

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6445577号
(P6445577)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018. 12. 26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018. 12. 7)

(51) Int. Cl. F I
G O 2 B 7/02 (2006. 01) G O 2 B 7/02 A

請求項の数 46 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2016-552651 (P2016-552651)	(73) 特許権者	516133777
(86) (22) 出願日	平成26年7月11日 (2014. 7. 11)		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2016-535878 (P2016-535878A)		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28年11月17日 (2016. 11. 17)	(74) 代理人	100108453
(86) 国際出願番号	PCT/CA2014/050660		弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開番号	W02015/066801	(74) 代理人	100110364
(87) 国際公開日	平成27年5月14日 (2015. 5. 14)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	平成29年6月14日 (2017. 6. 14)	(74) 代理人	100133400
(31) 優先権主張番号	61/901, 846		弁理士 阿部 達彦
(32) 優先日	平成25年11月8日 (2013. 11. 8)	(72) 発明者	フレデリック・ラモンターニュ
(33) 優先権主張国	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】 鏡筒内の光学要素の自動芯出し

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鏡筒内に光学要素を装着する方法であって、前記光学要素が、対向する第1の面と第2の面とを有し、前記第2の面が周辺領域を備え、前記鏡筒が、シートを備える空洞を規定し、前記空洞が中心軸を有し、前記方法が、

a) 前記光学要素の前記第2の面の前記周辺領域と係合するための当接部を有する保持リングを設けるステップと、

b) 自動芯出し条件を決定し、それによって、前記保持リングの何らかの偏芯と前記中心軸に対する前記保持リングの対応する傾きとが、前記中心軸に対する前記光学要素の芯出しにカウンタバランス効果を有するステップと、

c) 1組の鏡筒ねじについてのねじ外形および前記第2の面の前記周辺領域についての空間的な外形を、前記自動芯出し条件を鑑みて選択するステップと、

d) ステップc) で選択されたような前記ねじ外形にしたがって前記鏡筒に鏡筒ねじを設け、前記保持リングに前記鏡筒ねじと相補形であるリングねじを設けるステップと、

e) 必要な場合、前記第2の面の少なくとも前記周辺領域を、そのために前記選択された空間的な外形にしたがって変形するステップと、

f) 前記光学要素を前記空洞中に、前記第1の面を前記シートに当接させて位置決めするステップと、

g) 前記保持リングの前記当接部が前記光学要素の前記第2の面と係合するまで前記保持リングを前記鏡筒とねじ留めし、それによって前記光学要素を前記シートと前記保持

リングとの間に固定するステップと、
を含む、方法。

【請求項2】

前記光学要素が、レンズ、鏡、回折光学素子、またはピンホールである、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記光学要素の前記第1の面および前記第2の面の各々が平面、凹、または凸である、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記光学要素が、
— 前記第1の面および前記第2の面を規定する対向する端部を有するスリーブと、
— 前記スリーブ中に装着され、かつ前記スリーブに対して芯出しされる、1つまたは複数の光学構成要素と、
を備える、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項5】

前記鏡筒ねじの前記ねじ外形が、三角形形状または台形形状を有する、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

前記保持リングが前記空洞内に挿入され、前記鏡筒ねじが前記鏡筒の内壁上に設けられ、前記リングねじが前記保持リングの外辺部に設けられる、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項7】

前記保持リングが、
— 前記リングねじを備える外側環状区間であって、前記リングねじが空洞へと内側を向き、前記鏡筒ねじが前記空洞へと外側を向く、外側環状区間と、
— 前記空洞の内側に延在し、前記保持リングの前記当接部を備える、内側環状区間と、
を備える、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記ねじ外形が前記鏡筒ねじのねじ山の角度によって規定され、前記空間的な外形が前記第2の面の前記周辺領域に沿った前記第2の面の曲率半径によって規定される、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項9】

ステップb)で決定された前記自動芯出し条件が、
【数1】

$$\frac{d_{ring}}{2 \tan(\phi_{threads}/2)} = \sqrt{R^2 - Y^2}$$

40

に対応し、

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、 R が前記第2の面の前記周辺領域に沿った前記第2の面の前記曲率半径の値であり、 $\phi_{threads}$ が前記鏡筒ねじの前記ねじ山の角度の値であり、 Y が前記保持リングの前記当接部の半直径である、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

ステップb)で決定された前記自動芯出し条件が、

【数2】

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

に対応し、

10

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、
- ・ R が、前記第2の面の前記周辺領域に沿った、前記第2の面の前記曲率半径の値であり、
- ・ $\phi_{threads}$ が前記鏡筒ねじの前記ねじ山の角度の値であり、
- ・ 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) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの第1の接触点と(ii) 前記第2の面の前記周辺領域を有する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、
- ・ T が、(i) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの前記第1の接触点と(ii) 前記光学要素から最も遠く、前記第1の接触点と径方向に反対の、前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である、請求項8に記載の方法。

20

【請求項11】

ステップb) で決定された前記自動芯出し条件が、

【数3】

$$\frac{d_{ring}}{2 \tan(\omega_L)} = \sqrt{\left(\frac{Y}{\sin(\beta)}\right)^2 - Y^2} + h + T/2$$

30

に対応し、

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、
- ・ β が局所的で等価なリング-光学要素の角度であり、
- ・ ω_L が局所的な実効ねじ角であり、
- ・ 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) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの第1の接触点と、(ii) 前記第2の面の前記周辺領域を有する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、
- ・ T が、(i) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの前記第1の接触点と(ii) 前記光学要素から最も遠く、前記第1の接触点と径方向に反対の、前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である、請求項8に記載の方法。

40

【請求項12】

前記第2の面の前記周辺領域の前記空間的な外形が前記第2の面全体の曲率半径によって規定され、前記曲率半径が前記光学要素の目標とする光学特性にしたがって予め決定さ

50

れ、前記自動芯出し条件が、前記第2の面の前記曲率半径を鑑みてステップb)で決定される、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

ステップb)で決定された前記自動芯出し条件が、

【数4】

$$\varphi_{threads} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{ring}}{2\sqrt{R^2 - Y^2}} \right)$$

10

にしたがって前記鏡筒ねじのねじ山の角度 $\varphi_{threads}$ を計算するステップを含み、

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、 R が前記第2の面の前記曲率半径の値であり、 Y が前記保持リングの前記当接部の半直径である、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

ステップb)で決定された前記自動芯出し条件が、

【数5】

20

$$\varphi_{threads} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{ring}}{2\sqrt{R^2 - Y^2} + 2h + T} \right)$$

にしたがって前記鏡筒ねじのねじ山の角度 $\varphi_{threads}$ を計算するステップを含み、

上式で、

30

- ・ 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、
- ・ R が、前記第2の面の前記周辺領域に沿った、前記第2の面の前記曲率半径の値であり、
- ・ 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)前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの第1の接触点と(ii)前記第2の面の前記周辺領域を有する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、
- ・ T が、(i)前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの前記第1の接触点と(ii)前記光学要素から最も遠く、前記第1の接触点と径方向に反対の、前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である、請求項12に記載の方法。

40

【請求項15】

ステップc)の前記選択するステップが、55度または60度と異なる、前記鏡筒ねじの前記ねじ山の角度についての値を選択するステップを含む、請求項13または14に記載の方法。

【請求項16】

前記光学要素の前記第2の面が、前記光学要素の目標の光学特性にしたがって予め決定された空間的な外形を有する中心領域を有し、ステップb)における前記自動芯出し条件を決定するステップで使用される前記周辺領域の前記空間的な外形が、前記中心領域の前記空間的な外形と異なる、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法。

50

【請求項17】

ステップb)で決定された前記自動芯出し条件が、

【数6】

$$R = \sqrt{\left[\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\phi_{\text{threads}}/2)} \right]^2 + Y^2}$$

10

に対応して前記第2の面の前記周辺領域の曲率半径Rを計算するステップを含み、

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、 ϕ_{threads} が前記鏡筒ねじのねじ山の角度の値であり、Yが前記保持リングの前記当接部の半直径である、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

ステップb)で決定された前記自動芯出し条件が、

【数7】

$$R = \sqrt{\left[\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\phi_{\text{threads}}/2)} - h - T/2 \right]^2 + Y^2}$$

20

に対応して前記第2の面の前記周辺領域の曲率半径Rを計算するステップを含み、

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、
- ・ ϕ_{threads} が前記鏡筒ねじの前記ねじ山の角度の値であり、
- ・ 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)前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの第1の接触点と(ii)前記第2の面の前記周辺領域を有する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、
- ・ Tが、(i)前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの前記第1の接触点と(ii)前記光学要素から最も遠く、前記第1の接触点と径方向に反対の、前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である、請求項16に記載の方法。

30

【請求項19】

前記鏡筒ねじについての前記ねじ外形および前記第2の面の前記周辺領域についての前記空間的な外形のうち少なくとも1つが、ステップc)において、所定の芯出し要件内の前記自動芯出し条件を満たすそのための値と一致するように選択される、請求項1から18のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項20】

前記鏡筒ねじの前記ねじ外形が、非対称的な形状を有し、実効ねじ角によって規定される、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項21】

前記実効ねじ角が、前記空洞の前記中心軸に垂直な平面Pに対して負の値を有する、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

50

中心軸を有する空洞を規定する鏡筒を備える光学組立体であって、前記光学組立体が1つまたは複数の自動芯出し光学装置を備え、前記自動芯出し光学装置の各々が、

- 一 前記空洞中に装着され、対向する第1の面と第2の面とを有する光学要素であって、前記第2の面が空間的な外形を有する周辺領域を備える、光学要素と、
- 一 前記空洞中に設けられ、前記光学要素の前記第1の面と係合するシートと、
- 一 ねじの外形を有する1組の鏡筒ねじと、
- 一 前記鏡筒ねじと相補形である1組のリングねじを介して前記鏡筒にしっかり付けられる保持リングであって、前記光学要素の前記第2の面の前記周辺領域と係合する当接部を有し、それによって、前記光学要素を前記シートと前記保持リングとの間に固定する、保持リングと、

10

を備え、

前記光学装置の各々について、前記鏡筒ねじの前記ねじ外形および前記第2の面の前記周辺領域の前記空間的な外形が、自動芯出し条件を鑑みて選択され、それによって、前記保持リングの何らかの偏芯と前記中心軸に対する前記保持リングの対応する傾きとが、前記中心軸に対する前記光学要素の芯出しにカウンタバランス効果を有する、光学組立体。

【請求項23】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記光学要素が、レンズ、鏡、回折光学素子、またはピンホールである、請求項22に記載の光学組立体。

【請求項24】

前記自動芯出し光学装置の各々について、前記光学要素がレンズである、請求項22または23に記載の光学組立体。

20

【請求項25】

前記自動芯出し光学装置の各々について、前記光学要素の前記第1の面および前記第2の面の各々が平面、凹、または凸である、請求項22から24のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項26】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記光学要素が、

- 一 前記第1の面および前記第2の面を規定する対向する端部を有するスリーブと、
- 一 前記スリーブ中に装着され、前記スリーブに対して芯出しされる、1つまたは複数の光学構成要素と、

30

を備える、請求項22から25のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項27】

前記光学構成要素の各々が、レンズ、鏡、または回折光学素子である、請求項26に記載の光学組立体。

【請求項28】

前記光学構成要素のうちの少なくとも1つが、前記スリーブ中で自動芯出しされる、請求項26または27に記載の光学組立体。

【請求項29】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記鏡筒ねじの前記ねじ外形が、三角形形状または台形形状を有する、請求項22から28のいずれか一項に記載の光学組立体。

40

【請求項30】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記ねじ外形が、標準設定機関により確立された標準ねじとは異なる、請求項22から29のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項31】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記保持リングが前記空洞内に挿入され、前記鏡筒ねじが前記鏡筒の内壁上に設けられ、前記リングねじが前記保持リングの外辺部上に設けられる、請求項22から30のいずれか一項に記載の光学組立体。

50

【請求項32】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記保持リングが、

- 一 前記リングねじを備える外側環状区間であって、前記リングねじが空洞へと内側を向き、前記鏡筒ねじが前記空洞へと外側を向く、外側環状区間と、
- 一 前記空洞の内側に延在し、前記保持リングの前記当接部を備える、内側環状区間と、

を備える、請求項22から31のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項33】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記ねじ外形が前記鏡筒ねじのねじ山の角度によって規定され、前記空間的な外形が前記第2の面の前記周辺領域に沿った前記第2の面の曲率半径によって規定される、請求項22から32のいずれか一項に記載の光学組立体。

10

【請求項34】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記鏡筒ねじの前記ねじ山の角度が、55度または60度以外の値を有する、請求項33に記載の光学組立体。

【請求項35】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記第2の面の前記周辺領域の前記空間的な外形が前記第2の面の曲率半径によって規定され、前記曲率半径が前記光学要素の目標とする光学特性にしたがって予め決定され、前記自動芯出し条件が、前記第2の面の前記曲率半径を鑑みて決定される、請求項31に記載の光学組立体。

20

【請求項36】

前記自動芯出し光学装置のうちの前記少なくとも1つについて、前記自動芯出し条件が、

【数8】

$$\varphi_{threads} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{ring}}{2\sqrt{R^2 - Y^2}} \right)$$

30

に対応する前記鏡筒ねじのねじ山の角度 $\varphi_{threads}$ を含み、

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、 R が前記第2の面の前記曲率半径の値であり、 Y が前記保持リングの前記当接部の半直径である、請求項35に記載の光学組立体。

【請求項37】

ステップb) で決定された前記自動芯出し条件が、

【数9】

$$\varphi_{threads} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{ring}}{2\sqrt{R^2 - Y^2} + 2h + T} \right)$$

40

にしたがって前記鏡筒ねじのねじ山の角度 $\varphi_{threads}$ を計算するステップを含み、

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、
- ・ R が、前記第2の面の前記周辺領域に沿った、前記第2の面の前記曲率半径の値であ

50

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) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの第1の接触点と(i i) 前記第2の面の前記周辺領域を有する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、
- ・ T が、(i) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの前記第1の接触点と(i i) 前記光学要素から最も遠く、前記第1の接触点と径方向に反対の、前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である、請求項35に記載の光学組立体。

【請求項38】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記鏡筒ねじの前記ねじ外形が、湾曲した形状を有する、請求項22から32のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項39】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記光学要素の前記第2の面が、前記光学要素の目標の光学特性にしたがって予め決定された空間的な外形を有する中心領域を備え、前記自動芯出し条件を鑑みて選択される前記第2の面の前記周辺領域の前記空間的な外形が、前記中心領域の前記空間的な外形とは異なる、請求項22から38のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項40】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記第2の面の前記周辺領域の前記空間的な外形が、前記自動芯出し条件を鑑みて変形される、請求項22から39のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項41】

前記自動芯出し光学装置のうちの前記少なくとも1つについて、前記第2の面の前記周辺領域の前記空間的な外形が、

【数10】

$$R = \sqrt{\left[\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\varphi_{\text{threads}}/2)} \right]^2 + Y^2}$$

30

に対応する曲率半径Rによって決定され、

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、 φ_{threads} が前記鏡筒ねじのねじ山の角度の値であり、Y が前記保持リングの前記当接部の半直径である、請求項40に記載の光学組立体。

【請求項42】

ステップb) で決定された前記自動芯出し条件が、

【数11】

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

40

に対応して前記第2の面の前記周辺領域の曲率半径Rを計算するステップを含み、

50

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、
- ・ $\phi_{threads}$ が前記鏡筒ねじの前記ねじ山の角度の値であり、
- ・ 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) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの第1の接触点と($i i$) 前記第2の面の前記周辺領域を有する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、
- ・ T が、(i) 前記光学要素の近傍に前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの前記第1の接触点と($i i$) 前記光学要素から最も遠く、前記第1の接触点と径方向に反対の、前記リングねじを有する前記鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である、請求項40に記載の光学組立体。

10

【請求項43】

前記空洞内に縦続接続される複数の前記自動芯出し光学装置を備える、請求項22から42のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項44】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記中心軸に対する前記光学要素の前記芯出しが、少なくとも5 μm の精度を有する、請求項22から43のいずれか一項に記載の光学組立体。

【請求項45】

前記自動芯出し光学装置のうちの少なくとも1つについて、前記鏡筒ねじの前記ねじ外形が、非対称的な形状を有し、実効ねじ角によって規定される、請求項22から28のいずれか一項に記載の光学組立体。

20

【請求項46】

前記実効ねじ角が、前記空洞の前記中心軸に垂直な平面Pに対して負の値を有する、請求項45に記載の光学組立体。

【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、鏡筒内で自動芯出しされる1つまたは複数の光学要素を有する光学組立体、ならびに光学要素が自動芯出しされるように鏡筒内にこの光学要素を装着するための方法に関係する。

30

【背景技術】

【0002】

光学要素または構成要素は、光が、方向付けられ、拡大され、合焦され、平行にされ、あるいは変形もしくは影響を受ける必要があるデバイス、システム、または装置中に遍在する。光学要素は、たとえば、レンズ、鏡、回折光学素子(DOE)、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要素は、通常、それらが正しい光学機能を果たすために、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、光学要素を何らかの種類のホルダまたは取付台に固定することを含む。光学要素のホルダに対する正しい位置合わせは、一般的に、厳格な製造公差および注意深い取扱いを必要とする精巧な操作である。

40

【0004】

鏡筒は、光学要素のための、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要素が中に装着される、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光学要素のタイプである。レンズは、その最も簡単な表現では、典型的には、対向する面を有し、そのうちの少なくとも1つが、凸または凹のいずれかの、部分的に球状である光学材料の構造からなる。縦続接続で配置されるいくつかの異なるレンズからできている複合レンズは、やはり、当技術分野でよく知

50

られている。

【0005】

図1（従来技術）は、第1の凸面S1および第2の凸面S2を有する両凸レンズを示し、レンズを特徴付ける幾何学的パラメータを図示する。各面S1およびS2は、対応する曲率中心C1およびC2を有する。これらは、法線ベクトルにおける、面の曲率半径R1およびR2に対応する、面からの距離にある点として規定される。言い換えると、曲率中心C1またはC2は、レンズの対応する面S1またはS2が一部である、球SP1またはSP2の中心として考えることができる。レンズの光軸Aは、レンズの両方の対向する面S1とS2の曲率中心C1とC2をつなぐ線として規定することができる。

【0006】

レンズは、一般的に、上に規定される全てのパラメータを考慮に入れて、数マイクロメートルの程度となる可能性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2（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の反対のレンズ22の面S2に当接し、こうして、レンズ22を組立体20の中で固定する。両方の曲率中心C1およびC2がレンズ鏡筒24の中心軸B上にあるときに、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。

【0007】

レンズをレンズ鏡筒中に挿入し、次いでレンズをねじ式リングで固定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。レンズの熱膨張係数と鏡筒材料の熱膨張係数の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、レンズの縁部沿いの厚さの差異などの組立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、レンズおよび鏡筒の両方の製造コストが高くなる。

【0008】

ドロップイン技法の主な利点は、組立時間を非常に短くでき、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、芯出し精度が損なわれるという欠点を有する。さらに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必要である。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、レンズの偏芯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取り付けられる。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。

【0009】

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、他のタイプの光学要素を鏡筒中に装着することができ、そのような要素は、上に議論されたものと同じ問題に直面する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】 Paul Yoder Jr., 「Mounting Optical Components in Optical Instruments」、SPIE Press(2008)

【非特許文献2】 F. DeWitt IVら、「Rigid Body Movements of Optical Elements due to Opto-Mechanical Factors」、SPIE 紀要 5867 巻、文献 58670H、(2005)

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

したがって、既知の技法の問題点の少なくとも一部を解消する、鏡筒中に光学要素を装着するための手法が依然として必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の1つの態様によれば、中心軸を有する空洞を規定する鏡筒を備える光学組立体が提供される。光学組立体は、1つまたは複数の自動芯出し光学装置を含む。自動芯出し光学装置の各々は、以下を含む。

- 空洞中に装着され、対向する第1および第2の面を有する光学要素。第2の面は、空間的な外形 (spatial profile) を有する周辺領域を有する。
- 空洞中に設けられ、光学要素の第1の面と係合するシート。
- ねじ外形 (thread profile) を有する1組の鏡筒ねじ。
- 鏡筒ねじと相補形である1組のリングねじを介して鏡筒にしっかり付けられる保持リング。保持リングは、光学要素の第2の面の周辺領域と係合する当接部を有し、それによって、光学要素をシートと保持リングとの間に固定する。

【0013】

光学装置の各々について、鏡筒ねじのねじ外形および第2の面の周辺領域の空間的な外形は、自動芯出し条件を鑑みて選択され、それによって、保持リングの何らかの偏芯と空洞の中心軸に対する保持リングの対応する傾きとが、中心軸に対する光学要素の芯出しにカウンタバランス効果を有する。

【0014】

光学要素は、たとえば、レンズ、鏡、回折光学素子 (DOE)、ピンホール、またはそのような構成要素の組立体であってよい。

【0015】

いくつかの実施形態では、鏡筒ねじのねじ外形、たとえばねじ山の角度は、光学要素の所望の自動芯出しを鑑みて調整される。他の実施形態では、調整されるのは、光学要素の第2の面の周辺領域の空間的な外形である。他の実施形態では、これらのパラメータの両方を、共に適合する場合がある。

【0016】

本発明の別の態様によれば、鏡筒内に光学要素を装着する方法がさらに提供され、光学要素が対向する第1および第2の面を有し、第2の面が周辺領域を有する。鏡筒は、シートを含む空洞を規定し、空洞が中心軸を有する。

【0017】

方法は、以下を含む。

- a) 光学要素の第2の面の周辺領域と係合するための当接部を有する保持リングを設けるステップ。
- b) 自動芯出し条件を決定し、それによって、保持リングの何らかの偏芯と中心軸に対する保持リングの対応する傾きとが、中心軸に対する光学要素の芯出しにカウンタバランス効果を有するステップ。
- c) 1組の鏡筒ねじについてのねじ外形および第2の面の周辺領域についての空間的な外形を、自動芯出し条件を鑑みて選択するステップ。
- d) ステップc) で選択されたようなねじ外形にしたがって、鏡筒に鏡筒ねじを、保持リングに前記鏡筒ねじと相補形であるリングねじを設けるステップ。
- e) 必要な場合、第2の面の少なくとも周辺領域を、そのために選択された空間的な外形にしたがって、変形するステップ。
- f) 光学要素を空洞中に、第1の面をシートに当接させて位置決めするステップ。
- g) 保持リングの当接部が光学要素の第2の面と係合するまで保持リングを鏡筒とねじ留めし、それによって光学要素をシートと前記保持リングとの間に固定するステップ。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

本発明のさらなる特徴および利点は、添付図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を読むと、より良好に理解されることとなる。

【 図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】（従来技術）レンズを特徴付ける幾何学的パラメータを図示する、両凸レンズの概略側面図である。

【 図 2 】（従来技術）従来技術にしたがう、レンズ鏡筒中に装着される両凸レンズを示すレンズ組立体の図である。

【 図 3 】一実施形態にしたがう光学組立体の概略上面図である。

10

【 図 3 A 】 図 3 の線 A - A に沿ってとられた横断面図である。

【 図 3 B 】 鏡筒のシート上の、光学要素の第 1 の面の係合を示す、図 3 A の一部の拡大図である。

【 図 3 C 】 光学要素の第 2 の面の周辺領域と保持リングとの係合を示す、図 3 A の一部の拡大図である。

【 図 4 】 図 3 の光学組立体の分解図である。

【 図 5 A 】 シートと光学要素の面との間の、1 つのタイプの接点の概略図である。

【 図 5 B 】 シートと光学要素の面との間の、1 つのタイプの接点の概略図である。

【 図 5 C 】 シートと光学要素の面との間の、1 つのタイプの接点の概略図である。

【 図 5 D 】 シートと光学要素の面との間の、1 つのタイプの接点の概略図である。

20

【 図 5 E 】 シートと光学要素の面との間の、1 つのタイプの接点の概略図である。

【 図 6 A 】 1 つのねじ外形の概略図である。

【 図 6 B 】 1 つのねじ外形の概略図である。

【 図 6 C 】 1 つのねじ外形の概略図である。

【 図 6 D 】 1 つのねじ外形の概略図である。

【 図 6 E 】 1 つのねじ外形の概略図である。

【 図 7 A 】 鏡筒内の光学要素の芯出しについての、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 7 B 】 鏡筒内の光学要素の芯出しについての、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。

30

【 図 7 C 】 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 8 A 】 本発明の実施形態にしたがう方法のステップを図示する図である。

【 図 8 B 】 本発明の実施形態にしたがう方法のステップを図示する図である。

【 図 8 C 】 本発明の実施形態にしたがう方法のステップを図示する図である。

【 図 8 D 】 本発明の実施形態にしたがう方法のステップを図示する図である。

【 図 8 E 】 本発明の実施形態にしたがう方法のステップを図示する図である。

【 図 9 】 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 1 0 A 】 平凸光学要素を有する一実施形態にしたがう光学組立体の概略図である。

40

【 図 1 0 B 】 メニスカス光学要素を有する光学組立体の実施形態の概略図である。

【 図 1 1 A 】 第 2 の面が中心と周辺領域が 1 つの外形を有する凸であり、第 1 の面が凸である、光学組立体の実施形態の概略図である。

【 図 1 1 B 】 第 2 の面が中心と周辺領域が 1 つの外形を有する凸であり、第 1 の面が凹である、光学組立体の実施形態の概略図である。

【 図 1 1 C 】 第 2 の面が中心と周辺領域が 1 つの外形を有する凸であり、第 1 の面が平面である、光学組立体の実施形態の概略図である。

【 図 1 1 D 】 第 2 の面が中心と周辺領域が 1 つの外形を有する凸であり、第 1 の面が凸である、光学組立体の実施形態の概略図である。

【 図 1 2 A 】 光学要素の第 2 の面が凹の外形であり、第 1 の面が凸である、光学組立体の

50

実施形態の概略図である。

【図12B】光学要素の第2の面が凹の外形であり、第1の面が凹である、光学組立体の実施形態の概略図である。

【図12C】光学要素の第2の面が凹の外形であり、第1の面が平面である、光学組立体の実施形態の概略図である。

【図13】凹の第2の面を有する光学要素で使用するために、保持リングが鏡筒の外側でねじ留めされる、光学組立体の実施形態の概略図である。

【図13A】図13の実施形態にしたがう光学組立体の、断面透視図である。

【図13B】図13Aの光学組立体の分解図である。

【図14A】凹の第2の面を有する光学要素を装着するために適合される光学組立体の実施形態の概略図であり、外側に面する鏡筒ねじおよび内側に面するリングねじで鏡筒の内側にねじ留めされる保持リングを示す図である。

10

【図14B】凹の第2の面を有する光学要素を装着するために適合される光学組立体の実施形態の概略図であり、鏡筒ねじが負のねじ山の角度を有する組立体の一部の拡大図である。

【図15】光学要素が非球面の面を有する実施形態の概略図である。

【図16】1つまたは複数の光学構成要素が装着されるスリーブを光学要素が含む実施形態の概略図である。

【図17】複数の自動芯出しされた光学装置を含む一実施形態にしたがう光学組立体の概略上面図である。

20

【図17A】図17の線A-Aに沿ってとられた横断面図である。

【図18】図17の光学組立体の分解図である。

【図19】周辺領域中の第2の面の空間的な外形が非球面である光学要素を含む光学組立体の概略側面図である。

【図19A】曲線形状のねじ外形の係合を示す、図19の一部の拡大図である。

【図19B】非線形なねじ外形を示す図である。

【図19C】非線形なねじ外形を示す図である。

【図19D】非線形なねじ外形を示す図である。

【図19E】図19の光学要素の側面図である。

【図20】一実施形態にしたがう、自動芯出し条件の一般化を考慮するパラメータを図示する概念図である。

30

【図21】鏡筒およびリングねじのそれぞれの面の間に係合を強調する、一実施形態にしたがう光学組立体の一部の概略側面図である。

【図22】鏡筒およびリングねじが非対称的な形状を有する、一実施形態にしたがう光学組立体の一部の概略側面図である。

【図23A】図23Bと同じ有効ねじ山角度を有する対称的なねじ形状の概略図である。

【図23B】図23Aと同じ有効ねじ山角度を有する非対称的なねじ形状の概略図である。

【図24A】他の実施形態にしたがう、鏡筒およびリングねじが非対称的な形状を有する光学組立体の部分の、概略拡大図である。

40

【図24B】他の実施形態にしたがう、鏡筒およびリングねじが非対称的な形状を有する光学組立体の部分の、概略拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

下の記載は、鏡筒中の光学要素の自動芯出しを可能にし、そのような光学要素の装着および位置合わせを簡単にする光学組立体を対象とする。本発明の実施形態は、鏡筒内に光学要素を装着する光学組立体および方法の両方に関する。

【0021】

光学要素は、たとえば、光線を向けるもしくは光線の変える、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、さもなければ変形もしくは影響を及ぼす

50

ため、何らかの仕方で光に作用する任意の構成要素または構成要素のグループであってよい。光学要素の例としては、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、本記載にしたがって、やはり自動芯出しすることができる。光学要素は、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。光学要素は、球面または非球面の面を有する場合があります、軸外しの外形を有する場合があります。他の実施形態では、光学要素は、たとえば、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。

10

【0022】

例として、図3、図3A～図3C、および図4は、一実施形態にしたがう光学組立体20を概略的に図示する。光学組立体20は、1つまたは複数の自動芯出し光学装置25を備える空洞32を規定する鏡筒24を含む。上述の図面中に図示される場合では、鏡筒24中に装着される光学要素22と、間に光学要素22を固定するシート28および保持リング26とを含む、単一の自動芯出し光学装置25が設けられる。複数の光学装置を含む実施形態は、さらに下で記載される。

【0023】

光学要素22は、対向する第1の面S1および第2の面S2を有する。本記載にわたって、「第1の」面は、慣例により、シートに面する面を示し、一方「第2の」面は、保持リングの側に延在することに留意されたい。この慣例は、参照しやすいようにのみ使用され、いずれかの面への、何らかの特定のランク付けまたは好ましい方位もしくは特性を与えることを意味しないことが理解されよう。第2の面は、保持リングと接触する第2の面の一部として規定される周辺領域27を有する。周辺領域は、第2の面S2の局所的な形状として規定され、たとえば一般的な場合に第2の面の周辺領域が球の区間を規定する、周辺領域の曲率半径により規定される空間的な外形を有する。第2の面の周辺領域の空間的な外形は、さらに下で説明されるように、保持リングとのその相互作用に影響を及ぼす。

20

【0024】

図示される実施形態では、光学要素22は両凸であり、すなわち、各面S1およびS2が凸であり、一定の曲率半径を有する。これらの面の曲率半径は、必ずしも同じではない。本発明の様々な実施形態では、光学要素の面の一方または両方が、種々の可能な組合せで、部分的または全体的に、凸または凹のいずれかで湾曲する場合がある。上で説明したように、本発明の実施形態は、非球面レンズ、複合レンズまたは他のタイプのレンズ、鏡、DOE、ピンホールなど、図3および図4に示されるよりも複雑な構造を有する光学要素に適用することができる。両凸以外の形状を有する光学要素を含む本発明の変形形態がさらに下で説明されることになる。

30

【0025】

鏡筒24は、光学要素22が、所定の位置に、装着され位置合わせされて固定される、任意の筐体構造によって具現化することができる。上述されたように、鏡筒24は、光学要素22を受け入れる空洞32を規定する。図3、図3A、および図4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、光学要素22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、たとえば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く、したがって、光学要素22が使用される装置と別個の筐体30を設けることなく、空洞32およびその内側の物理的特徴によって規定することができる。

40

50

【 0 0 2 6 】

空洞32は、その中に光学要素22を受け入れるように適合される任意の形状を有することができる。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。光学要素22は、面S1と面S2の両方の曲率中心が中心軸B上にあるとき、鏡筒24内で適切に位置合わせされたと考えることができる。

【 0 0 2 7 】

上述され、図3B中で最も良好に見られるように、自動芯出し光学装置25は、空洞中に設けられ、光学要素22の第1の面S1と係合するシート28を含む。いくつかの実施形態では、シート28は、空洞32内で内向きに突き出る内壁34中に形成される環状の肩部38によって規定される。図示される実施形態では、肩部38は、鏡筒24の内壁34に対して直角に形成されて示され、そのため、第1の面S1は、肩部38の角の縁部40に載っている。任意選択で、図示されるように、角の縁部40は、光学要素22の第1の面S1に損傷を与えることを避けるため、研磨または機械加工によって丸めるまたは面取りをすることができる。他の実施形態では、第1の面S1とシート28との間の接点異なる可能性があることは容易に理解されよう。さらに、いくつかの実施形態では、シート28が鏡筒の内壁34の全周に沿って延在する必要はなく、欠けた部分または他の不連続部を含む場合があり、または内壁に沿って離間される複数の径方向に位置合わせされた突起によって具現化することができる。他の実装では、シート28は、たとえば、鏡筒にねじ留めされる、さもなければ鏡筒にしっかり付けられるリング形状の構成要素などの、鏡筒にしっかり付けられる別個の構造によって具現化することができる。

【 0 0 2 8 】

図5A～図5Eを参照すると、たとえば、光学要素の第1の面と本光学組立体の鏡筒のシートとの係合を具現化することができる、面Sとシート28との間の可能な係合方式の異なるタイプが概略的に図示される。図5Aは、曲面Sがシート28の縁部上に載る、縁部接点を示す。縁部が直角を規定する必要がないことに留意することができる。図5Bは、接触点において面Sの接線に沿って向けられるシートの壁上に曲面Sが載る、接線接点を示す。図5Cおよび図5Dの変形形態において、図5Cでは、面Sとシート28がトロイダル接触であるように、面Sの曲率と反対の曲率で、図5Dの例では、球面接触を規定するため、面Sの曲率と一致する曲率で、シート28自体が接点に沿って湾曲する。最後に、いくつかの実施形態では、面Sは、少なくとも面Sがシート28に当接する領域で平面であって、図5Eに示されるような平面接触を可能にすることができる。

【 0 0 2 9 】

本明細書を全体として読めば、光学組立体は光学要素の第1の面S1とシート28との間、ならびに光学要素の第2の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」基準を光学要素が満たすことを暗示する。自己芯出しとは、光学要素がシート28上で転がるまたは滑る能力のことをいう。光学要素の回転または他の運動を可能にするのに十分小さい、シートおよび保持リングに対する摩擦係数を有する光学要素を「自己芯出し」と呼ぶことが知られている。たとえば、非特許文献1から知られているように、摩擦係数についての閾値は、以下のよう

【 0 0 3 0 】

【 数1 】

$$\mu \leq \left| \frac{Y_{c1}}{2R_1} + \frac{Y_{c2}}{2R_2} \right| \quad (1)$$

【 0 0 3 1 】

上式で、

・ μ は、光学要素とシートまたは保持リングとの間の摩擦係数であり、

10

20

30

40

50

- ・ Y_{01} は、光学要素の第1の面S1とシートとの接点の半直径 (half-diameter) であり、
- ・ Y_{02} は、光学要素の第2の面S2と保持リングとの接点の半直径であり、
- ・ R_1 は、光学要素の第1の面の曲率半径であり、
- ・ R_2 は、光学要素の第2の面の曲率半径である。

【0032】

式(1)において、各面の曲率半径は、凸面については正の値、凹面については負の値を有することに留意されたい。

【0033】

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、下でより詳細に説明されることになるような本出願の「自動芯出し」と異なる概念のことをいうことが容易に理解される。

【0034】

ここで、図3Aおよび図3Cをより詳細に参照すると、鏡筒24は、1組の鏡筒ねじ42aを備える。保持リング26は、鏡筒ねじ42aと相補形である1組のリングねじ42bを介して、鏡筒24にしっかり付けられる。「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を指して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。それらの名前が含意するように、鏡筒ねじは、鏡筒の壁に沿って設けられ、一方、リングねじは、保持リングの壁に沿って設けられる。図示される実施形態では、鏡筒ねじは、鏡筒24の内壁34に沿って配設され、一方、リングねじは、保持リング26の外辺部 (outer perimeter) に沿っている。そのため、保持リングを空洞32の内側にねじ込むことができる。ねじ42a、42bは、他の実施形態に関して下で説明されるように、保持リングが鏡筒の外側にねじ込まれるように位置決めすることができる。ねじ42a、42bの両方の組がねじ経路の全体に沿って連続である必要はなく、相補形のねじの係合を可能にするように十分な接触点が設けられる限り、欠けた区間または他の不連続部を含む場合があることが容易に理解されよう。

【0035】

鏡筒ねじ42aとリングねじ42bは、相補形のねじ外形を有する。「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。規定によって、ねじ山の角度は、ねじの対向する壁により形成される角度であり、一方、ねじの組のピッチは、ねじの組の中の2つの連続した頂点間の間隔である。図6A～図6Eを参照すると、例として、様々なねじ外形が図示される。図6Aは、通常のねじ規格を表す、60°ねじ山の角度を有する切頭三角形のねじ外形を示す。各ねじの頂点は切頭されて示されるが、異なる実施形態では、ねじ形状は、正規の三角形を規定してよい。図6Bの例では、ねじの頂点および溝は、丸められた外形を有して示され、ねじ山の角度は、55°として示される。図6Aおよび図6Bに示されるねじ外形は、光学構成要素を装着するために通常使用される。しかし、台形の外形(図6C)、標準どおりの三角形の外形(図6D)、および丸められた外形(図6E)など、他のねじ外形も当技術分野で知られている。他の変形形態では、ねじ外形は非対称的である場合があり、すなわち、ねじの対向する壁が、下でさらに詳細に説明されるように、空洞の中心軸に垂直な平面に対して異なる角度に向けられる場合がある。もちろん、本明細書で示される形状およびねじ山の角度は、単に例のために与えられ、可能なねじ外形の網羅的な表現と考えるべきでない。

【0036】

「相補形」により、鏡筒ねじ42aおよびリングねじ42bの外形は、それらを共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が理解される。図示される実施形態中で、鏡筒ねじ42aおよびリングねじ42bが、同じ全体的な外

10

20

30

40

50

形を有するように示されるが、他の変形形態では、それらは、上で説明したような相補形条件を満たす限り異なる形状を有することができる。

【0037】

図3Cに戻って参照すると、保持リング26は、光学要素22の第2の面S2の周辺領域27と係合する当接部44を有し、それによって、光学要素22をシートと保持リングとの間に固定する。図3Cの図示された実施形態では、当接部44は、光学要素22の第2の面S2の周辺領域27と接触する保持リング26の面取りされた内側縁部によって規定される。任意選択で、図3Cの実施形態に図示されたように、当接部44は、第2の面S2に損傷を与えることを避けるため、丸められた角で終わらせる場合がある。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。もちろん、たとえば図5A～図5Dに図示されたものなど、他のタイプの係合も考えることができる。当接部44は、代わりに、保持リング26と第2の面S2の周辺領域27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、第2の面S2の周辺領域と、分散している個別の接触点を設ける非標準的な形状を有する場合がある。

10

【0038】

本発明の一態様によれば、各光学装置25について、鏡筒ねじ42aのねじ外形および第2の面S2の周辺領域27の空間的な外形が、自動芯出し条件を鑑みて選択され、それによって、保持リング26の何らかの偏芯と中心軸Bに対する保持リング26の対応する傾きとが、中心軸Bに対する光学要素22の第2の面S2の芯出しにカウンタバランス効果を有する。下の節では、この自動芯出し条件、および光学組立体の物理的パラメータの自動芯出し条件への影響の説明を提供する。

20

【0039】

<自動芯出し条件>

上述のように、自動芯出し条件は、保持リングの偏芯および保持リングの傾きといった2つの異なる要因のカウンタバランス効果に関する。

【0040】

以下の論考は、第2の面の周辺領域が、第2の面S2全体の一部である球状の空間的な外形を有する場合に、どのようにして自動芯出し条件を決定することができ、その結果、この空間的な外形が、第2の面の曲率半径によって完全に規定することができることの実際の例を提供する。さらに、この例では、鏡筒のねじ外形およびリングねじは台形形状を有し、したがって、ねじ山の角度によって完全に特徴付けられる。しかし、本節の概念は、本発明の範囲から逸脱することなく、異なる空間的な外形およびねじ外形に拡張できることを理解されよう。本節で説明される原理の生成についての考察は、下でさらに提供される。

30

【0041】

図7Aを参照すると、光学要素22の芯出しに対する保持リング26の偏芯の影響が、例として、光学要素について両凸形状を使用して図示される。説明するという目的のため、図7A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。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のいずれかの側に数十マイクロメートルだけ横方向にずらすことを可能にする。図7Aでは、保持リング26は、距離 Δ_{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、光学要素の第2の面の曲率中心C2は、それ自体が、距離 Δ_{shift} だけ空洞32の中心軸Bに関してずれている。第2の面の曲率中心C2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、 $\Delta_{ring} \doteq \Delta_{shift}$ であると考えられる。この等価性の裏付け証拠として、非特許文献2への参照を行うことができる。

40

【0042】

図7A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

50

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7Bで、説明するという目的のため、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と光学要素22の第2の面S2との間の係合に影響を及ぼし、したがって、光学要素自体の傾きをやはり与える。光学要素を傾けることによって、空洞32の中心軸Bに対して、第2の面の曲率中心C2が距離 Δ_{tilt} だけずれる。時計回りの傾きは、曲率中心を左向きにずらし、一方反時計回りの傾き43は、曲率中心を右にずらすことになり、後者の場合が図7Bに示される。

【0043】

10

図7B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第2の面S2の曲率中心C2の横方向偏芯は、次式のように表すことができる。

【0044】

【数2】

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

【0045】

上式で、

- ・ Δ_{tilt} (mm) は、保持リングの傾きからもたらされる第2の面の曲率中心の横方向の偏芯であり、
- ・ R (mm) は、第2の面の曲率半径であり(図面上では R_2 として示される)、
- ・ 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

【0046】

もちろん、式(2)は、 Y よりも大きい R の絶対値についてのみ成り立つ。

【0047】

保持リングが鏡筒にねじ留めされているという事実は、保持リングの傾きおよび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7Cで図示される。図7A～図7Cの構成では、(図7Cに示されるように)保持リングが左にずれている場合は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は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

【0048】

【数3】

$$\theta_{\text{ring}} = \sin^{-1} \left[\frac{2\Delta_{\text{ring}} \tan(\phi_{\text{threads}}/2)}{d_{\text{ring}}} \right] \quad (3)$$

【0049】

40

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、
- ・ ϕ_{threads} (度) は、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。

【0050】

空洞の中心軸に対する第2の面の曲率中心の偏芯 Δ_{C_2} が、中心軸に対する保持リングの偏芯と対応する傾きと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。

【0051】

【数4】

$$\Delta_{C2} = \Delta_{tilt} + \Delta_{shift} \quad (4)$$

【0052】

ここで、 Δ_{tilt} および Δ_{shift} の符号は、対応するずれの方向のことを示す。

【0053】

光学要素を芯出しするために、空洞の中心軸に対する第2の面の曲率中心の偏芯 Δ_{C2} は、無効 (null) にまたは無視できるようにされるべきであり、したがって、 Δ_{C2} は、できるだけゼロに近いべきである。上述のように、空洞の中心軸に対する第2の面の曲率中心C2のずれ Δ_{shift} が、空洞内の保持リングのずれ Δ_{ring} と等価であるので、自動芯出し条件は、式(4)を次式のように書くことにより規定することができる。

【0054】

【数5】

$$\Delta_{tilt} = \Delta_{ring} \quad (5)$$

【0055】

上式は、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とが互いにカウンタバランスすることを確かに暗示する。

【0056】

図7Cをさらに参照すると、説明するという目的のため、自動芯出し条件にしたがう光学要素22の自動芯出しが、再び誇張された仕方で概略的に図示される。理解できるように、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、図示される例では左に) 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、図示される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、第1の面S1の曲率中心C1と第2の面S2の曲率中心C2とをつなぐ線として規定される光学要素22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。

【0057】

本記載を通して、自動芯出し条件への言及は、式(5)の条件が満たされる状況に関する。下に記載される実施形態から理解されるように、ねじ山の角度または外形、第2の要素の第2の面の周辺領域の空間的な外形など、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。

【0058】

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。実際のところ、自動芯出し条件は、光学要素の芯出しを実現するために保持リングの偏芯を使用する。

【0059】

<光学要素を装着する方法>

本発明の一態様によれば、鏡筒内で光学要素を装着する方法が提示される。上で説明したように、鏡筒はシートを有する空洞を規定し、空洞は、やはり中心軸を有する。この方法は、上に規定されたような様々な光学要素に適用することができ、光学要素は、そこで、対向する第1および第2の面を有する。

【0060】

本発明の実施形態にしたがう方法のステップは、図8A～図8Eに図示される。

【0061】

図8Aを参照すると、方法は、最初に、保持リング26を設けるステップを含む。保持リング26は、光学要素の第2の面の周辺領域と係合するための当接部44を有する。図示される例では、当接部は、単純に、保持リングの内側縁部によって具現化される。もちろん、光学組立体に関して記載された当接部44の任意の変形形態は、本方法の実施にお

10

20

30

40

50

いて適用することができる。この段階において、保持リングは、まだねじを備えていないが、いくつかの実施形態において、ねじ外形が本方法を実施する前に決定されるパラメータである場合、保持リングは、ねじを既に有する場合があることに留意されたい。

【0062】

方法は、上に規定されたような自動芯出し条件、すなわち、それによって保持リングの任意の偏芯と中心軸に対する保持リングの対応する傾きとが、中心軸に対する光学要素の芯出しにカウンタバランス効果を有する条件を決定するステップをさらに含む。

【0063】

いくつかの実施形態では、自動芯出し条件は、以前の節で提示された論者を使用して決定することができる。このため、図7Cの例に戻って、上の式(2)、式(3)、および式(5)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。

【0064】

【数6】

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

【0065】

当業者なら、上の式(6)が、光学要素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。より複雑なモデルは、任意選択で、保持リングの正確な形状および鏡筒ねじのピッチを考慮に入れることができる。そのようなより複雑なモデルを使用して、式(6)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。

【0066】

【数7】

$$\frac{d_{ring}}{2 \tan(\varphi_{threads}/2)} = \sqrt{R^2 - Y^2} + h + T/2 \quad (7)$$

【0067】

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9で示されるが、以下のように規定される。

- ・ hは、(i) 光学要素22の近傍にリングねじ42bを有する鏡筒ねじ42aの第1の接触点90と、(ii) 第2の面S2の周辺領域27を有する保持リング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) 光学要素22の近傍にリングねじ42bを有する鏡筒ねじ42aの第1の接触点90と、(ii) 光学要素22から最も遠く、第1の接触点90と径方向に反対の、リングねじ42bを有する鏡筒ねじ42aの最後の接触点94との間の距離である。

【0068】

当業者は、光学組立体および満たされるべき光学的な要件に依存して、式(6)の表現と式(7)の表現との間で選択を行うことができる。たとえば、レンズ直径が小さく、レンズの曲率半径が小さい場合、簡略化した式(6)の精度が低下する可能性がある。

【0069】

当業者なら、式(6)および式(7)が、組立体の構成要素の幾何形状に対して2つの仮定をするモデルに基づくことに気づくであろう。第1に、鏡筒ねじのねじ外形が、対称的なねじ山の角度、すなわち、ねじの対向する壁が空洞の中心軸に垂直な平面に対して同じ角度に向けられるねじ外形によって完全に規定されることが暗示される。第2に、第2の面の周辺領域の空間的な外形が球面であることも暗示される。他の実装では、自動芯出し条件の決定は、より一般的なモデルに基づく場合がある。そのようなモデルの例が下に

10

20

30

40

50

提供される。

【0070】

上の式(6)または式(7)中に含まれるパラメータのほとんどは、通常、設計要件にしたがって、光学要素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、ねじ山の角度 ϕ_{threads} および第2の面の曲率半径Rは、光学要素の自動芯出し条件を満たすために、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、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、これらのパラメータについての1対の値を見いだすことができる。しかし、実際の自動芯出し条件が、全ての設計で利用可能でない場合があり、たとえば、設計要件が、第2の面の曲率半径に大きすぎる値を課す、または実際的でないねじ山の角度を課す場合、いくつかのパラメータは、再検討する必要がある場合があることを理解されよう。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、自動芯出し条件の他のパラメータは、光学要素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。

10

【0071】

本発明の実施形態にしたがう方法は、1組の鏡筒ねじについてのねじ外形および第2の面の周辺領域についての空間的な外形を、前記自動芯出し条件を鑑みて選択するステップをさらに含む。

【0072】

本発明の実施形態にしたがって自動芯出し条件を鑑みた、鏡筒ねじについてのねじ外形および第2の面の周辺領域についての空間的な外形の選択によって、多くの事例における光学要素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、規定されるように、自動芯出し条件中の各パラメータについて提供される正確な値を選択することが望まれる場合がある。そのような選択をする場合でさえ、結果として得られるレンズの芯出しが、実際の条件では完全となることはできない。保持リングを使用する鏡筒中の光学構成要素の芯出しは、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。典型的な実装では、最も良好な工業的実践を使用して、以下の製造公差を考えなければならない。

20

- ・ 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： $\pm 0.1 \text{ mm}$
- ・ 第2の面の曲率半径： $\pm 1\%$

30

【0073】

理論的には、上にリスト化された製造公差によって引き起こされるレンズ偏芯は、典型的には、約 $3 \mu\text{m}$ 以内である。自動芯出し条件の正確なパラメータを選択することによって、実際には、上述の製造公差を含んで、典型的には $5 \mu\text{m}$ 以内の精度で、中心軸に対する光学要素の芯出しを実現できることが、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、光学要素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、 $150 \mu\text{m}$ 以上ほどの大きさとなる可能性がある。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を通して、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、ねじ山の角度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° の倍数に調整することができる一方、多くの用途用に、光学要素の芯出しの十分な精度を実現する。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。

40

【0074】

異なる光学設計に対する本発明の適用についての様々な可能なオプションが下に与えら

50

れる。

【0075】

図8Bを参照すると、方法は、次に、上のステップで選択されたようなねじ外形にしたがう鏡筒ねじ42aを有する鏡筒24を設けるステップと、やはり、鏡筒ねじ42aと相補形であるリングねじ42bを有する保持リング26を設けるステップとを含む。非標準的なねじ山の角度が選択されるいくつかの実施形態では、この効果への特殊なツールの調達が必要となる可能性がある。ねじ切りツールは、当技術分野で知られており、本明細書で述べる必要はない。たとえば光学要素の第2の面の周辺領域の空間的な外形のみが適合されることになる他の変形形態では、より普通のねじ切りツールを使用することができる。他の変形形態では、ねじが、鏡筒の中および／または保持リング上に以前から設けられる場合があり、その外形は、自動芯出し条件の決定において考慮に入れられる。

10

【0076】

必要な場合、方法は、次に、選択された空間的な外形にしたがい、したがって少なくとも周辺領域に沿って、第2の面を変形するステップを含む。そのようなステップが、図8Cに図示される。このステップは、選択された空間的な外形が、第2の面の周辺領域に沿って第2の面によって以前から規定される外形と同じでない状況でのみ必要であることを、当業者なら容易に理解するであろう。光学要素が作られる材料に応じて、研削、ダイヤモンド旋削、または当業者に知られている任意の技法など、様々な技法を使用することができる。

【0077】

20

図8Dを参照すると、方法の次のステップは、第1の面S1をシート28に当接させた状態で、空洞32の中に光学要素22を位置決めするステップを含む。このステップは、本明細書で記載する必要がない、既知の技法にしたがって実行することができる。

【0078】

最後に、方法は、保持リング26の当接部44が光学要素22の第2の面S2と係合するまで、保持リング26を鏡筒24とねじ留めするステップを含む。当業者なら容易に理解するように、保持リングと光学要素との適正な係合を確かにするのに、注意をすべきである。このステップは、図8Eに図示される。このステップを一度達成すると、光学要素22は、シート28と保持リング26との間に固定される。自動芯出し条件によれば、保持リングの偏芯に関係なく、光学要素の芯出しへの保持リングの偏芯の影響は、保持リングの傾きの影響によって、選択されたパラメータにより提供される精度のレベル内へとカウンタバランスされることになる。さらなる位置合わせ技法は必要でないが、所望に応じていくつかを使用する場合がある。いくつかの実施形態では、任意選択で、接着剤を追加して、光学要素を鏡筒にしっかり付けることができる。

30

【0079】

多くの用途について、保持リングは、上に記載されたような方法を介して得られる光学組立体の部分のままであってよい。しかし、いくつかの変形形態では、保持リングは、光学要素を位置決めするための芯出しツールとして使用して、後で組立体から取り除く場合がある。そのような実施形態の一例では、上の方法は、保持リングのねじ留めステップの後に、接着剤などを使用して、シートおよび／または空洞の内壁に光学要素をしっかり付けるステップ、および光学要素が一度固定されたら、保持リングを空洞から取り除くステップといったさらなるステップを含む場合がある。

40

【0080】

下の節は、説明のため、本発明を具現化することができるいくつかの光学組立体を記載する。これらの組立体の各々が上の方法またはその変形形態にしたがって製造できることは、容易に理解されよう。本発明の範囲から逸脱することなく、図示される実施形態の様々な態様が異なる仕方で組み合わせることができることも理解されよう。たとえば、本明細書に記載される特定の組合せにかかわらず、光学要素の第1の面についての異なるタイプの幾何形状を、光学要素の第2の面の様々な幾何形状と組み合わせることができる。

【0081】

50

<ねじ山の角度の調整>

いくつかの実施形態では、第2の面S2の曲率半径は、光学要素22の目標とする光学特性にしたがって予め決定される。たとえば、図3、図3A～図3C、および図4の両凸レンズの例では、第2の面S2は球状であり、第2の面S2に沿った全ての点について同じ曲率半径を有し、曲率半径は、光学要素の所望の焦点距離にしたがって選択される。そのような実施形態では、ねじ外形は、光学要素の自動芯出しを鑑みて調整される。この例では、ねじ外形は、三角形の形状を有し、ねじ山の角度 $\phi_{threads}$ によって特徴付けられる。したがって、式(6)または式(7)の他のパラメータを鑑みて選択されるねじ山の角度の値を実現することによって、自動芯出し条件が満たされることをもたすことができる。あるいは、同様の実施形態では、ねじ外形は、対称的または非対称的であってよい、台形状または別の外形を有する場合がある。

10

[0082]

図3、図3A～図3C、および図4を依然として参照し、上の式(6)にしたがうと、この実施形態では、ねじ山の角度の値 $\phi_{threads}$ は、次式で決定される。

[0083]

[数8]

$$\phi_{threads} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{ring}}{2\sqrt{R^2 - Y^2}} \right) \quad (8)$$

20

[0084]

あるいは、式(7)のモデルが使用される場合、次式である。

[0085]

[数9]

$$\phi_{threads} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{d_{ring}}{2\sqrt{R^2 - Y^2} + 2h + T} \right) \quad (9)$$

[0086]

上式では、上で説明したように、

30

- ・ d_{ring} は、リングねじに沿った保持リングの直径であり、
- ・ R は、第2の面の周辺領域に沿った、第2の面の曲率半径の値であり、
- ・ Y は、保持リングの当接部の半直径であり、
- ・ h は、(i) 光学要素の近傍にリングねじを有する鏡筒ねじの第1の接触点と、(ii) 第2の面の周辺領域を有する保持リングの当接部の接触点との間の距離であり、
- ・ T は、(i) 光学要素の近傍にリングねじを有する鏡筒ねじの第1の接触点と、(ii) 光学要素から最も遠く、第1の接触点と径方向に反対の、リングねじを有する鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である。

[0087]

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るパラメータではない。典型的には、光学組立体の構成要素上に設けら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。したがって、ねじ外形が、たとえば国際標準化機構(ISO)、米国機械学会(ASME)、米国規格協会(ANSI)、ドイツ規格協会(DIN: Deutsches Institut für Normung)といった、標準設定機関により確立された標準ねじと異なることが、本発明のいくつかの実施形態の特徴である。典型的な実施形態では、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、55または60°以外の値を有する。

40

[0088]

そのような実施形態の数値例は、下の表1に提供される。

[0089]

50

【表1】

表1： 空洞の内側にねじ留めされる
保持リングを有する鏡筒中に装着される両凸レンズ

パラメータ	例1	例2	例3
R2 (mm)	38.76	82.29	31.39
Y (mm)	24	19	14.25
H (mm)	0.5	0.5	0.5
T (mm)	1.98	1.98	1.98
d_{ring} (mm)	53.58	43.71	34.02
$\phi_{threads}$ (度)	80	30	60

10

【0090】

そのような実施形態で、光学要素の芯出しが、光学要素の第1の面の曲率半径に影響を受けないということは注目に値する。その結果、同様の実施形態で、第1の面S1が平面または凹であっても、依然として上と同じ自動芯出し条件を満たすことができる。そのような実施形態は、たとえば図10A（平凸構成）および図10B（メニスカス構成）で図示される。

20

【0091】

上の変形形態の記載において、鏡筒およびリングねじが対称的な外形を有することが暗黙のうちに仮定されることに留意されよう。言い換えると、ねじの上壁の傾斜は、その下壁の傾斜に等しいが、空洞の中心軸の法線に対して反対の方向である。

【0092】

実際には、本明細書に記載されるような光学組立体では、保持リングが鏡筒内にねじ込まれ、光学要素に当接すると、システム中で生じる機械的力は、典型的には、保持リングを光学要素から離すように押すように作用する。図21を参照すると、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42bの上面104が鏡筒ねじ42aの下面102に向かって押すような仕方で係合することがわかる。「上」方向および「下」方向への言及は、本明細書では、図21へ参照しやすくするための簡略表現として使用され、上面は、光学要素22から離れる方向に向く面として慣例によって指定され、一方下面は、光学要素22へと向くことを理解されよう。そのような慣例の使用は、光学組立体に何らかの優先的な方位を付与することを意味していない。

30

【0093】

実際には、組立体内の力のバランスにおいて、各鏡筒ねじ42aの上面108および各リングねじ42bの下面106の影響は、無効（null）でありまたは無視できる。リングねじ42bの下面106および鏡筒ねじ42aの上面108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42bと鏡筒ねじ42aとの相補性は、互いに接触する面、すなわち、リングねじ42bの上面104と鏡筒ねじ42aの下面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。

40

【0094】

いくつかの実施形態では、リングねじおよび鏡筒ねじは、空洞または保持リングの対称軸に対して非対称である空間的な外形を有する場合がある。図22を参照すると、そのような実施形態が例として示される。非対称形のねじを有する実施形態を記載するため、実効ねじ角 ω 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 ω は、鏡筒ねじ42aの下面102と空洞32の中心軸に垂直な平面Pとによって形成される

50

角度として規定することができる。

【0095】

ねじが対称的である場合、実効ねじ角 ω は、 $\phi_{\text{threads}}/2$ 、すなわち、ねじ山の角度の半分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(6)および式(7)中の $\phi_{\text{threads}}/2$ を ω で単に置き換えることによって得ることができ、次式を得る。

【0096】

【数10】

$$\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\omega)} = \sqrt{R^2 - Y^2} \quad (6')$$

10

【0097】

または

【0098】

【数11】

$$\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\omega)} = \sqrt{R^2 - Y^2} + h + T/2 \quad (7')$$

20

【0099】

いくつかの実施形態では、非対称形のねじ外形は、自動芯出しの利用可能な範囲を有利に拡大して、たとえば、魚眼レンズなど、非常に小さい曲率半径を有する第2の面を有する光学要素、ならびに非常に大きい曲率半径を有する第2の面を有する光学要素での自動芯出し条件の使用を促進することができる。この点を説明するため、図23Aは、非常に小さい曲率半径を有する光学要素のための自動芯出し条件を満たすのに有益となることができる、 120° の大きいねじ山の角度 ϕ_{threads} を有する対称的なねじ外形を示す。しかし、そのようなねじ外形は、ねじ山の高さ h_{threads} が、ねじのピッチ p_{threads} の実際の値に対して非常に小さい必要があることになるので、製造するのが困難な可能性がある。図23Bに示されるように、非対称形のねじ外形を使用することにより、たとえば、図示される例における 60° に対応する、図23Aのねじ山の角度 ϕ_{threads} の半分の値に対応する実効ねじ角 ω を使用することができる。この構成によって、自動芯出し条件を満たす一方、同じねじのピッチ p_{threads} について、図23Aの対称的な外形についても2倍大きいねじ山の高さ h_{threads} を実現することが可能になる。

30

【0100】

図22および図23Bの図示された例において、一緒に接触せず、したがって光学要素の位置合わせに影響を及ぼさない、鏡筒およびリングねじの面は、平面Pに平行に示される。これらの実施形態では、したがって実効ねじ角 ω は、たとえば、鏡筒ねじ42aの下面102と上面108との間の角度といった、ねじの対向する面によって形成される角度に対応する。言い換えれば、そのような構成の実効ねじ角 ω は、非対称形のねじ山の角度 ϕ_{threads} に対応する。しかし、他の実施形態では、一緒に接触しない鏡筒およびリングねじの面が異なる方位を有する場合があります。この場合、実効ねじ角 ω は、非対称形のねじ山の角度と異なることになる。そのような実施形態にしたがうねじ外形の例が、図24Aおよび図24Bに示される。

40

【0101】

図24Aの構成では、鏡筒ねじ42aの下面102とリングねじ42bの上面104とが、平面Pとの実効ねじ角 ω を規定し、一方リングねじの下面106と鏡筒ねじの上面108の両方が、平面Pに対して同じ浅い角度 α を形成する。角度 α は実効ねじ角 ω と異なる。角度 ω と角度 α の合計に対応する、この変形形態におけるねじ山の角度 ϕ_{threads} は、自動芯出し条件に関係せず、式(6')および式(7')中に表されるように、実効ね

50

じ角 ω が考慮するべき関係のあるパラメータである。

【0102】

図24Bの構成では、別の非対称形の実施形態が示されており、鏡筒ねじ42aの上面108とリングねじ42bの下面106とが異なる方位を有し、平面Pとの異なる浅い角度 α_a および α_b を形成するものとして示される。これらの2つの面は、鏡筒内の保持リングの係合に寄与しないので、これらの2つの面が相補形である必要がないことは、当業者なら容易に理解されよう。そのような実施形態では、鏡筒ねじのねじ山の角度 ϕ_{thread_a} は、リングねじ42bのねじ山の角度 ϕ_{threads_b} と異なる。やはり、この実施形態でも、自動芯出し条件は、実効ねじ角 ω を考慮に入れて評価するべきである。

【0103】

<第2の面の曲率半径の調整>

いくつかの実施形態では、以前の節で記載された実施形態で提供されたような、鏡筒ねじおよびリングねじの外形を調整することが可能でない、または望まれない場合がある。そのような場合、光学要素の第2の面の周辺領域の空間的な外形は、中心軸に対する光学要素の所望の自動芯出しに鑑みて調整することができる。

【0104】

図11A～図11Dを参照すると、光学要素22の第2の面S2が、第2の面S2の周辺領域27の空間的な外形とは異なる、光学要素22の目標の光学特性にしたがって予め決定された空間的な外形を有する中心領域46を有する実施形態が示される。

【0105】

図11Aの例では、光学要素は両凸であり、第2の面S2の中心領域46は、曲率中心C2を規定する一定の曲率半径R2の球状の区間を規定し、曲率半径は、たとえば、光学要素22の所望の焦点距離に鑑みて選択される。しかし、曲率半径R2は、ねじ山の角度の選択された値について、上で説明した自動芯出し条件を実現しない。本発明の1つの任意選択の態様によれば、第2の面の周辺領域27が、曲率中心C2およびR2と異なり、式(6)のモデルを使用して次式に対応する曲率半径Rを有する球の環状の区間を規定するように、第2の面の周辺領域27を機械加工する、さもなければ成形することができる。

【0106】

【数12】

$$R = \sqrt{\left[\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\phi_{\text{threads}}/2)} \right]^2 + Y^2} \quad (10)$$

【0107】

または、式(7)のモデルを使用して、

【0108】

【数13】

$$R = \sqrt{\left[\frac{d_{\text{ring}}}{2 \tan(\phi_{\text{threads}}/2)} - h - T/2 \right]^2 + Y^2} \quad (11)$$

【0109】

上式では、上で説明したように、

- ・ d_{ring} は、リングねじに沿った保持リングの直径であり、
- ・ R は、第2の面の周辺領域に沿った、第2の面の曲率半径の値であり、

10

20

30

40

50

- ・ ϕ_{threads} は、鏡筒ねじのねじ山の角度の値であり、
- ・ Y は、保持リングの当接部の半直径であり、
- ・ h は、(i) 光学要素の近傍にリングねじを有する鏡筒ねじの第1の接触点と、(i i) 第2の面の周辺領域を有する保持リングの当接部の接触点との間の距離であり、
- ・ T は、(i) 光学要素の近傍にリングねじを有する鏡筒ねじの第1の接触点と、(i i) 光学要素から最も遠く、第1の接触点と径方向に反対の、リングねじを有する鏡筒ねじの最後の接触点との間の距離である。

【0110】

式(10)または式(11)の平方根の正值解は、図11Aに図示されるように、第2の面の図示された周辺領域の凸の性質に鑑みて保持されたことに留意されよう。好ましくは、曲率半径Rを有する周辺領域の半径範囲は、保持リングの当接部との周辺領域全体の係合をカバーするのに十分な幅があり、光学要素22の光学特性に影響を及ぼさないように十分狭い。図11A、および他の図に図示された例における周辺領域27の曲率は、目には平面に見える可能性があるが、この外観は、その曲率半径Rよりもはるかに小さい長さの湾曲区間の表示のアーチファクトであることを、当業者なら留意されよう。

10

【0111】

図11Bは、第1の面S1が凸の代わりに凹であり、第1の面が、その周りにシート28と係合する平面部を有する、図11Aの実施形態と同様の実施形態を示す。図11Cは、第1の面全体が平面である、別の同様の變形形態を示す。他の図示していない実施形態では、本発明の範囲から逸脱することなく、当接部と接触する第1の面の領域の形状が、中心領域の形状と異なる場合がある。図11Dは、第2の面S2の中心領域46が平面である別の變形形態を示す。実際、第2の面S2の周辺領域27のみが自動芯出し条件を満たす必要があり、そのため、本実施形態は、第2の面の中心領域46について、様々な外形に適用することができる。

20

【0112】

図12A～図12Cを参照すると、光学要素の第2の面がその中心領域46において凹の外形を有する本発明の變形形態が示される。第1の面S1は、凸(図12A)、その周りにシート28と係合する平面の周辺領域を有する凹(図12B)、または平面(図12C)として、それぞれ示される。この場合も、他の図示していない実施形態では、本発明の範囲から逸脱することなく、当接部と接触する第1の面の領域の形状が、中心領域の形状と異なる場合がある。図11A～図11Dの実施形態の場合と同様に、光学要素22の第2の面S2の中心領域46は、この場合は、曲率中心C2が第2の面S2の側にある凹の外形といった、光学要素の目標の光学特性にしたがって予め決定された空間的な外形を有する。しかし、第2の面の周辺領域27の空間的な外形は、中心領域46の空間的な外形と異なり、たとえば、曲率半径Rおよび曲率中心C2'の球の、凸の環状の区間を規定する。この仕方では、周辺領域27の曲率半径Rは、光学要素22の光学特性に何ら影響を及ぼすことなく、式(10)または式(11)の自動芯出し条件に適合させることができる。

30

【0113】

本明細書に記載される變形形態のほとんどがねじ山の角度または第2の面の周辺領域の曲率半径のいずれかを調整することを含むが、他の実施形態は、ねじ山の角度の調整および第2の面の周辺領域の曲率半径の調整の両方を提供することにより、両方のカテゴリー中の變形形態を組み合わせることができ、その結果、両方のパラメータが自動芯出し条件に集合的に寄与することが容易に理解されるであろう。当業者は、同様の性質の多数の組合せを想定することができる。

40

【0114】

<凹形状を有する第2の面>

図13、図13A、および図13Bを参照すると、保持リング26の当接部44と接触する周辺領域27に延びる凹形状を第2の面S2が有する、本発明の別の実施形態が示される。この構成では、標準的な保持リングが空洞内側にねじ留めされて、光学要素22の

50

凹の周辺領域27上に当接する場合、中心軸に対する保持リングの偏芯および傾きの寄与が、両方とも、同じ方向に沿ってレンズを偏芯する作用をし、したがって、自動芯出し条件をもたらすカウンタバランス効果は有効とならない。しかし、組立体の設計に様々な調整を行うことができ、その結果、保持リングの偏芯および傾きは、反対の方向に沿って光学要素を偏芯するように作用をし、したがって、自動芯出し条件を満たすことを可能にする。

【0115】

一例では、内向きのリングねじを有し、外向きの鏡筒ねじに係合する保持リング26を使用して、この難点を回避することができる。図13、図13A、および図13Bの図示された例では、保持リング26は、内向きのリングねじ42bを有する外側環状区間48を含み、外側環状区間は、鏡筒24の外側に延在する。リングねじ42bは、したがって、外側環状区間48の鏡筒に向けた壁50上に設けられる。鏡筒ねじ42aは、鏡筒24の外壁36上にある。保持リング26は、空洞の内側に延在し、当接部44を含む、内側環状区間52をさらに含む。わかるように、図示された実施形態において、当接部44は、単に、内側環状区間52の縁部によって規定される。任意選択で、当接部44を規定する内側環状区間の縁部は、光学要素22の第2の面S2に損傷を与えることを避けるように、面取りをする、または丸めることができる。

10

【0116】

図13に示される構成は、同じ鏡筒24中に光学要素の以後の装着を妨げるので、単一の自動芯出し装置として、または一連の自動芯出し装置の最も上のものとして好適となることに留意されよう。図14Aに示される別の変形形態では、鏡筒24の空洞32は、空隙53を規定する内部突起51を含む場合があり、空隙53の中に、保持リング26の外側環状区間52を挿入することができる。この構成によって、鏡筒ねじ42aを外向きに、リングねじ42bを内向きにそれぞれ向けて、自動芯出し条件を可能にする一方、他の光学要素を空洞中に続けて装着することを依然として可能にする。

20

【0117】

別の手法によれば、たとえば図14Bに図示されるように、鏡筒とリングねじの実効ねじ角は、負の値を有する場合がある。「負の」ねじ山の角度とは、鏡筒ねじ42aが組立体の下に向かって指すことをいうと理解され、したがって、鏡筒ねじ42aの両方の面は、空洞の内向きの下に向かう傾斜で、ほぼ同じ方向に角度を付けられる。もちろん、したがって、相補形のリングねじは、空洞の外向きに反対の上向きの傾斜を有する。図14Bに示されるように、この場合、鏡筒ねじ42aの下面102およびリングねじ42bの上面104は、空洞の中心軸に垂直に、平面Pに対して下向きに延び、このため、負の角度への言及となる。

30

【0118】

そのような実施形態のねじ外形が、空洞の中心軸に垂直な平面Pに対して非対称であるので、適用可能な場合、式(6')および式(7')に関して上に提示された形式を、 $\phi_{threads}$ の代わりにパラメータとして実効ねじ角 ω を使用し、パラメータhおよびTの符号を変えることによって適用することができる。

【0119】

保持リング26の偏芯に対する負の実効ねじ角の影響は、式(2)および式(3)を参照すると最も良好に理解することができる。式(3)から、ねじ山の角度 $\phi_{threads}$ の符号を変えることによって、保持リングの傾き θ_{ring} の符号も変わることを演繹することができる。式(2)から、 θ_{ring} の符号を変えることによって、今度は、第2の面の曲率中心の横方向偏芯 Δ_{tilt} の符号が変わることがわかる。したがって、負のねじ山の角度の使用は、保持リング26の傾きからもたらされる偏芯の方向を逆にし、したがって、凹の第2の面S2について、自動芯出し条件を満たすことを可能にする。

40

【0120】

図13、図13A、図13B、図14A、および図14Bの実施形態についての自動芯出し条件は、ねじ外形、第2の面の周辺領域の空間的な外形、または両方のいずれかを調

50

節することによって達成することができる。たとえば、鏡筒ねじ42aのねじ山の角度（または、実効ねじ角）を選択して、式(8)または式(9)または実効ねじ角についての等価な定式の条件を満たすことができる。第2の面の曲率半径を、全面に沿って、または周辺領域27に局所的に沿って選択して、式(10)または式(11)の条件を満たすことができる。さらに、光学要素22の第1の面は、以前の実施形態に関して記載されたような任意の形状を有することができる。

【0121】

<非球面の面を有する光学要素>

上述のように、本発明の実施形態は、球状凹、球状凸、または平面のいずれかである第1および第2の面を有する光学要素に限定されない。例として、図15は、光学要素22が非球面レンズである光学組立体20を示す。図示される例では、非球面レンズの第2の面S2は、異なる曲率半径R2およびR2'を通して記載することができ、第1の面S1はその異なるセクションに沿って曲率半径R1、R1'およびR1''を有する。形状はレンズ以外の光学要素に適用することができ、描かれるまさにその形状は説明目的だけのためのものであることを理解されよう。多くの他の形状を考慮することができ、いくつかの実施形態では、いずれかの面の曲率半径は、面に沿って逐次に連続的に変化することができる。図15の例について、いくつかの実施形態では、第2の面の周辺領域27に沿った曲率半径R2'を、自動芯出し条件に鑑みて選択または適合することができる。あるいは、鏡筒ねじ42aのねじ山の角度または外形が、レンズの自動芯出しのために調整されるパラメータとなる場合がある。他の変形形態では、両方のパラメータを、自動芯出し条件に鑑みて適合することができる。この例から特に明らかであるように、自動芯出し条件は、周辺領域27以外の領域中の第2の面S2の外形から独立であり、したがって、本発明の実施形態を、様々な物理的態様を有する光学要素に適用可能にする。

【0122】

<光学要素としてのスリーブ>

図16を参照すると、いくつかの変形形態では、光学要素22は、1つまたは複数の光学構成要素56a、56bが装着されるスリーブ54によって具現化することができる。スリーブは、鏡筒24の空洞32の内側に挿入され、保持リング26によってそこに保持される。スリーブ54は、第1および第2の面を規定する対向する端部58および60を有する。図示される例では、図の上部に延びるスリーブ54の端部60は、周辺領域27に沿って湾曲した外形を有する。すなわち、領域は、保持リングの当接部44と接触し、こうしてこの外形が曲率半径を規定する。この曲率半径は、ねじ外形および組立体の他のパラメータに鑑みて、上で説明した自動芯出し条件を満足するように適合させることができる。

【0123】

スリーブ54の中に装着される各光学構成要素56a、56bは、レンズ、鏡、回折光学素子、ピンホールなどによって具現化することができる。各光学構成要素56a、56bはスリーブ54に対して芯出しされ、その結果、スリーブ54の自動芯出しは、今度は、光学構成要素56a、56bを、空洞32の中心軸Bに対してそこで芯出しすることになる。図示された実施形態では、光学構成要素56bのうちの1つは、上で説明した原理にしたがって、ねじ留めされた保持リング26を使用して、スリーブ54内で自動芯出しされる。他の光学構成要素56aは、たとえば、能動的な位置合わせとその後続く光学構成要素の接着といった異なる技法にしたがって芯出しされる。他の組立体では、光学構成要素56は、スリーブ54中に通常の「ドロップイン」手法を使用して装着することができ、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。異なる変形形態では、光学構成要素の数を変えることができ、各光学構成要素を、スリーブ内で、自動芯出ししても、自動芯出しをしなくてもよいことを容易に理解されよう。図16の図示する例は、光学構成要素56a、56bが装着されるスリーブ54を含む下位組立体によって光学要素22が具現化される、単一の自動芯出し装置25を有する光学組立体20を示すが

、異なる変形形態では、光学組立体20が複数の自動芯出し光学装置25を含み、それらの中の1つまたは複数が、上のようにスリーブおよび光学構成要素を含み、スリーブは、スリーブ中に装着する任意の数の光学構成要素を有する場合があることをさらに理解されよう。

【0124】

<複数の自動芯出し光学装置を有する組立体>

図17、図17A、および図18を参照すると、鏡筒24の空洞32内に縦続接続される複数の自動芯出し光学装置25を含む本発明の実施形態にしたがう光学組立体20が示される。各光学装置25は、空洞32の中に装着され、対向する第1の面および第2の面を有する光学要素22を含む。空洞は、各々が光学装置25のうちの1つと関連し、対応する光学要素22の第1の面S1と係合する複数のシート28を含む。様々なシートは、たとえば、鏡筒24の内壁で機械加工され、こうして、鏡筒24の一体部分である場合がある。空洞は、鏡筒ねじ42aの複数の組をさらに含み、各組は、光学装置25のうちの1つと関連する。各自動芯出し装置25は、対応する鏡筒ねじ42aと相補形であるリングねじ42bの組を通して鏡筒24にしっかりと付けられる保持リング26を含む。本実施形態の各図示される自動芯出し装置25では、保持リング26は、空洞32の内側にねじ留めされるが、変形形態では、最も上の光学装置25の保持リング26は、図13に示されるように、鏡筒24の外側にねじ留めすることができることを理解されよう。各光学装置25では、保持リング26は、光学要素22の第2の面S2の周辺領域27と係合する当接部44を有し、その結果、光学要素22は、シートと保持リングとの間に固定される。

10

20

【0125】

上で説明したように、各自動芯出し光学装置25について、鏡筒ねじのねじ外形および第2の面の周辺領域の空間的な外形は、保持リングの何らかの偏芯と中心軸に対する保持リングの対応する傾きとが、中心軸に対する光学要素の芯出しについての相互のカウンタバランス効果を有し、それによって光学要素22を自動芯出しするようなものである。

【0126】

図17、図17A、および図18に示される鏡筒の空洞32の中に装着される全ての光学要素が、自動芯出し光学装置25の部分であるが、他の変形形態では、同じ鏡筒中の1つまたは複数の構成要素を異なる技法にしたがって装着できることが容易に理解されよう。言い換えると、結果として得られる光学組立体の設計および/または製造で直面する様々な制約にしたがって、自動芯出し装置25および標準的な技法を使用して光学要素が芯出しされる装置を、同じ鏡筒内で混ぜることができる。

30

【0127】

本明細書に記載される自動芯出し装置の様々な実施形態は、複数の光学装置を有する光学組立体内に組み込むことができ、多くの仕方でそこに組み合わせることができることをさらに理解されよう。

【0128】

<異なるねじ外形および第2の面の空間的な外形への拡張>

前の節で記載された実施形態は、ねじ外形が、三角形もしくは台形であり、または個別の鏡筒ねじ上の直線状の面によって規定される別の外形を有し、したがってねじ山の角度 ϕ_{threads} または実効ねじ角 ω によって完全に特徴付けられるという事実に基づいて。しかし、当業者なら、本明細書に説明される自動芯出し条件は、鏡筒ねじがより複雑な外形を有する場合にも適用できることを了解するであろう。

40

【0129】

図19、および図19A～図19Dを参照すると、いくつかの実施形態では、相補形のねじのねじ外形が、湾曲した形状を有する場合がある。図19および図19Aの例では、鏡筒ねじ42aの下面102が丸められた形状を有し、リングねじ42bがほぼ一致する丸められた上面104を有する。他の実施形態では、ねじの全体的な幾何形状が十分に相補形でありその間でねじ係合を可能にする限り、リングねじ42bの上面104は、鏡筒

50

ねじ42aの下面102の形状の鏡像でない形状を有することができることを容易に理解されよう。

【0130】

図19は、いくつかの変形形態では、周辺領域27中の第2の面S2の空間的な外形が球以外であり、したがって、一定の値の曲率半径によって完全には規定されないことも図示する。図示される例では、第2の面の周辺領域が円錐形であり、すなわち、錐体の円形部を規定する。図19Eは、この状況における、光学要素の形状の、より良好な3次元可視化を可能とする。したがって、この面を規定するために、一定の半径または曲率を使用することができないことを容易に理解されよう。

【0131】

そのような場合への自動芯出し条件の一般化は、保持リング26が自動芯出し条件を満たすと考えられる位置にある場合を示す、図20の図面を参照するとより良好に理解することができる。この図面では、リングー光学要素の接触点74が、保持リング26の内側の角と、このリングー光学要素の接触点74における光学要素の第2の面の、瞬間的な曲率半径に対応する曲率半径Rを有する第1の円70との交点として表される。接触点74における第1の円70への接線76と、保持リング26の平面との間の局所的で等価なリングー光学要素の角度 β は、次式のように書くことができる。

【0132】

【数14】

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{Y}{R}\right), \quad (12)$$

【0133】

上式で、Rは、リングー光学要素の接触点74における光学要素の第2の面の局所的な曲率半径であり、Yは、保持リングの当接部の半径径(すなわち、リングー光学要素の接触点74と保持リングの対称軸とをつなぐ線分の長さ)である。

【0134】

同様に、リングー鏡筒の接触点78が、図20上で、保持リング26の外側の角と第2の円72との交点として表される。第2の円72は、第1の円70と中心が同じで、共同の曲率中心(joint center of curvature)Cとリングー鏡筒の接触点78とをつなぐ線に対応する半径を有する。第2の円72への接線80は、自動芯出し条件を満たすときの、鏡筒ねじの下面の平均的な方位と考えることができる。言い換えると、鏡筒ねじの下面は、その各点への平均的な接線が接線80にほぼ平行であるので、非線形の外形を有することができる。もちろん、これらの考察が光学要素の自動芯出しの精度を減少させる可能性があり、接線80からの鏡筒ねじの下面の偏差が大きくなると、この不正確さが大きくなることを、当業者なら容易に理解されよう。しかし、光学要素の自動芯出しの残っている精度は、多くの用途で容認できる場合がある。図19B～図19Dは、この条件を満たす、三角形でないねじ外形の様々な例を示す。

【0135】

図20に戻って参照すると、鏡筒ねじのねじ外形は、第2の円への接線80と、保持リングの下面の平面に対応する平面P'との間の角度に対応する、局所的な実効ねじ角 ω_L として表すことができる。もちろん、鏡筒ねじの上面が平面であり、鏡筒ねじが対称である場合、局所的な実効ねじ角 ω_L は、単にねじ山の角度の半分、 $\phi_{\text{threads}}/2$ に対応する。

【0136】

これらの考察に鑑みて、式(7)のモデルを、式(7')を得るため行われたように、 $\phi_{\text{threads}}/2$ の代わりに局所的な実効ねじ角 ω_L を使い、曲率半径Rを、局所的で等価なリングー光学要素の角度 β の関数として表すように適合して、自動芯出し条件の以下に一般化されたバージョンをもたらすことができる。

【 0 1 3 7 】

【 数 1 5 】

$$\frac{d_{ring}}{2 \tan(\omega_L)} = \sqrt{\left(\frac{Y}{\sin(\beta)}\right)^2 - Y^2 + h + T/2} \quad (13)$$

【 0 1 3 8 】

鏡筒ねじのねじ外形または第2の面の周辺領域の空間的な外形のいずれかの調整が自動芯出し条件を満たすように意図される場合の実施形態では、パラメータ ω_L または β を式(13)中で分離できることを容易に理解されよう。式(13)で表される一般化された自動芯出し条件によって、鏡筒ねじのねじ外形または第2の面の周辺領域の空間的な外形の両方が複雑な形状を有することが可能になることが、さらに理解されよう。しかし、いくつかの変形形態では、これらのパラメータのうちのただ1つを一般化することができ、これらのパラメータのうちの他方は、それぞれ、鏡筒ねじのねじ山の角度または第2の面の周辺領域の曲率半径へと減る。

10

【 0 1 3 9 】

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。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 4 0 】

- 2 0 光学組立体、組立体
- 2 2 光学要素、レンズ
- 2 4 鏡筒
- 2 5 自動芯出し光学装置、光学装置
- 2 6 保持リング
- 2 7 周辺領域
- 2 8 レンズシート、シート
- 3 0 筐体
- 3 2 空洞
- 3 4 内壁
- 3 6 外壁
- 3 8 肩部
- 4 0 縁部
- 4 1 左側、矢印
- 4 2 a 鏡筒ねじ
- 4 2 b リングねじ
- 4 3 傾き、矢印
- 4 4 当接部
- 4 6 中心領域
- 4 8 外側環状区間
- 5 0 壁
- 5 1 内部突起
- 5 2 内側環状区間
- 5 3 空隙
- 5 4 スリーブ
- 5 6 a 光学構成要素
- 5 6 b 光学構成要素
- 5 8 端部
- 6 0 端部

30

40

50

- 7 0 第 1 の 円
- 7 2 第 2 の 円
- 7 4 接 触 点
- 7 6 接 線
- 7 8 接 触 点
- 8 0 接 線
- 9 0 接 触 点
- 9 2 接 触 点
- 9 4 接 触 点
- 1 0 2 下 面
- 1 0 4 上 面
- 1 0 6 下 面
- 1 0 8 上 面

【 図 1 】

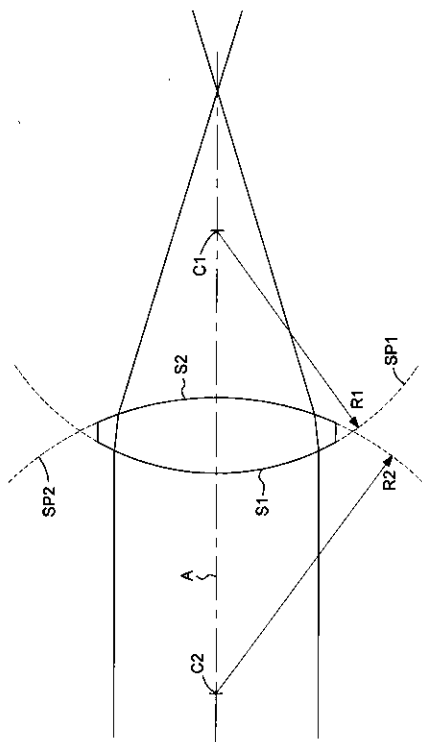


FIG. 1
(従来技術)

【 図 2 】

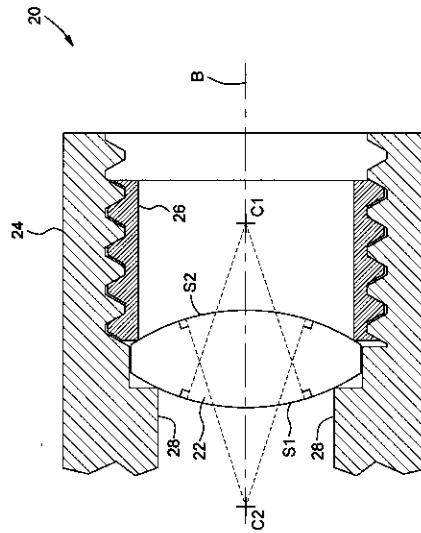
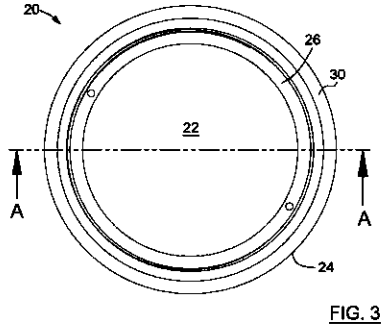
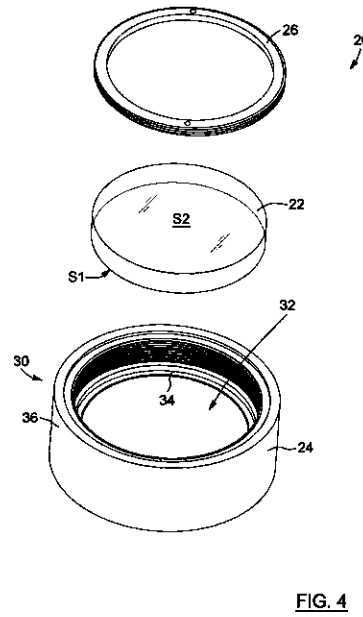


FIG. 2
(PRIOR ART)
(従来技術)

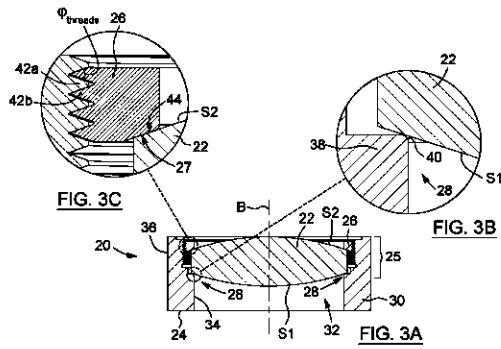
[図 3]



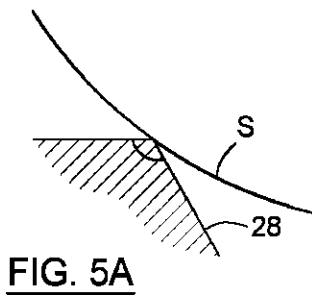
[図 4]



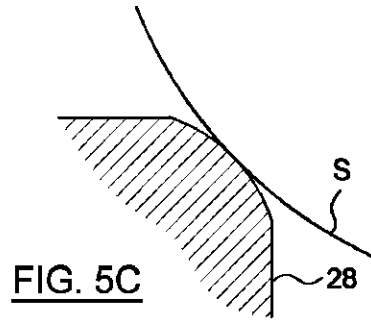
[図 3 A - 3 C]



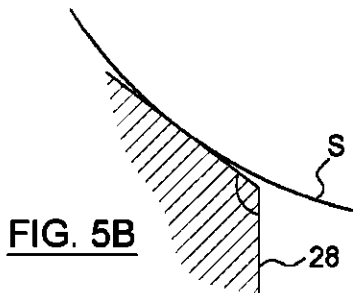
[図 5 A]



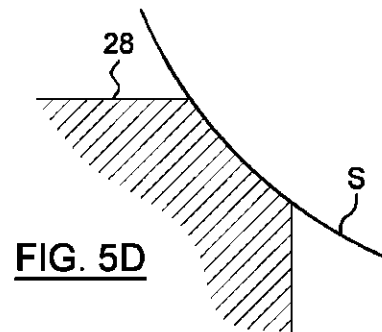
[図 5 C]



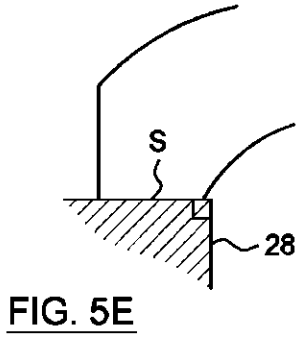
[図 5 B]



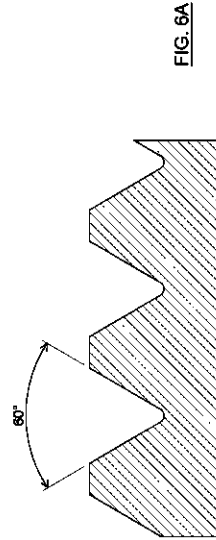
[図 5 D]



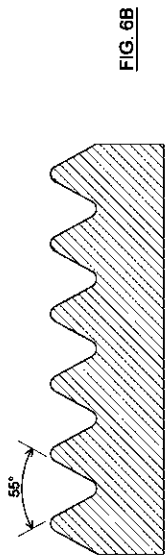
[図 5 E]



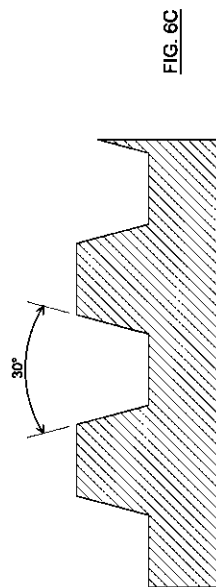
[図 6 A]



[図 6 B]



[図 6 C]



【 図 6 D 】

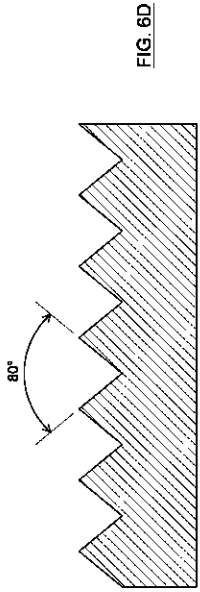


FIG. 6D

【 図 6 E 】

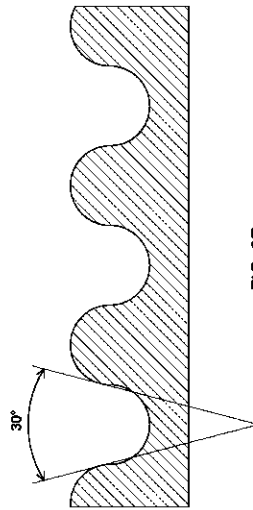


FIG. 6E

【 図 7 A 】

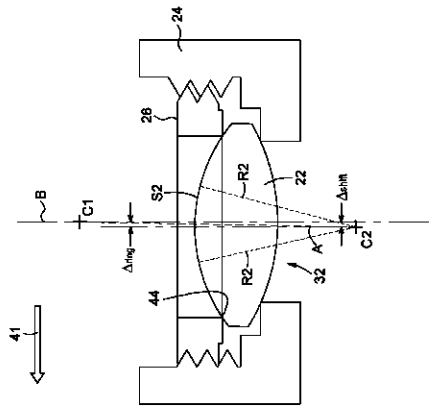


FIG. 7A

【 図 7 B 】

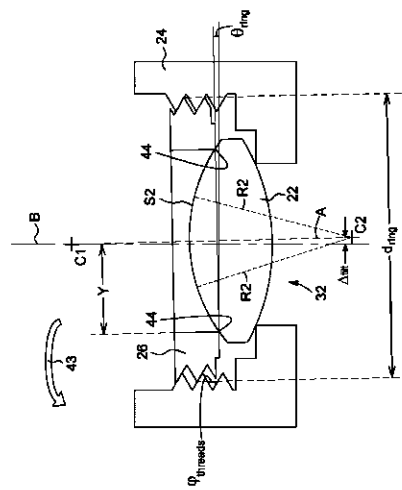


FIG. 7B

【 図 7 C 】

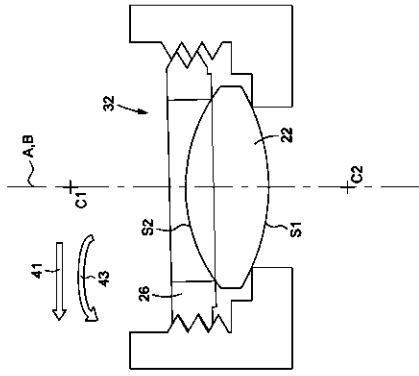


FIG. 7C

【 図 8 A 】

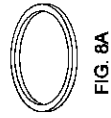
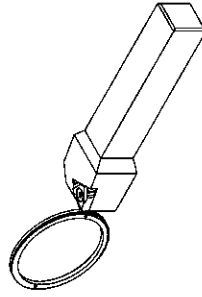
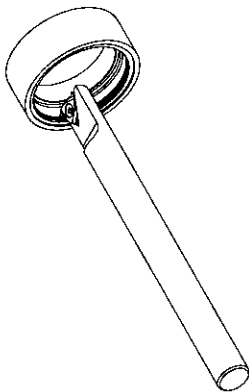


FIG. 8A

【 図 8 B 】

FIG. 8B



【 図 8 D 】

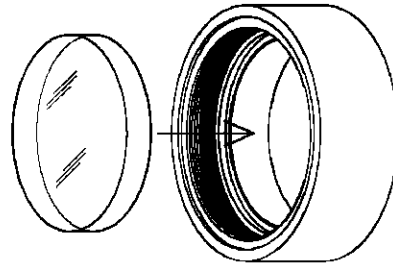


FIG. 8D

【 図 8 C 】

FIG. 8C



【 図 8 E 】

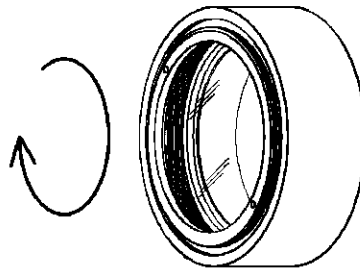


FIG. 8E

【 図 9 】

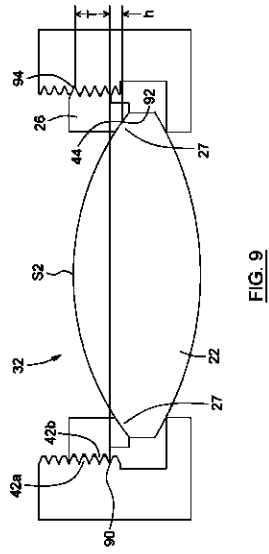


FIG. 9

【 図 1 0 A 】

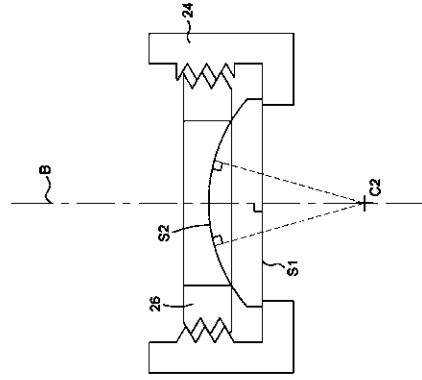


FIG. 10A

【 図 1 0 B 】

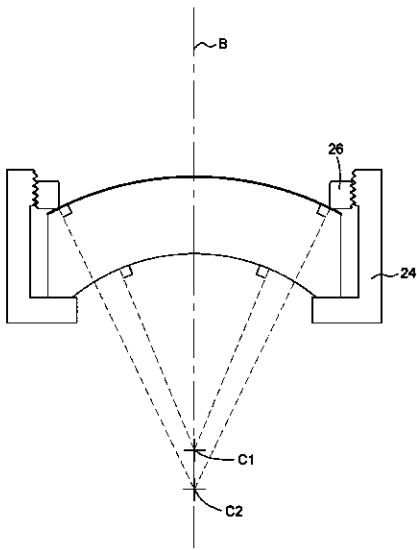


FIG. 10B

【 図 1 1 A 】

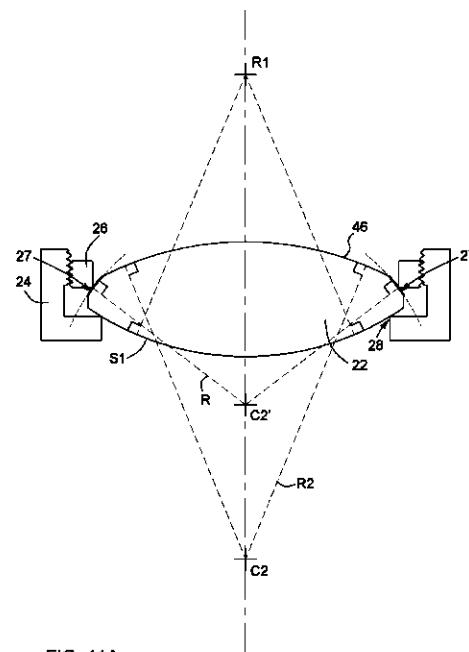


FIG. 11A

【 図 1 1 B 】

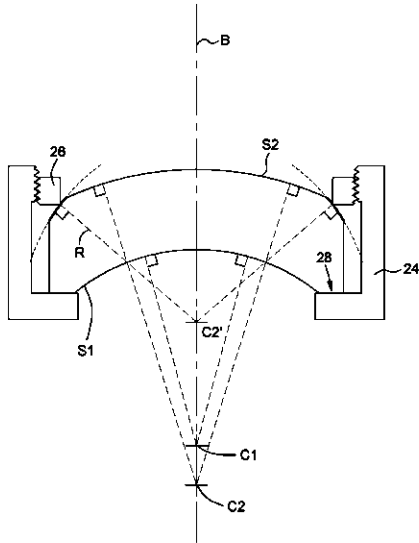


FIG. 11B

【 図 1 1 C 】

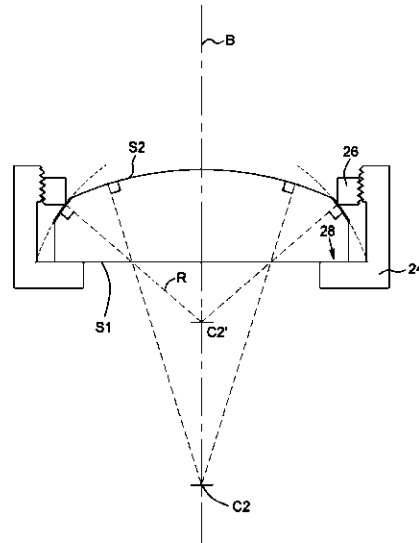


FIG. 11C

【 図 1 1 D 】

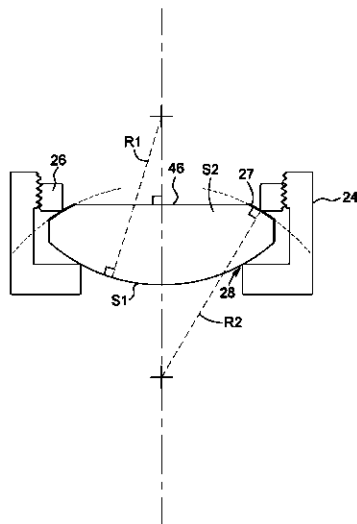


FIG. 11D

【 図 1 2 A 】

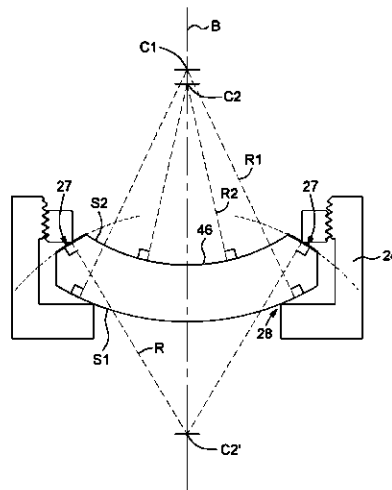


FIG. 12A

[図 1 2 B]

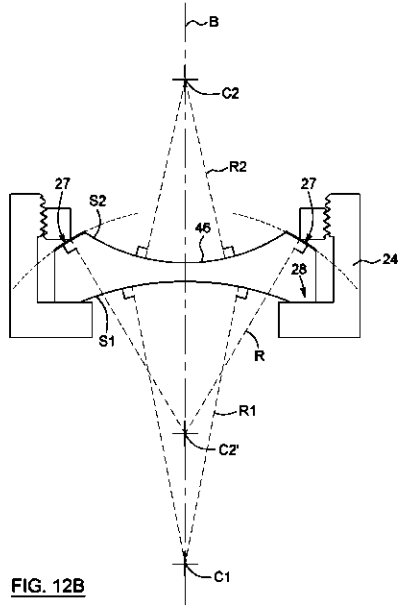


FIG. 12B

[図 1 2 C]

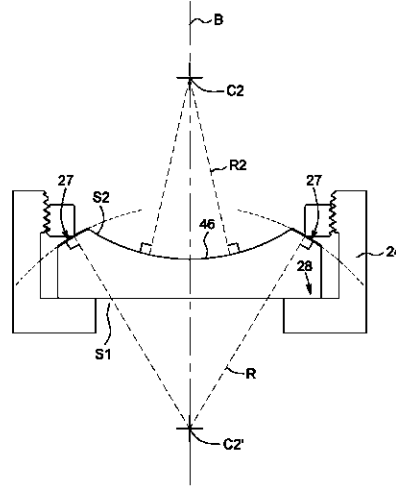


FIG. 12C

[図 1 3]

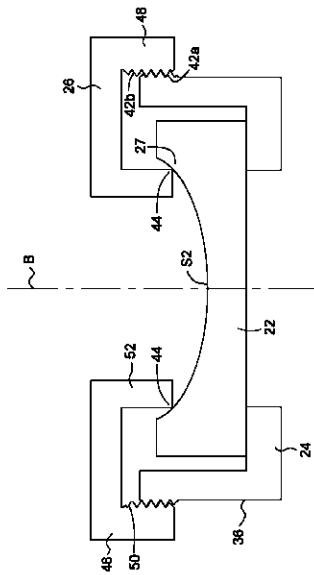


FIG. 13

[図 1 3 A]

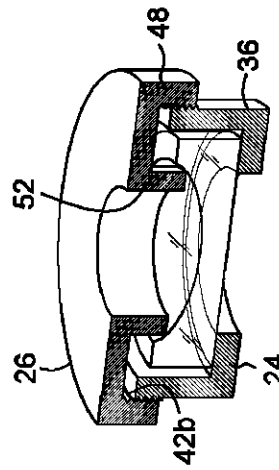


FIG. 13A

【 図 1 3 B 】

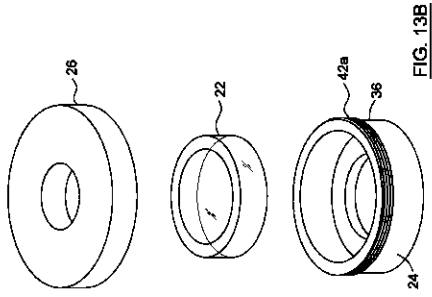


FIG. 13B

【 図 1 4 A 】

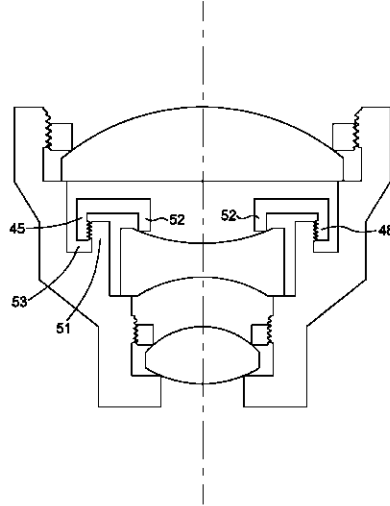


FIG. 14A

【 図 1 4 B 】

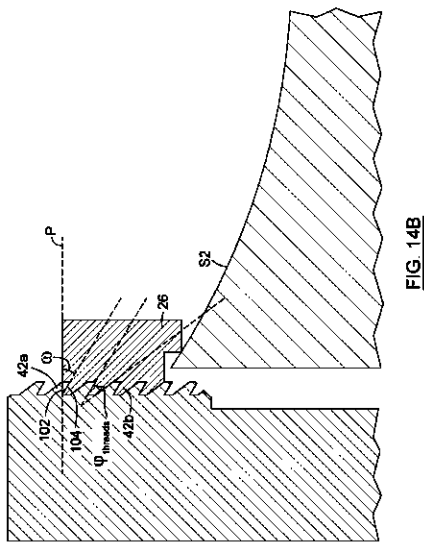


FIG. 14B

【 図 1 5 】

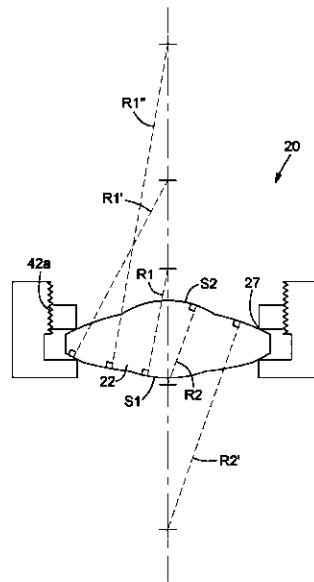


FIG. 15

[図 1 6]

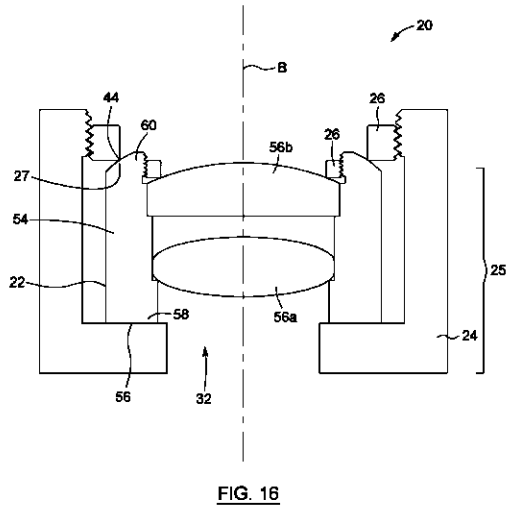


FIG. 16

[図 1 7 A]

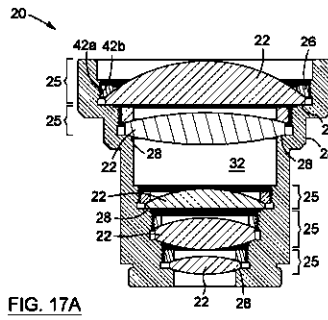


FIG. 17A

[図 1 7]

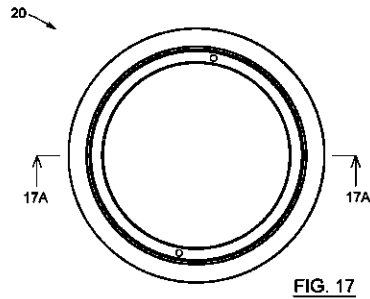


FIG. 17

[図 1 8]

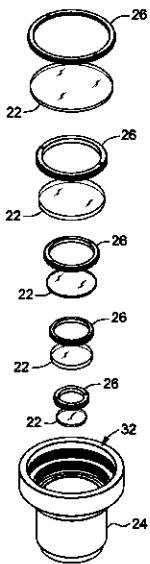


FIG. 18

[図 1 9 - 1 9 A]

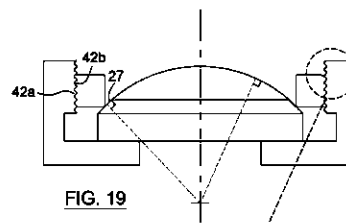


FIG. 19

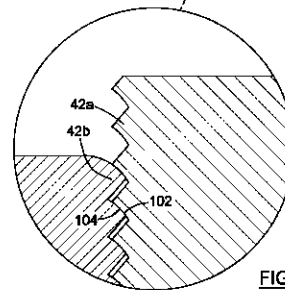


FIG. 19A

[図 1 9 B]

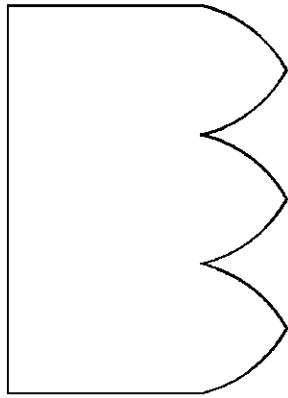


FIG. 19B

[図 1 9 C]

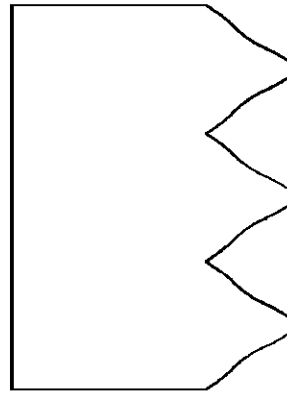


FIG. 19C

[図 1 9 D]

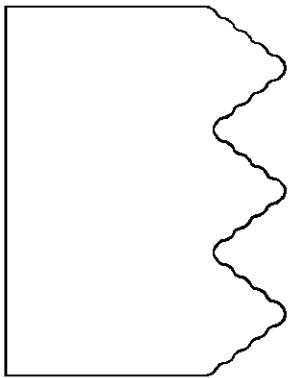


FIG. 19D

[図 1 9 E]

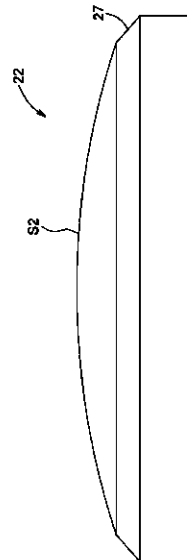


FIG. 19E

[図 2 0]

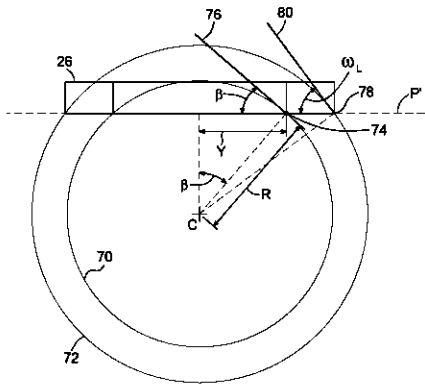


FIG. 20

[図 2 1]

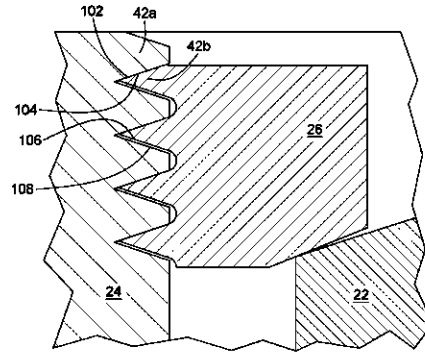


FIG. 21

[図 2 2]

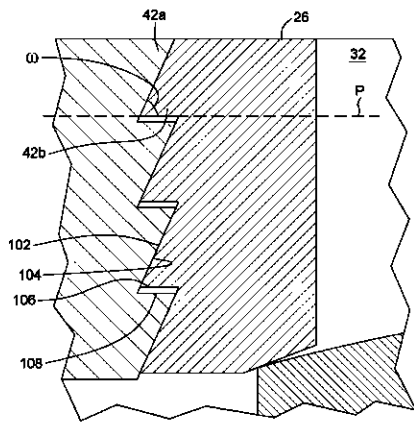


FIG. 22

[図 2 3 A]

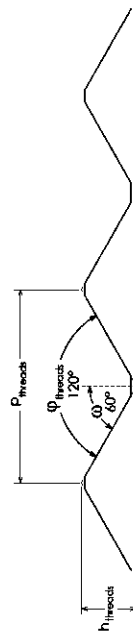


FIG. 23A

[23 B]

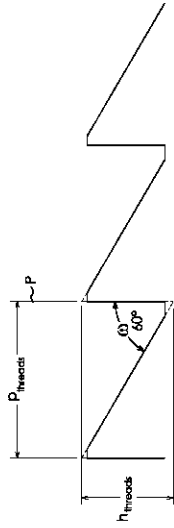


FIG. 23B

[24 A]

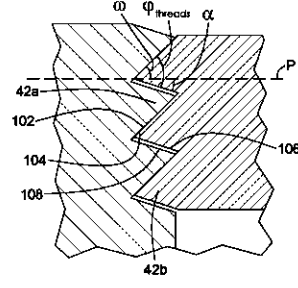


FIG. 24A

[24 B]

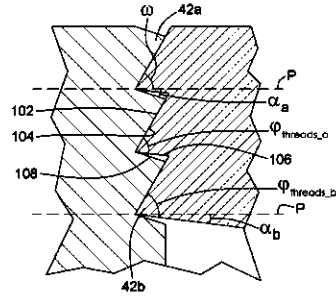


FIG. 24B

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 井亀 諭

(56)参考文献 特開昭60-115905(JP, A)

特公昭35-004835(JP, B1)

(58)調査した分野(Int. Cl., DB名)

G02B 7/02