を周回して 1 2 0 度離れて配置された 3 つの触覚 2 0 2 F F を具えたアセンブリ 1 2 0 A が示されている。触覚をレンズ・エレメントと一体的に成型することができるし、または、これらを熱溶接 (heat welding 、熱的溶着) によって、または医学的に許容できる接着剤を使用して後からレンズ・エレメントに固着することもできる。

30

【 0 0 4 6 】

図 3 2 および 3 3 を参照すると、円柱状レンズ・アセンブリ 1 2 0 B の別の実施形態が示されている。レンズ・アセンブリ 1 2 0 B は円柱状レンズ 1 1 4 B と触覚アセンブリ 2 2 2 とを含む。触覚アセンブリ 2 2 2 に含まれるスリーブ 2 2 0 は、円柱状レンズ・アセンブリ 1 1 4 B の外周にぴったりと適合し (嵌合し) かつ固着され、さらにこれから半径方向の外方に伸びる 2 つ以上の触覚 2 0 2 G を有する。図を簡単にするために、本発明で説明されている大部分のレンズ・アセンブリは 2 つだけの触覚を有するものとして示されているが、2 つ以上の触覚が採用されるものと理解されるべきであり、しばしば 3 個が最適な数である。これは、3 個の触覚によって、ここで述べた本発明のレンズ・アセンブリを膜嚢袋または水晶体被膜 (lens capsule) 内の中心に配置することができるからである。触覚 2 0 2 G はスリーブ 2 2 0 によってレンズ 1 1 4 B に取付けられる必要はない。その触覚は、溶接によってまたは接着剤を使用してそのレンズに固着することができ、またはそのレンズと共に成型することもできる。同様に、触覚 2 0 2 G をレンズ 1 1 4 B に固定すると同様の形態で、触覚 2 0 2 F 、 2 0 2 F F を、スリーブ (図示せず) を有するレンズ 1 1 4 A に固着することができる。

40

【 0 0 4 7 】

図 3 4 、 3 5 および 3 6 を参照すると、前部および後部棚状突起部 1 0 4 および 2 0 4 は正確に平坦なディスク以外の形状をもつことができる。例えば、図 3 4 は前部レンズ 1

50

00Fを具えた凹凸の柵状突起部104Fの横断面を示している。その柵状突起部はレンズ100Fを支持する。図35は凹面(凸面)の前面と平坦な後面を有する前部柵状突起部104Gの横断面を示している。この柵状突起部はレンズ100Gを支持している。図36は、図21に示す柵状突起部のようなリング型の柵状突起部の横断面を示しており、この柵状突起部は前面側および後面側に凸面を有する。この実施形態では、前部レンズ・エレメント206Hは、外部のリング型の柵状突起部104Hと、支持エレメント202Hによって柵状突起部に固着された中心位置のレンズ100H(F)とを有する。図34~36に示された前部レンズ・エレメント206F、206Gおよび206Hは単なる説明のためのもので、前部レンズ・エレメントおよび後部レンズ・エレメントを準備する際に利用できる唯一の形状ではない。後部レンズ・エレメント208は、前部レンズ・エレメント206が採用し得る任意の形状を採ることができる。

10

【0048】

図37および38を参照すると、前側6Aおよび後側6Bを有する膜嚢袋が示されている。調節可能なレンズ・アセンブリが本明細書中で説明した通常的手段によって膜嚢袋中にインプラントされ(埋め込まれ)ている。図37では、調節可能なレンズ・アセンブリは、膜嚢袋6Aの前面側に配置された前部レンズと、膜嚢袋6Bの後面側に隣接して配置された後部レンズとを具えている。図38では、調節可能なレンズ・アセンブリは、前部レンズ100IIが膜嚢袋6Bの赤道面近くの領域に配置され、後部レンズ102IIが膜嚢袋6Bの後面側に接して配置されるように設計されている。前部レンズ・エレメント206を、後部レンズ・エレメント208に隣接する位置から膜嚢袋6Aの前面側までの途中の任意の位置に配置するように設計することもできる。

20

【0049】

図39および40は、前部レンズおよび後部レンズを膜嚢袋内の特定位置に配置するような触覚を具えた調節可能なレンズ・アセンブリを示している。例えば、図39の調節可能なレンズは、図37に示したのと同様の形態で前部レンズ・アセンブリおよび後部レンズ・アセンブリを配置している。図40では、調節可能なレンズ・アセンブリは2つの異なる触覚202Kおよび202Lと共に示されている。触覚202Kを有するレンズ・アセンブリは、図38に示したのと同様の形態で前部レンズ・エレメント206Aを配置している。一方、触覚202Lを有するレンズ・アセンブリは、前部レンズ・エレメント206Kが膜嚢袋6Aの前部位置に配置され、後部レンズ・エレメントが膜嚢袋の赤道面でもなくともそれに接近して配置されるような形態で、そのレンズを配置している。

30

【0050】

図28を参照すると、前部レンズ・エレメントまたは後部レンズ・エレメントの平面図は、図21、24、23に示すような円形、図28に示すような四角形、さらに六角形や三角形(図示せず)を含む種々の形状をもつことができる。平面図では、前部レンズ・エレメントおよび後部レンズ・エレメントは通常は円形であると考えられる。しかし、他の形状が有利であるという状況もある。図28では、柵状突起部104Lは大きな開口を有する四角形のリング型であり、その開口内にレンズ100Lが配置され、4つの支持エレメント200Lによって固着されている。後部レンズ・エレメントも図23または25に示した後部レンズ・エレメントと同様であってもよく、または図28に示すような前部レンズ・エレメント206Lと同様な平面をもつものでもよい。支持エレメントは柵状突起部104Lの長い辺から伸びるように示されている。支持エレメントは隅部からレンズの外周に向けて内方に伸びるようにすることもできる。レンズは2つ以上の支持エレメントによって支持される。図28の柵状突起部は、その中心の開口が、図24の中心の柵状突起部104Bの開口がレンズ100によって完全に占有されるようにレンズ100Lによって完全に占有される中実(solid、ソリッド)構造をもつように構成することもできる。前部レンズ・エレメント206Lから後上方に伸びる触覚(図示せず)は、柵状突起部104Lの後側から、または104Lの外周から伸びることもできる。さらに、レンズと同様に触覚および支持エレメント200Lは、一度に成型して単一の部品として形成することができ、またはこれらを接着剤によってまたはスポット溶接によって固着することも

40

50

できる。

【0051】

上述の実施形態では、触覚は、膜嚢袋内に配置されたとき柔軟性があり、半径方向の外方に移動して、触覚は、毛様体筋に取り付けられる最大外周をもつ前記膜嚢袋の部分である該膜嚢袋の赤道領域と係合するようになっている。本発明の好ましい1つの実施形態では、触覚は膜嚢袋の内壁と係合するように上外方に伸びる。

【0052】

ここで示した実施形態では、文字“O”で示された軸はレンズ・アセンブリの光軸でもある。

【図面の簡単な説明】

10

【0053】

【図1】図1は、所定の適所に配置された本発明の調節可能なレンズを具えた目の断面図である。

【図2】図2は、目の垂直断面図である。

【図3】図3は、目が近くの物体に焦点合わせたときの、膜嚢袋内の本発明による眼内レンズを示す部分断面図である。

【図4】図4は、目が遠くの物体に焦点合わせたときの、図3の眼内レンズを示す部分断面図である。

【図5】図5は、別の実施形態を示す部分断面図である。

【図6】図6は、自然のレンズの概略側面図である。

20

【図7】図7は、レンズ・アセンブリの厚いレンズの実施形態の側面図である。

【図8】図8は、図3の実施形態の透視的断面図である。

【図9】図9Aは、別の単一レンズ・アセンブリの側面図であり、図9Bは別の単一レンズ・アセンブリの上面図である。

【図10】図10は、凹面の単一レンズの側面図である。

【図10A】図10Aは、凹面の2エレメントからなるレンズの側面図である。

【図11】図11は、肩部を設けた円柱状の単一レンズの側面図である。

【図12】図12は、円柱状の単一レンズの側面図である。

【図13】図13Aは、1つの肩部を設けた単一レンズの側面図である。図13Bは、1つの肩部を設けた単一レンズの上面図である。

30

【図14】図14は、膜嚢袋内に挿入され、側部の開孔を通して取除かれるレンズの側面図である。

【図15】図15は、膜嚢袋内に配置された円柱状レンズの側面図である。

【図16】図16は、中空の単一レンズの部分切欠き図である。

【図17】図17Aは、触覚がなく、螺旋状のレンズ連結部が存在する調節可能なレンズを透視的に示した図である。図17Bは、触覚および螺旋状のレンズ連結部が存在する調節可能なレンズを透視的に示した図である。図17Cは、第3のレンズ・エレメントを具えた調節可能なレンズを透視的に示した図である。図17Dは、前嚢および中間レンズ・エレメントを具えた調節可能なレンズを透視的に示した図である。

【図18】図18Aは、触覚を具えた円柱状レンズの斜視図である。図18Bは、触覚を具えた円柱状レンズの側面図である。

40

【図19】図19Aおよび図19Bは、曲げる前のシート状材料で作られた調節可能なレンズの上面図である。図19Cおよび図19Dは、曲げた後のシート状材料で作られた調節可能なレンズの上面図である。

【図20】図20Aは、シート状材料で作られたレンズの上面図である。図20Bおよび図20Cは、シート状材料で作られたレンズの2つの側面図である。

【図21】図21は、調節可能なレンズの実施形態の正面図である。

【図22】図22は、図21の縦断面図である。

【図23】図23は、図22の背面図である。

【図24】図24は、図21乃至23の調節可能なレンズ用の他のレンズ・エレメントを

50

示す図である。

【図 25】図 25 は、本発明の調節可能なレンズの他の実施形態の縦断面図である。

【図 26】図 26 は、本発明の調節可能なレンズの他の実施形態の縦断面図である。

【図 27】図 27 は、本発明の調節可能なレンズの他の実施形態の縦断面図である。

【図 28】図 28 は、本発明の調節可能なレンズの他の実施形態の寸法を縮小して示した正面図である。

【図 29】図 29 は、本発明の調節可能なレンズのさらに他の実施形態の縦断面図である。

【図 29A】図 29A は、図 29 の背面図である。

【図 30】図 30 は、本発明の円筒状レンズの縦断面図である。

【図 31】図 31 は、図 30 の正面図である。

【図 32】図 32 は、本発明の円筒状レンズの他の実施形態を示す図である。

【図 33】図 33 は、図 32 の正面図である。

【図 34】図 34 は、本発明の調節可能なレンズの前部エレメントの実施形態の側方縦断面図である。

【図 35】図 35 は、本発明の調節可能なレンズの前部エレメントの他の実施形態の側方縦断面図である。

【図 36】図 36 は、本発明の調節可能なレンズの前部エレメントの他の実施形態の側方縦断面図である。

【図 37】図 37 は、本発明の調節可能なレンズを示す人間の目の水晶体の袋（膜嚢袋）の横断面図で、前部レンズ・エレメントは水晶体の袋の前部に接して配置されており、後部レンズ・エレメントは水晶体の袋の後部壁に接して配置されている。

【図 38】図 38 は人間の目の水晶体の袋（膜嚢袋）の横断面図で、本発明の調節可能なレンズは、眼房の赤道面領域に配置された本発明の調節可能な前部レンズ・エレメントと共に配置されており、後部レンズ・エレメントは水晶体の袋の後部壁に接して配置されている。

【図 39】図 39 は、本発明の調節可能なレンズの横断面図で、触覚の最も長い半径方向の部分が前部エレメントと後部エレメントとの中間に配置されている。

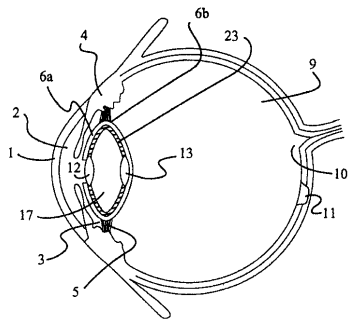
【図 40】図 40 は、2つの実施形態の触覚を具えた2つの実施形態を同時に示す本発明の調節可能なレンズの横断面図である。

10

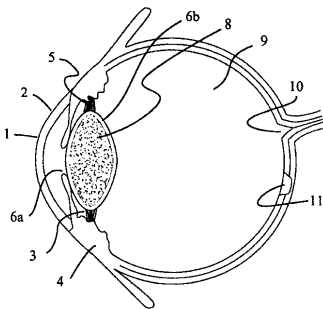
20

30

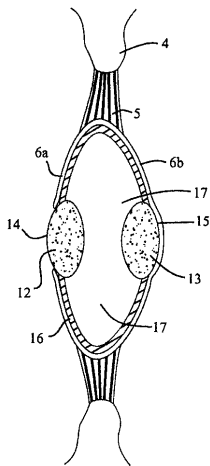
【図1】



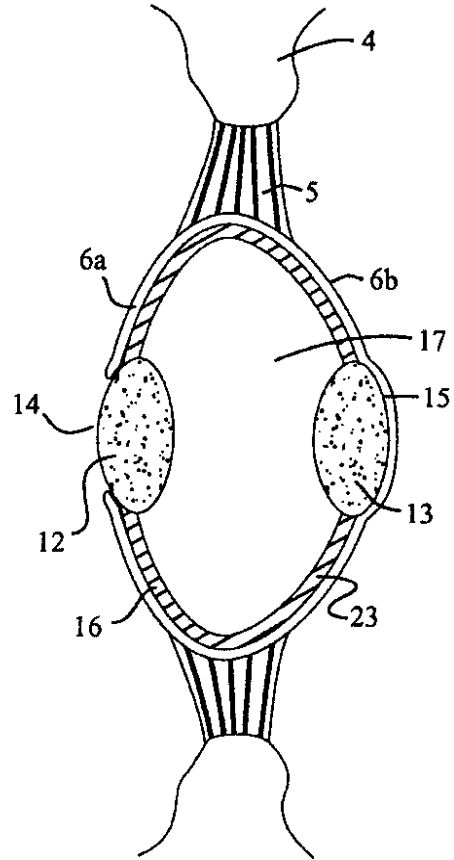
【図2】



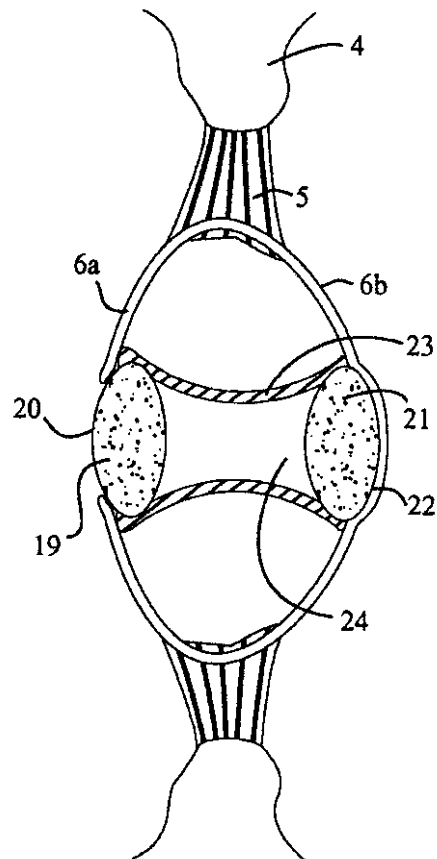
【図4】



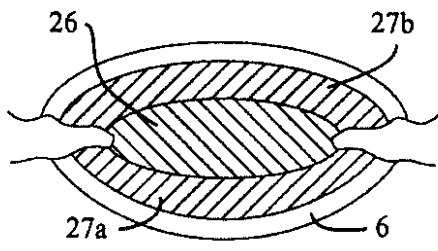
【図3】



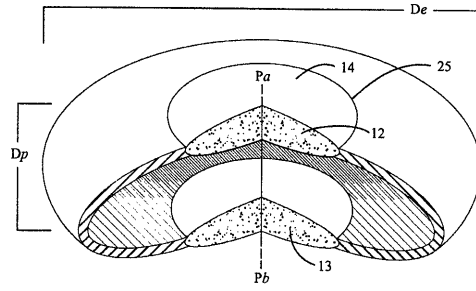
【図5】



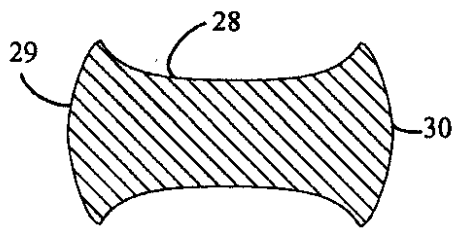
【 図 6 】



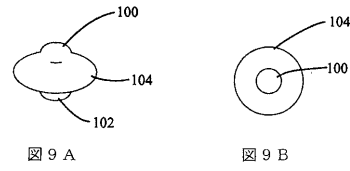
【 図 8 】



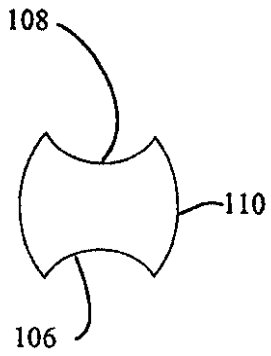
【 図 7 】



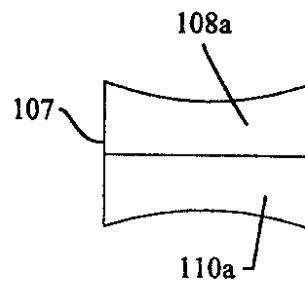
【 図 9 】



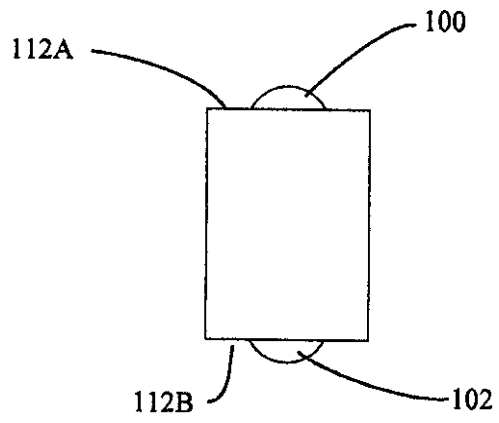
【 図 10 】



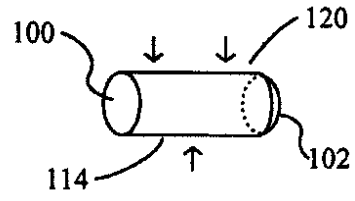
【 図 10 A 】



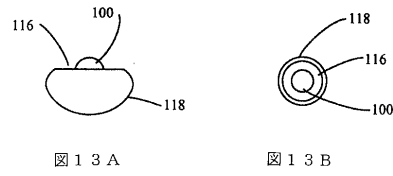
【 図 1 1 】



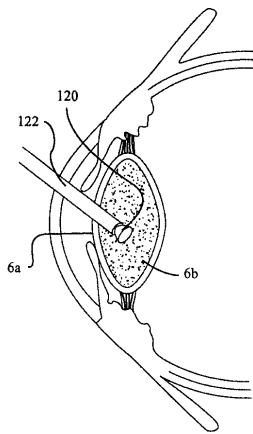
【 図 1 2 】



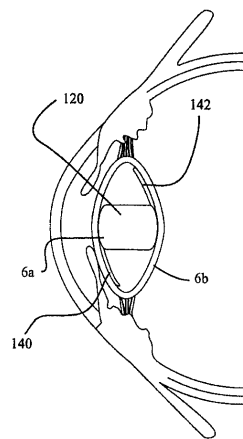
【 図 1 3 】



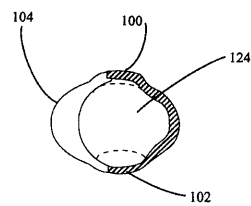
【 図 1 4 】



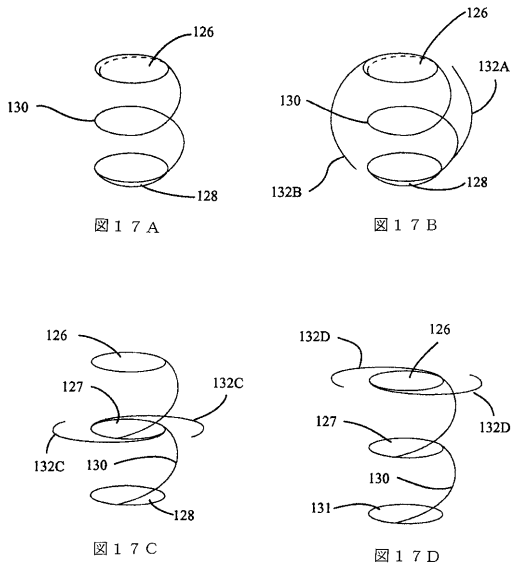
【 図 1 5 】



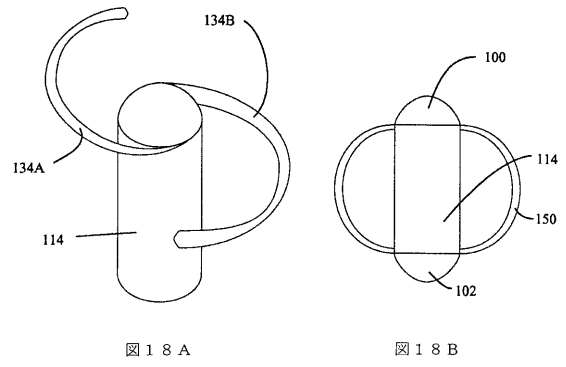
【 図 1 6 】



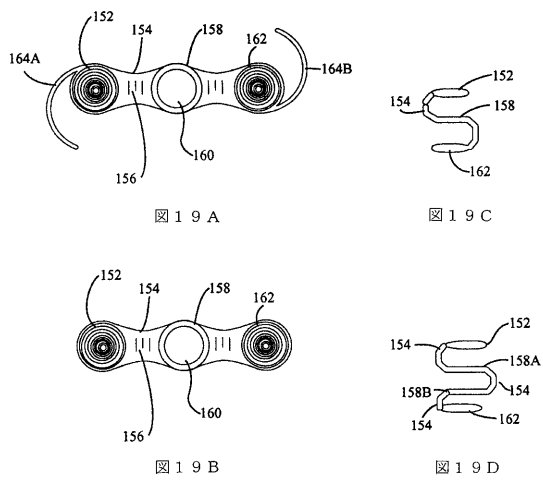
【 図 17 】



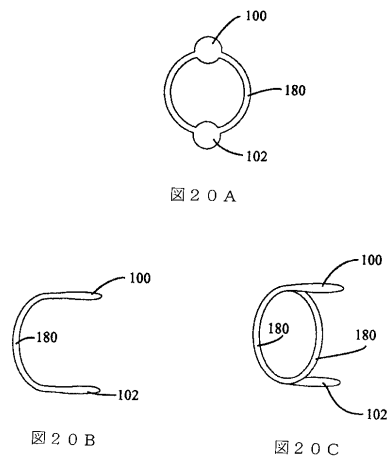
【 図 18 】



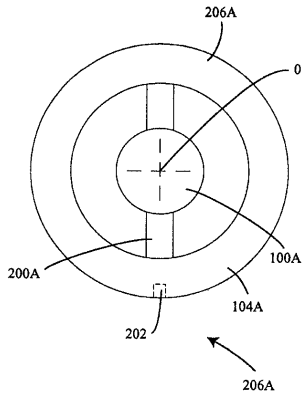
【 図 19 】



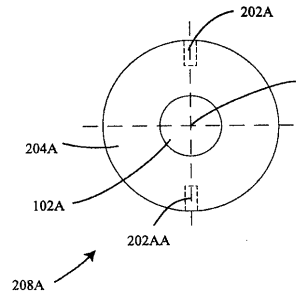
【 図 20 】



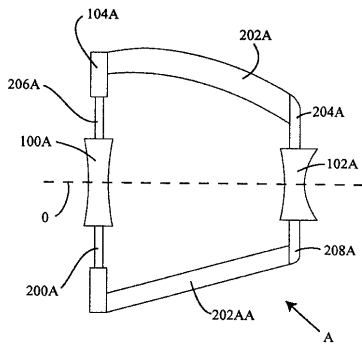
【 図 2 1 】



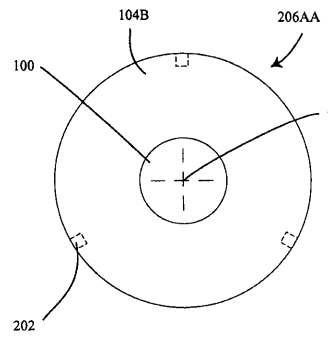
【 図 2 3 】



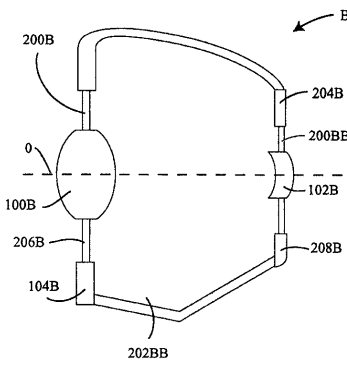
【 図 2 2 】



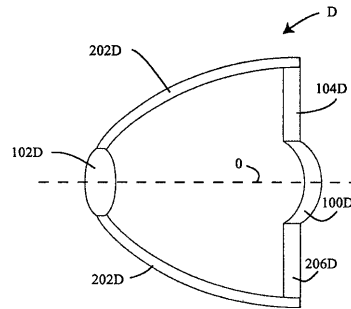
【 図 2 4 】



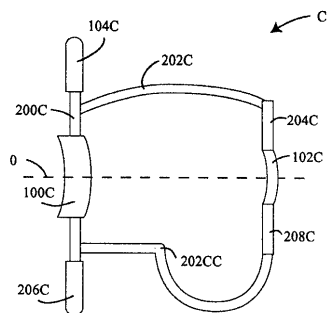
【 図 2 5 】



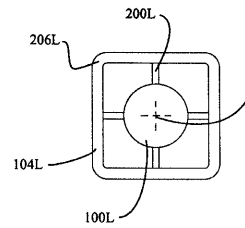
【 図 2 7 】



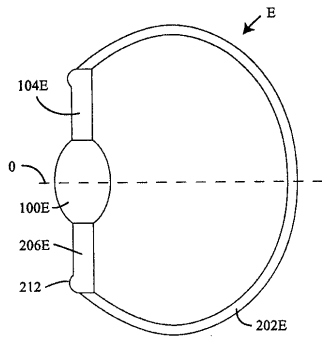
【 図 2 6 】



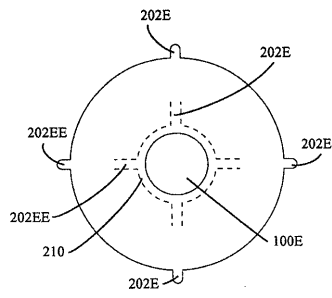
【 図 2 8 】



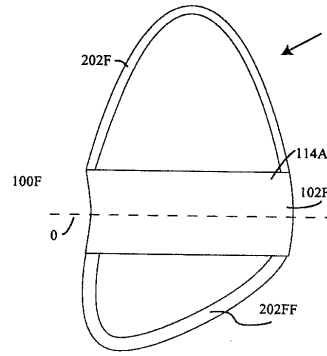
【 図 2 9 】



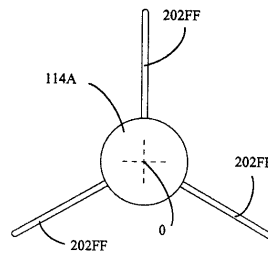
【 図 2 9 A 】



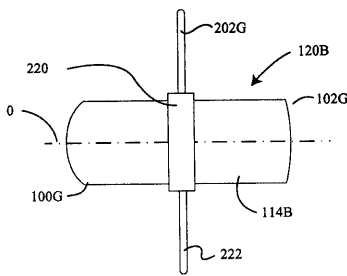
【 図 3 0 】



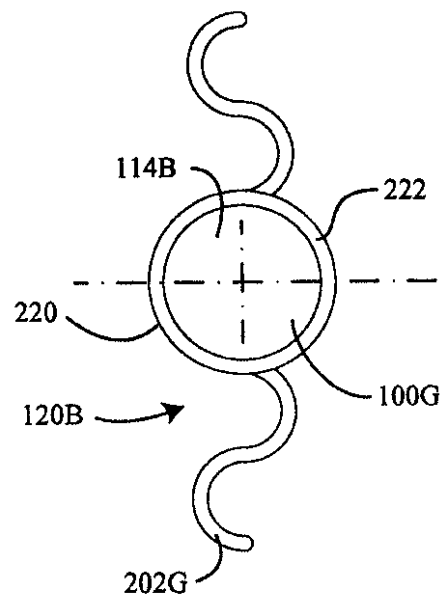
【 図 3 1 】



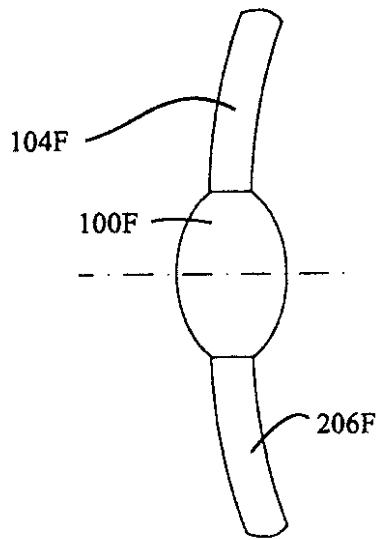
【 図 3 2 】



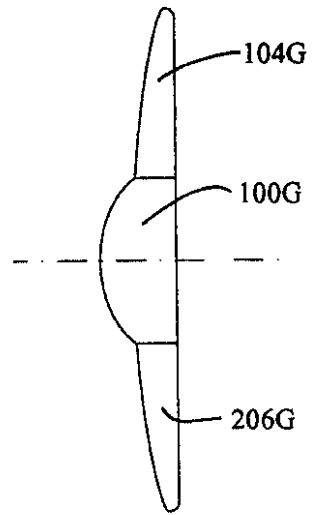
【 図 3 3 】



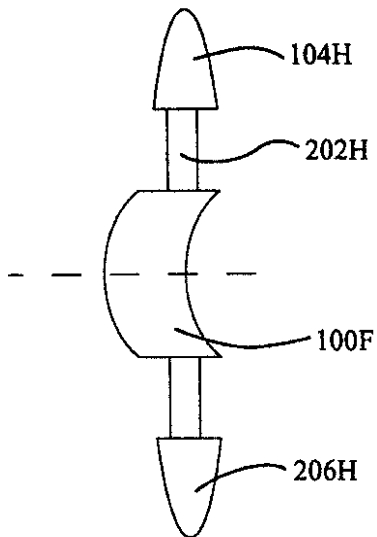
【図34】



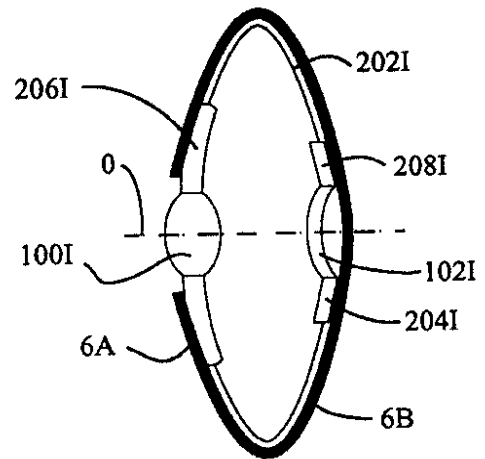
【図35】



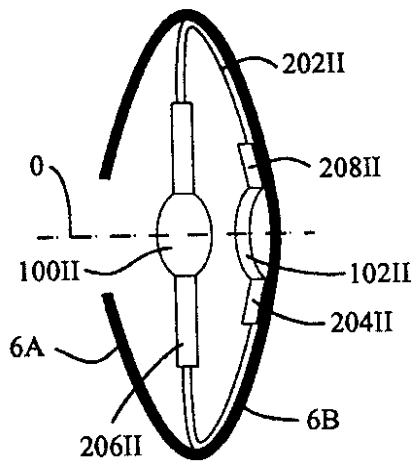
【図36】



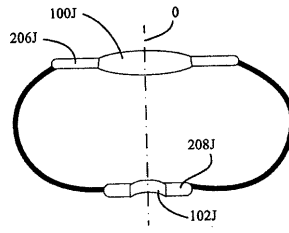
【図37】



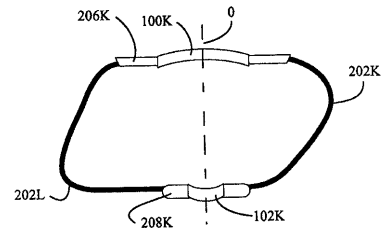
【 図 3 8 】



【 図 3 9 】



【 図 4 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 サーフアラジ, ファエゼー, エム
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92009 カールズバッド マーメイド・レーン 746
1

審査官 小原 深美子

(56)参考文献 米国特許第5275623 (US, A)
特開平02-011134 (JP, A)
米国特許第4994082 (US, A)
米国特許第5476514 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61F 2/16