

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4677103号  
(P4677103)

(45) 発行日 平成23年4月27日 (2011. 4. 27)

(24) 登録日 平成23年2月4日 (2011. 2. 4)

(51) Int. Cl.

H02N 2/00 (2006.01)

F I

H02N 2/00

C

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-1941 (P2001-1941)  
(22) 出願日 平成13年1月9日 (2001. 1. 9)  
(65) 公開番号 特開2002-209392 (P2002-209392A)  
(43) 公開日 平成14年7月26日 (2002. 7. 26)  
審査請求日 平成20年1月9日 (2008. 1. 9)

(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  
(73) 特許権者 000104630  
キヤノンプレシジョン株式会社  
青森県弘前市大字清野袋五丁目4番地1  
(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 塩見 誠  
東京都目黒区中根2丁目4番19号 キヤ  
ノン精機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動波モータの駆動回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動波モータの回転速度に応じて周波数が変化するパルス列の信号を出力するエンコーダと、前記パルス列の信号の周波数に基づいて求められた前記振動波モータの回転速度データと前記振動波モータの目標速度との差に基づいて、前記振動波モータを駆動するための信号を制御する制御手段とを有する振動波モータの駆動回路において、

前記振動波モータは、前記振動波モータの圧電素子に位相の異なる複数の信号を印加することで位相の異なる定在波を形成し、該位相の異なる定在波の合成により進行波を形成することで、駆動が行われるものであり、

前記エンコーダとは別に、前記振動波モータの圧電素子に位相の異なる複数の信号を印加してから、前記振動波モータの回転を角速度として検出するための検出手段を有し、

前記制御手段は、前記検出手段での検出信号を受けたことを認識した後に、前記回転速度データに基づいて、前記振動波モータの速度制御を行うことを特徴とする振動波モータの駆動回路。

【請求項 2】

前記検出手段は、振動ジャイロを用いた角速度センサを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の振動波モータの駆動回路。

【請求項 3】

前記検出手段は、前記振動ジャイロから出力された電圧値に基づいて前記振動波モータの回転方向を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の振動波モータの駆動回路。

10

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明はロータリーエンコーダが出力する振動波モータの回転速度情報をマイクロコンピュータが認識し目標回転速度と比較して次の回転速度指令を出してフィードバック制御を行う振動波モータの駆動回路に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、振動波駆動装置は、電気 - 機械エネルギー変換素子としての圧電素子に交番信号である交流電圧を印加することにより、金属等の弾性体に進行波等の駆動振動を形成する振動体を基本的構成として有している。

10

## 【0003】

そして、弾性体の駆動部に接触体を加圧手段を介して加圧接触させ、弾性体の駆動部に形成された駆動振動により接触体を摩擦駆動し、振動体と接触体とを相対移動させるようにしている。

## 【0004】

このような振動波駆動装置として、振動体をステータ、接触体をロータとして用いたものとして振動波モータがある。

## 【0005】

振動体としては、リング状または円板状の弾性体の一面にリング状の圧電素子板を接着した構成のものが提供され、ロータの回転を出力軸を介して取り出す方式、あるいはロータの回転を直接取り出す方式などのものが提供されている。

20

## 【0006】

圧電素子は、共振周波数での波長を  $\lambda$  とすると、例えば  $\lambda/4$  の位置的位相を有して2相の駆動部が形成され、各相の駆動部には  $\lambda/2$  の間隔を有して電極が形成されていて、各相の駆動部における複数の電極に同時に交流電圧を夫々印加すると、厚み方向に延びる部分と、厚み方向に縮む部分とが交互に形成されるように分極処理がなされている。そして、これら2相の駆動部により位相の異なる定在波を形成し、両定在波の合成により駆動振動としての進行波を形成している。

## 【0007】

30

図7は振動波モータの一構成例を示し、例えば円環状の弾性体13bに電気 - 機械エネルギー変換素子としての圧電素子13aを接着した振動体13と、この弾性体13bに加圧接触する移動体15と、モータ中心に配置され、移動体15に連結されたモータ軸16と振動体13を保持する加圧バネ14とにより構成され、圧電素子13aに後述する駆動回路の昇圧回路からの位相の異なる2相の交流波形を印加することにより、弾性体13bに例えば曲げ振動の合成により進行波としての駆動波が形成され、この駆動波が形成される弾性体13bの駆動面に加圧接触する移動体15が摩擦駆動され、その回転力がモータ軸16に伝達されるようになっている。

## 【0008】

またモータ軸16の後端部にはモータの回転速度を検出する為のロータリーエンコーダ17が設けられている。

40

## 【0009】

振動波モータの駆動方法を、本発明の実施の形態を示す図1の駆動回路を参照して説明する。

## 【0010】

マイクロコンピュータ（制御手段）1の内部の回転速度指令手段から振動波モータの回転速度指令信号が出力され、波形形成回路2において指令速度に応じた周波数の4相信号波形が形成され、昇圧回路3に出力される。

## 【0011】

昇圧回路3では、図6に示すように、その4相信号（YA1, YA2, YB1, YB2）が図5に示

50

すタイミングで4個のFET11をスイッチングし、A相用のトランス12aと、B相用のトランス12bで位相の異なる2相の交流波形に昇圧し、振動波モータの圧電素子にそれぞれ印加する。

【0012】

一方、ロータリーエンコーダ(5, 17)からは回転速度情報としてパルス列が出力され、モータの回転速度が速いとそのパルス列の周波数は高くなり、回転速度が低いと周波数は低くなる。

【0013】

不図示の基準パルス発生回路からパルスカウンタ回路6には、ロータリーエンコーダ5からのパルス列よりも十分に高い周波数で回転速度パルス列(エンコーダパルス列)に非同期で時間的に周波数が安定な基準パルスが出力され、その基準パルス列とロータリーエンコーダ5からのパルス列はパルスカウンタ回路6に入力される。

10

【0014】

パルスカウンタ回路6の各信号のタイミングでは、マイクロコンピュータ1からの駆動開始指令信号によってモータの駆動が制御され、エンコーダ5の出力パルス周期毎に回転速度データが更新され、次の回転速度制御に用いられる。

【0015】

例えばt1という周期の基準パルスカウント数をD1とすると、次のエンコーダ出力パルス周期にD1が回転速度データとしてパルスカウンタ回路6から出力され、マイクロコンピュータ1内部の回転速度認識手段によって現在の回転速度と目標回転速度とを比較し、目標値となるような回転速度指令をマイクロコンピュータ1内の回転速度指令手段に伝える。

20

【0016】

振動波モータの速度検出方法として、ロータリーエンコーダからの回転速度パルス列に基づいてパルスカウンタ回路で単位時間あたりのパルス数をカウントし、それを現在の回転速度データとしてマイクロコンピュータが認識する方法があるが、同時にモータの起動検出もロータリーエンコーダからの回転速度パルスを利用し、モータが回転を始めて最初の回転速度パルスの立ち上がりエッジを検出することによって、マイクロコンピュータはモータが起動したと認識し、以後の速度制御を行っていく。

【0017】

30

ここで、振動波モータの起動方法として、駆動開始により共振周波数よりも高い周波数から周波数を下げてゆくと、ある周波数で振動波モータの起動が開始され、この起動開始時点からロータリーエンコーダが回転を始める。

【0018】

ロータリーエンコーダからはパルス波が出力され(エンコーダ出力パルス列)、低速度では該パルス波の1周期の時間は長く、速度が速くなるにつれて該パルス波の1周期の時間は短くなる。そして、このようなロータリーエンコーダから出力されるパルス波の1周期の間に、基準パルスのパルス数をカウントし、このカウント値を現在の回転速度データとする。

【0019】

40

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、モータの起動を開始した直後にはまだモータが回転できるだけの振動状態等にはないため、ロータリーエンコーダからの最初の回転速度パルスエッジはモータの起動開始タイミングよりも必ず遅れて発生し、かつその遅延時間は一定ではない。

【0020】

図4に示すモータ起動認識時間を示す各信号のタイミング図では、駆動開始指令信号によってモータは起動し、その回転速度は速くなっていくが、エンコーダ出力パルスの最初の立ち上がりエッジはモータ起動開始時間よりもT1だけ遅れて発生する為に、マイクロコンピュータがモータの起動を認識するまでにもT1の遅延時間が発生してしまう。

【0021】

50

起動認識時間がモータの起動開始からT1遅れるということは、起動開始からT1の時間はモータが回転しているにもかかわらず無制御の状態にあることになり、その間にマイクロコンピュータは一定に速度を上げ続ける指令を出すので、起動認識した時には目標速度を大幅に上回り、その後の速度制御で目標速度に修正するのにかなりの時間を要するので、振動波モータの特徴である起動特性の良さを妨げる結果になってしまう。

【0022】

本出願に係る発明は、起動認識時間を短縮し、振動波モータの起動直後の速度制御をスムーズに行うことができる振動波モータの駆動回路を提供するものである。

【0023】

第1の発明は、振動波モータの回転速度に応じて周波数が変化するパルス列の信号を出力するエンコーダと、前記パルス列の信号の周波数に基づいて求められた前記振動波モータの回転速度データと前記振動波モータの目標速度との差に基づいて、前記振動波モータを駆動するための信号を制御する制御手段とを有する振動波モータの駆動回路において、前記振動波モータは、前記振動波モータの圧電素子に位相の異なる複数の信号を印加することで位相の異なる定在波を形成し、該位相の異なる定在波の合成により進行波を形成することで、駆動が行われるものであり、前記エンコーダとは別に、前記振動波モータの圧電素子に位相の異なる複数の信号を印加してから、前記振動波モータの回転を角速度として検出するための検出手段を有し、前記制御手段は、前記検出手段での検出信号を受けたことを認識した後に、前記回転速度データに基づいて、前記振動波モータの速度制御を行うことを特徴とする。

【0026】

(削除)

【0027】

(削除)

【0028】

(削除)

【0030】

従来、ロータリーエンコーダの信号に基づいて、振動波モータの起動を認識していたが、本発明では、振動波モータの回転を角速度として検出する検出手段を使用し、振動波モータが起動したときの検出手段からの検出信号を受けて制御手段が振動波モータの起動を認識するようにした。

【0031】

その結果、エンコーダの最初の回転速度パルスエッジ入力タイミングに遅延があっても、それに左右されず、実際に振動波モータが起動してから短い時間で安定して起動検出が出来る。

【0032】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の実施の形態を示すブロック図、図2は図1のコンパレータの回路構成を示す回路図、図3は本実施の形態の振動波モータの起動認識時間を示す各信号のタイミング図である。

【0033】

図1において、前述の従来例で説明した構成についてはその説明を省略し、本実施の形態の特徴的な構成を以下に説明する。

【0034】

本実施の形態では、振動波モータ4の回転角速度を例えば振動波モータ4の出力軸に取り付けられて一体に回転する角速度センサ(検出手段)7により検出し、角速度センサ7から振動波モータ4の回転速度に応じたアナログ電圧値がコンパレータ(検出手段)8に出力される。

【0035】

角速度センサ7としては、例えばセラミック振動ジャイロを用いており、回転方向に応

10

20

30

40

50

じて極性のことなる電圧が出力されるようになっている。

【 0 0 3 6 】

したがって、ある電圧値を中心に振動波モータ4の回転角速度に応じたアナログ電圧値を出力し、中心電圧付近に比較電圧を設けたコンパレータ8に角速度センサ7の出力を入力すれば、正方向と逆方向の回転方向を加味して、振動波モータ4が起動した瞬間にモータ起動信号がデジタル値としてマイクロコンピュータ1に伝達させることができる。

【 0 0 3 7 】

コンパレータ8においては、振動波モータ4の回転方向についての正回転方向（CW）起動信号、逆回転方向（CCW）起動信号にそれぞれ変換し、マイクロコンピュータ1はその信号をもとに振動波モータ4の起動を認識する。

10

【 0 0 3 8 】

その後の速度制御にはロータリーエンコーダ5とパルスカウンタ回路6からの回転速度データでマイクロコンピュータは速度制御を開始する。

【 0 0 3 9 】

図2はコンパレータ8の回路構成を示し、角速度センサ7からの回転角速度に応じたアナログ電圧値（回転角速度アナログ値）は、第1コンパレータ9aの正入力、第2コンパレータ9bの負入力にそれぞれ入力されている。振動波モータ4が停止している時には回転角速度アナログ値はある中間電圧を維持しており、振動波モータ4がCW方向に回転すると中間電圧から正の方向に変化し、CCW方向に回転すると、中間電圧から負の方向に電圧値が変化する。振動波モータ4がCW方向に回転するとその回転角速度に応じて回転角速度アナログ値は中間電圧から増加し、CW基準電圧を超えるとCW方向起動信号が出力される。逆に、振動波モータ4がCCW方向に回転し、回転角速度アナログ値がCCW基準電圧を下回るとCCW方向起動信号が出力される。

20

【 0 0 4 0 】

以上より図3のように、駆動開始指令信号がONになり、周波数を共振周波数に向かって下げて行き、駆動可能な振動状態の周波数となると振動波モータ4は起動し、モータ回転速度は上がり始め、それに応じて角速度センサ7の検出出力に基づいてコンパレータ8から出力されるモータ起動信号がマイクロコンピュータ1に入力され、マイクロコンピュータ1はその時点をもとに振動波モータ4の起動と認識する。

【 0 0 4 1 】

30

モータ起動開始から遅れてロータリーエンコーダ5から出力されたエンコーダパルス列は起動認識には使用されず、モータ起動信号による起動認識後の速度制御に使用される。

【 0 0 4 2 】

以上のように従来の駆動回路では、振動波モータ4が実際に回転したか否かを検出する検出手段としてのロータリーエンコーダはデジタル信号を出力しているため、信号レベルが反転（0 1、1 0）するまでにタイムラグが生じるが、本実施の形態では、振動波モータ4が実際に回転しているか否かを検出する検出手段としてアナログ信号として検出情報を出力する角速度センサ7を用いているので上述のタイムラグがなくなり、振動波モータ4が実際に回転を開始する振動波モータ4の起動を直ちに確認することが出来る。

【 0 0 4 3 】

40

なお、振動波モータ4の起動をタイムラグなく確認できるセンサとして角速度センサを用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、振動波モータ4の起動をタイムラグなく確認できるセンサであれば良い。

【 0 0 4 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、振動波モータの起動認識タイミングを振動波モータの起動開始から遅れることなく認識でき、その後の速度制御にスムーズに移行できるので、振動波モータの起動特性の良さを十分に生かすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示すブロック図。

50

【図 2】図 1 のコンパレータの回路構成を示す回路図。

【図 3】本発明の実施の形態のモータ起動認識時間を示す各信号のタイミング図。

【図 4】従来のモータ起動認識時間を示す各信号のタイミング図。

【図 5】波形形成回路の 4 相出力波形図。

【図 6】昇圧回路の内部構成を示す回路図。

【図 7】振動波モータの構成を示す断面図。

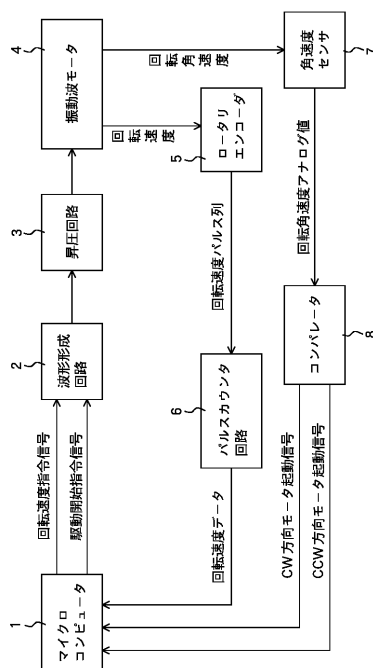
【符号の説明】

- 1 マイクロコンピュータ (制御手段)
- 2 波形形成回路
- 3 昇圧回路
- 4 振動波モータ
- 5 , 17 ロータリーエンコーダ
- 6 パルスカウンタ回路
- 7 角速度センサ
- 8 コンパレータ
- 9 a , 9 b コンパレータ
- 11 FET
- 12 a , 12 b トランス
- 13 a 圧電素子
- 13 b 弾性体
- 14 加圧バネ
- 15 移動体
- 16 モータ軸

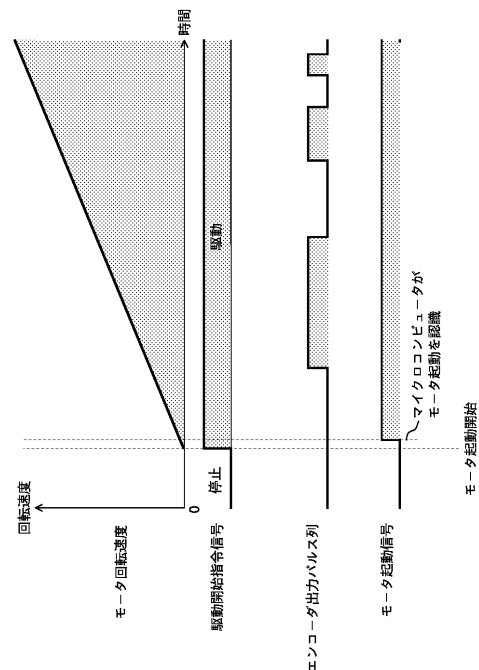
10

20

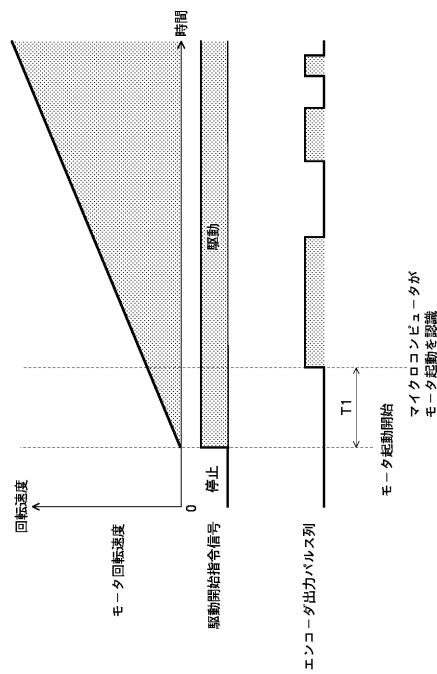
【図 1】



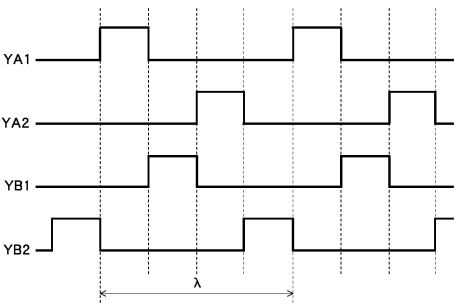
【図 3】



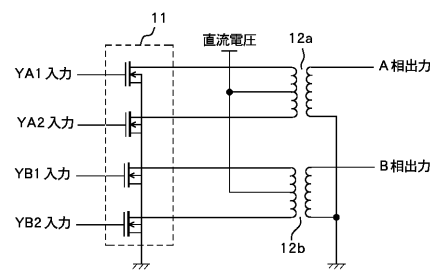
【図 4】



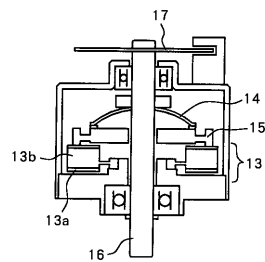
【図 5】



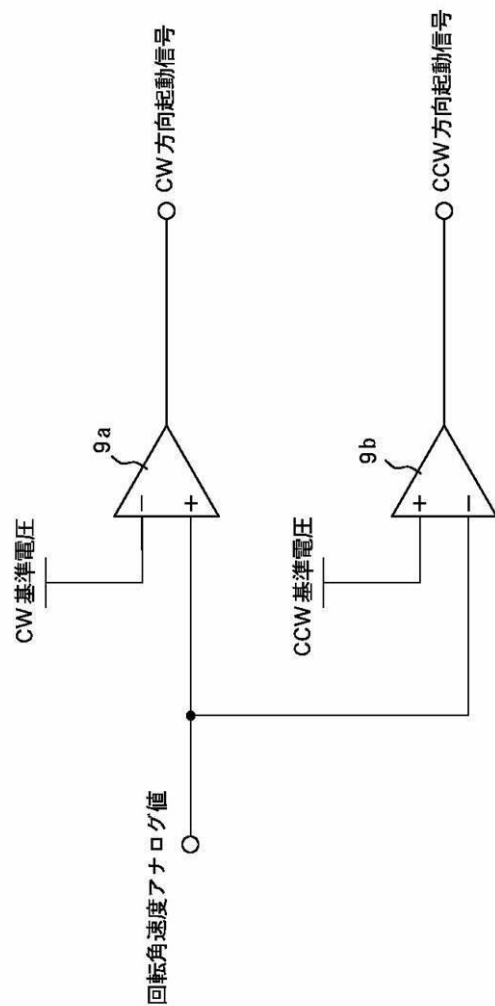
【図 6】



【図 7】



【図 2】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 西本 義文  
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
- (72)発明者 柳 栄一  
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
- (72)発明者 橋爪 博和  
東京都目黒区中根2丁目4番19号 キヤノン精機株式会社内

審査官 仲村 靖

- (56)参考文献 特開2000-245177(JP,A)  
特開平08-136264(JP,A)  
特開平11-142159(JP,A)  
特開平04-029571(JP,A)  
特開平04-251580(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 2/00