

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4666100号
(P4666100)

(45) 発行日 平成23年4月6日(2011.4.6)

(24) 登録日 平成23年1月21日(2011.1.21)

(51) Int.Cl.
H02N 2/00 (2006.01)

F I
H02N 2/00 C

請求項の数 3 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2009-298540 (P2009-298540)	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成21年12月28日 (2009.12.28)		コニカミノルタホールディングス株式会社
(62) 分割の表示	特願2000-12249 (P2000-12249) の分割		東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
原出願日	平成12年1月20日 (2000.1.20)	(74) 代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司
(65) 公開番号	特開2010-104231 (P2010-104231A)	(74) 代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
(43) 公開日	平成22年5月6日 (2010.5.6)	(74) 代理人	100111453 弁理士 櫻井 智
審査請求日	平成22年1月25日 (2010.1.25)	(72) 発明者	湯淺 智行 東京都八王子市石川町2970番地 コニ カミノルタオプト株式会社内
		(72) 発明者	吉田 龍一 東京都八王子市石川町2970番地 コニ カミノルタオプト株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動電圧が印加されることにより伸縮する電気機械変換素子と、該電気機械変換素子により駆動される駆動部材と、該駆動部材に所定の摩擦力で係合され、該駆動部材上を移動する係合部材と、前記電気機械変換素子を駆動する駆動回路と、該駆動回路の動作を制御する駆動制御手段とから構成され、前記電気機械変換素子を異なる速度で伸縮させることで前記電気機械変換素子と前記係合部材とを相対移動させる駆動装置において、

前記駆動回路は、前記電気機械変換素子の共振周波数に対して0.3倍より大きく1.5倍より小さい駆動周波数をもつ矩形波からなる駆動電圧を前記電気機械変換素子に印加することで、該駆動電圧が、前記駆動部材と係合部材との係合部分に、前記の伸縮時における速度差を生じさせることができる鋸歯状の変位振動を生じさせるものであることを特徴とする駆動装置。

【請求項 2】

前記駆動回路は、前記電気機械変換素子にその一方側から駆動電圧を印加して充電する第1の駆動回路と、前記電気機械変換素子にその他方側から駆動電圧を印加して充電する第2の駆動回路と、各駆動回路により電気機械変換素子に充電された電荷を放電する放電回路とを備え、前記駆動制御手段は、前記第1の駆動回路と第2の駆動回路とを交互に駆動させると共に、前記第1の駆動回路の駆動期間と第2の駆動回路の駆動期間との間に前記放電回路を駆動するようにしたことを特徴とする請求項1記載の駆動装置。

【請求項 3】

前記第１の駆動回路は、一方端が電源に接続され、他方端が前記電気機械変換素子の一方端に接続されてなる第１のスイッチ手段と、一方端が前記電気機械変換素子の他方端に接続され、他方端が接地されてなる第２のスイッチ手段とで構成されると共に、前記第２の駆動回路は、一方端が前記電源に接続され、他方端が前記電気機械変換素子の他方端に接続されてなる第３のスイッチ手段と、一方端が前記電気機械変換素子の一方端に接続され、他方端が接地されてなる第４のスイッチ手段とで構成され、前記放電回路は、前記第２のスイッチ手段と第４のスイッチ手段とで構成されていることを特徴とする請求項２記載の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【０００１】

本発明は、駆動装置に関し、特にＸＹ移動ステージ、カメラの撮影レンズ、オーバーヘッドプロジェクタの投影レンズ、双眼鏡のレンズ等の駆動に適した駆動装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、撮影レンズ等が取り付けられた係合部材を棒状の駆動部材に所定の摩擦力を有するように結合させると共に、その駆動部材の一方端に圧電素子を固着して構成されたインパクト型圧電アクチュエータからなる駆動装置が知られている。例えば、図１４は、カメラの撮影レンズ位置を調節するための駆動装置の概略構成を示す図である。

【０００３】

20

この図における駆動装置１００は、電気機械変換素子である圧電素子１０１と、圧電素子１０１により駆動される棒状の駆動部材１０２と、駆動部材１０２に所定の摩擦力で結合された係合部材１０３と、圧電素子１０１に駆動電圧を印加する駆動回路１０４とを備えている。

【０００４】

圧電素子１０１は、駆動回路１０４から印加される駆動電圧に応じて伸縮するものであり、その伸縮方向における一方端が支持部材１０５に固着されると共に、その他方端が駆動部材１０２の軸方向における一方端に固着されたものである。係合部材１０３は、所定箇所に駆動対象物である撮影レンズＬが固着され、駆動部材１０２上を軸方向に沿って移動可能とされている。

30

【０００５】

駆動回路１０４は、例えば図１５に示すように、緩速充電回路及び急速放電回路からなる第１の駆動回路１０９と、急速充電回路及び緩速放電回路からなる第２の駆動回路１１０とから構成され、デジタル回路で生成した０～５Ｖの矩形波信号により各駆動回路１０９，１１０を駆動制御するようにしたものである。

【０００６】

すなわち、第１の駆動回路１０９は、電源電圧 V_p に対して２つのスイッチ１１１，１１２と定電流源１１３とを定電流源１１３が中間位置にくるようにして直列接続することにより構成され、第２の駆動回路１１０は、電源電圧 V_p に対して２つのスイッチ１１４，１１５と定電流源１１６とを定電流源１１６が中間位置にくるようにして直列接続することにより構成されたものであり、スイッチ１１２と定電流源１１３間及びスイッチ１１４と定電流源１１６間の出力が圧電素子１０１に印加されるようにしたものである。

40

【０００７】

この図１５に示す駆動回路１０４では、第１の駆動回路１０９のスイッチ１１１を閉じることにより緩速充電回路が形成され、その後にスイッチ１１１を開いてスイッチ１１２を閉じることにより急速放電回路が形成される。このスイッチ操作が矩形波信号により繰り返し実行されることにより、緩慢な立ち上がり部と急峻な立ち下がり部とを有する図１６（ａ）に示すような波形（繰出波形）の駆動電圧が圧電素子１０１に繰り返し印加され、圧電素子１０１の伸縮により係合部材１０３は繰出方向（圧電素子１０１から離反する方向）である矢印 a 方向に移動する。

50

【 0 0 0 8 】

すなわち、駆動電圧の緩慢な立ち上がり部では圧電素子 1 0 1 が緩やかに伸長することになるため、係合部材 1 0 3 は駆動部材 1 0 2 と共に繰出方向に移動する一方、急峻な立ち下がり部では圧電素子 1 0 1 が急激に縮小することになるため、駆動部材 1 0 2 が戻り方向に移動しても係合部材 1 0 3 は駆動部材 1 0 2 上をスリップして略同位置に留まることになる。このため、図 1 6 (a) に示すような波形の駆動電圧が圧電素子 1 0 1 に繰り返し印加されると、係合部材 1 0 3 は矢印 a 方向に間欠的に移動する。

【 0 0 0 9 】

また、第 2 の駆動回路 1 1 0 のスイッチ 1 1 4 を閉じることにより急速充電回路が形成され、その後にスイッチ 1 1 4 を開いてスイッチ 1 1 5 を閉じることにより緩速放電回路が形成される。このスイッチ操作が矩形波信号により繰り返し実行されることにより、急峻な立ち上がり部と緩慢な立ち下がり部とを有する図 1 6 (b) に示すような波形（戻し波形）の駆動電圧が圧電素子 1 0 1 に繰り返し印加され、圧電素子 1 0 1 の伸縮により係合部材 1 0 3 は戻り方向（圧電素子 1 0 1 に接近する方向）である矢印 a とは反対方向に移動する。

10

【 0 0 1 0 】

すなわち、駆動電圧の急峻な立ち上がり部では圧電素子 1 0 1 が急激に伸長することになるため、駆動部材 1 0 2 が繰出方向に移動しても係合部材 1 0 3 は駆動部材 1 0 2 上をスリップして略同位置に留まることになる一方、緩慢な立ち下がり部では圧電素子 1 0 1 が緩やかに縮小することになるため、係合部材 1 0 3 は駆動部材 1 0 2 と共に戻り方向に移動することになる。このため、図 1 6 (b) に示すような波形の駆動電圧が圧電素子 1 0 1 に繰り返し印加されると、係合部材 1 0 3 は矢印 a とは反対方向に間欠的に移動する。これにより、レンズ L が繰出方向と戻り方向とに移動可能となる。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 0 - 2 4 8 2 7 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

ところで、カメラの撮影レンズ等の光学系の駆動源としてインバクト形圧電アクチュエータからなる駆動装置を適用する場合、その駆動装置はできる限り構成が簡素化され、かつ小型化されていることが望ましい。しかしながら、上記従来の駆動装置 1 0 0 では、定電流源 1 1 3 , 1 1 6 の回路構成が複雑になることから駆動回路 1 0 4 が複雑化すると共に、小型化にも制約を受けるという問題があった。

30

【 0 0 1 3 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、駆動回路の複雑化等を招くことのない駆動装置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 】

【 0 0 1 4 】

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る駆動装置は、駆動電圧が印加されることにより伸縮する電気機械変換素子と、該電気機械変換素子により駆動される駆動部材と、該駆動部材に所定の摩擦力で係合され、該駆動部材上を移動する係合部材と、前記電気機械変換素子を駆動する駆動回路と、該駆動回路の動作を制御する駆動制御手段とから構成され、前記電気機械変換素子を異なる速度で伸縮させることで前記電気機械変換素子と前記係合部材とを相対移動させる駆動装置において、前記駆動回路は、前記電気機械変換素子の共振周波数に対して 0 . 3 倍より大きく 1 . 5 倍より小さい駆動周波数をもつ矩形波からなる駆動電圧を前記電気機械変換素子に印加することで、該駆動電圧が、前記駆動部材と係合部材との係合部分に、前記の伸縮時における速度差を生じさせることができる鋸歯状の変位振動を生じさせるものであることを特徴としている。

40

50

【 0 0 1 5 】

この構成によれば、共振系における電気機械変換素子の共振周波数の影響を受けて矩形波を形成している高周波成分のうち3次以上の高次の高周波のゲインが大きく減衰し、電気機械変換素子の変位波形が鋸歯形状となる。このため、従来のような定電流源が不要となり、駆動回路の複雑化等を招くことのない駆動装置が実現される。

【 0 0 1 6 】

また、他の一態様では、上述の駆動装置において、前記駆動回路は、前記電気機械変換素子にその一方側から駆動電圧を印加して充電する第1の駆動回路と、前記電気機械変換素子にその他方側から駆動電圧を印加して充電する第2の駆動回路と、各駆動回路により電気機械変換素子に充電された電荷を放電する放電回路とを備え、前記駆動制御手段は、前記第1の駆動回路と第2の駆動回路とを交互に駆動させると共に、前記第1の駆動回路の駆動期間と第2の駆動回路の駆動期間との間に前記放電回路を駆動するようにしたことを特徴としている。

10

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、第1の駆動回路により電気機械変換素子に充電された電荷は、第2の駆動回路により電気機械変換素子に逆方向に充電される前に放電回路により放電される。また、第2の駆動回路により電気機械変換素子に逆方向に充電された電荷は、第1の駆動回路により電気機械変換素子が充電される前に放電回路により放電される。このため、駆動回路の複雑化等を招くことがないことに加え、消費電力を可及的に抑制して電池電源で有効に駆動することができる駆動装置が実現される。

20

【 0 0 1 8 】

また、他の一態様では、上述の駆動装置において、前記第1の駆動回路は、一方端が電源に接続され、他方端が前記電気機械変換素子の一方端に接続されてなる第1のスイッチ手段と、一方端が前記電気機械変換素子の他方端に接続され、他方端が接地されてなる第2のスイッチ手段とで構成されると共に、前記第2の駆動回路は、一方端が前記電源に接続され、他方端が前記電気機械変換素子の他方端に接続されてなる第3のスイッチ手段と、一方端が前記電気機械変換素子の一方端に接続され、他方端が接地されてなる第4のスイッチ手段とで構成され、前記放電回路は、前記第2のスイッチ手段と第4のスイッチ手段とで構成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

30

この構成によれば、第1のスイッチ手段と第2のスイッチ手段とで構成される第1の駆動回路により電気機械変換素子に充電された電荷は、第2の駆動回路により電気機械変換素子に逆方向に充電される前に第2のスイッチ手段と第4のスイッチ手段とで構成される放電回路により放電される。また、第3のスイッチ手段と第4のスイッチ手段とで構成される第2の駆動回路により電気機械変換素子に逆方向に充電された電荷は、第1のスイッチ手段と第2のスイッチ手段とで構成される第1の駆動回路により電気機械変換素子が充電される前に第2のスイッチ手段と第4のスイッチ手段とで構成される放電回路により放電される。このため、駆動回路の複雑化等を招くことないことに加え、消費電力を可及的に抑制して電池電源で有効に駆動することができる駆動装置が実現される。

【 発明の効果 】

40

【 0 0 2 0 】

以上説明したように、本発明の一態様に係る駆動装置によれば、駆動回路は、電気機械変換素子の共振周波数に対して0.3倍より大きく1.5倍より小さい駆動周波数をもつ矩形波からなる駆動電圧を電気機械変換素子に印加するものであるので、駆動回路の複雑化等を招くことがないものとなる。

【 0 0 2 1 】

また、他の態様の駆動装置によれば、駆動回路は、電気機械変換素子にその一方側から駆動電圧を印加して充電する第1の駆動回路と、電気機械変換素子にその他方側から駆動電圧を印加して充電する第2の駆動回路と、各駆動回路により電気機械変換素子に充電された電荷を放電する放電回路とを備え、駆動制御手段は、第1の駆動回路と第2の駆動回

50

路とを交互に駆動させると共に、第１の駆動回路の駆動期間と第２の駆動回路の駆動期間との間に放電回路を駆動するようにしているので、駆動回路の複雑化等を招くことないことに加え、消費電力を可及的に抑制して電池電源で有効に駆動することができるようになる。

【００２２】

また、他の態様の駆動装置によれば、第１の駆動回路は、一方端が電源に接続され、他方端が電気機械変換素子の一方端に接続されてなる第１のスイッチ手段と、一方端が電気機械変換素子の他方端に接続され、他方端が接地されてなる第２のスイッチ手段とで構成されると共に、第２の駆動回路は、一方端が電源に接続され、他方端が電気機械変換素子の他方端に接続されてなる第３のスイッチ手段と、一方端が電気機械変換素子の一方端に接続され、他方端が接地されてなる第４のスイッチ手段とで構成され、放電回路は、第２のスイッチ手段と第４のスイッチ手段とで構成されているので、簡単な回路構成で駆動回路を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【図１】本発明の一実施形態に係る駆動装置の構成を概略的に示す図である。

【図２】図１に示す駆動装置の駆動部の構成例を示す斜視図である。

【図３】図１に示す駆動装置の駆動回路の構成例を示す図である。

【図４】図３に示す駆動回路により圧電素子に印加される駆動パルスの波形を示す図で、（ａ）はデューティ比が０．３になるように設定されたもの、（ｂ）はデューティ比が０．７になるように設定されたものである。

【図５】図１に示す駆動装置における f_d / f_r と係合部材の移動速度との関係を示す図である。

【図６】図１に示す駆動装置における駆動電圧のデューティ比と係合部材の移動速度との関係を示す図である。

【図７】図１に示す駆動装置における圧電素子に印加される駆動電圧と、圧電素子の伸縮による変位波形との関係を示す図で、（ａ）は駆動電圧のデューティ比が０．３になるように設定された場合のもの、（ｂ）は駆動電圧のデューティ比が０．７になるように設定された場合のものである。

【図８】図３に示す駆動回路を制御する制御回路から出力されて各スイッチ素子に印加される駆動パルスと、圧電素子に印加される駆動電圧の波形とを示す図である。

【図９】図３に示す駆動回路の各スイッチ素子の動作を説明するための図である。

【図１０】図３に示す駆動回路の効果を説明するための図であり、（ａ）は消費電力、（ｂ）は係合部材の移動速度を示すグラフである。

【図１１】図１に示す駆動装置の駆動回路の別の構成例を示すブロック図である。

【図１２】図１１に示す駆動回路を制御する制御回路から出力されて各スイッチ素子に印加される駆動パルスと、圧電素子に印加される駆動電圧の波形とを示す図である。

【図１３】図１に示す駆動部の別の構成例を示す図で、（ａ）はその分解斜視図、（ｂ）はその正面図である。

【図１４】従来例の駆動装置の構成を概略的に示す図である。

【図１５】図１４に示す駆動装置の駆動回路の構成例を示すブロック図である。

【図１６】図１４に示す駆動回路の出力波形を示す図で、（ａ）は繰出波形、（ｂ）は戻り波形である。

【発明を実施するための形態】

【００２４】

図１は、本発明の一実施形態に係るインパクト型圧電アクチュエータからなる駆動装置の基本構成を概略的に示すブロック図である。この図において、駆動装置１０は、駆動部１２と、駆動部１２を駆動する駆動回路１４と、駆動部１２に取り付けられている係合部材の位置を検出する部材センサ１６と、駆動部１２の基端に配設された基端センサ１８と、駆動部１２の先端に配設された先端センサ２０と、全体の動作を制御する制御部２２と

10

20

30

40

50

を備えている。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、駆動部 1 2 の構成例を示す斜視図である。この図において、駆動部 1 2 は、素子固定式構造のものであり、支持部材 2 4、圧電素子 2 6、駆動部材 2 8 及び係合部材 3 0 から構成されている。

【 0 0 2 6 】

支持部材 2 4 は、圧電素子 2 6 及び駆動部材 2 8 を保持するものであり、円柱体の軸方向両端部 2 4 1、2 4 2 及び略中央の仕切壁 2 4 3 を残して内部を割り貫くことにより形成された第 1 の收容空間 2 4 4 及び第 2 の收容空間 2 4 5 を有している。この第 1 の收容空間 2 4 4 には、圧電素子 2 6 がその分極方向である伸縮方向を支持部材 2 4 の軸方向と一致させて收容されている。また、第 2 の收容空間 2 4 5 には、駆動部材 2 8 と係合部材 3 0 の一部とが收容されている。

10

【 0 0 2 7 】

圧電素子 2 6 は、例えば、所要の厚みを有する複数枚の圧電基板を各圧電基板間に図略の電極を介して積層することにより構成したものであり、その伸縮方向（積層方向）である長手方向の一方端面が第 1 の收容空間 2 4 4 の一方端部 2 4 1 側端面に固着されている。支持部材 2 4 の他方端部 2 4 2 及び仕切壁 2 4 3 には中心位置に丸孔が穿設されると共に、この両丸孔を貫通して断面丸形状の棒状の駆動部材 2 8 が第 2 收容空間 2 4 5 に軸方向に沿って移動可能に收容されている。

【 0 0 2 8 】

20

駆動部材 2 8 の第 1 の收容空間 2 4 4 内に突出した端部は圧電素子 2 6 の他方端面に固着され、駆動部材 2 8 の第 2 の收容空間 2 4 5 の外部に突出した端部は板ばね 3 2 により所要のばね圧で圧電素子 2 6 側に付勢されている。この板ばね 3 2 による駆動部材 2 8 への付勢は、圧電素子 2 6 の伸縮動作に基づく駆動部材 2 8 の軸方向変位を安定化させるためである。

【 0 0 2 9 】

係合部材 3 0 は、駆動部材 2 8 の軸方向の両側に取付部 3 0 1 を有する基部 3 0 2 と、両取付部 3 0 1 の間に装着される挟み込み部材 3 0 3 とを備えており、基部 3 0 2 が駆動部材 2 8 に遊嵌されると共に、挟み込み部材 3 0 3 が板ばね 3 0 4 により押圧されることにより駆動部材 2 8 に接触することで係合部材 3 0 が所定の摩擦力で駆動部材 2 8 に結合され、係合部材 3 0 に対してその摩擦力よりも大きな駆動力が作用したときに駆動部材 2 8 の軸方向に沿って移動可能とされている。なお、係合部材 3 0 には駆動対象物であるレンズ L（図 1）が取り付けられている。

30

【 0 0 3 0 】

図 3 は、駆動回路 1 4 の構成例を示す図である。この図において、駆動回路 1 4 は、図略の駆動電源から駆動電圧 + V p が供給される接続点 a と、接地される接続点 b との間に、MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q 1 からなる第 1 スイッチ回路 1 4 1 及び MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q 2 からなる第 2 スイッチ回路 1 4 2 の直列回路が接続されると共に、MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q 3 からなる第 3 スイッチ回路 1 4 3 及び MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q 4 からなる第 4 スイッチ回路 1 4 4 の直列回路が接続され、各スイッチ回路 1 4 1 乃至 1 4 4 に駆動制御信号 S c 1、S c 2、S c 3、S c 4 を供給する制御信号供給手段としての制御回路 1 4 5 が接続されて構成されている。

40

【 0 0 3 1 】

第 1 スイッチ回路 1 4 1 を構成するスイッチ素子 Q 1 及び第 3 スイッチ回路 1 4 3 を構成するスイッチ素子 Q 3 は P チャネル FET であり、第 2 スイッチ回路 1 4 2 を構成するスイッチ素子 Q 2 及び第 4 スイッチ回路 1 4 4 を構成するスイッチ素子 Q 4 は N チャネル FET である。P チャネル FET であるスイッチ素子 Q 1、Q 3 は駆動制御信号がローレベルのときにオンになり、N チャネル FET であるスイッチ素子 Q 2、Q 4 は駆動制御信号がハイレベルのときにオンになる。なお、第 1 スイッチ回路 1 4 1 及び第 2 スイッチ回路 1 4 2 の接続点 c と、第 3 スイッチ回路 1 4 3 及び第 4 スイッチ回路 1 4 4 の接続点 d

50

との間に圧電素子 26 が接続されてブリッジ回路 146 が構成されている。

【0032】

このように構成された駆動回路 14 において、第 1 スイッチ回路 141 及び第 4 スイッチ回路 144 は圧電素子 26 に対し、その一方側から駆動電圧 +V_p を印加して端子間電圧 V_s が +V_p となるまで充電する第 1 の駆動回路（第 1 の駆動手段）を構成し、第 2 スイッチ回路 142 及び第 3 スイッチ回路 143 は圧電素子 26 に対し、その他方側から（すなわち、逆方向から）駆動電圧 +V_p を印加して端子間電圧 V_s が -V_p となるまで充電する第 2 の駆動回路（第 2 の駆動手段）を構成することになる。

【0033】

このように駆動回路 14 と圧電素子 26 とでブリッジ回路 146 を構成した場合、圧電素子 26 には -V_p ~ +V_p の電圧が印加されるので、圧電素子 26 の駆動電圧が等価的に 2V_p となる結果、駆動電源は低電圧であっても変位量の大きい駆動装置 10 を得ることができるという利点がある。

【0034】

図 1 に戻り、部材センサ 16 は、係合部材 30 の移動可能範囲内に配設されており、MRE（Magneto Resistive Effect）素子や PSD（Position Sensitive Device）素子等のセンサにより構成されている。また、基端センサ 18 及び先端センサ 20 は、フォトインタラプタ等のセンサにより構成されている。これにより、係合部材 30 の位置が部材センサ 16 により検出されることで係合部材 30 の所定位置への移動制御が可能となる一方、係合部材 30 の位置が基端センサ 18 及び先端センサ 20 で検出されることで係合部材 30 のそれ以上の移動が禁止される。

【0035】

制御部 22 は、演算処理を行う CPU（Central Processing Unit）、処理プログラム及びデータが記憶された ROM（Read-Only Memory）及びデータを一時的に記憶する RAM（Random Access Memory）から構成されており、部材センサ 16 等から入力される信号に基づいて制御回路 145 から所定のデューティ比の駆動パルスを出力させ、この駆動パルスにより第 1 の駆動回路及び第 2 の駆動回路を交互に駆動する。すなわち、制御部 22 は、第 1 スイッチ回路 141 及び第 4 スイッチ回路 144 からなる第 1 の駆動回路と、第 2 スイッチ回路 142 及び第 3 スイッチ回路 143 からなる第 2 の駆動回路とを交互に駆動する一方、後述する第 2 スイッチ回路 142 及び第 4 スイッチ回路 144 からなる放電回路を駆動する駆動制御手段を構成する。

【0036】

次に、本発明の駆動装置 10 に適用される駆動回路 14 の駆動動作の説明を行うに先立ち、図 4 乃至図 7 を参照して駆動回路 14 の原理的な動作説明を行う。すなわち、図 4 は、駆動回路 14 の原理的な動作を説明するための駆動電圧のパルス波形を示す図であり、同図（a）は駆動電圧の駆動周波数 f_d が支持部材 24 及び駆動部材 28 が固着された状態での圧電素子 26 の共振周波数 f_r の 0.7 倍（f_d = 0.7 × f_r）となるように設定され、デューティ比 D（D = B / A）が 0.3 になるように設定されたもの、同図（b）は駆動電圧の駆動周波数 f_d が支持部材 24 及び駆動部材 28 が固着された状態での圧電素子 26 の共振周波数 f_r の 0.7 倍（f_d = 0.7 × f_r）となるように設定され、デューティ比 D（D = B / A）が 0.7 になるように設定されたものである。

【0037】

このように、図 4（a）に示す矩形波からなる駆動電圧が圧電素子 26 に印加された場合は係合部材 30 が駆動部材 28 に沿って繰出方向（圧電素子 26 から離反する方向）である矢印 a 方向に移動し、図 4（b）に示す矩形波からなる駆動電圧が圧電素子 26 に印加された場合は係合部材 30 が駆動部材 28 に沿って戻り方向（圧電素子 26 に接近する方向）である矢印 a とは逆方向に移動することになる。駆動電圧をこのように設定したのは、支持部材 24 及び駆動部材 28 が固着されている状態での圧電素子 26 の共振周波数 f_r に対する駆動電圧の周波数 f_d の比（f_d / f_r）と係合部材 30 の移動速度との関係を確認した結果、図 5 に示すような関係にあることが明らかとなったことによる。

【 0 0 3 8 】

すなわち、従来では、鋸歯形状の波形を有する駆動電圧が印加された場合に圧電素子 26 が駆動するものと考えられていたため、その駆動回路が不可避免的に複雑となり、低コスト化と小型化とに制約を受けるといった問題があったが、本発明に係る駆動装置 10 の駆動回路 14 では、上記のように駆動電圧が生成の容易な矩形波からなるものでよいことから低コスト化と小型化とが促進されるという利点がある。

【 0 0 3 9 】

この図 5 に示す特性図は、矩形波からなる駆動電圧のデューティ比が 0.3 の場合（係合部材 30 が繰出方向に移動する場合）のものであるが、そのデューティ比が 0.7 の場合（係合部材 30 が戻り方向に移動する場合）は勿論のこと、そのデューティ比が 0.05 ~ 0.95 の範囲内にある場合には略同様の関係を有することが確認されている。

10

【 0 0 4 0 】

この図 5 に示す特性図からも明らかなように、 f_d / f_r の値が 0.3 乃至 1.5 の範囲内にある場合には係合部材 30 が実質的に移動可能となり、 f_d / f_r の値が 0.3 に満たない場合及び 1.5 を超える場合には係合部材 30 が移動不能となる。従って、圧電素子 26 の共振周波数 f_r に対する駆動電圧の周波数 f_d は、図 4 に示すものだけではなく必要に応じて $0.3 < f_d < 1.5$ の範囲内で適宜設定することができる。

【 0 0 4 1 】

また、矩形波からなる駆動電圧のデューティ比と係合部材 30 の移動方向（繰出方向及び戻り方向）との関係を確認した結果、図 6 に示すような関係を有していることが明らかとなっている。すなわち、デューティ比 D が 0.05 乃至 0.45 の範囲内（ $0.05 < D < 0.45$ ）にあるときには、係合部材 30 は繰出方向に移動し、デューティ比 D が 0.55 乃至 0.95 の範囲内（ $0.55 < D < 0.95$ ）にあるときには、係合部材 30 は戻り方向に移動する。従って、デューティ比 D は、図 4 に示すものだけではなく必要に応じて $0.05 < D < 0.45$ 又は $0.55 < D < 0.95$ の範囲内で適宜設定することができる。

20

【 0 0 4 2 】

なお、支持部材 24 及び駆動部材 28 が固着された状態での圧電素子 26 の共振周波数 f_r は、次の数 1 により求めたものである。

【 0 0 4 3 】

30

【 数 1 】

$$f_r = \frac{f_{ro}}{2} \sqrt{\frac{m_p}{m_p + 2mf}}$$

【 0 0 4 4 】

この数 1 における f_{ro} は圧電素子 26 の両電極間におけるフリー共振周波数（圧電素子 26 自体の電極間方向における共振周波数）、 m_p は圧電素子 26 の質量、 m_f は駆動部材 28 の質量をそれぞれ表わしている。なお、支持部材 24 の質量は、共振系における圧電素子 26 の共振周波数 f_r に関係するが、支持部材 24 の質量は圧電素子 26 及び駆動部材 28 の各質量を加算したものに比べて十分大きな値を有しており、共振周波数 f_r に与える影響は小さいので演算パラメータとして考慮する必要はない。また、係合部材 30 は、圧電素子 26 の共振時には駆動部材 28 に対して滑りを生じて実質的に共振系の要素として考慮する必要はないので、上記数 1 の演算パラメータとしては含まれていない。

40

【 0 0 4 5 】

図 7 は、圧電素子 26 に印加される駆動回路 14 からの駆動電圧のパルス波形と、圧電素子 26 の伸縮による変位との対応関係を示す図で、同図（a）は図 4（a）に示す駆動電圧が印加された場合であり、同図（b）は図 4（b）に示す駆動電圧が印加された場合をそれぞれ示している。なお、圧電素子 26 の伸縮による変位は、レーザードップラー振動計により測定したものである。

【 0 0 4 6 】

50

このように、圧電素子 26 に図 4 (a) に示す駆動電圧が印加された場合は圧電素子 26 の変位波形が緩慢な立ち上がり部と急峻な立ち下がり部とを有する鋸歯形状となり、圧電素子 26 に図 4 (b) に示す駆動電圧が印加された場合は圧電素子 26 の変位波形が急峻な立ち上がり部と緩慢な立ち下がり部とを有する鋸歯形状となっていることが確認された。

【0047】

すなわち、圧電素子 26 の変位が図 7 (a) に示すような緩慢な立ち上がり部を有する波形を呈するとき（すなわち、圧電素子 26 が緩やかに伸長するとき）は、係合部材 30 が駆動部材 28 と共に繰出方向に移動し、圧電素子 26 の変位が図 7 (a) に示すような急峻な立ち下がり部を有する波形を呈するとき（すなわち、圧電素子 26 が急激に縮小するとき）は、駆動部材 28 が戻り方向に移動しても係合部材 30 は駆動部材 28 上をスリップして略同位置に留まることになる。このため、図 7 (a) に示す駆動電圧が圧電素子 26 に繰り返し印加されることで、係合部材 30 は繰出方向に間欠的に移動することになる。

【0048】

また、圧電素子 26 の変位が図 7 (b) に示すような急峻な立ち上がり部を有する波形を呈するとき（すなわち、圧電素子 26 が急激に伸長するとき）は、駆動部材 28 が繰出方向に移動しても係合部材 30 は駆動部材 28 上をスリップして略同位置に留まることになり、圧電素子 26 の変位が図 7 (b) に示すような緩慢な立ち下がり部を有する波形を呈するとき（すなわち、圧電素子 26 が緩やかに縮小するとき）は、係合部材 30 が駆動部材 28 と共に戻り方向に移動することになる。このため、図 7 (b) に示す駆動電圧が圧電素子 26 に繰り返し印加されることで、係合部材 30 は戻り方向に間欠的に移動することになる。

【0049】

このように、例えば、図 4 (a), (b) に示す駆動電圧が圧電素子 26 に印加された場合、圧電素子 26 の変位波形が鋸歯形状となるのは次のような理由による。すなわち、矩形波は基本波である正弦波と複数次の高調波とからなるものであるが、駆動電圧の駆動周波数 f_d が圧電素子 26 の共振周波数 f_r に対して 0.3 倍よりも大きく 1.5 倍よりも小さいとき ($0.3 \times f_r < f_d < 1.5 \times f_r$)、共振系における圧電素子 26 の共振周波数の影響を受けて矩形波を形成している高調波成分のうち 3 次以上の高次の高調波のゲインが大きく減衰し、圧電素子 26 に印加される駆動電圧が実質的に基本波と 2 次高調波とからなる波形（すなわち、略鋸歯形状の波形）を有するものとなるからである。

【0050】

また、駆動電圧のデューティ比のある値を境にして係合部材 30 の移動方向が繰出方向と戻り方向間で反転するのは、そのデューティ比に対応して基本波に対する 2 次高調波の位相がずれ、基本波と 2 次高調波とからなる鋸歯波形における立ち上がり部と立ち下がり部の各傾斜が変化することになるからである。すなわち、デューティ比 D が $0.05 < D < 0.45$ の範囲内にあるときには、2 次高調波の位相のずれが大きくなって緩慢な立ち上がり部と急峻な立ち下がり部を有する鋸歯波形となることから係合部材 30 は繰出方向に移動し、デューティ比 D が $0.55 < D < 0.95$ の範囲内にあるときには、2 次高調波の位相のずれが小さくなって急峻な立ち上がり部と緩慢な立ち下がり部を有する鋸歯波形となることから係合部材 30 は繰出方向に移動する。

【0051】

図 8 は、本発明に係る駆動装置 10 に適用される駆動回路 14 の動作説明を行うための図で、図 3 に示す駆動回路 14 を制御する制御回路 145 から出力されて各スイッチ素子 $Q_1 \sim Q_4$ に印加される駆動パルスと、圧電素子 26 に印加される駆動電圧の波形とを示す図である。この図 8 に示す駆動電圧は、上述したように矩形波からなるものであり、その駆動周波数 f_d が支持部材 24 及び駆動部材 28 の固着された状態での圧電素子 26 の共振周波数 f_r に対し、 0.7 倍に設定されると共に、繰出方向における波形についてはデューティ比 D が 0.3 に設定され、戻り方向の波形についてはデューティ比 D が 0.7 に設定されたものである。この駆動電圧が圧電素子 26 に印加されることで係合部材 30

10

20

30

40

50

は繰出方向と戻り方向とに移動することになる。

【 0 0 5 2 】

この図 8 に示すように、駆動装置 1 0 の駆動時には、制御回路 1 4 5 からハイレベルの駆動制御信号 $S c 1$, $S c 2$ がスイッチ素子 $Q 1$, $Q 2$ に入力されるときには、ローレベルの駆動制御信号 $S c 3$, $S c 4$ がスイッチ素子 $Q 3$, $Q 4$ に入力され、ローレベルの駆動制御信号 $S c 1$, $S c 2$ がスイッチ素子 $Q 1$, $Q 2$ に入力されるときには、ハイレベルの駆動制御信号 $S c 3$, $S c 4$ がスイッチ素子 $Q 3$, $Q 4$ に入力される。

【 0 0 5 3 】

これらの駆動制御信号のうち、駆動制御信号 $S c 3$, $S c 4$ は、駆動制御信号 $S c 1$, $S c 2$ がハイからローに切り替わるときにはそれよりも僅かに速いタイミングでローからハイに切り替わり、駆動制御信号 $S c 1$, $S c 2$ がローからハイに切り替わるときにはそれよりも僅かに遅いタイミングでハイからローに切り替わるように設定されている。

【 0 0 5 4 】

制御回路 1 4 5 から上記のような駆動制御信号が繰り返し出力されることにより、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ 及びスイッチ素子 $Q 2$, $Q 3$ が所定の周期で交互にオン、オフを繰り返すことになる。すなわち、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ がオンのときには圧電素子 2 6 は $+V p$ に充電され、スイッチ素子 $Q 2$, $Q 3$ がオンのときには圧電素子 2 6 は $-V p$ に充電されることになる結果、圧電素子 2 6 には見掛け上電源電圧 $V p$ の 2 倍 ($2 V p$) の電圧が印加されたことになり、係合部材 3 0 の移動速度を速くすることができて駆動装置 1 0 を効果的に動作させることができる。なお、駆動電圧のデューティ比 D が 0 . 3 に設定された駆動パルスでは係合部材 3 0 は繰出方向に移動し、駆動電圧のデューティ比 D が 0 . 7 に設定された駆動パルスでは係合部材 3 0 は戻り方向に移動する。

【 0 0 5 5 】

しかも、上記のように駆動制御信号 $S c 3$, $S c 4$ は、駆動制御信号 $S c 1$, $S c 2$ がハイからローに切り替わるときにはそれよりも僅かに速いタイミングでローからハイに切り替わり、駆動制御信号 $S c 1$, $S c 2$ がローからハイに切り替わるときにはそれよりも僅かに遅いタイミングでハイからローに切り替わるように設定されているので、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ の駆動期間である圧電素子 2 6 に対する充電期間と、スイッチ素子 $Q 2$, $Q 3$ の駆動期間である圧電素子 2 6 に対する充電期間との間に、スイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ の駆動により圧電素子 2 6 に充電されている電荷を放電させる放電期間が形成され、これにより消費電力が大幅に削減されることになる。従って、スイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ は、それらが同時に駆動されるときには圧電素子 2 6 に充電されている電荷を放電させる放電回路を構成することになる。

【 0 0 5 6 】

すなわち、スイッチ素子 $Q 2$, $Q 3$ が共にオンになって圧電素子 2 6 に逆方向から駆動電圧 $V p$ が印加されて充電が行われたあと ($V s = -V P$)、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ が共にオンになる前にスイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ が共にオンになる期間が形成される。このとき、圧電素子 2 6 に充電されていた $-V P$ の電荷がスイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ を介して放電されることになる。そして、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ が共にオンになって圧電素子 2 6 に駆動電圧 $V p$ が印加されて充電が行われたあと ($V s = +V P$)、スイッチ素子 $Q 2$, $Q 3$ が共にオンになる前にスイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ が共にオンになる期間が形成される。このとき、圧電素子 2 6 に充電されていた $+V P$ の電荷がスイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ を介して放電されることになる。

【 0 0 5 7 】

このように、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ の駆動期間とスイッチ素子 $Q 2$, $Q 3$ の駆動期間との間に、スイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ の駆動による放電期間が形成されることから、圧電素子 2 6 を $+V p$ に充電するときも $-V p$ に充電するときにも充電に必要な電荷を供給するだけでよいことから不要な電力消費を削減することができる。これに対し、このようなスイッチ素子 $Q 2$, $Q 4$ の駆動による放電期間を形成しないときには、圧電素子 2 6 の放電時にも圧電素子 2 6 に駆動電圧 $V p$ が印加されることから不要な電力を消費することにな

る。

【 0 0 5 8 】

図 9 は、この状態を説明するための図であり、スイッチ素子 Q 2 , Q 3 が共にオンになる期間（このとき、スイッチ素子 Q 1 , Q 4 は共にオフ）を第 1 期間、この第 1 期間の後に形成されるスイッチ素子 Q 2 , Q 4 が共にオンになる期間（このとき、スイッチ素子 Q 1 , Q 3 は共にオフ）を第 2 期間、この第 2 期間の後に形成されるスイッチ素子 Q 1 , Q 4 が共にオンになる期間（このとき、スイッチ素子 Q 2 , Q 3 は共にオフ）を第 3 期間、この第 3 期間の後に形成されるスイッチ素子 Q 2 , Q 4 が共にオンになる期間（このとき、スイッチ素子 Q 1 , Q 3 は共にオフ）を第 4 期間とする。

【 0 0 5 9 】

なお、これら第 1 期間乃至第 4 期間に制御回路 1 4 5 から出力される駆動制御信号 S c 1 乃至 S c 4 と圧電素子 2 6 の充電電圧との対応関係を表 1 に示している。ここで、「 H 」はハイ信号を示し、「 L 」はロー信号を示している。

【 0 0 6 0 】

【表 1】

	第 1 期間	第 2 期間	第 3 期間	第 4 期間
Sc1	H	H	L	H
Sc2	H	H	L	H
Sc3	L	H	H	H
Sc4	L	H	H	H
Vs	-Vp	0	+Vp	0

【 0 0 6 1 】

この第 1 期間では、圧電素子 2 6 に $-q$ の電荷が充電され（このとき、 $V_s = -V_p$ ）、第 2 期間では、第 1 期間で圧電素子 2 6 に充電された $-q$ の電荷が放電される。また、第 3 期間では、圧電素子 2 6 に $+q$ の電荷が充電され（このとき、 $V_s = +V_p$ ）、第 4 期間では、第 3 期間で圧電素子 2 6 に充電された $+q$ の電荷が放電される。なお、圧電素子 2 6 には、その分極方向に駆動電圧 V_p が印加されるようになっている。

【 0 0 6 2 】

符号 C 1 で示す円内は、第 2 期間における圧電素子 2 6 に印加される電圧の波形を拡大して示しており、期間 a はスイッチ素子 Q 4 にハイ信号が印加されてから実際にスイッチが切り替わるまでの切替時間、期間 b はスイッチ素子 Q 4 が切り替わってから圧電素子 2 6 に充電されている電荷が放電されるまでの放電時間をそれぞれ示している。従って、第 2 期間はこれらの期間 a 及び期間 b を加算した値あるいはそれに近似した値に設定される。

【 0 0 6 3 】

また、符号 C 2 で示す円内は、第 4 期間における圧電素子 2 6 に印加される電圧の波形を拡大して示しており、期間 c はスイッチ素子 Q 4 にロー信号が印加されてから実際にスイッチが切り替わるまでの切替時間、期間 d はスイッチ素子 Q 2 が切り替わってから圧電素子 2 6 に充電されている電荷が放電されるまでの放電時間をそれぞれ示している。従って、第 4 期間はこれらの期間 c 及び期間 d を加算した値あるいはそれに近似した値に設定される。

【 0 0 6 4 】

実験結果によれば、図 1 0 (a) に示すように、上記のようにスイッチ素子 Q 2 , Q 3 の駆動期間（充電期間）である第 1 期間とスイッチ素子 Q 1 , Q 4 の駆動期間（充電期間）である第 3 期間との間、及びスイッチ素子 Q 1 , Q 4 の駆動期間（充電期間）である第 3 期間とスイッチ素子 Q 2 , Q 3 の駆動期間（充電期間）である第 1 期間との間に、スイッチ素子 Q 2 , Q 4 の駆動期間（放電期間）である第 2 期間及び第 4 期間をそれぞれ設けた構成とした場合の消費電力は 7 7 mW であったのに対し、第 2 期間及び第 4 期間を設けなかった構成とした場合の消費電力は 1 4 3 mW であった（4 6 % の向上）。また、圧電

10

20

30

40

50

素子 26 に印加される駆動電圧に段差ができる関係で係合部材 30 の移動速度が若干低下する懸念があったが、図 10 (b) に示すように、本発明に係るものでは係合部材 30 の移動速度は 9.3 mm/sec であったのに対し、従来例のものでは 9.9 mm/sec であり、約 6% 低下するのみで格別大きな変化はなかった。

【0065】

図 11 は、駆動回路 14 の別の構成例を示す図である。この図において、駆動回路 14' は、図略の駆動電源から駆動電圧 $+V_p$ が供給される接続点 a と、接地される接続点 b との間に、MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q1 からなる第 1 スイッチ回路 151 及び MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q2 からなる第 2 スイッチ回路 152 の直列回路が接続されると共に、MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q3 からなる第 3 スイッチ回路 153 及び MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q4 からなる第 4 スイッチ回路 154 の直列回路が接続されて構成されている。

10

【0066】

また、第 2 スイッチ回路 152 に抵抗素子 R1 及び MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q5 の直列回路からなる第 5 スイッチ回路 155 が並列接続されると共に、第 4 スイッチ回路 154 に抵抗素子 R2 及び MOS 型 FET であるスイッチ素子 Q6 の直列回路からなる第 6 スイッチ回路 156 が並列接続され、各スイッチ回路 151 乃至 156 に駆動制御信号 S_{c1} , S_{c2} , S_{c3} , S_{c4} , S_{c5} , S_{c6} を供給する制御信号供給手段としての制御回路 157 が接続されて構成されている。なお、この制御回路 157 は、駆動回路 14 の場合と同様に制御部 22 により制御されて各スイッチ回路を制御する。

20

【0067】

第 1 スイッチ回路 151 を構成するスイッチ素子 Q1 及び第 3 スイッチ回路 153 を構成するスイッチ素子 Q3 は P チャネル FET であり、第 2 スイッチ回路 152 を構成するスイッチ素子 Q2、第 4 スイッチ回路 154 を構成するスイッチ素子 Q4、第 5 スイッチ回路 155 を構成するスイッチ素子 Q5、及び第 6 スイッチ回路 156 を構成するスイッチ素子 Q6 は N チャネル FET である。なお、第 1 スイッチ回路 151 及び第 2 スイッチ回路 152 の接続点 c と、第 3 スイッチ回路 153 及び第 4 スイッチ回路 154 の接続点 d との間に圧電素子 26 が接続されてブリッジ回路 158 が構成されている。

【0068】

このように構成された駆動回路 14' において、係合部材 30 を繰出方向に移動させる場合には、第 1 スイッチ回路 151 及び第 6 スイッチ回路 156 は圧電素子 26 に対し、その一方側から駆動電圧 $+V_p$ を印加して端子間電圧 V_s が $+V_p$ となるまで充電する第 1 の駆動回路（第 1 の駆動手段）を構成し、第 2 スイッチ回路 152 及び第 3 スイッチ回路 153 は圧電素子 26 に対し、その他方側から（すなわち、逆方向から）駆動電圧 $+V_p$ を印加して端子間電圧 V_s が $-V_p$ となるまで充電する第 2 の駆動回路（第 2 の駆動手段）を構成することになる。

30

【0069】

また、係合部材 30 を戻り方向に移動させる場合には、第 1 スイッチ回路 151 及び第 4 スイッチ回路 154 は圧電素子 26 に対し、その一方側から駆動電圧 $+V_p$ を印加して端子間電圧 V_s が $+V_p$ となるまで充電する第 1 の駆動回路（第 1 の駆動手段）を構成し、第 3 スイッチ回路 153 及び第 5 スイッチ回路 155 は圧電素子 26 に対し、その他方側から（すなわち、逆方向から）駆動電圧 $+V_p$ を印加して端子間電圧 V_s が $-V_p$ となるまで充電する第 2 の駆動回路（第 2 の駆動手段）を構成することになる。

40

【0070】

このように駆動回路 14' と圧電素子 26 とでブリッジ回路 158 を構成した場合、駆動回路 14 の場合と同様に圧電素子 26 には $-V_p \sim +V_p$ の電圧が印加されるので、圧電素子 26 の駆動電圧が等価的に $2V_p$ となる結果、駆動電源は低電圧であっても変位量の大きい駆動装置 10 を得ることができるという利点がある。

【0071】

図 12 は、駆動回路 14' の動作説明を行うための図で、図 11 に示す駆動回路 14' の

50

を制御する制御回路 157 から出力されて各スイッチ素子 Q1 ~ Q6 に印加される駆動パルスと、圧電素子 26 に印加される駆動電圧の波形とを示す図である。なお、先の駆動回路 14 では、圧電素子 26 に矩形波からなる駆動電圧を印加することで係合部材 30 を移動するようにしたものであるが、この駆動回路 14' では、圧電素子 26 に鋸歯形状の駆動電圧を印加することで係合部材 30 を移動するようにしたものである。すなわち、緩慢な立ち上がり部と急峻な立ち下がり部とを有する鋸歯形状の駆動電圧を印加することにより係合部材 30 を繰出方向に移動するようにし、急峻な立ち上がり部と緩慢な立ち下がり部とを有する鋸歯形状の駆動電圧を印加することにより係合部材 30 を戻り方向に移動するようにしている。

【0072】

この図 12 に示すように、駆動装置 10 の駆動時であって係合部材 30 を繰出方向に移動させる場合では、制御回路 157 からハイレベルの駆動制御信号 Sc1, Sc2 がスイッチ素子 Q1, Q2 に入力されるとき、ローレベルの駆動制御信号 Sc3, Sc4, Sc5, Sc6 がスイッチ素子 Q3, Q4, Q5, Q6 に入力され、ローレベルの駆動制御信号 Sc1, Sc2, Sc4, Sc5 がスイッチ素子 Q1, Q2, Q4, Q5 に入力されるとき、ハイレベルの駆動制御信号 Sc3, Sc6 がスイッチ素子 Q3, Q6 に入力される。

【0073】

これらの駆動制御信号のうち、駆動制御信号 Sc6 は、駆動制御信号 Sc3 がローからハイに切り替わるときに同じタイミングでローからハイに切り替わり、駆動制御信号 Sc2 は、駆動制御信号 Sc3 がローからハイに切り替わるときにそれよりも僅かに遅いタイミングでハイからローに切り替わるように設定されている。また、駆動制御信号 Sc6 は、駆動制御信号 Sc3 がハイからローに切り替わるときに同じタイミングでハイからローに切り替わり、駆動制御信号 Sc2 は、駆動制御信号 Sc3 がハイからローに切り替わるときにそれよりも僅かに速いタイミングでローからハイに切り替わるように設定されている。

【0074】

制御回路 157 から上記のような駆動制御信号が繰り返し出力されることにより、スイッチ素子 Q1, Q6 及びスイッチ素子 Q2, Q3 が所定の周期で交互にオン、オフを繰り返すことになる。すなわち、スイッチ素子 Q1, Q6 がオンのときには圧電素子 26 は +Vp に充電され、スイッチ素子 Q2, Q3 がオンのときには圧電素子 26 は -Vp に充電されることになる結果、圧電素子 26 には見掛け上電源電圧 Vp の 2 倍 (2Vp) の電圧が印加されたことになり、係合部材 30 の移動速度を速くすることができて駆動装置 10 を効果的に動作させることができる。なお、スイッチ素子 Q1, Q6 がオンのときには圧電素子 26 は緩やかに充電され、スイッチ素子 Q2, Q3 がオンのときには圧電素子 26 は急速に充電されることになる結果、係合部材 30 は繰出方向に移動する。

【0075】

しかも、上記のように駆動制御信号 Sc6 は駆動制御信号 Sc3 がローからハイに切り替わるときに同じタイミングでローからハイに切り替わり、駆動制御信号 Sc2 は駆動制御信号 Sc3 がローからハイに切り替わるときにそれよりも僅かに遅いタイミングでハイからローに切り替わるように設定される一方、駆動制御信号 Sc6 は駆動制御信号 Sc3 がハイからローに切り替わるときに同じタイミングでハイからローに切り替わり、駆動制御信号 Sc2 は駆動制御信号 Sc3 がハイからローに切り替わるときにそれよりも僅かに速いタイミングでローからハイに切り替わるように設定されているので、スイッチ素子 Q1, Q6 の駆動期間である圧電素子 26 に対する充電期間と、スイッチ素子 Q2, Q3 の駆動期間である圧電素子 26 に対する充電期間との間に、スイッチ素子 Q2, Q6 の駆動により圧電素子 26 に充電されている電荷を放電させる放電期間が形成され、これにより消費電力が大幅に削減されることになる。従って、スイッチ素子 Q2, Q6 (すなわち、第 2 スイッチ回路 152 及び第 6 スイッチ回路 156) は、それらが同時に駆動されるときには圧電素子 26 に充電されている電荷を放電させる放電回路を構成することになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

すなわち、スイッチ素子 Q_2 , Q_3 が共にオンになって圧電素子 26 に逆方向から駆動電圧 V_p が印加されて充電が行われたあと ($V_s = -V_P$)、スイッチ素子 Q_1 , Q_6 が共にオンになる前にスイッチ素子 Q_2 , Q_6 が共にオンになる期間が形成される。このとき、圧電素子 26 に充電されていた $-V_P$ の電荷がスイッチ素子 Q_2 , Q_6 を介して放電されることになる。そして、スイッチ素子 Q_1 , Q_6 が共にオンになって圧電素子 26 に駆動電圧 V_p が印加されて充電が行われたあと ($V_s = +V_P$)、スイッチ素子 Q_2 , Q_3 が共にオンになる前にスイッチ素子 Q_2 , Q_6 が共にオンになる期間が形成される。このとき、圧電素子 26 に充電されていた $+V_P$ の電荷がスイッチ素子 Q_2 , Q_6 を介して放電されることになる。

10

【 0 0 7 7 】

このように、スイッチ素子 Q_1 , Q_6 の駆動期間とスイッチ素子 Q_2 , Q_3 の駆動期間との間に、スイッチ素子 Q_2 , Q_6 の駆動による放電期間が形成されることから、圧電素子 26 を $+V_p$ に充電するときも $-V_p$ に充電するときにも充電に必要な電荷を供給するだけでよいことから不要な電力消費を削減することができる。これに対し、このようなスイッチ素子 Q_2 , Q_6 の駆動による放電期間を形成しないときには、圧電素子 26 の放電時にも圧電素子 26 に駆動電圧 V_p が印加されることから不要な電力を消費することになる。

【 0 0 7 8 】

また、図 12 に示すように、駆動装置 10 の駆動時であって係合部材 30 を戻り方向に移動させる場合では、制御回路 157 からローレベルの駆動制御信号 S_{c1} , S_{c2} , S_{c5} , S_{c6} がスイッチ素子 Q_1 , Q_2 , Q_5 , Q_6 に入力されるとき、ハイレベルの駆動制御信号 S_{c3} , S_{c4} がスイッチ素子 Q_3 , Q_4 に入力され、ハイレベルの駆動制御信号 S_{c1} , S_{c5} がスイッチ素子 Q_1 , Q_5 に入力されるとき、ローレベルの駆動制御信号 S_{c2} , S_{c3} , S_{c4} , S_{c6} がスイッチ素子 Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_6 に入力される。

20

【 0 0 7 9 】

これらの駆動制御信号のうち、駆動制御信号 S_{c1} は、駆動制御信号 S_{c5} がローからハイに切り替わるときに同じタイミングでローからハイに切り替わり、駆動制御信号 S_{c3} は、駆動制御信号 S_{c5} がローからハイに切り替わるときにそれよりも僅かに速いタイミングでハイからローに切り替わるように設定されている。また、駆動制御信号 S_{c1} は、駆動制御信号 S_{c4} がローからハイに切り替わるときにそれよりも僅かに速いタイミングでハイからローに切り替わり、駆動制御信号 S_{c3} は、駆動制御信号 S_{c4} がローからハイに切り替わるときに同じタイミングでローからハイに切り替わるように設定されている。

30

【 0 0 8 0 】

制御回路 157 から上記のような駆動制御信号が繰り返し出力されることにより、スイッチ素子 Q_1 , Q_4 及びスイッチ素子 Q_3 , Q_5 が所定の周期で交互にオン、オフを繰り返すことになる。すなわち、スイッチ素子 Q_1 , Q_4 がオンのときには圧電素子 26 は $+V_p$ に充電され、スイッチ素子 Q_3 , Q_5 がオンのときには圧電素子 26 は $-V_p$ に充電されることになる結果、圧電素子 26 には見掛け上電源電圧 V_p の 2 倍 ($2V_p$) の電圧が印加されたことになり、係合部材 30 の移動速度を速くすることができて駆動装置を効果的に動作させることができる。なお、スイッチ素子 Q_1 , Q_4 がオンのときには圧電素子 26 は急速に充電され、スイッチ素子 Q_3 , Q_5 がオンのときには圧電素子 26 は緩やかに充電されることになる結果、係合部材 30 は戻り方向に移動する。

40

【 0 0 8 1 】

しかも、上記のように駆動制御信号 S_{c1} は駆動制御信号 S_{c5} がローからハイに切り替わるときに同じタイミングでローからハイに切り替わり、駆動制御信号 S_{c3} は、駆動制御信号 S_{c5} がローからハイに切り替わるときにそれよりも僅かに速いタイミングでハイからローに切り替わるように設定される一方、駆動制御信号 S_{c1} は駆動制御信号 S_{c

50

4 がローからハイに切り替わるときにそれよりも僅かに速いタイミングでハイからローに切り替わり、駆動制御信号 $S c 3$ は、駆動制御信号 $S c 4$ がローからハイに切り替わるときに同じタイミングでローからハイに切り替わるように設定されているので、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ の駆動期間である圧電素子 26 に対する充電期間と、スイッチ素子 $Q 3$, $Q 5$ の駆動期間である圧電素子 26 に対する充電期間との間に、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ の駆動により圧電素子 26 に充電されている電荷を放電させる放電期間が形成され、これにより消費電力が大幅に削減されることになる。従って、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ (すなわち、第 1 スイッチ回路 152 及び第 3 スイッチ回路 153) は、それらが同時に駆動されるときには圧電素子 26 に充電されている電荷を放電させる放電回路を構成することになる。

10

【0082】

すなわち、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ が共にオンになって圧電素子 26 に駆動電圧 $V p$ が印加されて充電が行われたあと ($V s = + V P$)、スイッチ素子 $Q 3$, $Q 5$ が共にオンになる前にスイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ が共にオンになる期間が形成される。このとき、圧電素子 26 に充電されていた $+ V P$ の電荷がスイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ を介して放電されることになる。そして、スイッチ素子 $Q 3$, $Q 5$ が共にオンになって圧電素子 26 に駆動電圧 $V p$ が印加されて充電が行われたあと ($V s = - V P$)、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ が共にオンになる前にスイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ が共にオンになる期間が形成される。このとき、圧電素子 26 に充電されていた $- V P$ の電荷がスイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ を介して放電されることになる。

20

【0083】

このように、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 4$ の駆動期間とスイッチ素子 $Q 3$, $Q 5$ の駆動期間との間に、スイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ の駆動による放電期間が形成されることから、圧電素子 26 を $+ V p$ に充電するときも $- V p$ に充電するときにも充電に必要な電荷を供給するだけでよいことから不要な電力消費を削減することができる。これに対し、このようなスイッチ素子 $Q 1$, $Q 3$ の駆動による放電期間を形成しないときには、圧電素子 26 の放電時にも圧電素子 26 に駆動電圧 $V p$ が印加されることから不要な電力を消費することになる。

【0084】

なお、駆動部 12 は、図 2 に示すような素子固定式構造のものではなく、例えば、図 13 に示すような自走式構造のものであっても上記の駆動回路 14 , 14' により駆動することができる。図 13 (a) は自走式構造の駆動部 12 の分解斜視図であり、図 13 (b) はその駆動部 12 の正面図である。

30

【0085】

すなわち、この図 13 に示す駆動部 12' は、位置固定される係合部材 (ベース部材) 40 と移動部材 42 とから構成されている。係合部材 40 は、基板 44 と、基板 44 の略中央位置に所定の間隔をおいて対向配置され、板ばね等の弾性部材 46 , 48 により取り付けられた一対の挟持部材 50 , 52 と、基板 44 の左右両端部に取り付けられた一対のガイド部材 54 , 56 とを備えている。各ガイド部材 54 , 56 の外側面には、回転自在の複数のボール部材 58 , 60 が取り付けられている。

40

【0086】

移動部材 42 は、駆動体 63 と、この駆動体 63 に一体に取り付けられた移動体 65 とから構成されている。駆動体 63 は、支持部材 67、圧電素子 69 及び駆動部材 71 から構成されている。支持部材 67 は、圧電素子 69 及び駆動部材 71 を保持するものであり、直方体の軸方向両端部 671 , 672 及び略中央の仕切壁 673 を残して削り貫くことにより形成された第 1 の収容空間 674 及び第 2 の収容空間 675 を有している。この第 1 の収容空間 674 には、圧電素子 69 がその伸縮方向を支持部材 67 の軸方向と一致させて収容されている。また、第 2 の収容空間 675 には、駆動部材 71 が軸方向に移動可能に収容されている。

【0087】

50

圧電素子 6 9 は、図 2 に示す圧電素子 2 6 と同様に構成されたものであり、その伸縮方向（積層方向）である長手方向の一方端面が第 1 の収容空間 6 7 4 の一方端部 6 7 1 側端面に固着されている。駆動部材 7 1 は、支持部材 6 7 の左右両側に膨出する膨出部 7 1 1 が中央部に一体形成され、この膨出部 7 1 1 が第 2 の収容空間 6 7 5 に位置すると共に、仕切壁 6 7 3 に形成された貫通孔を介して第 1 の収容空間 6 7 4 内に突出した端部は圧電素子 6 9 の他方端面に固着され、支持部材 6 7 の他方端部 6 7 2 に形成された貫通孔を介して第 2 の収容空間 6 7 5 の外部に突出した端部は自由端とされている。

【 0 0 8 8 】

移動体 6 5 は、平板部 6 5 1 と、平板部 6 5 1 の左右両側に下方に伸びる側壁部 6 5 2 , 6 5 3 が形成されると共に、各側壁部 6 5 2 , 6 5 3 の内側に摺動部材 6 5 4 , 6 5 5 が形成されたもので、移動部材 4 2 における支持部材 6 7 の上面にねじ部材 6 5 6 により固定されている。

10

【 0 0 8 9 】

このように構成された移動部材 4 2 は、駆動部材 7 1 の膨出部 7 1 1 が係合部材 4 0 の一対の挟持部材 5 0 , 5 2 間に移動可能に挟持されることで係合部材 4 0 に組み付けられることになる。すなわち、係合部材 4 0 が図 2 の係合部材 3 0 に対応するものであり、この係合部材 4 0 が駆動部材 7 1 に対して所定の摩擦力で結合され、駆動部 1 2 ' が構成されることになる。

【 0 0 9 0 】

この駆動部 1 2 ' では、駆動回路 1 4 , 1 4 ' から例えば図 4 (a) に示す波形を有する駆動電圧が印加されて圧電素子 6 9 が緩やかに伸長すると、駆動部材 7 1 が静止した状態で支持部材 6 7 が係合部材 4 0 の一方側に移動し、その後に圧電素子 6 9 が急激に縮小すると、支持部材 6 7 が静止した状態で駆動部材 7 1 が挟持部材 5 0 , 5 2 による摩擦력에打ち勝って係合部材 4 0 の一方側に移動する。この繰り返し動作により支持部材 6 7 が移動体 6 5 と共に、係合部材 4 0 の一方側に間欠的に移動することになる。

20

【 0 0 9 1 】

また、駆動回路 1 4 , 1 4 ' から例えば図 4 (b) に示す波形を有する駆動電圧が印加されて圧電素子 6 9 が急激に伸長すると、支持部材 6 7 が静止した状態で駆動部材 7 1 が挟持部材 5 0 , 5 2 による摩擦력에打ち勝って係合部材 4 0 の他方側に移動し、その後に圧電素子 6 9 が緩やかに縮小すると駆動部材 7 1 が静止した状態で支持部材 6 7 が係合部材 4 0 の他方側に移動する。この繰り返し動作により支持部材 6 7 が移動体 6 5 と共に、係合部材 4 0 の他方側に間欠的に移動することになる。

30

【 0 0 9 2 】

以上のように、本発明の実施形態に係る駆動装置 1 0 は、駆動回路 1 4 , 1 4 ' が、圧電素子 2 6 にその一方側から駆動電圧を印加して充電する第 1 の駆動回路と、圧電素子 2 6 にその他方側から駆動電圧を印加して充電する第 2 の駆動回路と、各駆動回路により圧電素子 2 6 に充電された電荷を放電する放電回路とを備え、駆動制御手段は第 1 の駆動回路と第 2 の駆動回路とを交互に駆動させると共に、第 1 の駆動回路の駆動期間と第 2 の駆動回路の駆動期間との間に放電回路を駆動するようにしているので、圧電素子 2 6 を + V p に充電するときも - V p に充電するときにも充電に必要な電荷を供給するだけでよいことから駆動回路の複雑化等を招くことなく、消費電力を可及的に抑制して電池電源で有効に駆動することができるようになる。

40

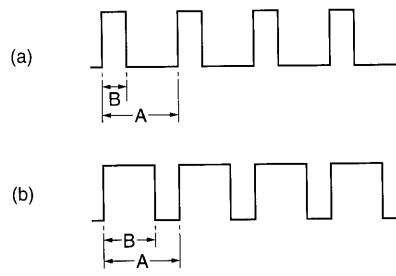
【 0 0 9 3 】

なお、本発明は、上記実施形態のものに限定されるものではなく、種々の変形態様を採用することができる。例えば、図 3 に示す駆動回路 1 4 の場合では、スイッチ素子 Q 2 , Q 4 と大地との間に所定の抵抗値を有する抵抗素子を接続するようにしたり、図 1 1 に示す駆動回路 1 4 ' の場合では、第 5 スイッチ回路 1 5 5 及び第 6 スイッチ回路 1 5 6 を除去する一方、スイッチ素子 Q 2 , Q 4 と大地との間に所定の抵抗値を有する抵抗素子を接続するようにしたりすることができる。

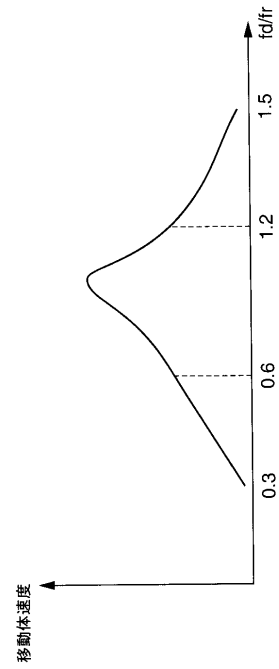
【 符号の説明 】

50

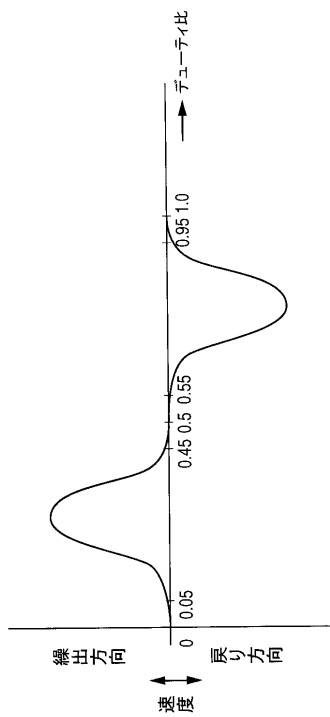
【図 4】



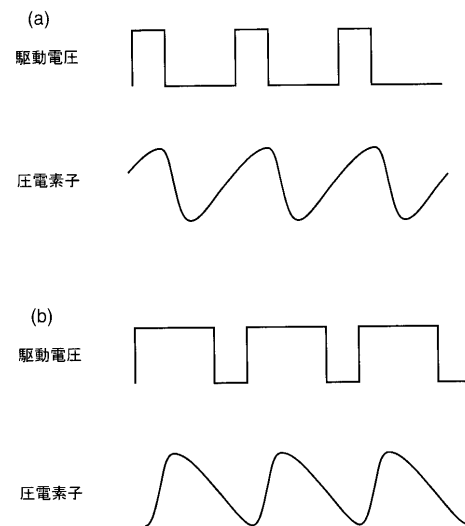
【図 5】



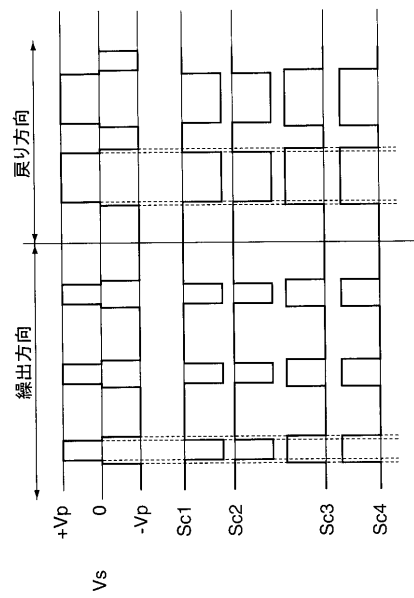
【図 6】



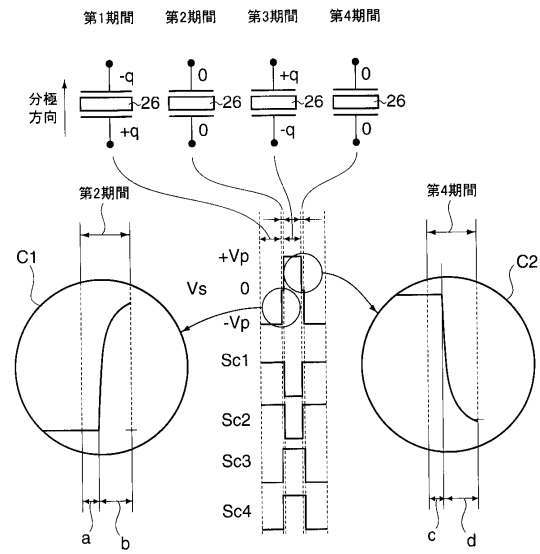
【図 7】



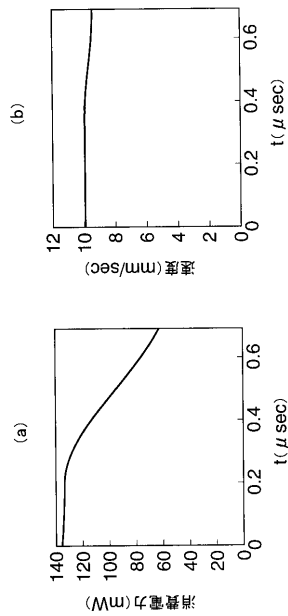
【図 8】



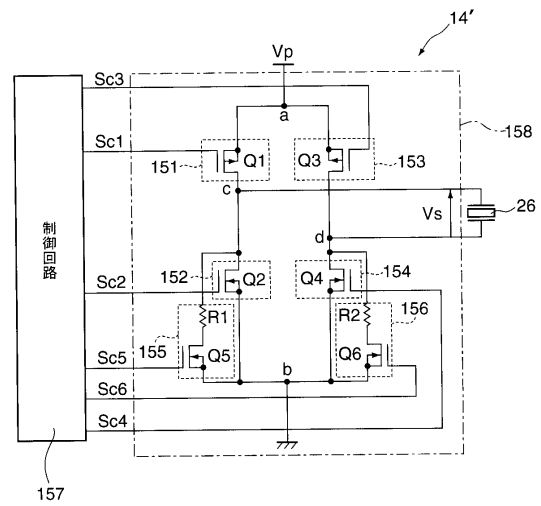
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 中野 治行

東京都八王子市石川町２９７０番地 コニカミノルタオプト株式会社内

審査官 仲村 靖

(56)参考文献 特開平１０－２４８２７７（ＪＰ，Ａ）

特開平１０－０６５２３１（ＪＰ，Ａ）

特開平１１－３４１８４０（ＪＰ，Ａ）

特開平１０－２９０５８８（ＪＰ，Ａ）

特開平１１－１５４０１８（ＪＰ，Ａ）

特開平１１－３５６０７１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

H 0 2 N 2 / 0 0