(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-104014
(P2017-104014A)
(43)公開日　平成29年6月8日(2017.6.8)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H02N	2/14	(2006.01)	H02N	2/14		5H681
H02N	2/06	(2006.01)	H02N	2/06		

審査請求 有　請求項の数 16　ＯＬ　（全 20 頁）

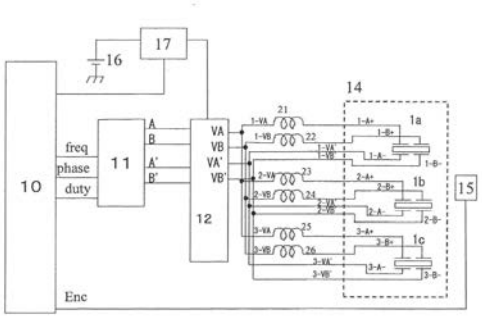
(21)出願番号　特願2017-47596(P2017-47596)
(22)出願日　平成29年3月13日(2017.3.13)
(62)分割の表示　特願2012-257877(P2012-257877)の分割
原出願日　平成24年11月26日(2012.11.26)

(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100126240
弁理士　阿部　琢磨
(74)代理人　100124442
弁理士　黒岩　創吾
(72)発明者　熱田　暁生
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

Ｆターム(参考)　5H681 AA10 BB02 BB13 BB14 BB17 BB20 CC02 DD15 DD34 DD35 DD65 FF25 FF30 FF33

(54)【発明の名称】振動型アクチュエータの駆動装置及び駆動制御方法

(57)【要約】
【課題】　過負荷や振動子特性のバラツキにより速度が急激に低下することを抑制し、所定の周波数範囲で駆動することが可能となる振動型アクチュエータの駆動装置を提供する。
【解決手段】　電気－機械エネルギー変換素子を備え、かつ該電気－機械エネルギー変換素子への電圧の印加により振動する振動子を複数備えた、振動体部と、
前記振動体部における振動子に押圧されて摩擦駆動され、前記振動体部に対して相対移動する被駆動体と、
を有する振動型アクチュエータの、駆動装置であって、
前記複数の振動子を備えた振動体部を駆動する駆動回路と、
前記複数の振動子で消費される消費電力の和を検出する検出手段と、
前記検出手段によって検出された前記消費電力の和に基づいて、駆動周波数を所定の周波数範囲に設定することが可能な駆動周波数設定手段と、を有する。
【選択図】　図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
電気－機械エネルギー変換素子を備え、かつ該電気－機械エネルギー変換素子への電圧の印加により振動する振動子を複数備えた、振動体部と、
前記振動体部における振動子に押圧されて摩擦駆動され、前記振動体部に対して相対移動する被駆動体と、
を有する振動型アクチュエータの、駆動装置であって、
前記複数の振動子を備えた振動体部を駆動する駆動回路と、
前記複数の振動子で消費される消費電力の和を検出する検出手段と、
前記検出手段によって検出された前記消費電力の和に基づいて、駆動周波数を所定の周波数範囲に設定することが可能な駆動周波数設定手段と、
を有することを特徴とする振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項２】
前記駆動周波数設定手段は、前記検出手段によって検出された消費電力の和が予め設定された値を超えている場合、
前記駆動周波数を固定、または前記消費電力の和が前記予め設定された値を超えた時の駆動電圧の周波数より高い周波数に、前記駆動周波数を設定することを特徴とする請求項１に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項３】
前記駆動周波数設定手段は、前記駆動周波数に対する前記検出手段によって検出された消費電力の和の変化率が、予め設定された値を超えている場合、
前記駆動周波数を固定、または前記変化率が前記予め設定された値を超えた時の駆動電圧の周波数より高い周波数に、前記駆動周波数を設定することを特徴とする請求項１または請求項２に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項４】
前記駆動周波数設定手段は、前記駆動周波数に対する前記検出手段によって検出された消費電力の和の変化率の符号が正から負に変わった場合、
前記駆動周波数を固定、または前記変化率の符号が正から負に変わった時の周波数より高い周波数に、前記駆動周波数を設定することを特徴とする請求項３に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項５】
前記駆動周波数設定手段は、前記駆動周波数に対する前記検出手段によって検出された消費電力の和の変化率が増加する傾向の周波数をスタート周波数とし、
駆動速度および前記消費電力が増加する周波数へ周波数を掃引させることを特徴とする請求項３または請求項４に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項６】
前記駆動周波数設定手段は、駆動信号の周波数を、前記所定の周波数範囲に設定することにより、前記駆動速度が急激に低下することもしくは電力が所定量を超えてしまうことを抑制することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項７】
前記複数の振動子で消費される消費電力の和を検出する検出手段は、前記駆動回路の消費電力を検出する手段であることを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項８】
前記駆動周波数設定手段は、前記検出手段によって検出された消費電力の和が、前記予め設定された値を超えるまでは、前記駆動周波数を前回の検出時の駆動周波数より低い値に設定することを特徴とする請求項２乃至７のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。
【請求項９】

前記駆動周波数設定手段は、前記駆動周波数に対する前記検出手段によって検出された消費電力の和の変化率が、前記予め設定された値を超えるまでは、前記駆動周波数を前回の検出時の駆動周波数より低い値に設定することを特徴とする請求項３乃至７のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項１０】

電気－機械エネルギー変換素子への電圧の印加により振動する振動子を複数備えた振動体部と、前記振動体部に押圧されて摩擦駆動される被駆動体と、

を有する振動型アクチュエータの駆動速度または振動の状態により、印加する周波数を変更する振動型アクチュエータの駆動制御方法であって、

前記複数の振動子で消費される消費電力の和を検出し、

前記検出された前記消費電力の和に基づいて、駆動周波数を、所定の周波数範囲内の周波数となるように制御することを特徴とする振動型アクチュエータの駆動制御方法。

【請求項１１】

前記検出された消費電力の和が予め設定された値を超えている場合、駆動周波数を固定、または前記消費電力の和が前記予め設定された値を超えた時の駆動電圧の周波数より高い周波数となるように、駆動周波数を制御することを特徴とする請求項１０に記載の振動型アクチュエータの駆動制御方法。

【請求項１２】

前記駆動周波数に対する前記検出された消費電力の和の変化率が予め設定された値を超えている場合、

前記駆動周波数を固定、または前記消費電力の和が前記予め設定された値を超えた時の駆動電圧の周波数より高い周波数となるように、前記駆動周波数を制御することを特徴とする請求項１１に記載の振動型アクチュエータの駆動制御方法。

【請求項１３】

前記駆動周波数に対する前記検出された消費電力の和の変化率の符号が正から負に変わった場合、

前記駆動周波数を固定、または前記変化率の符号が正から負に変わる時の周波数よりも高い周波数に、駆動周波数を制御することを特徴とする請求項１２に記載の振動型アクチュエータの駆動制御方法。

【請求項１４】

前記駆動周波数に対する前記検出された消費電力の和の変化率が増加する傾向の周波数をスタート周波数とし、前記駆動速度および前記消費電力が増加する周波数へ周波数を掃引させることを特徴とする請求項１２または請求項１３に記載の振動型アクチュエータの駆動制御方法。

【請求項１５】

前記駆動信号の周波数を、前記所定の周波数範囲に設定することにより、駆動速度が急激に低下することもしくは電力が所定量を超えてしまうことを抑制することを特徴とする請求項１０乃至１４のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動制御方法。

【請求項１６】

前記複数の振動子で消費される消費電力の和は、前記駆動回路の消費電力を検出することにより行われることを特徴とする請求項１０乃至１５のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項１７】

前記駆動周波数は、前記検出手段によって検出された消費電力の和が、予め設定された値を超えるまでは、前回の検出時の駆動周波数より低い値になるよう制御されることを特徴とする請求項１１乃至１６のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項１８】

前記駆動周波数は、前記駆動周波数に対する消費電力の和の変化率が、予め設定された値を超えるまでは、前回の検出時の駆動周波数より低い値なるよう制御されることを特徴とする請求項１２乃至１７のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、振動型アクチュエータの駆動装置及び駆動制御方法に関する。
【０００２】
詳しくは、超音波振動子に振動波を生じさせ、この超音波振動子に接触する被駆動体を摩擦力により相対移動させる振動型アクチュエータの駆動装置及び駆動制御方法に関する。
【背景技術】
【０００３】
電気－機械エネルギー変換素子に交流信号を印加することによって振動体に駆動力を得るようにした振動型アクチュエータを用いるカメラ、ビデオなどが発売されている。
【０００４】
振動型アクチュエータの基本的な構成としては、例えば図１０に示すような構成が知られている。
【０００５】
図１１は、従来の振動型アクチュエータの基本的な構成を示す一例を示す外観斜視図である。
【０００６】
図１１に示すように、この振動型アクチュエータの振動子は、矩形の板状に形成された金属材料から成る弾性体４を備え、弾性体４の裏面には圧電素子（電気－機械エネルギー変換素子）５が接合されている。弾性体４の上面の所定位置には、複数の突起部６が設けられている。
【０００７】
この構成によれば、圧電素子５に交流電圧を印加することにより、弾性体４の長辺方向における２次の屈曲振動と、弾性体４の短辺方向における１次の屈曲振動とが同時に発生し、突起部６に楕円運動が励起される。
【０００８】
そして、突起部６に被駆動体７を加圧接触させることにより、被駆動体７を突起部６の楕円運動によって直線的に駆動することができるようになっている。
【０００９】
つまり、突起部６がこの振動子の駆動部として作用する。
【００１０】
このような振動型アクチュエータの構成や駆動原理については、例えば特許文献１などにおいて説明されているので、ここでは詳細な説明は省略する。
【００１１】
ちなみに、振動子は弾性体と圧電素子を張り付けた振動発生部、振動型アクチュエータは加圧接触している被駆動体と振動子が相対移動するための駆動力を発生する部分、振動型モータ装置は上記駆動力部、を少なくとも１つ以上有している。そして、それらの駆動力を被駆動部に与えることにより回転運動もしくは直線運動をさせることが可能となるものである。
【００１２】
図１２は１つの振動型アクチュエータを駆動するためのスィッチング回路の構成図である。
【００１３】
図１２において８は１つの振動子部を模式的に記述したもので、ＶＡ相とＶＡ’相間に電圧を印加し、ＶＢ相とＶＢ’相間にＶＡ相とは位相が異なる電圧を印加することで駆動に必要な２モードを発生させるものである。
【００１４】
図１２の回路動作の詳細を説明する。

【００１５】
スィッチング回路には不図示の発振器部より振動型アクチュエータの共振周波数のパルス信号である第一のパルス信号Ａと第一のパルス信号と同じ周波数で位相が異なる第二の信号Ｂの駆動信号が入力される。それぞれのパルス幅およびパルス信号Ａとパルス信号Ｂの位相差は可変である。
【００１６】
ここでＡ’はパルス信号Ａとは１８０度位相が異なるパルス信号であり、同様にＢ’はパルス信号Ｂと１８０度位相が異なるパルス信号である。
【００１７】
図１２点線部は上記Ａ，Ｂ，Ａ’，Ｂ’パルス信号をモータ電源電圧でスイッチングするスイッチング回路（手段）である。
【００１８】
モータ電源電圧をスイッチング素子５１，５２でスイッチングしてＡのタイミングで電源電圧とＧＮＤ電圧をオンオフさせたＶＡを作成し、インピーダンス素子４１を介して振動型アクチュエータの圧電素子Ａ部の一端（Ａ＋）に、印加する。
【００１９】
そして、スイッチング素子５３，５４により、Ａ’のタイミングで電源電圧とＧＮＤ電圧をオンオフさせたＶＡ’を作成し、振動型アクチュエータの圧電素子Ａ部のもう一端（Ａ－）に入力させて圧電素子Ａ部に振動を発生させる。
【００２０】
同様に圧電素子Ｂ部もモータ電源電圧をスイッチング素子５５，５６でスイッチングしてＢのタイミングで電源電圧とＧＮＤ電圧をオンオフさせたＶＢを作成し、
インピーダンス素子４２を介して振動型アクチュエータの圧電素子Ｂ部の一端（Ｂ＋）に印加する。そして、スィッチング素子５７，５８により、Ｂ’のタイミングで電源電圧とＧＮＤ電圧をオンオフさせたＶＢ’を作成し、
振動型アクチュエータの圧電素子Ｂ部のもう一端（Ｂ－）に入力させて圧電素子Ｂ部に振動を発生させる。
【００２１】
上記インダクタンスは振動型アクチュエータとインピーダンスマッチングさせることで、高電圧に昇圧し、入力電力を増加させることが可能となる。
【００２２】
モータ電源は、例えば安定化電源、電池などである。
【００２３】
図１３は振動型アクチュエータの圧電素子の一部に振動検出部を設けたときの駆動周波数に対する駆動電圧と検出電圧の位相差および速度の関係例を示す図である。
【００２４】
振動型アクチュエータの制御では加圧され摩擦駆動される被駆動体（ここでは移動体）の速度を観測して検出速度が目標速度より低いと周波数を下げて速度を増加させ、検出速度が目標速度より大きいと周波数を低い周波数へ下げるという速度制御を行っている。振動型モータの特性として駆動周波数を下げていくと入力電力が増え、出力も増加する。例えば負荷が一定であれば周波数を下げることで速度が増加していく。よって、ある負荷のときに目標速度になりかつ入力電力もあらかじめ決められた電力を超えないようにモータの出力を決定することで必要な出力を出している。ここで、負荷が想定していた大きさより大きくなるとモータ速度が下がる。
【００２５】
このようなときに目標速度が出るように周波数を下げていくと入力電力が前記設定された許容電力よりも大きくなってしまう現象が発生する。
【００２６】
また、この振動型アクチュエータの特性として、駆動周波数を共振周波数より高い周波数から除々に下げていくと振動が大きくなる共振周波数で最大速度となるが共振周波数を

超えたところで急激に速度が落ちてしまうという現象がある。
【００２７】
上記負荷が想定していた大きさより大きくなってしまったときなどに、この周波数領域で上記速度制御アルゴリズムを用いて制御してしまうと共振周波数を超えて周波数を下げ続けてしまい、電力が必要以上に入ってしまう場合がある。
【００２８】
この現象を回避するため、圧電素子の一部に振動検出部を設け駆動電圧と検出電圧の位相差の特性から上記急激に速度が落ちる周波数より手前で駆動周波数を下げることを停止するという制御を行っている。
【００２９】
図１４は複数の振動子を同一線上に配置したものである。
【００３０】
移動体７は振動子部Ｓ１とＳ２により接触駆動され、直線方向に駆動される。
【００３１】
図１４の形態では上記振動子部を直線上に２ヶ配置している。このように配置することにより、推力が振動子１ヶ当たりに比べ２倍にすることが可能となり、振動子１つで駆動するときよりも大きな出力を発生させることが可能である。
【００３２】
同様に、振動子の数を３ヶにすれば、推力３倍、４ヶにすれば推力４倍というように、このような構成を取ることで、必要な推力に応じて振動子の数を変えることで対応できる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００３３】
【特許文献１】特開２００４－３２０８４６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００３４】
上記複数振動子を用いた振動型モータ装置では振動子が複数となることから、最適な駆動周波数で駆動させる場合、従来例の方法を用いようとすると、それぞれの振動子の駆動電圧と振動検出部からの電圧の位相差を検出する必要がある。そのため信号処理回路も複数必要となり、回路規模が大きくなる。
【００３５】
また、上記位相差検出および信号処理回路を１つにしようと考えた場合、急峻な速度低下が発生する駆動周波数が最も高い１つの振動子を選択するなどの工夫が必要となる。
【００３６】
また、駆動周波数が最も高い振動子を絞りこめたとしても、駆動電圧と検出電圧との位相差特性にもばらつきがあるため、急激な速度低下を避けるためにはかなりの特性マージンが必要となる。
【００３７】
本発明は、上記課題に鑑み、過負荷や振動子特性のバラツキにより速度が急激に低下することを抑制し、所定の周波数範囲で駆動することが可能となる振動型アクチュエータの駆動装置及び駆動制御方法の提供を目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００３８】
本発明の振動型アクチュエータの駆動装置は、
電気－機械エネルギー変換素子を備え、かつ該電気－機械エネルギー変換素子への電圧の印加により振動する振動子を複数備えた、振動体部と、
前記振動体部における振動子に押圧されて摩擦駆動され、前記振動体部に対して相対移動する被駆動体と、

を有する振動型アクチュエータの、駆動装置であって、
前記複数の振動子を備えた振動体部を駆動する駆動回路と、
前記複数の振動子で消費される消費電力の和を検出する検出手段と、
前記検出手段によって検出された前記消費電力の和に基づいて、駆動周波数を所定の周波数範囲に設定することが可能な駆動周波数設定手段と、
を有することを特徴とする。

【００３９】

また、本発明の振動型アクチュエータの駆動制御方法は、電気－機械エネルギー変換素子への電圧の印加により振動する振動子を複数備えた振動体部と、前記振動体部に押圧されて摩擦駆動される被駆動体と、
を有する振動型アクチュエータの駆動速度または振動の状態により、印加する周波数を変更する振動型アクチュエータの駆動制御方法であって、
前記複数の振動子で消費される消費電力の和を検出し、
前記検出された前記消費電力の和に基づいて、駆動周波数を、所定の周波数範囲内の周波数となるように制御することを特徴とする。

【発明の効果】

【００４０】

本発明によれば、過負荷や振動子特性のバラツキにより速度が急激に低下することを抑制し、所定の周波数範囲で駆動することが可能となる振動型アクチュエータの駆動装置及び駆動制御方法を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【００４１】

【図１】本発明の実施例１における振動型アクチュエータの駆動装置の構成例を説明する図。
【図２】本発明の実施例１における振動型アクチュエータの駆動回路の構成例を説明するブロック図。
【図３】本発明の実施例１における振動型アクチュエータの制御回路の電流検出部を説明する図。
【図４】本発明の実施例１におけるアルゴリズムを説明するための周波数ｖｓ電力、モータ速度を示す図。
【図５】本発明の実施例１における振動型アクチュエータの駆動制御方法のアルゴリズムを説明するためのフローチャート図。
【図６】本発明の実施例２における振動型アクチュエータの駆動回路の構成例を説明するブロック図。
【図７】本発明の実施例２におけるアルゴリズムを説明するための周波数ｖｓ電力、モータ速度を示す図。
【図８】本発明の実施例２における振動型アクチュエータの駆動制御方法のアルゴリズムを説明するためのフローチャート図。
【図９】本発明の実施例３におけるアルゴリズムを説明するための周波数ｖｓ電力、モータ速度を示す図。
【図１０】本発明の実施例３における振動型アクチュエータの駆動制御方法のアルゴリズムを説明するためのフローチャート図。
【図１１】従来例における振動型アクチュエータの基本的な構成を示す一例を示す外観斜視図。
【図１２】従来例における１つの振動型アクチュエータを駆動するためのスィッチング回路の構成図。
【図１３】従来例における制御回路の説明をするための周波数ｖｓ電力、モータ速度を示す図。
【図１４】従来例における複数の振動子を同一線上に配置した振動型アクチュエータの構成例を説明する図。

【発明を実施するための形態】
【００４２】
本発明を実施するための形態を、以下の実施例により説明する。
【実施例】
【００４３】
［実施例１］
実施例１として、複数の振動子を同一円周上に配置し、円環形状の被駆動体を回転移動させるタイプの振動型アクチュエータの駆動装置及び駆動制御方法の構成例を、図を用いて説明する。
【００４４】
本実施例の振動型アクチュエータの駆動装置は、
電気－機械エネルギー変換素子に固定され、該電気－機械エネルギー変換素子への電圧の印加により振動する振動子を複数備えた振動体部を有している。
【００４５】
また、前記振動体部における振動子に押圧されて摩擦駆動され、前記振動体部に対して相対移動する被駆動体を有している。
【００４６】
具体的には、図１に示すように、上記振動子部を１ａ、１ｂ、１ｃとし、１２０度間隔で３ヶ配置している。ここでは、被駆動体が回転移動する例を示すが、被駆動体が固定され、振動体部が回転移動してもよい。
【００４７】
リング形状の被駆動体２は不図示のガイドで回転以外の動作はできないようになっている。
【００４８】
このように、３ヶの振動子を用い１つの被駆動体を合成した力で駆動することで、振動子１つで駆動するときの３倍の推力を発生させることが可能である。
【００４９】
図２は、本実施形態における振動型アクチュエータの駆動回路の構成例を説明するブロック図である。
【００５０】
図２において、１４は複数振動子から成る振動型アクチュエータ装置である。
【００５１】
本振動型アクチュエータ装置では、従来振動子１つに対しスィッチング回路も１つであったのに対し、スィッチング回路は１つで、各振動子へインピーダンス素子を介し給電する形をとっている。
【００５２】
１０はマイクロコンピュータなどのコントーロールを司るマイコン部分である。以下、１０をマイコン部と略す。
【００５３】
１１はマイコン部の指令値に応じて振動子の共振周波数のパルス信号である第一のパルス信号Ａと第一のパルス信号と同じ周波数で位相が異なる第二の信号Ｂの駆動信号を発生させる発振器部である。それぞれのパルス幅およびパルス信号Ａとパルス信号Ｂの位相差は可変である。
【００５４】
ここでＡ’はパルス信号Ａと、Ｂ’はパルス信号Ｂと、それぞれ１８０度位相が異なるパルス信号である。
【００５５】
マイコン１０の指令により、駆動周波数、ＡＢの位相差、ＡＢのパルス幅などが設定され上記Ａ，Ｂ，Ａ’，Ｂ’パルス信号が出力される。
【００５６】

１２は、図１２で示したＡ，Ｂ，Ａ’，Ｂ’パルス信号を電源電圧でスイッチングするスイッチング回路（駆動回路）である。

【００５７】

Ａ，Ｂ，Ａ’，Ｂ’パルス信号をモータに印加する電圧パルスＶＡ、ＶＢ，ＶＡ’，ＶＢ’として、ＶＡ，ＶＢはインピーダンス素子を介して振動子の圧電素子の端子Ａ＋および圧電素子の端子Ｂ＋に印加される。

【００５８】

また、ＶＡ’，ＶＢ’はそのまま圧電素子の端子Ａ－および圧電素子の端子Ｂ－に印加される。

【００５９】

上記インピーダンス素子は振動子と圧電素子とインダクタンスでインピーダンスマッチングさせることで、電圧を昇圧し、より多くの入力電力が入りやすいよう構成された回路である。

【００６０】

１６は直流電源であり、例えば安定化電源、電池などである。

【００６１】

複数の振動子部を駆動させる場合、スイッチング回路を振動子部の数分必要とするが、図１の本実施例ではスィッチング回路を一つにし、スィッチング回路出力をそれぞれの振動子用に分岐している。

【００６２】

ここで、ＶＡとＶＢはインピーダンス素子を介して振動子に接続するという形をとっている。

【００６３】

すなわち、本実施例では３つの振動子が配置されているためＶＡ信号が３つに分かれ（１－ＶＡ，２－ＶＡ，３－ＶＡ）インピーダンス素子２１，２３，２５を介して１ａの圧電素子の端子１－Ａ＋、１ｂの圧電素子２－の端子Ａ＋、１ｃの圧電素子３－の端子Ａ＋に印加される。

【００６４】

ＶＡ’信号も同様に３つに分かれ（１－ＶＡ’，２－ＶＡ’，３－ＶＡ’）１ａの圧電素子の端子１－Ａ－、１ｂの圧電素子の端子２－Ａ－、１ｃの圧電素子の端子３－Ａ－に印加される。

【００６５】

ＶＢ信号も同様に３つに分かれ（１－ＶＢ，２－ＶＢ，３－ＶＢ）インピーダンス素子２２，２４，２６を介して１ａの圧電素子の端子Ｂ１－＋、１ｂの圧電素子の端子２－Ｂ＋、１ｃの圧電素子３－の端子Ｂ＋に印加される。ＶＢ’信号も同様に３つに分かれ（１－ＶＢ’，２－ＶＢ’，３－ＶＢ’）１ａの圧電素子の端子１－Ｂ－、１ｂの圧電素子の端子２－Ｂ－、１ｃの圧電素子３－の端子Ｂ－に印加される。

【００６６】

１５は例えばフォトインタラプタとスリット板からなる回転部の回転位置を検出する位置検出手段である。この位置検出手段１５で得られた結果により、回転体の位置および速度情報がマイコン部１０に渡されマイコン部はそれに応じてモータをコントロールする。１７は電力検出回路部（複数の振動子で消費される消費電力の和を検出する手段であり、ここでは、それも含めた駆動回路で消費される消費電力の和を検出する検出手段）であり、スィッチング回路１２で振動型モータ装置を駆動するときの３個の振動子部に印加するトータルの電力を検出し、その値をマイコン部１０に通知する。ここで、検出される電力は電圧と電流の積であり電源電圧が一定値であれば電流値のみでも電力の大きさをモニタすることが可能である。ここでは、複数の振動子に対し共通の駆動回路が設けられているため、電力検出回路部１７は、振動回路で消費される消費電力の和を検出する手段としたが、電力検出回路部は、複数の振動子で消費される消費電力の和を検出する機能を有していればよく、例えば、複数の振動子それぞれの振動子に駆動回路を設けて、それら駆動回

路の消費電力の和を検出する手段でもよい。
【００６７】
図３は上記電力検出回路部である電流検出回路の詳細構成図である。
【００６８】
３１は電流を電圧に変換するためのシャント抵抗、３２は該シャント抵抗間の電圧を検出する差動増幅器であり、この出力Ｉｏｕｔが電流値に比例した電圧値となる。
【００６９】
この出力電圧Ｉｏｕｔは、ＡＤ変換器等を介してマイコン部１０に取り込まれる。３３はインピーダンス素子、３４，３５はコンデンサであり３３～３５でノイズ除去フィルタを構成している。
【００７０】
本フィルタを挿入することで電流波形がきれいになり差動アンプ出力もノイズの少ない信号が得られる。ただし、本フィルタは電流検出回路には必須ではなくノイズが少ない状態では省くことも可能である。
【００７１】
上記回路構成にて３つの振動子部を駆動しかつ電流検出回路１７で、それぞれの振動子部に流れる電流の合計を検出することが可能である。
【００７２】
図４は、アルゴリズムを説明するための周波数ｖｓ電力、モータ速度の関係を示す図である。
【００７３】
図５に本実施例のアルゴリズムを示し、図４を参照しながら動作を説明する。
【００７４】
モータ起動時はマイコン部１０は十分速度の低い周波数ｆｓを設定し、振動子部に交流電圧の印加を開始させる（Ｆ－１１、Ｆ－１２）。
【００７５】
次に、速度検出手段により現在の位置を検出する（Ｆ－１３）。
【００７６】
ここで、位置偏差からＰＩＤ演算した結果をＰＩＤ制御周波数（ｆ＿ｄｒ１）とする（Ｆ－１４）。
【００７７】
上記ＰＩＤ制御周波数を発振器部１１に出力する（Ｆ－１５）。
【００７８】
次に、該電力検出手段１７より３振動子合計の電力を検出する（Ｆ－１６）。
【００７９】
図４では３つの振動子部それぞれの電力としてＭ１電力、Ｍ２電力、Ｍ３電力として記載している。
【００８０】
振動子部の共振周波数の違いなどにより電力特性が周波数によりずれていることがわかる。実際に製造誤差、加圧などの取り付け誤差によりこのような周波数ずれが発生する。
【００８１】
図４の実線はそのときの電力の和の、電力特性を示している。
【００８２】
Ｐ＿Ｌｉｍの値は、Ｍ１～Ｍ３の電力特性が周波数を下げることで低下するようになる手前の値となっている。Ｍ１～Ｍ３電力は、本実施例の効果を分かりやすくするために記載しているが、本実施例で実際に検出しているのは電力の和のみである。
【００８３】
ここで、検出電力値があらかじめ設定されたＰ＿Ｌｉｍよりも大きいか小さいかをマイコン部１０で判断する（Ｆ－１７）。
【００８４】

検出電力Ｐｉ≧Ｐ＿Ｌｉｍとなった場合はその駆動電圧の周波数よりも低い周波数にすると、より電力が大きくなるので駆動周波数を固定もしくはそれより高い周波数（その周波数にプラスαした周波数）にマイコン部（駆動周波数設定手段）１０によって設定する（Ｆ－１８）。

【００８５】

なお、駆動周波数を、検出電力Ｐｉ≧Ｐ＿Ｌｉｍとなった瞬間の駆動周波数に固定すると時間経過すると、オーバーシュートなどにより更にＰｉ≧Ｐ＿Ｌｉｍになるケースがある。プラスαの値は、それを避けるための周波数シフト量であり、上記オーバーシュートがあってもＰｉ≧Ｐ＿Ｌｉｍにならないようにするシフト量が設定される。

【００８６】

なお、駆動周波数設定手段１０は、検出電力ＰｉがＰ＿Ｌｉｍとなるまで、駆動周波数を、前回の検出時の駆動周波数より低い値に設定するように構成してもよい。

【００８７】

このようにＦ－１６～Ｆ－１８の動作を入れることにより電力の和がある値（所定量）以上になることを防ぐことが可能である。

【００８８】

また、Ｐ＿Ｌｉｍの値は前記急激に速度が低下する周波数での電力よりも小さい値に設定するため、この動作を入れることで駆動速度が急激に低下することを抑制し、所定の周波数範囲内の周波数での駆動を可能とすることができる。

【００８９】

電力がＰ＿Ｌｉｍよりも小さいときは前記設定された制御周波数ｆ＿ｄｒ１をｆ＿ｄｒに設定して駆動し、位置検出後、目標位置に到達しているか否かを検出する（Ｆ－１９、Ｆ－２０）。

【００９０】

目標位置に到達していなければＦ－１４に戻りモータ制御を繰り返す。

【００９１】

そして、目標位置に到達したときにモータを停止させる（Ｆ－２１）。

【００９２】

このように本実施例は周波数に対する３つの振動子部の電力の和を検出し、あらかじめ設定された電力の制限値Ｐ＿Ｌｉｍを超えないように制御することで電力が大きくなることを防ぐことができる。更には、速度が急峻に低下する周波数領域に駆動周波数が行かないように駆動周波数をコントロールすることも可能となる。

【００９３】

ここで、あらかじめ設定された電力の制限値Ｐ＿Ｌｉｍは３つの振動子部の共振周波数のばらつきも考慮してどの振動子部も電力が入りすぎることが無いような値に設定する必要がある。

【００９４】

本実施例では　振動子が３ヶのときの説明をしているが、本提案は振動子が複数であれば同様にして実施することが可能である。

【００９５】

［実施例２］

実施例２として、実施例１とは異なる形態の振動型アクチュエータの駆動装置及び駆動制御方法の構成例を、図６を用いて説明する。

【００９６】

図６は、本実施例における振動型アクチュエータの駆動回路の構成例を説明するブロック図である。

【００９７】

実施例１ではスイッチング回路とインピーダンス素子の間で３つの振動子に配線が分岐されたのに対し、実施例２ではインピーダンス素子２１，２２と振動子部との間で配線が分岐されている。

【００９８】
実施例１のようにスイッチング回路とインピーダンス素子の間で分岐させた場合、それぞれの振動子の共振周波数がずれていて、１つの振動子部からの速度が低下しても残りの振動子部は正常に駆動される。
【００９９】
本実施例のようにインピーダンス素子２１，２２と振動子との間で配線が分岐される場合１つの振動子部の駆動周波数が共振周波数より低くなってしまった場合、インピーダンス特性が変わり他の振動子部への印加電圧も変化してしまうという問題がある。そのため、インピーダンス素子をそれぞれの振動子部（合計６ヶ）に接続していた。
【０１００】
本実施例では電力特性の変化点を抑えることで、インピーダンス素子を共有しても振動子部の特性が落ちないように周波数を制御するアルゴリズムとし、２ヶのインピーダンス素子にする構成を可能としている。
【０１０１】
図７は、本実施例の制御アルゴリズムを説明するための周波数ｖｓ速度、電力を示す図である。
【０１０２】
本実施例では、駆動周波数の下限値を決めるための指標として駆動周波数における電力の和の変化率（傾き）を算出している。
【０１０３】
図８は本実施例のアルゴリズムを示す図である。
【０１０４】
図８に本実施例のフローを示し　図７を参照しながら動作を説明する。
【０１０５】
図７では、実施例１と同様に　実際には検出されていない振動子部個々の電力もグラフ上にプロットしている。
【０１０６】
ここで、振動子部個々の電力は実施例１のときに比べ共振周波数がばらつき、個々の電力最大になる周波数がずれている場合をを示している。
【０１０７】
図８のアルゴリズムにおいて、Ｆ－１６～Ｆ－１８以外は実施例１と同様な動作である。
【０１０８】
起動時、高い周波数ｆｓに駆動周波数を設定し動作させる（Ｆ－１１、Ｆ－２０）。
【０１０９】
実施例１と同様、駆動周波数設定手段は、速度制御動作により制御周波数（駆動周波数）を変更しながら電力の和の傾き（制御周波数に対する電力の和の変化率）も検出し目標速度に達していなければ周波数を高い側から下げていく動作を続ける（ｆ－１３～ｆ－２０）。
【０１１０】
上記動作中に検出電力の傾き値（制御周波数に対する検出電力の変化率）があらかじめ設定されたＫ＿Ｌｉｍよりも大きいか小さいか判断する（Ｆ－２２、Ｆ－２３）。
【０１１１】
周波数に対する検出電力の変化率≧Ｋ＿Ｌｉｍとなった場合はその周波数よりも低い周波数にすると、より電力が大きくなり、且つ、ある振動型モータの急激に速度低下する周波数になってしまう。そのため、そのようにならないように駆動周波数を固定もしくはそれより高い周波数（その周波数にプラスαした周波数）に設定する（Ｆ－２４）。
【０１１２】
なお、駆動周波数を、周波数に対する検出電力の変化率≧Ｋ＿Ｌｉｍとなった瞬間の駆動周波数に固定すると、時間経過するとオーバーシュートなどにより、更に周波数に対す

る検出電力の変化率≧Ｋ＿Ｌｉｍになるケースがある。プラスαの値は、それをを避けるための周波数シフト量である。上記オーバーシュートがあっても周波数に対する検出電力の変化率≧Ｋ＿Ｌｉｍにならないようにするシフト量が設定される。

【０１１３】

上記周波数に対する検出電力の変化率がＫ＿Ｌｉｍを超える動作がない範囲であれば駆動周波数ｆ＿ｄｒは速度制御による制御周波数ｆ＿ｄｒ１になる状態を繰り返す速度制御ループとして動作するのでモータ停止の指令が来るまでは通常の速度制御での動作を繰り返す。

【０１１４】

そして、目標位置に到達したときにモータ停止させる（Ｆ－２１）。

【０１１５】

［実施例３］

実施例３として、周波数に対する検出された消費電力の和の変化率の符号を検出し、該符号が正から負に変わった周波数よりも低い周波数にならないように駆動周波数を設定するようにした構成例、

及び、周波数に対する検出された消費電力の和の変化率が増加する傾向の周波数をスタート周波数とし、前記駆動速度および前記消費電力が増加する周波数へ周波数を掃引させるようにした構成例について説明する。

【０１１６】

図９は、本実施例の制御アルゴリズムを説明するための周波数ｖｓ速度、電力および電力の和とその変化率、変化率の符号を示す図である。

【０１１７】

本実施例は、周波数の下限値を決めるための指標として電力の和の変化率の符号を算出して用いるようにされている。

【０１１８】

実施例２のように電力の和の変化率の値で動作周波数を決定する場合、あらかじめリミットとする値Ｋ＿Ｌｉｍを決定しておく必要があるのに対し本実施例では電力の和の変化率の符号を検出するようにするため、上記Ｋ＿Ｌｉｍを設定するための測定が不要となり、アルゴリズムを簡単にすることが可能である。

【０１１９】

Ｋの値は実施例２と同様に電力の和の変化率であり、Ｆの値は電力の和の符号を示している。Ｆの値がＨｉであるときは電力の和の変化率がプラスであり、Ｆの値がＬｏである時は電力の和の変化率がマイナスであることを示している。

【０１２０】

図１０は本実施例のアルゴリズムを示す図である。

【０１２１】

図１０に本実施例のフローを示し図９を参照しながら動作を説明する。

【０１２２】

図９でも実施例１と同様に実際には検出されていない振動子部個々の電力もグラフ上にプロットしている。

【０１２３】

図１０のアルゴリズムにおいてＦ－２５～Ｆ－２７以外は、実施例２と同様な動作である。

【０１２４】

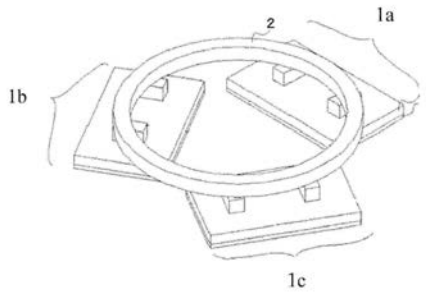
起動時、高い周波数ｆｓに駆動周波数を設定し動作させる（Ｆ－１１、Ｆ－１２）。

【０１２５】

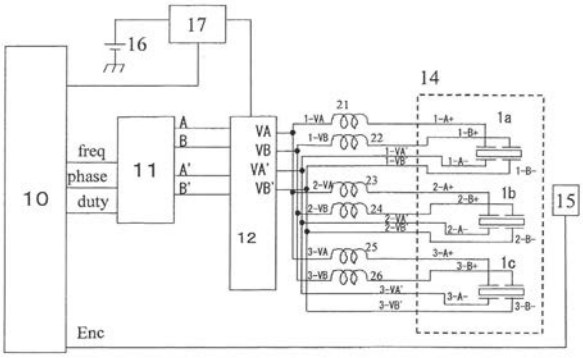
実施例１と同様速度制御動作により制御周波数（駆動周波数）を変更しながら、周波数に対する電力の和の変化率（傾き）の符号を検出し符号がプラスであれば、駆動周波数設定手段は、周波数を高い側から下げていく動作を続ける。上記動作中に周波数に対する電力の和の変化率（傾き）の符号を検出する（Ｆ－２５）。

【０１２６】
周波数に対する電力の和の変化率（傾き）の符号がマイナスになったとき、どれかの振動型モータの電力が落ち始めた（共振周波数を超えてしまった）ことがわかり、それ以上周波数を下げるのを停止もしくはプラスαの周波数にもどす動作を行う（Ｆ－２７）。
【０１２７】
ちなみに、図９からもわかるように実施例３において周波数に対する電力の和の変化率（傾き）の符号がマイナスになった周波数よりも下げてしまうとどれかのモータの速度が急峻に低下する周波数領域になり振動型モータが停止してしまう。
【０１２８】
この周波数領域では周波数を下げていっても振動型モータの速度が上がらないため、速度制御ループが正常にならず、速度制御ができなくなってしまう。
【０１２９】
上記周波数に対する検出電力の変化率がＫ＿Ｌｉｍを超える動作がない範囲であれば駆動周波数ｆ＿ｄｒは速度制御による制御周波数ｆ＿ｄｒ１になりそれを繰り返す速度制御ループとして動作するのでモータ停止の指令が来るまでは通常の速度制御での動作となる。そして、目標位置に到達したときにモータ停止させる（Ｆ－２１）。
【０１３０】
以上で説明してきたように、複数の振動子部からなる振動型モータにおいて、その電力の和を検出し、電力値の大きさ、変化率、変化率の符号を基に駆動周波数を決定することで、振動子にばらつきがあっても確実に性能が満足できる周波数領域で駆動することが可能である。
【０１３１】
以上のように値振動子部を複数有し、１つの被駆動体を駆動させる振動型モータは小型で配置が簡単であるという長所より、カメラ、ビデオなど様々な装置に展開されつつある。そのような振動型モータにおいて複数の振動子の駆動制御を検出電力の和を用いることにより、簡単な回路構成で安定した駆動ができる振動型モータの駆動回路を提供することが可能である。
【符号の説明】
【０１３２】
１ａ、１ｂ、１ｃ：振動子
２：円環型移動体
１０：マイコン部
１１：発振器
１２：スィッチング回路
１４：振動型アクチュエータ
１５：位置検出手段
１６：直流電源
１７：電力検出部
２１～２６：インピーダンス素子

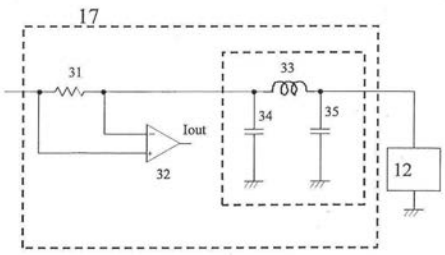
【図１】


2
1a
1b
1c

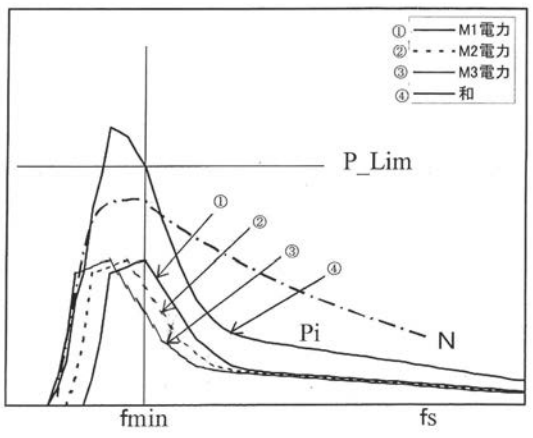
【図２】


17
16
14
10
11
12
15
freq
phase
duty
A
B
A'
B'
VA
VB
VA'
VB'
1-VA
1-VB
2-VA
2-VB
3-VA
3-VB
21
22
23
24
25
26
1a
1b
1c
1-A+
1-B+
1-A-
1-B-
2-A+
2-B+
2-A-
2-B-
3-A+
3-B+
3-A-
3-B-
Enc

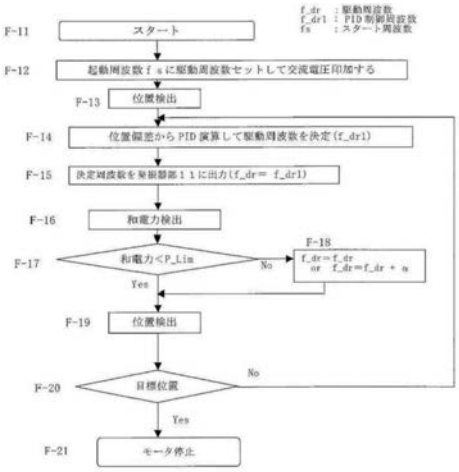
【図３】


17
31
33
34
35
Iout
32
12

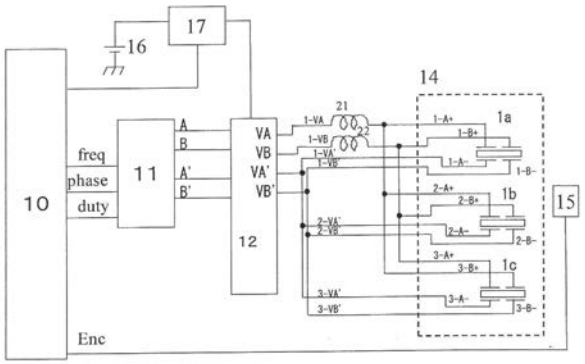
【図４】


①——M1電力
②- - - M2電力
③——M3電力
④——和
P_Lim
①
②
③
④
Pi
N
fmin
fs

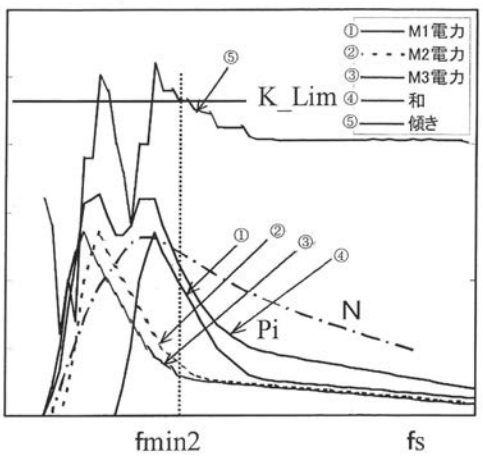
【図５】


f_dr ：駆動周波数
f_dr1 ：PID制御周波数
fs ：スタート周波数
F-11
スタート
F-12
起動周波数ｆｓに駆動周波数セットして交流電圧印加する
F-13
位置検出
F-14
位置偏差からPID演算して駆動周波数を決定(f_dr1)
F-15
決定周波数を発振部１１に出力(f_dr= f_dr1)
F-16
和電力検出
F-17
和電力<P_Lim
No
F-18
f_dr=f_dr
or f_dr=f_dr + α
Yes
F-19
位置検出
F-20
目標位置
No
Yes
F-21
モータ停止

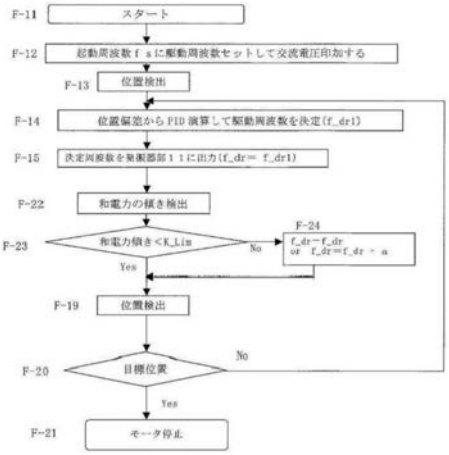
【図６】


17
16
14
21
22
10
freq
phase
duty
11
A
B
A'
B'
VA
VB
VA'
VB'
12
1-VA
1-VB
1-VA'
1-VB'
1a
1-A+
1-B+
1-A-
1-B-
1b
2-A+
2-B+
2-A-
2-B-
1c
3-A+
3-B+
3-A-
3-B-
15
Enc

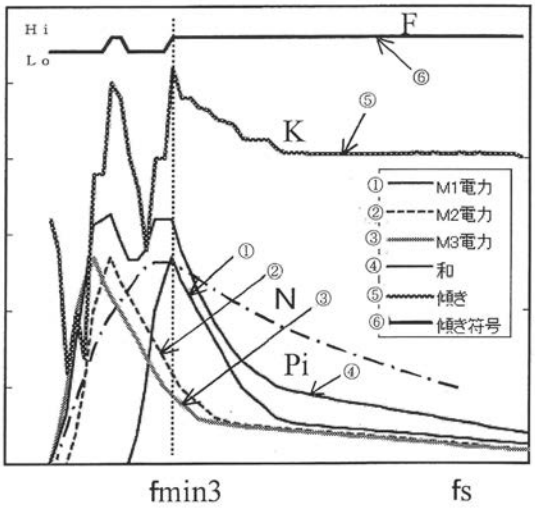
【図７】


①——M1電力
②- - -M2電力
③——M3電力
④——和
⑤——傾き
K_Lim
⑤
①
②
③
④
N
Pi
fmin2
fs

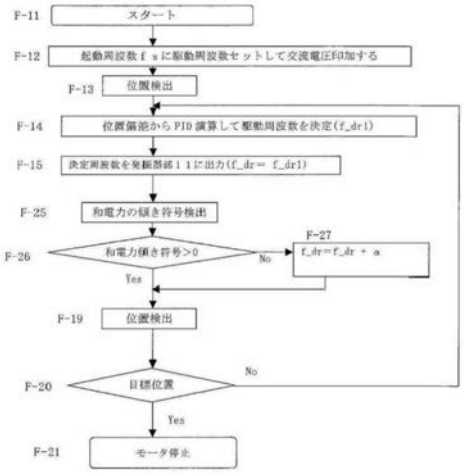
【図８】


F-11
スタート
F-12
起動周波数ｆｓに駆動周波数セットして交流電圧印加する
F-13
位置検出
F-14
位置偏差からPID演算して駆動周波数を決定(f_dr1)
F-15
決定周波数を発振部１１に出力(f_dr= f_dr1)
F-22
和電力の傾き検出
F-23
和電力傾き<K_Lim
No
F-24
f_dr=f_dr
or f_dr=f_dr + α
Yes
F-19
位置検出
F-20
目標位置
No
Yes
F-21
モータ停止

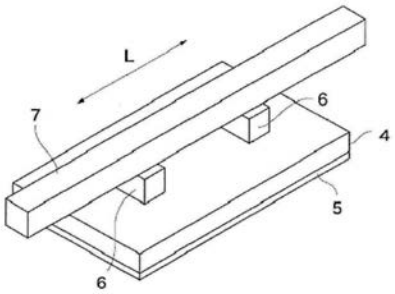
【図９】



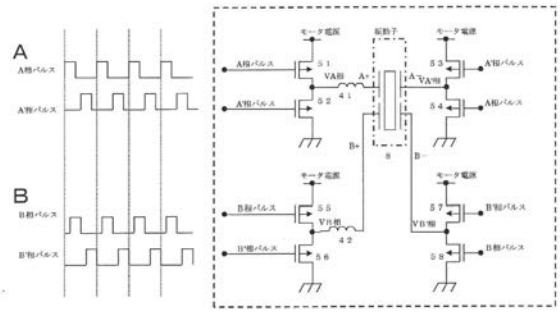
【図１０】



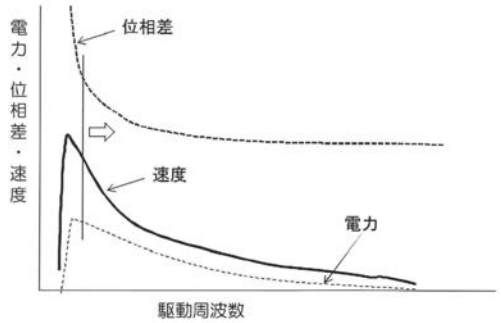
【図１１】



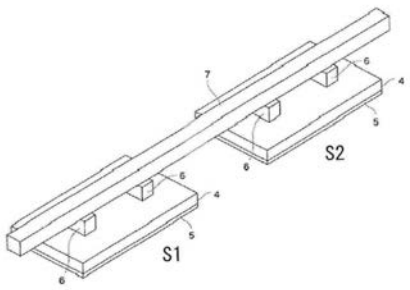
【図１２】



【図１３】



【図１４】



【手続補正書】
【提出日】平成29年4月10日(2017.4.10)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の振動子を有し前記複数の振動子と被駆動体とを相対移動させる振動型アクチュエータの、駆動装置であって、
前記複数の振動子に流れる電流の和を検出する検出手段と、
前記検出手段の検出結果に基づいて、前記複数の振動子の駆動周波数を設定する駆動周波数設定手段と、を有する
ことを特徴とする駆動装置。
【請求項２】
前記駆動周波数設定手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記駆動周波数を、固定する、又は、より高い周波数に変更する
ことを特徴とする請求項１に記載の駆動装置。
【請求項３】
前記複数の振動子の共振周波数は、互いに異なる
ことを特徴とする請求項１又は２に記載の駆動装置。
【請求項４】
前記駆動周波数設定手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記複数の振動子の共振周波数のうち最も高い共振周波数よりも低くならないように前記駆動周波数を設定す

る
ことを特徴とする請求項３に記載の駆動装置。
【請求項５】
前記複数の振動子に電圧を印加する駆動回路を有し、
前記複数の振動子は、第１の振動子と第２の振動子とを有し、
前記駆動回路は、前記第１の振動子及び前記第２の振動子に対して共通に設けられている
ことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の駆動装置。
【請求項６】
前記複数の振動子に電圧を印加する駆動回路を有し、
前記複数の振動子は、第１の振動子と第２の振動子とを有し、
前記駆動回路は、前記第１の振動子を駆動する第１の駆動回路と、前記第２の振動子を駆動する第２の駆動回路と、を有する
ことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の駆動装置。
【請求項７】
前記複数の振動子と前記駆動回路との間に、且つ、前記第１の振動子及び前記第２の振動子に対して共通に、設けられているインピーダンス素子を有する
ことを特徴とする請求項５に記載の駆動装置。
【請求項８】
前記第１の振動子と前記駆動回路との間に設けられている第１のインピーダンス素子と、前記第２の振動子と前記駆動回路との間に設けられている第２のインピーダンス素子と、を有する
ことを特徴とする請求項５に記載の駆動装置。
【請求項９】
前記検出手段は、前記電流の和の大きさ、前記電流の和の変化率の大きさ、又は、前記電流の和の変化率の符号を検出する
ことを特徴とする請求項１乃至８のいずれか１項に記載の駆動装置。
【請求項１０】
前記検出手段は、検出する信号のノイズを低減するフィルタを有する
ことを特徴とする請求項１乃至９のいずれか１項に記載の駆動装置。
【請求項１１】
複数の振動子を有し前記複数の振動子と被駆動体とを相対移動させる振動型アクチュエータと、前記振動型アクチュエータを駆動する請求項１乃至１０のいずれか１項に記載の駆動装置と、を有する
ことを特徴とする振動型アクチュエータユニット。
【請求項１２】
複数の振動子を有し前記複数の振動子と被駆動体とを相対移動させる振動型アクチュエータと、前記振動型アクチュエータを駆動する駆動装置と、を有する振動型アクチュエータユニットであって、
前記駆動装置は、
前記複数の振動子で消費される消費電力の和を検出する検出手段と、
前記検出手段の検出結果に基づいて、前記複数の振動子の駆動周波数を設定する駆動周波数設定手段と、を有する
ことを特徴とする振動型アクチュエータユニット。
【請求項１３】
前記検出手段は、前記複数の振動子に流れる電流の和を検出する
ことを特徴とする請求項１２に記載の振動型アクチュエータユニット。
【請求項１４】
請求項１１乃至１３のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータユニットを有する
ことを特徴とするカメラ。

【請求項１５】
請求項１１乃至１３のいずれか１項に記載の振動型アクチュエータユニットを有する
ことを特徴とするビデオ。
【請求項１６】
複数の振動子を有し前記複数の振動子と被駆動体とを相対移動させる振動型アクチュエータの、制御方法であって、
前記複数の振動子に流れる電流の和を検出する検出工程と、
前記検出工程の検出結果に基づいて、前記複数の振動子の駆動周波数を設定する駆動周波数設定工程と、を有する
ことを特徴とする制御方法。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３８】
本発明の駆動装置は、複数の振動子を有し前記複数の振動子と被駆動体とを相対移動させる振動型アクチュエータの、駆動装置であって、前記複数の振動子に流れる電流の和を検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記複数の振動子の駆動周波数を設定する駆動周波数設定手段と、を有することを特徴とする。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３９】
また、本発明の制御方法は、複数の振動子を有し前記複数の振動子と被駆動体とを相対移動させる振動型アクチュエータの、制御方法であって、前記複数の振動子に流れる電流の和を検出する検出工程と、前記検出工程の検出結果に基づいて、前記複数の振動子の駆動周波数を設定する駆動周波数設定工程と、を有することを特徴とする。