

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年8月28日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/129146 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 7/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000724

(22) 国際出願日: 2014年2月12日(12.02.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-031000 2013年2月20日(20.02.2013) JP

(71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 武中 健一(TAKENAKA, Kenichi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

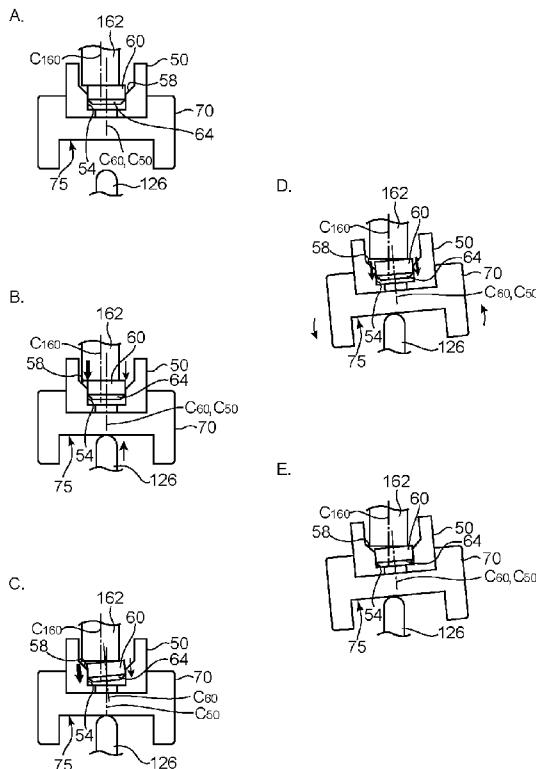
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: DEVICE FOR ASSEMBLING OPTICAL SYSTEM, AND METHOD FOR ASSEMBLING OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 光学系組立装置および光学系組立方法



(57) Abstract: By this device for assembling and optical system and method for assembling an optical system, an optical system is assembled by pressing an optical element into a lens barrel. In this pressing, a lens barrel retaining jig for retaining the lens barrel is supported so as to be able to oscillate, the optical element is pushed down, and the optical element is thereby pressed into the lens barrel.

(57) 要約: 本発明の光学系組立装置および光学系組立方法では、鏡筒に光学素子を圧入することによって光学系の組み立てが行われる。この圧入の際に、前記鏡筒を保持する鏡筒保持用治具が揺動可能に支持されて前記光学素子が押し下げられ、これによって前記光学素子が前記鏡筒へ圧入される。

WO 2014/129146 A1

明 細 書

発明の名称：光学系組立装置および光学系組立方法

技術分野

[0001] 本発明は、レンズホルダー等の鏡筒にレンズや遮光板等の光学素子を嵌め込んだレンズユニット等の光学系を自動的に組み立てる光学系組立装置および光学系組立方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、マイクロレンズを用いたレンズユニット（レンズモジュール）の自動組立は、いわゆるスカラーロボットや多軸（3軸以上）の直交ロボットを用いたピックアンドプレイスユニットと呼ばれる組立装置によって行われている。

[0003] この組立装置は、水平面（X-Y平面）上でレンズホルダー（鏡筒）の位置決めを行い、位置決めされたレンズホルダー内に上方から（Z方向に沿って）レンズや遮光板等の光学素子を挿入することによって、レンズユニットの自動組立を行う。

[0004] このような組立装置では、レンズホルダーの位置決めやレンズホルダーへの光学素子の挿入において、高い位置決め精度が要求される。このため、例えば、鏡筒位置を検出する検出部を備える等の位置決め精度の高い高価な多軸の駆動機構を備えたロボット（スカラーロボットや直交ロボット等）が用いられていた。

[0005] しかし、このような位置決め精度の高い多軸の駆動機構を備えた組立装置であっても、長期間の使用によって各軸に誤差（位置変動）や、がたつきが発生し、例えば、レンズホルダーの光軸（中心軸）に対して光学素子の光軸が傾いた状態で光学素子がレンズホルダーに嵌め込まれる場合等があった。

[0006] そこで、特許文献1に記載の組立装置では、画像処理部が設けられ、この画像処理部でレンズ等の部品を撮像して当該部品の位置ズレ量等を測定し、この位置ズレ量等を補正する処理を行うことによって、光学系の組み立てに

おける高い組立精度を保つことが可能にされている。

[0007] しかし、上述の組立装置は、位置決め精度の高い高価な多軸の駆動機構に加え、画像処理部も備えているため、非常に高価であった。しかも、画像処理部による画像処理を利用したとしても、光学素子等の部品における形状のバラつきや反射防止コートの変化等の影響により、部品の位置の誤認識や部品自体の不認識が生じる。このため、これにより、上述のようなレンズホルダー等に光学素子はその光軸を傾けた状態で嵌め込まれる等、レンズユニットの自動組立において高い組立精度を維持できない場合もあった。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2008-3179号公報

発明の概要

[0009] 本発明は、上述の事情に鑑みて為された発明であり、その目的は、光学系の組み立て精度が高く、且つ安価な光学系組立装置および光学系組立方法を提供することである。

[0010] 本発明にかかる光学系組立装置および光学系組立方法では、鏡筒に光学素子を圧入することによって光学系の組み立てが行われる。この圧入の際に、前記鏡筒を保持する鏡筒保持用治具が揺動可能に支持されて前記光学素子が押し下げられ、これによって前記光学素子が前記鏡筒へ圧入される。このため、このような光学系組立装置および光学系組立方法は、光学系の組み立て精度が高く、且つ安価にできる。

[0011] 上記並びにその他の本発明の目的、特徴および利点は、以下の詳細な記載と添付図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態における光学系組立装置によって組み立てられるレンズホルダーの構成を示す図である。

[図2]前記光学系組立装置によって組み立てられるレンズの拡大斜視図である

。

[図3]前記光学系組立装置に用いられる搬送用治具の構成を示す図である。

[図4]前記光学系組立装置の概略構成図である。

[図5]前記光学系組立装置における搬送台の組立位置周辺の斜視図である。

[図6]クランプ部による位置決めを説明するための図である。

[図7]第1の押し下げ動作と第2の押し下げ動作とを説明するための図である

。

[図8]レンズホルダーへのレンズの挿入シーケンスを説明するための図である

。

[図9]レンズの周面と光学素子配置部との間に生じる摩擦力の周方向の偏りを利用して、上下方向に対して傾斜したレンズの光軸にレンズホルダーの光軸を一致させる工程を説明するための図である。

[図10]他実施形態に係る搬送用治具と、これに対応する突き上げ部材とを説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明にかかる実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、適宜、その説明を省略する。本明細書において、総称する場合には添え字を省略した参照符号で示し、個別の構成を指す場合には添え字を付した参照符号で示す。

[0014] 本実施形態に係る光学系組立装置10は、搬送用治具（保持具）70に保持された状態のレンズホルダー（鏡筒）50に、レンズや遮光板等の光学素子60を圧入で挿入する（嵌め込む）ことによってレンズユニットを自動的に組み立てる。なお、搬送用治具は、鏡筒50をその光軸が上下方向を向いた姿勢で保持する鏡筒保持用治具の一例である。以下では、先ず、レンズユニットを構成するレンズホルダー50および光学素子（本実施形態の例ではレンズ）60と、光学系組立装置10においてレンズユニットを組み立てるときにレンズホルダー50の搬送や位置決め等に用いられる治具（搬送用治

具) 70 について説明した後、光学系組立装置 10 の詳細について説明する。図 1 は、実施形態における光学系組立装置によって組み立てられるレンズホルダーの構成を示す図である。図 1 A は、レンズホルダーの斜視図であり、図 1 B は、図 1 A の I B - I B 断面図である。図 2 は、前記光学系組立装置によって組み立てられるレンズの拡大斜視図である。図 3 は、前記光学系組立装置に用いられる搬送用治具の構成を示す図である。図 3 A は、搬送用治具の斜視図であり、図 3 B は、図 3 A の I I I B - I I I B 断面図である。

[0015] レンズホルダー 50 は、内部にレンズや遮光板等の 1 または複数の光学素子が配置される筒状の部材である。このレンズホルダー 50 は、光軸（中心軸）C 50 が上下方向（垂直方向）を向いた内周面 52 を有している。この内周面 52 は、光学素子配置部 54 と、光学素子配置部 54 の上方に設けられる大径部 56 と、これら光学素子配置部 54 と大径部 56 との間に設けられる案内部 58 と、を含む。

[0016] 光学素子配置部 54 は、その内側（光軸 C 50 側）領域にレンズ 60 が配置される部位であり、レンズ 60 が挿入された場合に当該レンズ 60 を周方向に囲み且つ当該レンズ 60 の外周面（周面）62 との間に所定の摩擦力が生じる形状を有する。本実施形態の光学素子配置部 54 は、円柱の周面形状（円柱面形状）を有する。この光学素子配置部 54 の内径は、レンズ 60 の外径と同じ若しくは僅かに小さい。これにより、レンズ 60 が挿入された場合に、レンズ 60 の周面 62 との間に摩擦力が生じる。光学素子配置部 54 の内径および高さ寸法は、当該光学素子配置部 54 に配置されるレンズ 60 の外径および高さ寸法に対応する値である。本実施形態の光学素子配置部 54 では、内径が、例えば、1 ~ 8 mm であり、高さ（上下方向の寸法）が、例えば、0.2 ~ 2.0 mm である。

[0017] 大径部 56 は、光学素子配置部 54 の内径よりも大きな内径の円柱の周面形状を有する。なお、大径部 56 の平面視の形状は、円形に限定されない。大径部 56 は、その内側にレンズ 60（光学素子配置部 54 に配置される光

学素子)と異なる光学素子が配置される場合には、この光学素子の平面視形状に対応する平面視形状であればよい。また、前記光学素子が配置されない場合、大径部の平面視形状は、光学素子配置部54よりも大きければよく(すなわち、平面視において、光学素子配置部54がその内側に完全に含まれるような大きさおよび形状であればよく)、限定されない。

[0018] 案内部58は、光学素子配置部54の上端と大径部56の下端とを接続する面である。すなわち、案内部58は、光学素子配置部54の上端に接続されているとともに、大径部56の下端に接続されている。この案内部58の内径は、上方に向かって漸増する(すなわち、下方に向かって漸減する)。本実施形態の案内部58は、光軸C50を中心とする周方向の各位置において光軸C50に対して所定の角度(例えば45°)の傾斜を有するテーパ状の面である。本実施形態では、案内部58は、下方に向かって一定の割合で内径が漸減する形状を有しているが、案内部の形状は、この形状に限定されない。案内部は、下方に向かって内径が漸減していればよく、例えば、光軸C50を通る断面において上方または下方に膨出した湾曲形状等であってもよい。すなわち、案内部は、レンズ60の下端周縁部(面取り部)64が当接した状態で、下方に向けた小さな力(自重を含む)が当該レンズ60に加えられることによって、レンズ60が降下しつつ光軸(中心軸)C50側(すなわち、レンズホルダー50の光軸C50とレンズ60の光軸C60とが一致する方向)に案内されるような形状の面であればよい。

[0019] なお、レンズホルダー50の具体的構成は、限定されない。レンズホルダー50が筒形状を有し、その内周面52が、上下方向において、少なくとも案内部58とこの下側に接続する光学素子配置部54とを含んでいれば他の形状であってもよい。

[0020] レンズ60は、略円柱形状の外観を有する。このレンズ60は、その光軸C60が上下方向(垂直方向)を向き、この光軸C60を中心とする円柱面状の外周面62を有する。このレンズ60の下端周縁部は、面取りされている。すなわち、レンズ60は、下端周縁部に面取り部64を有する。このレ

レンズ60（外周面62）は、レンズホルダー50の光学素子配置部54の内径に対応した外径（光学素子配置部54の内径と同じ若しくは僅かに大きい外径）を有する。本実施形態のレンズ60では、外径が1～8mmであり、高さ（厚さ）が0.2～2.0mmである。

[0021] 搬送用治具70は、略直方体形状の外観を有し、本実施形態では、例えば、樹脂によって形成されている。また、搬送用治具70は、天面（上面）71の中央部に設けられ且つ下方に向かって窪む保持用凹部72と、底面74の中央部に設けられ且つ上方に向かって窪む突き上げ用凹部75とを有する。この搬送用治具70は、平面視において、四隅が外側に膨出するように湾曲した略四角形状（本実施形態の例では、略正方形）の輪郭を有する。前記四隅は、平面視において、搬送用治具70の中心（中心軸）C70と同心の円弧に沿って湾曲している（図6A参照）。

[0022] 保持用凹部72は、レンズホルダー50が嵌め込まれる部位であり、レンズホルダー50に対応する形状を有している。レンズホルダー50がこの保持用凹部72に嵌め込まれることにより、搬送用治具70は、水平面に対して起立した姿勢（光軸C50が上下方向を向いた姿勢）となるようにレンズホルダー50を保持する。

[0023] この保持用凹部72は、平面視において搬送用治具70の中心C70と同心の円形の内周面73を有する。この内周面73の内径は、嵌め込まれるレンズホルダー50の外径に対応している。本実施形態の内周面73の内径は、レンズホルダー50の外径と同じ、若しくは僅かに小さい。

[0024] 突き上げ用凹部75は、上下に延びる突き上げ部材126が上昇したときにその先端（上端）が当接する部位（凹部）である。この突き上げ用凹部75は、突き上げ部材126との当接（突き上げ部材126による突き上げ）が繰り返されて当該部位に凹凸が生じてても、この凹凸が当該搬送用治具70を搬送面121上に載置した場合に当該搬送面121と接触しないように設けられた凹部である。この突き上げ用凹部75が設けられることにより、前記凹凸が生じた搬送用治具70であっても、搬送面121上を滑らかに且つ

安定した状態で滑って移動できる。従って、突き上げ用凹部 7 5 は、前記凹凸が生じてても当該搬送用治具 7 0 を搬送面 1 2 1 上に載置したときに搬送面 1 2 1 と接触しない形状（例えば、前記凹凸の生じた部位が底面 7 4 より上方に位置するような形状）であれば、具体的な形状は限定されない。

[0025] 搬送用治具 7 0 の底面（突き上げ用凹部 7 5 を除く底面） 7 4 は、レンズホルダー 5 0 を保持した状態（保持用凹部 7 2 にレンズホルダー 5 0 が嵌め込まれた状態）の搬送用治具 7 0 を水平面上で滑らすように移動させることが可能な形状（例えば、水平面形状等）を有する。

[0026] なお、搬送用治具 7 0 の具体的な外観形状は、限定されない。すなわち、搬送用治具は、レンズホルダー 5 0 を保持する保持用凹部 7 2 と、突き上げ部材 1 2 6 の突き上げによって生じた凹凸（前記突き上げによって突き上げ用凹部の底面（図 3 B における上方側の面）に生じた凹凸）が搬送面 1 2 1 と接触することを防ぐための突き上げ用凹部 7 5 と、を有し、且つ、保持用凹部 7 2 によって保持したレンズホルダー 5 0 の姿勢を維持しつつ光学系組立装置 1 0 の搬送面 1 2 1 上を移動可能な外観形状であればよい。

[0027] 次に、光学系組立装置について説明する。図 4 は、本実施形態に係る光学系組立装置の概略構成図である。図 5 は、前記光学系組立装置における搬送台部の組立位置周辺の斜視図である。図 6 は、クランプ部による位置決めを説明するための図である。図 6 A は、第 1 のクランプ部による位置決めを説明するための平面図であり、図 6 B は、第 2 のクランプ部による位置決めを説明するための平面図である。図 7 は、第 1 の押し下げ動作と第 2 の押し下げ動作とを説明するための図である。図 8 は、レンズホルダーへのレンズの挿入シーケンスを説明するための図である。図 9 は、レンズの周面と光学素子配置部との間に生じる摩擦力の周方向の偏りを利用して、上下方向に対して傾斜したレンズの光軸にレンズホルダーの光軸を一致させる工程を説明するための図である。

[0028] 光学系組立装置 1 0 は、搬送台部 1 2 と、図略の搬送部 1 4 と、光学素子保持ユニット 1 6 と、位置決め部 1 8 と、制御部 2 0 と、を備える。

- [0029] 搬送台部 12 は、金属製の搬送台（台部） 120 と、吸引部 123 と、突き上げ部（挟み込み部） 125 と、を備える。
- [0030] 搬送台 120 は、上側に搬送用治具 70 を載置可能であって、搬送用治具 70 を水平方向に滑らすように移動させることが可能な水平面（搬送面（載置面）） 121 をその上端に有する。搬送面 121 における光学素子保持ユニット 16 の挿入ビット 160 の下方位置には、吸引用開口 122 が形成されている（図 4 参照）。
- [0031] 吸引用開口 122 は、搬送面 121 において、搬送用治具 70 が組立位置（レンズ 60 がレンズホルダー 50 に挿入される場合の当該レンズホルダー 50 を保持した状態の搬送用治具 70 の位置）に在る場合における当該搬送用治具 70 の下側の位置に形成されている（開口している）。この吸引用開口 122 は、搬送用治具 70 が当該吸引用開口 122 の上側（組立位置）に配置された場合に当該搬送用治具 70 によって当該吸引用開口 122 全体を覆う（塞ぐ）大きさおよび開口形状である。このため、吸引用開口 122 上に搬送用治具 70 が配置、すなわち、吸引用開口 122 を塞ぐように搬送用治具 70 が搬送面 121 上に配置された状態で吸引部 123 が作動することにより、搬送用治具 70 が搬送面 121 に吸い付けられて当該位置に固定される。
- [0032] 吸引部 123 は、搬送台 120 の下側に設けられ、吸引ポンプ 124 によって吸引用開口 122 を通じて搬送面 121 の上方側の空気を吸引する。
- [0033] 突き上げ部 125 は、光学素子保持ユニット 16 の挿入ビット 160 との間に、当該挿入ビット 160 によってレンズホルダー 50 に挿入された状態のレンズ 60 と、このレンズ 60 を挿入されているレンズホルダー 50 を保持した状態の搬送用治具 70 と、を上下方向に挟み込み、レンズ 60 を光学素子配置部 54 内に挿入する（押し込む）。この挟み込みでは、突き上げ部 125 が、挿入ビット 160 と協同して、搬送用治具 70 が揺動可能（詳しくは、搬送用治具 70 の中心軸 C70 が上下（垂直）方向に対して揺動可能）な状態で、レンズ 60 と搬送用治具 70 とを挟み込む（図 8（1）参照）

。突き上げ部 125 は、搬送用治具 70 を上方に向けて突き上げる突き上げ部材 126 と、突き上げ部材 126 を搬送面 121 に対して昇降（上下動）させる突き上げ駆動部 127 と、を有する。

[0034] 突き上げ部材 126 は、上下方向に延び、且つ上昇することによってその先端部（先端面 126a）で搬送用治具 70 の底部（突き上げ用凹部 75 の底面）を突き上げる。この突き上げ部材 126 の先端部（上端部）は、搬送用治具 70 の突き上げ用凹部 75 と点接触する形状を有する。例えば具体的に、突き上げ部材 126 は、上方に膨出した湾曲面 126a をその先端に有する。本実施形態の突き上げ部材 126 は、その先端に半球面 126a を有する。

[0035] なお、突き上げ部材 126 の先端面 126a の具体的な形状は、限定されない。すなわち、突き上げ部材 126 の先端面 126a は、搬送用治具 70 が突き上げ部材 126 によって突き上げられて搬送面 121 から離間した場合に搬送用治具 70 が揺動可能であって、且つ、搬送用治具 70 の中心軸 C70 が上下方向に対して一致した状態または傾斜した状態のいずれの状態においても突き上げ用凹部 75 と点接触する形状であればよい。

[0036] 突き上げ駆動部 127 は、突き上げ部材 126 をその中心軸が上下方向を向いた姿勢を維持しつつ昇降（上下動）させる。本実施形態の突き上げ駆動部 127 は、突き上げ部材 126 を初期位置から挟み込み位置まで上昇させ、または、挟み込み位置から初期位置まで降下させる。この突き上げ部材 126 の初期位置は、突き上げ部材 126 の先端（上端）が搬送面 121 より下側となるような位置である（図 8A 参照）。また、挟み込み位置は、突き上げ部材 126 によって突き上げられた搬送用治具 70 が搬送面 121 から離間するような位置（本実施形態では、搬送用治具 70 が搬送面 121 から数 mm 程度離間するような位置）である（図 8I 参照）。

[0037] 本実施形態の突き上げ駆動部 127 は、図略のモータによって突き上げ部材 126 を昇降させる、いわゆる電動アクチュエータであるが、この構成に限定されない。突き上げ駆動部 127 は、例えば、油圧アクチュエータや空

気圧アクチュエータ等、他の駆動方式のアクチュエータ等であってもよい。すなわち、突き上げ駆動部 127 は、突き上げ部材 126 を所定の位置精度で上下動（昇降）させることが可能な機構であればよい。

[0038] 図略の搬送部 14 は、搬送台 120 の搬送面 121 上に載置された搬送用治具 70 を移動させる装置である。この搬送部 14 は、搬送用治具 70 の周面（側面）を押すことによって搬送用治具 70 を搬送面 121 上で滑らせて移動させる。本実施形態の搬送部 14 は、図 4 の紙面と直交する方向に搬送用治具 70 を押して移動させる。

[0039] 光学素子保持ユニット 16 は、その下端にレンズ 60 を保持する挿入ビット（光学素子保持部） 160 と、挿入ビット 160 を駆動する挿入ビット駆動部 164 と、を有する。

[0040] 挿入ビット 160 は、挿入ビット駆動部 164 に固定される（取り付けられる）挿入ビット本体 161 と、挿入ビット本体 161 の下側に設けられ、レンズホルダー 50 に挿入されるレンズ 60 等を保持する保持部（柱状保持部） 162 と、を有する。挿入ビット本体 161 は、その内部に吸引ポンプ等の吸引部（図示省略）を有し、吸引部の動作（吸引）および停止によって保持部 162 によるレンズ 60 の保持（吸着）および解放が行われる。保持部 162 は、挿入ビット本体 161 の下端から下方に向かって延び、その下端（先端）にレンズ 60 等を吸着可能に構成される。本実施形態の保持部 162 は、中心軸 C 160 が上下方向を向いた円柱状の外観形状を有し、その外径は、当該保持部 162 によって保持されるレンズ 60 の外径と同じである。

[0041] 挿入ビット駆動部 164 は、挿入ビット 160 を上下動（昇降）させる。本実施形態の挿入ビット駆動部 164 は、挿入ビット 160 が固定される（取り付けられる）ヘッド 165 と、ヘッド 165 を上下方向に案内するレール部 166 と、ヘッド 165 をレール部 166 に沿って駆動するヘッド駆動部（本実施形態の例ではモータ） 167 と、を有する。なお、本実施形態の挿入ビット駆動部 164 は、モータ 167 によってヘッド 165 を往復駆動

させる、いわゆる電動アクチュエータであるが、これに限定されない。挿入ビット駆動部164は、例えば、油圧アクチュエータや空気圧アクチュエータ等、他の駆動方式のアクチュエータ等であってもよい。すなわち、挿入ビット駆動部164は、挿入ビット160を所定の位置精度で上下動（昇降）させることが可能な機構であればよい。

[0042] 位置決め部18は、挿入ビット160の下方側において、挿入ビット160に保持された状態のレンズ60に対するレンズホルダー50の水平方向の位置決めを行う。本実施形態の位置決め部18は、挿入ビット160に保持された状態のレンズ60の光軸C60と、レンズホルダー50の光軸C50とを一致させることを目指し、レンズホルダー50を保持した状態の搬送用治具70の搬送面121上での位置決めを行う。この位置決め部18は、第1のクランプ部（鏡筒位置決め部）180と、第2のクランプ部（光学素子位置決め部）190とを有する。

[0043] 第1のクランプ部180は、挿入ビット160（保持部162）の中心軸C160と、レンズホルダー50の光軸C50と、を一致させることを目指して、挿入ビット160に対する搬送用治具70の水平方向の位置決めを行う。すなわち、第1のクランプ部180は、挿入ビット160に対する搬送用治具70の水平方向の位置決めを介して、挿入ビット160（保持部162）に対するレンズホルダー50の水平方向の位置決めを行う。第1のクランプ部180は、第1クランプ（Vクランプ）181および第1クランプ181を搬送面121に沿って（本実施形態の例では水平方向に）往復動させる第1駆動部182と、第2クランプ（平クランプ）183および第2クランプ183を搬送面121に沿って（本実施形態の例では水平方向に）且つ第1クランプ181の往復動と同じ方向に往復動させる第2駆動部184と、を備える。この第1のクランプ部180は、第1クランプ181と第2クランプ183とによって搬送用治具70を水平方向から挟み込むことにより、挿入ビット160に対する搬送用治具70の水平方向の位置決めを行う。これにより、挿入ビット160（保持部162）の中心軸C160と搬送用

治具 70（保持用凹部 72）に保持されたレンズホルダー 50 の中心軸 C 50 とが一致若しくは略一致する。

[0044] 第 1 クランプ（V クランプ）181 は、搬送面 121 に対して起立（直立）し、且つ平面視において互いの法線が交差（本実施形態では例えば直交）した状態で間隔を空けて設けられた一对の当接面 185、185 を有する（図 6A 参照）。この一对の当接面 185、185 は、搬送用治具 70 の位置決めを行う際に、搬送用治具 70 と挿入ビット本体 161 との両方に当接可能な高さ寸法をそれぞれ有する。これにより、一对の当接面 185、185 に挿入ビット本体 161 が当接した状態で当該一对の当接面 185、185 に搬送用治具 70 を当接させることによって、挿入ビット 160 に対する搬送用治具 70 の水平方向の位置決めを行うことができる。本実施形態の一对の当接面 185、185 は、搬送用治具 70 の位置決めの際に、湾曲面である搬送用治具 70 の隅部と当接する。

[0045] なお、本実施形態の光学系組立装置 10 では、一对の当接面 185、185 間を第 2 のクランプ部 190 の第 3 クランプ 191 が通過できるよう（図 5 参照）、一对の当接面 185、185 は、離間した状態で配置されているが、平面視 V 字状の 1 つの面（中央部で屈曲した面）を構成してもよい。すなわち、第 1 クランプ 181 の搬送用治具 70 と当接する面（当接面）は、円周面と周方向において 2 箇所以上で当接可能な形状であればよい。このような形状の当接面であれば、接触箇所の数を確保しつつ接触面積を抑えることができ、これにより、当該当接面を有するクランプ（例えば、第 1 クランプ 181）に対する前記円周面（搬送用治具 70 の四隅の湾曲面のような周方向に断続な円周面も含む。）を有する部品（例えば、搬送用治具 70）の搬送面 121 上における正確な位置決めが可能となる。

[0046] また、本実施形態の一对の当接面 185、185 の間隔（水平方向の間隔）は、第 2 のクランプ部 190 の第 3 クランプ 191 またはこれを駆動する駆動部 192 の一部（第 3 クランプ 191 に接続された駆動軸等）が通過できる寸法に設定されている。

- [0047] 第2クランプ（平クランプ）183は、水平方向において、第1クランプ181と対向する位置に配置され、搬送面121に対して起立（直立）する当接面186を有する。この第2クランプ183の当接面186は、搬送面121に対して起立した状態で第1クランプ181と対向している。詳しくは、当接面186は、平面視において当該当接面186の法線が第1クランプ181の一对の当接面185、185の中間位置を通る方向を向いている。本実施形態の第2クランプ183の当接面186は、第1クランプ181の各当接面185に対して45°となる方向を向いている。この当接面186は、第1クランプ181との間に、搬送用治具70を挟み込むことが可能な高さ寸法を有する。
- [0048] この第2クランプ183が搬送用治具70を第1クランプ181に押し付けるようにして第1クランプ181との間に挟み込むことにより、第1クランプ181に当接している挿入ビット160に対する搬送用治具70の水平方向の位置決めが正確に行われる。
- [0049] 第2のクランプ部190は、挿入ビット160（保持部162）の中心軸C160と、保持部162が保持するレンズ60の光軸C60とを一致させることを目指して、保持部162に対するレンズ60の水平方向の位置決めを行う。この第2のクランプ部190は、一对の第3クランプ（レンズクランプ）191、191と、これら各第3クランプ191を、水平方向において互いに接近および離間するようにそれぞれ往復動させる第3駆動部192、192と、を有する。各第3クランプ191は、図6Bに示されるように、平面視V字状の当接面193をそれぞれ備える。これら各当接面193は、互いに対向して向き合うようにそれぞれ設けられている。そして、第2のクランプ部190は、一对の第3クランプ191、191によって、保持部162の下端部と、この下端部に保持されているレンズ60とを一緒に挟み込むことによって、保持部162に対するレンズ60の水平方向の位置決めを行う（図8D参照）。すなわち、本実施形態において、第2のクランプ部190は、挿入ビット160の保持部162の外径と、この保持部162に

保持されるレンズ60の外径とが同じ（略同じ）であるため、第2のクランプ部190が一对の第3クランプ191、191によって保持部162の下端部とこの下端部に保持されているレンズ60とを一緒に挟み込むことにより、保持部162の中心軸C160とレンズ60の光軸C60とを一致（若しくは略一致）させることができる。

[0050] なお、第3クランプ191は、保持部162の少なくとも下端部をレンズ60と一緒に挟み込む高さ寸法を有していればよい。ただし、本実施形態のように上下方向の各位置において外径が同じ円柱状の外観形状を有する保持部162の場合、第3クランプ191、191は、上下方向における保持部162全体とレンズ60とを水平方向から挟み込む構成でもよい。

[0051] 制御部20は、レンズユニットを組み立てるべく、光学系組立装置10の各部を当該各部の機能に応じてそれぞれ制御する。この制御部20は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、このCPUによって実行される種々のプログラムやその実行に必要なデータ等を予め記憶するROM（Read Only Memory）やEEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）等の不揮発性記憶素子、このCPUのいわゆるワーキングメモリとなるRAM（Random Access Memory）等の揮発性記憶素子およびその周辺回路等を備えたマイクロコンピュータによって構成される。

[0052] このように構成される制御部20には、当該制御部20がプログラムを実行することによって、機能的に、搬送制御部201と、吸引固定制御部202と、挿入ビット制御部203と、位置決め制御部204と、突き上げ制御部207と、が構成される。

[0053] 搬送制御部201は、搬送部14（詳しくは、搬送部14の各駆動部（モータ等））を制御して、搬送面121上の初期位置（例えば、ホルダー供給装置等によって搬送用治具70にレンズホルダー50が供給される位置等）に配置されている搬送用治具70を組立位置（挿入ビット160の下方位置

）まで移動させる。

[0054] 吸引固定制御部 202 は、搬送台部 12 の吸引部 123 を制御することによって、組立位置の搬送用治具 70 を吸引して当該位置に固定し、または、吸引を停止して前記吸引によって固定されていた状態の搬送用治具 70 を解放（移動可能に）する。本実施形態の吸引固定制御部 202 は、搬送用治具 70 が搬送面 121 上において位置決め部 18 によって位置決めされると、吸引部 123 を制御して搬送用治具 70 を吸引して当該位置に固定する。そして、吸引固定制御部 202 は、搬送用治具 70 が突き上げ部材 126 によって突き上げられる前に、吸引部 123 を制御して吸引を停止し、吸引によって搬送面 121 上に固定されていた搬送用治具 70 を解放する。

[0055] 挿入ビット制御部 203 は、挿入ビット本体 161 の図略の吸引部を制御してレンズ 60 を保持部 162 の下端に吸着させる（保持する）、または保持部 162 からレンズ 60 を解放する挿入ビット吸引制御部 205 と、挿入ビット駆動部 164 を制御して挿入ビット 160 の上下動（昇降）を制御する上下動制御部 206 とを有する。具体的には、挿入ビット制御部 203（挿入ビット吸引制御部 205 および上下動制御部 206）は、以下のように挿入ビット 160 と挿入ビット駆動部 164 とを制御する。

[0056] 先ず、挿入ビット吸引制御部 205 が挿入ビット 160 の図略の吸引部を作動させ、図略の光学素子供給装置等によって供給されたレンズ 60 や、レンズ用搬送用治具等に配置されたレンズ 60 を挿入ビット 160 に保持させ（すなわち、挿入ビット 160 によってレンズ 60 を吸着し）、上下動制御部 206 が挿入ビット駆動部 164 を制御してこの状態の挿入ビット 160 を上端位置まで移動（上昇）させる。この上端位置は、挿入ビット 160 の下端に保持されているレンズ 60 が搬送用治具 70 に保持されたレンズホルダー 50 の上端よりも上方となる位置である。

[0057] 次に、搬送面 121 の組立位置にレンズホルダー 50 を保持した搬送用治具 70 が搬送されると、上下動制御部 206 が挿入ビット駆動部 164 を制御して、挿入ビット 160 をクランプ位置まで降下させる。このクランプ位

置は、位置決め部 18 による位置決めの際に、第 1 クランプ 181（詳しくは、一对の当接面 185、185）が搬送用治具 70 と挿入ビット本体 161 との両方に当接できる高さ位置である。

[0058] 次に、位置決め部 18 によって挿入ビット 160 に対する搬送用治具 70 の位置決めが行われると（すなわち、レンズホルダー 50 の光軸 C50 とレンズ 60 の光軸 C60 とが一致若しくは略一致すると）、上下動制御部 206 が挿入ビット駆動部 164 を制御し、レンズ 60 を保持した状態の挿入ビット 160 を降下させ、保持部 162 下端に保持されたレンズ 60 を搬送用治具 70 に保持されているレンズホルダー 50 内に挿入する。

[0059] レンズ 60 の下端の面取り部（周縁部）64 がレンズホルダー 50 内の案内内部 58 に接触（当接）すると（図 7A 参照）、上下動制御部 206 が挿入ビット駆動部 164 を制御して挿入ビット 160 の降下を停止する。このレンズ 60（面取り部 64）の案内内部 58 への接触は、挿入ビット 160 の降下時の抵抗変化やセンサ等によって検出してもよく、また、挿入ビット 160 が所定の高さ位置まで降下することにより、レンズ 60 の面取り部 64 がレンズホルダー 50 の案内内部 58 に接触したと判断しても（擬制しても）よい。

[0060] 面取り部 64 が案内内部 58 に接触すると、挿入ビット吸引制御部 205 は、挿入ビット本体 161 の図略の吸引部を停止させ、挿入ビット 160 に保持されていたレンズ 60 を解放する。これにより、レンズ 60 が挿入ビット 160（保持部 162）に対して水平方向に移動可能となる。

[0061] そして、挿入ビット 160 がレンズ 60 を解放した状態で、上下動制御部 206 が挿入ビット駆動部 164 を制御して挿入ビット 160 を第 1 の高さ位置まで降下させる（第 1 の押し下げ動作を行わせる：図 7B および図 7C 参照）。第 1 の押し下げ動作は、レンズ 60 を案内内部 58 の下端に到達するまでレンズ 60 を押し下げる第 1 の押し下げを行う動作であり、この第 1 の高さ位置は、レンズ 60 における案内内部 58 との接触部位（本実施形態の例では面取り部 64）の上端が案内内部 58 の下端位置と一致する高さ位置（図

7 C 参照) である。

[0062] これにより、保持部 1 6 2 の下端によってレンズ 6 0 が下方に押し下げられる。このとき、レンズ 6 0 は、保持部 1 6 2 による吸着から解放され且つレンズホルダー 5 0 の案内部 5 8 とレンズ 6 0 下端の面取り部 6 4 とが傾斜しているため、案内部 5 8 によってレンズ 6 0 の光軸 C 6 0 がレンズホルダー 5 0 の光軸 C 5 0 と一致する方向に案内される（移動する）。この第 1 の押し下げ動作では、挿入ビット 1 6 0 がレンズ 6 0 を例えば 0 N 以上で且つ 3 N 以下の力（本実施形態の例では、3 N の力）で押し下げる。この範囲の力でレンズ 6 0 を押し下げることによって、レンズ 6 0（光軸 C 6 0）が傾いた状態で光学素子配置部 5 4 に嵌り込んだり、嵌り込む際に光学素子配置部 5 4 がレンズ 6 0 によって傷付けられたりすることが防がれる。

[0063] 第 1 の押し下げ動作が終わると、搬送用治具 7 0 が突き上げ部材 1 2 6 によって突き上げられて搬送面 1 2 1 から離間し、その状態で、上下動制御部 2 0 6 は、挿入ビット駆動部 1 6 4 を制御して挿入ビット 1 6 0 を第 2 の高さ位置まで降下させる（第 2 の押し下げ動作を行う：図 7 C～図 7 D 参照）。第 2 の押し下げ動作は、第 1 の押し下げ後に、さらに下方に光学素子を押し下げる第 2 の押し下げを行う動作である。これにより、レンズ 6 0 が、レンズホルダー 5 0 内におけるレンズ 6 0 の配置位置（レンズユニットにおいて予定されている配置位置）まで挿入（本実施形態では圧入）される。この第 2 の押し下げ動作では、挿入ビット 1 6 0 がレンズ 6 0 を第 1 の押し下げ動作よりも大きな力、例えば、5 N 以上で且つ 1 0 N 以下の力（本実施形態の例では、7 N の力）で押し下げる。この範囲の力でレンズ 6 0 を押し下げることによって、レンズ 6 0 がその外径より僅かに小さい内径を有する光学素子配置部 5 4 内に嵌り込む（圧入される）。

[0064] 挿入ビット 1 6 0 が第 2 の高さ位置まで降下すると、突き上げ部材 1 2 6 が降下して搬送用治具 7 0 が搬送面 1 2 1 上に降ろされ、その後、上下動制御部 2 0 6 は、挿入ビット駆動部 1 6 4 を制御して挿入ビット 1 6 0 を上端位置まで上昇させる。これにより、レンズホルダー 5 0 へのレンズ 6 0 の挿

入（組み付け、配置）が完了する。なお、突き上げ部材１２６の降下と、挿入ビット１６０の上昇とが同時に行われてもよい。

[0065] 位置決め制御部２０４は、第１のクランプ部１８０と第２のクランプ部１９０の各駆動部１８２、１８４、１９２をそれぞれ制御することによって、搬送部１４によって組立位置まで搬送された搬送用治具７０の挿入ビット１６０に対する位置決めを行う。具体的には、以下の通りである。

[0066] 位置決め制御部２０４は、先ず、第１のクランプ部１８０の制御を行って、挿入ビット１６０に対する搬送用治具７０の位置決めを行う。詳しくは、位置決め制御部２０４は、第１クランプ１８１の第１駆動部１８２を制御して第１クランプ１８１を前進させる。この第１クランプ１８１の一对の当接面１８５、１８５が挿入ビット本体１６１に当接すると、位置決め制御部２０４は、第１クランプ１８１の前進を停止させ、第２クランプ１８３の第２駆動部１８４を制御して第２クランプ１８３を前進させる。第２クランプ１８３が所定の位置（搬送用治具７０が第１クランプ１８１と第２クランプ１８３とによって挟み込まれた状態になる位置）まで前進すると、位置決め制御部２０４は、第２クランプ１８３の前進を停止させる。これにより、挿入ビット１６０に対する搬送用治具７０の位置決めが完了する。

[0067] 次に、位置決め制御部２０４は、第２のクランプ部１９０の制御を行って、挿入ビット１６０の保持部１６２に対するレンズ６０の位置決めを行う。詳しくは、位置決め制御部２０４が各第３駆動部１９２をそれぞれ制御して第３クランプ１９１をそれぞれ前進させ、一对の第３クランプ１９１、１９１が保持部１６２の下端とレンズ６０とを一緒に挟み込むことにより、挿入ビット１６０の保持部１６２の中心軸Ｃ１６０と、この保持部１６２が保持するレンズ６０の光軸Ｃ６０とが一致（若しくは略一致）する。

[0068] このように、第１のクランプ部１８０と第２のクランプ部１９０とが、挿入ビット１６０に対する搬送用治具７０の位置決め、および、挿入ビット１６０の保持部１６２に対するレンズ６０の位置決めを行うことによって、挿入ビット１６０に保持されているレンズ６０の光軸Ｃ６０と、搬送用治具７

0に保持されているレンズホルダー50の光軸（中心軸）C50とが、水平方向において一致若しくは略一致する。

[0069] 続いて、位置決め制御部204は、各クランプ（第1のクランプ部180の第1クランプ181および第2クランプ183、第2のクランプ部190の一对の第3クランプ191、191）をそれぞれ後退させ、挿入ビット160に対する搬送用治具70の位置決めを終了する。

[0070] なお、本実施形態では、第1のクランプ部180によって挿入ビット160に対する搬送用治具70の位置決めが行われた後、第2のクランプ部190によって挿入ビット160の保持部162に対するレンズ60（保持部162に保持されているレンズ60）の位置決めが行われるが、この制御に限定されない。例えば、第1のクランプ部180と第2のクランプ部190とが同時に動作するように制御されてもよく、また、第2のクランプ部190が第1のクランプ部180よりも先に動作するように制御されてもよい。

[0071] 突き上げ制御部207は、挿入ビット制御部203（詳しくは、上下動制御部206）が挿入ビット160に第1の押し下げ動作を行わせた後、突き上げ駆動部127を制御して、突き上げ部材126を初期位置から挟み込み位置まで上昇させる。また、突き上げ制御部207は、挿入ビット制御部203が挿入ビット160に第2の押し下げ動作を行わせた後、突き上げ駆動部127を制御して、突き上げ部材126を挟み込み位置から初期位置まで降下させる。

[0072] 次に、光学系組立装置10でのレンズユニットの組み立て（レンズホルダー50へのレンズ60の挿入動作）について図8A～図8Lおよび図9A～図9Eも参照しつつ説明する。なお、図8A～図8Hでは、突き上げ部材126を省略している。

[0073] 挿入ビット160が光学素子供給装置等から供給されたレンズ60を保持（吸着）し、上端位置まで上昇する。挿入ビット160が上端位置まで上昇すると、搬送部14がレンズホルダー50を保持した状態の搬送用治具70を組立位置まで搬送する。

[0074] 搬送用治具 70 が組立位置（搬送面 121 の吸引用開口 122 を塞ぐ（覆う）位置）まで搬送されると、図 8A に示されるように、挿入ビット 160 がクランプ位置まで降下する。続いて、図 8B に示されるように、一对の当接面 185、185 が挿入ビット本体 161 にそれぞれ当接するまで第 1 クランプ 181 が前進し、その後、第 2 クランプ 183 が前進して第 1 クランプ 181 との間に搬送用治具 70 を挟み込む。これにより、搬送用治具 70 が第 1 クランプ 181 に押し付けられ、挿入ビット 160 に対する搬送用治具 70（すなわち、レンズホルダー 50）の位置決めが行われる。

[0075] 続いて、図 8C に示されるように、搬送台部 12 の吸引ポンプ 124 が吸引を開始し、搬送用治具 70 が搬送面 121 に吸い付けられて固定される。

[0076] このように吸引によって搬送用治具 70 が固定されると、図 8D に示されるように、第 2 のクランプ部 190 によって挿入ビット 160 の保持部 162 に対するレンズ 60 の位置決めが行われる。具体的には、一对の第 3 クランプ 191、191 がそれぞれ前進して保持部 162 の下端と、レンズ 60 とを水平方向から一緒に挟み込む。これにより、保持部 162 の中心軸 C160 とレンズ 60 の光軸 C60 とが一致若しくは略一致する。

[0077] このように、光学系組立装置 10 では、第 1 のクランプ部 180 によって挿入ビット 160 に対するレンズホルダー 50 の位置決めが行われ、続いて、第 2 のクランプ部 190 によって挿入ビット 160 に対するレンズ 60 の位置決めが行われることで、レンズホルダー 50 に対するレンズ 60 の位置決めが行われる。

[0078] 続いて、図 8E および図 8F に示されるように、第 2 および第 3 クランプ 183、191、191 が後退した後、第 1 クランプ 181 が後退すると、挿入ビット 160 が降下してレンズ 60 をレンズホルダー 50 に挿入する。

[0079] レンズ 60 の面取り部 64 がレンズホルダー 50 の内周面 52 の案内部 58 に接触すると、挿入ビット 160 は降下を停止すると共にレンズ 60 の吸引を停止して解放する。レンズ 60 が解放されると、続いて、挿入ビット 160 は、図 8G に示されるように、第 1 の押し下げ動作（本実施形態の例で

は3 Nの力での押し下げ)を行う。これにより、レンズ60が案内部58に案内されて降下しつつレンズ60の光軸C60がレンズホルダー50(光学素子配置部54)の光軸C50と一致する方向に移動する。

[0080] レンズ60の光軸C60とレンズホルダー50の光軸C50とが一致すると、次に、図8Hに示されるように、搬送台部12の吸引部123が吸引を停止し、吸引によって搬送面121上に固定されていた搬送用治具70が解放される。

[0081] 続いて、図8Iに示されるように、突き上げ部材126が初期位置から上昇して搬送用治具70の底部(詳しくは突き上げ用凹部75)を突き上げ、搬送面121から搬送用治具70を持ち上げる(離間させる)。このとき、突き上げ部材126の先端面126aが上方に向かって膨出する半球面形状(突き上げ凹部75の底面と点接触する形状)であるため、搬送用治具70は、揺動可能な状態となる。すなわち、レンズホルダー50の内側に挿入されたレンズ60と、レンズホルダー50を保持している搬送用治具70とが、搬送面121から離間し且つレンズホルダー50の光軸C50が上下方向に対して揺動可能な状態で、挿入ビット160と突き上げ部材126との間に挟み込まれる。

[0082] この搬送用治具70が揺動可能な状態のまま、挿入ビットは、図8Jに示されるように、第2の押し下げ動作(本実施形態の例では7 Nの力で押し下げ)を行う。

[0083] このとき、レンズ60の光軸C60と保持部162の中心軸C160との間隔(ズレ量)が小さい場合には(図7C参照)、第2の押し下げ動作によって、レンズ60が傾くことなく光学素子配置部54内に真っ直ぐに挿入(圧入)される。

[0084] 一方、前記ズレ量が大きい場合には(図9A参照)、保持部162からレンズ60に加わる下向きの力の大きさが場所によって大きく異なり(すなわち、保持部162の中心軸C160に近い部分が大きく、中心軸C160から離れるに従って小さくなる:図9B参照)、これにより、レンズ60が光

光学素子配置部 54 内に傾いた状態で嵌り込もうとする（図 9 C 参照）。しかし、本実施形態の光学系組立装置 10 では、搬送用治具 70（すなわち、レンズホルダー 50）が揺動可能な状態で挿入ビット 160 と突き上げ部材 126 とに挟み込まれているため、前記レンズ 60 の傾き起因するレンズ 60 の外周面 62 と光学素子配置部 54 との間の摩擦力の周方向における偏り（詳しくは、光学素子配置部 54 の光軸 C50 に対してその光軸 C60 が傾いたレンズ 60 を、その姿勢のままで光軸 C50 に沿って光学素子配置部 54 内に押し込もうとした場合に、レンズ外周面 62 の周方向の各位置において生じる摩擦力の大きさの違い）によって、レンズホルダー 50 がレンズ 60 の傾いた姿勢（垂直方向に対する光軸 C60 の傾き）に倣って傾く。すなわち、搬送用治具 70 が保持したレンズホルダー 50 と共に、前記周方向の摩擦力の偏りを解消する方向に傾く（図 9 D 参照）。これにより、挿入ビット 160 によって第 2 の押し下げ動作が行われると、レンズ 60 の光軸 C60 とレンズホルダー 50 の光軸 C50 とが一致して前記周方向の摩擦力の偏りが解消し、このレンズ 60 の傾きに倣った光学素子配置部（光軸 C50 が上下方向に対して傾斜した姿勢の光学素子配置部）54 に対して真っ直ぐ（光軸 C50 に沿って）にレンズ 60 が押し込まれる（図 9 E 参照）。

[0085] レンズ 60 がレンズホルダー 50 におけるレンズ 60 の配置位置まで圧入されると、図 8 K および図 8 L に示されるように、突き上げ部材 126 が初期位置まで降下し、挿入ビット 160 が上端位置まで上昇する。そして、搬送部 14 が、レンズ 60 が挿入されたレンズホルダー 50 を保持している搬送用治具 70 を所定の位置まで搬送する（移動させる）。

[0086] 光学系組立装置 10 では、以上の工程が繰り返される。

[0087] 以上のような光学系組立装置 10 では、搬送用治具 70 を介してレンズ 60 側に押されたレンズホルダー 50（光学素子配置部 54）内にレンズ 60 が押し込まれる際に、レンズホルダー 60（光学素子配置部 54）の光軸 C50 に対してレンズ 60 の光軸 C60 が傾いていた場合（挿入の途中で傾いた場合も含む）でも、搬送用治具 70 が揺動可能な状態でレンズ 60 と搬送

用治具 70（詳しくは、レンズ 60 が挿入されたレンズホルダー 50 を保持する搬送用治具 70）とが挟み込まれるため、光軸 C 60 が傾いていた場合にレンズ 60 の周面（外周面）62 と光学素子配置部 54 との間に生じる摩擦力の周方向の偏り（前記傾きに起因する周方向に偏った摩擦力の分布（図 9C 参照））によってレンズ 60 の光軸 C 60 に対してその光軸 C 50 が一致するようにレンズホルダー 50（詳しくはレンズホルダー 50 を保持する搬送用治具 70）が傾く（揺動する）。これにより、レンズ 60 の光軸 C 60 と光学素子配置部 54 の光軸 C 50 とが一致した状態でレンズ 60 が光学素子保持部 54 内に真っ直ぐに入り込むことができ、その結果、組立精度が十分に確保される。

[0088] しかも、画像処理部のように撮像ユニットや撮像結果に基づいて補正量を演算するための演算部、求められた補正量に基づいて各駆動部等のズレ等を補正するための機構等の複雑且つ高価な構成が設けられていなくてもよく、すなわち、レンズホルダー 50 に挿入された状態のレンズ 60 とレンズホルダー 50 を保持する搬送用治具 70 とを上下方向から挟み込むといった簡素な機構が設けられていればよく、光学系組立装置 10 の価格を抑えることができる。

[0089] 本実施形態の光学系組立装置 10 のように、搬送用治具 70 のような小さな部材を突き上げる構成とすることによって、搬送用治具 70 が載置されてレンズ 60 の組み込み作業等が行なわれる搬送面（載置面）121 を有する搬送台 120 のような大きな部材を降下させる場合に比べ、より簡素な構成によって、搬送用治具 70 の底部（突き上げ用凹部 75）を搬送面 121 から離間させて搬送用治具 70 を揺動可能な状態にすることができる。

[0090] また、本実施形態の光学系組立装置 10 では、突き上げ部材 126 の先端部（上端部）が搬送用治具 70 の底部（突き上げ用凹部 75）と点接触する形状を有しているため、この先端部によって突き上げられて搬送面 121 から離間した搬送用治具 70 が揺動し易い。

[0091] しかも、突き上げ部材 126 がその先端に先端面 126a として上方に膨

出した湾曲面を有しているため、搬送用治具 70 が突き上げ部材 126 に対して傾斜した状態（姿勢）になっても、突き上げ部材 126 と搬送用治具 70 との接触部位において点接触状態が保たれる。

[0092] また、本実施形態の光学系組立装置 10 では、位置決め部 18 による、挿入ビット 160（詳しくは、挿入ビット 160 に保持されたレンズ 60）に対するレンズホルダー 50 の水平面方向の位置決め精度が悪くても（例えば具体的には、レンズ 60 を保持した状態で挿入ビット 160 が降下してレンズホルダー 50 にレンズ 60 を挿入する場合に、レンズ 60 の下端の面取り部 64 が内周面 52 の案内部 58 に当接できる程度の精度があれば）、レンズ 60 をレンズホルダー 50 内（光学素子配置部 54 内）に精度よく配置（挿入）することができる。具体的には、以下の通りである。

[0093] 位置決め部 18 によってレンズホルダー 50 が位置決めされたときに、レンズ 60 の光軸 C60 とレンズホルダー 50 の内周面 52（レンズ 60 がその内部に配置される光学素子配置部 54）の光軸（中心軸）C50 とがズレていても、挿入ビット 160 によってレンズ 60 がレンズホルダー 50 内に挿入される場合に、レンズ 60 が挿入ビット 160 から解放されている状態（すなわち、挿入ビット 160 に対して水平方向への移動が可能な状態）で第 1 の押し下げ動作が行われることで、レンズ 60 が案内部 58 に案内されてレンズホルダー 50 内（内周面 52 に囲まれた領域内）を降下しつつ水平方向に移動してその光軸 C60 とレンズホルダー 50 の内周面 52 の光軸（中心軸）C50 とが一致する。このため、第 1 の押し下げ動作の後に行われる第 2 の押し下げ動作によって、レンズ 60 が光学素子配置部 54 内に進入することができ、その結果、レンズホルダー 50 内の配置位置に精度よく配置される。このように、本実施形態の光学系組立装置 10 によれば、位置決め精度が高精度でない位置決め部 18 を用いてレンズ 60（挿入ビット 160 に保持された状態のレンズ 60）に対するレンズホルダー 50 の位置決めが行われても、レンズ 60 を光学素子配置部 54 内に精度よく且つ確実に配置することができる（すなわち、組立精度が確保される）。

[0094] また、本実施形態の光学系組立装置 10 では、第 1 の押し下げ動作のときにレンズ 60 を小さな力（例えば 3 N）で押し下げることによって、案内部 58 によって案内されているときに下方への過大な力がレンズ 60 に加わることが防がれる。これにより、光学素子配置部 54 にレンズ 60 が傾いた状態で嵌り込んだり、レンズ 60 がレンズホルダー 50 の内周面 52 を傷付けながら光学素子配置部 54 に嵌り込んだりすることを効果的に防ぎつつ、水平方向においてレンズ 60 の光軸 C 60 とレンズホルダー 50 の内周面 52 の中心軸 C 50 とが一致するようにレンズ 60 を案内部 58 によって案内させる（位置合わせする）ことができる。

[0095] そして、位置合わせした後にレンズ 60 を大きな力（例えば 7 N）で押し下げることによって、光学素子配置部 54 の内径がレンズ 60 の外径と同じ若しくは僅かに小さくても、レンズ 60 を光学素子配置部 54 内に確実に挿入することができる。

[0096] また、本実施形態の光学系組立装置 10 では、第 1 クランプ 181 が挿入ビット 160 に当接した状態で、第 2 クランプ 183 によって搬送用治具 70（レンズホルダー 50 を保持した状態の搬送用治具 70）を第 1 クランプ 181 に押し付けるようにして挟み込むことで、レンズ 60 に対するレンズホルダー 50 の位置決めを好適に行うことができる。

[0097] また、本実施形態の光学系組立装置 10 では、外径が同じ保持部 162 とレンズ 60 とを一对の第 3 クランプ 191、191 によって水平方向から一緒に挟み込むことによって挿入ビット 160 に対するレンズ 60 の水平方向の位置決めを精度よく行うことができる。このように、光学系組立装置 10 では、第 1 のクランプ部 180 による挿入ビット 160 に対するレンズホルダー 50 の位置決めに加えて、第 2 のクランプ部 190 による挿入ビット 160（保持部 162）に対するレンズ 60 の位置決めが行われることで、レンズ 60 に対するレンズホルダー 50 の水平方向の位置決めがより高精度に行われる。

[0098] なお、本発明の光学系組立装置は、上記実施形態に限定されるものではな

く、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

[0099] 上記実施形態の光学系組立装置 10 では、突き上げ部材 126 によって搬送用治具 70 を上方に向けて突き上げることによって、搬送用治具 70 を搬送面 121 から離間させているが、この構成に限定されない。例えば、レンズ 60 と、このレンズ 60 が挿入された状態のレンズホルダー 50 を保持している搬送用治具 70 とを挿入ビット 160 と突き上げ部材 126 とによって上下方向から軽く挟み込んだ状態で搬送台 120 を降下させることによって、搬送用治具 70 を搬送面 121 から離間させる構成であってもよい。かかる構成によっても、搬送用治具 70 が突き上げ部材 126 と点接触状態で当該突き上げ部材 126 と挿入ビット 160 とに挟み込まれ且つ搬送用治具 70 が搬送面 121 から離間するため、搬送用治具 70 が揺動可能となる。

[0100] 上記実施形態の第 1 のクランプ部 180 は、第 1 クランプ 181 が挿入ビット 160 に当接した状態で第 2 クランプ 183 によって搬送用治具 70 を第 1 クランプ 181 に押し付けるように挟み込む、すなわち、第 2 クランプ 183 が挿入ビット 160 に当接することなく搬送用治具 70 のみに当接する構成であるが、この構成に限定されない。例えば、第 1 のクランプ部 180 は、挿入ビット 160 と、レンズホルダー 50 を保持する搬送用治具 70（またはレンズホルダー 50）とを、水平方向から一緒に挟み込む一対のクランプ（クランプ部材）を有する構成であってもよい。この構成によっても、一対のクランプによって挿入ビット 160 とレンズホルダー 50 を保持する搬送用治具 70（またはレンズホルダー 50）とを水平方向から一緒に挟み込むことにより、レンズ 60 に対するレンズホルダー 50 の位置決めを行うことができる。

[0101] 上記実施形態の搬送用治具 70 の突き上げ用凹部 75 の底面は水平面であるが、例えば、図 10 に示されるように、突き上げ用凹部 75 A の底面が下方に膨出した湾曲面形状を有していてもよい。この場合、突き上げ部材 126 の先端面 126 b が水平面形状であってもよい。すなわち、突き上げ用凹

部 7 5 の底面（突き上げ部材 1 2 6 との当接面）が下方に膨出するように湾曲していれば、突き上げ部材 1 2 6 の先端面 1 2 6 b が水平面であっても、搬送用治具 7 0 が突き上げ部材 1 2 6 によって突き上げられて搬送面 1 2 1 から離間したときに搬送用治具 7 0 が揺動可能であって、且つ、搬送用治具 7 0 の中心軸 C 7 0 が上下方向に対して一致した状態または傾斜した状態のいずれの状態においても突き上げ用凹部 7 5 の底面と点接触する。

[0102] 上記実施形態の光学系組立装置 1 0 は、レンズホルダー 5 0 の光学素子配置部 5 4 にレンズ 6 0 を挿入するが、遮光板等の他の光学素子を挿入してもよい。

[0103] 上記実施形態のレンズ 6 0 の下端周縁部には、面取り部 6 4 が設けられているが、面取り部 6 4 が設けられていなくてもよい。レンズホルダー（鏡筒）5 0 の内周面 5 2 に案内部 5 8 が設けられていれば、第 1 の押し下げによってレンズ（光学素子）が案内（位置合わせ）される。

[0104] また、光学素子配置部 5 4 の内径がレンズ（光学素子）6 0 の外径よりも大きく、レンズホルダー（鏡筒）5 0 の光軸 C 5 0 とレンズ（光学素子）6 0 の光軸 C 6 0 とを一致させれば、ほぼ自重によってレンズ（光学素子）6 0 が光学素子配置部 5 4 内に入っていく場合には、第 1 の押し下げの力と第 2 の押し下げの力とが同じ大きさであってもよい。

[0105] 本明細書は、上記のように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

[0106] 一態様にかかる光学系組立装置は、鏡筒に光学素子を上方から圧入することによって光学系の組み立てを行う光学系組立装置であって、前記光学素子をその光軸が上下方向を向いた姿勢で着脱可能に保持し、上下動可能な光学素子保持部と、前記鏡筒をその光軸が上下方向を向いた姿勢で保持する鏡筒保持用治具と、前記光学素子保持部と前記鏡筒保持用治具との間に、前記光学素子を挟み込む挟み込み部と、を備え、前記挟み込み部は、前記鏡筒へ前記光学素子を圧入する際に、前記鏡筒保持用治具を揺動可能に支持し、前記光学素子保持部が前記光学素子を押し下げることで、前記光学素子を圧入す

る。そして、この光学系組立装置において、好ましくは、前記鏡筒は、前記光学素子の外周面との間で所定の摩擦力を生じさせる内周面を持つ配置部と、前記配置部上端に接続され前記配置部より大きい内径を持つ案内部とを有し、前記光学素子保持部は、前記光学素子を前記案内部の下端に到達するまで前記光学素子を押し下げる第1の押し下げと、さらに下方に前記光学素子を押し下げる第2の押し下げとを行う。

[0107] このような光学系組立装置の一例では、光学系組立装置は、鏡筒に光学素子を挿入することによって光学系の組み立てを行う光学系組立装置であって、下端に、前記光学素子をその光軸が上下方向を向いた姿勢で着脱可能に保持した状態で上下動可能な光学素子保持部と、前記光学素子保持部の下方側において前記鏡筒の位置決めを行う鏡筒位置決め部と、前記光学素子保持部との間に前記光学素子を挟み込む挟み込み部と、を備える。そして、前記鏡筒は、上下方向に中心軸を持つ内周面であって、前記光学素子が挿入された場合に当該光学素子を周方向に囲み且つ当該光学素子の周面との間に所定の摩擦力を生じさせる形状の光学素子配置部を含む内周面を有し、前記鏡筒位置決め部は、前記光学素子保持部に保持された状態の前記光学素子に対する水平方向の位置決めを、前記搬送用治具によって下方側から保持された状態の前記鏡筒に対して行い、前記挟み込み部は、前記鏡筒位置決め部によって位置決めされた前記鏡筒に前記光学素子を挿入した前記光学素子保持部との間に、前記鏡筒を保持する搬送用治具を当該搬送用治具が揺動可能な状態で前記光学素子と共に挟み込むことにより、当該光学素子を前記鏡筒内に挿入する。

[0108] 上記構成によれば、鏡筒保持用治具（一例では搬送用治具）を介して光学素子側に押された鏡筒（光学素子配置部）内に光学素子が押し込まれる際に鏡筒（光学素子配置部）の中心軸に対して光学素子の光軸が傾いていた場合（挿入の途中で傾いた場合も含む）でも、鏡筒保持用治具が揺動可能な状態で光学素子と鏡筒保持用治具（一例では光学素子が挿入された鏡筒を保持する前記搬送用治具）とが挟み込まれているため、前記光軸が傾いていた場合

に光学素子の周面と光学素子配置部との間に生じる摩擦力の周方向の偏り（前記傾きに起因する周方向に偏った摩擦力の分布（図9C参照））によって光学素子の光軸に対してその中心軸が一致するように、鏡筒（詳しくは鏡筒を保持する搬送用治具）が傾く（揺動する）。これにより、光学素子の光軸と光学素子配置部の中心軸とが一致した状態で、光学素子が光学素子保持部内に真っ直ぐに入り込むことができ、その結果、組立精度が十分に確保される。

[0109] しかも、画像処理部のように撮像ユニットや撮像結果に基づいて補正量を演算するための演算部、および、求められた補正量に基づいて各駆動部等のズレ等を補正するための機構等の複雑且つ高価な構成が設けられていなくてもよく、すなわち、鏡筒に挿入された状態の光学素子と前記鏡筒を保持する鏡筒保持用治具とを上下方向から挟み込むといった簡素な機構が設けられていればよく、光学系組立装置の価格を抑えることができる。

[0110] 他の一態様では、これら上述の光学系組立装置において、好ましくは、前記鏡筒保持用治具は、搬送用治具であり、前記光学素子保持部の下方側において、前記鏡筒の水平方向の位置決めを行う鏡筒位置決め部を有する。また好ましくは、これら上述の光学系組立装置は、開口を形成した載置面を有し、前記載置面の上方を前記鏡筒を保持した状態の前記搬送用治具を載置可能である台部をさらに備え、前記挟み込み部は、前記開口から上方に向けて前記搬送用治具の底部を突き上げて前記搬送用治具を前記載置面から離間させて前記光学素子保持部が前記第2の押し下げを行うことで、前記鏡筒に前記光学素子を圧入する。また好ましくは、これら上述の光学系組立装置は、前記鏡筒を保持した状態の前記搬送用治具をその上側に載置可能な水平若しくは略水平方向に広がる載置面を有する台部を備え、前記挟み込み部は、前記載置面から上方に向けて前記搬送用治具の底部を突き上げて前記搬送用治具を前記載置面から離間させることによって、前記光学素子保持部との間に、前記鏡筒の内側に挿入された光学素子と前記鏡筒を保持した状態の搬送用治具とを挟み込む。

- [0111] このような光学系組立装置は、搬送用治具のような小さな部材を突き上げる構成とすることにより、搬送用治具等が載置されて光学素子の組み込み作業等が行なわれる載置面を有する台部のような大きな部材を降下させる場合に比べ、より簡素な構成によって、搬送用治具の底部を載置面から離間させて搬送用治具を揺動可能な状態にすることができる。
- [0112] この場合、例えば、前記挟み込み部は、上下方向に延び、且つ、上昇することによってその先端部で前記搬送用治具の底部を突き上げる突き上げ部材を有し、前記突き上げ部材の先端部が、前記搬送用治具の底部と点接触する形状であってもよい。
- [0113] このような光学系組立装置では、突き上げ部材の先端部（上端部）が搬送用治具の底部と点接触する形状を有していれば、この先端部によって突き上げられて載置面から離間した搬送用治具は、揺動し易い。
- [0114] この点接触する構成として、例えば、前記突き上げ部材は、上方に膨出した湾曲面をその先端に有する形状であってもよい。
- [0115] このような光学系組立装置は、搬送用治具が突き上げ部材に対して傾斜した状態（姿勢）になっても、突き上げ部材と搬送用治具との接触部位において点接触状態が保たれる。
- [0116] 他の一態様では、これら上述の光学系組立装置において、前記光学素子保持部と前記挟み込み部とを制御する制御部を備え、前記制御部は、前記鏡筒位置決め部によって前記鏡筒が位置決めされたときに、前記光学素子を保持した状態の前記光学素子保持部を降下させて前記光学素子が前記案内部に接触した時点で前記光学素子の保持を解放させた後、前記光学素子における前記案内部と接触した部位が前記案内部の下端位置に移動するまで当該光学素子を押し下げ、その後、前記光学素子保持部および前記挟み込み部の少なくとも一方を作動させて前記光学素子と前記鏡筒を保持している前記鏡筒保持用治具とを挟み込んでもよい。
- [0117] 他の一態様では、これら上述の光学系組立装置において、前記光学素子保持部と前記挟み込み部とを制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記

鏡筒位置決め部によって前記鏡筒が位置決めされた場合に、前記光学素子を保持した状態の前記光学素子保持部を降下させて前記光学素子が前記案内部に接触した時点で前記光学素子の保持を解放させた後、前記第1の押し下げを行う第1の押し下げ動作（一例では前記光学素子における前記案内部と接触した部位が前記案内部の下端位置に移動するまで当該光学素子を押し下げる第1の押し下げ動作）と、前記突き上げ部材を上昇させて前記載置面から前記搬送用治具を離間させる突き上げ動作と、前記第2の押し下げを行う第2の押し下げ動作（一例では前記光学素子保持部を降下させて前記光学素子配置部内に前記光学素子を押し下げて挿入させる第2の押し下げ動作）と、を順に行わせてもよい。

[0118] これらの構成によれば、鏡筒位置決め部による光学素子（光学系保持部に保持された状態の光学素子）に対する鏡筒の水平面方向の位置決め精度が悪くても、光学系組立装置は、光学素子を鏡筒（光学素子配置部）内に精度よく配置することができる。より具体的には、以下の通りである。

[0119] 鏡筒位置決め部によって鏡筒が位置決めされた場合に、光学素子の光軸と鏡筒の内周面（光学素子はその内部に配置される光学素子配置部）の中心軸とがズレていても、光学素子保持部によって光学素子が鏡筒内に挿入されて案内部に接触した後、光学素子が光学素子保持部から解放されている状態（すなわち、光学素子保持部に対して水平方向への移動が可能な状態）で第1の押し下げ動作が行われることで、光学素子が案内部に案内されて鏡筒内（内周面に囲まれた領域内）を降下しつつ水平方向に移動してその光軸と鏡筒の内周面の中心軸とが一致する。その後、光学素子は、第2の押し下げ動作によって光学素子配置部内に押し込まれ、鏡筒内の配置位置に精度よく配置される。このように、上記構成の光学系組立装置は、位置決め精度が高精度でない鏡筒位置決め部を用いて光学素子（光学素子保持部に保持された状態の光学素子）に対する鏡筒の位置決めが行われても、光学素子を光学素子配置部内に精度よく且つ確実に配置することができる、すなわち、光学系の組立精度を十分に確保することができる。

[0120] ここで、第1の押し下げ動作と、突き上げ動作と、第2の押し下げ動作とが順に行われる場合において、前記第2の押し下げ動作の場合における力が、前記第1の押し下げ動作の場合における力より大きいことが好ましい。このように、第1の押し下げ動作の場合に光学素子を小さな力で押し下げることによって、案内部により案内されている場合に下方への過大な力が光学素子に加わることが防がれる。これにより、光学系組立装置は、前記下方への過大な力に起因する損傷（例えば、光学素子が鏡筒の内周面を傷付けながら光学素子配置部に嵌り込むこと）等をより確実に防ぎつつ、水平方向において光学素子の光軸と鏡筒内周面の中心軸とが一致するように光学素子を案内部によって好適に案内させることができる。そして、位置合わせした後に光学素子を大きな力で押し下げることによって、光学素子配置部の内径が光学素子の外径と同じ若しくは僅かに小さくても、光学素子を光学素子配置部内に確実に挿入（圧入）することができる。

[0121] 他の一態様では、これら上述の光学系組立装置において、前記鏡筒位置決め部は、上下方向に延び、且つ前記光学素子保持部と前記鏡筒保持用治具または前記鏡筒との両方に当接可能な高さ寸法を有し、前記光学素子保持部に向けて水平方向に往復動可能な第1のクランプ部材と、平面視において前記光学素子保持部を挟んで前記第1のクランプ部材と対向する位置から当該第1のクランプ部材に向けて水平方向に往復動可能な第2のクランプ部材とを、有し、前記第2のクランプ部材は、前記第1のクランプ部材との間に、前記鏡筒保持用治具または前記鏡筒を挟み込むことが可能な高さ寸法を有してもよい。

[0122] このような光学系組立装置は、第1クランプ部材が光学素子保持部に当接した状態で、第2クランプ部材によって鏡筒を保持した鏡筒保持用治具（または鏡筒）を第1クランプ部材に押し付けるようにして挟み込むことで、光学素子に対する鏡筒の位置決めを行うことができる。

[0123] 他の一態様では、これら上述の光学系組立装置において、前記鏡筒位置決め部は、前記光学素子保持部と、前記鏡筒保持用治具または前記鏡筒と、を

水平方向から一緒に挟み込む一対のクランプ部材を有してもよい。

[0124] このような光学系組立装置は、一対のクランプ部材によって光学素子保持部と鏡筒を保持する鏡筒保持用治具（または鏡筒）とを水平方向から一緒に挟み込むことにより、光学素子に対する鏡筒の位置決めを行うことができる。

[0125] また、他の一態様では、これら上述の光学系組立装置において、前記光学系組立装置は、鏡筒位置決め部に加え、前記光学素子保持部に保持された前記光学素子の当該光学素子保持部に対する水平方向の位置決めを行う光学素子位置決め部をさらに備えることが好ましい。この場合、前記光学素子保持部は、その下端部に、上下に延び且つ下端に前記光学素子を保持する円柱状の柱状保持部を含み、前記柱状保持部の外径は、前記光学素子の外径と同じであり、前記光学素子位置決め部は、前記光学素子と前記柱状保持部の少なくとも下端部とを水平方向から一緒に挟み込む。

[0126] このような光学系組立装置は、外径が同じ柱状保持部と光学素子とを一緒に挟み込むことによって光学素子保持部に対する光学素子の水平方向の位置決めを精度よく行うことができる。このため、鏡筒位置決め部によって光学素子保持部に対する鏡筒の位置決めを行うことによって、前記光学系組立装置は、光学素子に対する鏡筒の水平方向の位置決めをより高精度に行うことができる。

[0127] 他の一態様にかかる光学系組立方法は、鏡筒に光学素子を圧入することによって光学系の組み立てを行う光学系組立方法であって、光学素子保持部に前記光学素子とその光軸が上下方向を向いた姿勢で着脱可能に保持し、前記鏡筒を揺動可能に支持し、前記鏡筒が揺動可能な状態で、前記鏡筒と前記光学素子保持部との光軸方向の相対移動によって、前記鏡筒に前記光学素子を圧入する。この光学系組立方法において、好ましくは、鏡筒保持用治具に前記鏡筒をその光軸が上下方向を向いた姿勢で保持し、前記鏡筒保持用治具の底部を点支持することで揺動可能にする。

[0128] このような光学系組立方法は、光学系の組み立て精度が高く、且つ安価に

できる。

[0129] この出願は、2013年2月20日に出願された日本国特許出願特願2013-31000を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

[0130] 本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を適切且つ十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を変更および／または改良することは容易に為し得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態または改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態または当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

産業上の利用可能性

[0131] 本発明によれば、光学系組立装置および光学系組立方法を提供することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 鏡筒に光学素子を上方から圧入することによって光学系の組み立てを行う光学系組立装置であって、
- 前記光学素子とその光軸が上下方向を向いた姿勢で着脱可能に保持し、上下動可能な光学素子保持部と、
- 前記鏡筒をその光軸が上下方向を向いた姿勢で保持する鏡筒保持用治具と、
- 前記光学素子保持部と前記鏡筒保持用治具との間に、前記光学素子を挟み込む挟み込み部と、を備え、
- 前記挟み込み部は、前記鏡筒へ前記光学素子を圧入する際に、前記鏡筒保持用治具を揺動可能に支持し、
- 前記光学素子保持部が前記光学素子を押し下げること、前記光学素子を圧入する、
- 光学系組立装置。
- [請求項2] 前記鏡筒は、前記光学素子の外周面との間で所定の摩擦力を生じさせる内周面を持つ配置部と、前記配置部上端に接続され前記配置部より大きい内径を持つ案内部とを有し、
- 前記光学素子保持部は、前記光学素子を前記案内部の下端に到達するまで前記光学素子を押し下げる第1の押し下げと、さらに下方に前記光学素子を押し下げる第2の押し下げとを行う、
- 請求項1に記載の光学系組立装置。
- [請求項3] 前記鏡筒保持用治具は、搬送用治具であり、前記光学素子保持部の下方側において、前記鏡筒の水平方向の位置決めを行う鏡筒位置決め部を有する、
- 請求項1または2に記載の光学系組立装置。
- [請求項4] 開口を形成した載置面を有し、前記載置面の上方を前記鏡筒を保持した状態の前記搬送用治具を載置可能である台部をさらに備え、
- 前記挟み込み部は、前記開口から上方に向けて前記搬送用治具の底

部を突き上げて前記搬送用治具を前記載置面から離間させて前記光学素子保持部が前記第2の押し下げを行うことで、前記鏡筒に前記光学素子を圧入する、

請求項3に記載の光学系組立装置。

[請求項5] 前記挟み込み部は、上下方向に延び、且つ、上昇することによってその先端部で前記搬送用治具の底部を突き上げる突き上げ部材を有し、

前記突き上げ部材の先端部が、前記搬送用治具の底部と点接触する形状である、

請求項4に記載の光学系組立装置。

[請求項6] 前記突き上げ部材は、上方に膨出した湾曲面をその先端に有する形状である、

請求項5に記載の光学系組立装置。

[請求項7] 前記光学素子保持部と前記挟み込み部とを制御する制御部を備え、
前記制御部は、前記鏡筒位置決め部によって前記鏡筒が位置決めされたときに、前記光学素子を保持した状態の前記光学素子保持部を降下させて前記光学素子が前記案内部に接触した時点で前記光学素子の保持を解放させた後、前記光学素子における前記案内部と接触した部位が前記案内部の下端位置に移動するまで当該光学素子を押し下げ、その後、前記光学素子保持部および前記挟み込み部の少なくとも一方を作動させて前記光学素子と前記鏡筒を保持している前記鏡筒保持用治具とを挟み込む、

請求項2～6のいずれか1項に記載の光学系組立装置。

[請求項8] 前記光学素子保持部と前記挟み込み部とを制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記鏡筒位置決め部によって前記鏡筒が位置決めされた場合に、前記光学素子を保持した状態の前記光学素子保持部を降下させて前記光学素子が前記案内部に接触した時点で前記光学素子の

保持を解放させた後、前記第 1 の押し下げを行う第 1 の押し下げ動作と、

前記突き上げ部材を上昇させて前記載置面から前記搬送用治具を離間させる突き上げ動作と、

前記第 2 の押し下げを行う第 2 の押し下げ動作と、

を順に行わせる、

請求項 6 または 7 に記載の光学系組立装置。

[請求項 9] 前記第 2 の押し下げ動作の場合における力が、前記第 1 の押し下げ動作の場合における力より大きい、

請求項 8 に記載の光学系組立装置。

[請求項 10] 前記鏡筒位置決め部は、

上下方向に延び、且つ前記光学素子保持部と前記鏡筒保持用治具または前記鏡筒との両方に当接可能な高さ寸法を有し、前記光学素子保持部に向けて水平方向に往復動可能な第 1 のクランプ部材と、

平面視において前記光学素子保持部を挟んで前記第 1 のクランプ部材と対向する位置から当該第 1 のクランプ部材に向けて水平方向に往復動可能な第 2 のクランプ部材とを、有し、

前記第 2 のクランプ部材は、前記第 1 のクランプ部材との間に、前記鏡筒保持用治具または前記鏡筒を挟み込むことが可能な高さ寸法を有する、

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の光学系組立装置。

[請求項 11] 前記鏡筒位置決め部は、前記光学素子保持部と、前記鏡筒保持用治具または前記鏡筒と、を水平方向から一緒に挟み込む一対のクランプ部材を有する、

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の光学系組立装置。

[請求項 12] 前記光学素子保持部に保持された前記光学素子の当該光学素子保持部に対する水平方向の位置決めを行う光学素子位置決め部をさらに備え、

前記光学素子保持部は、その下端部に、上下に延び且つ下端に前記光学素子を保持する円柱状の柱状保持部を含み、

前記柱状保持部の外径は、前記光学素子の外径と同じであり、

前記光学素子位置決め部は、前記光学素子と前記柱状保持部の少なくとも下端部とを水平方向から一緒に挟み込む、

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の光学系組立装置。

[請求項13] 鏡筒に光学素子を圧入することによって光学系の組み立てを行う光学系組立方法であって、

光学素子保持部に前記光学素子とその光軸が上下方向を向いた姿勢で着脱可能に保持し、

前記鏡筒を揺動可能に支持し、

前記鏡筒が揺動可能な状態で、前記鏡筒と前記光学素子保持部との光軸方向の相対移動によって、前記鏡筒に前記光学素子を圧入する、

光学系組立方法。

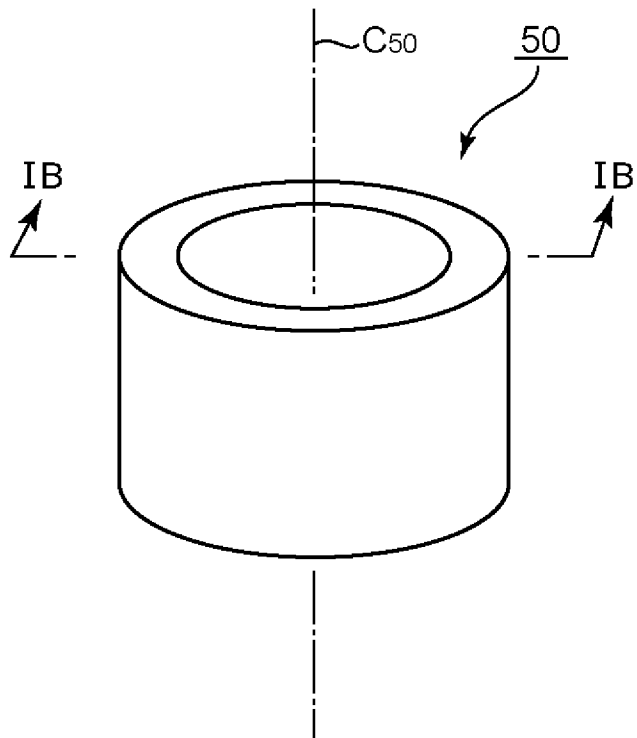
[請求項14] 鏡筒保持用治具に前記鏡筒をその光軸が上下方向を向いた姿勢で保持し、

前記鏡筒保持用治具の底部を点支持することで揺動可能にする、

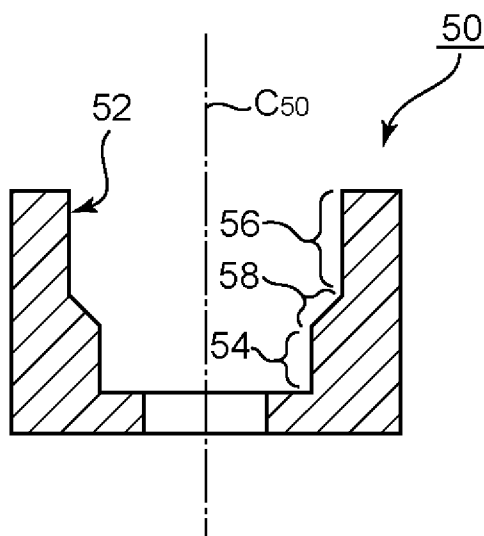
請求項 13 に記載の光学系組立方法。

[図1]

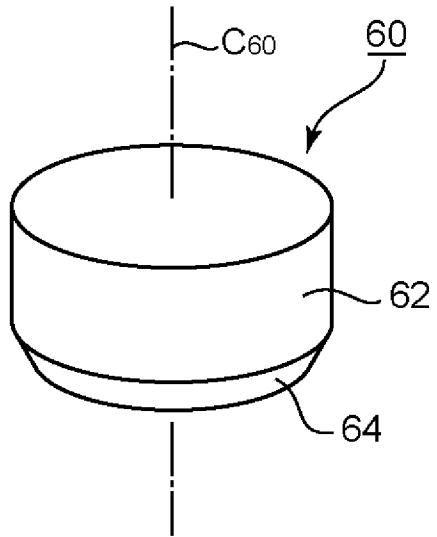
A.



B.

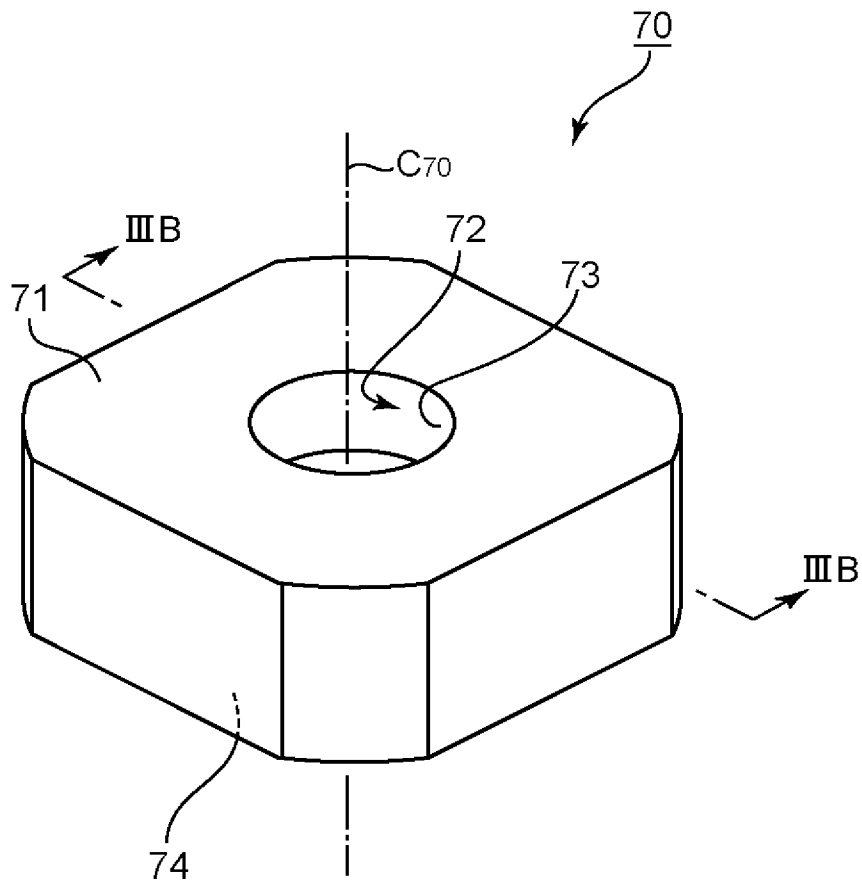


[図2]

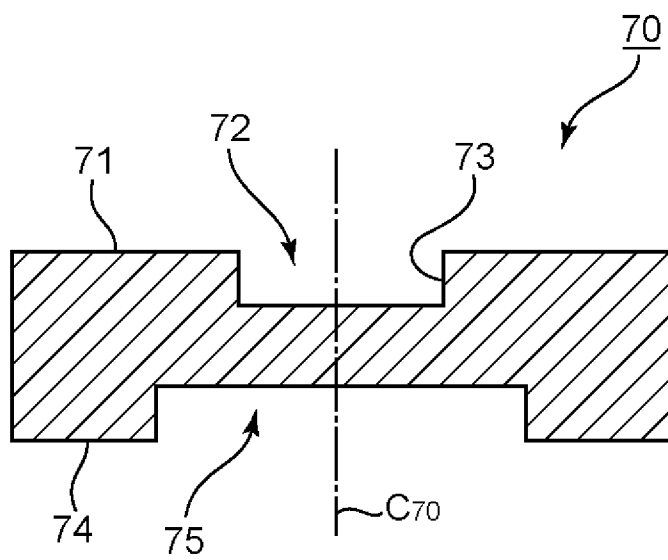


[図3]

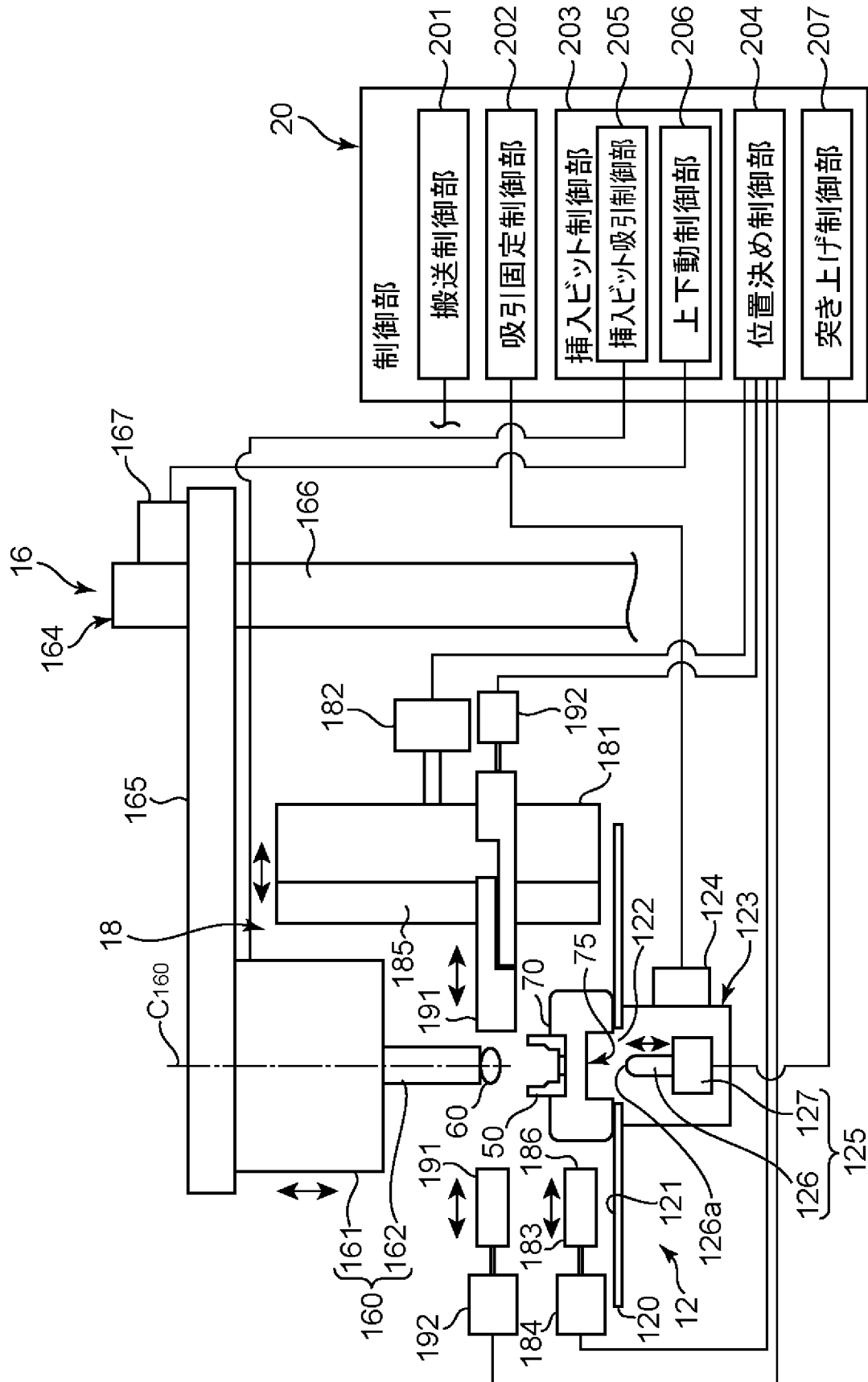
A.



B.

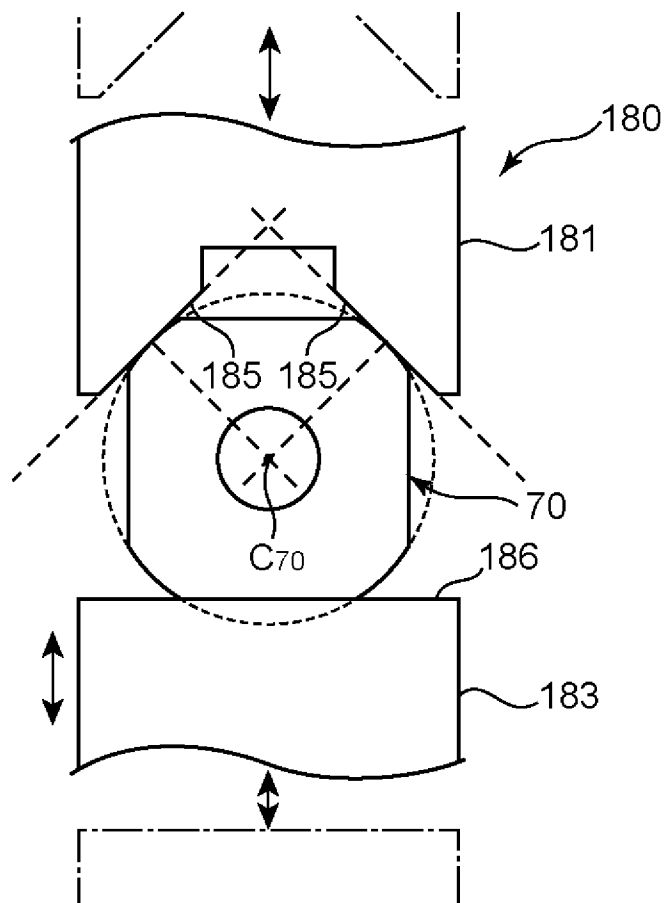


[図4]

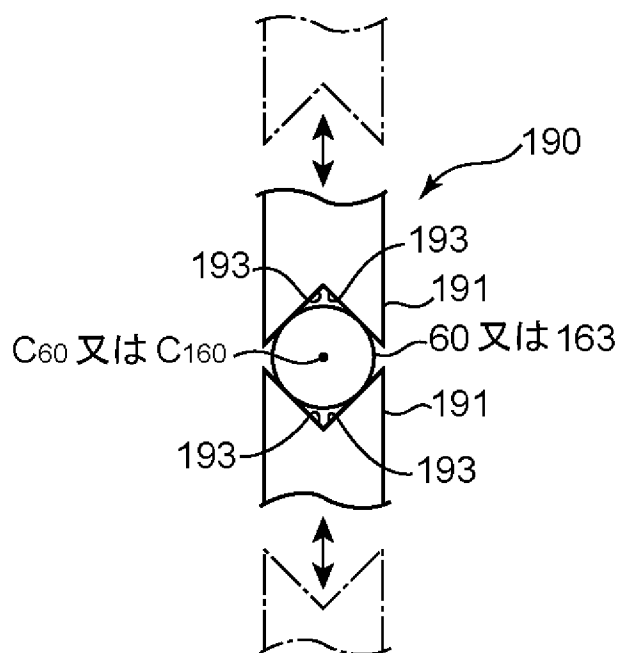


[図6]

A.

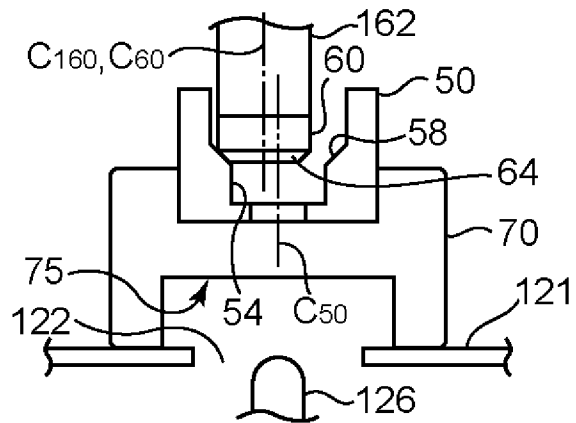


B.

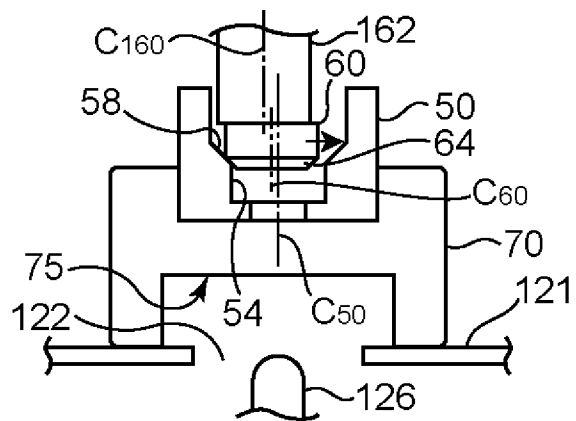


[図7]

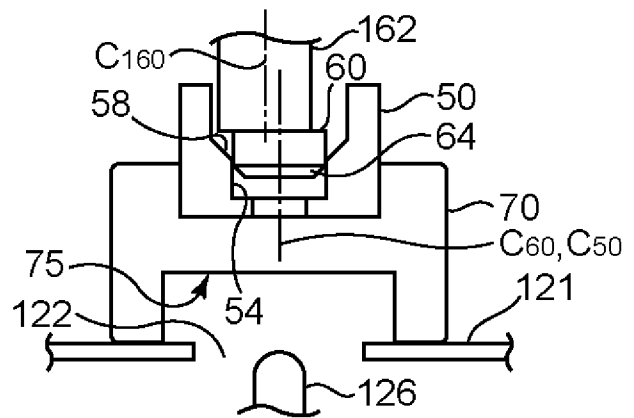
A.



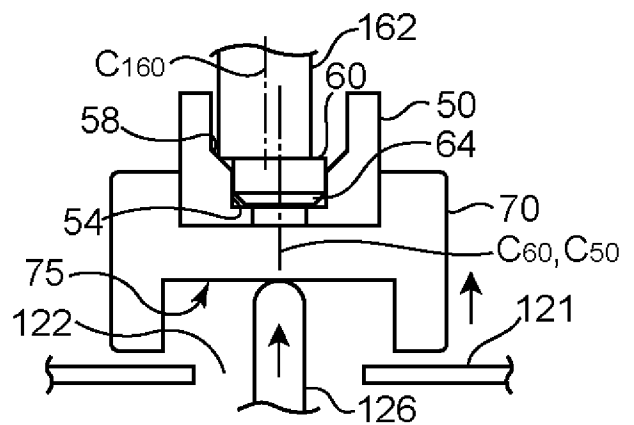
B.



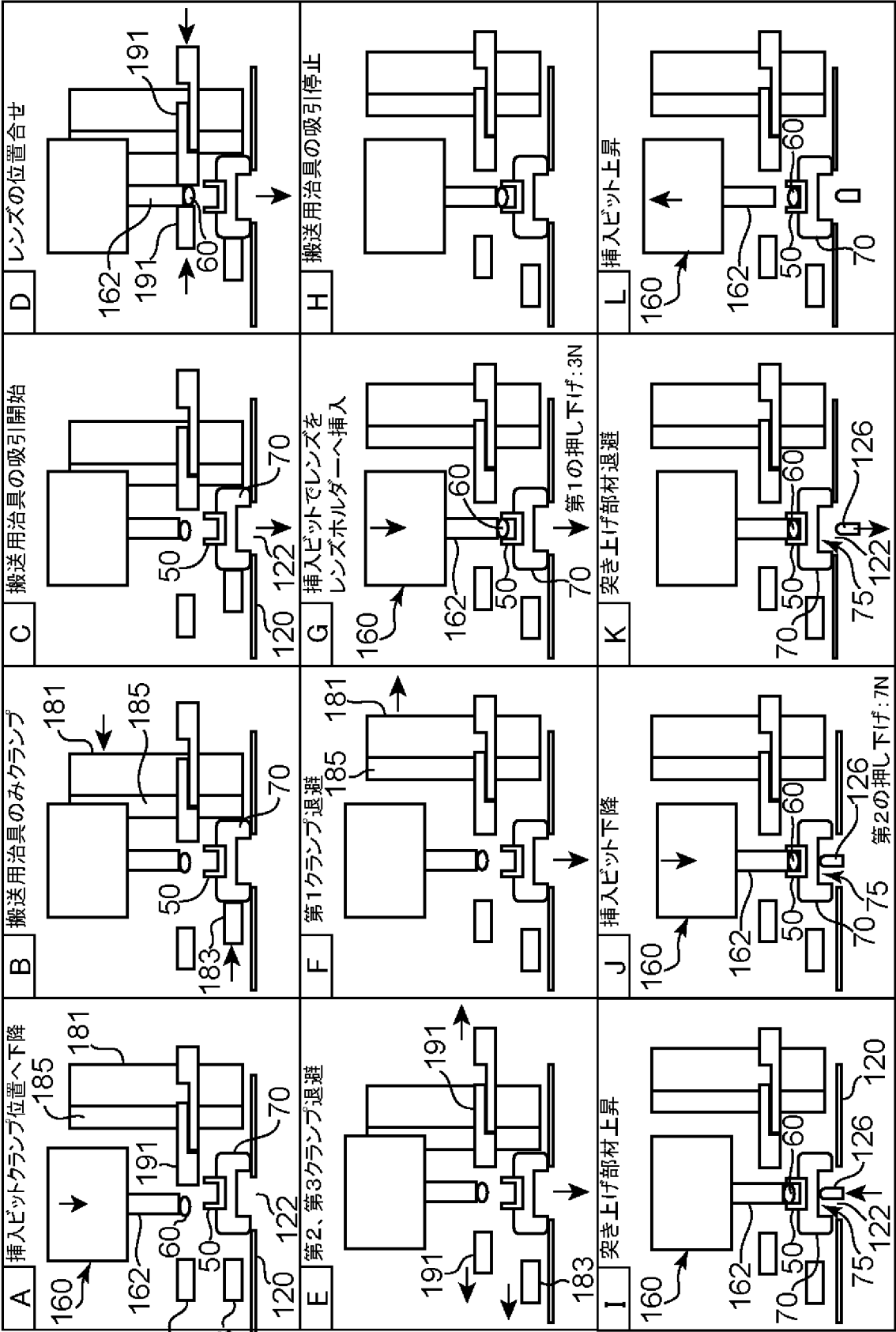
C.



D.

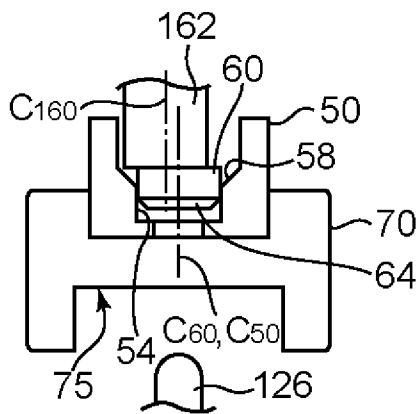


[図8]

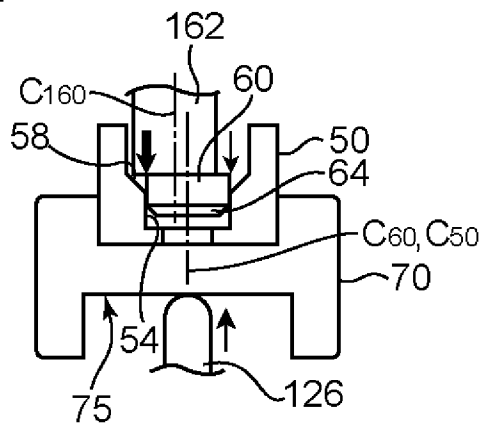


[図9]

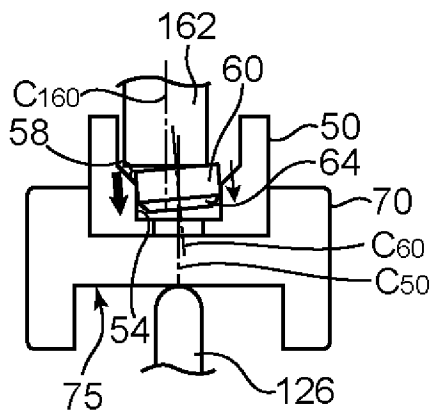
A.



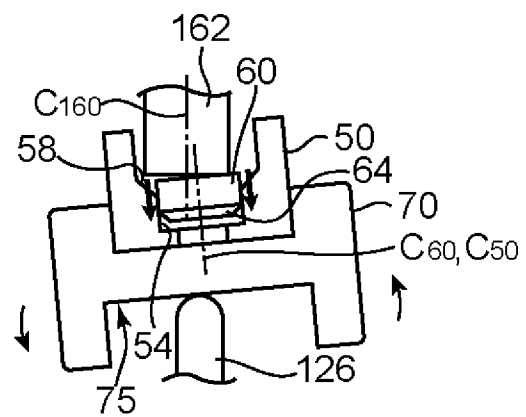
B.



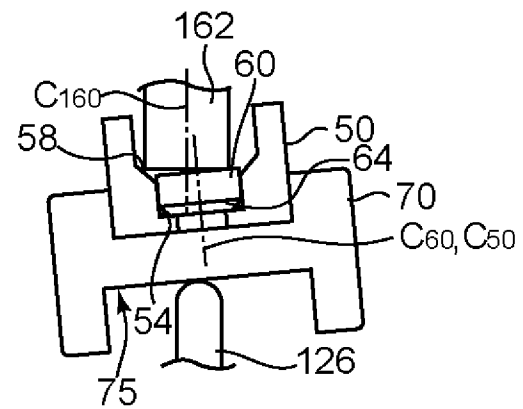
C.



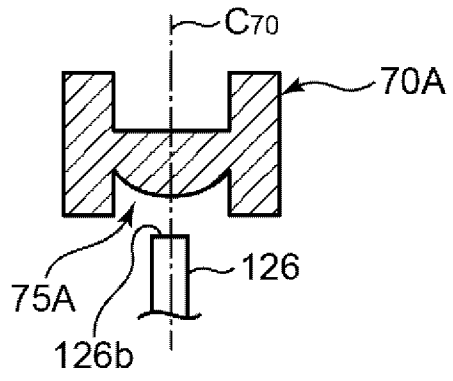
D.



E.



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000724

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B7/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B7/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-58323 A (Fujifilm Corp.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraphs [0031] to [0054]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-14
Y	JP 2002-23033 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 23 January 2002 (23.01.2002), paragraphs [0029] to [0031]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-14
Y	JP 2009-48024 A (Sharp Corp.), 05 March 2009 (05.03.2009), paragraphs [0085] to [0093]; fig. 1 to 3 (Family: none)	2-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 May, 2014 (08.05.14)

Date of mailing of the international search report
20 May, 2014 (20.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B7/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B7/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-58323 A（富士フイルム株式会社）2012.03.22, 【0031】 －【0054】、図1－9（ファミリーなし）	1－14
Y	JP 2002-23033 A（オリンパス光学工業株式会社）2002.01.23, 【0029】 －【0031】、図1－3（ファミリーなし）	1－14
Y	JP 2009-48024 A（シャープ株式会社）2009.03.05, 【0085】－ 【0093】、図1－3（ファミリーなし）	2－12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

高橋 雅明

2 V

4 0 8 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1