

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6877354号
(P6877354)

(45) 発行日 令和3年5月26日(2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年4月30日(2021.4.30)

(51) Int. Cl. F I
GO2B 7/02 (2021.01) GO2B 7/02 C
GO2B 7/04 (2021.01) GO2B 7/04 D

請求項の数 24 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2017-551266 (P2017-551266)	(73) 特許権者	516133777
(86) (22) 出願日	平成28年3月31日 (2016.3.31)		アンスティチュ・ナショナル・ドブティーク
(65) 公表番号	特表2018-510385 (P2018-510385A)		カナダ・ケベック・G1P・4S4・ケベック・リュ・アインシュタイン・2740
(43) 公表日	平成30年4月12日 (2018.4.12)	(74) 代理人	100108453
(86) 国際出願番号	PCT/CA2016/050372		弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開番号	W02016/154755	(74) 代理人	100110364
(87) 国際公開日	平成28年10月6日 (2016.10.6)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	平成31年3月4日 (2019.3.4)	(74) 代理人	100133400
(31) 優先権主張番号	62/140,639		弁理士 阿部 達彦
(32) 優先日	平成27年3月31日 (2015.3.31)	(72) 発明者	フレデリック・ラモンターニュ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		カナダ・ケベック・G1P・4S4・ケベック・リュ・アインシュタイン・2740

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 平行移動可能で芯出しされたスリーブを有する光学組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸を有する空洞を規定する鏡筒であって、第1の組の鏡筒ねじおよび第2の組の鏡筒ねじを備える内壁を備える、鏡筒と、

前記空洞に挿入され、前方端および後方端を有するスリーブであって、前記前方端が、前記スリーブが回転する際に前記空洞内の前記スリーブの長手方向移動を可能にするように、前記第1の組の鏡筒ねじを係合するスリーブねじの組を備える外壁を備え、前記スリーブの前記後方端が空間形状を有する周囲の横面を備える、スリーブと、

前記スリーブ内に装着され、前記スリーブに対して芯出しされる少なくとも1つの光学素子と、

前記第2の組の鏡筒ねじを係合するリングねじの組によって前記鏡筒に固定される保持リングであって、前記保持リングが前記スリーブの前記周囲の横面に係合する当接部を有し、前記リングねじが後方ねじ面を有し、前記リングねじの前記後方ねじ面の向きおよび前記周囲の横面の前記空間形状が、前記空洞内の前記スリーブの前記長手方向移動の全体にわたって、前記空洞の前記中心軸に対する前記スリーブの芯出しを可能にするように選択される、保持リングとを備える、光学組立体。

【請求項2】

前記少なくとも1つの光学素子が、レンズ、鏡、回折光学素子、MOEMS、DLP、検出器、カメラ、プリズム、光ファイバ、LCD、レーザ源、LED、またはピンホールを備える、請求

項1に記載の光学組立体。

【請求項3】

前記空洞内に装着される少なくとも1つの固定された光学素子をさらに備え、前記空洞内の前記スリーブの前記長手方向移動が、それによって、前記少なくとも1つの固定された光学素子と前記スリーブ内に装着された前記少なくとも1つの光学素子との間の距離を変える、請求項1または2に記載の光学組立体。

【請求項4】

前記鏡筒が、前記鏡筒の前記空洞内に光学的に位置合わせされる少なくとも1つの固定された光学素子を備える外部光学構造に固定され、前記空洞内の前記スリーブの前記長手方向移動が、それによって、前記少なくとも1つの固定された光学素子と前記スリーブ内に装着された前記少なくとも1つの光学素子との間の距離を変える、請求項1または2に記載の光学組立体。

10

【請求項5】

前記周囲の横面の前記空間形状が湾曲しており、
前記リングねじの前記後方ねじ面が、前記空洞の前記中心軸に垂直な平面Pに対する実効ねじ角をなし、
前記実効ねじ角および前記周囲の横面の前記湾曲した空間形状が、自動芯出し条件を鑑みて選択され、それによって、前記中心軸に対する前記保持リングの何らかの偏芯および前記保持リングの対応する傾きが、前記中心軸に対する前記スリーブの芯出しへの相殺効果を有する、請求項1から4のいずれか一項に記載の光学組立体。

20

【請求項6】

前記スリーブの前記周囲の横面の前記湾曲した空間外形が曲率半径によって特徴付けられ、前記自動芯出し条件が、次式、すなわち

【数1】

$$\frac{d_{ring}}{2 \tan(\omega)} = \sqrt{R^2 - Y^2} + h + T/2$$

30

によって、前記実効ねじ角および前記曲率半径に関係し、
上式で、

d_{ring} が、前記リングねじに沿った前記保持リングの直径であり、

ω が、前記第2の組の鏡筒ねじおよび前記リングねじの前記実効ねじ角であり、

R が、前記周囲の横面の前記曲率半径であり、

Y が、前記保持リングの前記当接部の半直径であり、

h が、(i)前記スリーブの近傍の前記リングねじと前記第2の組の鏡筒ねじの第1の接触点と、(ii)前記スリーブの前記周囲の横面と前記保持リングの前記当接部の接触点との間の距離であり、

40

T が、(i)前記スリーブの近傍の前記リングねじと前記第2の組の鏡筒ねじの前記第1の接触点と、(ii)前記スリーブから最も遠く、前記第1の接触点と径方向に反対の、前記リングねじと前記第2の組の鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である、請求項5に記載の光学組立体。

【請求項7】

前記第2の組の鏡筒ねじおよび前記リングねじが、前記実効ねじ角の2倍に対応するねじ山の角度により特徴付けられる対称的なねじ外形を有する、請求項5または6に記載の光学組立体。

【請求項8】

前記第2の組の鏡筒ねじおよび前記リングねじの前記ねじ外形が、三角形形状または台

50

形形状を規定する、請求項7に記載の光学組立体。

【請求項9】

前記第2の組の鏡筒ねじおよび前記リングねじの前記ねじ山の角度が、 29° 、 55° 、または 60° の値を有し、前記周囲の横面が、前記自動芯出し条件を満たすように調整される、請求項7または8に記載の光学組立体。

【請求項10】

前記第2の組の鏡筒ねじおよび前記リングねじの前記ねじ山の角度が、 29° 、 55° 、または 60° 以外の値を有し、前記自動芯出し条件を満たすように調整される、請求項7または8に記載の光学組立体。

【請求項11】

前記第1の組の鏡筒ねじおよび前記スリーブねじが対称的なねじ外形を有する、請求項1から10のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項12】

前記第1の組の鏡筒ねじおよび前記スリーブねじの前記ねじ外形が、三角形形状または台形形状を規定する、請求項11に記載の光学組立体。

【請求項13】

前記第1の組の鏡筒ねじおよび前記スリーブねじが 29° 、 55° 、または 60° のねじ山の角度を有する、請求項11または12に記載の光学組立体。

【請求項14】

前記第1の組の鏡筒ねじが前記空洞の前記中心軸に垂直に延びる後方ねじ面を有し、前記スリーブねじが前記空洞の前記中心軸に垂直に延びる前方ねじ面を有する、請求項1から10のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項15】

前記第1の組の鏡筒ねじと前記第2の組の鏡筒ねじが同じねじ外形を有する、請求項6に記載の光学組立体。

【請求項16】

前記第1の組の鏡筒ねじと前記第2の組の鏡筒ねじが、前記空洞の前記内壁に沿って連続したねじ経路を形成する、請求項15に記載の光学組立体。

【請求項17】

前記ねじ外形が対称的であり、前記実効ねじ角の2倍に対応するねじ山の角度により特徴付けられる、請求項15または16に記載の光学組立体。

【請求項18】

前記ねじ外形が三角形形状または台形形状を規定する、請求項17に記載の光学組立体。

【請求項19】

前記ねじ山の角度が、 29° 、 55° 、または 60° の値を有し、前記周囲の横面の前記曲率半径が、前記自動芯出し条件を満たすように調整される、請求項17または18に記載の光学組立体。

【請求項20】

前記第1の組の鏡筒ねじと前記第2の組の鏡筒ねじのうちの少なくとも1つが複数の開始点を備えるねじ外形を有する、請求項1から19のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項21】

前記保持リングを前記スリーブの前記周囲の横面に対して付勢するプリローディング機構をさらに備える、請求項1から20のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項22】

前記プリローディング機構が、前記リングねじと前記保持リングの前記当接部とを構造的にリンクする屈曲要素と、前記スリーブを回転的に係止する係止機構とを備える、請求項21に記載の光学組立体。

【請求項23】

前記係止機構が、前記保持リング内にねじ留めされる係止リングと、前記係止リングを

10

20

30

40

50

通して挿入され前記スリーブと係合する少なくとも1つのピンとを備える、請求項22に記載の光学組立体。

【請求項24】

中心軸を有する空洞を規定する鏡筒であって、第1の組の鏡筒ねじおよび第2の組の鏡筒ねじを備える外壁を備える、鏡筒と、

前記鏡筒にわたってねじ留め可能で前方端および後方端を有するスリーブであって、前記前方端が、前記スリーブが回転する際に前記鏡筒に対して前記スリーブの長手方向移動を可能にするように、前記第1の組の鏡筒ねじを係合するスリーブねじの組を備える内壁を有し、前記スリーブの前記後方端が空間形状を有する周囲の横面を備える、スリーブと、

前記スリーブ内に装着され、前記スリーブに対して芯出しされる少なくとも1つの光学素子と、

前記第2の組の鏡筒ねじを係合するリングねじの組を介して前記鏡筒に固定される保持リングであって、前記保持リングが前記スリーブの前記周囲の横面に係合する当接部を有し、前記リングねじが後方ねじ面を有し、前記リングねじの前記後方ねじ面の向きおよび前記周囲の横面の前記空間形状が、前記鏡筒に対する前記スリーブの前記長手方向移動の全体にわたって、前記鏡筒の前記中心軸に対する前記スリーブの芯出しを可能にするように選択される、保持リングと

を備える、光学組立体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学系のための機械的構成要素に関し、より詳細には、鏡筒中のスリーブの長手方向移動を可能にし、したがって、スリーブ中に装着された1つまたは複数の光学素子を長手方向に移動する一方、鏡筒中のこれらの光学素子を確実に芯出しする光学組立体に関係する。

【背景技術】

【0002】

光学素子または光学構成要素は、光を、向け、拡大し、合焦させ、平行にし、あるいは別の方法で変形し、または影響を受けたかたちにする必要があるデバイス、システム、または装置中のどこにでも存在する。光学素子は、たとえば、レンズ、鏡、回折光学素子(DOE: Diffractive Optical Element)、それらの組立体などによって具現化することができる。

【0003】

典型的な光学系では、ほとんどまたは全ての光学素子は、通常、それらの意図された光学機能を適切に実施するために、正確に位置決めして、位置合わせする必要がある。この位置決めおよび位置合わせは、典型的には、光学素子が何らかの種類のホルダまたは取付台中で動かないようにすることを含む。ホルダに対する光学素子の正しい位置合わせは、厳格な製造公差および注意深い取扱いを一般的に必要とする精巧な操作である。

【0004】

鏡筒は、光学素子用の、よく知られたタイプの機械的ホルダである。鏡筒は、典型的には、1つまたは複数の光学素子が中に装着される、円筒形の空洞を規定する。例として、レンズは、鏡筒中に装着されることが多い1つのタイプの光学素子である。レンズは、一般的に、数マイクロメートルの程度となる場合がある精度で芯出しする必要がある。レンズが装着され、正確に芯出しされる光学機械組立体が、当技術分野で知られている。図1(従来技術)を参照すると、レンズ22、鏡筒24、および保持リング26を含む、典型的な組立体20が示される。レンズ22は、レンズ面のうちの1つS1の周辺を、レンズシート28と接触させて、鏡筒24中に装着される。保持リング26は、典型的には、鏡筒24内にねじ留めされて、レンズシート28の反対側のレンズ22の面S2に当接し、こうして、レンズ22が組立体20の中で動かないようにする。曲率中心C1とC2の両方がレンズ鏡筒24の中心軸B上にあると

10

20

30

40

50

きに、レンズが芯出しされることが、当技術分野でよく知られている。

【0005】

レンズをレンズ鏡筒中に挿入し、次いでねじ式リングでレンズが動かないようにすることからなる技法は、一般的に、「ドロップイン」レンズ技法と呼ばれる。この技法から得られる芯出し精度は、第1に、レンズと鏡筒との間の、最小許容径方向間隙に依存する。レンズ材料の熱膨張係数と鏡筒材料の熱膨張係数それぞれの不一致によって引き起こされる熱的効果は、やはりレンズの芯出しに影響を及ぼす。レンズの直径、鏡筒空洞の直径、およびレンズの縁部沿いの厚さの差異などの組立体構成要素の寸法の製造公差は、やはり芯出しの品質に影響する。レンズの芯出しへの要求精度が高くなると、レンズと鏡筒の両方の製造コストが高くなる。

10

【0006】

ドロップイン技法の主な利点は、組立時間が非常に短くでき、レンズが取り外し可能であるということである。しかし、低コストのドロップインは、芯出し精度がより低いという欠点を有する。より高い精度が必要である場合、ドロップイン法が適さない場合があり、典型的には、能動的な位置合わせが選択される。この芯出し法では、レンズは、最初に空洞内部に位置決めされ、鏡筒の基準軸に対するレンズの偏芯が測定される。レンズは、次いで、芯出し誤差を減少させるように動かされる。これらのステップは、レンズの位置合わせが芯出し要件に適合するまで、何回か繰り返すことができる。一度芯出しされると、レンズは、接着剤または他の手段で所定の位置に固定される。この方法は、非常に高いレベルの芯出し精度を提供するが、高価な機器を必要とすると同時に時間がかかる。

20

【0007】

上の議論は主にレンズに関するが、保持リングを使用して、他のタイプの光学素子を鏡筒中に装着することができ、そのような素子は、上に議論されたものと同じ問題に直面する。

【0008】

いくつかの用途では、1つまたは複数のレンズまたは他の光学素子を、鏡筒内で長手方向に平行移動することが望ましい場合がある。この平行移動によって、光学組立体に、たとえば合焦および/または拡大縮小機能を実現させることができる。しかし、そのような平行移動は、レンズの位置合わせが空洞中に機械加工されたシートが存在することに依存する、図1に関して上で記載されたような光学構成では不可能である。さらに、鏡筒内の光学素子を少しでも移動させると、光学素子を再度芯出しする必要がある可能性がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許第9,244,245号

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】F. DeWitt IVら、「Rigid Body Movements of Optical Elements due to Opto-Mechanical Factors」、SPIE紀要 5867巻、文献 58670H、(2005)

【非特許文献2】Paul Yoder Jr.、「Mounting Optics in Optical Instruments」、SPIE Press (2008)

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

したがって、知られている技法の欠点の少なくとも一部を緩和する、鏡筒中に光学素子を装着するための手法が引き続き必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の態様によれば、光学組立体は、中心軸を有する空洞を規定する鏡筒と、空洞中に挿入されるスリーブと、スリーブ内に装着される1つまたは複数の光学素子と、空洞へ

50

と挿入されスリーブが動かないようにする保持リングとを含んで提供される。スリーブは、空洞内でのスリーブの長手方向移動を可能にするねじ係合によって鏡筒内壁と係合する。保持リングはやはり鏡筒内でねじ留め式に係合され、保持リングに係合するスリーブの周囲の横面の空間形状に関連する対応するねじの外形によって、空洞内のスリーブの長手方向移動の全体にわたる空洞内のスリーブの芯出しが可能になる。

【0013】

いくつかの実施形態では、以下、すなわち、

- 中心軸を有する空洞を規定する鏡筒。鏡筒は、第1の組の鏡筒ねじおよび第2の組の鏡筒ねじを備える内壁を含む。
 - 空洞中に挿入され、前方端および後方端を有するスリーブ。前方端は、スリーブが回転する際に空洞内でスリーブの長手方向移動を可能にするように、第1の組の鏡筒ねじに係合するスリーブねじの組を備える外壁を有する。スリーブの後方端は、空間形状を有する、周囲の横面を有する。
 - スリーブ内に装着され、スリーブに対して芯出しされる少なくとも1つの光学素子、および
 - 第2の組の鏡筒ねじに係合するリングねじの組によって鏡筒に固定される保持リング。保持リングは、スリーブの周囲の横面に係合する当接部を有する。リングねじは後方ねじ面を有し、リングねじの後方ねじ面の向きおよび周囲の横面の空間形状は、空洞内のスリーブの長手方向移動の全体にわたって、空洞の中心軸に対するスリーブの芯出しを可能にするように選択される。
- を含む光学組立体が提供される。

【0014】

いくつかの変形形態では、周囲の横面の空間形状が湾曲していてよく、リングねじの後方ねじ面は、空洞の中心軸に垂直な平面Pに対する実効ねじ角をなす。実効ねじ角および周囲の横面の湾曲した空間形状は、自動芯出し条件を考慮して選択され、それによって、中心軸に対する保持リングの何らかの偏芯および保持リングの対応する傾きは、中心軸に対するスリーブの芯出しへの相殺効果を有する。

【0015】

他の変形形態では、リングねじの後方面および周囲の横面が、空洞の中心軸に垂直な平面Pに平行に延びる場合がある。

【0016】

別の態様によれば、

- 中心軸を有する空洞を規定する鏡筒であって、第1の組の鏡筒ねじおよび第2の組の鏡筒ねじを備える外壁を備える、鏡筒と、
 - 鏡筒にわたってねじ留め可能で前方端および後方端を有するスリーブであって、前方端が、スリーブが回転する際に鏡筒に対してスリーブの長手方向移動を可能にするように、第1の組の鏡筒ねじに係合するスリーブねじの組を備える内壁を有し、スリーブの後方端が空間形状を有する周囲の横面を備える、スリーブと、
 - スリーブ内に装着され、スリーブに対して芯出しされる少なくとも1つの光学素子と、
 - 第2の組の鏡筒ねじに係合するリングねじの組によって鏡筒に固定される保持リングであって、保持リングがスリーブの周囲の横面に係合する当接部を有し、リングねじが後方ねじ面を有し、リングねじの後方ねじ面の向きおよび周囲の横面の空間形状が、鏡筒に対するスリーブの長手方向移動の全体にわたって、鏡筒の中心軸に対するスリーブの芯出しを可能にするように選択される、保持リングと
- を備える光学組立体も提供される。

【0017】

本発明の特徴および利点は、添付図面を参照して、本発明の実施形態を読むと、より良好に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0018】

10

20

30

40

50

【図1】(従来技術)従来技術に従う、レンズ鏡筒中に装着された両凸レンズを示すレンズ組立体を示す図である。

【図2】一実施形態に従う、鏡筒中のスリーブおよび固定された光学素子を含む光学組立体の概略断面図である。

【図2A】図2の部分の拡大図である。

【図3】一実施形態に従う、鏡筒中のスリーブ、および固定された光学素子を含む外部光学構造を含む光学組立体の概略断面図である。

【図4A】一実施形態に従う、鏡筒内のスリーブの芯出しへの、光学組立体の保持リングの偏芯の影響の、概略の誇張図である。

【図4B】鏡筒内のスリーブの芯出しへの、光学組立体の保持リングの傾きの影響の、概略の誇張図である。

【図4C】本明細書に説明される自動芯出し条件を満たすときの、保持リングの偏芯と傾きの複合的な影響の概略図である。

【図5】自動芯出し条件を決定するため任意選択で使用されるパラメータTおよびhを図示する光学組立体の概略図である。

【図6】一実施形態に従う、複数の開始点を備えるリングねじを有する保持リングの概略図である。

【図7】一実施形態に従う、連続的鏡筒ねじ経路およびプリローディング機構を含む光学組立体の概略図である。

【図7A】図7の光学組立体の分解図である。

【図7B】図7の光学組立体の部分の拡大断面正面図である。

【図8】別の実施形態に従う、空洞の中心軸に垂直な平面Pに平行に延びる後方ねじ面を有するリングねじを含む光学組立体の概略図である。

【図8A】図8の光学組立体の部分の拡大図である。

【図9A】別の実施形態に従う、鏡筒内のスリーブの芯出しへの、光学組立体の保持リングの偏芯の影響の概略の誇張図である。

【図9B】鏡筒内のスリーブの芯出しへの、光学組立体の保持リングの傾きの影響の概略の誇張図である。

【図9C】本明細書に説明される自動芯出し条件を満たすときの、保持リングの偏芯と傾きの複合的な影響の概略図である。

【図10】鏡筒にわたってねじ留めされるスリーブを含む光学組立体の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

下の記載は、鏡筒中のスリーブの長手方向移動を可能にする、したがって、スリーブ中に装着された1つまたは複数の光学素子を長手方向に移動する一方、鏡筒中のこれらの光学素子を確実に芯出しする光学組立体を対象とする。

【0020】

図2および図2Aを参照すると、一実施形態に従う光学組立体20が示される。光学組立体20は、一般的に、空洞32を規定する鏡筒24を含む。空洞32は、その対称軸として規定される中心軸Bを有する。スリーブ54が空洞32に挿入され、1つまたは複数の光学素子22がスリーブ54内に装着され、保持リング26が空洞へと挿入されて、その中でスリーブ54が動かないようにする。例として、図2で図示した実施形態では、2つの光学素子22aおよび22bがスリーブ54内に装着されて示されるが、当業者なら、代替実施形態では単一の光学素子またはより多くの光学素子をスリーブ中に設けることができることを理解するであろう。

【0021】

鏡筒24は、1つまたは複数の光学素子が装着されて芯出しされる任意の構造で具現化することができる。図2に図示されるものなど典型的な鏡筒は、内壁34および外壁36を有する中空の円筒形筐体30を含む。鏡筒24は、光学組立体20が使用されることになる状況によって必要とされるような他の構造と係合し、接続し、さもなければ相互作用するように適

10

20

30

40

50

合される、任意の形状、機械的な特徴、または追加の構成要素を有することができることは、容易に理解されよう。たとえば、鏡筒24の外壁36は、本発明の範囲から逸脱することなく、ねじ、穴、ピン、突起、フランジなどを備えることができる。あるいは、鏡筒24は、カメラの対物レンズまたは顕微鏡の対物レンズなどといったより大きい光学組立体の一体部分であってよい。

【0022】

スリーブ54は、鏡筒内または鏡筒上に嵌合し、その中に1つまたは複数の光学素子を受け入れるようにサイズ決定および形状決定された任意の構造で具現化することができる。スリーブ54は、前方端58および後方端60を有する。慣例により、前方端58は、空洞32に最初に挿入されたスリーブ54の末端に対応し、一方後方端60は、反対側の末端に対応する。スリーブ54の後方端60は、下でさらに記載および説明されるように、たとえば湾曲または平坦であってよい空間形状を有する周囲の横面57を有する。

10

【0023】

スリーブ54中に装着される1つまたは複数の光学素子22の各々は、たとえば、光線を向けるもしくは光線の方向を変える、光を合焦するもしくは拡大する、平行にする、フィルタ処理する、または別の方法で変形し、もしくは影響を受けたかたちにするため、何らかの仕方で光に作用する任意の構成要素によって具現化することができる。光学素子22の例としては、たとえば、平凸、両凸、平凹、両凹、正または負のメニスカスレンズなどといった、任意のタイプのレンズが挙げられる。上にリスト化されたタイプの接合複レンズまたは接合三重レンズを考えることもできる。光学素子22は、回折レンズ、鏡、回折光学素子(DOE)、ピンホールなどによって具現化することもできる。光学素子22は、球面または非球面の面を有する場合があり、軸外しの外形を有する場合がある。他の実施形態では、光学素子は、たとえば、内部スリーブ中に装着される1つまたは複数のレンズ、スパイダ中に装着される鏡またはレンズ、光学ベンチ上にそれ自体が装着される光学マウント中に装着されるレンズまたはレンズ鏡筒などといった光学構成要素のより複雑な下位組立体によって具現化することができる。他の変形形態では、光学素子22は、プリズム、波長板、またはカメラなどの光学組立体の典型的な構成要素によって具現化することができる。他の考えられる例としては、光ファイバ、検出器、コーナキューブ、レーザ、LED、LCD、電球などの光源、またはたとえばデジタル光処理(DLP)システムなどの微小光電気機械システム(MOEMS)が挙げられる。1つよりも多い光学素子が同じスリーブ内に装着される実施形態では、これらの光学素子の各々は、本発明の範囲から逸脱することなく、異なるタイプのものであってよいことを容易に理解するであろう。

20

30

【0024】

好ましくは、各光学素子22a、22bをスリーブ54に対して芯出しすることができ、それによって、空洞32中のスリーブ54を適切に芯出しすることが、結果として、光学素子22a、22bを空洞32の中心軸Bに対して芯出しすることになる。様々な実装形態では、光学素子22は、上で議論した通常の「ドロップイン」手法を使用してスリーブ54中に装着することができ、および/または、ねじ式リング、スナップリング、屈曲部、エラストマ保持器、磨いた縁部、または任意の他の好適な手段を使用して所定の位置に保持することができる。いくつかの実施形態では、光学素子22a、22bのうちの1つまたは複数は、下に説明される原理、および2016年1月26日に発行され、「Auto-centering of an optical element with in a barrel」という題名の米国特許第9,244,245号(LAMONTAGNEら)に従うねじ式保持リング26を使用して、スリーブ54内で自動芯出しすることができる。各光学素子22a、22bは、たとえば、位置合わせ機構の使用とその後に続く光学素子の接着といった異なる技法に従って芯出しすることもできる。

40

【0025】

保持リング26は、スリーブ54の後方端60上に長手方向の力を印加することによって、空洞32の中でスリーブ54が動かないようにする。図2Aをより詳細に参照すると、保持リング26は、スリーブ54の後方端60の周囲の横面57を係合する当接部44を有する。図示された実施形態では、当接部44は、周囲の横面57と接触する保持リング26の面取りされた内側縁部

50

によって規定される。任意選択で、当接部44は、周囲の横面57に損傷を与えることを避けるため、丸められた角で終わる場合がある。しかし、他の実施形態では、当接部は、直線状の縁部形状を有する場合がある。他のタイプの係合をすることもできる。当接部44は、代わりに、保持リング26と周囲の横面57との間で好適な接触を可能にする異なる構成によって具現化できることが容易に理解されよう。たとえば、いくつかの組立体では、当接部44は、周囲の横面57と分散している接触点を設ける不規則な形状を有する場合がある。

【0026】

スリーブ54および保持リング26は、それぞれのねじ係合によって鏡筒24内に装着され、このことを、ここでより詳細に記載することとする。

【0027】

図2および図2Aを参照すると、鏡筒24の内壁34は、第1の組の鏡筒ねじ42aおよび第2の組の鏡筒ねじ42bを備える。第1の組の鏡筒ねじ42aは前方に、すなわち、第2の組の鏡筒ねじ42bよりも空洞32内のより深くへ延びる。スリーブ54の前方端58は、第1の組の鏡筒ねじ42aを係合するスリーブねじ56の組を備える外壁55を有する。保持リング26は、第2の組の鏡筒ねじ42bを係合するリングねじ27の組によって、鏡筒24に固定される。ねじの各組は、前方および後方のねじ面によって規定することができる。

【0028】

「ねじ」という表現は、一方の構成要素を他方上に、または他方内にねじ込むことを可能にする、2つの構成要素上の、係合可能ならせん形の突起のことをいうことを意味する。慣例により、単一のねじは、一般的に、ねじ1回転に対応するらせん形の突起の部分であると考えられ、一方、ねじ経路全体を規定する突起の長さは、ねじ切りまたは1組のねじといわれる。

【0029】

一方で第1の組の鏡筒ねじ42aとスリーブねじ56、他方で第2の組の鏡筒ねじ42bとリングねじ27の組は、相補的なねじ外形を有する。「ねじ外形」という表現は、所与の組のねじによって形成される、断面形状、角度、およびピッチのことをいう。「相補的」という言葉により、対応する外形は、ねじの相補的な組と一緒にねじ込むことができるようなものであり、これは通常、同じピッチを含むことと理解される。図示される実施形態中で、相補的な組のねじが、同じ全体的なねじ外形を有するものとして示されるが、他の変形形態では、それらは、上で説明したような相補的条件を満たす限り異なる形状を有することができる。

【0030】

スリーブの長手方向移動

スリーブ54の前方端58において、スリーブねじ56と第1の組の鏡筒ねじ42aが係合することによって、空洞32内でのスリーブ54の長手方向移動が可能になる。

【0031】

「長手方向移動」という表現は、中心軸Bに沿ったスリーブ54の平行移動のことをいうと理解される。スリーブ54に回転運動を与えることによって、スリーブねじ56と第1の組の鏡筒ねじ42aの係合により規定される経路に従い、空洞内でスリーブ54を長手方向に動かすことになると、当業者なら容易に理解されよう。回転の方向によって、スリーブ54が、空洞32の中へ動くのか外へ動くのかが決まる。保持リング26が締められてスリーブに長手方向の力を印加すると、スリーブねじ56の前方ねじ面110が第1の組の鏡筒ねじ42aの後方ねじ面112に対して押圧し、第1の組の鏡筒ねじ42aの後方ねじ面112が、スリーブ54の前方端58を支持する「シート」として働く。図2に見ることができるよう、スリーブねじ56の後方ねじ面114および第1の組の鏡筒ねじ42aの前方ねじ面116は、スリーブと鏡筒の係合にほとんど影響がなく、いくつかの例では、互いに接触さえしない場合がある。結論として、第1の組の鏡筒ねじの前方ねじ面とスリーブねじの後方ねじ面それぞれにより形成されるねじ山の角度は、スリーブの位置合わせに影響を及ぼすことなく、他の設計パラメータを鑑みて選択することができる。

【0032】

10

20

30

40

50

図2で図示された実施形態では、第1の組の鏡筒ねじ42aの後方ねじ面112と、スリーブねじ56の前方ねじ面110は、空洞32の中心軸Bに対して垂直である。当業者なら容易に理解するように、本明細書に記載されるタイプの典型的な光学組立体では、係合したねじ間に、ある量の横方向の遊びがある。これが、空洞内のスリーブの偏芯をもたらす可能性がある。この偏芯が今度はスリーブの比例傾斜をもたらし、比例傾斜は、そこに装着された光学素子に伝達される。空洞の中心軸に対して垂直にねじ面110、112を係合することを可能にすることによって、空洞32内のスリーブの横方向の遊びの量に関係なく、スリーブ54がねじの向きによって傾かなくなること、有利なことに確実にすることができる。これは、空洞32内のスリーブ54の長手方向の位置に関係なく、当てはまる。

【0033】

しかし、他の変形形態では、第1の組の鏡筒ねじ42aおよびスリーブねじ56は、たとえば、対称的なねじ外形といった、異なるねじ外形を有することができることを理解されよう。いくつかの実施形態では、第1の組の鏡筒ねじ42aおよびスリーブねじ56のねじ外形が、三角形形状または台形形状を規定する場合がある。これは、たとえば、図5(台形形状)および図7(三角形形状)に示される。対応するねじ山の角度は、標準的なねじについての一般的な値である、(標準的なACMEねじと同様の)29°、55°、または60°などの典型的な値を含む任意の好適な値を有することができる。

【0034】

本明細書に記載される構成によって、鏡筒24内のスリーブ54の位置、したがって鏡筒24内の光学素子22a、22bの位置を、長手方向に調整することができる。当業者なら容易に理解するように、レンズなどの光学素子を平行移動すると、それに応じてその焦点面が動き、したがって、光学組立体20の焦点または他の光学的な特徴の調整が可能になる。

【0035】

本明細書に記載された構成のいくつかの実装形態は、空洞32内に装着された少なくとも1つの固定された光学素子122をさらに含む光学組立体20の状況で有用な場合がある。図2の実施形態では、3つのそのような固定された光学素子122a、122b、および122cが示される。空洞32内でのスリーブ54の長手方向移動は、固定された光学素子122とスリーブ54内に装着された光学素子22との間の距離を変える。

【0036】

図3を参照すると、他の実装形態において、鏡筒24は、鏡筒24の空洞32と光学的に位置合わせされた1つまたは複数の固定された光学素子122a、122b、122c、および122dを有する外部光学構造124に固定することができる。図3に図示された変形形態では、外部光学構造124は、鏡筒24の末端に同心円状に装着された第2の鏡筒として見え、その中に、レンズ、鏡、回折光学素子、ピンホールなどの追加光学素子122が装着され、好ましくは、好適な技法を使用して位置合わせおよび芯出しが行われる。そのような実装形態では、外部光学構造124は、スリーブ54および保持リングが挿入される末端と反対側の末端から、鏡筒24の中に、たとえばねじ込まれる。さらに、そのような実装形態では、空洞32内のスリーブ54の長手方向移動が、外部光学構造124内の固定された光学素子122a、122b、122c、および122dと、スリーブ54内に装着された光学素子22a、22bとの間の距離を変える。

【0037】

当業者なら容易に理解するように、鏡筒内のスリーブの長手方向移動への言及は、これら2つの構成要素間の相対的な運動を記述するために本明細書で使用される。この長手方向移動をスリーブの回転とし、一方鏡筒が空間中で固定されたままであるとして上で記載したが、他の変形形態では、長手方向移動を、スリーブに対して鏡筒を回転することによって達成することができる。たとえば、いくつかの実装形態では、スリーブ、およびスリーブ中で固定される光学素子の回転位置を外部の基準系に対して維持することが望ましい場合がある。

【0038】

スリーブの芯出し

上に述べたように、鏡筒内に光学素子を装着するには、十分な注意が必要である。同じ

10

20

30

40

50

原理は、内部の光学素子の向きに直接影響を及ぼす、鏡筒内のスリーブの位置合わせに適用される。しかし、スリーブの長手方向移動によって、スリーブが以前の位置にあったときに達成した位置合わせを損なうことになる可能性がある。そのような位置合わせ不良を回避し、長手方向移動後のスリーブの再位置合わせの必要を緩和するため、リングねじの後方ねじ面の向きおよび周囲の横面の空間形状を、空洞内のスリーブの長手方向移動の全体にわたり、空洞内のスリーブの芯出しを可能にするように選択することができる。したがって、スリーブを、長手方向に移動して、複雑なまたは時間のかかる位置合わせ手順を必要とすることなく、自動的に芯出しされることになる、空洞内の新しい位置に係止することができる。

【 0 0 3 9 】

10

一実装形態によれば、図2および図2Aを再び参照すると、この芯出しは、空洞32内のスリーブの自動芯出しを可能にする、リングねじ27と第2の組の鏡筒ねじ42Bの係合および保持リング26の当接部44とスリーブ54の周囲の横面57との相互作用によって達成することができる。

【 0 0 4 0 】

本記載の全体にわたり、自動芯出し条件への言及は、保持リングの偏芯および保持リングの傾きといった2つの異なる要因の相殺効果に関する。これらの概念は、ここで、図4A～図4Cを参照して説明することになる。

【 0 0 4 1 】

図4Aを参照すると、スリーブ54の芯出しへの、保持リング26の偏芯の影響が、簡略化された例によって図示される。これを呈示するために、スリーブ54の周囲の横面57の空間形状が球形であり、第1の組の鏡筒ねじ42aと第2の組の鏡筒ねじ42bの両方が標準的な60°の三角形ねじであると仮定することとする。これらの仮定は、例示のためだけになされており、当業者なら、周囲の横面57が異なる湾曲した空間形状を有してよく、第1の組の鏡筒ねじ42aと第2の組の鏡筒ねじ42bが、本発明の範囲から逸脱することなく、異なるねじ外形を有してよいことを理解するであろう。さらに、説明のために、図4Aが原寸に比例せずに描かれ、保持リング26の偏芯が、そこで誇張された非現実的な仕方で示されることを容易に理解されよう。

20

【 0 0 4 2 】

この図示から明らかなように、保持リング26は、空洞32内に横方向の遊びを有し、保持リング26の中心を、中心軸Bのいずれかの側に横方向にずらすことを可能にする。図4Aでは、保持リング26は、距離 r_{ring} だけ、空洞32の左側41にずらされて(誇張して)示される。結果として、保持リング26の当接部44と周囲の横面57との係合も左にずらされる。スリーブの横方向の動きはスリーブねじ56と第1の組の鏡筒ねじ42aの係合によって制限され、中心軸Bに対して傾斜させられるため、保持リングの偏芯によって、スリーブねじ56の実効曲率中心に対応する点Pの周りで、スリーブ54が傾くことになる。周囲の横面57の曲率中心Cは、したがって、距離 r_{shift} だけ空洞32の中心軸Bに対してずれている。周囲の横面の曲率中心Cのずれの方向および大きさは、空洞内の保持リングのずれの方向および大きさと同じであり、したがって、 $r_{ring} \approx r_{shift}$ であると考えることができる。この等価性の裏付け証拠として、F. DeWitt IVらの、「Rigid Body Movements of Optical Elements due to Opto-Mechanical Factors」、SPIE紀要 5867巻、文献 58670H、(2005)への参照を行うことができる。

30

40

【 0 0 4 3 】

図4Aに図示される状況は、完全には現実的でない。というのは、偏芯してねじ留めされた保持リング26は、空洞の中心軸Bに対して固有の傾きも有することになるからである。この傾きは、図4Bで、説明のために、再び誇張された仕方で図示される。保持リング26と鏡筒24との間のねじ留め係合は、本明細書では保持リング26の傾きと呼ばれる、空洞の中心軸Bに対する保持リング26の枢動をもたらす。保持リングの傾きは、保持リング26の当接部44とスリーブ54の周囲の横面57との間の係合に影響を及ぼし、したがって、第1の組のリングねじ42aとスリーブねじ56の係合により行われるように、スリーブ54自体に、や

50

はり傾きを付与する。スリーブを傾けることによって、空洞32の中心軸Bに対して、周囲の横面57の曲率中心Cが距離 Δ_{tilt} だけずれる。時計回りの傾きは、曲率中心を左にずらし、一方反時計回りの傾きは、右にずらすことになり、後者の場合が図4Bに示される。光学素子22がスリーブ内で芯出しされるので、その光軸は、空洞の中心軸Bに対してやはりずれ、光学的な位置合わせ不良をもたらすことになる。

【0044】

図4Bの図示された例では、保持リングの傾きからもたらされる周囲の横面57の曲率中心Cの横方向偏芯は、次式のように表すことができる。

【0045】

【数1】

10

$$\Delta_{tilt} = \sin(\theta_{ring}) \sqrt{R^2 - Y^2} \quad (1)$$

【0046】

上式で、

- Δ_{tilt} (mm)は、保持リングの傾きからもたらされる周囲の横面の曲率中心の横方向の偏芯であり、
- R(mm)は、周囲の横面の曲率半径であり、
- Y(mm)は、保持リングの当接部の半直径であり、
- θ_{ring} (度)は、空洞の中心軸Bに垂直な平面に対する保持リングの傾きである。

20

【0047】

もちろん、式(1)は、Yよりも大きいRの絶対値についてのみ成り立つ。

【0048】

保持リング26が鏡筒24にねじ留めされているという事実は、保持リングの傾きと保持リングの横方向の偏芯が、所定の仕方で互いにリンクされるということを結論付ける。これは図4Cに図示される。図4A～図4Cの構成では、(図4Cに示されるように)保持リングが左にずれている場合反時計回りに傾けられ、保持リングが右にずれている場合時計回りに傾けられる。保持リングのずれ(横方向の偏芯)と傾きとの間の関係は、次式のように表すことができる。

30

【0049】

【数2】

$$\theta_{ring} = \sin^{-1} \left[\frac{2\Delta_{ring} \tan(\varphi_{threads}/2)}{d_{ring}} \right] \quad (2)$$

【0050】

上式で、

- θ_{ring} (度)は、上に規定されたような保持リングの傾きであり、
- Δ_{ring} (mm)は、保持リングの横方向の偏芯であり、
- $\varphi_{threads}$ (度)は、リングねじおよび第2の組の鏡筒ねじのねじ山の角度であり、
- d_{ring} (mm)は、(ねじの頂点で測定される)保持リングの主直径である。

【0051】

空洞の中心軸Bに対する周囲の横面57の曲率中心Cの偏芯 c_c が、中心軸Bに対する保持リング26の偏芯と対応する傾きを組み合わせた結果であるということを呈示することができる。

$$c_c = \Delta_{tilt} + \Delta_{shift} \quad (3)$$

50

ここで、 tilt および shift の符号は、対応するずれの方向のことをいう。

【0052】

スリーブを芯出しするために、偏芯 c は、無効または少なくとも無視できるようにされるべきである。上述のように、空洞の中心軸に対する周囲の横面の曲率中心Cのずれ s_{shift} が、空洞内の保持リングのずれ r_{ring} と等価であることがわかると、自動芯出し条件は、 $c=0$ を用いて式(3)から規定することができ、次式を得る。

$$\text{tilt} = r_{\text{ring}} \quad (4)$$

上式で、 tilt および r_{ring} は、絶対値で表される。これらのパラメータは、図4Aおよび図4Bを比較してわかるように、中心軸Bに対して反対方向である曲率中心Cの偏差を表すために、反対の符号を有することを想起されたい。式(4)は、中心軸に対する保持リングの偏芯と保持リングの対応する傾きが互いに相殺することを含意する。

【0053】

図4Cを依然として参照すると、スリーブ54の自動芯出しが、説明のため、再び誇張された仕方で概略的に図示される。わかるように、保持リング26は、空洞内で横方向に、(矢印41により図示されるように、例では左に)ずらされ、中心軸Bに対する(矢印43により図示されるように、例では反時計回りの)傾きも有する。しかし、これらの2つのパラメータの偏芯効果が互いを相殺するので、スリーブ54の光軸Aは、それにもかかわらず、空洞の中心軸Bと一致する。

【0054】

本記載を通して、自動芯出し条件への言及は、式(4)の条件が満たされる状況に関する。ねじ山の角度または外形、およびスリーブの周囲の横面の空間形状など、様々なパラメータの値は、この条件を満たすように適切に選択することができる。

【0055】

本記載の自動芯出し条件が、空洞に対する保持リングの芯出しに依拠しないことに留意されたい。自動芯出し条件は、スリーブの芯出しを空洞内の保持リングの位置合わせから分離し、これは、鏡筒内のねじ留め係合の影響を緩和する。

【0056】

上の式(1)、(2)、および(4)を組み合わせることによって、自動芯出し条件を、次式のように書き換えることができる。

【0057】

【数3】

$$\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\varphi_{\text{threads}}/2)} = \sqrt{R^2 - Y^2} \quad (5)$$

【0058】

当業者なら、上の式(5)が、スリーブの偏芯にわずかな影響を有するいくつかの幾何学的要因を無視する簡略化モデルに基づくことを容易に理解するであろう。より高度なモデルは、任意選択で、保持リングの正確な形状および第2の組の鏡筒ねじのピッチを考慮に入れることができる。そのようなモデルを使用して、式(5)の自動芯出し条件を次式のように書き換えることができることを呈示することができる。

【0059】

【数4】

$$\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\varphi_{\text{threads}}/2)} = \sqrt{R^2 - Y^2} + h + T/2 \quad (6)$$

10

20

30

40

50

【0060】

上式で、新しく導入されたパラメータ h および T は、両方が図5で示されるが、以下のように規定される。

- h は、(i)スリーブ54の近傍のリングねじ27の組と第2の組の鏡筒ねじ42bの第1の接触点90と、(ii)スリーブ54の周囲の横面57と保持リング26の当接部44の接触点92との間の空洞の長手方向に沿った距離であり、
- T は、(i)スリーブ54の近傍のリングねじ27の組と第2の組の鏡筒ねじ42bの第1の接触点90と、(ii)スリーブ54から最も遠く、第1の接触点90と径方向に反対側の、リングねじ27と第2の組の鏡筒ねじ42bの最後の接触点94との間の距離である。

【0061】

当業者は、光学組立体の特性および満たされるべき光学的な要件に応じて、式の表現(5)と式の表現(6)との間で選択を行うことができる。たとえば、周囲の横面57の曲率半径 R が小さくなると、簡略化した式(5)の精度が低下する場合がある。

【0062】

保持リングの位置合わせと結果として得られるスリーブの向きとの間の上で説明した関係は、スリーブの動きが、スリーブねじと第1の組の鏡筒ねじの係合によって制限されるということを考慮に入れている。図4A~図4Cの例では、スリーブねじが三角形と考えられ、スリーブが横方向の力を受けると、傾く効果をもたらす。図9A~図9Cを参照すると、別の実装形態によれば、空洞の中心軸に垂直な面を有するスリーブねじおよび第1の組の鏡筒ねじの使用によって、スリーブを長手方向に制限することができる。図9Aでわかるように、この変形形態では、保持リングの偏芯が、スリーブの対応する横方向のずれ $shift$ を直接もたらし、スリーブが傾くことはない。同様に、図9Bでわかるように、保持リングの傾きは、スリーブに傾きを付与しないが、代わりにスリーブを偏芯することになり、これは、 $tilt$ に等しい周囲の横面57の曲率中心の偏芯に影響を及ぼす。上で説明した自動芯出し条件が依然として成り立ち、図9Cでわかるような相殺効果をもたらすことを示すことができる。

【0063】

式(5)および(6)は、第2の組の鏡筒ねじのねじ外形が、対称的なねじ山の角度、すなわち、ねじの両側の壁が空洞の中心軸に垂直な平面に対して同じ角度に傾けられるねじ外形によって完全に規定されることを含意するモデルに基づくことに当業者なら留意するであろう。

【0064】

いくつかの実施形態では、リングねじおよび第2の組の鏡筒ねじは、空洞または保持リングの対称軸に垂直な平面に対して非対称である空間形状を有する場合がある。自動芯出し条件を確立するために使用される数式中で、非対称なねじを有する実施形態を考慮に入れる実効ねじ角 θ_{eff} を規定することが有用な場合がある。空洞の基準系において、実効ねじ角 θ_{eff} は、リングねじの後方ねじ面と空洞の中心軸に垂直な平面Pとによって形成される角度として規定することができる。実効ねじ角 θ_{eff} は、第2の組の鏡筒ねじの前方ねじ面と平面Pとの間の角度によっても与えられる。

【0065】

ねじが対称である場合、実効ねじ角 θ_{eff} は、 $\theta_{threads}/2$ 、すなわち、ねじ山の角度の半分に単純に対応することが容易に理解されよう。その結果、自動芯出し条件を表す代替の仕方は、上の式(5)および(6)中の $\theta_{threads}/2$ を θ_{eff} で置き換えることによって得ることができ、次式を得る。

【0066】

10

20

30

40

【数5】

$$\frac{d_{ring}}{2 \tan(\omega)} = \sqrt{R^2 - Y^2} \quad (5')$$

又は

【数6】

$$\frac{d_{ring}}{2 \tan(\omega)} = \sqrt{R^2 - Y^2} + h + T/2 \quad (6')$$

10

【0067】

スリーブの周囲の横面の空間形状が球形であり、したがってその曲率半径Rの仕様によって完全に特徴付けられることを、上で展開されたモデルがやはり含意することに、当業者ならさらに留意するであろう。他の実装形態では、自動芯出し条件の決定は、周囲の横面の非球面で湾曲した空間形状を可能にするより一般的なモデルに基づく場合がある。例として、1つのそのようなモデルは、上述した米国特許第9,244,245号(LAMONTAGNEら)に提供される。

20

【0068】

上の式(5)、(5')、(6)、または(6')中に含まれるパラメータのほとんどは、通常、設計要件に従って、スリーブおよび鏡筒の物理的な仕様によって予め決定される。しかし、リングねじおよび第2の組の鏡筒ねじの実効ねじ角 ならびにスリーブの周囲の横面の湾曲した空間形状は、しばしば、別個にまたは一緒に制御することができる。したがって、これらのパラメータは、自動芯出し条件を考慮して選択することができ、それによって、中心軸に対する保持リングの何らかの偏芯および保持リングの対応する傾きは、中心軸に対するスリーブの芯出しへの相殺効果を有する。

30

【0069】

多くの事例において、本発明の実施形態に従って自動芯出し条件を鑑みた、第2の組の鏡筒ねじについての実効ねじ角およびスリーブの周囲の横面についての空間形状の選択によって、スリーブの、したがってそこに装着される光学素子の芯出しの精度を著しく改善することができる。いくつかの実施形態では、規定されるような自動芯出し条件によるこれらのパラメータの各々について提供される最適値を選択することが望まれる場合がある。そのような選択でさえ、結果として得られるスリーブの芯出しは、実際には完全でない可能性がある。保持リングを使用するスリーブの芯出しは、いくつかの公差要因によって影響を受ける可能性がある。例として、最も良好な工業的技量を使用すると、実際の光学組立体において、以下の製造公差を考えなければならない。

40

- ねじ山の角度の公差: $\pm 1^\circ$
- 保持リングの外径: $\pm 0.1\text{mm}$
- 保持リングの当接部の直径: $\pm 0.1\text{mm}$
- 周囲の横面の曲率半径: $\pm 1\%$
- スリーブと保持リング当接部との同心度および垂直度公差: $0.010\text{mm} (\pm 0.005\text{mm})$

【0070】

もちろん、鏡筒に対するレンズなどの光学素子の全体的な芯出しは、スリーブに対するレンズの芯出しと鏡筒に対するスリーブの芯出しの両方により影響を受けることになる。

【0071】

自動芯出し条件から得られるパラメータを選択することによって、上述の製造公差を含

50

んで、典型的には $12\mu\text{m}$ 以内の精度で、中心軸に対するスリーブの芯出しを可能にすることが、本発明者らにより呈示された。そのような高い精度が必要でない他の実施形態では、当業者は、正確に一致することはないが、自動芯出し条件によって実現される精度に近づく設計パラメータの値を選択することを望む場合がある。保持リングの偏芯および傾きは、スリーブの芯出しに影響を及ぼす可能性があり、対処されない場合に $150\mu\text{m}$ を越える可能性があるため、自動芯出し条件によって与えられる精度に近づくパラメータの選択によって、著しい改善を得ることができる。そのような値は、好ましくは、特定の用途によって課される所定の芯出し要件内の、自動芯出し条件を満たす値と一致するように選択される。一例では、実効ねじ角を芯出し条件に鑑みて調整する場合、その選択値は、最も近い 5° の倍数に調整する一方、多くの用途用に、光学素子の芯出しの十分な精度を実現することができる。当業者なら、特定の設計要件に鑑みて、これらの原理をどのようにして適用するのかを容易に理解するであろう。

10

【0072】

したがって、当業者は、自動芯出し条件を満たすが、一方で、他の設計要件または制限も考慮に入れた、特定の用途のための、リングねじの実効ねじ角 およびスリーブの周囲の横面の湾曲した空間形状についての1対の値を見いだすことができる。他のシナリオでは、保持リングの当接部の半直径 Y および保持リングの外径 d_{ring} など、自動芯出し条件に含まれる他のパラメータは、スリーブの芯出しを微調整するために、追加で、わずかな調整を受ける場合がある。

【0073】

20

たとえば、図2Aの設計の中などのいくつかの実装形態では、第2の組の鏡筒ねじ42bおよびリングねじ27は、光学組立体で使用される典型的なねじ切りに対応するねじ外形を有する場合がある。当業者なら容易に理解するように、ねじ外形は、設計の特徴として一般的に使用されない。典型的には、光学組立体の構成要素上に機械加工されるねじの形状および角度は、利用可能なねじ切りツールおよび/または通常のねじ規格に依存することになる。いくつかの実装形態では、したがって、第2の組の鏡筒ねじおよびリングねじのねじ外形は、規格設定機関により確立された標準ねじに対応することができ、周囲の横面の曲率半径は、自動芯出し条件を満たすように調整されるパラメータである。ねじ規格設定機関の例としては、国際標準化機構(ISO)、米国機械学会(ASME)、米国規格協会(ANSI)、またはドイツ規格協会(Deutsches Institut für Normung:DIN)が挙げられる。典型的な実施形態では、ねじ外形は対称的であり、三角形または台形形状を規定し、ねじ山の角度は、光学組立体用に最も一般的に使用されるねじ規格である、 29° 、 55° 、または 60° の値を有する。そのような実施形態では、スリーブを、その周囲の横面が自動芯出し条件を満たす曲率半径を有するように製造する、または製造後に形状決定される場合がある。

30

【0074】

代替実施形態では、第2の組の鏡筒ねじおよびリングねじのねじ山の角度は、 29° 、 55° 、または 60° 以外の値だが、自動芯出し条件を満たすように調整することができる。これは、たとえば、図5の実装形態に図示される。そのような実施形態は、たとえば、スリーブの周囲の横面を形状決定することが困難または実行不可能な可能性がある実装形態で有用な場合がある。さらに他の実装形態では、第2の組の鏡筒ねじおよびリングねじの実効角と周囲の横面の空間形状の両方を、自動芯出し条件を満たすために調整することができる。

40

【0075】

実際には、様々な実装形態に従う光学組立体では、保持リングが鏡筒内にねじ込まれてスリーブに当接すると、システム中で結果として得られる機械的な力は、典型的には、スリーブから遠ざけるように保持リングを押すように働く。図2Aに戻って参照すると、図示された基準系において、鏡筒24と保持リング26は、各リングねじ27の後方ねじ面104が第2の組の鏡筒ねじ42bの対応する前方ねじ面102に向かって押すような仕方で係合することがわかる。組立体内の力のバランスにおいて、第2の組の各鏡筒ねじ42bの後方ねじ面108および各リングねじ27の前方ねじ面106の実際の影響は、無効または無視できる。これらの

50

面は、互いに、または任意の他の面と接触しない。結論として、本明細書に記載される自動芯出し条件ならびにリングねじ27と第2の組の鏡筒ねじ42bとの相補性は、互いに接触する面、すなわち、リングねじ27の後方ねじ面104と第2の組の鏡筒ねじ42bの前方ねじ面102にのみ適用する必要があることを容易に理解されよう。

【0076】

上で記載された実施形態では、鏡筒の空洞内のスリーブの芯出しは、規定された自動芯出し条件によって達成される。図8および図8Aを参照すると、別の実装形態では、リングねじの後方ねじ面の向きが空洞の中心軸に垂直な平面Pに平行な場合があり、スリーブの後方端の周囲の横断面57の空間形状が、やはり平面Pに平行に延びる場合がある。そのような構成は、空洞内のスリーブの長手方向移動の全体にわたり、空洞内のスリーブの芯出しを可能にすることもできる。

10

【0077】

鏡筒ねじの変形形態

別の変形形態によれば、第1の組の鏡筒ねじと第2の組の鏡筒ねじのいずれかまたは両方、ならびに対応するリングねじおよびスリーブねじは、複数の開始点を含むねじ外形を有する場合がある。例として、図6は、複数の開始点126を含むねじ外形を有するスリーブ54を示す。そのような実施形態は、スリーブの長手方向移動が合焦または拡大縮小機構を実現する用途で、特に注目される場合がある。複数の開始点を設けることによって、スリーブの移動範囲を増加させる一方、依然として小型のねじの恩恵を受けるのに実用的な場合がある。この特徴は、さらに、焦点または拡大縮小を調整するユーザエクスペリエンスの改善を実現することができる。例として、スリーブの1mm/回転の移動量で長手方向調整の8mmのストロークを必要とする合焦または拡大縮小機構は、進路の終点到達するのに、8回の完全な回転が必要となる。対照的に、同じねじピッチおよび同じねじ山の角度で、8つの開始点を有するねじ外形を使用すると、8mmのストローク全体を1回転でカバーすることができる。当業者なら容易に理解するように、開始点の数は、1つの実装形態から他の実装形態へと変更することができる。

20

【0078】

別の態様によれば、上の記載から、スリーブの長手方向移動を設けるということは、主に、第1の組の鏡筒ねじの後方ねじ面を含むが、スリーブの芯出しは、第2の組の鏡筒ねじの前方ねじ面に条件を課すことを理解されよう。上で説明したように、第1の組の鏡筒ねじの前方ねじ面および第2の組の鏡筒ねじの後方ねじ面は、鏡筒内のスリーブの位置に意味のある影響を及ぼさない。いくつかの実施形態によれば、第1の組の鏡筒ねじと第2の組の鏡筒ねじは、同じねじ外形を有する場合がある。したがって、この同じねじ外形は、スリーブの周囲の横断面と一緒に自動芯出し条件を満たす、空洞の中心軸に垂直な平面Pに対する実効ねじ角と一緒に形成する、後方ねじ面と前方ねじ面によって規定される。

30

【0079】

図7を参照すると、第1の組の鏡筒ねじ42aおよび第2の組の鏡筒ねじ42bが、自動芯出し条件を鑑みて選択される、空洞の中心軸に垂直な平面Pに対する実効ねじ角を形成する、後方ねじ面112および前方ねじ面102を含む、そのような同じねじ外形を有する光学組立体20の実施形態が示される。自動芯出し条件を満たすために、実効ねじ角と周囲の横領域の空間形状のうちのいずれか一方または両方が、組立体の他の物理的なパラメータを鑑みて、適合、選択、または設計できることを、容易に理解されよう。当業者なら容易に理解するように、そのような実施形態では、実効ねじ角は、実際には、両方の組の鏡筒ねじ42a、42bの前面と後面との間の角度の半分である。有利なことに、そのような実施形態は、両方の組の鏡筒ねじ42a、42bを機械加工するために単一のねじ切りツールを必要とすることによって、組立体の製造を簡略化することができる。

40

【0080】

任意選択で、図示された実施形態では、第1の組の鏡筒ねじ42aと第2の組の鏡筒ねじ42bが、鏡筒24の内壁34に沿って連続したねじ経路42を形成する。他の変形形態では、本発明の範囲から逸脱することなく、第1の組の鏡筒ねじと第2の組の鏡筒ねじは、内壁のねじの

50

ない部分によって長手方向に分離することができる。

【0081】

自己芯出し基準

本明細書を全体として読めば、光学組立体は、第1の組の鏡筒ねじとスリーブねじとの間、ならびにスリーブの周囲の横面と保持リングの当接部との間で、何らかの動きを可能にするべきであることを、当業者は容易に理解するであろう。いくつかの実施形態では、このことは、当技術分野で知られているいわゆる「自己芯出し」基準をスリーブが満たすことを含意する。自己芯出しとは、第1の組の鏡筒ねじとスリーブねじの係合によって可能になる、スリーブの前方端において回転するまたは摺動するスリーブの能力のことをいう。光学素子の回転または他の運動を可能にするのに十分小さい、光学素子のシートおよび保持リングに対する摩擦係数を光学素子が有するときに満たすと考えられる、光学素子のいわゆる「自己芯出し」で、平行線を描くことができる。この概念についてのさらなる情報については、たとえば、Paul Yoder Jr.、「Mounting Optics in Optical Instruments」、SPIE Press (2008)を参照することができる。

10

【0082】

上で説明され、当技術分野で通常使用される「自己芯出し」という表現は、本出願の「自動芯出し」と異なる概念のことをいうことを容易に理解されよう。

【0083】

プリローディング機構

上に記載した実施形態のものなどの光学組立体を使用して、たとえば合焦または拡大縮小操作の状況で、スリーブの位置の変化に影響を及ぼすことには、典型的には2つの別個の調整が含まれる。すなわち、一方は、スリーブを、鏡筒の中心軸に沿って新しい所望の位置に長手方向に移動すること、他方は、保持リングの位置を、確実に適切に係合するために、スリーブの新しい位置を鑑みて訂正する必要があることである。

20

【0084】

図7への参照を続け、図7Aおよび図7Bをさらに参照すると、いくつかの実施形態では、光学組立体20は、「アンチバックラッシュ」機構と呼ばれることがあり、以前の段落で記載された操作を有利に簡略化することができる、保持リング26をスリーブ54の周囲の横面57に対して付勢するプリローディング機構130をさらに含む場合がある。

【0085】

当業者なら理解するように、保持リング26の当接部44とスリーブ54の周囲の横面57の係合にプリロードを印加することによって、当接部44と周囲の横面57との間の接触および圧力が維持される、空洞32内のスリーブ54のための長手方向の進路が実現される。したがって、スリーブ54は、保持リング26を再度位置決めする必要なしに、この進路に沿って移動することができる。そのようなプリローディング機構130が、空洞32内の主に軸方向に、すなわち、中心軸に平行に延びるばね力を有することを容易に理解されよう。この仕方では、保持リング26が空洞32内で完全に芯出しされない場合(たとえば、自動芯出し条件がその位置合わせ不良を補償するとき)であってさえ、保持リング26とスリーブ54の相対的な向きは、空洞32内のスリーブ54の長手方向位置に関わらず同じ状態を維持し、スリーブ54の芯出しを継続するために必要な軸方向プリロードを保持する。

30

40

【0086】

図7、図7A、および図7Bに図示される実施形態では、プリローディング機構130は、保持リング26内にねじ留めされる係止リング132を含む。相補形のねじ133aと133bが、係止リング132の外面134上と保持リング26の内面136上に設けられ、これら2つの構成要素の係合を可能にする。プリローディング機構130は、リングねじ27と保持リング26の当接部44を構造的にリンクする屈曲要素をさらに含む。図示される変形形態では、屈曲要素は、保持リング26のねじ切られた外周壁に動作可能に接続される、平行な板ばね138a、138bである。最終的に、プリローディング機構130は、係止リング132を通して挿入されスリーブ54を係合する1つまたは複数のピン140など、スリーブ54と係止リング132を回転式に係止する係止機構も含む。当業者なら容易に理解するように、図示された変形形態には、3つの等

50

間隔のピン140が示されるが、異なる数および/または異なる分布のそのようなピンを、代わりに考えることができる。

【0087】

この実施形態では、スリーブ54を長手方向に移動するために、ユーザは、単に、スリーブ54に回転を課すことができる。この回転は、係止ピン140によって、係止リング132に直接付与される。しかし、保持リング26と鏡筒ねじ42との係合は、それらの相補形のねじ133aおよび133bによって、係止リング132が保持リング26に対して動くので、影響を受けない。当接部44は、板ばね138a、138bの平行な屈曲によって、スリーブ54の周囲の横面57と接触を維持する。

【0088】

図7A、および図7Bのプリローディング機構130は、第1の組の鏡筒ねじと第2の組の鏡筒ねじが連続したねじ経路を形成する光学組立体に適用されて示されるが、そのような機構は、本発明の範囲から逸脱することなく、第1の組の鏡筒ねじと第2の組の鏡筒ねじが別個の経路および/またはねじ外形を形成する光学組立体の変形形態で使用することができることに留意されたい。さらに、プリローディング機構は、上に記載されたような、第1および第2の組の鏡筒ねじ、スリーブねじ、およびリングねじ用の様々なねじ外形で使用することができる。

【0089】

外側スリーブ

図10を参照すると、別の実施形態に従って、スリーブ54が、空洞32の中に挿入される代わりに、鏡筒24を覆ってねじ留め可能である光学組立体20が示される。この実施形態では、第1の組の鏡筒ねじ42aおよび第2の組の鏡筒ねじ42bは、鏡筒24の外壁36上に設けられる。スリーブねじ56は、スリーブ54の内壁50上に設けられる。以前の実施形態でのように、スリーブねじ56は、スリーブ54(または鏡筒24)が回転する際に、鏡筒24に対しスリーブの長手方向移動が可能になるように、第1の組の鏡筒ねじ42aを係合する。少なくとも1つの光学素子22がスリーブ54内に装着されて芯出しをされ、さらなる光学素子122を鏡筒24の空洞32の中に直接装着することができる。

【0090】

この実施形態では、保持リング26は、鏡筒24の外側に延在し、保持リング26の内側に設けられるリングねじ27によって鏡筒24に固定される。リングねじ27は、第2の組の鏡筒ねじ42bを係合する。以前の実施形態のように、保持リング26の当接部44が、スリーブ54の周囲の横面57を係合する。リングねじの後方ねじ面の向きおよび周囲の横面の空間形状は、鏡筒24に対するスリーブ54の長手方向移動の全体にわたって、鏡筒24の中心軸Bに対するスリーブ54の芯出しを可能にするように選択される。

【0091】

図示される構成では、リングねじおよび周囲の横面が自動芯出し条件を満たすと仮定すると、好ましくは、保持リング26の当接部44がスリーブ54の周囲の横面57に面する凸形状を有することを、容易に理解されよう。凸形状は、さもなければ、中心軸Bに対する保持リング26の偏芯および傾きの寄与が反対方向に沿ってスリーブ54を偏芯させるように働き、したがって、自動芯出し条件をもたらず相殺効果が利用できないことになることを含意する。

【0092】

図10は、三角形のねじ外形を有し、鏡筒24の外壁36に沿って連続的なねじ経路を形成する、第1および第2の組の鏡筒ねじ42aおよび42bを示すが、他の変形形態では、第1の組の鏡筒ねじと第2の組の鏡筒ねじが、互いに異なるねじ外形を有してよいことを容易に理解されよう。さらに、鏡筒に対するスリーブの芯出しは、空洞の中心軸に垂直に延びる後方ねじ面を有するリングねじを使用すること、ならびに、スリーブ54の周囲の横面57が、たとえば図8の実施形態の中に示されるものと同じ向きに従って延びることによって実現することができる。

【0093】

10

20

30

40

50

もちろん、添付の請求項に規定される本発明の範囲から逸脱することなく、上に記載された実施形態に、多くの修正を行うことができる。

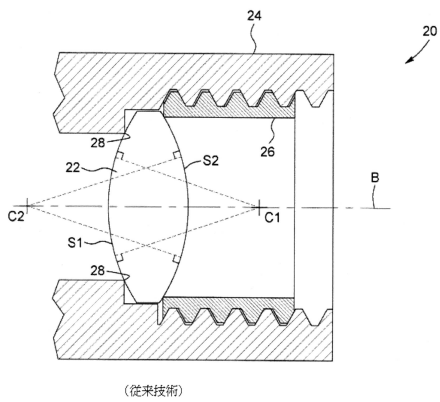
【符号の説明】

【 0 0 9 4 】

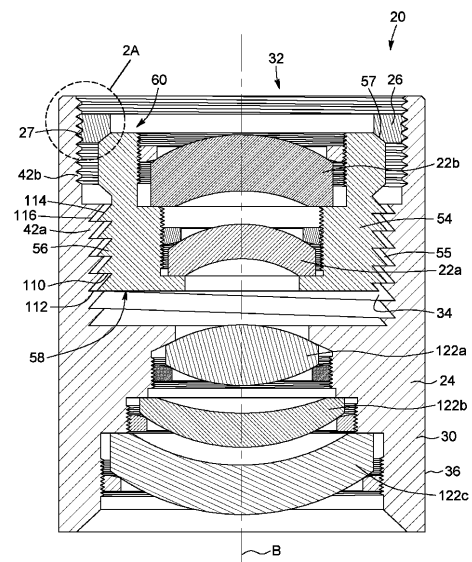
20	組立体、光学組立体	
22	レンズ、光学素子	
22a	光学素子	
22b	光学素子	
24	鏡筒	
26	保持リング	10
27	リングねじ	
28	レンズシート	
30	円筒形筐体	
32	空洞	
34	内壁	
36	外壁	
41	矢印	
42a	第1の組の鏡筒ねじ	
42b	第2の組の鏡筒ねじ	
43	矢印	20
44	当接部	
54	スリーブ	
55	外壁	
56	スリーブねじ	
57	周囲の横面	
58	前方端	
60	後方端	
90	第1の接触点	
92	接触点	
94	最後の接触点	30
102	前方ねじ面	
104	後方ねじ面	
106	前方ねじ面	
108	後方ねじ面	
110	前方ねじ面	
112	後方ねじ面	
114	後方ねじ面	
116	前方ねじ面	
122	光学素子	
122a	光学素子	40
122b	光学素子	
122c	光学素子	
124	外部光学構造	
126	開始点	
130	プリローディング機構	
132	係止リング	
133a	ねじ	
133b	ねじ	
134	外面	
136	内面	50

- 138a 板ばね
- 138b 板ばね
- 140 ピン、係止ピン

【図1】



【図2】



【 図 2 A 】

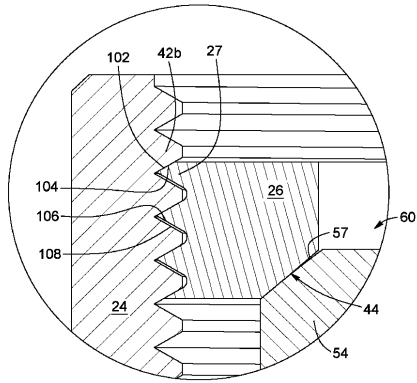


FIG. 2A

【 図 3 】

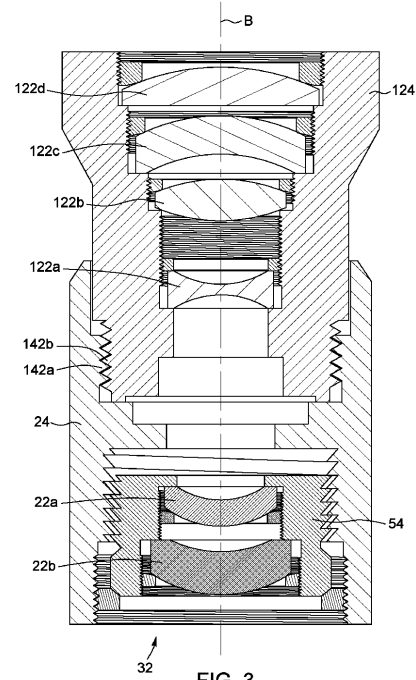


FIG. 3

【 図 4 A 】

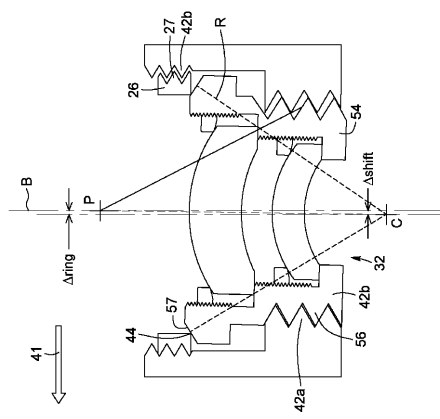


FIG. 4A

【 図 4 B 】

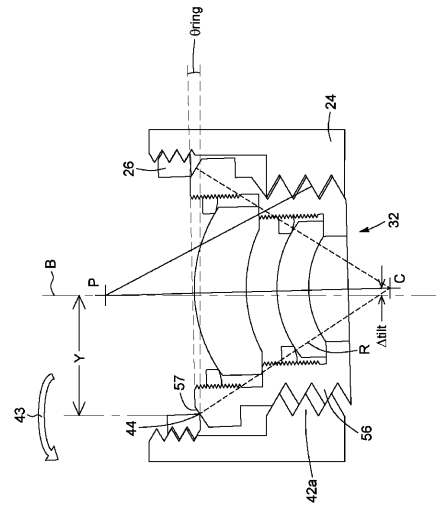


FIG. 4B

【 図 4 C 】

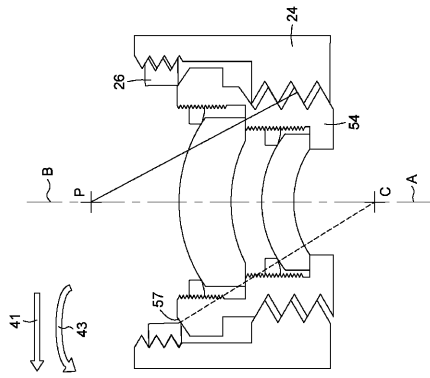


FIG. 4C

【 図 5 】

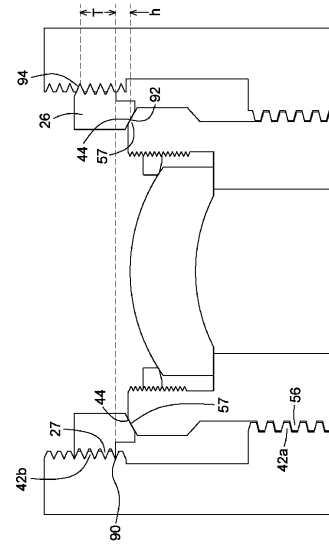


FIG. 5

【 図 6 】

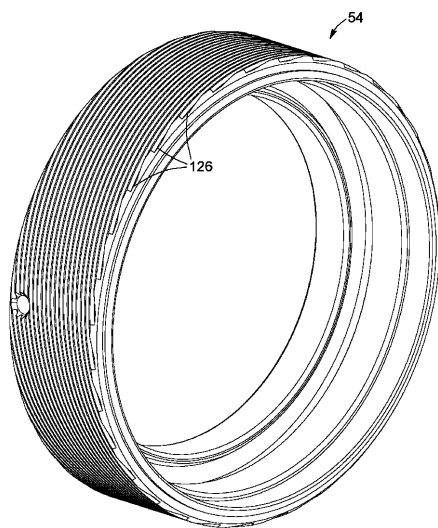


FIG. 6

【 図 7 】

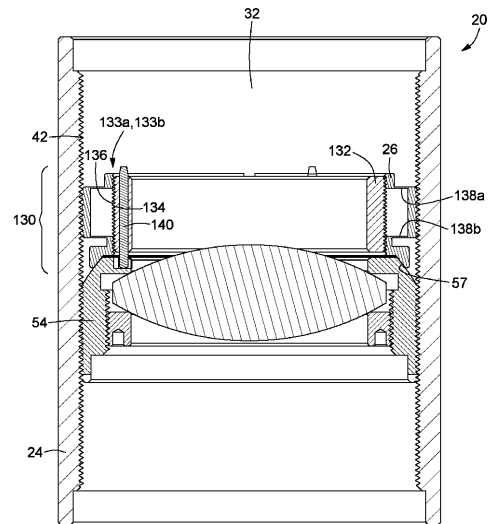


FIG. 7

【 7 A 】

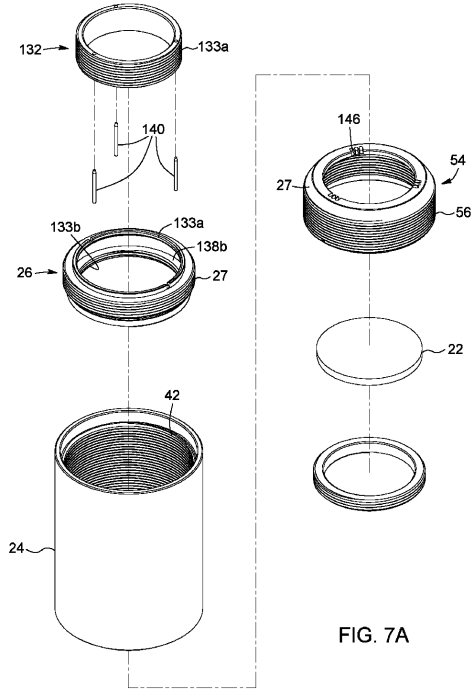


FIG. 7A

【 7 B 】

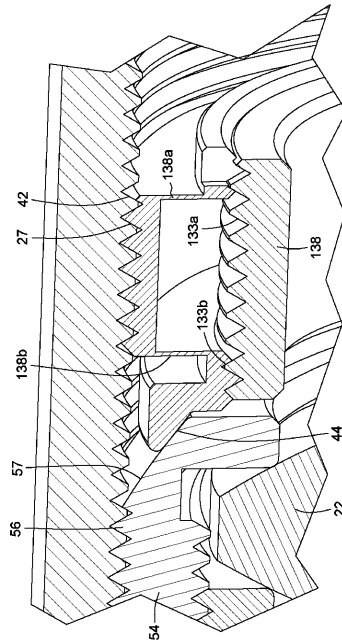


FIG. 7B

【 8 】

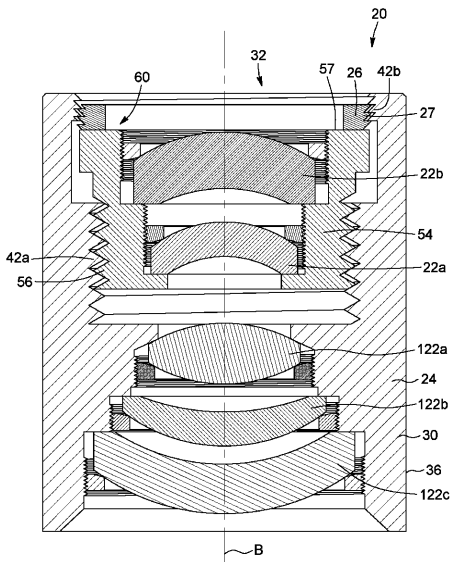


FIG. 8

【 8 A 】

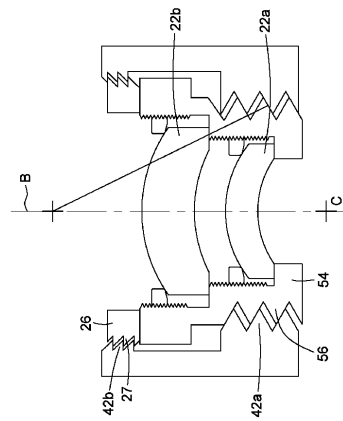


FIG. 8A

【 9 A 】

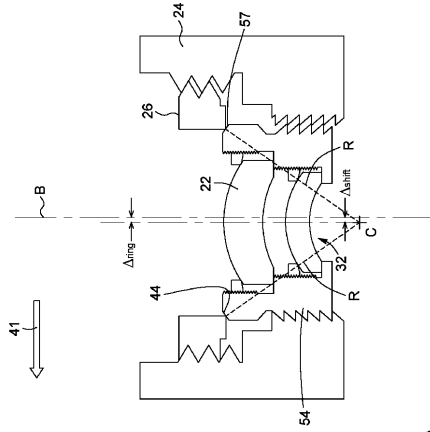


FIG. 9A

【 9 B 】

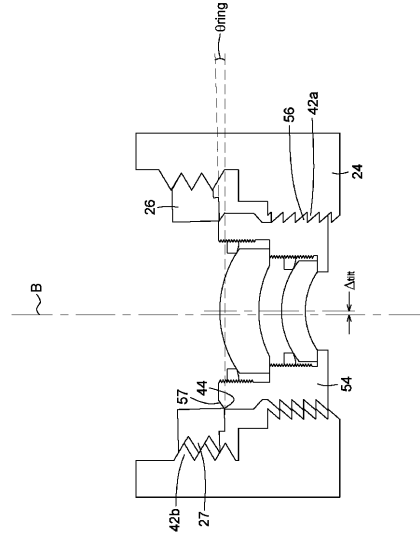


FIG. 9B

【 9 C 】

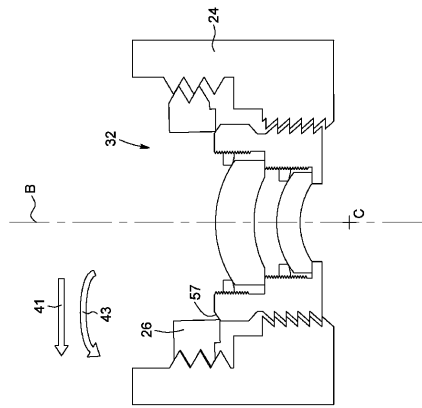


FIG. 9C

【 1 0 】

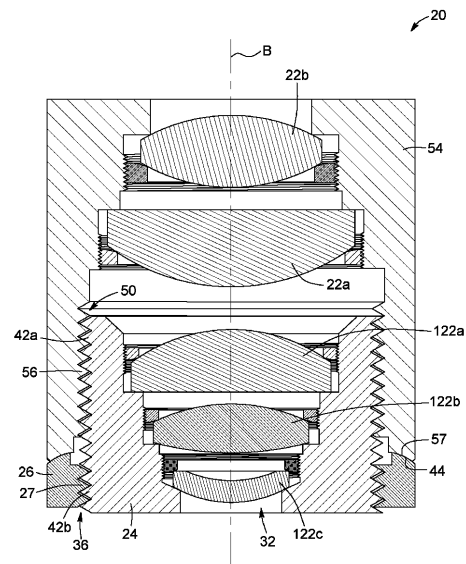


FIG. 10

フロントページの続き

(72)発明者 ニコラ・デノワイエ
カナダ・ケベック・G1P・4S4・ケベック・リュ・アインシュタイン・2740

審査官 登丸 久寿

(56)参考文献 特開2006-023499(JP,A)
特開平11-174307(JP,A)
実開平07-016907(JP,U)
特開2005-083568(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0027784(US,A1)
中国実用新案第203502666(CN,U)
特開2013-122485(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 7/02
G02B 7/04