

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5376115号
(P5376115)

(45) 発行日 平成25年12月25日 (2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日 (2013.10.4)

(51) Int. Cl.	F 1
H 0 2 N 2/00 (2006.01)	H 0 2 N 2/00 C
G 0 2 B 7/04 (2006.01)	G 0 2 B 7/04 E

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-260852 (P2008-260852)	(73) 特許権者	000006220
(22) 出願日	平成20年10月7日 (2008.10.7)		ミツミ電機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-81778 (P2010-81778A)		東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2
(43) 公開日	平成22年4月8日 (2010.4.8)	(74) 代理人	100077838
審査請求日	平成23年9月15日 (2011.9.15)		弁理士 池田 憲保
(31) 優先権主張番号	特願2008-217611 (P2008-217611)	(74) 代理人	100082924
(32) 優先日	平成20年8月27日 (2008.8.27)		弁理士 福田 修一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100129023
			弁理士 佐々木 敬
		(72) 発明者	本間 俊彦
			東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2 ミツ
			ミ電機株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 孝広
			東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2 ミツ
			ミ電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動装置の駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

伸縮方向で互いに対向する一对の端面を持つ電気機械変換素子と、該電気機械変換素子の前記一对の端面の一方に取り付けられた振動摩擦部と、該振動摩擦部と摩擦結合される移動部材と、前記電気機械変換素子の前記一对の端面の一方と前記振動摩擦部の端面との間に配置された振動伝達部材とを備え、前記振動摩擦部の対向する一对の摩擦面の少なくとも一方には断面V字状の溝が形成され、前記移動部材は棒状の第1の移動体及び第2の移動体を有し、かつ前記振動摩擦部は前記第1の移動体と前記第2の移動体との間に前記摩擦面で挟持されており、前記電気機械変換素子の伸縮方向に前記移動部材が移動可能な駆動装置の駆動方法において、

前記電気機械変換素子を鋸歯状波に往復変位させ、

該電気機械変換素子の往復変位を前記振動伝達部材を介して前記振動摩擦部に伝達させ、

それによって、前記移動部材を所定の方法にリニア駆動するようにしたことを特徴とする駆動装置の駆動方法。

【請求項2】

前記電気機械変換素子に矩形波電圧を印加して、前記電気機械変換素子を前記鋸歯状波に変位させる、請求項1に記載の駆動装置の駆動方法。

【請求項3】

前記矩形波電圧のデューティ比が75/25～65/35の範囲にある、請求項2に記載

載の駆動装置の駆動方法。

【請求項 4】

前記デューティ比が実質的に 70 / 30 である、請求項 3 に記載の駆動装置の駆動方法。

【請求項 5】

前記電気機械変換素子に、所定のデューティ比を持つ逆極性の矩形波電圧と、該矩形波電圧に引き続く 0 V の待機電圧とから成る駆動電圧を、一周期に有する、前記駆動電圧を繰り返し印加し、

それによって、前記電気機械変換素子を前記鋸歯状波に変位させる、請求項 1 に記載の駆動装置の駆動方法。

10

【請求項 6】

前記所定のデューティ比が 75 / 25 ~ 65 / 35 の範囲にある、請求項 5 に記載の駆動装置の駆動方法。

【請求項 7】

前記所定のデューティ比が実質的に 70 / 30 である、請求項 6 に記載の駆動装置の駆動方法。

【請求項 8】

前記待機電圧が、前記一周期の所定のパーセントの待機時間を持つ、請求項 5 乃至 7 に記載の駆動装置の駆動方法。

【請求項 9】

20

前記所定のパーセントが 20 % ~ 90 % の範囲にある、請求項 8 に記載の駆動装置の駆動方法。

【請求項 10】

前記所定のパーセントが実質的に 90 % に等しい、請求項 9 に記載の駆動装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は駆動装置の駆動方法に関し、特に、圧電素子等の電気機械変換素子を用いた駆動装置の駆動方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来から、カメラのオートフォーカス用アクチュエータやズーム用アクチュエータとして、圧電素子、電歪素子、磁歪素子等の電気機械変換素子を使用した（駆動装置）リニアアクチュエータが使用されている。

【0003】

特許第 3218851 号公報（特許文献 1）は、圧電素子などの電気機械変換素子に発生するリング振動を抑え、高速駆動できる電気機械変換素子を使用した駆動装置の駆動方法を開示している。特許文献 1 に開示された駆動装置は、圧電素子等の電気機械変換素子と、この変換素子に結合して変換素子と共に変位する駆動部材（振動軸）と、この駆動部材に摩擦結合した被駆動部材（ズームレンズ鏡筒）とを備える。この特許文献 1 では、圧電素子（電気機械変換素子に印加する駆動信号を工夫して、被駆動部材（ズームレンズ鏡筒）を駆動している。

40

【0004】

特許文献 1 に開示された駆動装置の駆動方法について詳述する。圧電素子に正方向大電流と所定の負方向一定電流が交互に流れると、圧電素子は正方向大電流に対応した急速な伸び変位と、負方向一定電流に対応した緩やかな縮み変位とが交互に生ずる。圧電素子の急速な伸び変位による駆動軸の移動では駆動軸に摩擦結合する被駆動部材が摩擦力に打ち勝ってその実質的に位置に留まり移動せず、圧電素子の緩やかな縮み変位による駆動軸の移動は駆動軸に摩擦結合する被駆動部材を実質的に移動させる。圧電素子に正方向大電流

50

と所定の負方向一定電流を交互に流し、交互に生じる伸び変位と縮み変位により被駆動部材を連続的に移動させる。圧電素子に供給する電流を制御するので、圧電素子に供給する電流を制御するので、圧電素子に発生するリンギング振動を抑え、より高速で被駆動部材を駆動することができる。

【0005】

また、特開2006-304529号公報（特許文献2）は、可動子を炭素繊維を含む液晶ポリマーで形成することで、金属材料で形成する場合に比べて、低コスト化と軽量化を図れるとともに、移動速度や駆動力を低下させることなく高い曲げ弾性係数の可動子を用いた高性能な駆動装置を開示している。この特許文献2に開示された駆動装置は、電圧が印加されることにより伸縮する圧電素子（電気機械変換素子）と、圧電素子の伸縮方向一端に固定された駆動軸（振動摩擦部）と、駆動軸に摺動可能に摩擦係合する可動子（移動部材）と、圧電素子の伸縮方向他端に接着固定されたウェイト（静止部材、錘）とを備える。圧電素子の伸びと縮みの速度または加速度を異ならせて駆動軸を振動させることにより、可動子（移動部材）を駆動軸（振動摩擦部）に沿って移動させる。

【0006】

特許文献2に開示された駆動装置の駆動方法（動作）について説明する。電圧印加装置によって圧電素子（電気機械変換素子）に緩やかな立ち上がり部と急激な立ち下がり部を有する鋸歯状波形の駆動パルスが印加される。駆動パルスの緩やかな立ち上がり部では圧電素子が緩やかにその厚み方向に伸び変位し、これに伴って圧電素子に固定されている駆動軸が軸方向に緩やかに変位する。このとき駆動軸に摩擦係合した可動子は摩擦力により駆動軸と共に移動する。一方、駆動パルスの急激な立ち下がり部では、圧電素子は、急激に厚み方向に縮み変位し、これに伴って圧電素子に固定された駆動軸も急激に軸方向に変位する。このとき、駆動軸に摩擦係合した可動子は慣性力により駆動軸との摩擦結合力に打ち勝って実質的にその位置に留まり移動しない。圧電素子に鋸歯状波形の駆動パルスを連続的に印加することにより、可動子を駆動軸に沿って圧電素子から離れる方向に移動させることができる。これに対し、可動子を反対方向（すなわち圧電素子に近づく方向）に移動させるには、圧電素子に印加する鋸歯状の駆動パルスの波形を急激な立ち上がり部と緩やかな立ち下がり部からなるものに変更すれば、上述したとは逆の作用によって達成することができる。なお、駆動パルスは、矩形波やその他の波形を適用することもできる。

【0007】

さらに、特許第3141714号公報（特許文献3）は、移動部材を高速で安定して駆動することができる駆動装置を開示している。特許文献3に開示された駆動装置は、静止部材と、この静止部材にその伸縮方向の一端を固定された電気機械変換素子と、この電気機械変換素子の伸縮方向の他端に結合され、電気機械変換素子の伸縮方向に移動できるように支持された駆動部材（振動摩擦部）と、この駆動部材に摩擦結合され、電気機械変換素子の伸縮方向に移動できるように支持された移動部材と、駆動部材（振動摩擦部）と移動部材との間に摩擦力を発生させる摩擦力付与手段とを備えている。この摩擦力付与手段は、移動部材に固定されて押付力を発生する弾性部材と、弾性部材により発生する押付力を駆動部材に伝える挟み込み部材から構成される。また、移動部材と駆動部材の接触部、及び挟み込み部材の接触部を断面V字状にしている。

【0008】

特許文献3に開示された駆動装置では、上記特許文献2に開示された駆動装置の駆動方法によって駆動される。

【0009】

特開2002-119074号公報（特許文献4）は、電気機械変換素子を使用した駆動装置を開示している。特許文献4に開示された駆動装置は、一端において支持台（静止部材）に固定された電気機械変換素子と、この電気機械変換素子の他端に固定された振動部材（振動摩擦部）と、この振動部材に対して所定の摩擦力でもって係合する移動体（移動部材）とを備えている。振動部材（振動摩擦部）としては、カーボンロッドが使用される。

【0010】

特許文献4に開示された駆動装置でも、上記特許文献2に開示された駆動装置の駆動方法によって駆動される。

【0011】

また、特開2006-141133号公報（特許文献5）は、全長が短い駆動装置を開示している。特許文献5に開示された駆動装置は、一端が固定体（錘、静止部材）に固定された電気機械変換素子と、この電気機械変換素子の他端に固着された駆動摩擦部材（振動摩擦部）と、この駆動摩擦部材に摩擦係合する移動体（移動部材）とを備えている。駆動摩擦部材の材料としては、セラミックス材料や、ポリフェニレンサルファイド樹脂（PPS樹脂）や液晶ポリマー（LCP樹脂）などのエンジニアリングプラスチック、カーボン強化樹脂およびガラス繊維強化樹脂などが使用される。

10

【0012】

特許文献5に開示された駆動装置でも、上記特許文献2に開示された駆動装置の駆動方法によって駆動される。

【0013】

特開2007-226234号公報（特許文献6）は、構造を単純化することで超小型化を図ることができ、低い入力電力でも大きな変移を得ることができ移送の分解能に優れ、かつ駆動にかかる動力の損失を最小化することができ、レンズの移送を導く案内メカニズムの構造が単純であり、レンズの移送を正確に且つ安定的に行うことができる、レンズ移送装置を開示している。特許文献6に開示されたレンズ移送装置は、少なくとも一つのレンズが内部空間に配置されるレンズ収容部から延長される延長部を備えるレンズバレルと、上記延長部と接する摩擦部材を先端に備え電圧印加の際伸縮及び屈曲変形される圧電体を有し上記レンズバレルの移送に必要な駆動力を提供する圧電振動子と、上記延長部と摩擦部材間の圧電状態を保つように上記圧電体の後端と自由端が弾性的に接し上記圧電振動子を上記延長部側に加圧する弾性力を提供する予圧部材と、上記レンズバレルの光軸方向への移送を導く案内部とを含む。

20

【0014】

特許文献6に開示されたレンズ移送装置の駆動方法について説明する。圧電振動子は、20kHz以上の超音波領域の共振周波数で隣接した長さ変形モードと曲げ変形モードが同時に加振されるようにし圧電体の一端に取り付けられた摩擦部材において楕円形の軌跡を発生させる。このような楕円形の軌跡の運動方向は、圧電体の内、外部電極によって決まる加振領域により決まり、これによりレンズの移送方向変更が可能である。選択的な電源印加の際、多層で積層された圧電体は長さ変形モードと曲げ変形モードが同時に行われながら、その一端に備えられた摩擦部材は上方または下方へと直線運動をするようになる。この際、曲げ変形モードの振動方向は圧電体の積層方向と同じであり、これはAFモジュールの光軸方向と一致する。圧電振動子はベースの垂直リープに楕円運動を抑制するように固定されているため、摩擦部材は上下往復直線運動だけを行うようになり、圧電体に印加される電圧の電極により振動軌跡の方向は上向または下向に切り替えられる。従って、垂直方向の振動軌跡のみを形成する摩擦部材は、移送対象物であるレンズバレルの延長部に備えられた被摩擦部材を介して駆動力を伝達するため、レンズバレルは案内部の第1案内棒及び第2案内棒に沿って光軸方向に上昇されるか、または下降される。

30

40

【0015】

特許第3646154号公報（特許文献7）は、簡単な回路構成で安定した低速駆動が可能な駆動装置を開示している。この特許文献7に開示された駆動装置は、電圧が印加されると伸縮する電気機械変換素子と、この電気機械変換素子の伸縮方向一端に固定された駆動摩擦部と、この駆動摩擦部に摩擦力で係合する係合部材と、電気機械変換素子に電圧を印加する駆動回路とを備える。駆動回路は、電圧が、最大値又は最小値のいずれか一方の第1の値、最大値と最小値との中間の第2の値、最大値と最小値のいずれか他方の第3の値の順のサイクルを繰り返すようにしている。ここで、第1の値と第3の値とは、絶対値が等しく、符号が異なり、第2の値は0ボルトである。

50

【0016】

【特許文献1】特許第3218851号公報

【特許文献2】特開2006-304529号公報

【特許文献3】特許第3141714号公報

【特許文献4】特開2002-119074号公報

【特許文献5】特開2006-141133号公報

【特許文献6】特開2007-226234号公報

【特許文献7】特許第3646154号公報（図8）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0017】

前述した特許文献1～5に開示された駆動装置においては、いずれも、電気機械変換素子の端面と振動摩擦部（振動部材）の端面とが直接結合されている。振動摩擦部は、電気機械変換素子の伸縮により発生する振動（往復変位）を移動体（移動部材）に効率良く伝達させる必要がある。しかしながら、特許文献1～5に開示された駆動装置の駆動方法では、電気機械変換素子の伸縮により発生する振動（往復変位）を移動体（移動部材）に効率よく伝達させることは困難である。その結果、移動部材の移動（変位）をスムーズに行わせることが困難になるという問題がある。

【0018】

特許文献6に開示されたレンズ移送装置の駆動方法では、圧電振動子を長さ変形モードと曲げ変形モードで同時に加振して、圧電体の一端に取り付けられた摩擦部材において楕円形の軌跡を発生させ、摩擦部材を上下往復運動させている。そのため、圧電体の構成（構造）が複雑であるという問題がある。

20

【0019】

特許文献7に開示された駆動装置においても、電気機械変換素子の伸縮方向の一端面と駆動摩擦部の端面とは直接固定されている。したがって、上記特許文献1～5に開示された駆動装置の駆動方法と同様に、特許文献7に開示された駆動装置においても、電気機械変換素子の伸縮により発生する振動（往復変位）を移動体（移動部材）に効率よく伝達させることは困難である。その結果、移動部材の移動（変位）をスムーズに行わせることが困難になるという問題がある。

30

【0020】

したがって、本発明の解決課題は、移動部材の移動をスムーズに行わせることが可能な、駆動装置の駆動方法を提供することにある。

【0021】

本発明の他の解決課題は、電気機械変換素子の往復変位を移動部材に効率的に伝達させることが可能な、駆動装置の駆動方法を提供することにある。

【0022】

本発明の他の目的は、説明が進むにつれて明らかになるだろう。

【課題を解決するための手段】

【0023】

40

本発明によれば、伸縮方向で互いに対向する一対の端面（13a, 13b）を持つ電気機械変換素子（13）と、この電気機械変換素子の一対の端面の一方（13b）に取り付けられた振動摩擦部（14；14A）と、この振動摩擦部と摩擦結合される移動部材（121, 122）と、電気機械変換素子（13）の一対の端面の一方（13b）と振動摩擦部（14；14A）の端面との間に配置された振動伝達部材（19）とを備え、振動摩擦部（14；14A）の対向する一対の摩擦面（141, 142）の少なくとも一方には断面V字状の溝（141a, 142a）が形成され、移動部材は棒状の第1の移動体（121）及び第2の移動体（122）を有し、かつ振動摩擦部（14；14A）は第1の移動体（121）と第2の移動体（122）との間に摩擦面（141, 142）で挟持されており、電気機械変換素子の伸縮方向に移動部材が移動可能な駆動装置（10；10A；1

50

0 B) の駆動方法において、電気機械変換素子 (1 3) を鋸歯状波に往復変位させ、この電気機械変換素子の往復変位を振動伝達部材 (1 9) を介して振動摩擦部 (1 4 ; 1 4 A) に伝達させ、それによって、移動部材 (1 2 1, 1 2 2) を所定の方向にリニア駆動するようにしたことを特徴とする駆動装置の駆動方法が得られる。

【0 0 2 4】

上記本発明の第 1 の態様による駆動装置の駆動方法において、電気機械変換素子 (1 3) に矩形波電圧を印加して、電気機械変換素子 (1 3) を鋸歯状波に変位させてよい。矩形波電圧のデューティ比は、 $75/25 \sim 65/35$ の範囲にあることが望ましい。より好ましくは、デューティ比は、実質的に $30/70$ であってよい。

【0 0 2 5】

10

上記本発明の第 2 の態様による駆動装置の駆動方法において、電気機械変換素子 (1 3) に、所定のデューティ比を持つ逆極性の矩形波電圧と、この矩形波電圧に引き続く 0 V の待機電圧とから成る駆動電圧を、一周期に有する、駆動電圧を繰り返し印加し、それによって、電気機械変換素子 (1 3) を鋸歯状波に変位させてよい。上記所定のデューティ比は、 $75/25 \sim 65/35$ の範囲にあることが望ましい。より好ましくは、上記所定のデューティ比は、実質的に $70/30$ であってよい。上記待機電圧は、上記一周期の所定のパーセントの待機時間を持っている。上記所定のパーセントは、 $20\% \sim 90\%$ の範囲にあることが望ましい。より好ましくは、上記所定のパーセントは、実質的に 90% に等しくてよい。

【0 0 2 6】

20

尚、上記括弧内の参照符号は、理解を容易にするために付したものであり、一例に過ぎず、これらに限定されないのは勿論である。

【発明の効果】

【0 0 2 7】

本発明では、電気機械変換素子を鋸歯状波に往復変位させ、この電気機械変換素子の往復変位を振動伝達部材を介して振動摩擦部に伝達させているので、移動部材を所定の方向にスムーズにリニア駆動することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 2 8】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

30

【0 0 2 9】

図 1 乃至図 4 を参照して、本発明に係る駆動方法が適用される、駆動装置 1 0 の第 1 の例について説明する。図 1 は駆動装置 1 0 を示す斜視図である。図 2 は図 1 に示した駆動装置 1 0 の主要部を拡大して示す部分拡大斜視図である。図 3 は駆動装置 1 0 の側面図である。図 4 は図 3 に示した駆動装置 1 0 の主要部を拡大して示す部分拡大側面図である。ここでは、図 1 乃至図 4 に示されるように、直交座標系 (X, Y, Z) を使用している。図 1 乃至図 4 に図示した状態では、直交座標系 (X, Y, Z) において、X 軸は前後方向 (奥行方向) であり、Y 軸は左右方向 (幅方向) であり、Z 軸は上下方向 (高さ方向) である。

【0 0 3 0】

40

図示の駆動装置 1 0 は、例えば、オートフォーカスレンズ駆動ユニットのレンズ駆動部として使用される。その場合、図 1 乃至図 4 に示す例においては、上下方向 Z がレンズの光軸 O 方向である。

【0 0 3 1】

尚、オートフォーカスレンズ駆動ユニットは、レンズ可動部とレンズ駆動部とから構成される。レンズ駆動部は、レンズ可動部を光軸 O 方向に摺動可能に支持しながら、後述するようにレンズ可動部を駆動する。

【0 0 3 2】

図示の駆動装置 1 0 は、図示しない筐体内に配置される。筐体は、カップ状の上側カバー (図示せず) と下側ベース (図示せず) とを含む。筐体の下側ベース上に静止部材 (錘

50

）１１が搭載される。上側カバーの上面は、レンズの光軸Ｏを中心軸とした円筒部（図示せず）を有する。一方、図示はしないが、下側ベースの中央部には、基板に配置された撮像素子が搭載される。この撮像素子は、可動レンズ（後述する）により結像された被写体像を撮像して電気信号に変換する。撮像素子は、例えば、ＣＣＤ（charge coupled device）型イメージセンサ、ＣＭＯＳ（complementary metal oxide semiconductor）型イメージセンサ等により構成される。

【００３３】

筐体内には、被駆動部材としての可動鏡筒（レンズホルダ）１７が収容されている。可動鏡筒（レンズホルダ、レンズ支持体）１７は、レンズバレル（レンズアセンブリ）１８を保持するための円筒状の筒状部１７０を有する。レンズバレル（レンズアセンブリ）１８はオートフォーカスレンズＡＦＬを保持する。レンズホルダ１７の筒状部１７０の内周壁には雌ネジ（図示せず）が切られている。一方、レンズバレル１８の外周壁には、上記雌ネジに螺合される雄ネジ（図示）が切られている。従って、レンズバレル１８をレンズホルダ１７に装着するには、レンズバレル１８をレンズホルダ１７の筒状部１７０に対して光軸Ｏ周りに回転して光軸Ｏ方向に沿って螺合することにより、レンズバレル１８をレンズホルダ１７内に収容し、接着剤などによって互いに接合する。

【００３４】

レンズホルダ１７は、光軸Ｏに対して、筒状部１７０の左右方向Ｙの右側で半径方向外側に突出する突条部１７２を有する。この突条部１７２は、光軸Ｏと平行に上下方向Ｚに延在している。この突条部１７２の後壁には、棒状の第１の移動体（移動軸）１２１が固着されている。図示の例では、第１の移動体１２１は円柱状をしている。

【００３５】

レンズホルダ１７は、筒状部１７０の後端で左右方向Ｙの左側へ延在する延在部１７４を有する。この延在部１７４には、バネ１５の第１の端部１５ａを保持するための係止溝１７４ａが設けられている。バネ１５は、延在部１７４に沿って、この第１の端部１５ａから左右方向Ｙの右側に第２の端部１５ｂまで延在している。このバネ１５の第２の端部１５ｂには、棒状の第２の移動体（移動軸）１２２が取り付けられている。図示の例では、第２の移動体１２２も、第１の移動体１２１と同様に、円柱状をしている。

【００３６】

この第２の移動体（移動軸）１２２は、バネ１５によって、第１の移動体（移動軸）１２１に近づく方向（前後方向Ｘの前方向）に付勢されている。第１の移動体（移動軸）１２１と第２の移動体（移動軸）１２２との間に、後述する振動摩擦部（振動部材）１４がその第１及び第２の摩擦面１４１、１４２で挟持されている。第１及び第２の摩擦面１４１、１４２は、光軸Ｏ方向と直交する方向で互いに対向している。換言すれば、第１及び第２の摩擦面１４１、１４２は、後述する積層圧電素子１３の伸縮方向と直交する方向で互いに対向している。

【００３７】

図示の例では、第１の移動体１２１の長さは第２の移動体１２２の長さよりも長い。また、第１の移動体１２１と第２の移動体１２２とは、同じ材料で構成されている。第１の移動体１２１と第２の移動体１２２との組み合わせは、移動部材として働く。

【００３８】

可動鏡筒（レンズホルダ）１７と、レンズバレル（レンズアセンブリ）１８と、バネ１５と、第１及び第２の移動体１２１、１２２との組み合わせによって、オートフォーカスレンズ駆動ユニットのレンズ可動部が構成される。後述するように、振動摩擦部１４の第１及び第２の摩擦面１４１、１４２の少なくとも一方には、断面Ｖ字状の溝が形成されている。これにより、特別な（専用の）案内部材を設けなくとも、レンズ可動部は、筐体に対して光軸Ｏ方向にのみ直線移動可能である。したがって、前述した特許文献１乃至６に開示されている駆動装置のような、案内部材は不要である。

【００３９】

次に、オートフォーカスレンズ駆動ユニットのレンズ駆動部について説明する。レンズ

10

20

30

40

50

駆動部（駆動装置）１０は、電気機械変換素子として働く積層圧電素子１３と、上記静止部材（錘）１１と、上記振動摩擦部（振動部材）１４と、振動伝達部材１９とから構成される。

【００４０】

積層圧電素子１３は、光軸Ｏ方向に伸縮する。積層圧電素子１３は、光軸Ｏ方向に複数の圧電層を積層した構造を有する。図４に示されるように、積層圧電素子１３は、伸縮方向で互に対向する第１の端面（下端）１３ａと第２の端面（上端）１３ｂとを持つ。静止部材（錘）１１は、積層圧電素子１３の第１の端面（下端）１３ａに接着剤等で結合される。積層圧電素子１３と静止部材１１との組合せは、圧電ユニットと呼ばれる。

【００４１】

振動摩擦部（振動部材）１４は、振動伝達部材１９を介して、積層圧電素子１３の第２の端面（上端）１３ｂに接着剤等に取り付けられている。すなわち、積層圧電素子１３の上端面１３ｂは、接着剤（接着樹脂）で振動伝達部材１９の下端面１９ａに結合（接合）され、振動摩擦部（振動部材）１４の下端面１４ａは、接着剤（接着樹脂）で振動伝達部材１９の上端面１９ｂに結合（接合）されている。

【００４２】

このように本実施の形態では、振動摩擦部（振動部材）１４と積層圧電素子（電気機械変換素子）１３との間に、振動伝達部材１９を追加して（介在させて）いるので、振動摩擦部（振動部材）１４は、単に、第１及び第２の移動体１２１、１２２との摺動性を考慮するだけの構成であればよい。そのため、振動摩擦部（振動部材）１４は、電気機械変換素子（積層圧電素子）１３との樹脂接着性を考慮して、その材料を選定する必要がない。これにより、振動摩擦部（振動部材）１４は、その材料選定の自由度のみならず、その形状の自由度も広がる。図示の例では、振動摩擦部（振動部材）１４の材料としては、表面にフッ素潤滑めっきを施したアルミニウムを使用している。一方、振動伝達部材１９の材料としては、鉄合金（冷間鋼板（ＳＰＣＣ）、ステンレス鋼（ＳＵＳ）等）を使用している。

【００４３】

また、振動伝達部材１９を追加することによって、その材質、形状を他の部材と合わせこむことにより、バネ１５の共振現象を抑制することができる。また、バネ１５の寸法ばらつきによって生じる製品ごとの性能ばらつきを、形状が比較的簡単な振動伝達部材１９で補うことが可能である。換言すれば、振動伝達部材１９が簡単な形状で作製できるので、駆動装置１０の製品ごとの性能ばらつきを少なくすることができる。

【００４４】

さらに、振動伝達部材１９を追加することによって、後述するように、電気機械変換素子（積層圧電素子）１３の伸縮により発生する振動（往復変位）を移動部材（１２１、１２２）に効率良く伝達させることが可能となる。その結果、移動部材（１２１、１２２）の移動（変位）をスムーズに行わせることができる。

【００４５】

図５及び図６を参照して、振動摩擦部１４と第１及び第２の移動体１２１、１２２との間の関係について詳細に説明する。図５は駆動装置１０の平面図であり、図６は図５の楕円で囲んだ部分を拡大して示す部分拡大断面図である。

【００４６】

棒状の第１及び第２の移動軸１２１、１２２は、この振動摩擦部（振動部材）１４と摩擦結合される。振動摩擦部（振動部材）１４には、前後方向Ｘの前端の、当該振動摩擦部１４と棒状の第１の移動軸１２１との間の第１の摩擦結合部（第１の摩擦面）１４１に第１の断面Ｖ字状の溝１４１ａが形成され、前後方向Ｘの後端の、当該振動摩擦部１４と棒状の第２の移動軸１２２との間の第２の摩擦結合部（第２の摩擦面）１４２に第２の断面Ｖ字状の溝１４２ａが形成されている。

【００４７】

前述したように、レンズ移動部は、振動摩擦部（振動部材）１４を、棒状の第１及び第

10

20

30

40

50

2の移動体（移動軸）121、122で挟み込むためのバネ15を備える。すなわち、バネ15は、その第1の端部15aが係止溝174aに保持されて、その第2の端部15bに取り付けられた第2の移動体（移動軸）122で、振動摩擦部（振動部材）14を第1の移動体（移動軸）121に押し付ける押付力を発生する。換言すれば、バネ15は、第2の移動体（移動軸）122を振動摩擦部（振動部材）14に付勢して、振動摩擦部（振動部材）14を第1及び第2の移動体121、122で挟持することにより、振動摩擦部（振動部材）14と第1及び第2の移動体121、122との間に摩擦力を付加する摩擦力付加手段（付勢手段）として作用する。

【0048】

このように、振動摩擦部（振動部材）14が、その両端面（第1の摩擦面141に形成された第1の断面V字状の溝141aと第2の摩擦面142に形成された第2の断面V字状の溝142a）で、第1及び第2の移動体121、122によって挟み込まれているので、レンズ可動部の位置を規制できると共に、レンズ可動部が第1の移動体121の回りで回転するのを抑制することができる。すなわち、何らかの特別な（専用の）案内部材を用いなくても、図6の矢印で示されるような、被駆動部材であるレンズホルダ17が第1の移動体121の回りで回転するのを防止することができる。

【0049】

また、図示の実施の形態では、第1の移動体121と第2の移動体122とが同じ材料で構成されている。そのため、第1の移動体121と振動摩擦部14の第1の摩擦面141との間の第1の摩擦係数と、第2の移動体122と振動摩擦部14の第2の摩擦面142との間の第2の摩擦係数とを、実質的に等しくすることができる。その結果、図6に示されるように、第1の移動体121と振動摩擦部14の第1の摩擦面141との間の接触線（図6の左側の2つの黒丸点）で作用する第1の摩擦力と、第2の移動体122と振動摩擦部14の第2の摩擦面142との間の接触線（図6の右側の2つの黒丸点）で作用する第2の摩擦力と、を実質的に等しくすることができる。これにより、レンズ可動部を安定して直線駆動することができる。この結果、積層圧電素子（電気機械変換素子）13の伸縮で発生する振動運動を、効率よく第1及び第2の移動体121、122に伝達することが可能となる。

【0050】

振動摩擦部14において、振動摩擦部14と第1の移動体121との間の第1の摩擦結合部（第1の摩擦面141）に第1の断面V字状の溝141aを形成している。振動摩擦部14の第1の断面V字状の溝141aによる第1の移動体121との2直線接触により、第1の摩擦結合部（第1の摩擦面141）の接触状態が安定し、再現性の良い摩擦駆動が得られると共に、第1の移動体121の一軸移動体としての直進移動性を高めるという効果を奏する。尚、この第1の断面V字状の溝141aの角度 θ_1 は、30度から180度未満の範囲であることが望ましい。

【0051】

同様に、振動摩擦部14において、振動摩擦部14と第2の移動体122との間の第2の摩擦結合部（第2の摩擦面142）に第2の断面V字状の溝142aを形成している。振動摩擦部14の第2の断面V字状の溝142aによる第2の移動体122との2直線接触により、第2の摩擦結合部（第2の摩擦面）142の接触状態が安定し、再現性の良い摩擦駆動が得られると共に、第2の移動体122の一軸移動体としての直進移動性を高めるという効果を奏する。尚、この第2の断面V字状の溝142aの角度 θ_2 は、30度から180度未満の範囲であることが望ましい。

【0052】

また、第1及び第2の移動体121、122をバネ15で振動摩擦部14に押し付けている。これにより、振動摩擦部14の第1の断面V字状の溝141aと第2の断面V字状の溝142aとに、それぞれ、第1及び第2の移動部121、122を押し付けることで、3部品（第1及び第2の移動部121、122、振動摩擦部14）の安定した4線接触を可能としている。

10

20

30

40

50

【0053】

図7を参照して、バネ15の有効長 L_s について説明する。図7は図1に示した駆動装置10の斜視図である。図7に示されるように、駆動装置10は、バネ15の有効長 L_s を長く設計することが可能である。その為、たとえバネ15の寸法や組立寸法がばらついても、荷重への影響を少なくすることができる。その結果、製品ごとの性能ばらつきを少なくして駆動装置10を製造することができる。

【0054】

このように、バネ15の有効長 L_s を長く設計できるので、バネ15の材料としては、金属のみでなく、樹脂成型品であっても、十分な弾性効果を発揮することができる。

【0055】

また、バネ15を、振動摩擦部13ではなく、レンズ可動部側に取り付けている。このように、振動摩擦部13とバネ15とを分離したことにより、バネ15の共振現象が起きるのを防止できる。したがって、振動摩擦部13とバネ15が位相反転することがなくなり、レンズ可動部を効率よく移動させることが可能となる。また、レンズ移動部の進行方向も、意図した方向へ進むように制御することが可能となる。

【0056】

レンズ駆動部とレンズ可動部とは、図1に示されるように、光軸Oに対して並置されている。したがって、駆動装置10を低背化することができる。

【0057】

また、図示の実施の形態では、第1の移動体121の長さを第2の移動体122の長さよりも長くしている。その理由は次の通りである。第1の移動体121は、振動摩擦部14との安定した摩擦結合の為に、その長さを長めにしている。一方、第2の移動体122は、駆動装置10の安定駆動の為に補助的な役割を果たすので、その長さを短くしている。これにより、駆動装置10の小型化・低背化を図っている。

【0058】

次に、図8を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る駆動装置の駆動方法について説明する。図8(A)および図8(B)は、それぞれ、駆動回路(図示せず)により積層圧電素子13に印加される駆動電圧の変化と、積層圧電素子13の変位を示すものである。図8(C)は、振動伝達部材19が無い場合(従来の駆動装置)の移動部材(121, 122)の変位を示す図であり、図8(D)は、振動電圧部材19が有る場合(本発明に係る駆動装置10)の移動部材(121, 122)の変位を示す図である。図8(A)～図8(D)において、横軸は時間[μsec]を示している。図8(A)の縦軸は電圧[V]を示している。図8(B)～図8(D)において、縦軸は変位[nm]を示している。

【0059】

図8(A)に示すように、積層圧電素子13に、負電圧と正電圧との繰返し波形から成る矩形波電圧を、駆動電圧として印加する。図示の例では、負電圧は -2.8V であり、正電圧は $+2.8\text{V}$ である。矩形波電圧の駆動周波数は 96kHz であり、デューティ比(図示の例では、負電圧のパルス幅と正電圧のパルス幅との比)は $30/70$ である。尚、図示の例は、レンズホルダ17(レンズバレル18)を光軸O方向(上下方向Z)に沿って下方向へ連続して移動させる例を示している。

【0060】

このような状況では、図8(B)に示すように、積層圧電素子13は、パルス幅の短い負電圧に対応した急激な変位(伸び)と、パルス幅の長い正電圧に対応した穏やかな変位(縮み)とが交互に生じる。

【0061】

すなわち、積層圧電素子13に矩形波電圧(駆動電圧)を印加して(図8(A))、積層圧電素子13に対して鋸歯波状の往復変位(伸縮)を生じ(図8(B))させる。

【0062】

図8に加えて図1をも参照して、駆動装置10の動作について説明する。まず、レンズ可動部を上下方向Zに沿って下方向に移動する場合の動作について説明する。

【0063】

先ず、図8（A）に示すように、積層圧電素子13にパルス幅の短い負電圧を印加すると、図8（B）に示すように、積層圧電素子13は急速に厚み方向の伸び変位を生じる。その結果、振動摩擦部14は、振動伝達部材19を介して光軸O方向（上下方向Z）に沿って上方向に急速に移動する。このとき、レンズ可動部（第1及び第2の移動体121、122）は、その慣性力により、振動摩擦部14と棒状の第1及び第2の移動体121、122との間の摩擦力に打ち勝って実質的にその位置にとどまるので、移動しない。

【0064】

次に、図8（A）に示すように、積層圧電素子13にパルス幅の長い正電圧を印加すると、図8（B）に示すように、積層圧電素子13は緩やかに厚み方向の縮み変位を生じる。その結果、振動摩擦部14は、振動伝達部材19を介して光軸O方向（上下方向Z）に沿って下方向に緩やかに移動する。このとき、振動摩擦部14と棒状の第1及び第2の移動体121、122とはそれらの間の接触面（第1及び第2の摩擦面141、142）に発生する摩擦力により結合しているので、レンズ可動部（第1及び第2の移動体121、122）は振動摩擦部14と共に実質的に光軸O方向（上下方向Z）に沿って下方向に移動する。

【0065】

このように、積層圧電素子13にパルス幅の短い負電圧とパルス幅の長い正電圧とを交互に印加して、積層圧電素子13に伸び変位と縮み変位とを交互に生じさせることにより、レンズホルダ17（レンズバレル18）を光軸O方向（上下方向Z）に沿って下方向へ連続して移動させることができる。

【0066】

ここで、振動伝達部材19が無い従来の駆動装置では、積層圧電素子（電気機械変換素子）13の往復変位（振動）が、直接、振動摩擦部14に伝達される。その為、積層圧電素子（電気機械変換素子）13の伸縮により発生する振動（往復変位）を移動部材（121、122）に効率よく伝達させることは困難である。その結果、図8（C）に示されるように、レンズ可動部（移動部材）をスムーズに移動させることができない。

【0067】

一方、振動伝達部材19が有る本実施の形態に係る駆動装置10では、積層圧電素子（電気機械変換素子）13の往復変位（振動）が、振動伝達部材19を介して、振動摩擦部14に伝達される。その為、積層圧電素子（電気機械変換素子）13の伸縮により発生する振動（往復変位）を移動部材（121、122）に効率よく伝達させることができる。その結果、図8（D）に示されるように、レンズ可動部（移動部材）をスムーズに移動させることができる。

【0068】

上述したように、電気機械変換素子13を鋸歯状波に往復変位させ、この電気機械変換素子13の往復変位を振動伝達部材19を介して振動摩擦部14に伝達させることによって、移動部材（121、122）を所定方向（上記の例では、下方向）にスムーズにリニア駆動することができる。

【0069】

尚、レンズ可動部を光軸O方向（上下方向Z）に沿って上方向に移動させるには、上記とは逆に、積層圧電素子13にパルス幅の長い負電圧と、パルス幅の短い正電圧とを交互に印加することによって、達成することができる。

【0070】

尚、上述の第1の実施の形態では、矩形波電圧のデューティ比（正電圧のパルス幅と負電圧のパルス幅との比又は負電圧のパルス幅と正電圧のパルス幅との比）が70／30の場合を例に挙げて説明している。しかしながら、本発明者は、上記デューティ比が75／25～65／35の範囲にあれば、レンズ可動部（移動部材）をスムーズに移動させることができることを実験的に確認している。

【0071】

また、上述の第1の実施の形態では、電気機械変換素子13に矩形波電圧を印加して、電気機械変換素子13を鋸歯状波に往復変位させているが、電気機械変換素子13を鋸歯状波に往復変位させる方法はこれに限定されないのは勿論である。

【0072】

さらに、上述の第1の実施の形態では、移動部材(121, 122)を、振動摩擦部14に対して、滑らない状態(ノンスリップ状態)と滑る状態(スリップ状態)とを繰り返すことによって、移動部材(121, 122)を所定の方向にリニア移動させている。換言すれば、電気機械変換素子13の伸長時と縮小時の一方において、振動摩擦部14と移動部材(121, 122)との間に滑りを生じさせ、伸長時と縮小時の他方において、振動摩擦部14と移動部材(121, 122)との間に滑りを生じさせないように、駆動装置10を駆動している。このような駆動方法は、この技術分野において、ノンスリップ・スリップ駆動と呼ばれる。

10

【0073】

しかしながら、移動部材(121, 122)を、振動摩擦部14に対して、滑る状態(スリップ状態)を繰り返すことによって、移動部材(121, 122)を所定の方向にリニア移動させてもよい。換言すれば、電気機械変換素子13の伸長時と縮小時のどちらにおいても、振動摩擦部14と移動部材(121, 122)との間に滑りを生じさせるように、駆動装置10を駆動してもよい。このような駆動方法は、この技術分野において、スリップ・スリップ駆動と呼ばれる。

20

【0074】

次に、積層圧電素子13について説明する。積層圧電素子13は直方体の形状をしており、その素子サイズは、0.9 [mm] × 0.9 [mm] × 1.5 [mm] である。圧電材料としてPZTのような低Qm材を使用している。厚さ20 [μm] の圧電材料と厚さ2 [μm] の内部電極とを交互に楕円に50層積層することによって、積層圧電素子13を製造する。そして、積層圧電素子13の有効内部電極サイズは、0.6 [mm] × 0.6 [mm] である。換言すれば、積層圧電素子13の有効内部電極の外側に位置する周辺部には、幅0.15 [mm] のリング状の不感帯部分(クリアランス)が存在する。

【0075】

図1乃至図7に示した駆動装置10では、第1の移動体121と可動鏡筒(レンズホルダ、レンズ支持体)17とは別体で、互いに固着されているが、図9及び図10に示される駆動装置10Aのように、第1の移動体121と可動鏡筒(レンズホルダ、レンズ支持体)17とを一体に構成してもよい。この場合、可動鏡筒(レンズホルダ、レンズ支持体)17と第1の移動体121とは同一の材料で構成される。

30

【0076】

図11を参照して、本発明に係る駆動方法が適用される、駆動装置10Bの第2の例について説明する。駆動装置10Bは、振動摩擦部が後述するように変更されている点を除いて、図1乃至図7に図示した駆動装置10と同様の構成を有する。したがって、振動摩擦部に14Aの参照符号を付してある。図11は、図6と同様の、振動摩擦部14Aと第1及び第2の移動体121、122との配置関係を示す平面断面図である。

【0077】

図6に示した振動摩擦部14とは異なり、振動摩擦部14Aは、その第1の摩擦面141にのみ断面V字状の溝141aを形成している。したがって、振動摩擦部14Aの第2の摩擦面142は平面構造をしている。

40

【0078】

すなわち、図6に示した振動摩擦部14を有する駆動装置10では、移動部材(第1及び第2の移動体121、122)と振動摩擦部14とは4線接触しているが、図11に示した振動摩擦部14Aを有する駆動装置10Bでは、移動部材(第1及び第2の移動体121、122)と振動摩擦部14Aとは3線接触することになる。

【0079】

この駆動装置10Bにおいても、第1及び第2の移動体121、122をバネ15(図

50

1 参照)で振動摩擦部 1 4 A に押し付けている。これにより、振動摩擦部 1 4 A の第 1 の断面 V 字状の溝 1 4 1 a と第 2 の摩擦面 1 4 2 とに、それぞれ、第 1 及び第 2 の移動部 1 2 1、1 2 2 を押し付けることで、3 部品 (第 1 及び第 2 の移動部 1 2 1、1 2 2、振動摩擦部 1 4 A) の安定した 3 線接触を可能としている。

【0080】

このように、振動摩擦部 (振動部材) 1 4 A が、その両端面 (第 1 の摩擦面 1 4 1 に形成された第 1 の断面 V 字状の溝 1 4 1 a と第 2 の摩擦面 1 4 2) で、第 1 及び第 2 の移動体 1 2 1、1 2 2 によって挟み込まれているので、レンズ可動部の位置を規制できると共に、レンズ可動部が第 1 の移動体 1 2 1 の回りで回転するのを抑制することができる。すなわち、何らかの特別な (専用の) 案内部材を用いなくても、図 1 1 の矢印で示されるような、被駆動部材であるレンズホルダ 1 7 が第 1 の移動体 1 2 1 の回りで回転するのを防止することができる。

10

【0081】

尚、本実施の形態でも、第 1 の移動体 1 2 1 と振動摩擦部 1 4 A の第 1 の摩擦面 1 4 1 との間の第 1 の摩擦係数と、第 2 の移動体 1 2 2 と振動摩擦部 1 4 A の第 2 の摩擦面 1 4 2 との間の第 2 の摩擦係数とを、実質的に等しく設定している。換言すれば、第 1 及び第 2 の摩擦係数が実質的に等しくなるように、第 1 及び第 2 の移動体 1 2 1、1 2 2 の材料を選定 (選択) している。その結果、図 1 1 に示されるように、第 1 の移動体 1 2 1 と振動摩擦部 1 4 A の第 1 の摩擦面 1 4 1 との間の接触線 (図 1 1 の左側の 2 つの黒丸点) で作用する第 1 の摩擦力と、第 2 の移動体 1 2 2 と振動摩擦部 1 4 A の第 2 の摩擦面 1 4 2 との間の接触線 (図 1 1 の右側の 1 つの黒丸点) で作用する第 2 の摩擦力と、を実質的に等しくすることができる。これにより、レンズ可動部を安定して駆動することができる。

20

【0082】

このような構造の駆動装置 1 0 B によれば、振動摩擦部 1 4 A の第 1 の摩擦面 1 4 1 に形成された断面 V 字状の溝 1 4 1 a による第 1 の移動体 1 2 1 との 2 直線接触と、振動摩擦部 1 4 A の第 2 の摩擦面 1 4 2 による第 2 の移動体 1 2 2 との 1 直線接触とにより、摩擦結合部 (第 1 及び第 2 の摩擦面 1 4 1、1 4 2) の接触状態が安定し、再現性の良い摩擦駆動が得られると共に、移動部材 (第 1 及び第 2 の移動体 1 2 1、1 2 2) の一軸移動体としての直進移動性を高めるという効果を奏する。

【0083】

30

尚、図 1 1 に示した駆動装置 1 0 B では、振動摩擦部 1 4 A の第 1 の摩擦面 1 4 1 にのみ断面 V 字状の溝 1 4 1 a を形成しているが、これとは逆に、振動摩擦部の第 2 の摩擦面にのみ断面 V 字状の溝を形成するようにしても良い。

【0084】

電気機械変換素子 (積層圧電素子) 1 3 に駆動電圧として単に矩形波電圧を印加する、上述した本発明の第 1 の実施の形態に係る駆動方法では、以下に詳細に説明するように、広帯域周波数で駆動することが困難であることを、本発明者らは実験的に確認した。

【0085】

そこで、本発明の第 2 の実施の形態に係る駆動方法では、電気機械変換素子 (積層圧電素子) 1 3 に、所定のデューティ比を持つ逆極性の矩形波電圧と、この矩形波電圧に引き続く 0 V の待機電圧とから成る駆動電圧を、一周期に有する、駆動電圧を繰り返し印加している。

40

【0086】

図 1 2 および図 1 3 に、待機電圧の待機時間 Wait を変化したときの、周波数 (k H z) と動作速度 (mm / s) との関係を示す。ここでは、一周期を 1 0 0 % としたときの待機時間 Wait をパーセント (%) で表している。また、図示の例では、駆動条件として、電圧の最大値の絶対値が 2 . 8 V で、所定のデューティ比が 7 0 / 3 0 の場合を示している。

【0087】

図 1 2 (A)、図 1 2 (B)、図 1 2 (C)、図 1 3 (A)、図 1 3 (B)、図 1 3 (C) の各々において、左側に電気機械変換素子 (積層圧電素子) 1 3 に印加される駆動電

50

圧の入力波形を示し、右側に駆動周波数（k H z） v s レンズ可動部の動作速度（mm／s）の特性図を示している。また、これら図の右側の特性図において、丸印は、レンズがダウンD o w nする方向の速度（スピード）を示し、四角印は、レンズがアップU pする方向の速度（スピード）を示している。

【0088】

図12（A）は、待機時間Waitが0％の入力波形と、周波数 v s 動作速度の特性図とを示す。すなわち、図12（A）は、本発明の第1の駆動方法による特性を示している。

【0089】

電気機械変換素子（積層圧電素子）13に印加される駆動電圧の待機時間Waitが0％の場合、図12（A）の右側の特性図から明らかなように、動作周波数帯域として、50 k H z～55 k H zと68 k H zの二つの領域が存在していることが分かる。しかしながら、これら二つの領域では、いずれも、レンズ可動部は狭い帯域でしか動くことができない。また、レンズ変位方向の逆転現象が生じている。これは、製品によって、同じ動作条件化において、レンズD o w n方向に動くものもあれば、レンズU p方向に動くものもある可能性を持っていることを表している。

【0090】

図12（B）は、待機時間Waitが20％の入力波形と、周波数 v s 動作速度の特性図とを示す。図12（C）は、待機時間Waitが40％の入力波形と、周波数 v s 動作速度の特性図とを示す。図13（A）は、待機時間Waitが60％の入力波形と、周波数 v s 動作速度の特性図とを示す。図13（B）は、待機時間Waitが80％の入力波形と、周波数 v s 動作速度の特性図とを示す。図13（C）は、待機時間Waitが90％の入力波形と、周波数 v s 動作速度の特性図とを示す。すなわち、これらの図は、本発明の第2の駆動方法による特性を示している。

【0091】

電気機械変換素子（積層圧電素子）13に印加される駆動電圧の待機電圧の待機時間Waitが20％の場合、図12（B）の右側の特性図から明らかなように、動作周波数帯域として、45 k H z～70 k H zと88 k H z以上の二つの領域が存在していることが分かる。したがって、これら二つの領域では、図12（A）に比較して、レンズ可動部を広帯域で駆動することが可能である。また、レンズ変位方向の逆転現象も改善されている。

【0092】

電気機械変換素子（積層圧電素子）13に印加される駆動電圧の待機電圧の待機時間Waitが40％の場合、図12（C）の右側の特性図から明らかなように、動作周波数帯域として、55 k H z～83 k H zの一つの領域が存在していることが分かる。したがって、この一つ領域では、図12（A）に比較して、レンズ可動部を広帯域で駆動することが可能である。また、レンズ変位方向の逆転現象も改善されている。

【0093】

電気機械変換素子（積層圧電素子）13に印加される駆動電圧の待機電圧の待機時間Waitが60％の場合、図13（A）の右側の特性図から明らかなように、動作周波数帯域として、58 k H z以下と73 k H z～75 k H zの二つの領域が存在していることが分かる。したがって、これら二つの領域では、図12（A）に比較して、レンズ可動部を広帯域で駆動することが可能である。また、レンズ変位方向の逆転現象も改善されている。

【0094】

電気機械変換素子（積層圧電素子）13に印加される駆動電圧の待機電圧の待機時間Waitが80％の場合、図13（B）の右側の特性図から明らかなように、動作周波数帯域として、65 k H z以上の一つの領域が存在していることが分かる。したがって、この一つ領域では、図12（A）に比較して、レンズ可動部を広帯域で駆動することが可能である。また、レンズ変位方向の逆転現象も改善されている。

【0095】

電気機械変換素子（積層圧電素子）13に印加される駆動電圧の待機電圧の待機時間Waitが90％の場合、図13（C）の右側の特性図から明らかなように、動作周波数帯域と

10

20

30

40

50

して、80kHz以下と94kHz以上の二つの領域が存在していることが分かる。したがって、これら二つの領域では、図12(A)に比較して、レンズ可動部を広帯域で駆動することが可能である。また、レンズ変位方向の逆転現象も改善されている。

【0096】

このように、待機電圧が0Vの待機時間を設けることによって、レンズ可動部を広帯域で駆動できる。その結果、製品毎の駆動条件バラツキを抑えることができる。また、レンズ変位方向の逆転現象を抑えることができるので、安定してレンズ可動部を駆動することができる。尚、0Vの待機電圧の待機時間を長くすればする程、駆動装置10の消費電力を抑制することが可能である。

【0097】

尚、上記本発明の第2の実施の形態では、所定のデューティ比が70/30の場合を例に挙げて説明している。しかしながら、本発明者らは、上記所定のデューティ比が75/25~65/35の範囲にあれば、レンズ可動部（移動部材）をスムーズに移動させることができることを実験的に確認している。また、上記本発明の第2の実施の形態では、待機電圧の待機時間が一周期の20%~90%の範囲にある場合を例に挙げて説明しているが、待機電圧の待機時間はこれらに限定されないのは勿論である。

【0098】

以上、本発明についてその好ましい実施の形態によって説明してきたが、本発明の精神を逸脱しない範囲内で、種々の変形が当業者によって可能であるのは明らかである。例えば、上述した実施の形態では、第1及び第2の移動体は円柱状をしているが、第1及び第2の移動体の形状はこれに限定されないのは勿論である。また、上述した実施の形態では、振動摩擦部が複雑な形状（異形）をしているが、円柱状（棒状）であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】本発明に係る駆動方法が適用される駆動装置の第1の例を示す斜視図である。

【図2】図1に示した駆動装置の主要部を拡大して示す部分拡大斜視図である。

【図3】図1に示した駆動装置の側面図である。

【図4】図3に示した駆動装置の主要部を拡大して示す部分拡大側面図である。

【図5】図1に示した駆動装置の平面図である。

【図6】図5の楕円で囲んだ部分を拡大して示す部分拡大断面図である。

【図7】バネの有効長を説明するための、図1に示した駆動装置の斜視図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態に係る駆動装置の駆動方法を説明するための波形図である。

【図9】図1に示した駆動装置の変形例を示す斜視図である。

【図10】図9に示した駆動装置の主要部を拡大して示す部分拡大斜視図である。

【図11】本発明に係る駆動方法が適用される駆動装置の第2の例に使用される、振動摩擦部と第1及び第2の移動体との配置関係を示す平面断面図である。

【図12】待機電圧の待機時間を変化させたときの、周波数と動作速度との関係を示す図である。

【図13】待機電圧の待機時間を変化させたときの、周波数と動作速度との関係を示す図である。

【符号の説明】

【0100】

- 10、10A、10B 駆動装置
- 11 静止部材
- 121 第1の移動体
- 122 第2の移動体
- 13 積層圧電素子（電気機械変換素子）
- 14、14A 振動摩擦部
- 141 第1の摩擦面

10

20

30

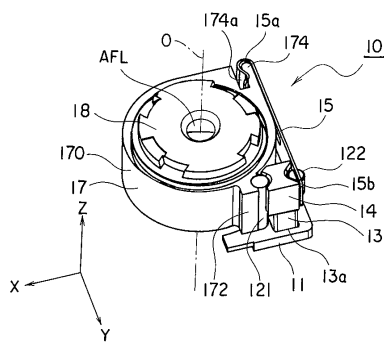
40

50

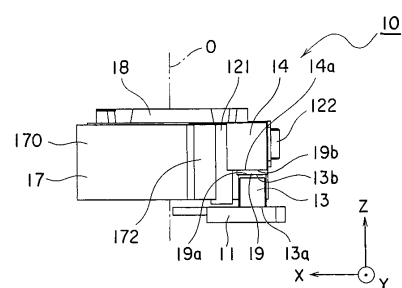
- 1 4 1 a 第 1 の断面 V 字状の溝
- 1 4 2 第 2 の摩擦面
- 1 4 2 a 第 2 の断面 V 字状の溝
- 1 5 バネ（摩擦力付加手段、付勢手段）
- 1 5 a 第 1 の端部
- 1 5 b 第 2 の端部
- 1 7 可動鏡筒（レンズホルダ、レンズ支持体、被駆動部材）
- 1 7 0 筒状部
- 1 7 2 突条部
- 1 7 4 延在部
- 1 7 4 a 係止溝
- 1 8 レンズバレル（レンズアセンブリ）
- 1 9 振動伝達部材
- O レンズの光軸
- A F L オートフォーカスレンズ

10

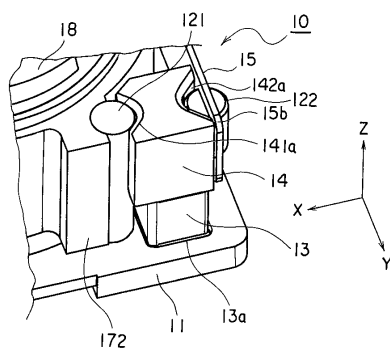
【図 1】



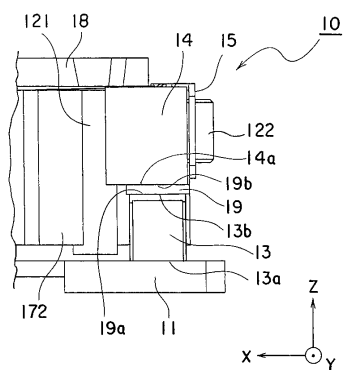
【図 3】



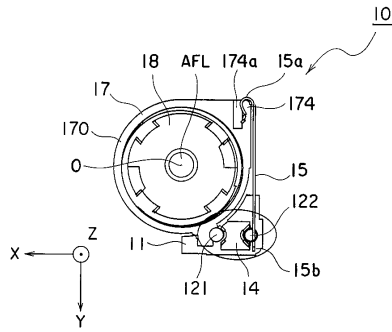
【図 2】



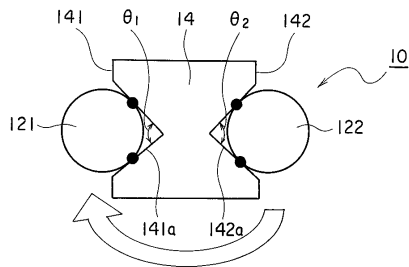
【図 4】



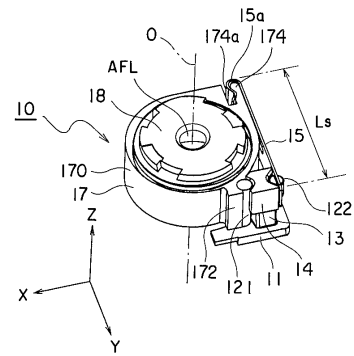
【図 5】



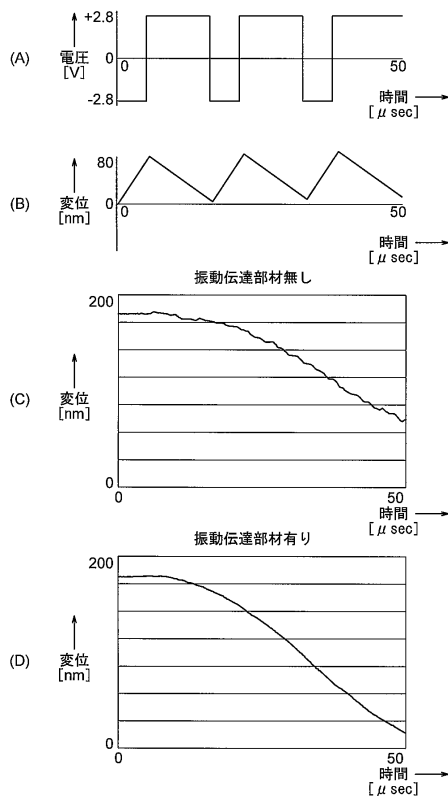
【図 6】



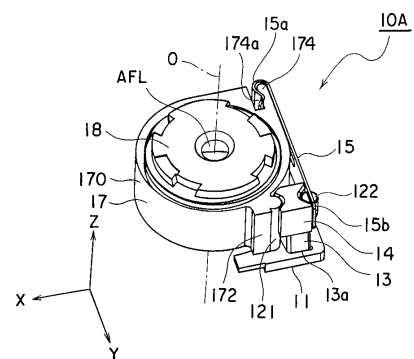
【図 7】



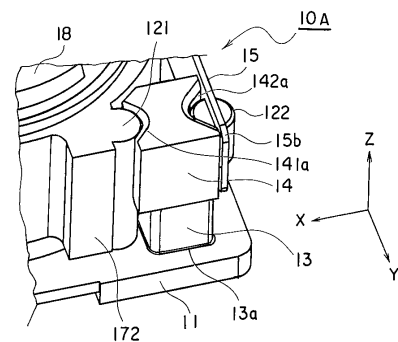
【図 8】



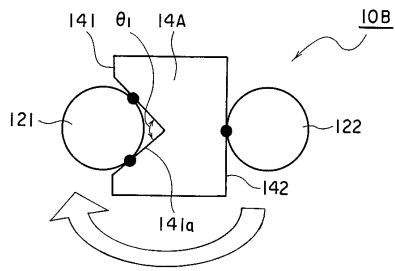
【図 9】



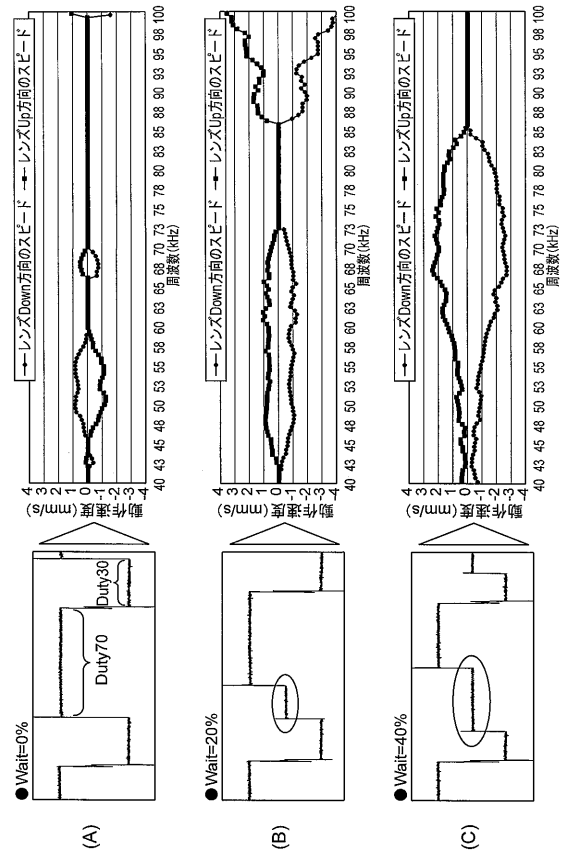
【図 10】



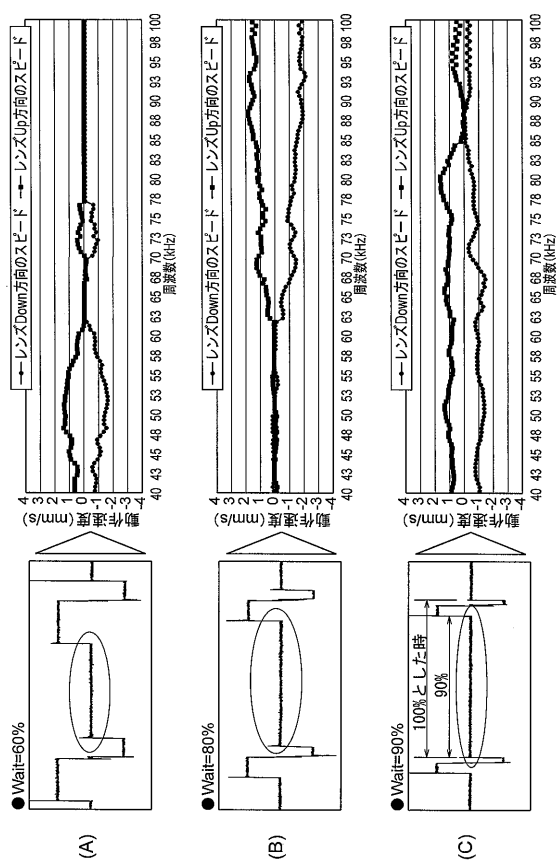
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開2007-053831 (JP, A)
特開2004-153999 (JP, A)
特開2006-129625 (JP, A)
特開2004-080964 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02N 2/00
G02B 7/04