

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5645489号
(P5645489)

(45) 発行日 平成26年12月24日(2014.12.24)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int. Cl. F I
 HO2N 2/00 (2006.01) HO2N 2/00 C
 GO2B 7/04 (2006.01) GO2B 7/04 E

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2010-132134 (P2010-132134)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成22年6月9日(2010.6.9)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2011-259618 (P2011-259618A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成23年12月22日(2011.12.22)	(72) 発明者	内山 実 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
審査請求日	平成25年6月6日(2013.6.6)	審査官	宮地 将斗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の振動子を用いた振動型アクチュエータの制御装置並びに調整方法、振動型アクチュエータ、及びそれを用いたレンズユニット並びに光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の振動子によって1つの被駆動体を移動させる振動型アクチュエータの各々の振動子に、位相差を有する2つの交流信号を供給し、前記位相差を固定して前記2つの交流信号の周波数を変更する周波数制御と、前記2つの交流信号の周波数を固定して前記位相差を変更する位相差制御を組み合わせ、前記振動型アクチュエータを制御する制御装置において、

前記制御装置は、第1の速度領域では前記位相差制御により前記振動型アクチュエータの制御を行い、前記第1の速度領域よりも高速側の第2の速度領域では前記周波数制御により前記アクチュエータの制御を行い、

前記複数の振動子のうち1つの振動子を進行波駆動させ、その他の振動子を定在波駆動させた状態で、

前記制御装置は、前記周波数制御が行われているときの前記被駆動体の速度に関する情報を取得し、該速度に関する情報を取得した際に進行波駆動させた振動子に供給された交流信号の周波数に基づいて該周波数に対する前記被駆動体の速度の周波数特性を取得し、前記位相差制御が行われているときの前記被駆動体の速度に関する情報を取得し、該速度に関する情報を取得した際に進行波駆動させた振動子に供給された2つの信号の間の位相差に基づいて該位相差に対する前記被駆動体の速度の位相差特性を取得し、

前記制御装置は、前記取得された位相差特性に基づいて前記複数の振動子間の前記位相差特性のずれを低減し、前記取得された周波数特性に基づいて前記複数の振動子間の前記

周波数特性のずれを低減することを特徴とする制御装置。

【請求項 2】

進行波駆動させる振動子を変更しながら前記被駆動体の前記周波数特性及び前記位相差特性を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記複数の振動子のうち最大速度が最も遅い特性を有する振動子に対して、その他の振動子を調整することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記複数の振動子のうち使用周波数領域における最大速度が最も遅い特性を有する振動子に対して、その他の振動子を調整することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

10

【請求項 5】

1 つの被駆動体と、
前記被駆動体を移動させる複数の振動子と、
前記複数の振動子の各々の振動子に 2 つの交流信号を供給する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の制御装置と、
を有することを特徴とする振動型アクチュエータ。

【請求項 6】

カメラユニットに装着されるレンズユニットにおいて、
請求項 5 に記載の振動型アクチュエータによって前記レンズユニットに含まれるレンズを移動させることを特徴とするレンズユニット。

20

【請求項 7】

撮像素子と、
前記撮像素子に光を導くレンズユニットと、
前記レンズユニットに含まれるレンズを移動させる請求項 5 に記載の振動型アクチュエータと、
を有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の振動子を用いて 1 つの被駆動体を動作させる振動型アクチュエータの制御装置並びに調整方法に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

従来、所定の質点に楕円運動を生じさせて、被駆動体を駆動する振動型アクチュエータが知られている。

【0003】

振動型アクチュエータは低騒音、高トルク駆動特性の特徴がある。この特性を生かして、レンズ鏡筒等に円形のスライダを複数の振動子で駆動する振動型アクチュエータを用いることが提案されている。

40

【0004】

しかしながら、個々の振動子の特性にバラツキがあると、所望のトルクが得られない場合や、駆動特性に影響が出てしまう場合がある。そのため、個々の振動子の特性を調整する必要がある。

【0005】

複数の振動型アクチュエータの特性を調整するものとして特許文献 1 や特許文献 2 がある。

【0006】

特許文献 1 は、複数の振動型アクチュエータの共振周波数を合わせるために、ロータとステータの加圧を調節可能にする構成を開示している。

50

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 は、複数の振動型アクチュエータの出力差を検出し、それによって複数の振動型アクチュエータの特性を調節することを開示している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 - 2 2 7 6 6 9 号公報

【 特許文献 2 】 特許第 3 2 4 8 5 4 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 および 2 は、いずれも 1 つのロータを 1 つのステータで駆動するものであるため、振動型アクチュエータの個々の特性を測定することは、さほど困難なことではないと考えられる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、1 つのスライダを複数の振動子で駆動する構成では、1 つの振動子を駆動しただけでは、トルク不足によりスライダ部を駆動できず、個々の振動子の特性を測定できない場合がある。そのため、組み込む前に個々の振動子の特性を調整しておく必要があるが、1 つ 1 つ調整してから組み込んでいくのは大変な作業である。

【 0 0 1 1 】

20

そこで、本発明は 1 つの被駆動体を複数の振動子で駆動する振動型アクチュエータにおいて、振動子を組み込んだ後でも個々の振動子の特性を調整可能にする制御装置および調整方法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 2 】

本発明は、複数の振動子によって 1 つの被駆動体を移動させる振動型アクチュエータの各々の振動子に、位相差を有する 2 つの交流信号を供給し、前記位相差を固定して前記 2 つの交流信号の周波数を変更する周波数制御と、前記 2 つの交流信号の周波数を固定して前記位相差を変更する位相差制御を組み合わせ、前記振動型アクチュエータを制御する制御装置において、前記制御装置は、第 1 の速度領域では前記位相差制御により前記振動型アクチュエータの制御を行い、前記第 1 の速度領域よりも高速側の第 2 の速度領域では前記周波数制御により前記アクチュエータの制御を行い、前記複数の振動子のうち 1 つの振動子を進行波駆動させ、その他の振動子を定在波駆動させた状態で、前記制御装置は、前記周波数制御が行われているときの前記被駆動体の速度に関する情報を取得し、該速度に関する情報を取得した際に進行波駆動させた振動子に供給された交流信号の周波数に基づいて該周波数に対する前記被駆動体の速度の周波数特性を取得し、前記位相差制御が行われているときの前記被駆動体の速度に関する情報を取得し、該速度に関する情報を取得した際に進行波駆動させた振動子に供給された 2 つの信号の間の位相差に基づいて該位相差に対する前記被駆動体の速度の位相差特性を取得し、前記制御装置は、前記取得された位相差特性に基づいて前記複数の振動子間の前記位相差特性のずれを低減し、前記取得された周波数特性に基づいて前記複数の振動子間の前記周波数特性のずれを低減することを特徴とする。

30

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、1 つの被駆動体を複数の振動子で駆動する振動型アクチュエータにおいて、振動子を組み込んだ後でも個々の振動子の特性を調整する制御装置および調整方法を提供することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本実施形態における鏡筒の投射図

50

【図 2】振動型アクチュエータの構成図

【図 3】振動子の模式図

【図 4】振動子の位相、周波数に対する速度の関係図

【図 5】本実施形態における振動型アクチュエータの駆動ブロック図

【図 6】本実施形態のフローチャート図

【図 7】3つの振動子の位相 90°時のそれぞれの周波数に対する速度の関係と補正図

【図 8】3つの振動子の位相 90°時のそれぞれの周波数に対する速度の関係と補正図

【図 9】本実施形態における振動型アクチュエータの別の駆動ブロック図

【図 10】レンズ交換式カメラを表す図

【発明を実施するための形態】

10

【0016】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を記述する。

【0017】

図 1 は、本実施形態におけるレンズ鏡筒の投射図である。固定鏡筒 101 とその内部にはカム溝が彫られた筒状のカム環があり、その内部にレンズや絞りなどの光学部材が配置されている。カム環は、スライダ 102 と連結されている。スライダ 102 には、光軸同心円状を回転できるように各種メカ部材が配置されている。スライダ 102 が振動子 103、104、105 と触れ合うことにより、同心円方向に回転することで各種光学部材がカム溝によって光軸方向に移動することができる。また、スライダ 102 の回転量を測定するための回転位置検出センサー 106 が、後部から他の支持部材、回転補助部材と共に付けられている。回転位置検出センサー 106 はスライダの位置を検出するものであり、例えば、リニアスケールやエンコーダにて構成される。

20

【0018】

図 2 は振動型アクチュエータの構成図であり、図 1 に記載のスライダ 102、振動子 103、104、105 を有する。スライダ 102 が複数の振動子 103、104、105 との作用によって回転する。回転位置検出センサー 106 は、その回転によるスライダ 102 の回転位置を検出する。

【0019】

図 3 は、振動子 103、104、105 の構成を示す図である。各振動子は、矩形の板状に形成された金属材質からなる弾性体 202 を備え、弾性体 202 の裏面には圧電素子（電気機械エネルギー変換素子）203 が接合されている。弾性体 202 の上面の所定位置には、複数の突起部 204 が設けられている。そして、圧電素子 203 に 2 つの交流電圧を印加することにより、弾性体 202 の長辺方向における 2 次の屈曲振動と、弾性体 202 の短辺方向における 1 次の屈曲振動とを同時に発生させる。これにより、突起部 204 に楕円運動が励起される。そして、突起部 204 にスライダ 102 を加圧接触させることで、各振動子はスライダ 102 を概直線的に駆動させる。つまり、各振動子と被駆動体とによって直動の振動型アクチュエータが構成されている。そして、図 2 のように振動子 103、104、105 を配置することで、スライダ 102 を回転させることができる。スライダ 102 の加圧には、スライダ 102 を磁化させることで、各振動子の金属素材との間に発生する磁気吸引力を用いている。

30

40

【0020】

振動子の突起部の楕円運動は、圧電素子に 2 つの交流信号をかけることによって発生させる。この 2 つの交流信号の位相差と周波数によって楕円運動が変化し、その変化によってスライダ 102 の移動速度は変わる。

【0021】

図 4 は、この交流信号の周波数を横軸、縦軸にスライダ 102 の移動速度を取り、2 つの交流信号の位相差を 10°、30°、50°、70°、90°まで変化させた時のグラフである。

【0022】

交流信号の周波数をある周波数から下げていくと、スライダ 102 の速度が上がり、

50

ある周波数（一般に共振周波数と呼ばれる）を頂点として速度が下がる。また位相差を上げていくと速度は増加し、 90° より大きくなると減少に転じる。また位相差が 0° からマイナス方向になるとスライダ102の進行方向が逆になり、 -90° まで同様に逆方向での速度が増加する。

【0023】

また、交流信号の振幅を増加させると速度が増加し、下げると速度は下がる特性を持つ。つまり、交流信号の振幅（電圧）を変更することでも速度を制御することができる。

【0024】

つまり、振動型アクチュエータは、圧電素子に印加する2つの交流信号の周波数を変化させることによって速度制御を行うことが可能であり、交流信号の位相差を変化させることでも速度制御を行うことが可能である。

10

【0025】

このような、周波数や振幅、位相差に対する速度の特性は、振動子の形状や加圧量の違いなどによって振動子ごとに違いがある。

【0026】

つまり、図2のように振動子を3つ配置した場合、メカガタや寸法誤差やスライダ102の着磁量の違いによって振動子の特性が異なってしまう。加圧のばらつきを防ぐために振動子を不図の板バネによって均一になるようにしているが、それでも振動子の特性を均一にすることは難しい。

【0027】

次に、図5を用いて、振動型アクチュエータの駆動動作について説明する。

20

【0028】

マイコン404で各振動子の制御信号が生成され、モータドライバ401、402、403に送られる。また、マイコン404から各振動子の電圧情報が電圧調整装置405に送られ、各振動子の電圧信号を生成する。モータドライバ401、402、403では、マイコン404で生成された制御信号と電圧調整装置405で生成された電圧信号により適切な交流信号が作り出され、各振動子に供給される。一般にはマイコン内でPWM信号を生成し、電圧調整回路にて適切な振幅にされた後、電気回路上のコイルと振動子のコンデンサ成分からなる電気回路でLC発振を起こしPWM信号が交流信号に変換される。そして、各交流信号が各振動子103、104、105に入力されることで、スライダ102を動作させる。図5において、制御装置400は、マイコン404、モータドライバ401、402、403、電圧調整装置405を含んで構成される。スライダ102の回転量は、回転位置検出センサー106によって読み出され、その情報はマイコン404に入力される。マイコン404はこの情報に基づいて適切なサーボゲイン、位相をコントロールし、各振動子の制御信号を作り出す。この一連の制御が行われることで、振動型アクチュエータは動作している。

30

【0029】

ここで、それぞれの振動子103、104、105に個体差があると適切に制御できず、スピードダウンやトルクの減少、異音の発生などになるため、個体差を調整する作業が必要になる。そのためには、振動子103、104、105の特性をそれぞれ調整する必要がある。

40

【0030】

図6のフローチャート図を参照しながら、振動子の調整について説明する。

【0031】

まず、S901で $X = 1$ として、一つの振動子 X （ X は振動子のナンバーであり、仮に振動子1とする）を選択する。次に、S902で選択された振動子以外（振動子2、振動子3）を定在波駆動に設定する（ここでいう定在波は楕円振動の横方向の振幅が0の楕円軌道であり、位相差 0° がそれに相当する）。これによって、振動子2、3がスライダ方向に付勢されている力をキャンセルできる。S903で $Y = Y1$ （ Y は振動子にかけられる駆動信号の周波数を表し、 $Y1$ は予め決められた周波数である）として、駆動周波数

50

を設定する。S 9 0 4で振動子 X = 1の振動子の位相差を90°で所定の周波数 Y k H z に設定し、所定の時間 T だけ駆動させる。S 9 0 5ではマイコン 4 0 4内のタイマ機能を用いて時間をカウントし、所定時間経過したかどうか判断し、所定時間過ぎた場合、S 9 0 6に移る。そして、所定時間 T でスライダ 1 0 2が移動した量を回転位置検出センサー 1 0 6で測定し、移動量を求め、その移動量を所定時間 T で割ることで、1つの振動子（振動子 1）で駆動した時の速度を計算する。ここでは、回転位置検出センサー 1 0 6で測定した移動量と移動時間に基づいてスライダ 1 0 2の速度検出を行ったが、速度センサーによって直接求めてもよい。また、加速度センサーの出力を積分することで求めても良い。次に、S 9 0 7で $Y = Y 2$ （ $Y 2$ は予め決められた周波数）であるか判断し、 $Y = Y 2$ でなければ S 9 1 0に移る。S 9 1 0で駆動周波数 $Y = Y 2$ に設定し、S 9 0 4に移り、S 9 0 4 ~ S 9 0 7まで $Y = Y 2$ に替えて前回と同様の処理を行う。ここまでの処理で、ある1つの振動子（振動子 1）に付いて、所定の周波数 2つの速度データが得られたことになる。次に S 9 0 8に進み S 9 1 1で振動子 No. X に 1を足し、次の振動子の測定に移り、S 9 0 2 ~ S 9 0 8まで同様の処理を繰り返す。本実施例の場合は3つの振動子を用いているため、S 9 0 2 ~ S 9 0 8までを3回繰り返し、S 9 0 9の処理に移ることになる。

10

【 0 0 3 2 】

また、メカ負荷が大きくて1つの振動子だけでは回せない場合、2つの振動子、例えば振動子 1、振動子 2を駆動し、振動子 3を定在波駆動することにより、振動子 1と振動子 2の合力による特性が分かる。同様に駆動させる振動子と定在波駆動させる振動子を変更し、3回同じ作業を繰り返すことにより振動子 1と振動子 2、振動子 2と振動子 3、振動子 3と振動子 1の合力が得られる。さらに振動子 1と振動子 2と振動子 3の合力を得ることにより、3つの合力から2つの合力の引き算により、各素子 1つ1つの特性を得ることもできる。ここでは、振動子が3つの場合について説明したが、それより多い場合も同様の処理によって各振動子のデータを得ることができる。

20

【 0 0 3 3 】

一連の処理によって、3つの各振動子において、位相差が90°で2つの周波数（ $Y 1$ 、 $Y 2$ ）による速度データが得られたことになる。そして、S 9 0 9に進み、得られた各振動子の特性から、各振動子に与える交流信号の振幅（電圧）や周波数、各振動子に与える2つの交流信号の位相差のいずれか1つ以上によって、振動子間の個体差を低減するように調整を行う。

30

【 0 0 3 4 】

例えば、電圧によって調整を行う場合について説明する。図 7は、3つの各振動子に与える2つの交流信号の位相差が90°のときの周波数に対する速度の関係を表したものである。

【 0 0 3 5 】

先のフローチャートでは、 $Y 1$ 、 $Y 2$ の周波数におけるデータを取得することしか説明していないが、より多くの周波数におけるデータを取得することで図 7に示すようなより正確な周波数 - 速度曲線が類推される。さらに、予め電圧と速度の関係も測定等しておくことで、電圧と速度との関係を取得しておく。そして、この電圧と速度との関係を用いて、一番出力の出ていない振動子 3に特性を合わせるように振動子 1、振動子 2の電圧を下げることで3つの振動子の特性を合わせる。ここで、一番出力の出ていない振動子とは、最大速度（共振周波数での速度）が最も遅い振動子や、使用周波数領域における最大速度が最も遅い振動子のことを指す。ここでは、一番出力の出ていない振動子 3に合わせたが、振動子 1や2に合わせても良いし、振動子 1 ~ 3を全て調整することである所定の特性になるようにしても良い。しかし、振動子 2や3に与える電圧を上げて振動子 1に合わせてしようとすると電力消費が大きくなってしまう。そのため、アクチュエータの駆動に問題が無いのであれば、一番出力の出ていない振動子が、それよりも電圧を低くした特性に合わせる方が消費電力の点から好ましい。

40

【 0 0 3 6 】

50

また、電圧の調整は、電圧調整装置 405 によって行われるが、振動子 103、104、105 に対して、マイコン 404 から出力される信号のパワーレートを調整することでも同様に振動子間の調整を行うことができる。

【0037】

また、図 9 は、各振動子の駆動信号をマイコン側で生成する構成である。このよう構成であれば、マイコン 504 で各振動子の駆動信号を調整することで振動子間の調整を行うことができる。図 9 において、制御装置 500 は、マイコン 504、モータドライバ 501、502、503 を含んで構成される。

【0038】

以上、電圧によって調整を行う場合について説明したが、図 4 に示すように位相差を調整することによっても周波数 - 速度曲線の形を変えることができる。そのため、位相差を調整することでも各振動子の特性の違いを低減することができる。

10

【0039】

各振動子における周波数 - 速度曲線の形状が似ている場合には、上記のような電圧や位相差を調整する方法は適用し易い。しかしながら、図 8 に示すように各振動子の周波数 - 速度曲線の形状が大きく異なる場合もある。このような場合の調整方法について以下に説明する。

【0040】

まず、低速時には位相制御を個別に変えることで速度制御を行う。振動子 1 は位相差 90° で周波数 Y_{p1} のときに速度 V_p に達する。そのため、 Y_{p1} 周波数で位相制御を行い、位相差を 0° から 90° に変えることで、0 から V_p まで速度制御を行う。次に、位相差を 90° に保ちながら周波数を Y_{p1} から速度 V_f となる周波数 Y_{f1} まで変えることで、 V_p から V_f までの速度制御を行う。

20

【0041】

同様に、振動子 2 も位相差 90° で速度 V_p に達する周波数 Y_{p2} において位相制御を行い、位相を 0° から 90° まで変えることで、0 から V_p までの速度制御を行う。次に、位相差を 90° に保ちながら周波数を Y_{p2} から速度 V_f となる周波数 Y_{f2} まで変えることで、 V_p から V_f までの速度制御を行う。

【0042】

同様に、振動子 3 も位相差 90° で速度 V_p に達する周波数 Y_{p3} において位相制御を行い、位相を 0° から 90° まで変えることで 0 から V_p までの速度制御を行う。次に、位相差を 90° に保ちながら周波数を Y_{p3} から速度 V_f となる周波数 Y_{f3} まで変えることで、 V_p から V_f までの速度制御を行う。

30

【0043】

このように、振動子 1、2、3 において、位相制御と周波数制御を組み合わせることで各振動子による速度を合わせることで、例えば 0 から V_f までの速度制御を行うことが可能となる。この方法であれば、各振動子の周波数 - 速度曲線の形状が似ていなくても、振動子間の特性を合わせることができる。

【0044】

また、位相制御の部分を電圧制御によって行うことも可能である。

40

【0045】

以上のように、本実施例では複数個の振動子を用いて可動対象 1 つを動作させる際に、超音波振動子の個体差のバラツキ、環境変化のバラツキを、スライダと複数の振動子が組み込まれた状態でも簡単な構成と手順で調整し安定して駆動させることができる。

【0046】

図 10 は、レンズ交換式カメラを説明する図である。このレンズ交換式カメラは、大きくレンズユニット 1001 とカメラユニット 1002 から構成されている。両ユニットは電気的な接点を持ったマウント部を介して着脱できるようになっており、レンズユニット 1001 がカメラユニット 1002 に装着されると、レンズユニット 1001 の電源が入る構成になっている。レンズユニット 1001 とカメラユニット 1002 内にそれぞれマ

50

アイコンを内蔵しておりお互いが通信することによって各種動作を可能にしている。

【0047】

外部から入射された光束は、レンズユニット1001を通り、カメラユニット1002内にある撮像素子1006で結像する。撮像素子で電気信号に変換された電気映像信号は適切な信号処理装置が行われ記録処理や映像出力が行われる。

【0048】

レンズユニット1001内には、光速を撮像素子に導くためのレンズ1005があり、このレンズ1005を移動させるために図1のレンズ鏡筒が備えられている。そして、振動型アクチュエータ1003でレンズ鏡筒を駆動してレンズ1005を移動させる。マイコン1004によって振動型アクチュエータ1003の調整が行われる。振動子の調整は、レンズユニットの出荷前に行ってもよいが、カメラユニットに装着されて電源作動した際に自動的に行うように構成してもよい。こうすることで、経年変化や、温度変化があった場合にも対応することができる。

10

【0049】

また、本発明は、レンズ交換式カメラだけでなく、レンズ一体式カメラや双眼鏡等の光学機器に適用可能である。また、スチルカメラだけでなくビデオカメラにも適用可能である。

【符号の説明】

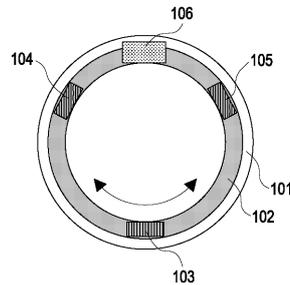
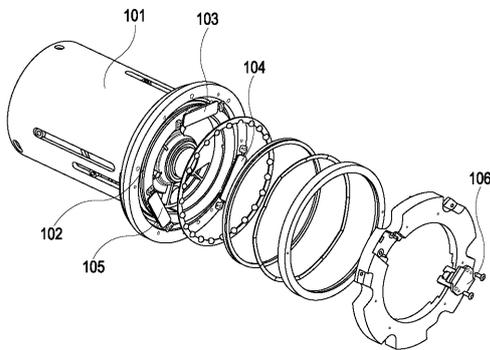
【0050】

- 102 スライダー
- 103、104、105 振動子
- 106 回転位置検出センサー
- 401、402、403 モータドライバー
- 404 マイコン
- 405 電圧調整装置

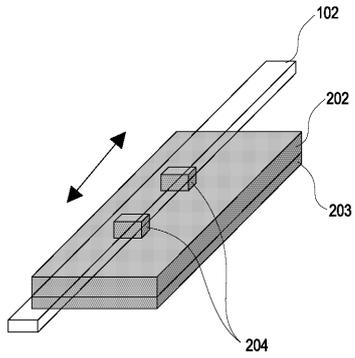
20

【図1】

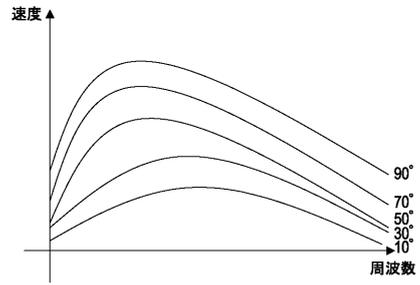
【図2】



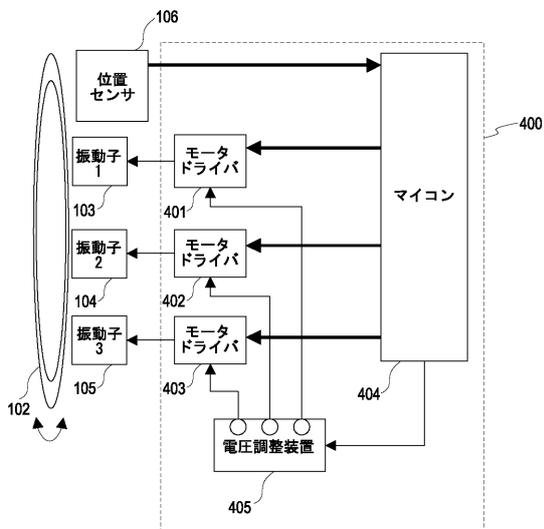
【図3】



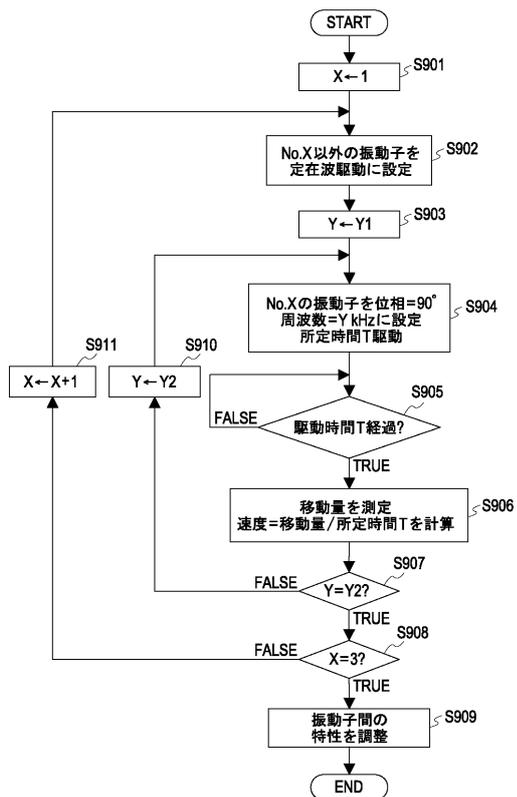
【図4】



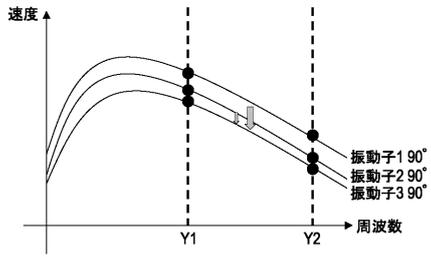
【図5】



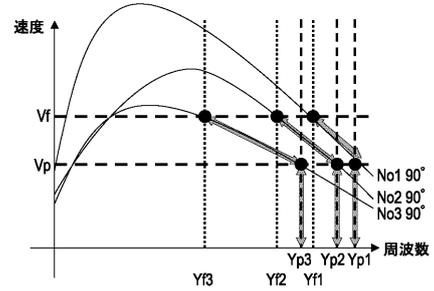
【図6】



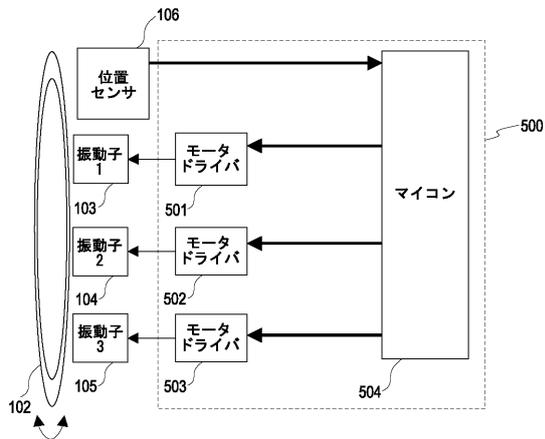
【 図 7 】



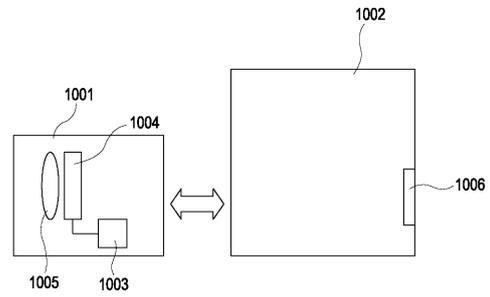
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-225503(JP,A)
特開2005-316394(JP,A)
特開2006-197697(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 1/00 - 2/00
G02B 7/04