

(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2007-74788

(P2007-74788A)

(43) 公開日 平成19年3月22日(2007.3.22)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 H02N 2/00 (2006.01) H02N 2/00 C 5H680

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-257067 (P2005-257067)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社
(22) 出願日	平成17年9月5日(2005.9.5)	(74) 代理人	100125254 弁理士 別役 重尚
		(74) 代理人	100118278 弁理士 村松 聡
		(74) 代理人	100138922 弁理士 後藤 夏紀
		(74) 代理人	100136858 弁理士 池田 浩
		(74) 代理人	100135633 弁理士 二宮 浩康

最終頁に続く

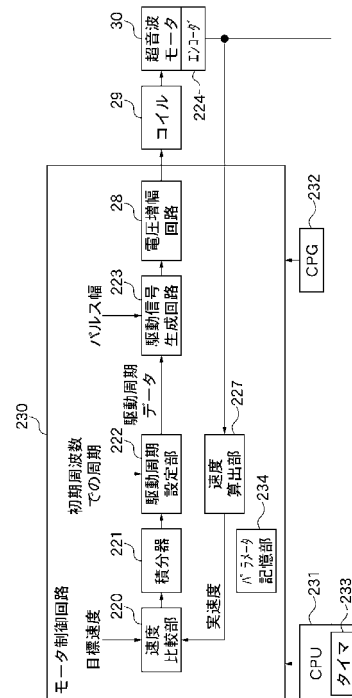
(54) 【発明の名称】 振動型アクチュエータの駆動装置、及び駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 振動型アクチュエータを長期間使用せず
 に放置した後であっても、駆動周波数が崖落ち領域に達
 しないように制御し得る振動型アクチュエータの駆動装
 置、駆動方法を提供する。

【解決手段】 CPU 231は、超音波モータ30
 を起動した後、当該モータが回転開始するまでの所要時
 間をエンコーダ244、タイマ233を用いて計測し、
 この回転開始所要時間に基づいて当該超音波モータ30
 を長期間不使用状態で放置した後の起動であるか否かを
 判定し、長期間不使用状態で放置した後の起動であると
 判定した場合には、最小の駆動周波数、目標速度等を適
 宜変更することにより、駆動周波数が崖落ち領域に達す
 るのを防止する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

振動体に供給する駆動信号の周波数を掃引することにより、該振動体の振動が伝達される可動体の運動速度を変化させる駆動制御手段を有する振動型アクチュエータの駆動装置において、前記駆動制御手段は、

振動型アクチュエータの起動時の初期の駆動状態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振動型アクチュエータが長期間不使用状態にあったか否かを判定する判定手段と、

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】

前記駆動制御手段は、前記判定手段により前記振動型アクチュエータが長期間不使用状態にあったと判定された場合に、前記振動型アクチュエータの以後の駆動条件を変更する変更手段を有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】

前記検出手段は、前記初期の駆動状態として、前記振動型アクチュエータを起動した後、運動を開始するまでの所要時間を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 4】

前記検出手段は、前記初期の駆動状態として、前記振動型アクチュエータを起動した後、所定の運動量になるまでの所要時間を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 5】

前記検出手段は、前記初期の駆動状態として、前記振動型アクチュエータを起動した後、所定の運動速度に達するまでの所要時間を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 6】

前記検出手段は、前記初期の駆動状態として、前記振動型アクチュエータが回転を開始した時点から所定の運動速度に達するまでの所要時間を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 7】

前記変更手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、最小の駆動周波数を変更することを特徴とする請求項 2 ～ 6 の何れかに記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 8】

前記変更手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、目標の運動速度を変更することを特徴とする請求項 2 ～ 7 の何れかに記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項 9】

振動体に供給する駆動信号の周波数を掃引することにより、該振動体の振動が伝達される可動体の運動速度を変化させる駆動制御工程を有する振動型アクチュエータの駆動方法において、前記駆動制御工程は、

振動型アクチュエータの起動時の初期の駆動状態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振動型アクチュエータが長期間不使用状態にあったか否かを判定する判定工程と、

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方法。

【請求項 10】

前記駆動制御工程は、前記判定工程により前記振動型アクチュエータが長期間不使用状態にあったと判定された場合に、前記振動型アクチュエータの以後の駆動条件を変更する変更工程を有することを特徴とする請求項 9 に記載の振動型アクチュエータの駆動方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

10

20

30

40

50

本発明は、振動型アクチュエータの駆動装置、及び駆動方法に関し、特に、駆動信号の周波数を掃引する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電気-機械エネルギー変換素子の機械的振動により生じた進行波を利用して回転力、又はリニアな推進力を得る振動型アクチュエータの1種として、超音波モータが実用化されている。この超音波モータは、低速で高トルクが得られ、ギヤ減速機構を必要とせず、ダイレクトドライブが可能であり、応答性・制御性に優れ、微小な位置決めが可能である、無通電時に保持トルクを有する等の特徴がある。このため、超音波モータは、カメラの自動合焦用、複写機用の紙搬送用や感光体ドラムの回転用、監視カメラの回動用等として使用されている。

10

【0003】

図4は、超音波モータの駆動制御の概要を説明するための模式図である。超音波モータ30は、振動体31、ステータ32、ロータ33、回転シャフト34、リブ39を有している。振動体31は、電気-機械エネルギー変換素子であり、圧電素子が用いられる。ステータ32は、振動体31にて発生した振動波(進行波)を増幅してロータ33に伝達する部材である。このステータ32の片面は振動体31に接着され、他方の面は、ロータ33の表面に取り付けられた非常に細かいリブ39を介してロータ33に圧接されている。

【0004】

このような構成の下で、振動体31に特定の高周波電圧を与えると、振動体31は共振して超音波振動を発生する。この超音波振動は、ステータ32を撓ませながら連続的に一方向に進んでいく進行波となって、リブ39を介してロータ33に伝えられる。この際、進行波の頂点部分では、当該進行波と逆方向の軌跡を描く楕円運動が発生する。その結果、ロータ33(リブ39)は、進行波の進行方向とは逆の方向に回転することとなる。

20

【0005】

図4において、制御回路27は、超音波モータ30の目標速度に応じた周波数の駆動信号として、A相信号とB相信号を生成する。このA相信号とB相信号は、周波数が等しく、90度の位相差を持った同一パルス波形の駆動信号である。これらA相信号、B相信号は、電圧増幅回路28により電圧増幅され、コイル29により正弦波に波形整形されて、超音波モータ30の振動体31に供給される。

30

【0006】

制御回路27は、下記の方法でA相信号、B相信号に係る駆動信号を生成する。図5は、超音波モータ30を長期間不使用状態で放置した後の起動時、及び通常起動時における駆動周波数と回転速度の関係を示す図である。図5において、X軸は上記A相信号、B相信号の駆動周波数、Y軸は超音波モータの回転速度である。

【0007】

通常時においては、図5中に実線210で示したように、駆動周波数の殆どの帯域において、高周波から低周波の方向にいくに従って回転速度が速くなっている。また、720°/秒の回転速度に対応する駆動周波数は、35kHz程度となっている。そこで、通常時には、720°/秒の回転速度を得る場合は、制御回路27は、例えば初期の駆動周波数(以下、初期周波数という)を39kHzとして、周波数35kHz付近まで駆動周波数を徐々にスイープ(掃引)していく。

40

【0008】

しかし、超音波モータ30を長期間(例えば、24時間)放置した後に起動した場合、すなわち、長期間不使用状態で放置した後に起動した場合には、駆動周波数と回転速度の関係は、図5に示した破線211のようになってしまうことがある。すなわち、通常時には、駆動周波数35kHz程度で720°/秒の回転速度を得ることができるが、長期間放置した後は、駆動周波数35kHz程度では、1/6の120°/秒程度の回転速度しか得られなくなることがある。また、例として、長期間放置した後の最高回転速度は360°/秒程度であり、通常時の最高回転速度である1320°/秒程度に比べて、大幅に

50

低減している。

【0009】

従って、超音波モータ30を長期間放置した後に、例えば720°/秒で回転する場合は、制御回路27は、初期周波数から低周波方向に駆動周波数をスイープしていき、駆動周波数が35KHzになっても所望の720°/秒の回転速度が得られないので、更に低周波方向に駆動周波数をスイープしていくことになる。

【0010】

この場合、制御回路27は、長期間放置した場合の最高回転速度(360°/秒)に達しても所望の720°/秒の回転速度が得られないので、さらに低周波方向に駆動周波数をスイープしていく。この際、駆動周波数は、所謂、「崖落ち」領域211aを乗り越えて最小駆動周波数まで到達してしまい、超音波モータ30は、回転停止してしまうことになる。なお、図5に示した符号「210a」は、通常時における崖落ち領域を示している。

10

【0011】

また、超音波モータ30を長期間放置した後は、超音波モータ30が回転を開始する駆動周波数が通常時よりも低周波数になってしまう。すなわち、通常は、駆動周波数が38KHz程度となった時点から超音波モータ30が回転し始めるが、長期間放置した後は、駆動周波数が36KHz程度となった時点から、回転し始める。このため、同じ初期周波数(39KHz)から駆動周波数をスイープし始めた場合、超音波モータ30が回転し始めるまでの所要時間は、通常の起動時よりも長期間放置した後の起動時の方が長くなって

20

【0012】

図6は、超音波モータ30を長期間放置した後に、超音波モータ30を1回転させて直ちに停止させる動作を繰り返した場合の、各回転時(起動時)における回転開始までの所要時間を示した図である。図6のX軸は、回転回数(起動回数)を示し、Y軸は、各起動時における回転開始までの所要時間を示している。なお、初期周波数、駆動周波数のスイープ速度等の駆動条件は、各回転において同一とした。

【0013】

図6に示した例では、超音波モータ30を長期間放置した後の最初の回転(起動)では、回転開始所要時間は、50ms程度となっている。また、上記の回転開始所要時間は、10回目に1回転させた場合は30ms程度、20回目に1回転させた場合は20ms程度となり、その後は、20ms程度で安定している。すなわち、通常時の回転開始所要時間は、20ms程度である。

30

【0014】

図7は、超音波モータ30を長期間放置した後に、駆動周波数を前述のようにスイープしながら超音波モータ30を起動し、その回転速度が180°/秒に達した時点で停止させる動作を繰り返した場合の、回転速度が180°/秒に達するまでの各回の所要時間を示した図である。図7のX軸は、回転回数(起動回数)を示し、Y軸は、各回転時(起動時)における回転開始までの所要時間を示している。なお、初期周波数、駆動周波数のスイープ速度等の駆動条件は、各測定において同一とした。

40

【0015】

図7に示した例では、超音波モータ30を長期間放置した後の最初の起動時には、回転速度が180°/秒に達するまでの各回の所要時間は、300ms程度となっている。また、上記の所要時間は、8回目の起動時には150ms程度となり、20回目以降の起動時には100ms程度で安定している。すなわち、通常の起動時は、超音波モータ30の回転速度が180°/秒に達するまでの所要時間は、100ms程度である。

【0016】

また、超音波モータ30を長期間放置した後に起動すると、駆動周波数が前述の崖落ち領域211aを乗り越え、更には、最小駆動周波数に到達して、超音波モータ30が回転停止してしまう。この場合、超音波モータ30が回転停止するだけでなく、ステータ32

50

の表面を傷つけ、寿命低下を招く虞がある。

【0017】

このような不具合を解消するために、例えば、特公平05-70393号公報、特開平08-33362号公報、特開平11-265213号公報等に係る技術が提案されている。

【特許文献1】特公平05-70393号公報

【特許文献2】特開平08-33362号公報

【特許文献3】特開平11-265213号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0018】

特許文献1(特公平05-70393)に係る技術は、S相信号により振動体の共振を検出し、この検出結果に基づいて駆動周波数が共振周波数よりも低周波数にならないようにして、駆動周波数が崖落ち領域に達しないように制御している。

【0019】

しかしながら、特許文献1に係る手法では、特許文献3(特開平11-265213号公報)にも記載されているように、超音波モータの構造及び制御が複雑になってしまう。

【0020】

また、超音波モータを長期間放置した後は信号レベルが低下する場合があります、特許文献1に係る手法では、S相信号を安定的に検出することができず、結局、駆動周波数が崖落ち領域に達してしまう可能性もある。

20

【0021】

特許文献2(特開平08-33362号公報)では、超音波モータの駆動制御を開始する際の初期周波数に対して、一定範囲内の周波数帯域で駆動周波数を調停する方法が開示されている。しかしながら、特許文献2では、超音波モータを長期間放置した後は、上記の初期周波数が低周波側に移動しており、一定範囲の周波数帯域を指定してしまうと、崖落ち領域を含む周波数帯域で駆動周波数が調停され、結局、駆動周波数が崖落ち領域に達してしまう可能性がある。

【0022】

特許文献3では、超音波モータの最高駆動速度を設定し、その最高駆動速度に達した後は、駆動周波数を低周波方向にスイープしない方法が開示されている。しかしながら、超音波モータを長期間放置した後に起動した場合に、最高駆動速度がどの程度低下するのかが、不明である。すなわち、度々、超音波モータを長期間放置するような場合、それら各放置後の起動における最高駆動速度の低下の度合いが一定であるとは限らない。

30

【0023】

このため、特許文献3に係る技術を具備しても、超音波モータを長期間放置した後の起動において、駆動周波数を低周波方向にスイープしていった場合に、いつまでも超音波モータの駆動速度が最高駆動速度に達せず、結局、駆動周波数が崖落ち領域に達してしまう可能性がある。

【0024】

本発明は、このような背景の下になされたもので、その目的は、振動型アクチュエータを長期間使用せずに放置した後であっても、駆動周波数が崖落ち領域に達しないように制御し得る振動型アクチュエータの駆動装置、駆動方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0025】

上記課題を解決するため、本発明は、振動体に供給する駆動信号の周波数を掃引することにより、該振動体の振動が伝達される可動体の運動速度を変化させる駆動制御手段を有する振動型アクチュエータの駆動装置において、前記駆動制御手段は、振動型アクチュエータの起動時の初期の駆動状態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振動型アクチュエータが長期間不使用状態にあったか否かを判定する判定手段とを

50

有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、振動型アクチュエータの起動時の初期の駆動状態を検出し、その検出結果に基づいて振動型アクチュエータが長期間不使用状態にあったか否かを判定している。従って、振動型アクチュエータを長期間使用せずに放置した後であっても、駆動周波数が崖落ち領域に達しないように制御し得る振動型アクチュエータの駆動装置、駆動方法を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

[第1の実施の形態]

図1は、本発明の第1～第2の実施形態における振動型アクチュエータ（超音波モータ）の駆動制御部の概略構成を示すブロック図である。図1に示したモータ制御回路230では、フィードバック制御により、超音波モータ30の駆動周波数を高周波側から低周波側の方向へスweepし、目標速度で超音波モータ30を回転するように制御している。

【0028】

なお、本実施の形態では、超音波モータ30の構造は、図4に示したものと同様の構造であることを想定しているが、他の構造の超音波モータにも本実施の形態に係るモータ駆動制御を適用することが可能である（第2の実施の形態も同様）。また、本実施の形態における超音波モータ30は、回転駆動用の振動型アクチュエータとして用いることを想定しているが、直進往復駆動用の振動型アクチュエータとしての超音波モータ等に本実施の形態に係るモータ駆動制御を適用することも可能である（第2の実施の形態も同様）。

【0029】

図1において、CPU231は、超音波モータ30を搭載した装置を全体的に制御すると共に、超音波モータ30を回転駆動する際には、目標速度（目標回転速度：目標運動速度）、駆動パルスの初期周波数（周期）や最小周波数などの情報（以下、パラメータと呼ぶ）を、モータ制御回路230に出力する。なお、最小周波数とは、駆動パルスの周波数の下限値（最も低い周波数）として設定される値である。

【0030】

CPU231は、タイマ233を内蔵している。このタイマ233は、後述するように、第1の実施の形態では、超音波モータ30の回転速度が目標速度になるまで駆動周波数を高周波側から低周波側の方向へスweepしていく場合に、超音波モータ30が実際に回転し始めるまでの所要時間を計測するために利用される。また、第2の実施の形態では、タイマ233は、上記の場合に、超音波モータ30の回転速度が所定の回転速度に達するまでの所要時間を計測するために利用される。

【0031】

CPG（Clock Pulse Generator）232は、クロックパルスを発生してモータ制御回路230に供給する。モータ制御回路230の各部は、全体として調和の取れたモータ駆動制御を行なうために、クロックパルスに同期して各自の動作を行なう。

【0032】

次に、モータ制御回路230の各部を説明する。パラメータ記憶部234は、CPU231から受け取った上記のパラメータを記憶する。速度比較部220は、上記の目標速度と、後述の速度算出部227から出力される超音波モータ30の実際の回転速度（以下、実速度という）を比較し、その差である速度偏差、すなわち（目標速度 - 実速度）の値を積分器221に出力する。実速度が目標速度よりも非常に小さい場合は、速度偏差はプラスの大きな値となり、駆動周波数が低周波方向に大きくスweepされる。また、実速度が目標速度よりも少しだけ小さい場合は、速度偏差はプラスの小さな値となり、駆動周波数が低周波方向に小さくスweepされる。また、実速度が目標速度よりも大きい場合は、速度偏差はマイナスの値となり、駆動周波数が高周波方向にスweepされる。

10

20

30

40

50

【0033】

積分器221は、超音波モータ30の回転速度を滑らかに加速、或いは減速するため、速度比較部220から入力された速度偏差を時間により積分する。積分器221が積分を行う時間間隔は、パラメータ記憶部234に記憶された積分ゲインにより指定される。この積分ゲインの値が大きい場合は、積分器221が積分する頻度が少なくなり、超音波モータ30の回転速度の加減速が滑らかになる。一方、積分ゲインの値が小さい場合は、積分器221が積分する頻度が多くなり、超音波モータ30の回転速度の加減速が急峻になる。

【0034】

駆動周期設定部222は、初期周波数に係る周期に対して、積分器221により積分された速度偏差を加算し、その加算値を新規の駆動周期データとして駆動信号生成回路223に出力する。

10

【0035】

なお、本実施の形態では、周期(周期=1/周波数)を用いて駆動制御を行なっているが、周期の代わりに周波数を用いて駆動制御を行なうことも可能である。また、本実施の形態では、速度比較部220からの速度偏差を積分器221だけで加工しているが、P(Proportional)、I(Integral)、D(Differential)の3つの成分からなる公知のPID制御のように、比例ゲインや、微分ゲインにより速度偏差を加工することも可能である(第2の実施の形態も同様)。

【0036】

駆動信号生成回路223は、駆動周期設定部222から出力された駆動周期データ、CPU231から供給されたパルス幅等に基づいて、超音波モータ30を駆動するための駆動パルスを生成する。電圧増幅回路28は、駆動信号生成回路223から出力された駆動パルスを電圧増幅する。コイル29は、電圧増幅回路28により電圧増幅された駆動パルスを正弦波に変換して、超音波モータ30の振動体31に供給する。

20

【0037】

エンコーダ224は、超音波モータ30の回転状態を検出するためのセンサであり、超音波モータ30の回転速度に応じた周波数の検出パルス(以下、エンコーダ信号という)を出力する。このエンコーダ224から出力されたエンコーダ信号は、速度算出部227とCPU231に供給される。速度算出部227は、エンコーダ信号に基づいて、超音波モータ30の実速度を算出して速度比較部220にフィードバックする。

30

【0038】

モータ制御回路230は、このようなフィードバック制御を行なって、目標速度と実速度の速度差に応じた新たな駆動パルスを生成する処理を繰り返すことにより、超音波モータ30の駆動周波数を目標速度に係る駆動周波数の方向へスweepしていく。

【0039】

また、CPU231は、エンコーダ信号の入力状況に基づいて超音波モータ30の回転開始を監視すると共に、超音波モータ30を起動した後に回転開始するまでの所要時間を、タイマ233により測定し、長期間放置後のモータ起動であるか否かを判断する(第1の実施の形態)。

40

【0040】

また、CPU231は、入力されたエンコーダ信号に基づいて超音波モータ30が所定の回転速度に達したか否かを判別すると共に、超音波モータ30を起動した後に所定の回転速度に達するまでの所要時間を、タイマ233により測定し、長期間放置後のモータ起動であるか否かを判断する(第2の実施の形態)。

【0041】

換言すれば、CPU231は、エンコーダ224、タイマ233を用いて超音波モータ30の起動時の初期の駆動状態を検出している。そして、後述するように、CPU231は、検出した初期の駆動状態に基づいて超音波モータ30が長期間不使用状態にあったか否かを判定している。また、CPU231は、長期間不使用状態にあった場合は、駆動周

50

波数が崖落ち領域 2 1 0 (図 5 参照) に達するのを回避するために、超音波モータ 3 0 の駆動条件を変更している。

【 0 0 4 2 】

次に、第 1 の実施の形態に係る超音波モータ 3 0 の駆動制御例を図 2 のフローチャートに基づいて説明する。なお、図 2 に示したフローチャートは、図示省略した監視カメラの撮影方向を変化させるためのアクチュエータとして超音波モータ 3 0 を用いた場合の超音波モータ 3 0 の駆動制御例を示すものである (第 2 の実施の形態も同様) 。

【 0 0 4 3 】

C P U 2 3 1 は、まず、監視カメラの目標位置 (目標回転角) 、目標速度 (目標回転速度) 、初期周波数を、後述の回転パラメータ決定部から取得する (ステップ S 1) 。この目標位置、目標速度は、例えば、当該監視カメラにより不審者を追尾しながら撮像する場合、物音がした方向に素早く当該監視カメラの撮影方向を切替える場合などに対応するパラメータである。本実施の形態では、監視カメラの目標位置、目標速度は、図示省略した赤外線センサ、音センサ等を含むパラメータ決定部により決定している。

10

【 0 0 4 4 】

ただし、赤外線センサ、音センサ等からの検知信号に基づいて、C P U 2 3 1 が主体的に監視カメラの目標位置、目標速度を決定することも可能である。なお、監視カメラは超音波モータ 3 0 により回転駆動されているので、監視カメラの目標位置、目標速度は、超音波モータ 3 0 の目標位置、目標速度でもある。

【 0 0 4 5 】

次に、C P U 2 3 1 は、モータ制御回路 2 3 0 に対して、目標位置、目標速度、初期周波数、最小周波数を与えて超音波モータ 3 0 の駆動制御を開始するように指令すると共に、タイマ 2 3 3 をスタートさせる (ステップ S 2) 。モータ制御回路 2 3 0 は、上記の開始指令を受けると、与えられた目標位置、目標速度を目指して、フィードバック制御により、駆動パルスの周波数、すなわち駆動周波数を初期周波数から徐々に低周波方向にスweepしていく。

20

【 0 0 4 6 】

なお、ステップ S 2 で与える最小周波数は、図 5 に示した通常時の最小周波数である。また、初期周波数、及び最小周波数は、C P U 2 3 1 から与えることなく、モータ制御回路 2 3 0 側で固定の初期周波数や最小周波数を保持していてもよい。以上のなお書き部分の記載事項は、第 2 の実施の形態も同様である。

30

【 0 0 4 7 】

次に、C P U 2 3 1 は、エンコーダ信号が発生したか否か、すなわち超音波モータ 3 0 が回転し始めたか否かを判別し (ステップ S 3) 、まだ回転し始めていなければ、ステップ S 3 に戻り、超音波モータ 3 0 が回転し始めるのを待つ。

【 0 0 4 8 】

一方、超音波モータ 3 0 が回転し始めた場合は、C P U 2 3 1 は、現時点でのタイマ値を変数 t として記憶する (ステップ S 4) 。このタイマ値 (変数 t) は、超音波モータ 3 0 の起動開始時点、すなわち初期周波数をモータ制御回路 2 3 0 から超音波モータ 3 0 の振動体 3 1 に供給し始めた時点から、超音波モータ 3 0 のロータ 3 3 、回転シャフト 3 4 、エンコーダ 2 2 4 が一体となって回転し始めるまでの所要時間を示している。

40

【 0 0 4 9 】

次に、C P U 2 3 1 は、変数 t が 4 0 m s よりも大きいかな否かを判別する (ステップ S 5) 。その結果、変数 t が 4 0 m s よりも大きい場合は、C P U 2 3 1 は、超音波モータ 3 0 を長期間使用せずに放置した後の 1 ~ 2 回目の起動であると見做して (図 6 参照) 、ステップ S 6 に進む。

【 0 0 5 0 】

このステップ S 6 では、C P U 2 3 1 は、以後のスweepによる駆動周波数が図 5 に示した崖落ち領域 2 1 1 a に入らないようにするため、駆動周波数の最小周波数を変更する。最小周波数はパラメータの 1 つであり、モータ制御回路 2 3 0 は、最小周波数以上の範

50

囲で駆動周波数を低周波方向にスweepし、超音波モータ30の回転位置が目標位置に達するように制御する。具体的には、CPU231は、ステップS6では、現在の駆動周波数、すなわち超音波モータ30が実際に回転し始めた際の駆動周波数から1kHz減じた周波数を最小周波数として設定し直す。このステップS6の処理を行なった後は、CPU231は、後述するステップS8に進む。

【0051】

なお、本実施の形態では、超音波モータ30が実際に回転し始めた際の駆動周波数から減じる値を「1kHz」としているが、これに限定されるものではない。すなわち、図5に示したように、超音波モータ30を長期間使用せずに放置した後の1~2回目の起動時において、超音波モータ30が実際に回転し始める駆動周波数が36kHz程度であり、最高回転速度に対応する駆動周波数が34.3kHz程度である場合は、「1.4kHz」程度を減じるようにしてもよい。

10

【0052】

要するに、上記の減じる周波数の値は、超音波モータ30を長期間使用せずに放置した後の、1~2回目の起動時の当該モータの特性を予め測定した測定結果と、この測定誤差、最小周波数を変更した後の最高回転速度等を考慮して、駆動周波数が崖落ち領域211aに達するのを確実に防止し得る範囲で、可及的に最高回転速度が速くなるように決定すればよい。

【0053】

ステップS5にて、変数tが40ms以下であると判別した場合は、CPU231は、さらに変数tが30msよりも大きいか否かを判別する(ステップS7)。その結果、変数tが30msよりも大きい場合は、CPU231は、超音波モータ30を長期間使用せずに放置した後の3~10回目の起動であると見做して(図6参照)、ステップS8に進む。

20

【0054】

このステップS8では、CPU231は、目標速度が240°/秒より遅いか否かを判別する。その結果、目標速度が240°/秒以上の場合は、CPU231は、以後のスweepによる駆動周波数が図5に示した崖落ち領域211aに入る可能性があるため、以後の駆動周波数が図5に示した崖落ち領域211aに確実に入らないようにするため、目標速度を240°/秒に設定し直す(ステップS9)。

30

【0055】

CPU231は、ステップS7にて、変数tが30ms以下であると判別した場合、又はステップS8にて目標速度が240°/秒より遅いと判別した場合、又はステップS9の目標速度変更処理が終了した場合は、ステップS10に進む。

【0056】

ステップS10では、CPU231は、超音波モータ30の回転(回動)位置が目標位置に達したか否かを判別する。その結果、回転位置が目標位置に達していなければ、CPU231は、ステップS10に戻るにより、回転位置が目標位置に達するのを待つ。一方、回転位置が目標位置に達した場合は、CPU231は、モータ制御回路230に停止命令を出して(ステップS11)、終了する。

40

【0057】

なお、ステップS5、ステップS7、ステップS8の判別基準である「40ms」、「30ms」、「240°/秒」は、超音波モータ30を長期間使用せずに放置した後の起動時の当該モータの特性を予め測定した測定結果、その測定誤差等に応じて適切に変更し得ることは、言うまでもない。

【0058】

このように、第1の実施の形態では、超音波モータ30を起動した後、当該モータが回転開始するまでの所要時間を計測し、この回転開始所要時間に基づいて当該超音波モータ30を長期間不使用状態で放置した後の駆動である旨を検出して、駆動周波数が崖落ち領域211aに達するのを防止している。

50

【 0 0 5 9 】

なお、第 1 の実施の形態のように、超音波モータ 3 0 を長期間不使用状態で放置した後の駆動である旨を、回転開始所要時間に基づいて検出するものに限られるものではない。例えば、エンコーダ信号（パルス信号）が所定の複数パルス数だけ発生したか否か、すなわち、所定の運動量（回転量）に達するまでの所要時間に基づいて検出することも可能である。

【 0 0 6 0 】

また、駆動周波数が崖落ち領域 2 1 1 a に達するのを防止するための処理としては、目標速度や最小周波数の変更処理ではなく、積分器 2 2 1 の積分ゲイン、減速開始位置など、加減速制御に関する他のパラメータの変更処理を行なうようにしてもよい（第 2 の実施の形態も同様）。

【 0 0 6 1 】

[第 2 の実施の形態]

次に、第 2 の実施の形態に係る超音波モータ 3 0 の駆動制御例を図 3 のフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 6 2 】

C P U 2 3 1 は、まず、監視カメラの目標位置（目標回転角）、目標速度（目標回転速度）、初期周波数、最小周波数を、後述の回転パラメータ決定部から取得する（ステップ S 2 1）。この目標位置、目標速度の取得の仕方は、第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 0 6 3 】

次に、C P U 2 3 1 は、モータ制御回路 2 3 0 に対して、目標位置、目標速度、初期周波数、最小周波数を与えて超音波モータ 3 0 の駆動制御を開始するように指令すると共に、タイマ 2 3 3 をスタートさせる（ステップ S 2 2）。モータ制御回路 2 3 0 は、上記の開始指令を受けると、与えられた目標位置、目標速度を目指して、フィードバック制御により、駆動パルスの周波数、すなわち駆動周波数を初期周波数から徐々に低周波方向にスweepしていく。

【 0 0 6 4 】

次に、C P U 2 3 1 は、目標速度が $180^\circ/\text{秒}$ より遅いか否かを判別し（ステップ S 2 3）、目標速度が $180^\circ/\text{秒}$ より遅い場合は、駆動周波数が崖落ち領域 2 1 1 a に達する可能性は全く無いものと見做して（図 5 参照）、ステップ S 3 1 に進み、通常通りに、超音波モータ 3 0 の回転位置が目標位置に達するのを待つ。

【 0 0 6 5 】

一方、目標速度が $180^\circ/\text{秒}$ 以上である場合は、C P U 2 3 1 は、超音波モータ 3 0 の回転速度が $180^\circ/\text{秒}$ に達するのを待って（ステップ S 2 4）、現時点でのタイマ値を変数 t として記憶する（ステップ S 2 5）。このタイマ値（変数 t ）は、超音波モータ 3 0 の起動開始時点、すなわち初期周波数をモータ制御回路 2 3 0 から超音波モータ 3 0 の振動体 3 1 に供給し始めた時点から、超音波モータ 3 0 の回転速度が $180^\circ/\text{秒}$ に達するまでの所要時間を示している。

【 0 0 6 6 】

次に、C P U 2 3 1 は、超音波モータ 3 0 の回転速度が $180^\circ/\text{秒}$ に達するまでの所要時間（変数 t ）が、 200ms よりも大きいか否かを判別する（ステップ S 2 6）。その結果、変数 t が 200ms よりも大きい場合は、C P U 2 3 1 は、超音波モータ 3 0 を長期間使用せずに放置した後の 1 ~ 3 回目の起動であると見做して（図 7 参照）、ステップ S 2 7 に進む。

【 0 0 6 7 】

このステップ S 2 7 では、C P U 2 3 1 は、以後のスweepにより駆動周波数が図 5 に示した崖落ち領域 2 1 1 a に入らないようにするため、駆動周波数の最小周波数を現在の駆動周波数に設定し直し、駆動周波数をこれ以上低周波方向にスweepしないようにする。このステップ S 2 7 の処理を行なった後は、C P U 2 3 1 は、後述するステップ S 2 9 に進む。

10

20

30

40

50

【0068】

ステップS26にて、回転速度が180°/秒に達するまでの所要時間(変数t)が、200ms以下であると判別した場合は、CPU231は、さらに変数tが150msよりも大きいか否かを判別する(ステップS28)。その結果、変数tが150msよりも大きい場合は、CPU231は、超音波モータ30を長期間使用せずに放置した後の4~8回目の起動であると見做して(図7参照)、ステップS29に進む。

【0069】

このステップS29では、CPU231は、目標速度が240°/秒より遅いか否かを判別する。その結果、目標速度が240°/秒以上の場合は、CPU231は、以後のスイープによる駆動周波数が図5に示した崖落ち領域211aに入る可能性があるため、その後の駆動周波数が崖落ち領域211aに確実に入らないようにするため、目標速度を240°/秒に設定し直す(ステップS30)。

10

【0070】

CPU231は、ステップS28にて、回転速度が180°/秒に達するまでの所要時間(変数t)が150ms以下であると判別した場合は、又はステップS29にて目標速度が240°/秒より遅いと判別した場合は、又はステップS30の目標速度変更処理が終了した場合は、ステップS31に進む。

【0071】

ステップS31では、CPU231は、超音波モータ30の回転(回動)位置が目標位置に達したか否かを判別する。その結果、回転位置が目標位置に達していなければ、CPU231は、ステップS31に戻るにより、回転位置が目標位置に達するのを待つ。一方、回転位置が目標位置に達した場合は、CPU231は、モータ制御回路230に停止命令を出して(ステップS32)、終了する。

20

【0072】

なお、ステップS23(S24)、ステップS26、ステップS28、ステップS29の判別基準である「180°/秒」、「200ms」、「150ms」、「240°/秒」は、超音波モータ30を長期間使用せずに放置した後の起動時の、当該モータ特性を予め測定した測定結果、その測定誤差等に応じて適切に変更し得ることは、言うまでもない。

【0073】

このように、第2の実施の形態では、超音波モータ30を起動した後、回転速度が180°/秒に達するまでの所要時間を計測し、この所要時間に基づいて当該超音波モータ30を長期間不使用状態で放置した後の起動である旨を検出して、駆動周波数が崖落ち領域211aに達するのを防止している。

30

【0074】

なお、第2の実施の形態では、超音波モータ30を長期間不使用状態で放置した後の起動である旨を、超音波モータ30を起動した後、回転速度が180°/秒に達するまでの所要時間に基づいて検出している。しかし、モータ回転開始をエンコーダ信号に基づいて検出し、そのモータ回転開始時点から回転速度が180°/秒に達するまでの所要時間に基づいて、超音波モータ30を長期間不使用状態で放置した後の起動である旨を検出することも可能である。

40

【0075】

なお、本発明は、上記の第1~2の実施の形態に限定されることなく、例えば、監視カメラの回動用だけでなく、カメラの自動合焦用、ロボット用等の他の用途に使用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】本発明の第1~第2の実施形態における振動型アクチュエータ(超音波モータ)の駆動制御部の概略構成を示すブロック図である。

【図2】上記の第1の実施の形態におけるモータ駆動制御例を示すフローチャートである

50

【図3】上記の第2の実施の形態におけるモータ駆動制御例を示すフローチャートである。

【図4】超音波モータの駆動制御の概要を説明するための模式図である。

【図5】超音波モータを長期間不使用状態で放置した後の起動時、通常起動時の駆動周波数と回転速度の関係を示す図である。

【図6】超音波モータを長期間不使用状態で放置した後の各回の起動時の回転開始所要時間例を示す図である。

【図7】超音波モータを長期間不使用状態で放置した後の各回の起動時において、回転速度が180°/秒に達するまでの所要時間例を示す図である。

【符号の説明】

【0077】

30 ... 超音波モータ

211a ... 崖落ち領域

230 ... モータ制御回路

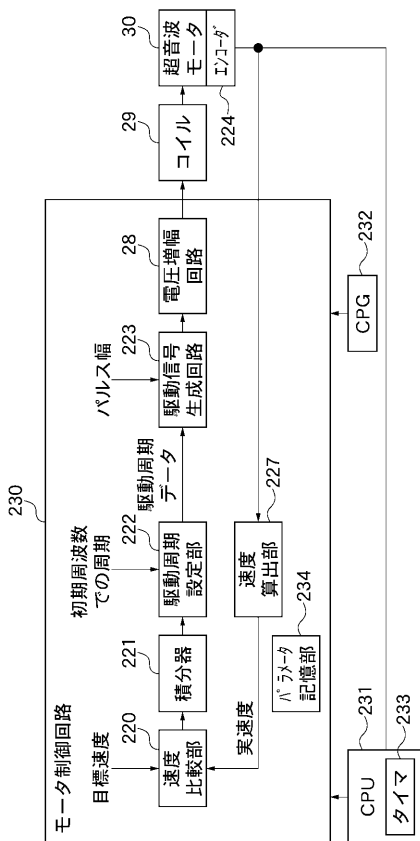
223 ... 駆動信号生成回路

224 ... エンコーダ

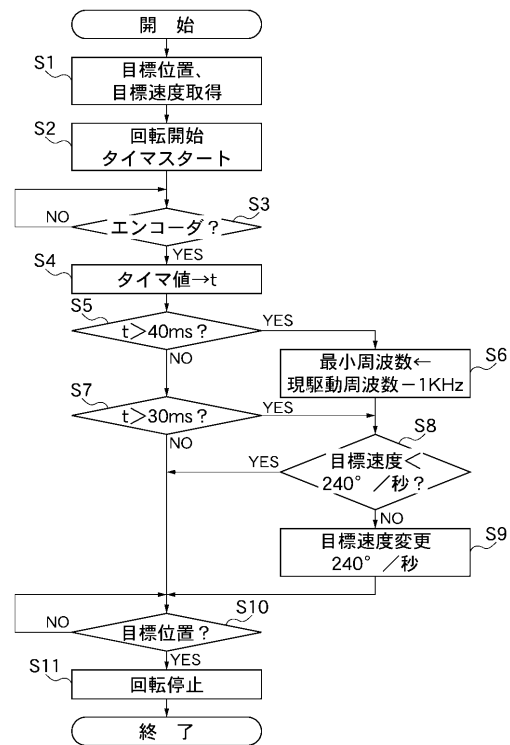
231 ... CPU

233 ... タイマ

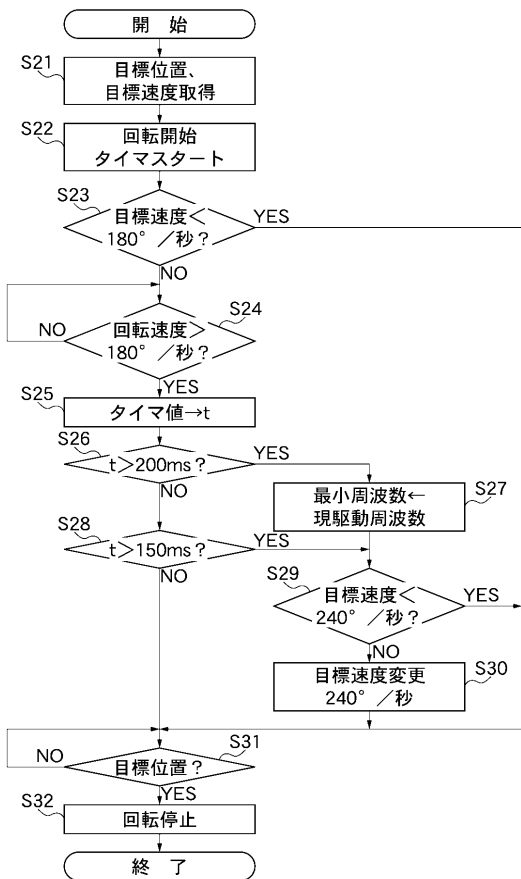
【図1】



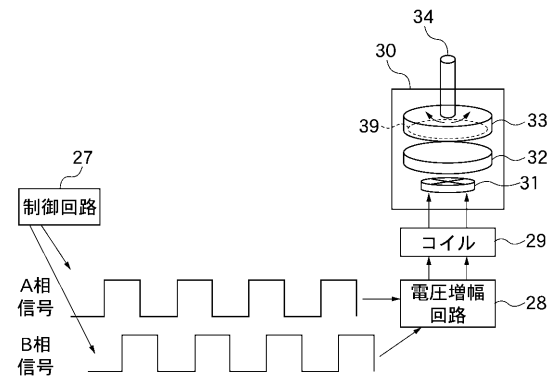
【図2】



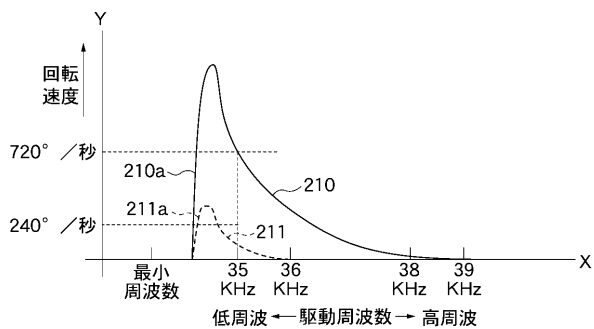
【 図 3 】



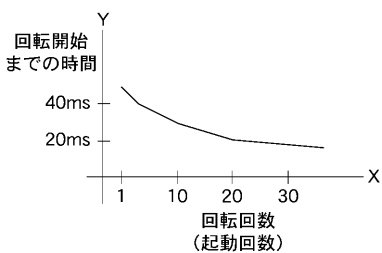
【 図 4 】



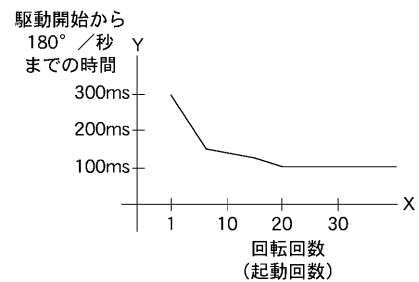
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 西川 寛

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) 5H680 AA07 AA09 AA14 BB03 BC01 BC05 CC02 EE23 EE24 FF25