

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5257434号
(P5257434)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 7/04 (2006.01) G 0 2 B 7/04 E

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-220713 (P2010-220713)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成22年9月30日 (2010.9.30)		株式会社ニコン
(65) 公開番号	特開2012-78391 (P2012-78391A)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(43) 公開日	平成24年4月19日 (2012.4.19)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成24年1月10日 (2012.1.10)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	桑野 邦宏
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			株式会社ニコン内
		(72) 発明者	西本 仁
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動装置、レンズ鏡筒及びカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1圧電素子と、

前記第1圧電素子により駆動され、第1の方向に振動する第1駆動部と、
を備え、

前記第1駆動部は、基部と、前記基部に支持された第2圧電素子と、前記第2圧電素子
により駆動され、前記第1の方向と異なる第2の方向に振動する第2駆動部とを含み、

前記第1駆動部の振動の共振周波数と、前記第2駆動部の振動の共振周波数との差が、
前記第1駆動部の振動における振幅周波数特性を表す関数の半値半幅以下である駆動装置

。

【請求項2】

請求項1に記載の駆動装置において、

前記第1駆動部の振動の共振周波数と、前記第2駆動部の振動の共振周波数とが同一で
ある駆動装置。

【請求項3】

請求項2に記載の駆動装置において、

前記第1圧電素子の前記第1の方向における弾性係数(K1)と、前記第2圧電素子の
前記第2の方向における弾性係数(K2)との比(K1/K2)が、前記第1駆動部の質
量(M1)と、前記第2駆動部の質量(M2)との比(M1/M2)と同一である駆動装
置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の駆動装置において、

前記第 1 圧電素子の形状及び寸法と、前記第 2 圧電素子の形状及び寸法とが同一であり

、前記第 1 圧電素子の数 (N 1) と前記第 2 圧電素子の数 (N 2) との比 (N 1 / N 2) が、前記第 1 駆動部の質量 (M 1) と前記第 2 駆動部の質量 (M 2) との比 (M 1 / M 2) と同一である駆動装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の駆動装置において、

前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とが、互いに垂直な方向である駆動装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の駆動装置を備えたレンズ鏡筒。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の駆動装置を備えたカメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動装置、レンズ鏡筒及びカメラに関する。

【背景技術】

【0002】

20

従来から、圧電素子を用いた駆動装置が知られている。このような駆動装置として、複数の圧電素子を駆動させ、被駆動体に接触させるチップ部材を楕円運動させることで、被駆動体を駆動させるものが開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 では、XYZ 直交座標系を設定した場合に、チップ部材の XZ 平面に平行な楕円運動により被駆動体を X 軸方向に駆動する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 236138 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来の駆動装置は、チップ部材とベース部材との距離が変化する持ち上げ方向の振動と、チップ部材とベース部材との距離が変化しない送り方向の振動を、それぞれ独立して制御できないという課題がある。また、チップ部材を、持ち上げ方向と送り方向とにそれぞれ効率よく振動させることが困難であるという課題がある。

【0005】

そこで、本発明は、圧電素子によって駆動される部材の、異なる 2 つの方向への振動を、独立して制御することができる駆動装置を提供する。また、圧電素子によって駆動される部材を、異なる 2 つの方向へ効率よく振動させる駆動装置を提供する。さらに、この駆動装置を備えたレンズ鏡筒及びカメラを提供する。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明は実施の形態に示す図 1 ~ 図 4 に対応付けした以下の構成を採用している。なお、本発明を分かり易く説明するために、一実施形態を示す図面の符号に対応付けて説明するが、本発明は実施形態に限定されるものではない。

【0007】

本発明の駆動装置 (1) は、第 1 圧電素子 (6) と、第 1 圧電素子 (6) により駆動され、第 1 の方向に振動する第 1 駆動部 (3) とを備え、第 1 駆動部 (3) は、基部 (3 b) と、基部 (3 b) に支持された第 2 圧電素子 (7) と、第 2 圧電素子 (7) により駆動

50

され、第1の方向と異なる第2の方向に振動する第2駆動部(3a)とを含み、第1駆動部(3)の振動の共振周波数と、第2駆動部(3a)の振動の共振周波数との差が、第1駆動部(3)の振動の振幅周波数特性を表す関数(F1)の半値半幅(HWMH)以下である。

本発明のレンズ鏡筒(103)及びカメラ(101)は、駆動装置(1)を備える。

【発明の効果】

【0008】

本発明の駆動装置によれば、圧電素子によって駆動される部材の異なる2つの方向への振動を、独立して制御することができる。また、圧電素子によって駆動される部材を、異なる2つの方向へ効率よく振動させることができる。また、本発明によれば、この駆動装置を備えたレンズ鏡筒及びカメラが提供される。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施の形態における駆動装置の正面図である。

【図2】図1に示す駆動装置の回路図である。

【図3】図1に示す駆動装置の駆動駒とその先端部の振幅周波数特性のグラフである。

【図4】図1に示す駆動装置を備えたレンズ鏡筒及びカメラの概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

20

本実施形態の駆動装置は、ベース部に対してロータを相対的に変位させる相対駆動を行い、ロータによってカメラのレンズ鏡筒等の光学機器や電子機器を駆動する。

図1に示すように、駆動装置1は、ベース部2と、駆動駒(第1駆動部)3と、ロータ4と、支持軸5と、第1圧電素子6と、を備えている。

【0011】

ベース部2は、導電性を有し、弾性体とみなせる例えばステンレス鋼を含む材料によって設けられている。ベース部2は、中央部に軸方向の貫通穴を有する中空円筒状の形状に形成されている。ベース部2の表面には絶縁処理が施され、例えば絶縁膜が成膜されている。ベース部2の貫通穴には、支持軸5が挿通されている。

【0012】

30

ベース部2の一方の端部には、複数の保持部2aがベース部2の周方向に隣接して設けられている。保持部2aは、駆動駒3をベース部2の周方向の両側から挟みこむように保持する凹状の形状に形成されている。ベース部2の他方の端部は、例えばボルト等の不図示の締結部材により、取付部101aに固定されている。ベース部2の中央部よりも取付部101aに近い部分には、周方向に連続する溝部2dが設けられている。

【0013】

駆動装置1は、所定の位相差で駆動する3つの駆動駒3の組を2組有している。本実施形態では、ベース部2の周方向に等間隔に配置された6つの駆動駒3のうち、3つの駆動駒31が第1組に属し、3つの駆動駒32が第2組に属している。各組の駆動駒31と駆動駒32とは、ベース部2の周方向、すなわちロータ4の回転方向Rに交互に配置されている。

40

【0014】

各々の駆動駒3は、基部3bと、先端部(第2駆動部)3aと、第2圧電素子7とを有している。

基部3bは、周方向に交差する一对の側面がやや傾斜したほぼ直方体形状を有している。基部3bは例えば軽金属合金等により形成され、導電性を有している。基部3bは保持部2aによって支持軸5と平行な方向に駆動可能に支持されている。

先端部3aは、断面が山形の六角柱形状を有している。先端部3aは例えばステンレス鋼等により形成され、導電性を有している。先端部3aは、基部3bとロータ4との間に配置され、保持部2aから突出してロータ4を支持している。

50

第2圧電素子7は、駆動駒3の先端部3aと基部3bとの間に配置されている。すなわち、第2圧電素子7は、駆動駒3の基部3bに支持されるとともに、基部3b上で先端部3aを支持している。第2圧電素子7は、ベース部2の径方向に隣接して2つ配置されている。

【0015】

ロータ4は、不図示のベアリングを介して支持軸5に取り付けられ、支持軸5を中心として、回転方向Rの前方又は後方に回転可能に設けられている。ロータ4の外周面には、例えばカメラのレンズ鏡筒等を駆動するための歯車4aが形成されている。ロータ4のベース部2に対向する面は、複数の駆動駒3によって支持されている。

支持軸5は、中心線がロータ4の回転軸と一致するように配置された丸棒状の部材である。支持軸5は、一方の端部が取付部101aに固定されている。支持軸5は、ベース部2とロータ4を貫通している。支持軸5は、ロータ4の回転方向Rに沿って配置された複数の駆動駒3の中心に配置されている。

【0016】

第1圧電素子6は、例えばジルコン酸チタン酸塩(PZT)を含む材料により形成されている。第1圧電素子6は、ベース部2の保持部2aの内側の面と、駆動駒3の基部3bの側面との間に配置されている。第1圧電素子6は、駆動駒3の基部3bをロータ4の回転方向Rの前方及び後方から挟みこむように配置されている。第1圧電素子6は、駆動駒3の基部3bの、ロータ4の回転方向Rにおける前方及び後方の各側面に、2つずつ配置されている。各側面の2つの第1圧電素子6は、それぞれベース部2の径方向、すなわちロータ4の径方向に、隣接して配置されている。

【0017】

各々の第1圧電素子6は、支持軸5の軸方向に長い短冊状の形状を有している。第1圧電素子6は、支持軸5の軸方向(第1の方向)に沿う長手方向に厚みすべり振動をするように設けられている。各々の第1圧電素子6は、導電性を有する接着剤により、ベース部2の保持部2aの内側の面と、駆動駒3の基部3bの側面との双方に接着されている。

【0018】

ここで、第1圧電素子6の厚み方向を、各駆動駒3の中心におけるロータ4の回転円の接線方向、すなわち各駆動駒3の中心を通る中心円の接線方向とする。このとき、第1圧電素子6の厚み方向における縦弾性係数は、長手方向における横弾性係数よりも大きい。例えば、第1圧電素子6の振動モードが縦効果厚みすべり振動である場合、第1圧電素子6の縦弾性係数は約167GPaであり、横弾性係数は約25GPaである。すなわち、第1圧電素子6の横弾性係数は、縦弾性係数の約1/6程度である。

【0019】

同様に、ベース部2も、縦弾性係数が横弾性係数よりも大きい。例えば、ベース部2がSUS304を主体として形成されている場合、縦弾性係数は約193GPaであり、横弾性係数は約69GPaである。ここで、第1圧電素子6の横弾性係数は、ベース部2の縦弾性係数の約1/8程度である。例えば、第1圧電素子6の長手方向における横弾性係数を k_1 とし、ベース部2の縦弾性係数を k_b とする。この場合、第1圧電素子6の横弾性係数 k_1 とベース部2の縦弾性係数 k_b との比 k_1/k_b は、1以下であればよい。また、比 k_1/k_b は、0.2未満としてもよい。

また、第1圧電素子6の厚み方向における縦弾性係数は、ベース部2の縦弾性係数と等しいかそれよりも小さい。

【0020】

第2圧電素子7は、例えばジルコン酸チタン酸塩を含む材料により形成されている。各々の第2圧電素子7は、各駆動駒3の中心を通る中心円の接線方向、すなわち各駆動駒3の中心におけるロータ4の回転円の接線方向に長い短冊状の形状を有している。第2圧電素子7は、各駆動駒3の中心を通る中心円の接線方向、すなわち各駆動駒3の中心におけるロータ4の回転円の接線方向(第2の方向)に沿って、厚みすべり振動をするように設けられている。各々の第2圧電素子7は、導電性を有する接着剤により、駆動駒3の先端

10

20

30

40

50

部 3 a と基部 3 b との双方に接着されている。

【 0 0 2 1 】

ここで、第 2 圧電素子 7 の厚み方向を、支持軸 5 の軸方向に平行な方向とする。このとき、第 2 圧電素子 7 の厚み方向における縦弾性係数は、長手方向における横弾性係数よりも大きい。例えば、第 2 圧電素子 7 の振動モードが縦効果厚みすべり振動である場合、第 2 圧電素子 7 の縦弾性係数は約 1 6 7 G P a であり、横弾性係数は約 2 5 G P a である。すなわち、第 2 圧電素子 7 の横弾性係数は、縦弾性係数の約 1 / 6 程度である。

【 0 0 2 2 】

図 2 (a) 及び図 2 (b) に示すように、駆動装置 1 は、第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 の各々に電圧を供給する電源部 1 0 を備えている。電源部 1 0 は、第 1 端子 T 1 から第 4 端子 T 4 を備えている。第 1 端子 T 1 から第 4 端子 T 4 は、それぞれ所定の周波数のサイン波状の電圧を供給する。また、電源部 1 0 は、第 1 端子 T 1 及び第 2 端子 T 2 の各端子間、並びに、第 3 端子 T 3 及び第 4 端子 T 4 の各端子間で、所定の位相差を有する同一波形のサイン波状の電圧を供給する。

【 0 0 2 3 】

図 1 及び図 2 (a) に示すように、第 1 圧電素子 6 のうち、第 1 組に属する 3 つの駆動駒 3 1 とベース部 2 との間に配置された 1 2 の第 1 圧電素子 6 1 は、配線 1 1 を介して第 1 端子 T 1 に電氣的に接続されている。第 1 圧電素子 6 のうち、第 2 組に属する 3 つの駆動駒 3 2 とベース部 2 との間に配置された 1 2 の第 1 圧電素子 6 2 は、配線 1 2 を介して第 2 端子 T 2 に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

図 1 及び図 2 (b) に示すように、第 2 圧電素子 7 のうち、第 1 組に属する 3 つの駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a と基部 3 1 b との間に配置された 6 つの第 2 圧電素子 7 1 は、配線 1 3 を介して第 3 端子 T 3 に電氣的に接続されている。第 2 圧電素子 7 のうち、第 2 組に属する 3 つの駆動駒 3 2 の先端部 3 2 a と基部 3 2 b との間に配置された 6 つの第 2 圧電素子 7 2 は、配線 1 4 を介して第 4 端子 T 4 に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 5 】

駆動装置 1 において駆動駒 3 によりロータ 4 を回転させる際には、第 1 組の 3 つの駆動駒 3 1 を同期して駆動させる。そして、第 1 組の駆動駒 3 1 と所定の位相差を有して、第 2 組の 3 つの駆動駒 3 2 を、第 1 組と同様に同期して駆動させる。これにより、第 1 組の 3 つの駆動駒 3 1 と第 2 組の 3 つの駆動駒 3 2 とが、ロータ 4 を交互に支持して回転させる。

【 0 0 2 6 】

具体的には、電源部 1 0 の第 1 端子 T 1 は、第 1 圧電素子 6 1 にサイン波状の電圧を供給する。すると、第 1 圧電素子 6 1 は、支持軸 5 に沿う第 1 の方向の厚みすべり振動を開始する。駆動駒 3 1 は、第 1 圧電素子 6 1 の変形によって駆動され、ベース部 2 から離間する方向へ移動する。

【 0 0 2 7 】

このとき、電源部 1 0 の第 3 端子 T 3 は、第 2 圧電素子 7 1 に、サイン波状の電圧を供給している。すると、第 2 圧電素子 7 1 は、各駆動駒 3 の中心を通る中心円の接線方向、すなわち各駆動駒 3 の中心におけるロータ 4 の回転円の接線方向において、ロータ 4 の回転方向 R の前方側への厚みすべり振動を開始する。駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a は、第 2 圧電素子 7 1 の変形によって各駆動駒 3 の中心を通る中心円の接線方向、すなわち支持軸 5 の軸方向と直交する第 2 の方向に駆動される。このとき、駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a は、ロータ 4 との間に作用する摩擦力によってロータ 4 を回転方向 R の前方へ回転させる。

【 0 0 2 8 】

その後、第 1 圧電素子 6 1 は、電源部 1 0 の第 1 端子 T 1 によって供給されたサイン波状の電圧により、ロータ 4 から離れる逆方向の変形を開始する。第 1 組の駆動駒 3 1 は、第 1 圧電素子 6 1 の逆方向の変形により、ロータ 4 から離間する方向に移動する。

このとき、第 2 圧電素子 7 1 は、電源部 1 0 の第 3 端子 T 3 によって供給されたサイン

10

20

30

40

50

波状の電圧により、ロータ 4 の回転方向 R の後方側への逆方向の変形を開始する。第 1 組の駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a は、ロータ 4 から離れた状態で、第 2 圧電素子 7 1 の逆方向の変形により、ロータ 4 の回転方向 R の後方側へ向けて移動する。

【 0 0 2 9 】

その後、第 1 組の駆動駒 3 1 は、ロータ 4 への先端部 3 1 a の接触、ロータ 4 の回転方向 R の前方側への先端部 3 1 a の駆動、ロータ 4 からの先端部 3 1 a の離間、ロータ 4 の回転方向 R の後方側への先端部 3 1 a の駆動、を繰り返す。すなわち、駆動駒 3 1 の基部 3 1 b 及び先端部 3 1 a は、第 1 圧電素子 6 1 により駆動され、支持軸 5 の軸方向である第 1 の方向に沿って振動する。また、駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a は、第 2 圧電素子 7 1 により駆動され、基部 3 1 b 及びベース部 2 に対して、各駆動駒 3 の中心を通る中心円の接線方向、すなわち各駆動駒 3 の中心におけるロータ 4 の回転円の接線方向に沿って振動する。これにより、第 1 組の駆動駒 3 1 は、先端部 3 1 a が円軌道または楕円軌道を描くように駆動する。

10

【 0 0 3 0 】

第 2 組の駆動駒 3 2 は、第 1 組の駆動駒 3 1 と所定の位相差を有して、第 1 組の駆動駒 3 1 と同様に駆動する。すなわち、電源部 1 0 の第 2 端子 T 2 は、第 1 端子 T 1 が供給する電圧と同様の波形を有し、第 1 端子 T 1 が供給する電圧と所定の位相差を有するサイン波状の電圧を、第 1 圧電素子 6 2 に供給する。また、電源部 1 0 の第 4 端子 T 4 は、第 3 端子 T 3 が供給する電圧と同様の波形を有し、第 3 端子 T 3 が供給する電圧と所定の位相差を有するサイン波状の電圧を、第 2 圧電素子 7 2 に供給する。

20

【 0 0 3 1 】

第 2 組の 3 つの駆動駒 3 2 の先端部 3 2 a は、第 1 組の 3 つの駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a がロータ 4 から離間する前にロータ 4 に接触し、第 1 組の 3 つの駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a がロータ 4 に接触した後にロータ 4 から離間する。したがって、ロータ 4 は、第 1 組の 3 つの駆動駒 3 1 と第 2 組の 3 つの駆動駒 3 2 とにより交互に支持されて駆動され、支持軸 5 の軸方向における位置をほぼ一定に保った状態で所定の回転速度で回転方向 R の前方又は後方へ回転する。

【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように、第 1 圧電素子 6 による駆動駒 3 の支持軸 5 に沿う第 1 の方向の振動の振幅周波数特性を表す関数 F 1 は、ほぼ正規分布を示す。同様に、第 2 圧電素子 7 による駆動駒 3 の先端部 3 a の支持軸 5 に直交する第 2 の方向の振動の振幅周波数特性を表す関数 F 2 は、ほぼ正規分布を示す。

30

駆動装置 1 は、駆動駒 3 全体の振動の共振周波数 f_1 と、駆動駒 3 の先端部 3 a の振動の共振周波数 f_2 とが同一になるように、駆動駒 3 の全体の質量及び先端部 3 a の質量が決定されている。

【 0 0 3 3 】

ここで、4 つの第 1 圧電素子 6 による第 1 の方向の弾性係数を K_1 とし、2 つの第 2 圧電素子 7 による第 2 の方向の弾性係数を K_2 とする。また、駆動駒 3 の基部 3 b、先端部 3 a、第 2 圧電素子 7 を含む全体の質量を M_1 とし、駆動駒 3 の先端部 3 a の質量を M_2 とする。

40

このとき、駆動装置 1 は、以下の式 (1) を満たすように、弾性係数 K_1 、弾性係数 K_2 、質量 M_1 及び質量 M_2 が決定されている。

【 0 0 3 4 】

$$K_1 / K_2 = M_1 / M_2 \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 5 】

すなわち、駆動装置 1 は、弾性係数 K_1 と弾性係数 K_2 との比 K_1 / K_2 と、質量 M_1 と質量 M_2 との比 M_1 / M_2 とが同一になるように、弾性係数 K_1 、弾性係数 K_2 、質量 M_1 及び質量 M_2 が決定されている。

【 0 0 3 6 】

駆動装置 1 において、各々の第 1 圧電素子 6 と各々の第 2 圧電素子 7 とは、全てが一方

50

向に長い同一の形状及び寸法を有している。また、第1圧電素子6は、駆動駒3の振動方向である支持軸5の軸方向に沿う第1の方向が長手方向となるように配置されている。同様に、第2圧電素子7は駆動駒3の先端部3aの振動方向である支持軸5の軸方向に直交する第2の方向が長手方向になるように配置されている。

【0037】

ここで、各々の駆動駒3を駆動する第1圧電素子6の数を N_1 とし、その先端部3aを駆動する第2圧電素子7の数を N_2 とする。また、各々の第1圧電素子6の横弾性係数を k_1 とし、各々の第2圧電素子7の横弾性係数を k_2 とする。すると、第1圧電素子6による第1の方向の弾性係数 K_1 と、第2圧電素子7による第2の方向の弾性係数 K_2 は、それぞれ以下の式(2)と式(3)により表される。

【0038】

$$K_1 = N_1 \times k_1 \quad \dots (2)$$

$$K_2 = N_2 \times k_2 \quad \dots (3)$$

【0039】

上記の式(1)から式(3)により、以下の式(4)が得られる。

【0040】

$$N_1 / N_2 = M_1 / M_2 \quad \dots (4)$$

【0041】

すなわち、駆動装置1は、第1圧電素子6の数 N_1 と第2圧電素子7の数 N_2 との比 N_1 / N_2 と、質量 M_1 と質量 M_2 との比 M_1 / M_2 とが同一になるように、弾性係数 K_1 、弾性係数 K_2 、数 N_1 及び数 N_2 が決定されている。

【0042】

なお、駆動駒3全体の振動の共振周波数 f_1 と、駆動駒3の先端部3aの振動の共振周波数 f_2 とは、ある程度、異なってもよい。この場合、駆動駒3の全体の振動の共振周波数 f_1 と、駆動駒3の先端部3aの振動の共振周波数 f_2 との差が、駆動駒3の全体の振幅周波数特性を表す関数の半値幅(FWHM: Full Width at Half Maximum)の2分の1以下、すなわち半値半幅(HWHM: Half Width at Half Maximum)以下であればよい。

【0043】

例えば、図3に示すように、駆動駒3の先端部3aの振動の共振周波数 f_2 の許容できる最小値を f_{2min} 、許容できる最大値 f_{2max} とすると、これらはそれぞれ半値半幅HWHMを用いて以下の式(5)及び式(6)により表される。

【0044】

$$f_{2min} = f_2 - HWHM \quad \dots (5)$$

$$f_{2max} = f_2 + HWHM \quad \dots (6)$$

【0045】

以上のように、駆動装置1は、支持軸5に沿う第1の方向に厚みすべり振動をする第1圧電素子6と、各駆動駒3の中心を通る中心円の接線方向、すなわち各駆動駒3の中心におけるロータ4の回転円の接線方向に厚みすべり振動をする第2圧電素子7とを備えている。

【0046】

そのため、第1圧電素子6によって、駆動駒3の基部3b及び先端部3aを、ベース部2に対して支持軸5と平行な方向へ振動させることができる。また、第2圧電素子7によって、駆動駒3の先端部3aを、ベース部2及び駆動駒3の基部3bに対して、各駆動駒3の中心を通る中心円の接線方向、すなわち各駆動駒3の中心におけるロータ4の回転円の接線方向に振動させることができる。

【0047】

したがって、本実施形態の駆動装置1によれば、第1圧電素子6と、第2圧電素子7とを独立して制御することで、駆動駒3の先端部3aの支持軸5と平行な方向への振動と、先端部3aの各駆動駒3の中心におけるロータ4の回転円の接線方向への振動とを独立し

10

20

30

40

50

て制御することができる。そのため、従来よりも、駆動駒 3 の各方向への振動を効率よく行うことができ、ロータ 4 を効率よく回転させることができる。

【 0 0 4 8 】

駆動装置 1 においては、上記の式 (1) 及び式 (4) が成立するように、第 1 圧電素子 6 の数 N_1 、形状及び寸法、第 2 圧電素子 7 の数 N_2 、形状及び寸法、駆動駒 3 の質量 M_1 、駆動駒 3 の先端部 3 a の質量 M_2 が決定されている。

具体的には、第 1 圧電素子 6 の数 N_1 は、4 である。第 2 圧電素子 7 の数 N_2 は 2 である。第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 の寸法及び形状は等しく、それぞれ長手方向を振動方向と一致させて配置されている。駆動駒 3 の全体の質量 M_1 は、駆動駒 3 の先端部 3 a の質量 M_2 の 2 倍になるように設けられている。

10

【 0 0 4 9 】

これにより、第 1 圧電素子 6 による駆動駒 3 の振動の固有振動数と、第 2 圧電素子 7 による駆動駒 3 の先端部 3 a の振動の固有振動数とは、同一になる。すなわち、第 1 の方向における駆動駒 3 の全体の振動の共振周波数 f_1 と、第 2 の方向における駆動駒 3 の先端部 3 a の振動の共振周波数 f_2 とが同一になる。これにより、互いに直交する第 1 の方向と第 2 の方向への駆動駒 3 の先端部 3 a の振幅が最大になる。したがって、第 1 の方向と第 2 の方向へ振動により円軌道又は楕円軌道を描く駆動駒 3 の先端部 3 a を、より効率よく駆動させることができる。

【 0 0 5 0 】

同様に、駆動駒 3 の全体の振動の共振周波数 f_1 と、駆動駒 3 の先端部 3 a の振動の共振周波数 f_2 とが異なっている場合であっても、これらの差が図 3 に示す半値半幅 $HWHM$ 以下であれば、駆動駒 3 の先端部 3 a を従来よりも効率よく駆動させることができる。

20

【 0 0 5 1 】

駆動装置 1 においては、第 1 圧電素子 6 が、駆動駒 3 の基部 3 b が駆動する方向である支持軸 5 と平行な方向へ、厚みすべり振動する。すなわち、第 1 圧電素子 6 は、厚み方向の剛性を示す縦弾性係数が、振動方向の剛性を示す横弾性係数よりも大きい。換言すると、第 1 圧電素子 6 は、駆動駒 3 の基部 3 b が振動する方向の剛性が比較的 low、駆動駒 3 の基部 3 b が振動する方向と直交する方向の剛性が比較的高い。

【 0 0 5 2 】

駆動装置 1 においては、駆動駒 3 の基部 3 b の上で、先端部 3 a が、基部 3 b が振動する方向と直交する方向である各駆動駒 3 の中心におけるロータ 4 の回転円の接線方向に振動する。しかし、第 1 圧電素子 6 は、駆動駒 3 の基部 3 b が振動する方向の剛性が比較的 low、駆動駒 3 の基部 3 b が振動する方向と直交する方向である先端部 3 a の振動方向の剛性が比較的高い。第 1 圧電素子 6 は、駆動駒 3 の基部 3 b を先端部 3 a の振動方向の両側から挟みこむように配置されている。そのため、第 1 圧電素子 6 から駆動駒 3 の基部 3 b へ、駆動駒 3 の先端部 3 a の振動による慣性力に対向する抗力が十分に作用する。これにより、駆動駒 3 の先端部 3 a が各駆動駒 3 の中心におけるロータ 4 の回転円の接線方向に振動しても、基部 3 b がその方向へ振動しにくくなる。

30

【 0 0 5 3 】

駆動装置 1 においては、第 2 圧電素子 7 が、駆動駒 3 の先端部 3 a が駆動する方向である支持軸 5 と直交する方向へ、厚みすべり振動する。すなわち、第 2 圧電素子 7 は、厚み方向の剛性を示す縦弾性係数が、振動方向の剛性を示す横弾性係数よりも大きい。換言すると、第 2 圧電素子 7 は、駆動駒 3 の先端部 3 a が振動する方向の剛性が比較的 low、駆動駒 3 の基部 3 b が振動する方向の剛性が比較的高い。そのため、支持軸 5 の軸方向と平行な第 1 圧電素子 6 による振動方向においては、駆動駒 3 の先端部 3 a は基部 3 b と一体的に振動する。一方、各駆動駒 3 の中心におけるロータ 4 の回転円の接線方向に平行な第 2 圧電素子 7 による振動方向においては、駆動駒 3 の先端部 3 a は基部 3 b と独立して振動する。

40

【 0 0 5 4 】

したがって、本実施形態の駆動装置 1 によれば、駆動駒 3 の基部 3 b の振動が、その振

50

動方向と直交する方向の振動と干渉することを防止できる。また、駆動駒 3 の先端部 3 a の振動が、その振動方向と直交する方向の振動と干渉することを防止できる。これにより、駆動駒 3 の先端部 3 a の支持軸 5 と平行な方向への振動と、駆動駒 3 の先端部 3 a の支持軸 5 と直交する方向への振動とを独立して制御することが可能になる。

【 0 0 5 5 】

駆動装置 1 においては、第 1 圧電素子 6 の縦弾性係数よりも、ベース部 2 の縦弾性係数が大きい。そのため、第 1 圧電素子 6 を介してベース部 2 に作用する駆動駒 3 の先端部 3 a の振動による慣性力に対して、ベース部 2 の保持部 2 a の内側の面によって十分な抗力を作用させることができる。したがって、駆動駒 3 の基部 3 b が先端部 3 a の振動方向に振動することを防止できる。なお、第 1 圧電素子 6 の縦弾性係数とベース部 2 の縦弾性係数とは、等しくてもよい。

10

【 0 0 5 6 】

ここで、第 1 圧電素子 6 の横弾性係数 k_1 と、ベース部 2 の縦弾性係数 k_b との比 k_1 / k_b が、0.2 以上であると仮定する。すると、駆動駒 3 の基部 3 b の振動方向における第 1 圧電素子 6 の剛性と、その振動方向に直交する方向における第 1 圧電素子 6 の剛性の差異が十分ではない場合がある。この場合、支持軸 5 の軸方向に平行な方向の駆動駒 3 の基部 3 b の振動と、各駆動駒 3 の中心におけるロータ 4 の回転円の接線方向に平行な駆動駒 3 の先端部 3 a の振動とが干渉し、これらの振動を独立して制御できなくなるおそれがある。

【 0 0 5 7 】

20

駆動装置 1 は、比 k_1 / k_b が、0.2 未満である。したがって、支持軸 5 の軸方向に平行な方向の駆動駒 3 の基部 3 b の振動と、各駆動駒 3 の中心におけるロータ 4 の回転円の接線方向に平行な駆動駒 3 の先端部 3 a の振動とを独立させ、これらの振動を独立して制御することができる。

以上説明したように、本実施形態の駆動装置 1 によれば、第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 によって駆動される駆動駒 3 の基部 3 b 及び先端部 3 a の、異なる 2 つの方向への振動を、独立して制御することができる。また、第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 によって駆動される駆動駒 3 の基部 3 b 及び先端部 3 a を、異なる 2 つの方向へ効率よく振動させることができる。

【 0 0 5 8 】

30

次に、本実施形態の駆動装置 1 を備えたレンズ鏡筒及びカメラの一例について説明する。本実施形態の交換レンズは、カメラボディとともにカメラシステムを形成するものである。交換レンズは、公知の AF (オートフォーカス) 制御に応じて合焦動作を行う AF モードと、撮影者からの手動入力に応じて合焦動作を行う MF (マニュアルフォーカス) モードとが切り替え可能になっている。

【 0 0 5 9 】

図 5 に示すように、カメラ 101 は、撮像素子 108 が内蔵されたカメラボディ 102 と、レンズ 107 を有するレンズ鏡筒 103 とを備えている。

【 0 0 6 0 】

40

レンズ鏡筒 103 は、カメラボディ 102 に着脱可能な交換レンズである。レンズ鏡筒 103 は、レンズ 107、カム筒 106、駆動装置 1 等を備えている。駆動装置 1 は、カメラ 101 のフォーカス動作時にレンズ 107 を駆動する駆動源として用いられている。駆動装置 1 のロータ 4 から得られた駆動力は、直接、カム筒 106 に伝えられる。レンズ 107 は、カム筒 106 に保持されており、駆動装置 1 の駆動力により、光軸方向 L に略平行に移動して、焦点調節を行うフォーカスレンズである。

【 0 0 6 1 】

カメラ 101 の使用時には、レンズ鏡筒 103 内に設けられたレンズ群 (レンズ 107 を含む) によって、撮像素子 108 の撮像面に被写体像が結像される。撮像素子 108 によって、結像された被写体像は電気信号に変換され、その信号を A/D 変換することによって、画像データが得られる。

50

【0062】

以上説明したように、カメラ101及びレンズ鏡筒103は、上述の駆動装置1を備えている。したがって、従来よりもロータ4を効率よく回転させ、レンズ107を効率よく駆動することができる。

本実施形態では、レンズ鏡筒103は、交換レンズである例を示したが、これに限らず、例えば、カメラボディと一体型のレンズ鏡筒としてもよい。

【0063】

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

10

例えば、圧電素子は厚みすべり変形ではなく、厚み方向に変形してもよい。この場合、第1圧電素子の縦弾性係数と、第2圧電素子の縦弾性係数との比が、駆動駒の全体の質量及び先端部の質量の和と、駆動駒の先端部の質量との比と同一であってもよい。この場合、厚みすべり変形をする圧電素子を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

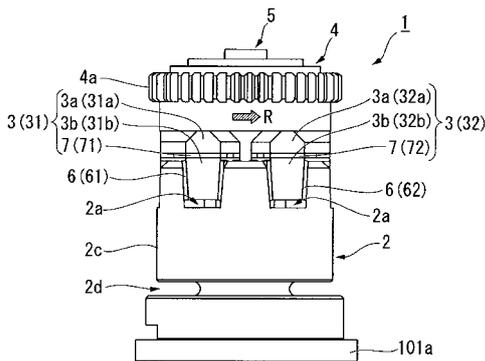
【符号の説明】

【0064】

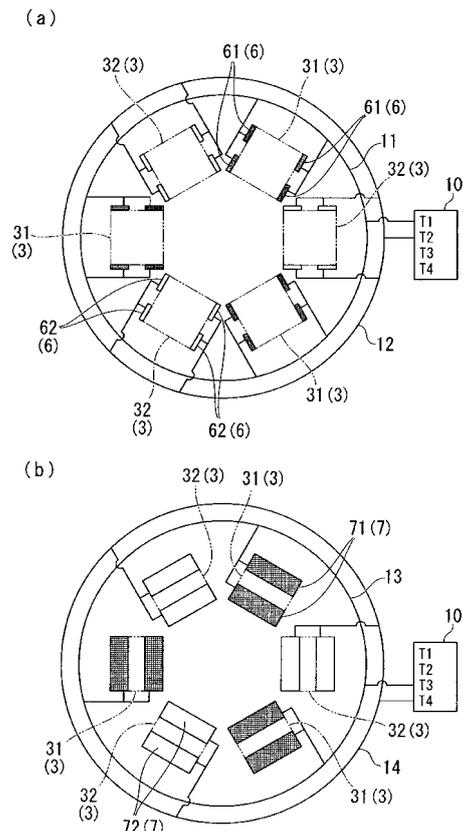
1 駆動装置、3, 31, 32 駆動駒(第1駆動部)、3a, 31a, 32a 先端部(第2駆動部)、6, 61, 62 第1圧電素子、7, 71, 72 第2圧電素子、101
カメラ、103 レンズ鏡筒、 ω , ω_1 共振周波数、 F 関数、 K_1 , K_2 弾性係数、 K_1/K_2 比、 M_1 , M_2 質量、 M_1/M_2 比、 N_1 , N_2 数、 N_1/N_2 比、 $HWHM$ 半値半幅

20

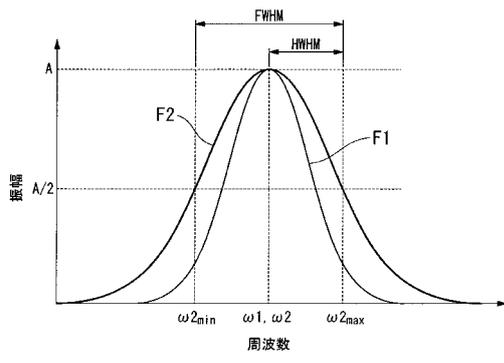
【図1】



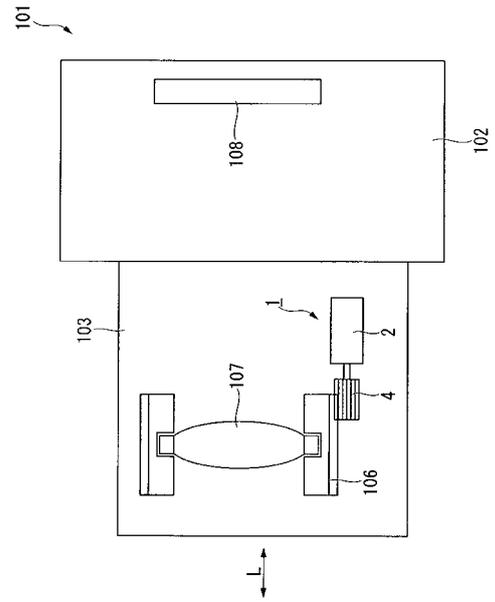
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

審査官 荒井 良子

- (56)参考文献 特開平08-275558(JP,A)
特開2007-221988(JP,A)
特開昭59-230473(JP,A)
特開平06-105571(JP,A)
特開平02-228275(JP,A)
特開平05-122949(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 7/04