

(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2010-16978

(P2010-16978A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.
H02N 2/00 (2006.01)F1
H02N 2/00テーマコード(参考)
5H680

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-174523 (P2008-174523)
(22) 出願日 平成20年7月3日(2008.7.3)(71) 出願人 000003218
株式会社豊田自動織機
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(74) 代理人 100110423
弁理士 曾我 道治
(74) 代理人 100084010
弁理士 古川 秀利
(74) 代理人 100094695
弁理士 鈴木 憲七
(74) 代理人 100111648
弁理士 梶並 順
(74) 代理人 100147500
弁理士 田口 雅啓

最終頁に続く

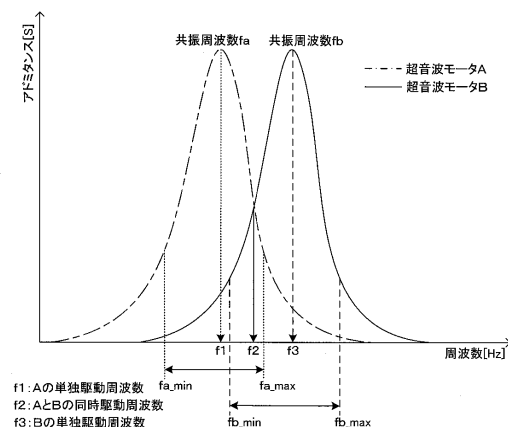
(54) 【発明の名称】 超音波モータの駆動方法及び駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 共振周波数の異なる複数の超音波モータを単独駆動及び同時駆動させるための駆動方法及び駆動装置を提供する。

【解決手段】 共振周波数の異なる超音波モータA10と超音波モータB20が、駆動装置100の出力に接続される。駆動装置100は、超音波モータA10を単独駆動させる際には「超音波モータA10の駆動可能な周波数の範囲内、且つ超音波モータB20の駆動可能な周波数の範囲外」の周波数を出力し、超音波モータA10と超音波モータB20を同時駆動させる際には「超音波モータA10の駆動可能な周波数の範囲内、且つ超音波モータB20の駆動可能な周波数の範囲内」の周波数を出力し、超音波モータB20を単独駆動させる際には「超音波モータA10の駆動可能な周波数の範囲外、且つ超音波モータB20の駆動可能な周波数の範囲内」の周波数を出力する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共振周波数の異なる複数の超音波モータの駆動方法であって、

前記超音波モータの個数は 2 つであり、

前記 2 つの超音波モータの内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、前記 2 つの超音波モータの内のいずれか一方を単独駆動させ、

前記 2 つの超音波モータを同時駆動させる際には、前記 2 つの超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として用いて、前記 2 つの超音波モータを同時駆動させる

ことを特徴とする超音波モータの駆動方法。

【請求項 2】

共振周波数の異なる複数の超音波モータの駆動方法であって、

前記超音波モータの個数は 3 つ以上であり、

前記 3 つ以上の超音波モータの内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、前記 3 つ以上の超音波モータの内のいずれか一つを単独駆動させ、

前記 3 つ以上の超音波モータの内の少なくとも 2 つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として用いて、前記 3 つ以上の超音波モータの内の少なくとも 2 つを同時駆動させる

ことを特徴とする超音波モータの駆動方法。

【請求項 3】

前記同時駆動周波数は、同時駆動させる各超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の 50 % 以上である範囲内にあることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波モータの駆動方法。

【請求項 4】

前記単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の 50 % 以上である範囲内にあることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動方法。

【請求項 5】

前記単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータの共振周波数であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動方法。

【請求項 6】

共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動方法であって、

前記圧電素子部の個数は 2 つであり、

前記 2 つの圧電素子部の内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、前記 2 つの圧電素子部の内のいずれか一方を単独駆動させ、

前記 2 つの圧電素子部を同時駆動させる際には、前記 2 つの圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として用いて、前記 2 つの圧電素子部を同時駆動させる

ことを特徴とする多自由度超音波モータの駆動方法。

【請求項 7】

共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動方法であって、

10

20

30

40

50

前記圧電素子部の個数は3つ以上であり、

前記3つ以上の圧電素子部の内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、前記3つ以上の圧電素子部の内のいずれか一つを単独駆動させ、

前記3つ以上の圧電素子部の内の少なくとも2つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として用いて、前記3つ以上の圧電素子部の内の少なくとも2つを同時駆動させることを特徴とする多自由度超音波モータの駆動方法。

10

【請求項8】

共振周波数の異なる複数の超音波モータのための駆動装置であって、

前記超音波モータの個数は2つであり、

前記駆動装置は、

前記2つの超音波モータの内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、前記2つの超音波モータに出力し、

前記2つの超音波モータを同時駆動させる際には、前記2つの超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として、前記2つの超音波モータに出力する

20

ことを特徴とする超音波モータの駆動装置。

【請求項9】

共振周波数の異なる複数の超音波モータのための駆動装置であって、

前記超音波モータの個数は3つ以上であり、

前記駆動装置は、

前記3つ以上の超音波モータの内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、前記3つ以上の超音波モータに出力し、

前記3つ以上の超音波モータの内の少なくとも2つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として、前記3つ以上の超音波モータに出力する

30

ことを特徴とする超音波モータの駆動装置。

【請求項10】

前記同時駆動周波数は、同時駆動させる各超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の50%以上である範囲内にあることを特徴とする請求項8又は9に記載の超音波モータの駆動装置。

【請求項11】

前記単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の50%以上である範囲内にあることを特徴とする請求項8～10のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動装置。

40

【請求項12】

前記単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータの共振周波数であることを特徴とする請求項8～11のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動装置。

【請求項13】

請求項8～12のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動装置であって、

前記複数の超音波モータを駆動させる前記各周波数を予め記憶していることを特徴とする超音波モータの駆動装置。

【請求項14】

50

請求項 8～13 のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動装置であって、
前記複数の超音波モータの各アドミタンス特性を測定する測定手段を備え、
前記駆動装置は、前記測定手段で測定された前記複数の超音波モータの各アドミタンス特性に基づいて、前記複数の超音波モータを駆動させる前記各周波数を更新することの特徴とする超音波モータの駆動装置。

【請求項 15】

請求項 8～13 のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動装置であって、
前記複数の超音波モータの各アドミタンス特性、及び各々の駆動可能な周波数の範囲を測定する測定手段を備え、
前記駆動装置は、前記測定手段で測定された前記複数の超音波モータの各アドミタンス特性、及び各々の駆動可能な周波数の範囲に基づいて、前記複数の超音波モータを駆動させる前記各周波数を更新することの特徴とする超音波モータの駆動装置。

10

【請求項 16】

請求項 13～15 のいずれか一項に記載の超音波モータの駆動装置であって、
前記駆動装置は、発振周波数設定部と発振回路とを備え、
前記発振周波数設定部は、前記複数の超音波モータを駆動させる前記各周波数を記憶する機能、及び前記記憶している各周波数の内から一つを選択して前記発振回路の発振周波数として設定する機能を有し、
前記発振回路は、前記発振周波数として設定された周波数の信号を発生させる機能を有する
ことを特徴とする超音波モータの駆動装置。

20

【請求項 17】

共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動装置であって、
前記圧電素子部の個数は 2 つであり、
前記駆動装置は、
前記 2 つの圧電素子部の内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、前記 2 つの圧電素子部に出力し、
前記 2 つの圧電素子部を同時駆動させる際には、前記 2 つの圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として、前記 2 つの圧電素子部に出力する
ことを特徴とする多自由度超音波モータの駆動装置。

30

【請求項 18】

共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動装置であって、
前記圧電素子部の個数は 3 つ以上であり、
前記駆動装置は、
前記 3 つ以上の圧電素子部の内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、前記 3 つ以上の圧電素子部に出力し、
前記 3 つ以上の圧電素子部の内の少なくとも 2 つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として、前記 3 つ以上の圧電素子部に出力する
ことを特徴とする多自由度超音波モータの駆動装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波モータの駆動方法及び駆動装置に関する。

【背景技術】

50

【0002】

超音波振動を利用して回転子を回転させる超音波モータが実用化されている。この超音波モータは圧電素子を用いて固定子の表面に定在波又は進行波を発生させ、固定子に回転子を加圧接触させることにより、これら両者間の摩擦力を介して回転子を回転させるものである。

【0003】

超音波モータには、それぞれ固有の共振周波数というものが存在し、共振周波数の交流電圧を印加した際に最も効率よく駆動させることができる。この共振周波数は、超音波モータの固定子の長さ等の機械的な形状、回転子に与える予圧、或いは超音波モータにより駆動される負荷等の条件により変化する。それゆえ、共振周波数の異なる複数の超音波モータを各共振周波数の付近で単独駆動及び同時駆動させるためには、各超音波モータの共振周波数に合わせた駆動装置が個別に必要なことになる。図11に示される例では、超音波モータA10の共振周波数は f_a であり、超音波モータB20の共振周波数は f_b である。そして、超音波モータA10を周波数 f_a の交流電圧を出力する駆動装置30によって駆動させ、超音波モータB20を周波数 f_b の交流電圧を出力する駆動装置40によって駆動させることにより、超音波モータA10と超音波モータB20の単独駆動及び同時駆動を実現している。

或いは、超音波モータの設計パラメータを工夫することにより、各超音波モータの共振周波数が同一になるようにすると共に駆動装置と各超音波モータとの間にスイッチ回路を設けることにより、複数の超音波モータの単独駆動及び同時駆動を実現する方法もある。図12に示される例では、設計パラメータを工夫することにより、超音波モータA'50と超音波モータB'60の共振周波数を共に f_c とし、周波数 f_c の交流電圧を出力する駆動装置70、スイッチ回路80、及びスイッチ回路90により、超音波モータA'50と超音波モータB'60の単独駆動及び同時駆動を実現している。

また、特許文献1には、共振周波数の異なる複数の超音波モータを単一の駆動装置で駆動させるために、駆動装置の内部にそれぞれ各超音波モータの共振周波数を出力する複数の駆動周波数出力部を備え、周波数の異なる交流電圧を混合器により重畳させて出力させることにより、共振周波数の異なる複数の超音波モータの単独駆動及び同時駆動を実現する事項が開示されている。

【0004】

【特許文献1】特開2001-211672号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、共振周波数の異なる複数の超音波モータを各共振周波数の付近で単独駆動及び同時駆動させるために、各超音波モータの共振周波数に合わせた個別の駆動装置を用いる方法では、超音波モータの数に比例して駆動装置の数が増加するため、駆動装置の配置スペースが増大するという問題があった。

また、設計パラメータを工夫することにより、各超音波モータの共振周波数が同一になるようにすると共に駆動装置と各超音波モータとの間にスイッチ回路を設けることにより、複数の超音波モータの単独駆動及び同時駆動を実現する方法では、超音波モータの数に比例してスイッチ回路の数が増加するため、スイッチ回路の配置スペースが増大するという問題があった。

さらに、特許文献1に開示されているような単一の駆動装置の内部に複数の駆動周波数出力部を備え、周波数の異なる交流電圧を重畳して出力させることにより、共振周波数の異なる複数の超音波モータの単独駆動及び同時駆動を実現する方法においても、超音波モータの数に比例して駆動装置内部の駆動周波数出力部の数が増加するため、駆動装置が大型化するという問題があった。

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、共振周波数の異なる複数の超音波モータを簡便に単独駆動及び同時駆動させるための超音波モータの駆動方

法を提供することを目的とする。

また、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数の異なる複数の超音波モータを単独駆動及び同時駆動させるための超音波モータの駆動装置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】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明に係る超音波モータの駆動方法は、共振周波数の異なる複数の超音波モータの駆動方法であって、超音波モータの個数が2つの場合、2つの超音波モータの内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、2つの超音波モータの内のいずれか一方を単独駆動させ、2つの超音波モータを同時駆動させる際には、2つの超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として用いて、2つの超音波モータを同時駆動させる。

10

これにより、共振周波数の異なる2つの超音波モータを単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0007】

また、本発明に係る超音波モータの駆動方法は、共振周波数の異なる複数の超音波モータの駆動方法であって、超音波モータの個数が3つ以上の場合、3つ以上の超音波モータの内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、3つ以上の超音波モータの内のいずれか一つを単独駆動させ、3つ以上の超音波モータの内の少なくとも2つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として用いて、3つ以上の超音波モータの内の少なくとも2つを同時駆動させる。

20

これにより、共振周波数の異なる3つ以上の超音波モータを単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0008】

同時駆動周波数は、同時駆動させる各超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の50%以上である範囲内にあってもよい。

30

これにより、共振周波数の異なる複数の超音波モータを効率よく同時駆動させることができる。

【0009】

単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の50%以上である範囲内にあってもよい。

これにより、共振周波数の異なる複数の超音波モータを各々効率よく単独駆動させることができる。

【0010】

40

単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータの共振周波数であってもよい。

これにより、共振周波数の異なる複数の超音波モータを各々最も効率よく単独駆動させることができる。

【0011】

また、本発明に係る多自由度超音波モータの駆動方法は、共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動方法であって、圧電素子部の個数が2つの場合、2つの圧電素子部の内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、2つの圧電素子部の内のいずれか一方を単独駆動させ、2つの圧電素子部を同時駆動させる際には、2つの圧電素子部

50

の駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として用いて、2つの圧電素子部を同時駆動させる。

これにより、複数の多自由度超音波モータにおける共振周波数の異なる2つの圧電素子部を、単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0012】

また、本発明に係る多自由度超音波モータの駆動方法は、共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動方法であって、圧電素子部の個数が3つ以上の場合、3つ以上の圧電素子部の内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として用いて、3つ以上の圧電素子部の内のいずれか一つを単独駆動させ、3つ以上の圧電素子部の内の少なくとも2つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として用いて、3つ以上の圧電素子部の内の少なくとも2つを同時駆動させる。

10

これにより、複数の多自由度超音波モータにおける共振周波数の異なる3つ以上の圧電素子部を、単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0013】

また、本発明に係る超音波モータの駆動装置は、共振周波数の異なる複数の超音波モータのための駆動装置であって、超音波モータの個数が2つの場合、駆動装置は、2つの超音波モータの内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、2つの超音波モータに出力し、2つの超音波モータを同時駆動させる際には、2つの超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として、2つの超音波モータに出力する。

20

これにより、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数の異なる2つの超音波モータを単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0014】

また、本発明に係る超音波モータの駆動装置は、共振周波数の異なる複数の超音波モータのための駆動装置であって、超音波モータの個数が3つ以上の場合、駆動装置は、3つ以上の超音波モータの内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、3つ以上の超音波モータに出力し、3つ以上の超音波モータの内の少なくとも2つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として、3つ以上の超音波モータに出力する。

30

これにより、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数の異なる3つ以上の超音波モータを単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0015】

同時駆動周波数は、同時駆動させる各超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の50%以上である範囲内にあってもよい。

40

これにより、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数の異なる複数の超音波モータを効率よく同時駆動させることができる。

【0016】

単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータのアドミタンス特性におけるアドミタンス値が共振周波数におけるアドミタンス値の50%以上である範囲内にあってもよい。

これにより、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数の異なる複数の超音波モータを各々効率よく単独駆動させることができる。

【0017】

50

単独駆動周波数は、単独駆動させる超音波モータの共振周波数であってもよい。

これにより、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数の異なる複数の超音波モータを各々最も効率よく単独駆動させることができる。

【0018】

駆動装置は、複数の超音波モータを駆動させる各周波数を予め記憶していてもよい。

【0019】

駆動装置は、複数の超音波モータの各アドミタンス特性を測定する測定手段を備え、測定手段で測定された複数の超音波モータの各アドミタンス特性に基づいて、複数の超音波モータを駆動させる各周波数を更新してもよい。

これにより、負荷を接続したことにより各超音波モータの共振周波数等の特性が変化したとしても、その変化を把握してより適切な周波数で各超音波モータを駆動させることができる。

【0020】

駆動装置は、複数の超音波モータの各アドミタンス特性、及び各々の駆動可能な周波数の範囲を測定する測定手段を備え、測定手段で測定された複数の超音波モータの各アドミタンス特性、及び各々の駆動可能な周波数の範囲に基づいて、複数の超音波モータを駆動させる各周波数を更新してもよい。

これにより、負荷を接続したことにより各超音波モータの共振周波数等の特性が変化したとしても、その変化を把握してより適切な周波数で各超音波モータを駆動させることができる。

【0021】

駆動装置は、発振周波数設定部と発振回路とを備え、発振周波数設定部は、複数の超音波モータを駆動させる各周波数を記憶する機能、及び記憶している各周波数の内から一つを選択して発振回路の発振周波数として設定する機能を有し、発振回路は、発振周波数として設定された周波数の信号を発生させる機能を有してもよい。

【0022】

また、本発明に係る多自由度超音波モータの駆動装置は、共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動装置であって、圧電素子部の個数が2つの場合、駆動装置は、2つの圧電素子部の内のいずれか一方を単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他方の圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、2つの圧電素子部に出力し、2つの圧電素子部を同時駆動させる際には、2つの圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内である周波数を同時駆動周波数として、2つの圧電素子部に出力する。

これにより、複数の多自由度超音波モータにおける2つの圧電素子部を、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0023】

また、本発明に係る多自由度超音波モータの駆動装置は、共振周波数の異なる複数の圧電素子部を有する複数の多自由度超音波モータの駆動装置であって、圧電素子部の個数が3つ以上の場合、駆動装置は、3つ以上の圧電素子部の内のいずれか一つを単独駆動させる際には、単独駆動させる圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ他の各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を単独駆動周波数として、3つ以上の圧電素子部に出力し、3つ以上の圧電素子部の内の少なくとも2つを同時駆動させる際には、同時駆動させる各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲内であり且つ同時駆動させない各圧電素子部の駆動可能な周波数の範囲外である周波数を同時駆動周波数として、3つ以上の圧電素子部に出力する。

これにより、複数の多自由度超音波モータにおける3つ以上の圧電素子部を、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、単独駆動及び同時駆動させることができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明に係る超音波モータの駆動方法によれば、共振周波数の異なる複数の超音波モータの内のいずれか一つを単独駆動させる際には、「単独駆動させる超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内、且つ他の各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外」である周波数を単独駆動周波数として用いる。また、共振周波数の異なる複数の超音波モータの内の少なくとも2つを同時駆動させる際には、「同時駆動させる各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲内、且つ同時駆動させない各超音波モータの駆動可能な周波数の範囲外」である周波数を同時駆動周波数として用いる。これにより、共振周波数の異なる複数の超音波モータを簡便に単独駆動及び同時駆動させることができる。

また、本発明に係る超音波モータの駆動装置によれば、小型で単一の駆動装置により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数の異なる複数の超音波モータを単独駆動及び同時駆動させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

実施の形態1

本発明の実施の形態1に係る超音波モータの駆動装置の構成について、図1を用いて説明する。

図1に示されるように、共振周波数の異なる超音波モータA10と超音波モータB20が駆動装置100の出力に接続されている。ここで、超音波モータA10の共振周波数 f_a と超音波モータB20の共振周波数 f_b とが元々異なっている場合には問題ないが、2つの共振周波数が同一（或いは差が僅か）の場合には、後述する方法により2つの共振周波数をずらす。

駆動装置100は、発振周波数設定部100a、発振回路100b、及び増幅回路100cから構成されている。

発振周波数設定部100aは、超音波モータA10の単独駆動周波数 f_1 、超音波モータA10と超音波モータB20の同時駆動周波数 f_2 、及び超音波モータB20の単独駆動周波数 f_3 という3つの周波数を記憶しており、その出力は発振回路100bに接続されている。発振周波数設定部100aは、自身が記憶するこれら3つの周波数の中から一つを選択して発振回路100bの発振周波数に設定する。発振回路100bに設定する周波数はいつでも自由に切り替えることができる。

発振回路100bは、発振周波数設定部100aにより設定された周波数の信号を発生させる回路であり、その出力は増幅回路100cに接続されている。

増幅回路100cは、発振回路100bから入力される信号を増幅する。増幅回路100cから出力される交流電圧が駆動装置100の出力となる。周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 の定め方は後述する。

【0026】

本発明の実施の形態1に係る超音波モータの駆動装置における、超音波モータA10の単独駆動周波数 f_1 、超音波モータA10と超音波モータB20の同時駆動周波数 f_2 、及び超音波モータB20の単独駆動周波数 f_3 の定め方について説明する。

【0027】

まず、超音波モータA10と超音波モータB20の各々のアドミタンス特性（「周波数－アドミタンス特性」）を測定する。また、これより各々の共振周波数を求める。

【0028】

アドミタンス特性の測定は、例えばインピーダンスアナライザを用いて行うことができる。インピーダンスアナライザにより、超音波モータに一定電圧の交流を印加して、印加電圧の周波数を所定の周波数範囲内で掃引してアドミタンスの特性を測定する。また、アドミタンスが最大になった周波数が共振周波数を示している。実際にインピーダンスアナライザにより測定した超音波モータA10と超音波モータB20のアドミタンス特性の一例を図2に示す。

10

20

30

40

50

図 2 に示される例では、超音波モータ A 1 0 と超音波モータ B 2 0 は、共に同様の傾向のアドミタンス特性を示すが、超音波モータ A 1 0 の共振周波数 f_a と超音波モータ B 2 0 の共振周波数 f_b とは異なっている。

【0029】

次に、超音波モータ A 1 0 と超音波モータ B 2 0 の駆動可能な周波数の範囲をそれぞれ測定する。

例えば、超音波モータ A 1 0 に一定電圧の交流を印加して、印加電圧の周波数を所定の測定範囲内で掃引する。このときの超音波モータ A 1 0 が駆動される最小周波数 f_{a_min} 、及び最大周波数 f_{a_max} を測定する。

同様に、超音波モータ B 2 0 に一定電圧の交流を印加して、印加電圧の周波数を所定の測定範囲内で掃引する。このときの超音波モータ B 2 0 が駆動される最小周波数 f_{b_min} 、及び最大周波数 f_{b_max} を測定する。

【0030】

このようにして測定された各値に基づいて、超音波モータ A 1 0 の単独駆動周波数 f_1 、超音波モータ A 1 0 と超音波モータ B 2 0 の同時駆動周波数 f_2 、及び超音波モータ B 2 0 の単独駆動周波数 f_3 を定める。

超音波モータ A 1 0 の単独駆動周波数 f_1 は、「超音波モータ A 1 0 の駆動可能な周波数の範囲内、且つ超音波モータ B 2 0 の駆動可能な周波数の範囲外」にある周波数に定める。

図 2 に示される例では、周波数 f_1 は、

$$f_{a_min} \leq f_1 < f_{b_min} \quad \dots\dots\dots \text{式 (1)}$$

の範囲内に定める。すなわち、式 (1) の範囲内にある周波数の交流電圧が印加された場合、超音波モータ A 1 0 は駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動されるが、超音波モータ B 2 0 は駆動可能な周波数の範囲内でないため駆動されない。また、この例では、周波数 f_1 は超音波モータ A 1 0 の共振周波数 f_a の付近（アドミタンス値が共振周波数 f_a におけるアドミタンス値の 50 % 以上である範囲）に定めることが好ましい。さらに、アドミタンス値の 90 % 以上である範囲に定めればより一層好ましく、共振周波数 f_a に定めれば最も好ましい。

超音波モータ A 1 0 と超音波モータ B 2 0 の同時駆動周波数 f_2 は、「超音波モータ A 1 0 の駆動可能な周波数の範囲内、且つ超音波モータ B 2 0 の駆動可能な周波数の範囲内」にある周波数に定める。

図 2 に示される例では、周波数 f_2 は、

$$f_{b_min} \leq f_2 \leq f_{a_max} \quad \dots\dots\dots \text{式 (2)}$$

の範囲内に定める。すなわち、式 (2) の範囲内にある周波数の交流電圧が印加された場合、超音波モータ A 1 0 は駆動可能な周波数の範囲内であるために駆動される。また、超音波モータ B 2 0 も駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動される。また、この例では、周波数 f_2 は超音波モータ A 1 0 と超音波モータ B 2 0 の各々のアドミタンス特性の交点付近に定めることが好ましい。さらに、周波数 f_2 をそのように定めた場合に、超音波モータ A 1 0 のアドミタンス特性における周波数 f_2 のアドミタンス値が共振周波数 f_a におけるアドミタンス値の 50 % 以上であり、且つ超音波モータ B 2 0 のアドミタンス特性における周波数 f_2 のアドミタンス値が共振周波数 f_b におけるアドミタンス値の 50 % 以上であればより一層好ましく、90 % 以上であればさらに一層好ましい。

超音波モータ B 2 0 の単独駆動周波数 f_3 は、「超音波モータ A 1 0 の駆動可能な周波数の範囲外、且つ超音波モータ B 2 0 の駆動可能な周波数の範囲内」にある周波数に定める。

図 2 に示される例では、周波数 f_3 は、

$$f_{a_max} < f_3 \leq f_{b_max} \quad \dots\dots\dots \text{式 (3)}$$

の範囲内に定める。すなわち、式 (3) の範囲内にある周波数の交流電圧が印加された場合、超音波モータ A 1 0 は駆動可能な周波数の範囲内でないため駆動されないが、超音波モータ B 2 0 は駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動される。また、この例では、周

波数 f_3 は超音波モータ B 20 の共振周波数 f_b の付近（アドミタンス値が共振周波数 f_b におけるアドミタンス値の 50 % 以上である範囲）に定めることが好ましい。さらに、アドミタンス値の 90 % 以上である範囲に定めればより一層好ましく、共振周波数 f_b に定めれば最も好ましい。

以上のようにして定められた周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 を、駆動装置 100 の発振周波数設定部 100 a に記憶させる。

【0031】

本発明の実施の形態 1 に係る超音波モータ及び駆動装置の動作について説明する。

まず、超音波モータ A 10 を単独駆動させる際には、駆動装置 100 の交流出力電圧の周波数を f_1 に設定する。すなわち、発振周波数設定部 100 a により、発振回路 100 b の発振周波数として周波数 f_1 を設定する。これにより、駆動装置 100 からは周波数 f_1 の交流電圧が出力され、超音波モータ A 10 と超音波モータ B 20 に共に入力される。超音波モータ A 10 は、周波数 f_1 が超音波モータ A 10 の駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動されるが、超音波モータ B 20 は、周波数 f_1 が超音波モータ B 20 の駆動可能な周波数の範囲内でないため駆動されない。従って、超音波モータ A 10 が単独で駆動される。

また、超音波モータ A 10 と超音波モータ B 20 を同時駆動させる際には、駆動装置 100 の交流出力電圧の周波数を f_2 に設定する。すなわち、発振周波数設定部 100 a により発振回路 100 b の発振周波数として周波数 f_2 を設定する。これにより、駆動装置 100 からは周波数 f_2 の交流電圧が出力され、超音波モータ A 10 と超音波モータ B 20 に共に入力される。超音波モータ A 10 は、周波数 f_2 が超音波モータ A 10 の駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動される。また、超音波モータ B 20 も、周波数 f_2 が超音波モータ B 20 の駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動される。従って、超音波モータ A 10 と超音波モータ B 20 が同時駆動される。

さらに、超音波モータ B 20 を単独駆動させる際には、駆動装置 100 の交流出力電圧の周波数を f_3 に設定する。すなわち、発振周波数設定部 100 a により、発振回路 100 b の発振周波数として周波数 f_3 を設定する。これにより、駆動装置 100 からは周波数 f_3 の交流電圧が出力され、超音波モータ A 10 と超音波モータ B 20 に共に入力される。超音波モータ A 10 は、周波数 f_3 が超音波モータ A 10 の駆動可能な周波数の範囲内でないため駆動されないが、超音波モータ B 20 は、周波数 f_3 が超音波モータ B 20 の駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動される。従って、超音波モータ B 20 が単独で駆動される。

尚、超音波モータ A 10 と超音波モータ B 20 を両方とも駆動させない場合には、駆動装置 100 の出力自体をオフにすればよい。

【0032】

以上説明されるように、本発明の実施の形態 1 に係る超音波モータの駆動装置によれば、小型で単一の駆動装置 100 により、且つスイッチ回路を用いることなく、共振周波数 f_a の超音波モータ A 10 と共振周波数 f_b の超音波モータ B 20 を効率良く単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0033】

尚、本発明の実施の形態 1 に係る超音波モータの駆動装置により超音波モータ A 10 と超音波モータ B 20 を単独駆動及び同時駆動する際には、図 2 に示されるアドミタンス特性の一例の様に、超音波モータ A 10 の共振周波数 f_a と超音波モータ B 20 の共振周波数 f_b とが異なっている必要がある。2 つの共振周波数が元々異なっている場合には問題はないが、2 つの共振周波数が同一（或いは差が僅か）である場合には、超音波モータの固定子の長さ等の機械的な形状を変化させる、回転子に与える予圧を変化させる、或いは駆動させる負荷の量を変化させる等の手段により、超音波モータの共振周波数をずらすことができる。

図 3 に超音波モータの回転子に与える予圧を変化させることにより、共振周波数がどのように変化するかの一例を示す（図 3 には、保持トルクと共振周波数の関係が示されている

が、超音波モータでは予圧を変化させることにより保持トルクを変化させるので、予圧と共振周波数の関係が示されているといえる）。回転子に与える予圧を高めることにより、共振周波数が高域側にシフトしている様子が見て取れる。

【0034】

実施の形態2

本発明の実施の形態2に係る超音波モータの駆動装置の構成について、図4を用いて説明する。尚、実施の形態1と同一の符号は、同一又は同様な構成要素であるので、その詳細な説明は省略する。

図4に示されるように、本発明の実施の形態2に係る超音波モータの駆動装置は、上述した実施の形態1に係る超音波モータの駆動装置において、超音波モータA10と超音波モータB20の圧電素子部（図示せず）にアドミタンス特性測定回路110を接続すると共に、アドミタンス特性測定回路110の各出力を駆動装置100の発振周波数設定部100aに接続したものである。

【0035】

一般に、超音波モータを何らかの負荷を接続して駆動させた際には、その反作用により超音波モータの共振周波数等の特性が変化する。いま、図4に示されるように、負荷を接続したことにより超音波モータA10の共振周波数が f_a から f_a' に、超音波モータB20の共振周波数が f_b から f_b' に変化したとする。

アドミタンス特性測定回路110は、超音波モータA10と超音波モータB20の各圧電素子部に一定電圧の交流を印加し、印加電圧の周波数を所定の測定範囲内で掃引することにより各々のアドミタンス特性を測定する。その後、測定された各々のアドミタンス特性より超音波モータA10の負荷接続時の共振周波数 f_a' 、超音波モータBの負荷接続時の共振周波数 f_b' 、及び超音波モータA10と超音波モータB20の負荷接続時のアドミタンス特性の交点の周波数 f_n' を算出する。最後に、駆動装置100の発振周波数設定部100aに記憶されている超音波モータA10の単独駆動周波数 f_1 、超音波モータA10と超音波モータB20の同時駆動周波数 f_2 、及び超音波モータBの単独駆動周波数 f_3 の値を、それぞれ f_a' 、 f_n' 、 f_b' に更新する。

【0036】

これにより、負荷を接続したことにより超音波モータA10と超音波モータB20の共振周波数等の特性が変化したとしても、その変化を把握してより適切な周波数で超音波モータA10と超音波モータB20を単独駆動及び同時駆動させることができる。

尚、 f_1 、 f_2 、 f_3 の更新値として、それぞれ f_a' 、 f_b' 、 f_n' 以外の値を用いたい場合には、アドミタンス特性測定回路110は、超音波モータA10と超音波モータB20の各々のアドミタンス特性を測定する際に、各々が駆動可能な周波数の範囲を併せて測定し、それらに基づいて f_1 、 f_2 、 f_3 の更新値を決定してもよい。

【0037】

以上説明されるように、本発明の実施の形態2に係る超音波モータの駆動装置によれば、負荷を接続したことにより各超音波モータの共振周波数等の特性が変化したとしても、その変化を把握してより適切な周波数で各超音波モータを単独駆動及び同時駆動させることができる。

【0038】

実施の形態3.

実施の形態3では、本発明に係る超音波モータの駆動装置により、共振周波数の異なる3つの圧電素子部を有する2つの多自由度超音波モータを駆動させる例を示す。

図5に、本発明の実施の形態3に係る多自由度超音波モータの構成を示す。多自由度超音波モータ120では、基部ブロック121と固定子122との間に振動体123が挟持されており、これらによりほぼ円柱状の外形を有する振動子124が形成されている。固定子122には、振動体123に接する面とは反対側に凹部125が形成されており、この凹部125内に略球体状の回転子126のほぼ下半部が収容され回転可能に支持されている。

10

20

30

40

50

固定子 1 2 2 の上部には、支持部材 1 2 7 が配置されている。この支持部材 1 2 7 は、固定子 1 2 2 の上面の上に固定される環状部 1 2 8 と、環状部 1 2 8 から上方に延びる逆 L 字形のアングル部 1 2 9 を有し、アングル部 1 2 9 の先端に予圧部 1 3 0 が支持されている。

【0039】

ここで、説明の便宜上、基部ブロック 1 2 1 から固定子 1 2 2 に向かう振動子 1 2 4 の中心軸を Z 軸と規定し、Z 軸に対して垂直方向に X 軸が、Z 軸及び X 軸に対して垂直に Y 軸がそれぞれ延びているものとする。

予圧部 1 3 0 は、回転子 1 2 6 の + Z 軸方向の最高点である頂点付近に接触している。支持部材 1 2 7 のアングル部 1 2 9 は弾性を有し、これにより予圧部 1 3 0 が回転子 1 2 6 に加圧され、回転子 1 2 6 に - Z 軸方向の予圧を付与している。

10

【0040】

振動体 1 2 3 は、固定子 1 2 2 に超音波の振動を発生させて回転子 1 2 6 を X、Y の 2 軸の回りに各々回転させるためのものであり、各々 X Y 平面上に位置し且つ互いに重ね合わされた平板状の第 1 ~ 第 3 の圧電素子部 1 2 3 1 ~ 1 2 3 3 を有している。

【0041】

図 6 に示されるように、第 1 の圧電素子部 1 2 3 1 の一对の圧電素子板 1 2 3 1 a 及び 1 2 3 1 b は、Y 軸方向に 2 分割された部分が互いに逆極性を有してそれぞれ Z 軸方向（厚み方向）に膨張と収縮の反対の変形挙動を行うように分極されており、圧電素子板 1 2 3 1 a と圧電素子板 1 2 3 1 b は互いに裏返しに配置されている。

20

第 2 の圧電素子部 1 2 3 2 の一对の圧電素子板 1 2 3 2 a 及び 1 2 3 2 b は、2 分割されることなく全体が Z 軸方向（厚み方向）に膨張あるいは収縮の変形挙動を行うように分極されており、圧電素子板 1 2 3 2 a と圧電素子板 1 2 3 2 b は互いに裏返しに配置されている。

第 3 の圧電素子部 1 2 3 3 の一对の圧電素子板 1 2 3 3 a 及び 1 2 3 3 b は、X 軸方向に 2 分割された部分が互いに逆極性を有してそれぞれ Z 軸方向（厚み方向）に膨張と収縮の反対の変形挙動を行うように分極されており、圧電素子板 1 2 3 3 a と圧電素子板 1 2 3 3 b は互いに裏返しに配置されている。

【0042】

本発明の実施の形態 3 に係る多自由度超音波モータの駆動装置の構成について、図 7 を用いて説明する。

30

図 7 に示されるように、駆動装置 1 4 0 の出力端子 1 4 0 f に、多自由度超音波モータ 1 2 0 a、1 2 0 b の第 1 の圧電素子部 1 2 3 1 及び第 3 の圧電素子部 1 2 3 3 が各々接続されている。また、駆動装置 1 4 0 の出力端子 1 4 0 g に多自由度超音波モータ 1 2 0 a、1 2 0 b の第 2 の圧電素子部 1 2 3 2 が各々接続されている。尚、多自由度超音波モータ 1 2 0 a、1 2 0 b は、同一の形状及びアドミタンス特性を有する。

駆動装置 1 4 0 は、発振周波数設定部 1 4 0 a、発振回路 1 4 0 b、移相回路 1 4 0 c、増幅回路 1 4 0 d、増幅回路 1 4 0 e、出力端子 1 4 0 f、及び出力端子 1 4 0 g から構成されている。

発振周波数設定部 1 4 0 a は、多自由度超音波モータ 1 2 0 a、1 2 0 b の各回転子 1 2 6 を、X 軸及び Y 軸の回りに同時回転させる周波数 f 1 0 1、及び X 軸の回りに回転させる周波数 f 1 0 2 という 2 つの周波数を記憶しており、その出力は発振回路 1 4 0 b に接続されている。

40

発振回路 1 4 0 b は、発振周波数設定部 1 4 0 a により設定された周波数の信号を発生させる回路であり、その出力は移相回路 1 4 0 c 及び増幅回路 1 4 0 d に接続されている。

増幅回路 1 4 0 d は、発振回路 1 4 0 b から入力される信号を増幅する。増幅回路 1 4 0 d から出力される交流電圧が駆動装置 1 4 0 の出力端子 1 4 0 f の出力となる。

移相回路 1 4 0 c は、発振回路 1 4 0 b から入力される信号の位相を 90 度遅らせる回路であり、その出力は増幅回路 1 4 0 e に接続されている。

50

増幅回路 140 e は、移相回路 140 c から入力される信号を増幅する。増幅回路 140 e から出力される交流電圧が駆動装置 140 の出力端子 140 g の出力となる。ここで、移相回路 140 c から入力される信号は、増幅回路 140 d に入力される信号よりも位相が 90 度遅れているため、出力端子 140 g から出力される交流電圧は、出力端子 140 f から出力される交流電圧と同一周波数であるが位相が 90 度遅れている。

発振周波数設定 140 a が記憶している 2 つの周波数の中から一つを選択することにより、駆動装置 140 の出力端子 140 f 及び出力端子 140 g からは、周波数 f 101 又は f 102 であり位相が 90 度ずれた交流電圧が出力される。周波数 f 101、f 102 の定め方は後述する。

【0043】

本発明の実施の形態 3 に係る多自由度超音波モータの駆動装置における、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の各回転子 126 を X 軸及び Y 軸の回りに同時回転させる周波数 f 101、及び X 軸の回りに回転させる周波数 f 102 の定め方について説明する。

【0044】

まず、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の第 1～第 3 の圧電素子部 1231～1233 のアドミタンス特性（「周波数－アドミタンス特性」）を各々測定する。これは実施の形態 1 と同様に、例えばインピーダンスアナライザを用いて行うことができる。実際にインピーダンスアナライザにより測定した多自由度超音波モータ 120 a の第 1～第 3 の圧電素子部 1231～1233 のアドミタンス特性の一例を図 8 に示す（前述したように、多自由度超音波モータ 120 b も、同一のアドミタンス特性を有することに留意されたい）。また、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の第 1～第 3 の圧電素子部 1231～1233 の駆動可能な周波数の範囲を各々測定する。

【0045】

多自由度超音波モータ 120 a、120 b の各回転子 126 を X 軸及び Y 軸の回りに同時回転させる周波数 f 101 は、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の「第 1 の圧電素子部 1231 の駆動可能な周波数の範囲内、且つ第 2 の圧電素子部 1232 の駆動可能な周波数の範囲内、且つ第 3 の圧電素子部 1233 の駆動可能な周波数の範囲内」にある周波数に定める。すなわち、周波数 f 101 は、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の第 1 の圧電素子部 1231、第 2 の圧電素子部 1232、及び第 3 の圧電素子部 1233 の同時駆動周波数である。

多自由度超音波モータ 120 a、120 b の各回転子 126 を X 軸の回りに回転させる周波数 f 102 は、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の「第 1 の圧電素子部 1231 の駆動可能な周波数の範囲内、且つ第 2 の圧電素子部 1232 の駆動可能な周波数の範囲内、且つ第 3 の圧電素子部 1233 の駆動可能な周波数の範囲外」にある周波数に定める。すなわち、周波数 f 102 は、第 1 の圧電素子部 1231 及び第 2 の圧電素子部 1232 の同時駆動周波数である。

【0046】

以上のようにして定められた周波数 f 101、f 102 を、駆動装置 140 の発振周波数設定部 140 a に記憶させる。

【0047】

本発明の実施の形態 3 に係る多自由度超音波モータ及び駆動装置の動作について説明する。

まず、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の各回転子 126 を X 軸及び Y 軸の回りに同時回転させる際には、駆動装置 140 の交流出力電圧の周波数を f 101 に設定する。これにより、駆動装置 140 の出力端子 140 f からは周波数 f 101 の交流電圧が出力され、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の第 1 の圧電素子部 1231 及び第 3 の圧電素子部 1233 に各々入力される。また、駆動装置 140 の出力端子 140 g からは周波数 f 101 であり出力端子 140 f から出力される交流電圧よりも位相が 90 度遅れた交流電圧が出力され、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の第 2 の圧電素子部 1232 に各々入力される。このとき、多自由度超音波モータ 120 a、120 b の第

10

20

30

40

50

1の圧電素子部1231、第2の圧電素子部1232、及び第3の圧電素子部1233は、周波数 f_{101} が駆動可能な周波数の範囲内であるため各々駆動される。

これにより、多自由度超音波モータ120a、120bは、第1の圧電素子部1231によるY軸方向のたわみ振動と第2の圧電素子部1232によるZ軸方向の縦振動とが組み合わされて回転子126と接触する固定子122にYZ面内の楕円振動が発生すると共に、第3の圧電素子部1233によるX軸方向のたわみ振動と第2の圧電素子部1232によるZ軸方向の縦振動とが組み合わされて回転子126と接触する固定子122にXZ面内の楕円振動が発生し、各回転子126がX軸及びY軸の回りに回転する。

【0048】

また、多自由度超音波モータ120a、120bの各回転子126をX軸の回りに回転させる際には、駆動装置140の交流出力電圧の周波数を f_{102} に設定する。これにより、駆動装置140の出力端子140fからは周波数 f_{102} の交流電圧が出力され、多自由度超音波モータ120a、120bの第1の圧電素子部1231及び第3の圧電素子部1233に各々入力される。また、駆動装置140の出力端子140gからは周波数 f_{102} であり出力端子140fから出力される交流電圧よりも位相が90度遅れた交流電圧が出力され、多自由度超音波モータ120a、120bの第2の圧電素子部1232に各々入力される。このとき、多自由度超音波モータ120a、120bの第1の圧電素子部1231及び第2の圧電素子部1232は、周波数 f_{102} が駆動可能な周波数の範囲内であるため駆動されるが、第3の圧電素子部1233は、周波数 f_{102} が駆動可能な周波数の範囲内でないため駆動されない。

これにより、多自由度超音波モータ120a、120bは、第1の圧電素子部1231によるY軸方向のたわみ振動と第2の圧電素子部1232によるZ軸方向の縦振動とが組み合わされて回転子6と接触する固定子2にYZ面内の楕円振動が発生し、各回転子126がX軸の回りに回転する。

【0049】

以上説明されるように、従来技術において多自由度超音波モータ120a、120bにおける上記2種類の駆動を行おうとする場合には、駆動装置の内部には3つの増幅回路が必要であるが、本発明の実施の形態3に係る多自由度超音波モータの駆動装置によれば、駆動装置140内に2つの増幅回路のみを備えていればよく、駆動装置が小型化される。

【0050】

実施の形態1及び2では、単一の駆動装置100により、共振周波数が f_a の超音波モータA10と共振周波数が f_b の超音波モータB20とを単独駆動及び同時駆動させていた。このときさらに、図9に示されるように、超音波モータA10と同一の共振周波数 f_a を有する超音波モータC150を駆動装置100の出力に接続してもよい。この場合、駆動装置100から周波数 f_1 の交流電圧が出力された際には、超音波モータA10及び超音波モータC150が同時駆動され、周波数 f_2 の交流電圧が出力された際には、超音波モータA10、超音波モータB20、及び超音波モータC150が同時駆動され、周波数 f_3 の交流電圧が出力された際には、超音波モータB20が単独駆動される。

【0051】

実施の形態1では、駆動装置100の発振周波数設定部100aは、超音波モータA10の単独駆動周波数 f_1 、超音波モータA10と超音波モータB20の同時駆動周波数 f_2 、及び超音波モータB20の単独駆動周波数 f_3 という3つの周波数のみを記憶していた。また、実施の形態3では、多自由度超音波モータ120a、120bの各回転子126をX軸及びY軸の回りに同時回転させる周波数 f_{101} 、及びX軸の回りに回転させる周波数 f_{102} という2つの周波数のみを記憶していた。

変形例として、図10に示されるような各超音波モータ（多自由度超音波モータの場合には各圧電素子部）の定電圧条件下における「周波数－回転速度特性」を測定し、発振周波数設定部に各回転速度を生じる周波数を記憶させることにより、回転子の回転速度を制御してもよい。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る、超音波モータの駆動装置の構成の一例を示す。

【図 2】本発明の実施の形態 1 に係る、超音波モータ A と超音波モータ B のアドミタンス特性の一例を示す。

【図 3】超音波モータにおける、回転子に与える予圧とアドミタンス特性の関係の一例を示す。

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係る、超音波モータの駆動装置の構成の一例を示す。

【図 5】本発明の実施の形態 3 に係る、多自由度超音波モータの構成の一例を示す。

【図 6】本発明の実施の形態 3 に係る、多自由度超音波モータの第 1 ～第 3 の圧電素子部の分極方向の一例を示す。

10

【図 7】本発明の実施の形態 3 に係る、多自由度超音波モータの駆動装置の構成の一例を示す。

【図 8】本発明の実施の形態 3 に係る、多自由度超音波モータの第 1 ～第 3 の圧電素子部のアドミタンス特性の一例を示す。

【図 9】本発明の実施の形態 1 及び 2 の変形例に係る、超音波モータの駆動装置の構成の一例を示す。

【図 10】本発明の実施の形態 1 及び 3 の変形例に係る、超音波モータの「周波数－回転速度特性」の一例を示す。

【図 11】従来技術における、共振周波数の異なる複数の超音波モータの単独駆動及び同時駆動を行うための駆動装置の構成の一例を示す。

20

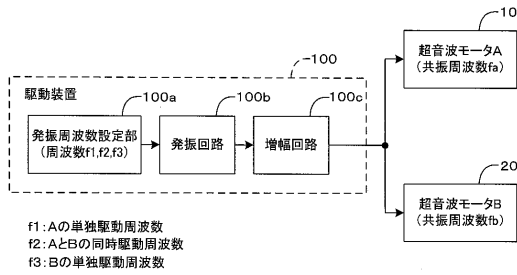
【図 12】従来技術における、共振周波数の等しい複数の超音波モータの単独駆動及び同時駆動を行うための駆動装置の構成の一例を示す。

【符号の説明】

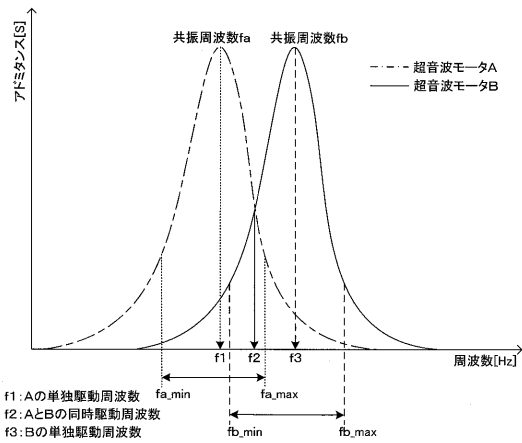
【 0 0 5 3 】

1 0 超音波モータ A、2 0 超音波モータ B、1 0 0 駆動装置、1 1 0 アドミタンス特性測定回路、1 2 0 多自由度超音波モータ、1 2 3 1 第 1 の圧電素子部、1 2 3 2 第 2 の圧電素子部、1 2 3 3 第 3 の圧電素子部、1 4 0 超音波モータ C。

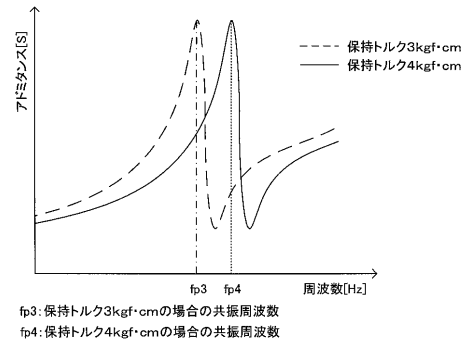
【図 1】



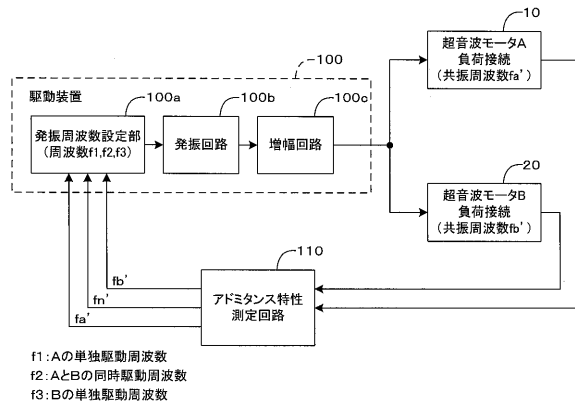
【図 2】



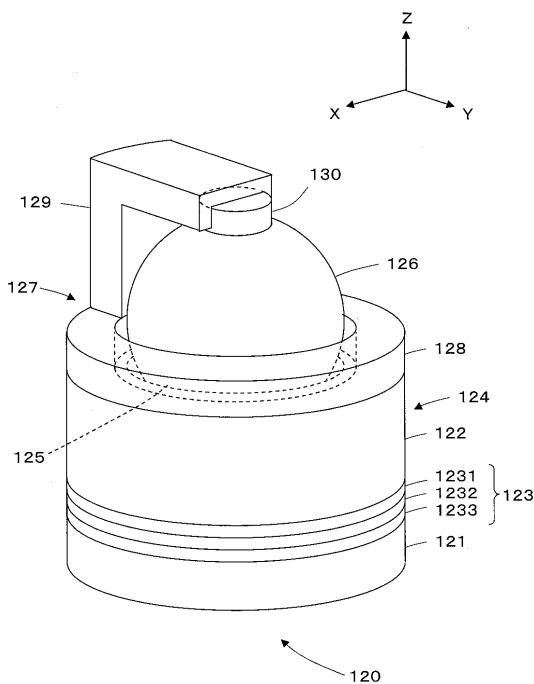
【図 3】



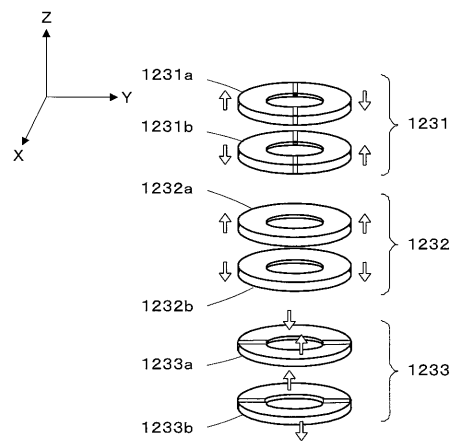
【図 4】



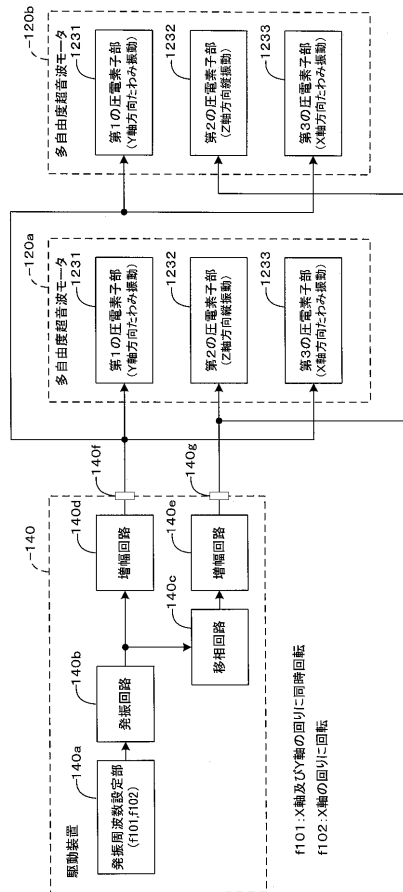
【図 5】



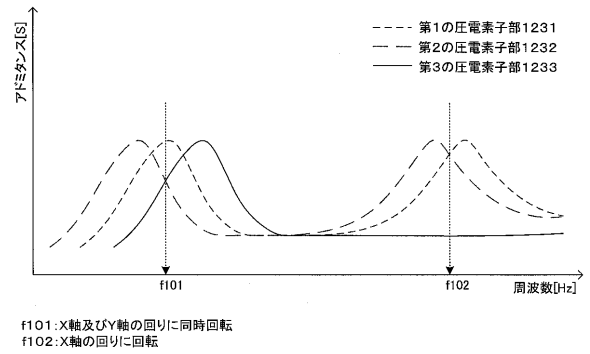
【図 6】



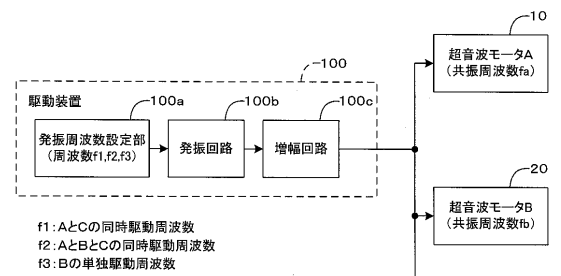
【図 7】



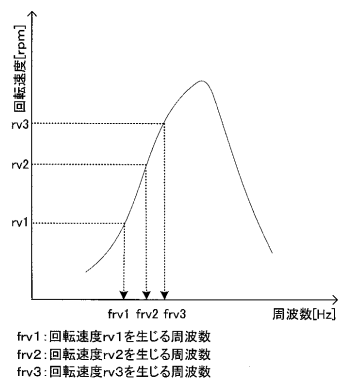
【図 8】



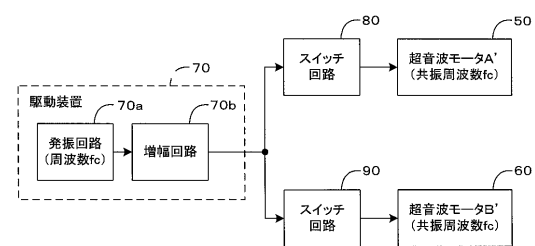
【図 9】



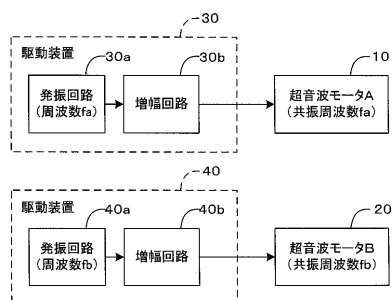
【図 10】



【図 12】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 松浦 康寿

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

(72)発明者 高三 正己

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

(72)発明者 小寺 剛史

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

Fターム(参考) 5H680 AA19 BB03 BB12 BB20 CC06 CC07 DD02 DD35 DD45 DD65
DD67 DD72 EE23 FF23 FF26 FF27