

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基準部と、

前記基準部との間に生じる摩擦力によって該基準部に保持される移動部と、

前記基準部と前記移動部とを直接的または少なくとも 1 つの部材を介して結合するとともに、加熱に応じた変形によって前記移動部に対して力を付与することで、前記基準部に沿って前記移動部を前記摩擦力に抗して摺動させる複数の形状記憶合金部と、
を備え、

前記複数の形状記憶合金部のうちの一部の形状記憶合金部が加熱に応じて変形している状態において、前記複数の形状記憶合金部のうちの前記一部の形状記憶合金部を除く残余の形状記憶合金部が前記移動部に付与する力が、前記基準部と前記移動部との間で生じる摩擦力に基づく抗力よりも小さいことを特徴とする駆動機構。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の駆動機構であって、

前記複数の形状記憶合金部のうちの何れの形状記憶合金部も加熱に応じた相変態によって変形していない状態において、前記複数の形状記憶合金部のうちの少なくとも 1 つの形状記憶合金部が、弛んだ状態で前記基準部と前記移動部とを直接的または少なくとも 1 つの部材を介して結合していることを特徴とする駆動機構。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の駆動機構であって、

20

前記基準部に沿った前記移動部の移動可能距離を制限する制限部、
を更に備え、

前記少なくとも 1 つの形状記憶合金部に係る弛んだ距離の合計が、前記移動可能距離と略同一であるか、または該移動可能距離よりも短いことを特徴とする駆動機構。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 つの請求項に記載の駆動機構であって、

該駆動機構が使用される環境温度において、各前記形状記憶合金部によって前記移動部に付与される力が、前記基準部と前記移動部との間で生じる摩擦力に基づく抗力よりも小さいことを特徴とする駆動機構。

【請求項 5】

30

請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 つの請求項に記載の駆動機構と、

各前記形状記憶合金部に対して電流を付与する駆動回路と、
を備えることを特徴とする駆動装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の駆動装置と、

撮像素子と、
を備えることを特徴とする内視鏡。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、駆動機構、ならびに該駆動機構を搭載する駆動装置および内視鏡に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、加熱と冷却とに応じた形状記憶合金 (SMA) の伸縮を利用して、物体を移動させる駆動装置が知られている。

【0003】

例えば、SMA の伸縮によって先端部の曲がり具合が制御される内視鏡 (例えば、特許文献 1 など)、および SMA の伸縮によって合焦制御 (オートフォーカス制御) が実現される内視鏡 (例えば、特許文献 2 など) が提案されている。これらの技術では、SMA に電流が継続的に流されて該 SMA が発熱状態に保持されることで、先端部の姿勢ならびに

50

合焦状態が維持される。

【0004】

また、SMAの伸縮によって回転体の回転動作と該回転体の回転に係る角度（回転角度）の保持とが行われる超音波プローブも提案されている（例えば、特許文献3など）。この技術では、回転体の回転角度を保持するために、該回転体を係止する機構（係止機構）が設けられ、該係止機構が、回転体の回転を行うためのSMA（回転用のSMA）とは別のSMA（係止用のSMA）によって動作する。そして、該係止機構では、回転体を回転させる際に、係止用のSMAの発熱によって係止状態が解除され、回転体の回転角度を保持する際に、係止用のSMAの冷却によって係止状態に設定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭58-25140号公報

【特許文献2】特開2009-160276号公報

【特許文献3】特開2009-18030号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1、2の技術では、SMAが継続的に発熱状態に保持される場面が頻繁に生じるため、体内の各種器官に対して過熱による悪影響を及ぼす虞がある。また、上記特許文献3の技術では、係止機構の設置に伴って装置の複雑化を招く。そして、これらの問題は、小型の駆動機構および駆動装置一般に共通する。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、周囲への熱的な悪影響を抑制可能な小型の駆動機構ならびに該駆動機構を搭載する駆動装置および内視鏡を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、第1の態様に係る駆動機構は、基準部と、前記基準部との間に生じる摩擦力によって該基準部に保持される移動部と、前記基準部と前記移動部とを直接的または少なくとも1つの部材を介して結合するとともに、加熱に応じた変形によって前記移動部に対して力を付与することで、前記基準部に沿って前記移動部を前記摩擦力に抗して摺動させる複数の形状記憶合金部と、を備える。そして、該駆動機構では、前記複数の形状記憶合金部のうちの一部の形状記憶合金部が加熱に応じて変形している状態において、前記複数の形状記憶合金部のうちの前記一部の形状記憶合金部を除く残余の形状記憶合金部が前記移動部に付与する力が、前記基準部と前記移動部との間で生じる摩擦力に基づく抗力よりも小さい。

【0009】

第2の態様に係る駆動機構は、第1の態様に係る駆動機構であって、前記複数の形状記憶合金部のうちの何れの形状記憶合金部も加熱に応じた相変態によって変形していない状態において、前記複数の形状記憶合金部のうちの少なくとも1つの形状記憶合金部が、弛んだ状態で前記基準部と前記移動部とを直接的または少なくとも1つの部材を介して結合している。

【0010】

第3の態様に係る駆動機構は、第2の態様に係る駆動機構であって、前記基準部に沿った前記移動部の移動可能距離を制限する制限部、を更に備える。そして、該駆動機構では、前記少なくとも1つの形状記憶合金部に係る弛んだ距離の合計が、前記移動可能距離と略同一であるか、または該移動可能距離よりも短い。

【0011】

第4の態様に係る駆動機構は、第1から第3の何れか1つの態様に係る駆動機構であっ

10

20

30

40

50

て、該駆動機構が使用される環境温度において、各前記形状記憶合金部によって前記移動部に付与される力が、前記基準部と前記移動部との間で生じる摩擦力に基づく抗力よりも小さい。

【0012】

第5の態様に係る駆動装置は、第1から第4の何れか1つの態様に係る駆動機構と、各前記形状記憶合金部に対して電流を付与する駆動回路と、を備える。

【0013】

第6の態様に係る内視鏡は、第5の態様に係る駆動装置と、撮像素子と、を備える。

【発明の効果】

【0014】

第1から第4の何れの態様に係る駆動機構によっても、形状記憶合金部を加熱することで基準部に沿って移動部を移動させることが可能であるとともに、形状記憶合金を加熱することなく摩擦力によって基準部と移動部との相対的な位置関係を保持することが可能であるため、周囲への熱的な悪影響を抑制可能な小型の駆動機構を提供することができる。

【0015】

第2および第3の何れの態様に係る駆動機構によっても、基準部と移動部との相対的な位置関係が保持される際には、基準部と移動部との間を直接的または少なくとも1つの部材を介して形状記憶合金が弛んだ状態で結合しているため、駆動機構の強度を上昇させることができる。また、形状記憶合金の温度の多少の変化に拘わらず、意図しない移動部の移動を抑制することができる。

【0016】

第3の態様に係る駆動機構によれば、形状記憶合金部が伸縮する特性を有効利用することができる。

【0017】

第4の態様に係る駆動機構によれば、環境温度の変化に拘わらず、意図しない移動部の移動を抑制することができる。

【0018】

第5の態様に係る駆動装置によれば、周囲への熱的な悪影響を抑制可能な小型の駆動機構を搭載する駆動装置を提供することができる。

【0019】

第6の態様に係る内視鏡によれば、周囲への熱的な悪影響を抑制可能な小型の駆動機構を搭載する内視鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】一実施形態に係る投影装置の内部構成を示す平面図である。

【図2】一実施形態に係る投影装置の内部構成を示す正面図である。

【図3】一実施形態に係る投影装置の内部構成を示す斜視図である。

【図4】板バネによる摩擦を用いた合焦可動部の保持態様を説明するための図である。

【図5】レバー部の動作と力の伝達態様を説明するための図である。

【図6】レバー部の動作と力の伝達態様を説明するための図である。

【図7】レバー部の動作と力の伝達態様を説明するための図である。

【図8】第1架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態を示す図である。

【図9】第1架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態を示す図である。

【図10】第1架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態を示す図である。

【図11】第1架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態を示す図である。

【図12】第2架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態を示す図である。

【図13】第2架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態変化に係る図である。

【図14】第2架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態を示す図である。

【図15】第2架設態様のSMA線が適用される駆動機構の状態を示す図である。

【図16】合焦可動部に付与される力が釣り合う条件を説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図 17】合焦可動部に付与される力が釣り合う条件を説明するための図である。

【図 18】一変形例に係る変位を拡大する駆動機構の構成を示す模式図である。

【図 19】一変形例に係る平面移動を生じる駆動機構の構成を示す模式図である。

【図 20】一変形例に係る平面移動を生じる駆動機構の適用例を示す図である。

【図 21】一変形例に係る内視鏡の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

【0022】

< (1) 投影装置の概要 >

10

一実施形態に係る投影装置 1 は、形状記憶合金の伸縮を利用したレンズの移動と摩擦力を利用した該レンズの保持とにより、該投影装置 1 とスクリーンとの離隔距離に応じて投影画像がボケないように調整する合焦制御を行う駆動機構を備える。

【0023】

図 1 は、投影装置 1 の内部構成を示す平面図であり、図 2 は、投影装置 1 の内部構成を示す正面図であり、図 3 は、投影装置 1 の内部構成を示す斜視図である。

【0024】

なお、図 1 ~ 図 3 および図 4 以降の他の図には、相対的な方向の関係が明確化されるように、X Y Z の直交する 3 軸が付されている。また、図 1 ~ 図 3 では、投影装置 1 の内部構成が明示されるように、該投影装置 1 の外面を形成する筐体の図示が省略されている。

20

【0025】

図 1 ~ 図 3 で示されるように、投影装置 1 は、発光部 10、偏光変換素子 20、偏光ビームスプリッタ 30、反射型液晶表示部 40、および駆動機構 100 を備える。

【0026】

発光部 10 は、R (波長が 620 nm)、G (波長が 530 nm)、B (波長が 460 nm) の 3 色の発光部を有する発光ダイオード (LED) および光学レンズ等からなる LED ユニット 11 と、該 LED ユニット 11 を冷却するヒートシンク 12 とを有する。そして、LED ユニット 11 が、+X 方向に、R、G、B の 3 色の光を時分割で射出する。

【0027】

偏光変換素子 (PCS) 20 は、LED ユニット 11 から射出される光の偏光の向きを揃え、光の利用効率を向上させる素子である。

30

【0028】

偏光ビームスプリッタ (PBS) 30 は、PCS 20 から入射される光のうち、特定の振動方向の偏光を、反射型液晶表示部 40 に向けて射出する。

【0029】

反射型液晶表示部 (LCOS) 40 は、シリコン基板上に液晶を形成した反射型の液晶表示パネルであり、PBS 30 から入射される光を反射する。

【0030】

ここでは、LCOS 40 で形成される画像パターンに応じた光が、LCOS 40 で反射されて出射される。そして、LCOS 40 から出射される光が、PBS 30 と、固定レンズ 111L と、合焦レンズ 121L とを順次に介して、投影装置 1 の外部に出射されることで、各種スクリーン等に投影される。

40

【0031】

< (2) 駆動機構 >

駆動機構 100 は、固定部 110、合焦可動部 120、変位拡大機構 130、およびアクチュエータ部 140 を備える。

【0032】

< (2-1) 固定部 >

固定部 110 は、駆動機構 100 の大半の部分を占め、投影装置 1 の筐体に固定される部分に相当する。そして、該固定部 110 は、固定レンズ保持部 111、主ガイド軸 11

50

2、副ガイド軸 1 1 3、および台座部 1 1 4 が一体的に構成される。

【0033】

また、固定部 1 1 0 内の空間には、アクチュエータ部 1 4 0（具体的には、第 1 および第 2 形状記憶合金線 1 4 1、1 4 2）に電流を付与する駆動回路 1 0 1 が設けられている。そして、該駆動回路 1 0 1 と駆動機構 1 0 0 とによって、固定部 1 1 0 を基準として合焦可動部 1 2 0 が相対的に移動する駆動装置が構成される。

【0034】

固定レンズ保持部 1 1 1 は、Y 軸に平行な方向に貫通する貫通孔 1 1 1 H 内に固定レンズ 1 1 1 L を保持する部分である。該固定レンズ保持部 1 1 1 は、例えば、鉄系の材料等のある程度の重量を有する素材を用いて構成される。

10

【0035】

主ガイド軸 1 1 2 および副ガイド軸 1 1 3 は、合焦可動部 1 2 0 を摺動自在に保持する部分である。

【0036】

具体的には、主ガイド軸 1 1 2 および副ガイド軸 1 1 3 は、固定レンズ保持部 1 1 1 の - Y 側の側面のうちの相互にある程度離隔した位置に設けられ、それぞれ X Z 断面の形状が円形であり且つ Y 軸に平行な方向に沿って伸びる円柱状の形状を有する。

【0037】

なお、主ガイド軸 1 1 2 および副ガイド軸 1 1 3 は、合焦可動部 1 2 0 の移動精度の観点から、その表面において他の部材との間で生じる最大静止摩擦力と動摩擦力とが略同一となるような素材（例えば、カーボン）で構成されることが好ましい。

20

【0038】

台座部 1 1 4 は、上面（+ Z 側の面）に変位拡大機構 1 3 0 およびアクチュエータ部 1 4 0 が設けられる部分である。なお、台座部 1 1 4 上には、変位拡大機構 1 3 0 を取り付けのための雄ネジの機能を有する取付軸 1 1 4 1 が立設されている。

【0039】

< (2-2) 合焦可動部 >

合焦可動部 1 2 0 は、可動部本体 1 2 1、板状バネ部 1 2 2、および固定用部材 1 2 3、1 2 4 を有する。

【0040】

30

可動部本体 1 2 1 は、Y 軸に平行な方向に沿って貫通する貫通孔 1 2 1 H において合焦時に移動する合焦レンズ 1 2 1 L を保持する部分である。該可動部本体 1 2 1 は、例えば、プラスチック等の軽量の素材を用いて構成される。なお、可動部本体 1 2 1 の底面のうちの - X 側の端部近傍には、変位拡大機構 1 3 0 と係合する - Z 側に突設されている軸（係合軸）1 2 1 1（図 5 ~ 図 7）が設けられている。

【0041】

また、可動部本体 1 2 1 は、- X 側の端部付近に設けられ且つ Y 軸に平行な方向に沿って延設される溝部を有する。そして、該溝部内に主ガイド軸 1 1 2 が配置される。更に、可動部本体 1 2 1 は、+ X 側の端部付近に設けられ且つ Y 軸に平行な方向に沿って延設される溝部を有する。そして、該溝部内に副ガイド軸 1 1 3 が配置される。したがって、合焦可動部 1 2 0 が、主ガイド軸 1 1 2 と副ガイド軸 1 1 3 によって保持される。

40

【0042】

更に、固定用部材 1 2 3、1 2 4 によって板状バネ部 1 2 2 が可動部本体 1 2 1 に取り付けられることで、主ガイド軸 1 1 2 が、可動部本体 1 2 1 と板状バネ部 1 2 2 とによって挟持される。なお、板状バネ部 1 2 2 は、例えば、ステンレス等で構成され、且つある程度の弾性変形が可能な板状の部材によって構成される。

【0043】

具体的には、図 4 で示されるように、板状バネ部 1 2 2 は、板状の平坦部 1 2 2 1 と、該平坦部 1 2 2 1 に対して鈍角を成して傾斜する板状の部分（傾斜部）1 2 2 2 とが一体的に形成された構成を有する。つまり、平板が、屈曲された形状を有する。そして、ボル

50

ト等によって構成される固定用部材 1 2 3 , 1 2 4 によって、平坦部 1 2 2 1 が可動部本体 1 2 1 に取り付けられることで、傾斜部 1 2 2 2 が主ガイド軸 1 1 2 に対して当接し、板状バネ部 1 2 2 が弾性変形を生じる。この状態で、板状バネ部 1 2 2 の弾性力によって、可動部本体 1 2 1 と板状バネ部 1 2 2 とによって主ガイド軸 1 1 2 が挟持される。

【 0 0 4 4 】

このような構成を有する合焦可動部 1 2 0 は、変位拡大機構 1 3 0 とアクチュエータ部 1 4 0 の動作によって、主および副ガイド軸 1 1 2 , 1 1 3 の長手方向 (Y 方向) に沿った摺動が可能である。つまり、移動部としての合焦可動部 1 2 0 が、基準部としての固定部 1 1 0 に沿った摺動が可能である。そして、該摺動によって、固定レンズ 1 1 1 L と合焦レンズ 1 2 1 L との離隔距離が変更され、投影装置 1 における合焦制御が実現される。

10

【 0 0 4 5 】

< (2-3) 変位拡大機構 >

変位拡大機構 1 3 0 は、梃子の構成によって変位を拡大する機構であり、レバー部 1 3 1、ナット部 1 3 3、第 1 フック部 1 3 4 1、および第 2 フック部 1 3 4 2 を有する。

【 0 0 4 6 】

レバー部 1 3 1 は、X Y 平面に略平行な盤面を有する板状の部材である。該レバー部 1 3 1 では、X 方向が長手方向、Y 方向が短手方向、Z 方向が厚み方向に相当する。

【 0 0 4 7 】

該レバー部 1 3 1 は、該レバー部 1 3 1 の長手方向に沿った - X 側の一端部から + X 側の他端部までの全長のうちの該一端部から 1 / 4 程度の位置に Z 方向に平行な方向に貫通する孔 (貫通孔) を有する。そして、該貫通孔を取付軸 1 1 4 1 が貫通するように該レバー部 1 3 1 が配置され、雌ねじの機能を有するナット部 1 3 3 が取付軸 1 1 4 1 に螺合されることで、該レバー部 1 3 1 が台座部 1 1 4 に対して回動自在に取り付けられる。

20

【 0 0 4 8 】

また、レバー部 1 3 1 は、+ X 側の他端部近傍において、該レバー部 1 3 1 の長手方向に沿って長手方向を有する貫通孔 (長孔) 1 3 1 H を備える。

【 0 0 4 9 】

第 1 および第 2 フック部 1 3 4 1 , 1 3 4 2 は、レバー部 1 3 1 の上面 (+ Z 側の面) において、取付軸 1 1 4 1 を所定方向 (図 1 では、X 方向) に挟む位置に設けられる。そして、第 1 および第 2 フック部 1 3 4 1 , 1 3 4 2 が、取付軸 1 1 4 1 から等距離に配置される。

30

【 0 0 5 0 】

具体的には、レバー部 1 3 1 上の - X 側の一端部近傍に第 1 フック部 1 3 4 1 が設けられるとともに、レバー部 1 3 1 上の略中央部近傍に第 2 フック部 1 3 4 2 が設けられる。そして、レバー部 1 3 1 の長手方向について、取付軸 1 1 4 1 の中心から第 1 フック部 1 3 4 1 の中心までの距離と、取付軸 1 1 4 1 の中心から第 2 フック部 1 3 4 2 の中心までの距離とが、それぞれ等距離 a に設定される。

【 0 0 5 1 】

< (2-4) アクチュエータ部 >

アクチュエータ部 1 4 0 は、第 1 および第 2 形状記憶合金 (S M A) 線 1 4 1 , 1 4 2 と、第 1 ~ 4 取付部 1 4 1 1 , 1 4 1 2 , 1 4 2 1 , 1 4 2 2 とを有する。

40

【 0 0 5 2 】

第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 は、それぞれ線状の形状記憶合金 (S M A) によって構成される部分であり、且つ加熱に応じた相変態によって長さが短くなる変形を生じる。ここでは、各 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 は、駆動回路 1 0 1 による電流の付与に応じて自身のジュール熱による発熱を生じ、所定の変態温度 (例えば、約 7 0) を超えると、オーステナイトからマルテンサイトへの相変態によって長さが短くなる。

【 0 0 5 3 】

第 1 ~ 4 取付部 1 4 1 1 , 1 4 1 2 , 1 4 2 1 , 1 4 2 2 は、台座部 1 1 4 上の + Y 側の端部近くに、X 方向にこの順番で設けられている。

50

【 0 0 5 4 】

そして、第 1 S M A 線 1 4 1 は、一端部近傍が第 1 取付部 1 4 1 1 に取り付けられ、略中央部が第 1 フック部 1 3 4 1 に引っ掛けられて、他端部近傍が第 2 取付部 1 4 1 2 に取り付けられている。また、第 2 S M A 線 1 4 2 は、一端部近傍が第 3 取付部 1 4 2 1 に取り付けられ、略中央部が第 2 フック部 1 3 4 2 に引っ掛けられて、他端部近傍が第 4 取付部 1 4 2 2 に取り付けられている。なお、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 は、第 1 ~ 4 取付部 1 4 1 1 , 1 4 1 2 , 1 4 2 1 , 1 4 2 2 に対して、例えば、所謂かしめなどによって取り付けられている。

【 0 0 5 5 】

つまり、第 1 S M A 線 1 4 1 が、台座部 1 1 4 からレバー部 1 3 1 にかけて架設され、第 2 S M A 線 1 4 2 が、台座部 1 1 4 からレバー部 1 3 1 にかけて架設されている。別の観点から言えば、レバー部 1 3 1 を含む変位拡大機構 1 3 0 を介して、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が、固定部 1 1 0 と合焦可動部 1 2 0 とを結合している。

【 0 0 5 6 】

上記構成を有する変位拡大機構 1 3 0 およびアクチュエータ部 1 4 0 では、第 1 S M A 線 1 4 1 と第 2 S M A 線 1 4 2 とが交互に加熱されることで、レバー部 1 3 1 が、取付軸 1 1 4 1 を中心として、時計回りおよび反時計回りに回転する。そして、該レバー部 1 3 1 の回転による駆動力が、合焦可動部 1 2 0 に伝達されることで、該合焦可動部 1 2 0 が、固定部 1 1 0 に沿った摺動により、該固定部 1 1 0 を基準として相対的に移動する。

【 0 0 5 7 】

< (2-5) レバー部および合焦可動部の動作 >

図 5 から図 7 は、レバー部 1 3 1 の動作と、該レバー部 1 3 1 が合焦可動部 1 2 0 に力を伝達する態様とを説明するための図である。

【 0 0 5 8 】

図 5 から図 7 で示されるように、可動部本体 1 2 1 の下面に設けられている係合軸 1 2 1 1 が、レバー部 1 3 1 の長孔 1 3 1 H に挿入されている。そして、レバー部 1 3 1 の回転に応じて、長孔 1 3 1 H における係合軸 1 2 1 1 の位置が変化しつつ、該レバー部 1 3 1 の回転による力が、係合軸 1 2 1 1 によって可動部本体 1 2 1 に伝達される。このとき、レバー部 1 3 1 の回転が、合焦可動部 1 2 0 の主ガイド軸 1 1 2 と副ガイド軸 1 1 3 とに沿った直線運動に変換される。

【 0 0 5 9 】

なお、図 5 で示されるように、取付軸 1 1 4 1 と、係合軸 1 2 1 1 が移動する直線との距離が所定距離 b に設定されている。ここでは、該所定距離 b は、取付軸 1 1 4 1 の中心から各フック部 1 3 4 1 , 1 3 4 2 の中心までの距離 a の所定倍（例えば、約 3 倍）に設定されている。

【 0 0 6 0 】

また、合焦可動部 1 2 0 は、固定部 1 1 0 から接近する + Y 方向（繰り入れ方向）については、固定レンズ保持部 1 1 1 と当接するまで移動が可能である。また、該合焦可動部 1 2 0 は、固定部 1 1 0 から離隔する - Y 方向（繰り出し方向）については、投影装置 1 の筐体（不図示）と当接するまで移動可能である。

【 0 0 6 1 】

つまり、ここでは、筐体も固定部 1 1 0 と同様に基準部としての役割を果たし、固定レンズ保持部 1 1 1 と筐体とが、合焦可動部 1 2 0 が固定部 1 1 0 に沿った摺動によって移動可能な距離（移動可能距離）を制限する。すなわち、合焦可動部 1 2 0 が固定部 1 1 0 に沿った摺動によって移動可能な範囲（移動可能範囲）が制限される。

【 0 0 6 2 】

このように、制限部としての固定レンズ保持部 1 1 1 と筐体とにより、図 1 で示されるように、レバー部 1 3 1 の長手方向が X 軸に略平行である状態を基準状態として、合焦可動部 1 2 0 が、 $\pm Y$ 方向にそれぞれ等距離（ $L/2$ ）ずつの移動が可能に構成されている。つまり、合焦可動部 1 2 0 の移動可能距離は、Y 軸に沿った距離 L である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

< (3) S M A 線の架設態様と駆動機構の動作 >

第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の架設の態様としては、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 のうちの少なくとも一方が弛んだ状態で架設される態様（第 1 架設態様）と、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の双方が弛んでいない状態で架設される態様（第 2 架設態様）とが考えられる。

【 0 0 6 4 】

以下、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の第 1 架設態様と第 2 架設態様について、順次に説明する。

【 0 0 6 5 】

< (3-1) S M A 線の第 1 架設態様 >

図 8 は、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 に対して第 1 架設態様が適用されている駆動機構 1 0 0 の状態を示すイメージ図である。

【 0 0 6 6 】

なお、図 8 では、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の双方が加熱によって短くなっておらず、且つレバー部 1 3 1 の長手方向が X 軸に略平行である基準状態に設定されている駆動機構 1 0 0 について示されている。具体的には、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の伸縮に係る状態、レバー部 1 3 1 の回動に係る状態と、合焦可動部 1 2 0 の移動に係る状態とが簡略化されたイメージ図が示されている。

【 0 0 6 7 】

また、図 8 では、第 1 取付部 1 4 1 1 に取り付けられている位置（第 1 取付位置）から第 1 フック部 1 3 4 1 に引っ掛けられている位置（第 1 引掛位置）までの第 1 S M A 線 1 4 1 の長さ、および該第 1 引掛位置から第 2 取付部 1 4 1 2 に取り付けられている位置（第 2 取付位置）までの第 1 S M A 線 1 4 1 の長さが、等しく長さ c であるものとして示されている。

【 0 0 6 8 】

更に、図 8 では、第 3 取付部 1 4 2 1 に取り付けられている位置（第 3 取付位置）から第 2 フック部 1 3 4 2 に引っ掛けられている位置（第 2 引掛位置）までの第 2 S M A 線 1 4 2 の長さ、および該第 2 引掛位置から第 4 取付部 1 4 2 2 に取り付けられている位置（第 4 取付位置）までの第 2 S M A 線 1 4 2 の長さが、等しく長さ c であるものとして示されている。

【 0 0 6 9 】

そして、図 8 では、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が、長さ e に相当する分ずつ弛んだ状態で架設されているものとしている。つまり、基準状態では、第 1 および第 2 取付位置と第 1 引掛位置との距離、および第 3 および第 4 取付位置と第 2 引掛位置との距離が、それぞれ距離 $c - e$ に設定されている。すなわち、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の弛んだ距離の合計 $2e$ が、移動可能距離 L と略同一に設定されている。

【 0 0 7 0 】

図 9 ~ 図 1 1 は、図 8 で示される駆動機構 1 0 0 の状態をベースとした該駆動機構 1 0 0 の状態の変化を示す。すなわち、図 9 ~ 図 1 1 では、図 8 と同様に、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の伸縮に係る状態と、レバー部 1 3 1 の回動に係る状態と、合焦可動部 1 2 0 の移動に係る状態とが簡略化されたイメージ図が示されている。

【 0 0 7 1 】

以下、図 8 ~ 図 1 1 を参照しつつ、駆動機構 1 0 0 の動作例について説明する。具体的には、繰り出し方向に合焦レンズ 1 2 1 L が移動する際には、駆動機構 1 0 0 では、下記 (A1) ~ (A3) の動作および状態が順次実現される。

【 0 0 7 2 】

(A1) まず、図 8 で示される駆動機構 1 0 0 の状態から、第 1 S M A 線 1 4 1 に対して電流が付与されると、図 9 で示されるように、第 1 S M A 線 1 4 1 が自身のジュール熱によって加熱され、該第 1 S M A 線 1 4 1 の長さが長さ $c - e$ まで短くなる。つまり、第 1

10

20

30

40

50

SMA線141が弛んでいない状態となる。

【0073】

そして、第1SMA線141が、合焦可動部120と固定部110との間に生じる最大静止摩擦力 F_f （例えば、50MPa）に打ち勝つ力をレバー部131を介して合焦可動部120に対して付与するまで、駆動機構100が、図9で示される状態に保持される。換言すれば、合焦可動部120が、固定部110との間に生じる摩擦力によって移動することなく該固定部110に保持される。

【0074】

（A2）次に、図9で示される駆動機構100の状態から、第1SMA線141に対する更なる電流の付与によって該第1SMA線141が加熱されると、該第1SMA線141の引張力によってレバー部131を介して合焦可動部120に最大静止摩擦力 F_f に打ち勝つ力が付与される。

10

【0075】

このとき、第1SMA線141が、加熱に応じて変形にすることで、合焦可動部120が、固定部110との間に生じる動摩擦力に抗して、該固定部110（具体的には、主および副ガイド軸112, 113）に沿って摺動する。

【0076】

そして、図10で示されるように、図9で示される状態から繰り出し方向に合焦可動部120が距離 $L/2$ 移動されると、該合焦可動部120が筐体に当接する。このとき、図10で示されるように、加熱状態にある第1SMA線141とは別の非加熱状態にある第2SMA線142が弛んでいない状態となる。つまり、第3および第4取付位置と第2引掛位置との距離が距離 c となる。

20

【0077】

（A3）その次に、図10で示される駆動機構100の状態から、第1SMA線141に対する電流の付与が終了されて、該第1SMA線141が冷えると、図11で示されるように、該第1SMA線141が弛んだ状態となる。つまり、第1SMA線141によるレバー部131への引張力が解除される。このとき、第1および第2SMA線141, 142の双方ともレバー部131に対して引張力を付与しない。

【0078】

このため、第2SMA線142が生じるレバー部131を介して合焦可動部120に付与する力が、固定部110と合焦可動部120との間で生じる最大静止摩擦力 F_f に基づく抗力（ここでは、略0MPa）よりも小さい。その結果、合焦可動部120が、固定部110との間に生じる摩擦力によって、移動することなく該固定部110に保持される。すなわち、SMAを加熱しなくても、摩擦力によって固定部110と合焦可動部120との相対的な位置関係が保持される。

30

【0079】

ところで、繰り入れ方向に合焦レンズ121Lが移動する際には、駆動機構100では、上記（A1）～（A3）の動作および状態と比較して、加熱および収縮するSMA線が第1SMA線141から第2SMA線142に入れ替わり、レバー部131の回動方向および合焦可動部120の移動方向が逆になる。

40

【0080】

このように、第1架設態様に係る駆動機構100では、第1および第2SMA線141, 142のうちの何れも加熱に応じた相変態によって変形していない状態において、第1および第2SMA線141, 142のうちの少なくとも一方が、常に弛んだ状態で架設される。

【0081】

このため、駆動機構100に対して突然衝撃が付与された場合にも、第1および第2SMA線141, 142が断線し難い。すなわち、駆動機構100の強度の上昇が図られる。また、第1および第2SMA線141, 142の温度の多少の変化に拘わらず、意図しない合焦可動部120の移動が抑制可能な構成が容易に設計可能となる。

50

【0082】

また、合焦可動部120が、移動可能範囲のうちの繰り出し方向の端に位置する際には、第2SMA線142が弛んでいない状態となり、移動可能範囲のうちの繰り入れ方向の端に位置する際には、第1SMA線141が弛んでいない状態となる。

【0083】

このため、第1および第2SMA線141, 142が伸縮する特性が有効利用されることになる。但し、第1および第2SMA線141, 142が加熱されていない状態における弛んだ距離の合計2eが、移動可能距離Lよりも短ければ、駆動機構100の応答性能の向上と、第1および第2SMA線141, 142が伸縮する特性の有効利用とが更に図られる。

10

【0084】

更に、ここでは、駆動機構100が使用される環境温度の範囲（例えば、-20 ~ 60）、すなわち高精度の動作を保証する温度（動作保証温度）の範囲内においては、第1および第2SMA線141, 142が、相変態によって短くなる変形を生じない。

【0085】

このため、該動作保証温度の範囲内では、第1および第2SMA線141, 142が合焦可動部120に対して付与する力が、合焦可動部120と固定部110との間に生じる摩擦力に基づく抗力よりも小さくなるように設定されている。その結果、使用される環境温度の変化に拘わらず、意図しない合焦可動部120の移動が抑制される。

【0086】

<(3-2) SMA線の第2架設態様>

図12は、第1および第2SMA線141, 142に対して第2架設態様が適用されている駆動機構100の状態を示すイメージ図である。第2架設態様は、第1架設態様と比較して、第1および第2SMA線141, 142が、弛まず且つレバー部131に対して引張力をほとんど付与していない状態で架設されている点異なるものの、その他の条件については同様の条件を有する。

20

【0087】

つまり、第2架設態様に係る基準状態では、第1および第2取付部1411, 1412に係る第1および第2取付部と第1フック部1341に係る第1引掛位置との距離、および第3および第4取付部1421, 1422に係る第3および第4取付位置と第2フック部1342に係る第2引掛位置との距離が、それぞれ距離cに設定される。

30

【0088】

図13は、駆動機構100の状態の変化を説明するための図である。また、図14および図15は、図12で示される駆動機構100の状態をベースとした該駆動機構100の状態の変化、つまり、第1および第2SMA線141, 142の伸縮に係る状態と、レバー部131の回動に係る状態と、合焦可動部120の移動に係る状態とが簡略化されたイメージ図が示されている。

【0089】

以下、図13～図15を参照しつつ、駆動機構100の動作例について説明する。具体的には、繰り出し方向に合焦レンズ121Lが移動する際には、駆動機構100では、下記(B1), (B2)の動作および状態が順次実現される。

40

【0090】

(B1) まず、図12で示される駆動機構100の状態から、第1SMA線141に対して電流が付与されると、第1SMA線141が自身のジュール熱によって加熱される。このとき、該第1SMA線141がマルテンサイトからオーステナイトへ相変態を生じつつ、レバー部131を引っ張って長さが短くなろうとする。

【0091】

仮に、図13で示されるように、第1SMA線141が、レバー部131に取り付けられておらず且つ歪みgを生じさせるものとする、第1SMA線141は、元の長さcと歪みgとの積gc分、短くなる。

50

【 0 0 9 2 】

しかし、実際には、第 1 S M A 線 1 4 1 が、レバー部 1 3 1 に引っ掛けられることで取り付けられている。このため、第 1 S M A 線 1 4 1 と第 2 S M A 線 1 4 2 とが互いに引っ張り合う。したがって、第 1 S M A 線 1 4 1 は、長さ $c - g c$ を基準として長さ x 伸ばされた状態となり、第 2 S M A 線 1 4 2 は、長さ c を基準として長さ $g c - x$ 伸ばされた状態となる。つまり、第 1 S M A 線 1 4 1 において伸び量 x の弾性変形が生じ、第 2 S M A 線 1 4 2 において伸び量 $g c - x$ の弾性変形が生じる。

【 0 0 9 3 】

このとき、第 1 S M A 線 1 4 1 が、加熱に応じた変形によって、最大静止摩擦力 F_f に基づく抗力を超える力をレバー部 1 3 1 に付与する。このとき、合焦可動部 1 2 0 が、固定部 1 1 0 との間に生じる動摩擦力に抗して、該固定部 1 1 0 (具体的には、主および副ガイド軸 1 1 2 , 1 1 3) に沿って摺動する。図 1 4 では、第 1 S M A 線 1 4 1 が、縮むことでレバー部 1 3 1 を引っ張り、合焦可動部 1 2 0 が最も繰り出された位置まで移動された状態が示されている。

【 0 0 9 4 】

図 1 6 は、合焦可動部 1 2 0 に付与される力が釣り合う条件を説明するための図である。図 1 6 では、横軸が第 1 S M A 線 1 4 1 の伸び量 x を示し、縦軸が力 F を示している。そして、第 1 S M A 線 1 4 1 が弾性力によってレバー部 1 3 1 に付与する引張力 F_a と伸び量 x との関係が直線 L 1 で示されている。

【 0 0 9 5 】

ここで、第 2 S M A 線 1 4 2 が弾性力によってレバー部 1 3 1 に付与する引張力 F_m と、合焦可動部 1 2 0 と固定部 1 1 0 との間に生じる最大静止摩擦力 F_f に基づいてレバー部 1 3 1 に付与される抗力 $(b/a) \times F_f$ との和 (合力) $F_m + (b/a) \times F_f$ が、引張力 F_a と等しくなる。つまり、下式 (1) が成立する。

【 0 0 9 6 】

$$F = F_a = F_m + (b/a) \times F_f \quad \cdots (1)。$$

【 0 0 9 7 】

このため、図 1 6 では、第 1 S M A 線 1 4 1 の伸び量 x と、合力 $F_m + (b/a) \times F_f$ との関係が直線 L 2 で示されている。該直線 L 2 は、次の (a) , (b) の事実を示している。

【 0 0 9 8 】

(a) 第 1 S M A 線 1 4 1 の伸び量 x が $g c$ となれば、第 2 S M A 線 1 4 2 は弾性変形によって伸びなくても良い。(b) 第 1 S M A 線 1 4 1 の伸び量 x が $g c$ よりも短くなればなるほど、第 2 S M A 線 1 4 2 が弾性変形によって伸びて合力 $F_m + (b/a) \times F_f$ が大きくなる。

【 0 0 9 9 】

そして、図 1 6 では、直線 F 1 と直線 F 2 とが交差する点が、上式 (1) が成立する条件を示している。このため、図 1 6 には、固定部 1 1 0 と合焦可動部 1 2 0 との間で生じる最大静止摩擦力 F_f に基づく抗力 $F_{FRE} (= (b/a) \times F_f)$ が示されている。

【 0 1 0 0 】

ここで、第 1 S M A 線 1 4 1 のオーステナイトの弾性率を k_a 、第 2 S M A 線 1 4 2 のマルテンサイトの弾性率を k_m とすると、上式 (1) は、下式 (2) のように表すことができる。

【 0 1 0 1 】

$$F = k_a \times x = k_m \times (g c - x) + (b/a) \times F_f \quad \cdots (2)。$$

【 0 1 0 2 】

(B2) 次に、図 1 4 で示される駆動機構 1 0 0 の状態から、第 1 S M A 線 1 4 1 に対する電流の付与が終了されて、該第 1 S M A 線 1 4 1 が冷えると、図 1 5 で示されるように、該第 1 S M A 線 1 4 1 が弛んだ状態となる。つまり、第 1 S M A 線 1 4 1 によるレバー部 1 3 1 に対する引張力が解除される。このとき、第 2 S M A 線 1 4 2 が弾性力によって

レバー部 1 3 1 に引張力 F_m を付与している状態となる。但し、ここでは、該引張力 F_m に拘わらず、レバー部 1 3 1 が回転しないように、最大静止摩擦力 F_f が設定されている。具体的には、下式 (3) が成立するように設定されている。

【0103】

$$F_f > F_m \times (a / b) \cdots (3)。$$

【0104】

このため、第 2 SMA 線 1 4 2 が生じるレバー部 1 3 1 を介して合焦可動部 1 2 0 に付与する力が、固定部 1 1 0 と合焦可動部 1 2 0 との間で生じる最大静止摩擦力 F_f に基づく抗力よりも小さい。その結果、合焦可動部 1 2 0 が、固定部 1 1 0 との間に生じる摩擦力によって移動することなく該固定部 1 1 0 に保持される。すなわち、SMA を加熱することなく摩擦力によって固定部 1 1 0 と合焦可動部 1 2 0 との相対的な位置関係が保持される。

10

【0105】

また、上式 (3) の関係が確実に成立するためには、下式 (4) で示される安全率 SF が、1 よりも大きな任意の値 (例えば、2 など) に設定されることが好ましい。

【0106】

$$SF = F_f / \{ F_m \times (a / b) \} \cdots (4)。$$

【0107】

また、安全率 SF を用いることで、上式 (2) は、下式 (5) , (6) のように変形させることができる。

20

【0108】

$$\begin{aligned} k_a \times x &= k_m \times (gc - x) + (b / a) \times SF \times a / b \times k_m \times (gc - x) \\ &= k_m \times (gc - x) \times (1 + SF) \cdots (5)。$$

【0109】

$$x / gc = (1 + SF) / \{ (k_a / k_m) + 1 + SF \} \cdots (6)。$$

【0110】

ここで、 k_a / k_m は、第 1 および第 2 SMA 線 1 4 1 , 1 4 2 の材質によって決まり、安全率 SF は、設計によって決まる。

【0111】

このため、例えば、 $(k_a / k_m) = 5$ 、および $SF = 2$ となる条件が設定されると、上式 (6) から、 $(x / gc) = 0.375$ となる。図 1 6 には、該条件が設定された結果が示されている。

30

【0112】

図 1 7 は、図 1 6 で示される伸び量 x と力 F との関係を、歪 ε と応力 σ との関係に変換したものであり、横軸が第 1 SMA 線 1 4 1 の歪 ε を示し、縦軸が応力 σ を示す。

【0113】

具体的には、図 1 6 で示される力 F を第 1 および第 2 SMA 線 1 4 1 , 1 4 2 の断面積 S で除することで、応力 σ を求め、横軸を歪 ε とすれば良い。なお、第 1 および第 2 SMA 線 1 4 1 , 1 4 2 の直径が d であれば、該断面積 S は、 $\{ \pi \times (d / 2)^2 \}$ となる。

【0114】

そして、図 1 7 では、第 1 SMA 線 1 4 1 が弾性力によってレバー部 1 3 1 に付与する応力 $\sigma_a (= F_m / S)$ と歪 ε との関係が直線 L 1 1 で示されている。また、第 2 SMA 線 1 4 2 が弾性力によってレバー部 1 3 1 に付与する応力 $\sigma_m (= F_a / S)$ と、合焦可動部 1 2 0 と固定部 1 1 0 との間に生じる最大静止摩擦力 F_f がレバー部 1 3 1 を介して第 1 SMA 線 1 4 1 に付与する応力 $(b / a) \times F_f / S$ との和が、直線 L 1 2 で示されている。

40

【0115】

図 1 7 で示される第 1 SMA 線 1 4 1 に付与される応力 σ の最大値は、第 1 SMA 線 1 4 1 が耐えうる応力 σ の許容値 (例えば、400 MPa) 未満に設定される。これにより、第 1 SMA 線 1 4 1 の破断や塑性変形などが回避される。

50

【 0 1 1 6 】

ところで、繰り入れ方向に合焦レンズ 1 2 1 L が移動する際には、駆動機構 1 0 0 では、上記 (B1) , (B2) の動作および状態と比較して、加熱および収縮する S M A 線が、第 1 S M A 線 1 4 1 から第 2 S M A 線 1 4 2 に入れ替わり、レバー部 1 3 1 の回動方向および合焦可動部 1 2 0 の移動方向が逆になる。

【 0 1 1 7 】

このように、第 2 架設態様に係る駆動機構 1 0 0 では、基準状態にある場合を除けば、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 のうちの何れも加熱に応じた相変態によって変形していない状態においても、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 のうちの少なくとも一方が、弛んだ状態で架設されている。

10

【 0 1 1 8 】

このため、駆動機構 1 0 0 に対して突然衝撃が付与された場合にも、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が断線し難い。すなわち、駆動機構 1 0 0 の強度の上昇が図られる。また、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の温度の多少の変化に拘わらず、意図しない合焦可動部 1 2 0 の移動が抑制可能な構成が容易に設計可能となる。

【 0 1 1 9 】

但し、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が加熱されていない状態における弛んだ距離の合計は、移動可能距離 L よりも大幅に短い。このため、駆動機構 1 0 0 の応答性能の向上と、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が伸縮する特性の有効利用とが更に図られる。

20

【 0 1 2 0 】

更に、ここでは、第 1 架設態様に掛かる駆動機構 1 0 0 と同様に、駆動機構 1 0 0 が使用される環境温度の範囲 (例えば、 - 2 0 ~ 6 0)、すなわち動作保証温度の範囲内においては、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が、相変態によって短くなる変形を生じない。

【 0 1 2 1 】

このため、該動作保証温度の範囲内では、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が合焦可動部 1 2 0 に対して付与する力が、合焦可動部 1 2 0 と固定部 1 1 0 との間に生じる摩擦力に基づく抗力よりも小さくなるように設計されている。その結果、使用される環境温度の変化に拘わらず、意図しない合焦可動部 1 2 0 の移動が抑制される。

30

【 0 1 2 2 】

< (3-3) 第 1 架設態様と第 2 架設態様との比較 >

上述したように、第 1 架設態様に係る駆動機構 1 0 0 では、合焦可動部 1 2 0 が移動可能範囲の略中央に位置した基準状態にある場合、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が弛んだ状態で架設されている。その一方で、第 2 架設態様に係る駆動機構 1 0 0 では、合焦可動部 1 2 0 が移動可能範囲の略中央に位置した基準状態にある場合、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の双方が弛んでいない状態で架設されている。

【 0 1 2 3 】

このため、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 の断線や塑性変形を防いで駆動機構 1 0 0 の強度上昇を図る観点、および意図しない合焦可動部 1 2 0 の移動を抑制する観点から言えば、第 1 架設態様に係る駆動機構 1 0 0 の方が第 2 架設態様に係る駆動機構 1 0 0 よりも優れている。

40

【 0 1 2 4 】

つまり、駆動機構 1 0 0 の強度上昇を図る観点からすれば、単純に第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 のうちの少なくとも一方が弛んだ状態に設定されることが好ましい。但し、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 に係る弛んだ距離の合計が、移動可能距離 L よりも長ければ、駆動機構 1 0 0 の応答性能が低下するとともに、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 が伸縮する特性が有効に利用されない。そして、第 1 および第 2 S M A 線 1 4 1 , 1 4 2 を構成する素材の無駄遣いと製造コストの上昇とを招く。

【 0 1 2 5 】

50

一方、駆動機構 100 の応答性能の向上と、第 1 および第 2 SMA 線 141, 142 が伸縮する特性の有効利用とを図る観点から言えば、第 1 架設態様に係る駆動機構 100 よりも第 2 架設態様に係る駆動機構 100 の方が優れている。

【0126】

したがって、強度上昇および意図しない移動の抑制と、応答性能の向上および伸縮する特性の有効利用とのバランスを考慮して、第 1 および第 2 架設態様の何れか、または第 1 および第 2 架設態様の中間の架設態様が採用されれば良い。

【0127】

<(4)一実施形態のまとめ>

以上のように、一実施形態に係る駆動機構 100 では、第 1 および第 2 SMA 線 141, 142 を加熱することで、固定部 110 に沿った摺動によって合焦可動部 120 が移動する。また、第 1 および第 2 SMA 線 141, 142 を加熱することなく、固定部 110 と合焦可動部 120 との間に生じる摩擦力によって、固定部 110 と合焦可動部 120 との相対的な位置関係が保持される。このため、周囲への熱的な悪影響を抑制可能な小型の駆動機構 100 および該駆動機構 100 を搭載する駆動装置を提供することができる。

【0128】

具体的には、反射型液晶表示部 (LCOS) 40 などといった熱に弱い部分への熱的な悪影響が抑制される。その結果、投影装置 1 の性能が向上する。

【0129】

なお、投影装置 1 を薄型化して所謂マイクロプロジェクターとする場合には、電磁モーターなどの従来のアクチュエータを搭載することが難しいが、一実施形態に係る投影装置 1 のように、SMA を用いた駆動方式の採用により、投影装置の薄型化が容易となる。すなわち、本実施形態に係る駆動機構 100 は、マイクロプロジェクターの製品化において非常に有用である。

【0130】

<(5)変形例>

なお、本発明は上述の実施の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において種々の変更、改良等が可能である。

【0131】

例えば、上記一実施形態では、主および副ガイド軸 112, 113 と合焦可動部 120 との間において生じる摩擦力によって合焦可動部 120 と固定部 110 との相対的な位置関係が保持されたが、これに限られない。例えば、レバー部と台座部との間において生じる摩擦力によって、レバー部と台座部との相対的な位置関係が保持される構成も考えられる。

【0132】

図 18 は、レバー部 231 と台座部 214 との間において生じる摩擦力によって、レバー部 231 と台座部 214 との相対的な位置関係が保持される駆動機構 200 を例示する図である。

【0133】

図 18 で示されるように、駆動機構 200 は、台座部 214 上に変位拡大機構 230 およびアクチュエータ部 240 が設けられて構成される。ここで、台座部 214 は、上面に雄ネジの機能を取付軸 2141 が設けられる。また、変位拡大機構 230 は、レバー部 231、ナット部 233、および押圧バネ 234 を有する。

【0134】

レバー部 231 は、貫通孔を有し、該貫通孔に取付軸 2141 が挿入されるように台座部 214 上に該レバー部 231 が配置されることで、該レバー部 231 が台座部 214 に対して回動可能に取り付けられる。そして、取付軸 2141 に対して、弦巻バネ状の押圧バネ 234 と、雌ネジの機能を取付軸 2141 に対して螺合される。

【0135】

10

20

30

40

50

このため、レバー部 2 3 1 は、押圧バネ 2 3 4 による台座部 2 1 4 への押し付け力によって、台座部 2 1 4 との間に摩擦を生じさせつつも、該台座部 2 1 4 によって回動可能に保持される。また、レバー部 2 3 1 の上面には、ナット部 2 3 3 を挟んで、第 1 および第 2 フック部 2 3 4 1 , 2 3 4 2 が設けられる。

【 0 1 3 6 】

アクチュエータ部 2 4 0 は、第 1 および第 2 S M A 線 2 4 1 , 2 4 2 を有するとともに、台座部 2 1 4 上の端部近くに順番に設けられる第 1 ~ 4 取付部 2 4 1 1 , 2 4 1 2 , 2 4 2 1 , 2 4 2 2 を有する。

【 0 1 3 7 】

そして、第 1 S M A 線 2 4 1 は、一端部近傍が第 1 取付部 2 4 1 1 に取り付けられ、略中央部が第 1 フック部 2 3 4 1 に引っ掛けられて、他端部近傍が第 2 取付部 2 4 1 2 に取り付けられている。また、第 2 S M A 線 2 4 2 は、一端部近傍が第 3 取付部 2 4 2 1 に取り付けられ、略中央部が第 2 フック部 2 3 4 2 に引っ掛けられて、他端部近傍が第 4 取付部 2 4 2 2 に取り付けられている。なお、第 1 および第 2 S M A 線 2 4 1 , 2 4 2 は、第 1 ~ 4 取付部 2 4 1 1 , 2 4 1 2 , 2 4 2 1 , 2 4 2 2 に対して、例えば、所謂かしめなどによって取り付けられる。

10

【 0 1 3 8 】

このような構成により、第 1 S M A 線 2 4 1 が、通電による加熱によって相変態による変形（ここでは、収縮）を生じ、第 1 S M A 線 2 4 1 がレバー部 2 3 1 に付与する引張力が所定値を超えると、台座部 2 1 4 とレバー部 2 3 1 との間に生じる摩擦力に抗して、レバー部 2 3 1 が一方向に回動する。このとき、第 2 S M A 線 2 4 2 は、架設態様に応じてレバー部 2 3 1 に対して引張力を適宜付与する。そして、第 1 S M A 線 2 4 1 の通電による加熱が終了されると、台座部 2 1 4 とレバー部 2 3 1 との間に生じる摩擦力によって、台座部 2 1 4 とレバー部 2 3 1 との相対的な角度関係（位置関係）が保持される。

20

【 0 1 3 9 】

また、第 2 S M A 線 2 4 2 も、通電による加熱によって相変態による変形（ここでは、収縮）を生じ、第 2 S M A 線 2 4 2 がレバー部 2 3 1 に付与する引張力が所定値を超えると、台座部 2 1 4 とレバー部 2 3 1 との間に生じる摩擦力に抗して、レバー部 2 3 1 が他方向に回動する。このとき、第 1 S M A 線 2 4 1 は、架設態様に応じてレバー部 2 3 1 に対して引張力を適宜付与する。そして、第 2 S M A 線 2 4 2 の通電による加熱が終了されると、台座部 2 1 4 とレバー部 2 3 1 との間に生じる摩擦力によって、台座部 2 1 4 とレバー部 2 3 1 との相対的な角度関係（位置関係）が保持される。

30

【 0 1 4 0 】

また、上記一実施形態では、線状の S M A が 2 本設けられたが、これに限られない。例えば、基準部と移動部との間に設けられる線状の S M A は、3 本以上であっても良く、2 本以上の複数本であれば良い。

【 0 1 4 1 】

図 1 9 は、基準部と移動部との間に 4 本の線状の S M A が設けられている駆動機構 3 0 0 の具体例を示す模式図である。

【 0 1 4 2 】

図 1 9 で示されるように、駆動機構 3 0 0 は、鉄などの磁性体によって構成されるベース部 3 1 0、磁石によって構成される移動レンズ保持部 3 2 0、および 4 本の S M A 線 3 4 1 ~ 3 4 4 を備える。

40

【 0 1 4 3 】

ベース部 3 1 0 は、盤面が略正方形の板状の部材であり、一主面の 4 隅近傍にそれぞれ第 1 ~ 4 支柱 3 4 1 1 ~ 3 4 4 1 が立設される。

【 0 1 4 4 】

移動レンズ保持部 3 2 0 は、円筒状の部材であり、貫通孔内に移動レンズ 3 2 1 L a（図 2 0）を保持する。また、移動レンズ保持部 3 2 0 は、平滑な下面においてベース部 3 1 0 の一主面に対して磁力によって吸着している。

50

【 0 1 4 5 】

そして、第 1 支柱 3 4 1 1 と移動レンズ保持部 3 2 0 との間には、第 1 S M A 線 3 4 1 が架設され、第 2 支柱 3 4 2 1 と移動レンズ保持部 3 2 0 との間には、第 2 S M A 線 3 4 2 が架設され、第 3 支柱 3 4 3 1 と移動レンズ保持部 3 2 0 との間には、第 3 S M A 線 3 4 3 が架設され、第 4 支柱 3 4 4 1 と移動レンズ保持部 3 2 0 との間には、第 4 S M A 線 3 4 4 が架設されている。なお、図示を省略しているが、第 1 ~ 4 S M A 線 3 4 1 ~ 3 4 4 の各両端には電圧の付与が可能となるように構成されている。

【 0 1 4 6 】

このような構成を有する駆動機構 3 0 0 では、第 1 ~ 4 S M A 線 3 4 1 ~ 3 4 4 のうちの 1 以上の S M A 線からなる一部の S M A 線に対して適宜に電流が流されることで、該一部の S M A 線が発熱によって短くなるように変形する。このとき、ベース部 3 1 0 と移動レンズ保持部 3 2 0 との間には摩擦力が生じ、該摩擦力に抗して、移動レンズ保持部 3 2 0 がベース部 3 1 0 上を摺動する。そして、移動レンズ保持部 3 2 0 が、ベース部 3 1 0 の一主面上を縦横自在に移動する。すなわち、移動レンズ保持部 3 2 0 が、ベース部 3 1 0 上を 2 次元的に移動可能である。

10

【 0 1 4 7 】

また、このとき、第 1 ~ 4 S M A 線 3 4 1 ~ 3 4 4 のうちの一部の S M A 線が加熱に応じて変形した状態において、第 1 ~ 4 S M A 線 3 4 1 ~ 3 4 4 のうちの該一部の S M A 線を除く残余の S M A 線が移動レンズ保持部 3 2 0 に付与する力は、ベース部 3 1 0 と移動レンズ保持部 3 2 0 との間で生じる摩擦力に基づく抗力よりも小さい。

20

【 0 1 4 8 】

このため、ベース部 3 1 0 上の任意の位置に移動レンズ保持部 3 2 0 が移動された状態で、第 1 ~ 4 S M A 線 3 4 1 ~ 3 4 4 への通電による加熱が停止されると、ベース部 3 1 0 と移動レンズ保持部 3 2 0 との間で生じる摩擦力によって、移動レンズ保持部 3 2 0 とベース部 3 1 0 との相対的な位置関係が保持される。

【 0 1 4 9 】

図 2 0 は、駆動機構 3 0 0 の適用例を例示する図である。図 2 0 では、移動レンズ 3 2 1 L a と固定レンズ 3 2 1 L b とを含む光学系を介して被写体からの光が撮像素子 3 5 0 に至る撮像装置において、駆動機構 3 0 0 が、光学系の光軸を調整する作用（調芯作用）を実現する。

30

【 0 1 5 0 】

また、上記一実施形態では、線状の S M A が、基準部としての固定部 1 1 0 と移動部としての合焦可動部 1 2 0 とが、変位拡大機構 1 3 0 を介して結合したが、これに限られない。例えば、基準部と移動部とが直接的または少なくとも 1 つの部材を介して結合されても良い。

【 0 1 5 1 】

また、上記一実施形態では、駆動機構 1 0 0 が搭載された投影装置 1 を例に挙げて説明したが、これに限られない。上記一実施形態の駆動機構に係る技術的思想は、例えば、内視鏡などといった小型化が指向される種々の装置に対して適用することができる。

【 0 1 5 2 】

40

図 2 1 は、線状の S M A が基準部から移動部にかけて直接的に架設される具体例としての内視鏡 4 の構成を示す模式図である。

【 0 1 5 3 】

図 2 1 で示されるように、内視鏡 4 は、駆動機構 4 0 0 を備える。該駆動機構 4 0 0 は、主に、基準部を構成するチューブ 4 1 0 と、移動レンズ部 4 2 1 L a と、固定レンズ部 4 2 1 L b と、第 1 および第 2 S M A 線 4 4 1 , 4 4 2 とを有する。

【 0 1 5 4 】

該内視鏡 4 では、チューブ 4 1 0 内において、移動レンズ部 4 2 1 L a 、固定レンズ部 4 2 1 L b 、および撮像素子 4 5 0 が、先端側から順に配置されて構成されている。具体的には、固定レンズ部 4 2 1 L b と撮像素子 4 5 0 とがチューブ 4 1 0 の内部に固定され

50

、移動レンズ部 4 2 1 L a が、チューブ 4 1 0 の内壁に設けられ且つ基準部を構成するパネ（摩擦パネ）4 2 2 によって挟持されている。

【0 1 5 5】

また、チューブ 4 1 0 の内部には、第 1 S M A 線 4 4 1 が、ガイド G 1 ~ G 6 によって架設経路が維持されつつ、該第 1 S M A 線 4 4 1 の一端が、チューブ 4 1 0 の根元に配置される基準部を構成する固定ピン F p 1 に対して固定されている。また、該第 1 S M A 線 4 4 1 の他端が、移動レンズ部 4 2 1 L a に設けられた取付ピン 4 3 4 にかしめによって取り付けられている。

【0 1 5 6】

また、チューブ 4 1 0 の内部には、第 2 S M A 線 4 4 2 が、ガイド G 7 ~ G 1 0 によって架設経路が維持されつつ、該第 2 S M A 線 4 4 2 の一端が、チューブ 4 1 0 の根元に配置される基準部を構成する固定ピン F p 2 に対して固定されている。また、該第 2 S M A 線 4 4 2 の他端が、取付ピン 4 3 4 にかしめによって取り付けられている。

【0 1 5 7】

該内視鏡 4 では、駆動機構 4 0 0 を駆動させるための駆動回路 4 0 1 が設けられることで駆動装置が構成される。詳細には、該駆動回路 4 0 1 によって、第 1 S M A 線 4 4 1 の一端と他端との間、および第 2 S M A 線 4 4 2 の一端と他端との間に、交互に電流が付与されることで、第 1 および第 2 S M A 線 4 4 1 , 4 4 2 が交互に発熱して縮む。このとき、移動レンズ部 4 2 1 L a と摩擦パネ 4 2 2 との間に生じる摩擦力に抗して、移動レンズ部 4 2 1 L a が摺動する。つまり、チューブ 4 1 0 に対して移動レンズ部 4 2 1 L a が相対的に移動する。

【0 1 5 8】

そして、移動レンズ部 4 2 1 L a が任意の位置に移動した状態で、第 1 および第 2 S M A 線 4 4 1 , 4 4 2 の双方に対する通電が停止されると、移動レンズ部 4 2 1 L a と摩擦パネ 4 2 2 との間に生じる摩擦力によって、チューブ 4 1 0 と移動レンズ部 4 2 1 L a との相対的な位置関係が保持される。

【0 1 5 9】

ここでは、第 1 S M A 線 4 4 1 の引張力によって、移動レンズ部 4 2 1 L a が、撮像素子 4 5 0 から離隔する方向に移動し、第 2 S M A 線 4 4 2 の引張力によって、移動レンズ部 4 2 1 L a が、撮像素子 4 5 0 に接近する方向に移動する。これにより、移動レンズ部 4 2 1 L a と固定レンズ部 4 2 1 L b とを含む光学系によって焦点を変更する合焦制御が実現される。

【0 1 6 0】

そして、本変形例に係る内視鏡 4 によれば、体内の各種器官などへの熱の影響が小さくなる。すなわち、周囲への熱的な悪影響を抑制可能な小型の駆動機構を搭載する内視鏡を提供することができる。

【0 1 6 1】

また、上記一実施形態では、挺子の構成が採用されたが、これに限られず、挺子の構成が採用されなくても良い。但し、大きな変位が得たい場合には、挺子の構成が採用される方が好ましい。

【0 1 6 2】

また、上記一実施形態では、基準部としての固定部 1 1 0 が筐体に固定される例が示されたが、これに限られない。例えば、基準部は必ずしも固定されている必要性はなく、基準部が筐体に対して移動するような態様も考えられる。すなわち、基準部に対して移動部が相対的に移動可能な構成であれば良い。

【0 1 6 3】

また、上記一実施形態では、S M A が線状であったが、これに限られず、例えば、S M A の形状は、帯状のものなど、その他の形状であっても良い。

【0 1 6 4】

なお、上記一実施形態および各種変形例をそれぞれ構成する全部または一部を、適宜

10

20

30

40

50

、矛盾しない範囲で組み合わせ可能であることは、言うまでもない。

【符号の説明】

【 0 1 6 5 】

1 投影装置

4 内視鏡

1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 駆動機構

1 0 1 , 4 0 1 駆動回路

1 1 0 固定部

1 1 4 , 2 1 4 台座部

1 2 0 合焦可動部

1 3 0 , 2 3 0 変位拡大機構

1 3 1 , 2 3 1 レバー部

1 4 0 , 2 4 0 アクチュエータ部

1 4 1 , 2 4 1 , 3 4 1 , 4 4 1 第 1 形状記憶合金 (S M A) 線

1 4 2 , 2 4 2 , 3 4 2 , 4 4 2 第 2 形状記憶合金 (S M A) 線

3 1 0 ベース部

3 2 0 移動レンズ保持部

3 4 3 第 3 形状記憶合金 (S M A) 線

3 4 4 第 4 形状記憶合金 (S M A) 線

4 1 0 チューブ

4 2 1 L a 移動レンズ部

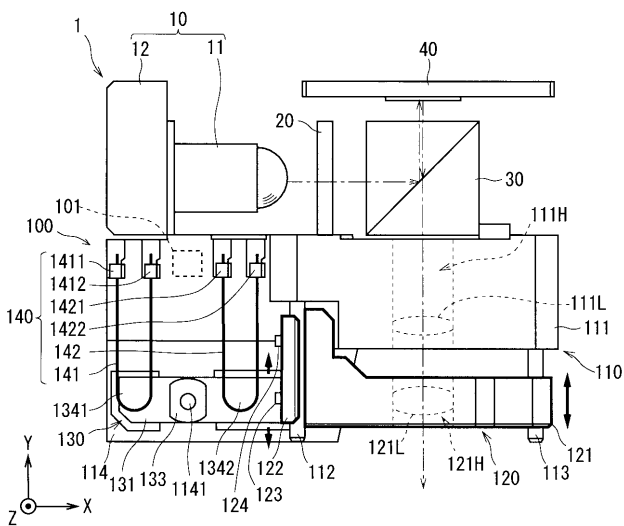
4 2 2 摩擦パネ

4 5 0 撮像素子

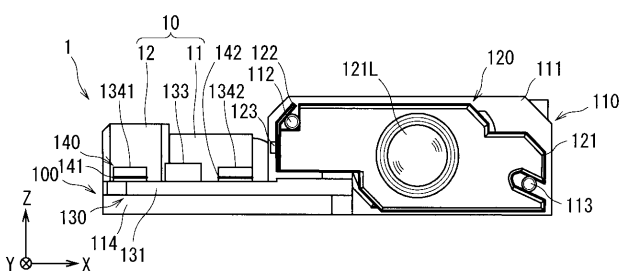
10

20

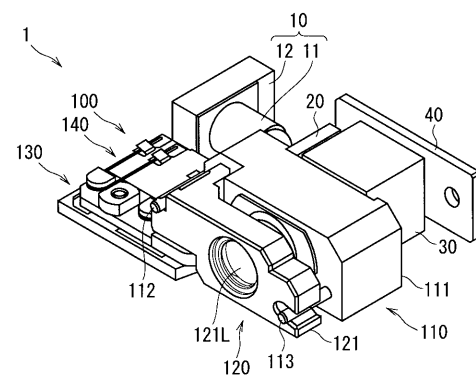
【 図 1 】



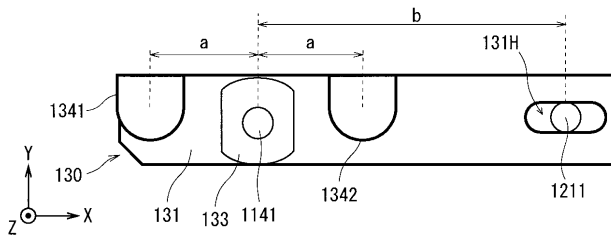
【 図 2 】



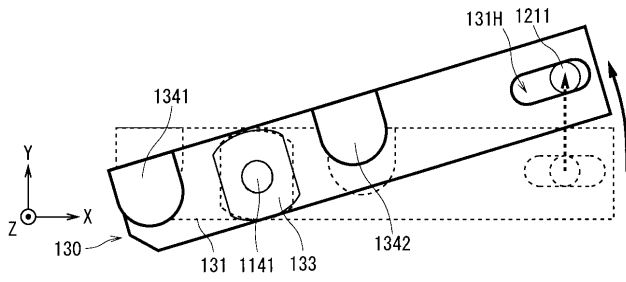
【 図 3 】



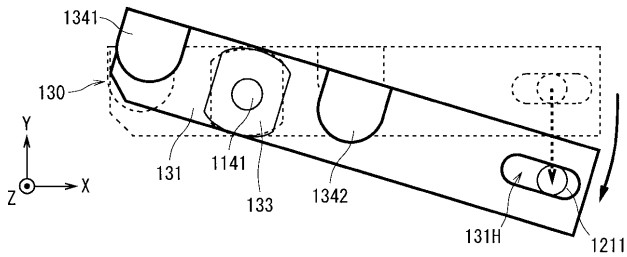
【図 5】



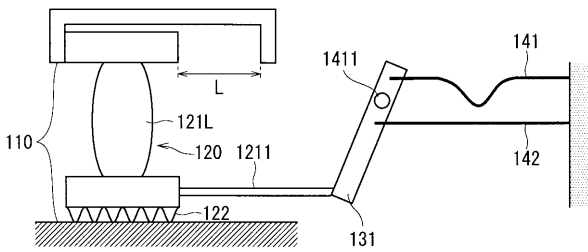
【図 6】



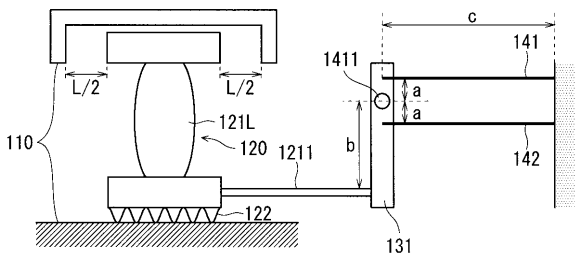
【図 7】



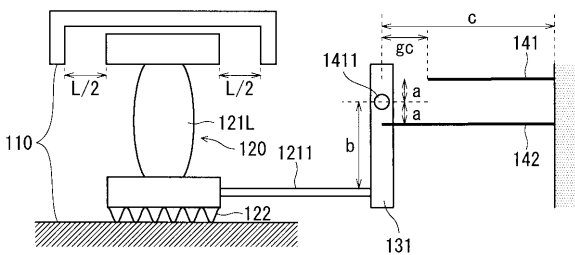
【図 1 1】



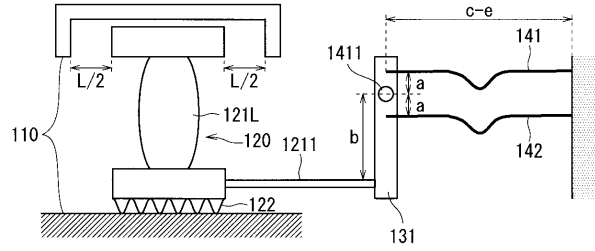
【図 1 2】



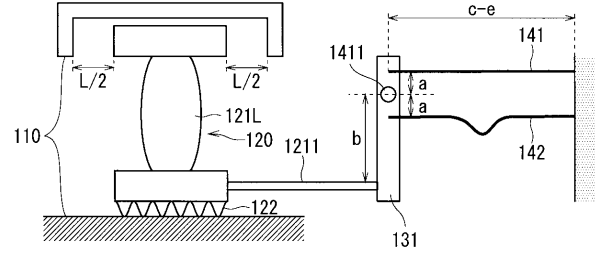
【図 1 3】



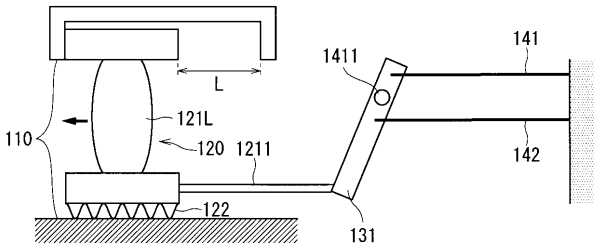
【図 8】



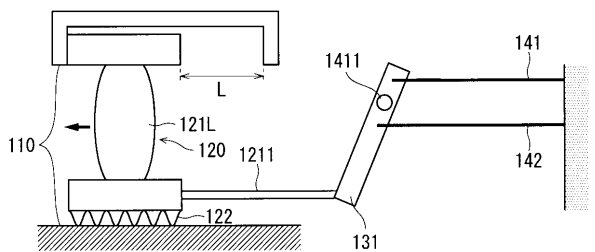
【図 9】



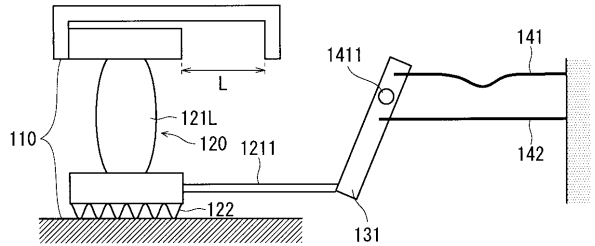
【図 1 0】



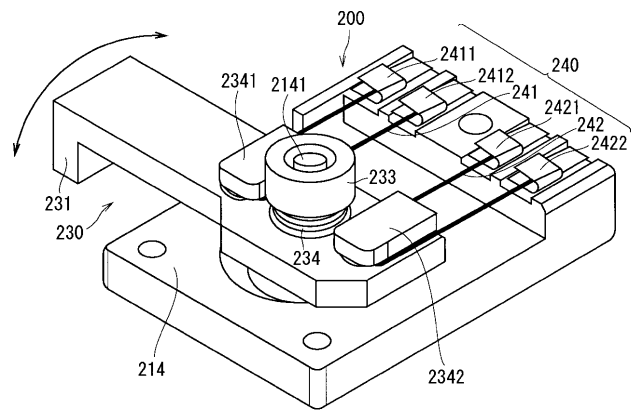
【図 1 4】



【図 1 5】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

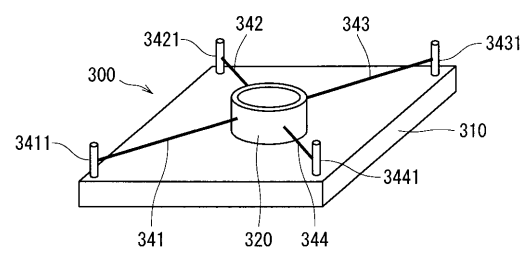


Figure 1 is a schematic diagram of a lens assembly. The top part shows a lens 320 between two blocks 341(342) and 343(344), with a double-headed arrow 300 indicating movement. The bottom part shows a lens 321La and 321Lb between two blocks, with a double-headed arrow 350 indicating movement.

フロントページの続き

(72)発明者 藤井 英之

東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内

(72)発明者 尾崎 雄一

東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内

(72)発明者 小坂 明

東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA05 CA22 DA12 GA02

2H044 BE01 BE06 BE10

4C061 FF40 HH60 LL02 PP13

4C161 FF40 HH60 LL02 PP13

专利名称(译)	驱动机构，驱动装置和内窥镜		
公开(公告)号	JP2011156006A	公开(公告)日	2011-08-18
申请号	JP2010017797	申请日	2010-01-29
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达精密光学株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达精密光学株式会社		
[标]发明人	吉田龍一 長澤光 藤井英之 尾崎雄一 小坂明		
发明人	吉田 龍一 長澤 光 藤井 英之 尾崎 雄一 小坂 明		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26 G02B7/04 F03G7/06		
FI分类号	A61B1/00.300.A G02B23/26.C G02B7/04.E F03G7/06.D A61B1/00.710 A61B1/00.735		
F-TERM分类号	2H040/BA05 2H040/CA22 2H040/DA12 2H040/GA02 2H044/BE01 2H044/BE06 2H044/BE10 4C061/FF40 4C061/HH60 4C061/LL02 4C061/PP13 4C161/FF40 4C161/HH60 4C161/LL02 4C161/PP13		
其他公开文献	JP5440213B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了提供能够抑制对周围环境的不利热影响的紧凑型驱动机构，驱动装置和安装有驱动机构的内窥镜。A A驱动机构，通过所述基准部，和设置在所述参考部分由参考部分之间产生的摩擦力保持的移动部分，直接或至少一个构件和所述基准部移动单元以及多个形状记忆合金部分，其通过根据加热变形向移动部分施加力，以使移动部分克服摩擦力沿参考部分滑动。然后，在其中，所述多个形状记忆合金部中的形状记忆合金部的一部分按照所述加热，多个形状记忆合金部中的形状记忆合金的一部分变形的驱动机构，在一个状态由除了该部分之外的剩余形状记忆合金部分施加到移动部分的力小于基于在参考部分和移动部分之间产生的摩擦力的电力。点域1

