

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5553564号  
(P5553564)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年6月6日(2014.6.6)

(51) Int.CI.

H02N 2/00 (2006.01)

F 1

H02N 2/00

C

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2009-216607 (P2009-216607)  
 (22) 出願日 平成21年9月18日 (2009.9.18)  
 (65) 公開番号 特開2011-67035 (P2011-67035A)  
 (43) 公開日 平成23年3月31日 (2011.3.31)  
 審査請求日 平成24年9月11日 (2012.9.11)

(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  
 (74) 代理人 100110412  
 弁理士 藤元 亮輔  
 (74) 代理人 100104628  
 弁理士 水本 敦也  
 (72) 発明者 村上 順一  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ャノン株式会社内

審査官 安池 一貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動型モータ制御装置および撮像装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

位相差を有する第1の周波信号および第2の周波信号が印加された電気・機械エネルギー変換素子により振動が励起される振動体と、該振動体に接触する接触体とを相対移動させる振動型モータの駆動速度を制御する振動型モータ制御装置であって、

前記位相差を固定して前記第1および第2の周波信号の周波数を変更する周波数制御と、前記周波数を固定して前記位相差を変更する位相差制御とを切り換えるながら前記振動型モータの駆動速度を増減させる第1の速度制御と、前記位相差制御を行わずに前記周波数制御を行って前記振動型モータの駆動速度を増減させる第2の速度制御を切り換える速度制御手段を有し、

前記振動型モータは、撮像装置に搭載され、

前記速度制御手段は、前記撮像装置の撮影モードに応じて前記第1の速度制御と前記第2の速度制御を切り換えることを特徴とする振動型モータ制御装置。

## 【請求項 2】

位相差を有する第1の周波信号および第2の周波信号が印加された電気・機械エネルギー変換素子により振動が励起される振動体と、該振動体に接触する接触体とを相対移動させる振動型モータの駆動速度を制御する振動型モータ制御装置であって、

前記位相差を固定して前記第1および第2の周波信号の周波数を変更する周波数制御と、前記周波数を固定して前記位相差を変更する位相差制御とを切り換えるながら前記振動型モータの駆動速度を増減させる第1の速度制御と、前記位相差制御を行わずに前記周波数

10

20

制御を行って前記振動型モータの駆動速度を増減させる第2の速度制御を切り換える速度制御手段を有し、

前記振動型モータは、撮像装置に取り外し可能に装着される交換レンズに搭載され、

前記速度制御手段は、前記撮像装置の撮影モードに応じて前記第1の速度制御と前記第2の速度制御を切り換えることを特徴とする振動型モータ制御装置。

**【請求項3】**

位相差を有する第1の周波信号および第2の周波信号が印加された電気 - 機械エネルギー変換素子により振動が励起される振動体と、該振動体に接触する接触体とを相対移動させる振動型モータと、

該振動型モータの駆動力によって駆動される光学素子又は被駆動部材と、

10

請求項1または2に記載の振動型モータ制御装置とを有することを特徴とする撮像装置

。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、振動型モータの駆動速度を制御する制御装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

振動型モータは、電気 - 機械エネルギー変換素子（圧電素子や電歪素子ともいう）が接合された金属弾性体等により形成された振動体と、該振動体に加圧接触する接触体とを有する。位相差を有する複数の周波信号を圧電素子に印加すると、振動体に振動（例えば、進行性振動波）が励起され、該振動体と接触体とが相対移動して駆動力が発生する。

20

**【0003】**

このような振動型モータの速度制御方法には、圧電素子に印加する周波信号の周波数を変化させる方法（以下、周波数制御という）がある。周波数と速度の関係は、図11(a)に示すようになる。共振周波数( $f_r$ )において最高速が得られ、周波数が共振周波数から離れるほど、速度が低下する。これは共振周波数に近づくほど振動体の表面の質点が描く橈円軌道の径が増大するためである。周波数 - 速度特性は、共振周波数よりも高周波数側の方が低周波数側に比べて速度変化が緩やかで安定した特性となる。このため、制御の容易さから、共振周波数よりも高周波数側の周波数領域において速度制御が行われることが多い。なお、振動型モータは、周波数が高くなるにつれて減速し、所定の周波数( $f_m$ )で振動体と接触体との間の摩擦によって駆動力を失って停止する。

30

**【0004】**

振動型モータのさらに別の速度制御方法として、圧電素子に印加する複数の周波信号の位相差を変化させる方法（以下、位相差制御）がある。位相差と速度の関係は、図11(b)に示すようになる。位相差を90deg又は-90degとすると最高速が得られ、位相差が±90degから離れるほど速度が低下する。これは振動体と接触体の相対移動方向における振動振幅と、該相対移動方向に対して垂直な方向の振動振幅との比の変化により、質点の橈円軌跡の形状が変化するためである。またこのことは、周波数を変化させて橈円軌道の径を変化させることによって速度を変化させる場合とは異なる。

40

**【0005】**

図11(b)中に実線で記載した特性は、周波数を共振周波数( $f_r$ )とした場合の特性であり、破線で記載した特性は、周波数を図11(a)中に記載した共振周波数よりも高く、 $f_m$ よりも低い周波数( $f_0$ )とした場合の特性である。どちらの周波数においても位相差が±90から離れると速度が不安定となり、位相差が0に近づくと停止する。周波数を $f_0$ とした場合に得られる速度は、周波数を共振周波数( $f_r$ )とした場合に比べて低速であり、この速度は周波数又は振幅の変化により得られる最低速度よりも低い速度である。

**【0006】**

このような振動型モータの速度制御特性を踏まえ、周波数制御と位相差制御とを組み合

50

わせることにより制御可能な速度領域を拡大することができる。また、周波数制御と位相差制御とを組み合わせて振動型モータの速度を制御する方法が特許文献1, 2にて開示されている。

【0007】

特許文献1には、周波数制御と位相差制御とを組み合わせることにより速度制御の分解能を向上させる速度制御方法が開示されている。また、特許文献2には、位相差制御により停止直前の駆動速度を低速化することを目的として周波数制御と位相差制御とを組み合わせる速度制御方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0008】

【特許文献1】特開平6-237584号公報

【特許文献2】特開平4-75479号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1にて開示された速度制御方法では、周波数制御による速度制御分解能に対して位相制御による速度制御分解能を小さく設定している。そして、同一速度領域において周波数制御によって速度を目標速度に近づけることができなくなった場合に、位相制御に一度だけ切り換えて速度を目標速度に近づけるものである。すなわち、特定の速度領域において一度だけ制御方法を切り換えて速度制御分解能を向上させるに過ぎず、制御可能な速度領域を拡大するものではない。したがって、振動型モータを駆動可能な本来の速度可変領域を十分に使用できるようになっていない。

20

【0010】

また、特許文献2に開示された速度制御方法では、振動型モータによって駆動される被駆動部の実駆動位置と目標駆動位置との差が所定値より小さくなった場合に周波数制御から位相差制御に一度だけ切り換える。これは必ずしも上述した周波数  $f_m$  に近い周波数において位相制御に切り換えるものではなく、振動型モータを駆動可能な本来の速度可変領域を十分に使用できるようになっていない。

30

【0011】

本発明は、振動型モータの本来の速度可変領域を十分に使用することを可能とする振動型モータ制御装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一側面としての振動型モータ制御装置は、位相差を有する第1の周波信号および第2の周波信号が印加された電気-機械エネルギー変換素子により振動が励起される振動体と、該振動体に接触する接触体とを相対移動させる振動型モータの駆動速度を制御する振動型モータ制御装置であって、前記位相差を固定して前記第1および第2の周波信号の周波数を変更する周波数制御と、前記周波数を固定して前記位相差を変更する位相差制御とを切り換えるながら前記振動型モータの駆動速度を増減させる第1の速度制御と、前記位相差制御を行わずに前記周波数制御を行って前記振動型モータの駆動速度を増減させる第2の速度制御を切り換える速度制御手段を有し、前記振動型モータは、撮像装置に搭載され、前記速度制御手段は、前記撮像装置の撮影モードに応じて前記第1の速度制御と前記第2の速度制御を切り換えることを特徴とする。

40

【0013】

また、本発明の他の一側面としての振動型モータ制御装置は、位相差を有する第1の周波信号および第2の周波信号が印加された電気-機械エネルギー変換素子により振動が励起される振動体と、該振動体に接触する接触体とを相対移動させる振動型モータの駆動速度を制御する振動型モータ制御装置であって、前記位相差を固定して前記第1および第2の周波信号の周波数を変更する周波数制御と、前記周波数を固定して前記位相差を変更する

50

位相差制御とを切り換えるながら前記振動型モータの駆動速度を増減させる第1の速度制御と、前記位相差制御を行わずに前記周波数制御を行って前記振動型モータの駆動速度を増減させる第2の速度制御を切り換える速度制御手段を有し、前記振動型モータは、撮像装置に取り外し可能に装着される交換レンズに搭載され、前記速度制御手段は、前記撮像装置の撮影モードに応じて前記第1の速度制御と前記第2の速度制御を切り換えることを特徴とする。

## 【0014】

なお、上記振動型モータ駆動装置と、振動型モータと、該振動型モータにより駆動される光学素子又は被駆動部材を有する撮像装置も本発明の他の一側面を構成する。

10

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明によれば、振動型モータの本来の速度可変領域を十分に使用することができ、振動型モータの駆動速度の選択の幅を広げることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】本発明の実施例1である振動型モータ制御装置の構成を示すブロック図。

【図2】実施例1における振動位相差の検出方法を示す図。

【図3】実施例1にて用いられる振動型モータにおける圧電素子の配置を示す図。

【図4】実施例1にて用いられる振動型モータの特性図。

20

【図5】実施例1における振動型モータの制御フローチャート。

【図6】実施例1における振動型モータの制御フローチャート。

【図7】実施例1における振動型モータの制御フローチャート。

【図8】実施例1における制御特性図。

【図9】本発明の実施例2であるカメラシステムの構成を示すブロック図。

【図10】実施例2における振動型モータの制御フローチャート。

【図11】振動型モータの特性図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0017】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

30

## 【実施例1】

## 【0018】

図1には、本発明の実施例1である振動型モータ制御装置の構成を示している。1は振動型モータの駆動速度を制御する速度制御手段としてのマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）である。2は電源（バッテリ）である。3はレギュレータであり、該レギュレータ3からの出力電圧は、マイコン1に供給されるとともに、後述する位相検出の基準電源としても使用される。

## 【0019】

4は振動型モータに電源を供給する電源回路としての昇圧型DC-DCコンバータである。DC-DCコンバータ4は、マイコン1によって動作／非動作がコントロールされる。

40

## 【0020】

5は電圧制御発振器（VCO）であり、マイコン1から入力される周波数データ信号（F DATA）に基づいて電圧を生成し、その電圧に応じた周波電圧を発生する。本実施例においては、周波数データ信号（F DATA）を8ビットデータとし、F DATA = H 0 0のときに周波数が最大となり、F DATA = H F Fのときに周波数が最小となる。また、F DATA = H 0 0のときの周波数は、振動型モータの共振周波数に対して十分に大きな周波数である。

## 【0021】

6は分周・位相器であり、該分周・位相器6には、VCO 5からの周波電圧と所定のク

50

ロック信号とマイコン 1 からの位相差データ信号 (PDATA) とが入力される。分周・位相器 6 は、位相差データ信号に応じた位相差を有する第 1 の周波信号および第 2 の周波信号 (ここでは 2 つの周波信号であるが、3 つ以上でもよい) である A 相矩形波信号および B 相矩形波信号を出力する。以下の説明において、A 相矩形波信号および B 相矩形波信号をそれぞれ、A 相信号および B 相信号 (又は単に A 相および B 相) という。また、A 相信号と B 相信号の位相差を、駆動位相差  $k$  といい、後述する振動状態を検知するための位相差である振動位相差と区別する。

#### 【0022】

なお、本実施例では、周波信号として矩形波信号を用いる場合について説明するが、周波信号としては、正弦波信号等の矩形波信号以外の信号を用いることもできる。

10

#### 【0023】

本実施例においては、位相差データ信号 (PDATA) を 8 ビットデータとし、PDATA = H00 のとき駆動信号位相差は 0 deg (同位相) となり、PDATA = H80 のとき駆動信号位相差は 180 deg (逆位相) となる。また、分周・位相器 6 において、マイコン 1 から入力される出力許可信号 (OUT-EN) により 2 つの矩形波信号 (A 相、B 相) の出力が許可 / 禁止される。

#### 【0024】

7 は A 相側のインバータ、8 は B 相側のインバータである。9 は A 相側の電源を供給するための NPN トランジスタ、10 は B 相側の電源を供給するための NPN トランジスタ、11 は A 相側の NPN トランジスタ、12 は B 相側の NPN トランジスタである。分周・位相器 6 からの A 相信号が、A 相側のインバータ 7 と A 相側の NPN トランジスタ 11 に入力される。インバータ 7 の出力は NPN トランジスタ 9 のベースに接続され、振動型モータの A 相側に電力がシンク / ソースされる。同様に、分周・位相器 6 からの B 相信号が、B 相側のインバータ 8 と B 相側の NPN トランジスタ 12 に入力される。インバータ 8 の出力は NPN トランジスタ 10 のベースに接続され、振動型モータの B 相側に電力がシンク / ソースされる。

20

#### 【0025】

13 は A 相側コイル、14 は B 相側コイル、15 は A 相側コンデンサ、16 は B 相側コンデンサである。A 相側コイル 13 と A 相側コンデンサ 15 を電源に対して直列接続することによって、A 相信号の周波数に応じた昇圧電圧が振動型モータの A 相側電極 17 に印加される。同様に、B 相側コイル 14 と B 相側コンデンサ 16 を電源に対して直列接続することによって、B 相信号の周波数に応じた昇圧電圧が振動型モータの B 相側電極 18 に印加される。

30

#### 【0026】

実際には、上述したように振動型モータの A 相側電極 17 および B 相側電極 18 には A 相信号および B 相信号に対応する昇圧電圧が印加されるが、このことを、本実施例では振動型モータに A 相信号および B 相信号が印加される (周波信号が印加される) という。また、以下の説明において、A 相信号および B 相信号に対応する昇圧電圧をそれぞれ、A 相電圧および B 相電圧ともいう。

40

#### 【0027】

19 は振動型モータに設けられた、振動位相差の検出用端子 (センサ端子) としての S 相電極である。20 は電気 - 機械エネルギー変換素子としての圧電素子 (電歪素子ともいう) である。21 はグランド (GND) 電極である。

#### 【0028】

22 はレギュレータ 3 の出力電圧を 1 / 2 にするための分圧回路であり、コンパレータのスレッショルド電圧を形成する。

#### 【0029】

23, 24 は B 相電圧のレベルシフト用の抵抗であり、25, 26 は B 相電圧用のハイパスフィルタである。27, 28 は後述する S 相信号の電圧 (S 相電圧) のレベルシフト用の抵抗であり、29, 30 は S 相電圧用のハイパスフィルタである。

50

## 【0030】

31はB相用のコンパレータであり、B相電圧をレギュレータ3の電圧にレベルシフトとともに、B相電圧の波形整形を行う。32はS相用のコンパレータであり、S相電圧をレギュレータ3の電圧にレベルシフトとともに、S相電圧の波形整形を行う。

## 【0031】

図2には、振動位相差の検出方法を示している。図2には、B相側電極18に印加されるB相信号(B)の電圧波形と、S相側電極19から出力されるS相信号(S)の電圧波形とを示している。さらに、図2には、B相信号(B)とS相信号(S)をコンパレータ31, 32によってデジタル変換することで得られるデジタル出力信号(Cb, Cs)の波形を示している。

10

## 【0032】

B相信号(B)とS相信号(S)との位相差を振動位相差sという。コンパレータ31, 32からの出力信号Cb, Csをマイコン1に入力し、CbがHになってからCsがHになるまでの期間をマイコン1のタイマー機能によって計測することにより、振動位相差sを取得することができる。

## 【0033】

33は振動型モータの回転量と回転速度(駆動速度)を検出するエンコーダである。エンコーダ33は、例えば、振動型モータの回転に同期して回転するパルス板とフォトインタラプタとを含む。パルス板には、その回転中心から放射状に複数のスリットが形成されている。フォトインタラプタは、パルス板(スリット)の回転に伴う透光状態と遮光状態の切り替わりに応じた信号を出力する。

20

## 【0034】

34はエンコーダ33に対して設けられた検出回路であり、フォトインタラプタからの微弱な出力信号を增幅してパルス信号を生成し、マイコン1に入力する。このパルス信号のパルス数をマイコン1のカウント機能によってカウントすることにより回転量を検出できる。また、該パルス信号のパルス幅をマイコン1のタイマー機能によって時間計測することにより、回転速度を検出できる。

## 【0035】

次に、振動型モータの構成について、図3を用いて説明する。振動型モータは、不図示のステータ(振動体)と、ロータ(接触体)と、該ロータをステータに加圧接触させる、バネ等を用いた付勢機構とを有する。図3には、ステータにおけるロータとの接触面とは反対側の面に配置された圧電素子を示している。

30

## 【0036】

A1, B1はそれぞれA相用の圧電素子およびB相用の圧電素子である。図中の丸囲みの+,-は、各圧電素子の分極状態を示している。S1はB相用の圧電素子B1に対して45degだけ位相がずれた位置に配置されたS相用の圧電素子である。

## 【0037】

図1に示したA相側電極17、B相側電極18およびS相側電極19はそれぞれ、A相用の圧電素子A1、B相用の圧電素子B1およびS相用の圧電素子S1に対して設けられた電極である。

40

## 【0038】

A相側電極17とB相側電極18に対してA相信号とB相信号が印加されることにより、圧電素子20の電気-機械エネルギー変換作用によってステータに振動が励起され、ステータの表面に進行性振動波が形成される。これにより、ステータとその表面に加圧接触したロータとが相対移動(相対回転:本実施例ではロータがステータに対して回転)し、駆動力が発生する。

## 【0039】

S相用の圧電素子S1は、ステータに形成された振動波に応じた周波信号を、S相側電極19を通して出力する。なお、共振状態においては、B相信号とS相信号との間の振動位相差が、圧電素子B1と圧電素子S1との位相関係により決まる値となる。本実施例で

50

は、振動型モータの正転時では振動位相差が 45 deg のときが共振状態であり、逆転時には振動位相差が 135 deg のときが共振状態である。共振状態からのずれが大きいほど、振動位相差は共振状態での値から大きくなる。

【0040】

図4(a)には、振動型モータの正転時の周波数 - 振動位相差特性を示している。横軸はB相信号(およびA相信号)の周波数である駆動周波数  $f$  を、縦軸は振動位相差  $s$  を示している。同図において、駆動周波数  $f$  は右に向かって高くなり、振動位相差  $s$  は下に向かって小さくなる。振動位相差  $s$  は、駆動周波数  $f$  を低くしていくことによって小さくなる。

【0041】

図4(b)には、振動型モータの正転時の周波数 - 回転速度特性を示している。横軸は駆動周波数  $f$  を、縦軸は回転速度  $N$  を示している。同図において、駆動周波数  $f$  は右に向かって高くなり、回転速度  $N$  は上に向かって高くなる。また、同図には、駆動位相差  $k$  を 90 deg および 20 deg とした場合の特性を示す。いずれの駆動位相差  $k$  を与える場合でも、駆動周波数  $f$  を高い方から低い方に変化させていくことにより、周波数(起動周波数)  $f_m$  で回転し始め、さらに周波数を低くすることにより回転数(駆動速度)が上昇する。

10

【0042】

駆動位相差  $k$  を 90 deg とした場合には、高い回転速度領域を使用することができるが、低い回転速度領域を使用することはできない。一方、駆動位相差  $k$  を 20 deg とした場合には低い回転速度領域を使用することができるが、高い回転速度領域を使用することはできない。また、いずれの駆動位相差  $k$  における最低回転速度を得られる周波数は固定されたものではなく、振動型モータの個体差や、温度、湿度等の駆動環境に応じて変化する。したがって、振動型モータを減速する場合において、速度制御方法を後述する周波数制御から位相差制御に切り換える周波数を十分に低い周波数とする必要がある。

20

【0043】

また、図4(c)には、振動型モータの正転時の駆動位相差 - 回転速度特性を示している。横軸に駆動位相差  $k$  を、縦軸に回転速度  $N$  を示している。図4(c)に示した駆動位相差 - 回転速度特性は、駆動周波数を図4(a), (b)に示した共振周波数よりも十分に高周波側で、かつ起動周波数  $f_m$  よりも低い周波数  $f_0$  とした場合の特性である。駆動位相差を 20 deg としたときに回転速度は  $N_1$  となり、駆動位相差を 90 deg としたときに回転速度は  $N_2$  となる。

30

【0044】

本実施例においては、図4に示した特性に基づいて、以下のように速度制御方法を組み合わせることにより、振動型モータの本来の速度領域を十分に使用することを可能にする。

【0045】

本実施例では、振動型モータを振動位相差  $s$  が  $s_0$  より大きい領域で駆動する場合には、駆動位相差  $k$  を 20 deg に固定して駆動周波数を変更する周波数制御(以下、20 deg 位相差での周波数制御という)を行う。

40

【0046】

また、振動型モータを振動位相差  $s$  が  $s_0$  (およびほぼ  $s_0$ ) の状態で駆動する場合には、駆動周波数を  $f_0$  に固定して駆動位相差を変更する位相差制御(以下、単に位相差制御という)を行う。

【0047】

さらに、振動位相差  $s$  が  $s_0$  より小さい領域で駆動する場合には、駆動位相差  $k$  を 90 deg に固定して駆動周波数を変更する周波数制御(以下、90 deg 位相差での周波数制御という)を行う。

【0048】

次に、振動型モータの具体的な速度制御方法について説明する。本実施例では、まず振

50

動型モータの駆動速度を所定の目標速度まで増加させる。そして、残り駆動量が所定量以下となった後に目標速度を徐々に下げていくことによって駆動速度を減少させ、残り駆動量が0となる（又はその直前の）目標位置まで駆動した時点で振動型モータの駆動を停止させる。本実施例では、このように振動型モータが回転を開始（起動）し、加速および減速を経て停止するまでの速度制御を、上述した3つの速度制御方法を組み合わせて行う。

#### 【0049】

振動型モータの駆動を制御するマイコン1には、目標速度（T-SPD）と駆動量（FOPC）とが外部から指示されたりマイコン1の内部にて設定されたりする。マイコン1は、この指示や設定をトリガとして振動型モータの駆動の制御を開始する。目標速度（T-SPD）は、振動型モータを所定の回転速度で制御するための情報であり、前述したエンコーダ33から出力されるパルス信号のパルス幅によって表される情報である。また、駆動量（FOPC）は、エンコーダ33から出力されるパルス信号のカウント値（以下、パルスカウント値又はパルス数という）によって表される情報である。

10

#### 【0050】

図5から図7のフローチャートを用いて、振動型モータを正転駆動する場合の駆動開始から駆動終了までの速度制御処理について説明する。速度制御処理は、マイコン1が、コンピュータプログラムに従って実行する。まず、図5を用いて速度制御処理のメインフローを説明する。

#### [STEP1]

マイコン1は、駆動開始処理を行う。具体的には、DC-DCコンバータ4を動作させて振動型モータを駆動するに必要な電圧を生成する。また、周波数データ（FDATA）をH00として駆動周波数をA相およびB相信号に対して設定可能な最大周波数とし、位相差データ（PDATA）をH0Eとして駆動位相差を20degに設定する。これにより、20deg位相差での周波数制御が初期設定される。また、制御ステータス（STA T）を、20deg位相差での周波数制御を行っている状態を示すH00に設定する。

20

#### 【0051】

さらに、マイコン1は、現在のパルスカウント値を読み込み、FPC0としてマイコン1内の不図示のメモリに保存した後、出力許可信号（OUT-EN）をHとしてA相信号およびB相信号の出力を許可する。これにより、振動型モータの駆動が開始される。また、マイコン1は、起動フラグを0にクリアする。そして、[STEP2]に進む。

30

#### [STEP2]

マイコン1は、エンコーダ33からのパルス信号の入力があったか否かを判定する。パルス信号の入力があった場合には[STEP3]に、入力がなければ[STEP13]に進む。

#### [STEP3]

マイコン1は、現在位置を示すパルスカウント値FPCを取得する。また駆動を開始してから最初のパルス信号が入力されたときは、振動型モータが起動されたと判断して、起動フラグに1を立てる。次に[STEP4]に進む。

#### [STEP4]

マイコン1は、パルス幅測定タイマーにより、エンコーダ33からのパルス信号のパルス幅を測定し、該パルス幅の値（R-SPD）を読み込む。次に[STEP5]に進む。

40

#### [STEP5]

マイコン1は、パルス幅測定タイマーの値をリセットして、次のエンコーダ33からのパルス信号のパルス幅測定を可能とする。次に[STEP6]に進む。

#### [STEP6]

マイコン1は、目標速度（目標パルス幅）の設定処理を行う。具体的には、目標位置までの残り駆動量である（FOPC+FPC0）-FPCが、減速パルス数以下であるか否かを判定し、減速パルス数以下であれば目標速度を変更するために新たにT-SPDを取得する。減速パルス数とは、マイコン1内のメモリに予め保存された、振動型モータの減速を開始する残り駆動量である。T-SPDは、マイコン1内のメモリに予め保存された

50

、残り駆動量と目標速度との関係を示すテーブルデータから読み込んで設定する。これにより、マイコン1は、残り駆動量( $FOPC + FPC0$ ) -  $FPC$ が減速パルス数以下である場合は、振動型モータを徐々に減速して停止させるように目標速度を順次更新する。そして、[STEP 7]に進む。

#### [STEP 7]

マイコン1は、[STEP 4]で取得した現在の駆動速度を表すR-SPDが目標速度を表すT-SPDよりも大きいか否かを判定する。R-SPDの方が大きければ[STEP 9]に、そうでなければ[STEP 8]に進む。ここで、R-SPDおよびT-SPDはパルス幅のデータなので、R-SPDの方が大きいということは現在の駆動速度が目標速度よりも遅いということである。

10

#### [STEP 8]

マイコン1は、現在の駆動速度を表すR-SPDが目標速度を表すT-SPDよりも小さいかを判定する。R-SPDの方が小さければ[STEP 10]に進み、そうでなければ[STEP 2]に戻る。R-SPDの方が小さいということは現在の駆動速度が目標速度よりも速いということである。

#### [STEP 9]

マイコン1は、振動型モータの駆動速度を目標速度に上げるために速度アップ処理を行う。この速度アップ処理については、後に図6を用いて詳しく説明する。この後、[STEP 11]に進む。

#### [STEP 10]

20

マイコン1は、振動型モータの駆動速度を目標速度に下げるために速度ダウン処理を行う。この速度ダウン処理については、後に図7を用いて詳しく説明する。この後、[STEP 11]に進む。

#### [STEP 11]

マイコン1は、残り駆動量である( $FOPC + FPC0$ ) -  $FPC$ が0であるか否かを判断する。0である(目標位置に到達した)場合は[STEP 12]に進み、0でない(まだ目標位置に到達していない)場合には[STEP 2]に戻る。

#### [STEP 12]

マイコン1は、出力許可信号(OUT-EN)をLとして、A相信号およびB相信号の出力を禁止し、振動型モータの駆動を停止させる。また、DC-DCコンバータ4の動作を停止させる。そして、本処理を終了する。

30

#### [STEP 13]

マイコン1は、[STEP 2]にてパルス信号の入力がないと判定された場合に、既に振動型モータが起動している(起動フラグが1)か否かを判定する。起動フラグが0の場合は[STEP 9]に進んで速度アップ処理を行う。起動フラグが1の場合は[STEP 14]に進む。

#### [STEP 14]

マイコン1は、パルス幅測定タイマーの現在の値であるR-TIMを読み込む。このR-TIMは、前回のパルス信号の入力から現在までの時間を表す。

#### [STEP 15]

40

マイコン1は、R-TIMが許容時間UP-TIMよりも短いか否かを判定する。R-TIMがUP-TIMより短ければ[STEP 2]に戻る。R-TIMがUP-TIMより長い(以上)場合は、[STEP 9]に進んで速度アップ処理を行う。これは、振動型モータの駆動中にもかかわらず駆動速度が遅くなりすぎて振動型モータが停止してしまうのを防止するための処理である。

#### 【0052】

次に、図6を用いて、[STEP 9]にて行われる速度アップ処理について説明する。

#### [STEP 21]

マイコン1は、制御ステータス(STAT)を判定する。STAT = H00(20deg位相差での周波数制御状態)である場合は[STEP 22]に進む。STAT = H01

50

(位相差制御状態)である場合は [STEP 25] に進む。STAT = H02 (90deg 位相差での周波数制御状態)である場合は [STEP 27] に進む。

[STEP 22]

マイコン1は、B相信号とS相信号との位相差である振動位相差 s を測定し、該測定値を読み込む。そして、[STEP 23] に進む。

[STEP 23]

マイコン1は、s > s0 であるか否かを判定する。s0 は、図4 (b) に示した共振周波数 fr よりも十分に高周波側で、かつ起動周波数 fm よりも低い周波数 f0 での振動位相差である。s > s0 の場合は [STEP 24] に進む。また、s < s0 の場合は [STEP 27] に進む。

[STEP 24]

マイコン1は、位相差制御による速度アップ処理を行う (20deg 位相差での周波数制御を位相差制御に切り換える) ために、制御ステータス (STAT) を H01 とする。そして、[STEP 27] に進む。

[STEP 25]

マイコン1は、PDATA = H40 であるか否かを判定する。PDATA = H40 である場合、すなわち位相差制御によって駆動位相差 k が 90deg となった場合は [STEP 26] に進む。PDATA = H40 である場合は [STEP 27] に進む。

[STEP 26]

マイコン1は、90deg 位相差での周波数制御による速度アップ処理を行う (位相差制御を 90deg 位相差での周波数制御に切り換える) ために、制御ステータス (STAT) を H03 とし、[STEP 27] に進む。

[STEP 27]

マイコン1は、制御ステータス (STAT) を判断する。STAT = H00 である場合は [STEP 28] に進み、STAT = H01 である場合は [STEP 29] に進み、STAT = H02 である場合は [STEP 30] に進む。

[STEP 28]

マイコン1は、周波数データ FDATA = 現在の周波数データ FDATA + FUP として、20deg 位相差での周波数制御における駆動周波数 f を下げる。これにより、振動型モータの駆動速度が増加する。FUP は加速の程度を決定する定数であり、固定値でもよいし、速度偏差等の条件に応じて変更してもよい。この後、[STEP 11] に進む。

[STEP 29]

マイコン1は、位相差データ PDATA = 現在の位相差データ PDATA + PUP として、位相差制御における駆動位相差を大きくする。このステップの前では、[STEP 1] において PDATA には初期値 H0E が設定され、駆動位相差 k を 20deg として振動型モータの駆動が開始されている。したがって、振動型モータを正転方向に駆動して速度を上げるために、PDATA を大きくして駆動位相差 k を 90deg に近づける必要がある。PUP は加速の程度を決定する定数であり、固定値でもよいし、速度偏差等の条件に応じて変更してもよい。

【0053】

また、本処理 (PDATA = PDATA + PUP) の結果、PDATA > H40 となった場合は PDATA = H40 と設定する。この後、[STEP 11] に進む。

[STEP 30]

マイコン1は、FDATA = FDATA + FUP として、90deg 位相差での周波数制御における駆動周波数 f を下げる。駆動位相差 k を 90deg (PDATA = H40) としたにもかかわらずさらに速度アップが必要な場合は、FDATA を大きくして駆動周波数 f を下げて共振周波数に近づける。FUP は加速の程度を決定する定数であり、固定値でもよいし、速度偏差等の条件に応じて変更してもよい。この後、[STEP 11] に進む。

10

20

30

40

50

## 【0054】

次に、図7を用いて、[STEP10]にて行われる速度ダウン処理について説明する。

## [STEP31]

マイコン1は、制御ステータス(STAT)を判定する。STAT = H00(20deg位相差での周波数制御状態)である場合は[STEP37]に進む。STAT = H01(位相差制御状態)である場合は[STEP32]に進む。STAT = H02(90deg位相差での周波数制御状態)である場合は[STEP34]に進む。

## [STEP32]

マイコン1は、PDATA = H0Eであるか否かを判定する。PDATA = H0Eである場合は位相差制御により駆動位相差kが20degとなった場合であり、[STEP33]に進む。PDATA = H0Eである場合は[STEP37]に進む。

## [STEP33]

マイコン1は、20deg位相差での周波数制御による速度ダウン処理を行う(位相差制御を20deg位相差での周波数制御に切り換える)ために、制御ステータス(STAT)をH00とする。そして、[STEP37]に進む。

## [STEP34]

マイコン1は、B相信号とS相信号との位相差である振動位相差sを測定し、該測定値を読み込む。そして、[STEP35]に進む。

## [STEP35]

マイコン1は、s > s1であるか否かを判断する。s1は、図4(b)に示した共振周波数frよりも十分に高周波側で、かつ起動周波数fmよりも低い周波数f0の近傍での振動位相差である。s1は、速度アップ制御において位相差制御から周波数制御に切り換えた時点(STEP26)での振動位相差を記憶して使用してもよいし、s0と同一周波数としてもよい。s > s1の場合は[STEP36]に進む。また、s = s0の場合は[STEP37]に進む。

## [STEP36]

マイコン1は、位相差制御による速度ダウン処理を行う(90deg位相差での周波数制御を位相差制御に切り換える)ために、制御ステータス(STAT)をH01とする。そして、[STEP37]に進む。

## [STEP37]

マイコン1は、制御ステータス(STAT)を判定する。STAT = H00である場合は[STEP38]に進み、STAT = H01である場合は[STEP39]に進み、STAT = H02である場合は[STEP40]に進む。

## [STEP38]

マイコン1は、FDATA = FDATA - FDNとし、20deg位相差での周波数制御における駆動周波数fを上げる。動信号位相差kを20deg(PDATA = H0E)としたにもかかわらずさらに速度ダウンが必要な場合は、FDATAを小さくして駆動周波数fを上げる必要がある。FDNは減速の程度を決定する定数であり、固定値でもよいし、速度偏差等の条件に応じて変更してもよい。この後、[STEP11]に進む。

## [STEP39]

マイコン1は、位相差データPDATA = 現在の位相差データPDATA - PDNとして、位相差制御における駆動位相差を小さくする。振動型モータを正転方向に駆動して速度を下げるためには、PDATAを小さくして駆動位相差kを20degに近づける必要がある。PDNは減速の程度を決定する定数であり、固定値でもよいし、速度偏差等の条件に応じて変更してもよい。

## 【0055】

また、本処理(PDATA = PDATA - PDN)の結果、PDATA < H0Eとなつた場合はPDATA = H0Eと設定する。この後、[STEP11]に進む。

10

20

30

40

50

## [ S T E P 4 0 ]

マイコン 1 は、周波数データ F D A T A = 現在の周波数データ F D A T A - F D N として、90 deg 位相差での周波数制御における駆動周波数  $f$  を上げる。これにより、振動型モータの駆動速度が減少する。F D N は減速の程度を決定する定数であり、固定値でもよいし、速度偏差等の条件に応じて変更してもよい。この後、[ S T E P 1 1 ] に進む。

## 【 0 0 5 6 】

次に、図 8 を用いて、上記速度制御処理による振動型モータの駆動速度の変化の例を説明する。ここでは、目標速度を図 4 ( b ) に示した回転速度  $N_0$  よりも大きい回転速度  $N_p$  とする。振動型モータを起動した後、回転速度  $N_p$  まで加速し、その後、減速して停止させる。

10

## 【 0 0 5 7 】

図 8 ( a ) ~ ( d ) の横軸は時間を示し、A ~ H はタイミングを示す。H 0 0 , H 0 1 , H 0 2 は、A ~ H のタイミング間での制御ステータス ( 図 6 および図 7 参照 ) を示す。( a ) の縦軸は駆動位相差  $k$  であり、上に向かって大きくなる。( b ) の縦軸は駆動周波数  $f$  であり、上に向かって高くなる。( c ) の縦軸は振動位相差  $s$  であり、上に向かって大きくなる。( d ) の縦軸は回転速度  $N$  であり、上に向かって高速になる。

## 【 0 0 5 8 】

駆動周波数  $f$  を最大周波数に設定し、駆動位相差  $k$  を 20 deg に設定して振動型モータの駆動を開始し、駆動周波数を下げていく ( 20 deg 位相差での周波数制御による速度アップ処理を行う ) ことにより振動型モータを加速する。このとき、駆動周波数がほぼ  $f_m$  となる A のタイミングで振動型モータが起動 ( 振動型モータの回転が開始 ) し、その後、回転速度が上昇する。

20

## 【 0 0 5 9 】

B のタイミングで振動位相差  $s$  は  $s_0$  となる。この後は、駆動周波数を固定して駆動位相差  $k$  を 90 deg に近づけていく ( 位相差制御による速度アップ処理を行う ) ことにより振動型モータを加速する。

## 【 0 0 6 0 】

C のタイミングで駆動位相差  $k$  は 90 deg となる。この後は、駆動位相差  $k$  を 90 deg に固定して駆動周波数  $f$  を下げていく ( 90 deg 位相差での周波数制御による速度アップ処理を行う ) ことにより振動型モータを加速する。

30

## 【 0 0 6 1 】

D のタイミングで、振動型モータの回転速度は目標回転速度  $N_p$  に到達する。このため、駆動周波数  $f$  の低下を停止し、その後は負荷変動等による回転速度の変化がない限り駆動周波数  $f$  および駆動位相差  $s$  を維持する。

## 【 0 0 6 2 】

E のタイミングで、残り駆動量が所定量となる。この後は、目標回転速度を  $N_p$  から低下させていく。これに伴い駆動周波数  $f$  を高くしていき ( 90 deg 位相差での周波数制御による速度ダウン処理を行い ) 、振動型モータを減速していく。

40

## 【 0 0 6 3 】

F のタイミングで振動位相差  $s$  が  $s_1$  となる。この後は、駆動位相差  $k$  を小さくする ( 位相差制御による速度ダウン処理を行う ) ことにより振動型モータを減速する。

## 【 0 0 6 4 】

G のタイミングで、駆動位相差  $k$  は 20 deg となる。この後は、駆動位相差  $k$  を 20 deg に固定して駆動周波数  $f$  を高くする ( 20 deg 位相差での周波数制御による速度ダウン処理を行う ) ことにより振動型モータを減速する。

## 【 0 0 6 5 】

H のタイミングで残り駆動量が 0 となる。すなわち、振動型モータが目標位置に到達する。これにより、振動型モータの駆動を停止する。

## 【 0 0 6 6 】

50

以上のように本実施例では、駆動位相差を固定した周波数制御（さらには、固定する駆動位相差が異なる2つの周波数制御）と駆動周波数を固定した位相差制御とを複数回ずつ交互に切り換えるながら行って、振動型モータの駆動速度を増減させる。これにより、振動型モータの本来の速度可変領域を十分に使用して、振動型モータの駆動速度の選択の幅を広げることができる。

#### 【0067】

なお、上記実施例では、振動型モータの回転を停止させることなく速度制御方法を切り換えるために、ステータの振動状態を検出するS相用圧電素子からのS相信号と駆動用周波信号であるB相信号の位相差を用いた場合について説明した。しかし、S相信号の振幅レベルを用いてもステータの振動状態を検出することは可能であるので、該振幅レベルを用いて速度制御方法を切り換えるようにしてもよい。また、振動型モータの回転を停止させることなく速度制御方法を切り換えることができる周波数もしくは駆動速度を予め設定し、その情報に基づいて速度制御方法を切り換えるようにしてもよい。

10

#### 【実施例2】

#### 【0068】

実施例1にて説明した振動型モータ制御装置を、一眼レフデジタルカメラに装着される光学機器としての交換レンズに適用した例を本発明の実施例2として説明する。本実施例では、交換レンズ内に被駆動部材として設けられた光学素子（フォーカスレンズ）を振動型モータの駆動力で移動させ、該振動型モータの駆動を実施例1にて説明した振動型モータ制御装置により制御する。

20

#### 【0069】

また、本実施例では、実施例1にて説明した速度制御（第1の速度制御）と、位相差制御を行わずに周波数制御のみで振動型モータの速度制御を行う第2の速度制御とを切り換えて行う場合について説明する。

#### 【0070】

図9には、一眼レフデジタルカメラと本実施例の交換レンズとにより構成されるカメラシステムを示している。図9において、100は一眼レフデジタルカメラ（以下、カメラという）であり、200はカメラ100に着脱可能な交換レンズである。

#### 【0071】

交換レンズ200内には、前玉レンズユニット201、変倍レンズユニット202、フォーカスレンズユニット203および絞り204により構成される撮影光学系が設けられている。

30

#### 【0072】

また、カメラ100内には、固定ハーフミラーが内蔵されたプリズム101が設けられている。被写体400からの光束は、撮影光学系を通過して撮影光束としてカメラ100内のプリズム101に入射する。

#### 【0073】

交換レンズ200内において、205は絞り駆動回路であり、レンズCPU207からの信号に応じて絞り204の開口径を制御する。206は操作スイッチであり、ズーミング、フォーカシングおよび絞りのマニュアル操作スイッチおよびフォーカスのオート/マニュアル切り替えの設定スイッチ等が設けられている。

40

#### 【0074】

レンズCPU207は、レンズ通信回路211およびカメラ通信回路102を介してカメラCPU111との情報のやり取りを行うとともに、交換レンズ200での制御を司る。208はフォーカス駆動回路であり、実施例1にて説明した振動型モータと振動型モータ制御装置とを含み、振動型モータ、つまりはフォーカスレンズユニット203の光軸方向での駆動を、レンズCPU207からの信号に応じて制御する。

#### 【0075】

209は焦点距離検出回路であり、ズームレンズユニット202の位置を検出することで撮影光学系の焦点距離を検出する。

50

## 【0076】

210は記憶回路であり、ROMを含む。記憶回路210には、交換レンズ200のID（製品型番やシリアルナンバー等）、焦点距離情報、フォーカス敏感度情報等が格納されており、これらの情報はレンズCPU207によって随時読み出される。

## 【0077】

カメラ100内において、プリズム101の固定ハーフミラーを透過した撮影光束は、CCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子108の撮像面上に被写体像を形成する。また、プリズム101の固定ハーフミラーで反射した撮影光束は、ペントプリズム103に入射する。

## 【0078】

ペントプリズム103内にて分岐した光束は、焦点検出装置104に入射する。この焦点検出装置104は、いわゆる位相差検出方式によって撮影光学系の焦点状態を検出する。焦点検出装置104からの焦点検出信号（位相差信号）は、カメラCPU111に入力される。

## 【0079】

一方、ペントプリズム103を通過した光束は、ファインダー光学系106を通過して光学ファインダー像として撮影者に視認される。

## 【0080】

また、撮像素子108は、撮像面上に形成された被写体像を光電変換して電気信号を出力する。この出力信号は、増幅されてデジタル映像信号（撮像信号）としてカメラCPU111に入力される。カメラCPU111は、この映像信号を用いて、動画像もしくは静止画像を生成する。また、デジタル化された映像信号は、AF処理回路109にも入力される。AF処理回路109は、デジタル映像信号に含まれる高周波成分を抽出して、AF評価値を生成する。これにより、いわゆるコントラスト検出方式による撮影光学系の焦点状態の検出を可能とする。AF評価値はカメラCPU111に入力される。

## 【0081】

カメラCPU111は、焦点検出装置104からの位相差信号に基づいて撮影光学系のデフォーカス量を算出し、該デフォーカス量を合焦状態を得るためのフォーカスレンズユニット203の移動量に換算する。そして、この換算駆動量の情報を、フォーカス駆動指令に含めてレンズCPU207に送信する。

## 【0082】

レンズCPU207は、受信した換算駆動量を実施例1にて説明したパルス数に変換してフォーカス駆動回路208に入力する。フォーカス駆動回路208内の振動型モータ制御装置（マイコン1）は、該パルス数をFOPCとして取得し、前述したテーブルデータから読み込んだFOPCに応じた目標速度で振動型モータの駆動を制御する。これにより、フォーカスレンズユニット203が光軸方向に移動されて、位相差検出方式による合焦状態が得られる。

## 【0083】

この後、カメラCPU111は、AF評価値がピークとなるようにフォーカスレンズユニット203が移動するように、レンズCPU207にフォーカス駆動指令を送信する。レンズCPU207は、フォーカス駆動回路208を通じて振動型モータを所定の微小量ずつ駆動して、フォーカスレンズユニット203を移動させる。これにより、コントラスト検出方式によるさらに高精度な合焦状態が得られる。

## 【0084】

マイコン1は、振動型モータの起動前に、図10を用いて説明する処理によって振動型モータの駆動速度の制御を、第1および第2の速度制御のうち一方を選択して行う。

## [STEP51]

マイコン1は、目標速度（T-SPD）と駆動量（FOPC）を取得する。そして、[STEP52]に進む。

## [STEP52]

10

20

30

40

50

マイコン1は、取得した目標速度を予め設定された閾値速度（所定速度）と比較し、目標速度が閾値速度よりも速い場合は[STEP53]に、遅い場合は[STEP54]にそれぞれ進む。

#### 【STEP53】

マイコン1は、第2の速度制御である周波数制御によって振動型モータの駆動速度を制御する。具体的には、位相差データ（PDATA）をH40として駆動位相差を90degに固定し、周波数データ（FDATA）を変更することで駆動周波数fを減少および増加させる。さらに具体的には、最初に駆動周波数fを最大周波数に設定した後に低下させていき、振動型モータを起動および目標速度に加速する。そして、残り駆動量が所定量以下になると目標速度を下げながら駆動周波数fを上げていき、目標位置にて停止させる。この後、本処理を終了する。

10

#### 【STEP54】

マイコン1は、第1の速度制御である周波数制御と位相差制御の組み合わせ制御によって振動型モータの駆動速度を制御する。具体的な処理の内容は、実施例1で図5～図7を用いて説明した通りである。

#### 【0085】

本実施例によれば、目標速度が閾値速度よりも高いか低いかに応じて第1の速度制御と第2の速度制御とを切り換えて行うことにより、その目標速度に適した振動型モータの速度制御を行うことができる。これにより、無駄な制御時間を削除して、駆動時間を短縮することが可能となる。

20

#### 【0086】

本実施例では、目標速度に応じて、第1の速度制御と第2の速度制御とを切り換えて行う場合について説明したが、カメラ100から交換レンズ200への切り替えコマンドに応じて第1の速度制御と第2の速度制御を切り換えるようにしてもよい。これにより、カメラの撮影モード等の動作状態に適した振動型モータの速度制御を行うことができる。

#### 【0087】

なお、上記実施例では、振動型モータとその制御装置が搭載された交換レンズについて説明した。しかし、本発明は、レンズ一体型のデジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、複写機、プリンタ等の事務機といった、振動型モータによって光学素子又は被駆動部材（感光ドラムや給紙ローラ等）を移動させる他の光学機器にも適用することができる。

30

#### 【0088】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0089】

本発明によれば、振動型モータの幅広い速度可変領域での速度制御を可能とする振動型モータ制御装置を提供できる。

#### 【符号の説明】

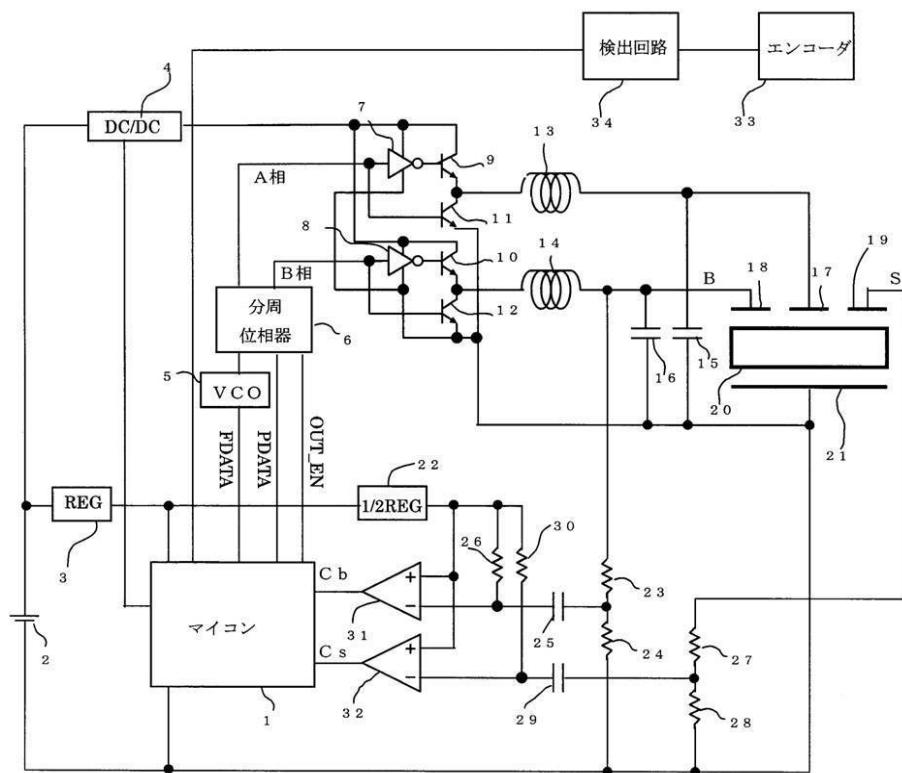
#### 【0090】

1 マイクロコンピュータ

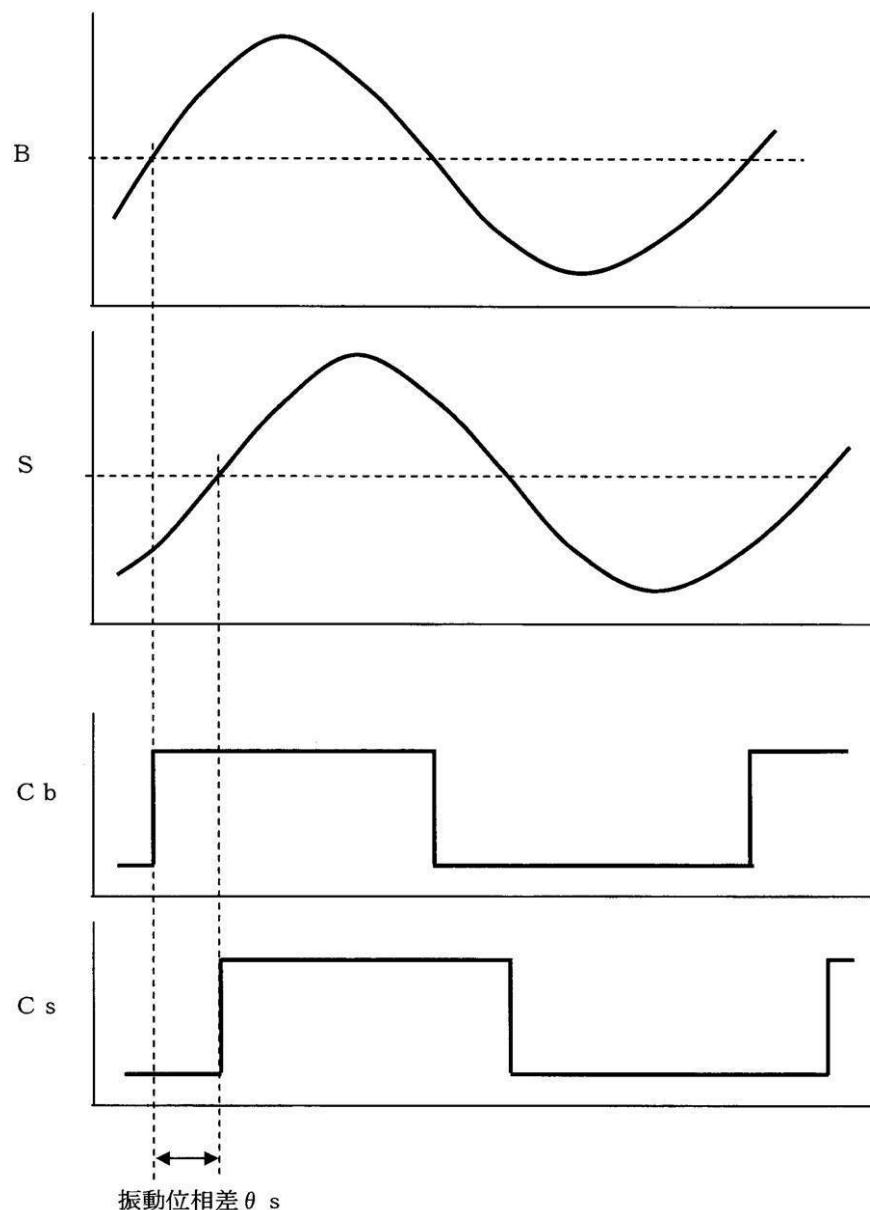
40

20 圧電素子

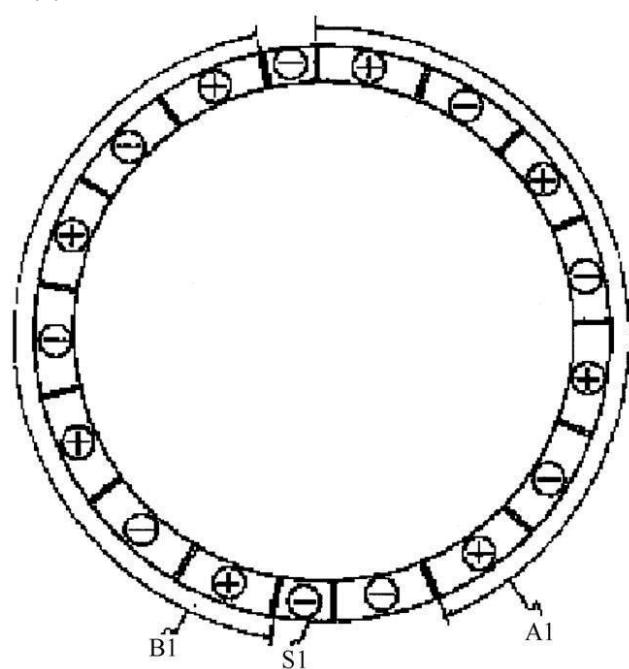
【図1】



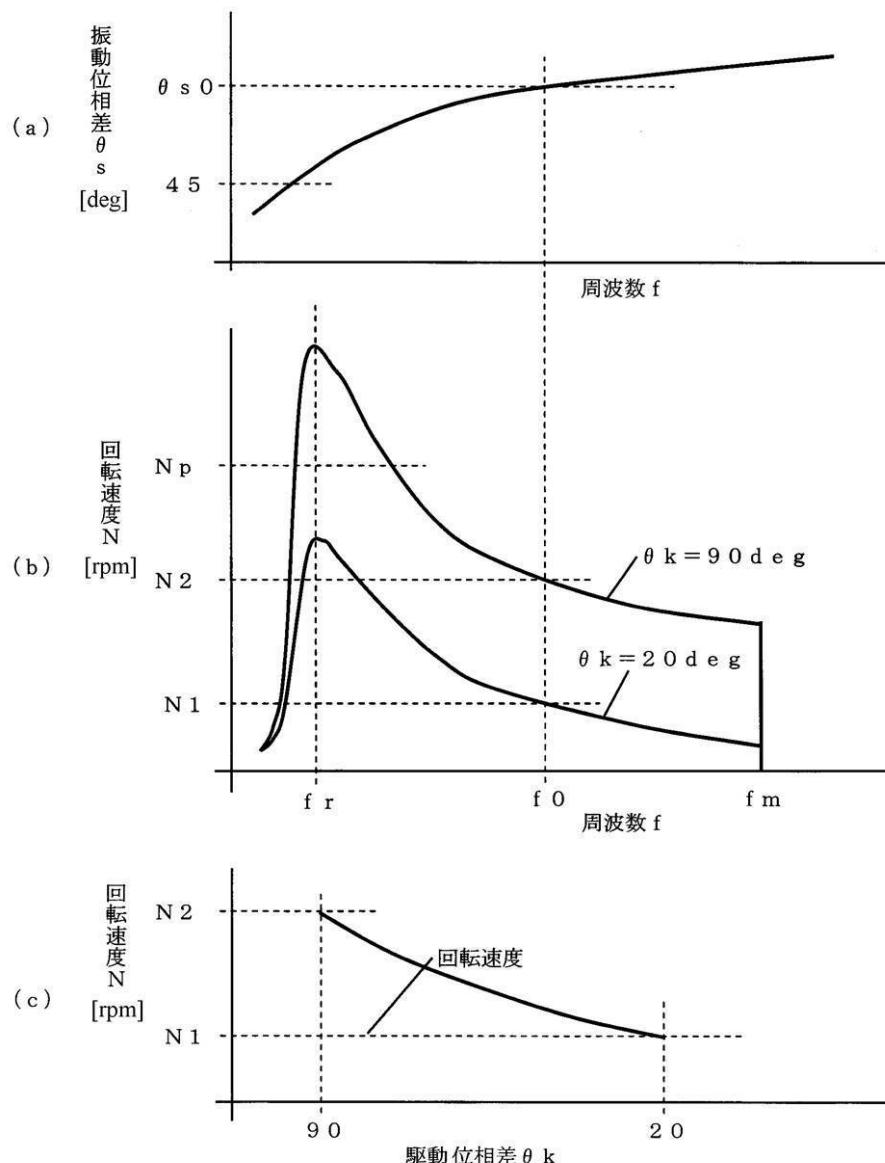
【図2】



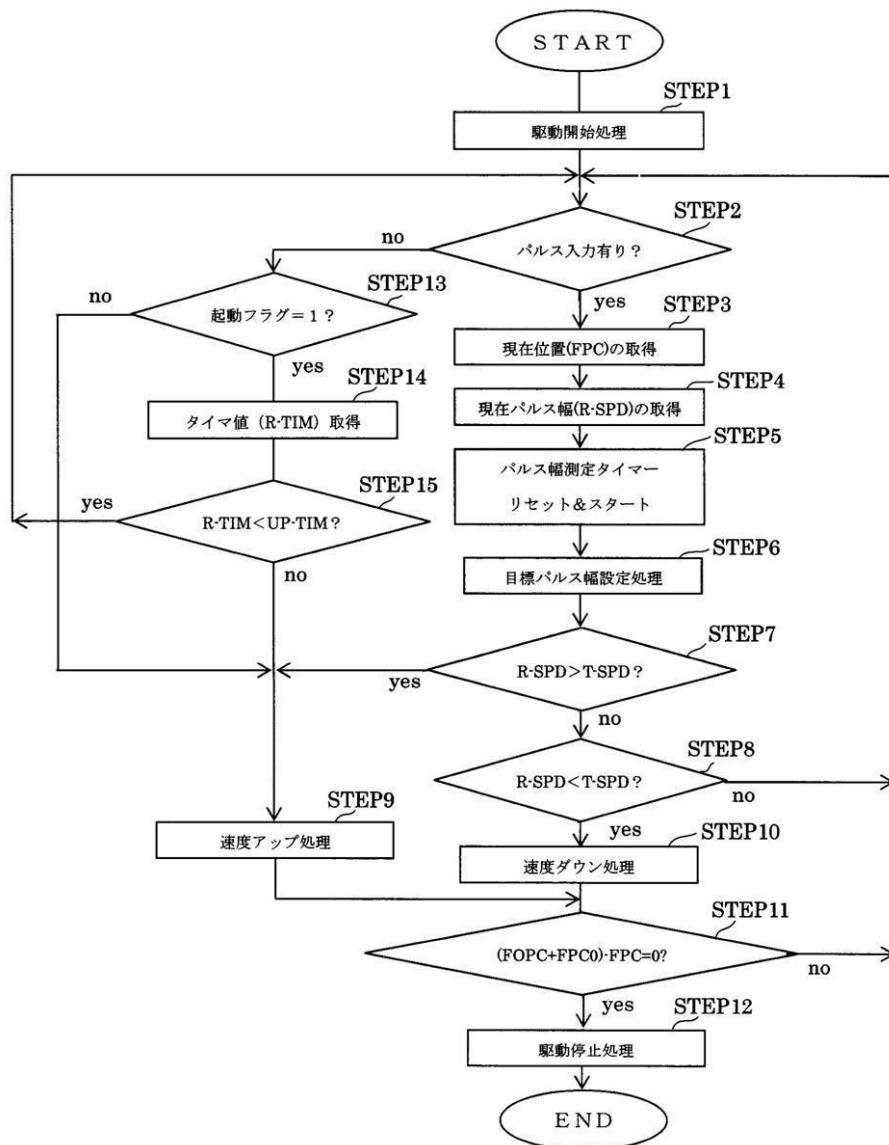
【図3】



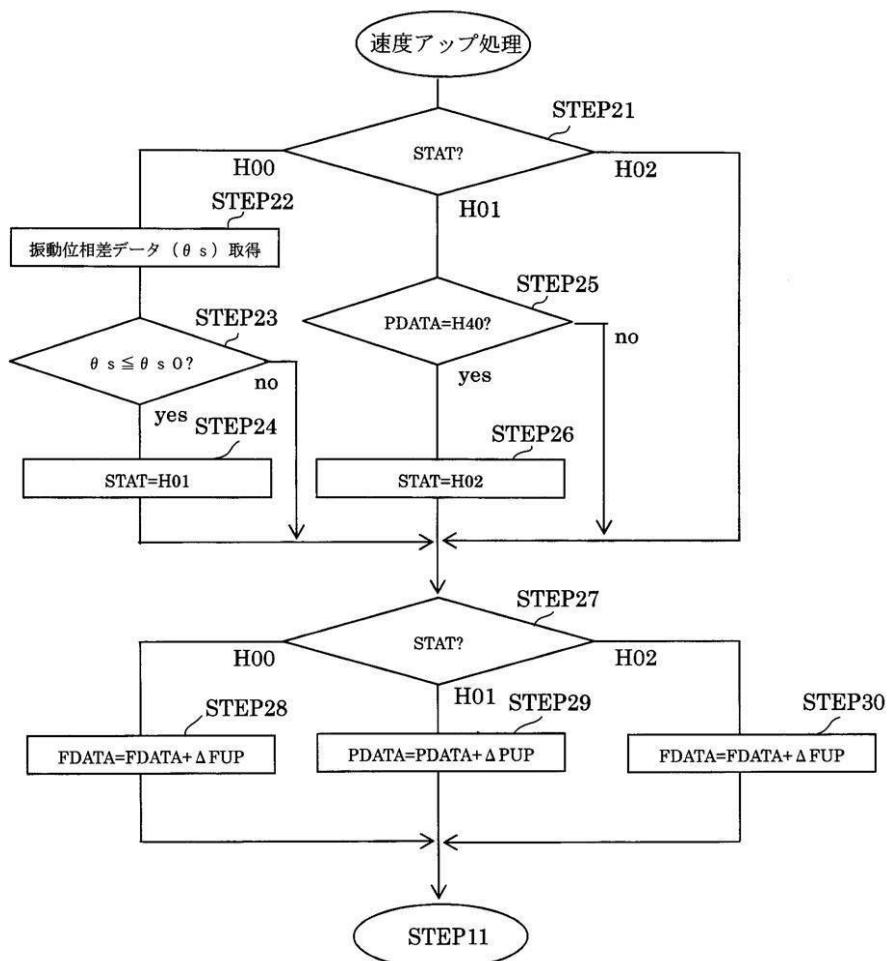
【図4】



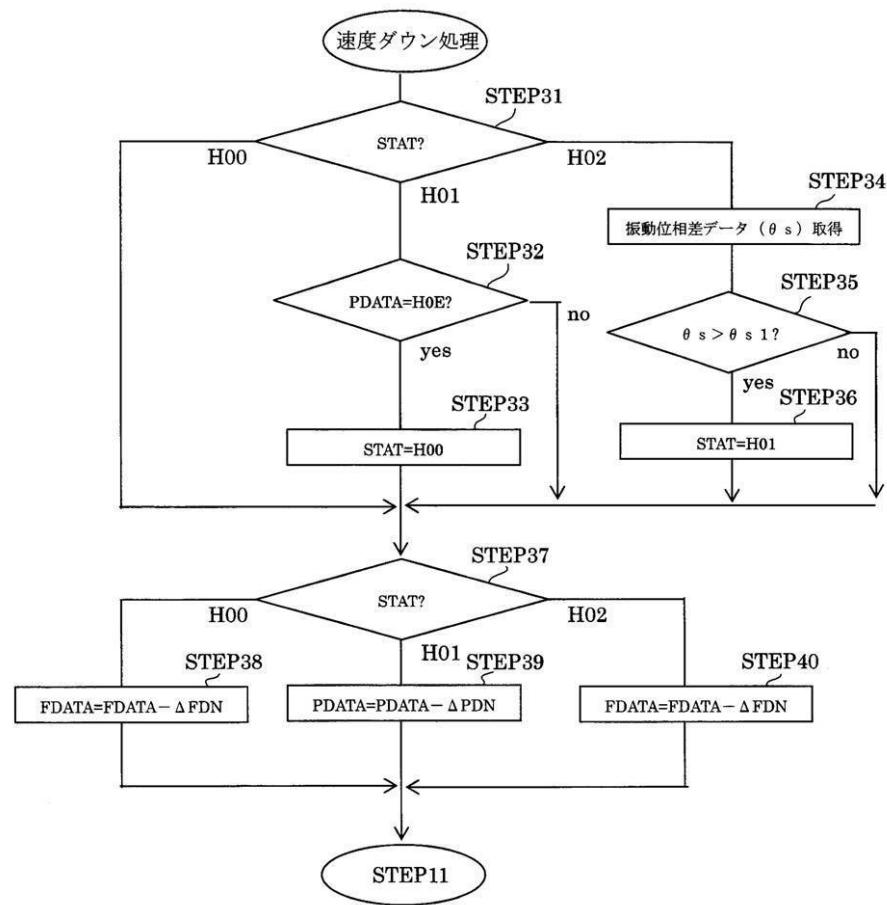
【図5】



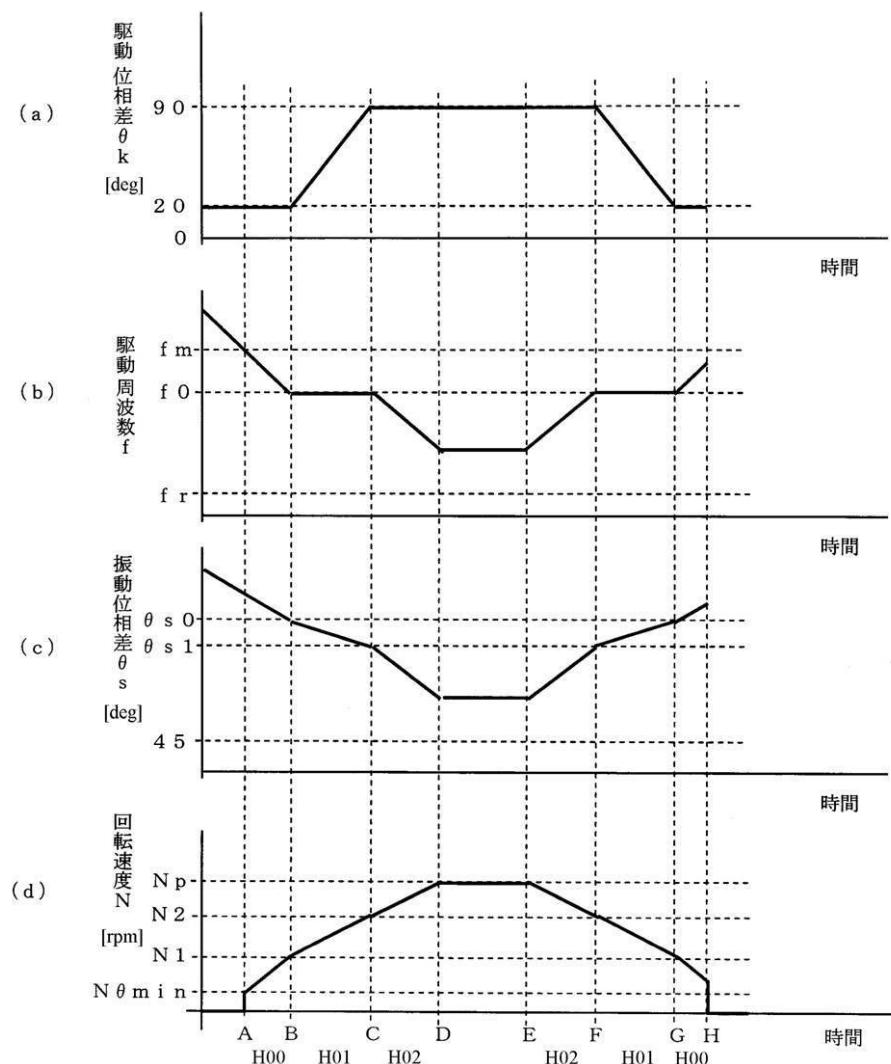
【図6】



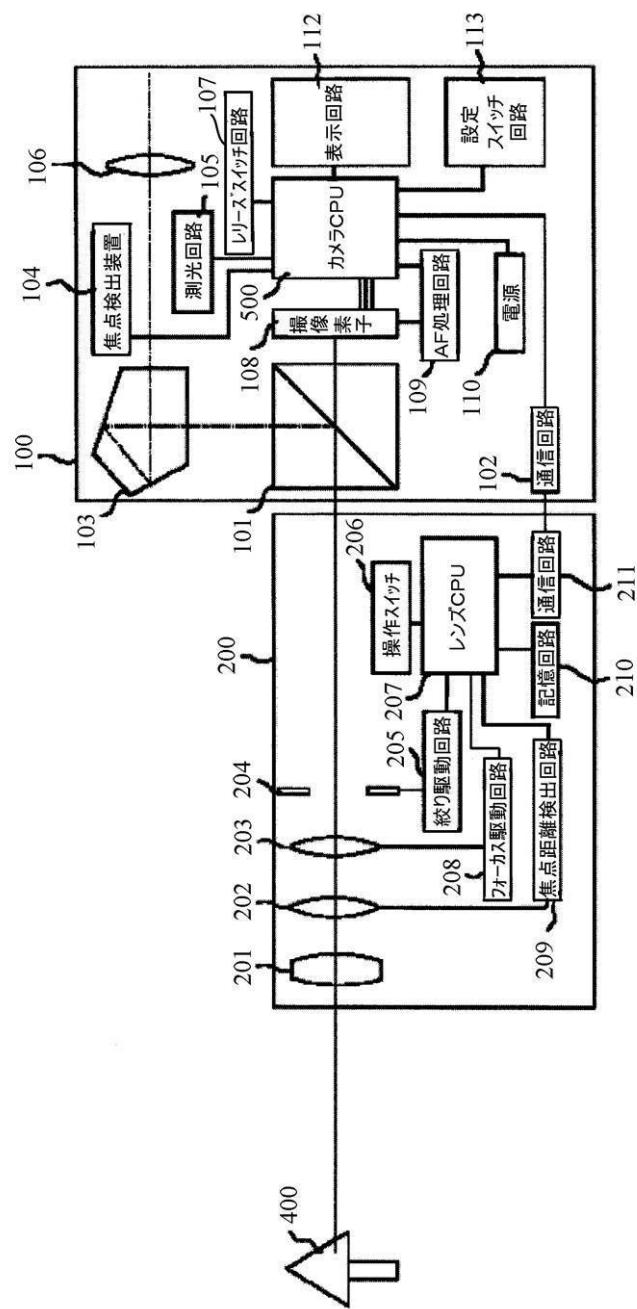
【図7】



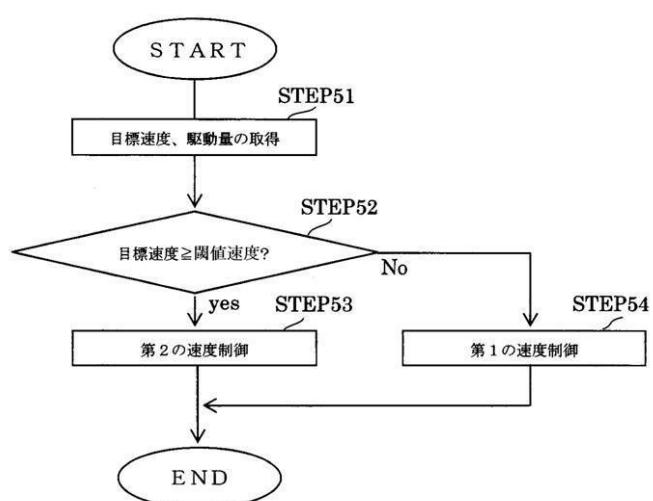
【図8】



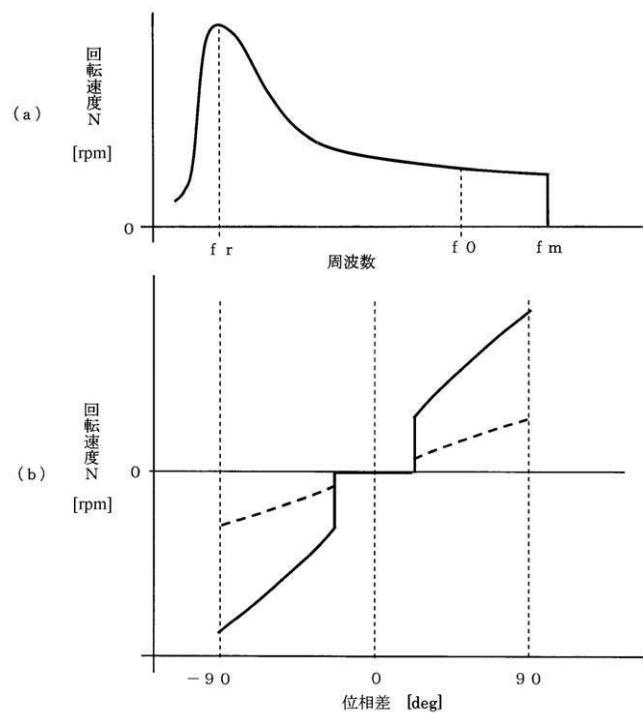
【図9】



【図10】



【図 1 1】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-237584(JP,A)  
特開平04-075479(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02N 2/00