(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6617449号
(P6617449)
(45)発行日　令和1年12月11日(2019.12.11)　(24)登録日　令和1年11月22日(2019.11.22)

(51)Int.Cl.　F I
H02N 2/06 (2006.01)　H02N 2/06

請求項の数 7　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2015-133503(P2015-133503)
(22)出願日　平成27年7月2日(2015.7.2)
(65)公開番号　特開2017-17891(P2017-17891A)
(43)公開日　平成29年1月19日(2017.1.19)
審査請求日　平成30年6月25日(2018.6.25)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　100090387
弁理士　布施　行夫
(74)代理人　100090398
弁理士　大渕　美千栄
(72)発明者　▲高▼橋　智明
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　安池　一貴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧電駆動装置、モーター、ロボットおよび圧電駆動装置の駆動方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１振動板と、
前記第１振動板上に設けられ、第１電極、第１導電体層と第２導電体層とを有する第２電極、および前記第１電極と前記第２電極の間にある圧電体層を有する複数の第１圧電素子と、
を有する第１圧電振動子と、
第２振動板と、
前記第２振動板上に設けられ、第１電極、第３導電体層と第４導電体層とを有する第２電極、および前記第１電極と前記第２電極の間にある圧電体層を有する複数の第２圧電素子と、
を有する第２圧電振動子と、
第１インダクターと、
第２インダクターと、
を備え、
前記第１振動板における前記第１圧電振動子のレイアウトと、前記第２振動板における前記第２圧電振動子のレイアウトとは、配列が同じであり、
前記第１導電体層と前記第３導電体層とは、前記第１インダクターを介して接続され、
前記第２導電体層と前記第４導電体層とは、前記第２インダクターを介して接続されている、圧電駆動装置。

【請求項２】
請求項１に記載の圧電駆動装置において、
前記第１圧電振動子と前記第２圧電振動子とは、互いに逆位相で駆動される、圧電駆動装置。
【請求項３】
請求項１または２に記載の圧電駆動装置において、
前記第１圧電振動子および前記第２圧電振動子は、前記第１インダクターと、前記第１インダクターで接続されている前記第１圧電素子および前記第２圧電素子と、で形成される並列共振回路の反共振点付近の周波数で駆動される、圧電駆動装置。
【請求項４】
請求項３に記載の圧電駆動装置において、
前記第１インダクターのインダクタンスは、前記並列共振回路の反共振点周波数と、前記第１圧電素子および前記第２圧電素子の機械的に変位が最大となる共振周波数とが、概ね一致する値である、圧電駆動装置。
【請求項５】
請求項１ないし４のいずれか１項に記載の圧電駆動装置と、
前記圧電駆動装置に駆動される被駆動体と、
を備えている、モーター。
【請求項６】
複数のリンク部と、
前記複数のリンク部を接続する関節部と、
前記関節部を被駆動体として駆動する、請求項１ないし４のいずれか１項に記載の圧電駆動装置と、
を備えている、ロボット。
【請求項７】
第１振動板と、
前記第１振動板上に設けられ、第１電極、第１導電体層と第２導電体層とを有する第２電極、および前記第１電極と前記第２電極の間にある圧電体層を有する複数の第１圧電素子と、
を有する第１圧電振動子と、
第２振動板と、
前記第２振動板上に設けられ、第１電極、第３導電体層と第４導電体層とを有する第２電極、および前記第１電極と前記第２電極の間にある圧電体層を有する複数の第２圧電素子と、
を有する第２圧電振動子と、
第１インダクターと、
第２インダクターと、
を備え、
前記第１振動板における前記第１圧電振動子のレイアウトと、前記第２振動板における前記第２圧電振動子のレイアウトとは、配列が同じである、圧電駆動装置の駆動方法であって、
前記第１導電体層と前記第３導電体層とを、前記第１インダクターを介して接続して、逆位相で駆動し、
前記第２導電体層と前記第４導電体層とを、前記第２インダクターを介して接続して、逆位相で駆動する、圧電駆動装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、圧電駆動装置、モーター、ロボットおよび圧電駆動装置の駆動方法に関する

。
【背景技術】
【０００２】
従来から、圧電素子を用いた圧電アクチュエーター（圧電駆動装置）や、これを用いたモーターが知られている。複数のアクチュエーターを駆動する場合には、消費電流が大きくなるので、これに起因するシステムダウンの発生リスクが大きくなる。
【０００３】
このような問題を解決する手段として、例えば、特許文献１には、所定の周波数の駆動信号で振動する振動体と、この振動体に設けられるとともに駆動対象に当接される当接部とを備え、各圧電素子へ供給する駆動信号の周波数を所定範囲でスイープさせるとともに、前記圧電素子へ供給する駆動信号を制御して各圧電素子の消費電流が最大となるタイミングをずらすことを特徴とする圧電アクチュエーターの駆動方法が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００６－２３８５６４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１の圧電アクチュエーターの駆動方法では、ピーク電流を減らすことができるが、消費電力を減らすことはできない。また、タイミングをずらすための駆動回路が個々に必要になり、駆動回路コストが増大する。
【０００６】
本発明は、以上のような技術的課題に鑑みてなされたものである。本発明のいくつかの態様によれば、簡易な構成で消費電力を小さくできる、圧電駆動装置、モーター、ロボットおよび圧電駆動装置の駆動方法を提供することができる。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明は前述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の態様または適用例として実現することが可能である。
【０００８】
［適用例１］
本適用例に係る圧電駆動装置は、
第１振動板と、前記第１振動板上に設けられ、圧電体層と前記圧電体層を挟む第１電極および第２電極とを有する複数の第１圧電素子と、を有する第１圧電振動子と、
第２振動板と、前記第２振動板上に設けられ、圧電体層と前記圧電体層を挟む第１電極および第２電極とを有する複数の第２圧電素子と、を有する第２圧電振動子と、
インダクターと、
を備え、
前記第１振動板における前記第１圧電振動子のレイアウトと、前記第２振動板における前記第２圧電振動子のレイアウトとは、同じであり、
前記第１振動板上および前記第２振動板上の互いに対応する位置に配置された第１圧電素子と第２圧電素子の対応する前記第２電極どうしが、互いに前記インダクターを介して接続されている、圧電駆動装置である。
【０００９】
本適用例によれば、インダクターのインダクタンスを適切に設定することによって、例えば、第１圧電振動子と第２圧電振動子との間で共振を発生させることができる。これによって、電荷が第１圧電振動子と第２圧電振動子との間でやり取りされ、電源側からは接続抵抗で消費される電流を供給するだけで済む。したがって、簡易な構成で消費電力を小さくできる圧電駆動装置を実現できる。

【００１０】
また、第１圧電振動子と第２圧電振動子とは、同じレイアウトであるので、温度の変化や駆動による経時変化があっても、容量成分の大きさはほぼ同じである。したがって、第１圧電振動子と第２圧電振動子とは、同じ電荷量を充放電していることになる。したがって、安定した省電力効果を得ることができる。
【００１１】
［適用例２］
上述の圧電駆動装置において、
前記第１圧電振動子と前記第２圧電振動子とは、互いに逆位相で駆動されてもよい。
【００１２】
本適用例において、逆位相とは、例えば、位相差が１８０±１０度の範囲内である場合である。
【００１３】
本適用例によれば、第１圧電振動子の容量成分と第２圧電振動子の容量成分との間で充放電を繰り返すことができるので、消費電力を小さくできる圧電駆動装置を実現できる。
【００１４】
［適用例３］
上述の圧電駆動装置において、
前記第１圧電振動子および前記第２圧電振動子は、前記インダクターと、前記インダクターで接続されている前記第１圧電素子および前記第２圧電素子と、で形成される並列共振回路の反共振点付近の周波数で駆動されてもよい。
【００１５】
本適用例において、反共振点付近の周波数とは、例えば、反共振点周波数の±１０％の範囲内の周波数である。
【００１６】
本適用例によれば、反共振点周波数では外部から見えるインピーダンスが極大となるので、外部から入力される電流を極小とすることができる。したがって、消費電力を小さくできる圧電駆動装置を実現できる。
【００１７】
［適用例４］
上述の圧電駆動装置において、
前記インダクターのインダクタンスは、前記並列共振回路の反共振点周波数と、前記第１圧電素子および前記第２圧電素子の機械的に変位が最大となる共振周波数とが、概ね一致する値であってもよい。
【００１８】
本適用例において、概ね一致する値とは、例えば、並列共振回路の反共振点周波数が、機械的に変位が最大となる共振周波数の±１％の範囲内の周波数である場合である。
【００１９】
本適用例によれば、消費電力を小さくしつつ、機械的な仕事が大きくできる圧電駆動装置を実現できる。
【００２０】
［適用例５］
本適用例に係るモーターは、
上述のいずれかの圧電駆動装置と、
前記圧電駆動装置に駆動される被駆動体と、
を備えている、モーターである。
【００２１】
本適用例によれば、簡易な構成で消費電力を小さくできる圧電駆動装置を備えているので、簡易な構成で消費電力を小さくできるモーターを実現できる。
【００２２】

［適用例６］
本適用例に係るロボットは、
複数のリンク部と、
前記複数のリンク部を接続する関節部と、
前記関節部を被駆動体として駆動する、上述のいずれかの圧電駆動装置と、
を備えている、ロボットである。
【００２３】
本適用例によれば、簡易な構成で消費電力を小さくできる圧電駆動装置を備えているので、簡易な構成で消費電力を小さくできるロボットを実現できる。
【００２４】
［適用例７］
本適用例に係る圧電駆動装置の駆動方法は、
第１振動板と、前記第１振動板上に設けられ、圧電体層と前記圧電体層を挟む第１電極および第２電極とを有する複数の第１圧電素子と、を有する第１圧電振動子と、
第２振動板と、前記第２振動板上に設けられ、圧電体層と前記圧電体層を挟む第１電極および第２電極とを有する複数の第２圧電素子と、を有する第２圧電振動子と、
インダクターと、
を備え、
前記第１振動板における前記第１圧電振動子のレイアウトと、前記第２振動板における前記第２圧電振動子のレイアウトとは、同じである、圧電駆動装置の駆動方法であって、
前記第１振動板上および前記第２振動板上の互いに対応する位置に配置された第１圧電素子と第２圧電素子の対応する前記第２電極どうしを、互いに前記インダクターを介して接続して、逆位相で駆動する、圧電駆動装置の駆動方法である。
【００２５】
本適用例によれば、第１圧電振動子の容量成分と第２圧電振動子の容量成分との間で充放電を繰り返すことができるので、消費電力を小さくできる圧電駆動装置の駆動方法を実現できる。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】本実施形態に係る圧電駆動装置を模式的に示す斜視図である。
【図２】振動板を模式的に示す平面図である。
【図３】図２のＡ－Ａ線における断面図である。
【図４】第１圧電振動子および第２圧電振動子を駆動する駆動回路の回路図である。
【図５】本実施形態に係るモーターを模式的に示す平面図である。
【図６】圧電駆動装置を利用したロボットの一例を示す説明図である。
【図７】ロボットの手首部分の説明図である。
【図８】圧電駆動装置を利用した送液ポンプの一例を示す説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。用いる図面は説明の便宜上のものである。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。
【００２８】
１．圧電駆動装置および圧電駆動装置の駆動方法
図１は、本実施形態に係る圧電駆動装置１を模式的に示す斜視図である。
【００２９】
本実施形態に係る圧電駆動装置１は、第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２と、インダクター（後述）を備えている圧電駆動装置１である。図１に示される例は、２つの同一形状の第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２の組が１組以上、１つの固定

板２０に固定されている。固定板２０は、ステンレス鋼などの剛性が高い材料で形成されることが好ましい。

【００３０】

第１圧電振動子１１は、固定板２０に固定される固定部１１１と、複数の圧電素子が設けられている振動体部１１２と、固定部１１１と振動体部１１２とを接続する接続部１１３と、を備えている第１振動板１１０と、第１振動板１１０に取り付けられまたは第１振動板１１０と接触し、かつ、被駆動体に接触される接触部１１４と、を有する。

【００３１】

第２圧電振動子１２は、固定板２０に固定される固定部１２１と、複数の圧電素子が設けられている振動体部１２２と、固定部１２１と振動体部１２２とを接続する接続部１２３と、を備えている第２振動板１２０と、第２振動板１２０に取り付けられまたは第２振動板１２０と接触し、かつ、被駆動体に接触される接触部１２４と、を有する。

【００３２】

接触部１１４および接触部１２４は、被駆動体と接触して、被駆動体に力を与えるための部材である。接触部１１４および接触部１２４は、セラミックス（例えばAl_2O_3）などの耐久性がある材料で形成されることが好ましい。

【００３３】

図１に示される例では、第１振動板１１０および第２振動板１２０の主面に平行かつ互いに直交する２つの方向をＸ方向およびＹ方向とし、第１振動板１１０および第２振動板１２０の主面に垂直な方向をＺ方向としている。

【００３４】

図１に示される例では、Ｙ方向から第１振動板１１０および接触部１１４を見た場合に、固定部１１１、接続部１１３、振動体部１１２および接触部１１４が、この順にＸ方向に沿って設けられている。これによって、被駆動体に大きな力を与えることができる。

【００３５】

図１に示される例では、Ｙ方向から第２振動板１２０および接触部１２４を見た場合に、固定部１２１、接続部１２３、振動体部１２２および接触部１２４が、この順にＸ方向に沿って設けられている。これによって、被駆動体に大きな力を与えることができる。

【００３６】

図２は、第１振動板１１０および第２振動板１２０を模式的に示す平面図である。図３は、図２のＡ－Ａ線における断面図である。

【００３７】

第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２は、基板１００１（第１圧電振動子１１における第１振動板１１０、および、第２圧電振動子１２における第２振動板１２０）と、基板１００１の上に形成された第１電極１００２と、第１電極１００２の上に形成された圧電体１００３と、圧電体１００３の上に形成された第２電極１００４と、を備えている。第１電極１００２と第２電極１００４は、圧電体１００３を挟持している。

【００３８】

基板１００１は、第１電極１００２と圧電体１００３と第２電極１００４を成膜プロセスで形成するための基板として使用される。また、基板１００１は機械的な振動を行う振動板としての機能も有する。基板１００１は、例えば、Ｓｉ，Al_2O_3，ZrO_2などで形成することができる。Ｓｉ製の基板１００１として、例えば半導体製造用のＳｉウェハーを利用することが可能である。この実施形態において、基板１００１の平面形状は長方形である。基板１００１の厚みは、例えば１０μｍ以上７００μｍ以下の範囲とすることが好ましい。基板１００１の厚みを１０μｍ以上とすれば、基板１００１上の成膜処理の際に基板１００１を比較的容易に取扱うことができる。また、基板１００１の厚みを７００μｍ以下とすれば、薄膜で形成された圧電体１００３の伸縮に応じて、基板１００１を容易に振動させることができる。

【００３９】

第１電極１００２は、基板１００１上に形成された１つの連続的な導電体層として形成

されている。一方、第２電極１００４は、図２に示されるように、６つの導電体層（電極Ｓ１、電極Ｉ１、電極Ｚ１、電極Ｓ２、電極Ｉ２および電極Ｚ２）に区分され、それぞれ複数の第１圧電素子または第２圧電素子の一部を構成している。より具体的には、電極Ｓ１、電極Ｉ１および電極Ｚ１はそれぞれ第１圧電素子の一部を構成し、第１圧電振動子１１には３つの第１圧電素子が構成されている。同様に、電極Ｓ２、電極Ｉ２および電極Ｚ２はそれぞれ第２圧電素子の一部を構成し、第２圧電振動子１２には３つの第２圧電素子が構成されている。図２に示されるように、第１振動板１１０における第１圧電振動子１１のレイアウトと、第２振動板１２０における第２圧電振動子のレイアウトとは、同じである。

【００４０】

図２の例では、第１電極１００２および第２電極１００４は、いずれも長方形の平面形状を有している。第１電極１００２および第２電極１００４は、例えばスパッタリングによって形成される薄膜である。第１電極１００２および第２電極１００４の材料としては、例えばＡｌ（アルミニウム）や、Ｎｉ（ニッケル）、Ａｕ（金）、Ｐｔ（白金）、Ｉｒ（イリジウム）などの導電性の高い任意の材料を利用可能である。なお、第１電極１００２を１つの連続的な導電体層とする代わりに、第２電極１００４と実質的に同じ平面形状を有する６つの導電体層に区分してもよい。なお、第２電極１００４の間の電気的接続のための配線（または配線層および絶縁層）と、第１電極１００２および第２電極１００４と駆動回路との間の電気的接続のための配線（または配線層および絶縁層）とは、図２および図３では図示が省略されている。

【００４１】

圧電体１００３は、第２電極１００４と実質的に同じ平面形状を有する６つの圧電体層として形成されている。この代わりに、圧電体１００３を、第１電極１００２と実質的に同じ平面形状を有する１つの連続的な圧電体層として形成してもよい。第１電極１００２と圧電体１００３と第２電極１００４との積層構造によって、それぞれ３つの圧電素子から構成される第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２が構成される。

【００４２】

圧電体１００３は、例えばゾルーゲル法やスパッタリング法によって形成される薄膜である。圧電体１００３の材料としては、例えば、ABO_3型のペロブスカイト構造を採るセラミックスなど、圧電効果を示す任意の材料を利用可能である。ABO_3型のペロブスカイト構造を採るセラミックスとしては、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（ＰＺＴ）、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、ニオブ酸カリウム、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、タングステン酸ナトリウム、酸化亜鉛、チタン酸バリウムストロンチウム（ＢＳＴ）、タンタル酸ストロンチウムビスマス（ＳＢＴ）、メタニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、スカンジウムニオブ酸鉛等を用いることが可能である。またセラミック以外の圧電効果を示す材料、例えばポリフッ化ビニリデン、水晶等を用いることも可能である。圧電体１００３の厚みは、例えば５０ｎｍ（０．０５μｍ）以上２０μｍ以下の範囲とすることが好ましい。この範囲の厚みを有する圧電体１００３の薄膜は、成膜プロセスを利用して容易に形成することができる。圧電体１００３の厚みを０．０５μｍ以上とすれば、圧電体１００３の伸縮に応じて十分に大きな力を発生することができる。また、圧電体１００３の厚みを２０μｍ以下とすれば、圧電駆動装置１を十分に小型化することができる。

【００４３】

接触部１１４に楕円運動を生じさせ、当接させたローラーを回転させるための電極の駆動方法としては、例えば、以下の３つが挙げられる。接触部１２４についても同様である。

【００４４】

（１）順回転では、電極Ｓ１および電極Ｉ１のみを駆動する。逆回転では、電極Ｉ１および電極Ｚ１のみを駆動する。

（２）順回転では、電極Ｓ１および電極Ｉ１を同位相で駆動し、電極Ｚ１を別位相で駆動する。逆回転では、電極Ｉ１および電極Ｚ１を同位相で駆動し、電極Ｓ１を別位相で駆動

する。別位相としては、例えば、＋９０度、＋１８０度などが代表的である。
（３）順回転では、電極Ｉ１に対して、電極Ｓ１を＋９０度で駆動し、電極Ｚ１を－９０度で駆動する。逆回転では、電極Ｉ１に対して、電極Ｓ１を－９０度で駆動し、電極Ｚ１を＋９０度で駆動する。

【００４５】

以下では、上述の（２）の駆動方法を例に取り説明するが、本発明は、（１）および（３）の駆動方法についても同様に適用できる。

【００４６】

図４は、第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２を駆動する駆動回路の回路図である。

【００４７】

図４において、電源ＶＳ０および電源ＶＳ１８０は、互いに位相が１８０度ずれた交流電圧を出力する。

【００４８】

後述されるように、本実施形態においては、第１振動板１１０上および第２振動板１２０上の互いに対応する位置に配置された第１圧電素子と第２圧電素子の対応する第２電極どうしが、互いにインダクターを介して接続されている。

【００４９】

第１圧電振動子１１の電極Ｓ１および電極Ｉ１には、電源ＶＳ０からの交流電圧が抵抗Ｒ１を介して入力される。第１圧電振動子１１の電極Ｚ１には、電源ＶＳ１８０からの交流電圧が抵抗Ｒ２を介して入力される。

【００５０】

第２圧電振動子１２の電極Ｓ２および電極Ｉ２には、電源ＶＳ０からの交流電圧が抵抗Ｒ１およびインダクターＬ１を介して入力される。第２圧電振動子１２の電極Ｚ２には、電源ＶＳ１８０からの交流電圧が抵抗Ｒ２およびインダクターＬ２を介して入力される。

【００５１】

すなわち、電極Ｓ１と電極Ｓ２とは、インダクターＬ１を介して接続され、電極Ｉ１と電極Ｉ２とは、インダクターＬ１を介して接続され、電極Ｚ１と電極Ｚ２とは、インダクターＬ２を介して接続されている。

【００５２】

第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２の第１電極１００２には、接地電位が共通に入力される。

【００５３】

図４に示される例では、第１圧電振動子１１の電極Ｓ１および電極Ｉ１の近傍の圧電体１００３が伸びるときには、第１圧電振動子１１の電極Ｚ１の近傍の圧電体１００３が縮む。また、第１圧電振動子１１の電極Ｓ１および電極Ｉ１の近傍の圧電体１００３が縮むときには、第１圧電振動子１１の電極Ｚ１の近傍の圧電体１００３が伸びる。

【００５４】

図４に示される例では、第２圧電振動子１２の電極Ｓ２および電極Ｉ２の近傍の圧電体１００３が伸びるときには、第２圧電振動子１２の電極Ｚ２の近傍の圧電体１００３が縮む。また、第２圧電振動子１２の電極Ｓ２および電極Ｉ２の近傍の圧電体１００３が縮むときには、第２圧電振動子１２の電極Ｚ２の近傍の圧電体１００３が伸びる。

【００５５】

本実施形態によれば、インダクターＬ１およびインダクターＬ２のインダクタンスを適切に設定することによって、例えば、第１圧電振動子１１と第２圧電振動子１２との間で共振を発生させることができる。これによって、電荷が第１圧電振動子１１と第２圧電振動子１２との間でやり取りされ、電源側からは接続抵抗で消費される電流を供給するだけで済む。したがって、簡易な構成で消費電力を小さくできる圧電駆動装置１を実現できる。

【００５６】

また、第１圧電振動子１１と第２圧電振動子１２とは、同じレイアウトであるので、温度の変化や駆動による経時変化があっても、容量成分の大きさはほぼ同じである。したがって、第１圧電振動子１１と第２圧電振動子１２とは、同じ電荷量を充放電していることになる。したがって、安定した省電力効果を得ることができる。

【００５７】

本実施形態において、第１圧電振動子１１と第２圧電振動子１２とは、互いに逆位相で駆動されてもよい。

【００５８】

本実施形態において、逆位相とは、例えば、位相差が１８０±１０度の範囲内である場合である。

【００５９】

本実施形態によれば、第１圧電振動子１１の容量成分と第２圧電振動子１２の容量成分との間で充放電を繰り返すことができるので、消費電力を小さくできる圧電駆動装置１および圧電駆動装置１の駆動方法を実現できる。

【００６０】

本実施形態において、第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２は、インダクター（インダクターＬ１またはインダクターＬ２）と、前記インダクターで接続されている第１圧電素子および第２圧電素子と、で形成される並列共振回路の反共振点付近の周波数で駆動されてもよい。

【００６１】

本実施形態において、反共振点付近の周波数とは、例えば、反共振点周波数の±１０％の範囲内の周波数である。

【００６２】

本実施形態によれば、反共振点周波数では外部から見えるインピーダンスが極大となるので、外部から入力される電流を極小とすることができる。したがって、消費電力を小さくできる圧電駆動装置１および圧電駆動装置１の駆動方法を実現できる。

【００６３】

本実施形態において、インダクターＬ１およびインダクターＬ２のインダクタンスは、上述の並列共振回路の反共振点周波数と、第１圧電素子および第２圧電素子の機械的に変位が最大となる共振周波数とが、概ね一致する値であってもよい。

【００６４】

本実施形態において、概ね一致する値とは、例えば、並列共振回路の反共振点周波数が、機械的に変位が最大となる共振周波数の±１％の範囲内の周波数である場合である。

【００６５】

本実施形態によれば、消費電力を減らしつつ、機械的な仕事が大きくできる圧電駆動装置１および圧電駆動装置１の駆動方法を実現できる。

【００６６】

２．モーター

図５は、本実施形態に係るモーター５０を模式的に示す平面図である。

【００６７】

本実施形態に係るモーター５０は、上述の圧電駆動装置１と、被駆動体５００と、を備えている。図５に示される例では、モーター５０は、被駆動体５００を直線運動させるリニアモーターである。被駆動体５００は、圧電駆動装置１の動作中に、接触部１１４および接触部１２４の少なくとも一方に接触するように設けられている。圧電駆動装置１は、第１圧電振動子１１および第２圧電振動子１２の伸縮によって、被駆動体５００をＹ方向に移動させることができる。なお、被駆動体５００は、回転運動するローターとして構成されていてもよい。

【００６８】

本実施形態によれば、簡易な構成で消費電力を小さくできる圧電駆動装置１を用いているので、簡易な構成で消費電力を小さくできるモーター５０を実現できる。

【００６９】
３．ロボット
図６は、上述の圧電駆動装置１を利用したロボット２０５０の一例を示す説明図である。ロボット２０５０は、複数のリンク部２０１２（「リンク部材」とも呼ぶ）と、それらリンク部２０１２の間を回動または屈曲可能な状態で接続する複数の関節部２０２０とを備えたアーム２０１０（「腕部」とも呼ぶ）を有している。それぞれの関節部２０２０には、上述した圧電駆動装置１が内蔵されており、圧電駆動装置１は、関節部２０２０を被駆動体として駆動する。本実施形態においては、圧電駆動装置１を用いて関節部２０２０を任意の角度だけ回動または屈曲させることが可能である。アーム２０１０の先端には、ロボットハンド２０００が接続されている。ロボットハンド２０００は、一対の把持部２００３を備えている。ロボットハンド２０００にも圧電駆動装置１が内蔵されており、圧電駆動装置１を用いて把持部２００３を開閉して物を把持することが可能である。また、ロボットハンド２０００とアーム２０１０との間にも圧電駆動装置１が設けられており、圧電駆動装置１を用いてロボットハンド２０００をアーム２０１０に対して回転させることも可能である。
【００７０】
図７は、図６に示したロボット２０５０の手首部分の説明図である。手首の関節部２０２０は、手首回動部２０２２を挟持しており、手首回動部２０２２に手首のリンク部２０１２が、手首回動部２０２２の中心軸Ｏ周りに回動可能に取り付けられている。手首回動部２０２２は、圧電駆動装置１を備えており、圧電駆動装置１は、手首のリンク部２０１２およびロボットハンド２０００を中心軸Ｏ周りに回動させる。ロボットハンド２０００には、複数の把持部２００３が立設されている。把持部２００３の基端部はロボットハンド２０００内で移動可能となっており、この把持部２００３の根元の部分に圧電駆動装置１が搭載されている。このため、圧電駆動装置１を動作させることで、把持部２００３を移動させて対象物を把持することができる。
【００７１】
なお、ロボット２０５０としては、単腕のロボットに限らず、腕の数が２以上の多腕ロボットにも圧電駆動装置１を適用可能である。ここで、手首の関節部２０２０やロボットハンド２０００の内部には、圧電駆動装置１の他に、力覚センサーやジャイロセンサー等の各種装置（不図示）が備えられることが多く、これらの装置にも電力を供給することになる。上述の圧電駆動装置１は、簡易な構成で消費電力を小さくできるので、簡易な構成で消費電力を小さくできるロボット２０５０を実現できる。
【００７２】
図８は、上述の圧電駆動装置１を利用した送液ポンプ２２００の一例を示す説明図である。送液ポンプ２２００は、圧電駆動装置１を利用した装置の一例である。送液ポンプ２２００は、ケース２２３０内に、リザーバー２２１１と、チューブ２２１２と、圧電駆動装置１と、ローター２２２２と、減速伝達機構２２２３と、カム２２０２と、複数のフィンガー２２１３、２２１４、２２１５、２２１６、２２１７、２２１８、２２１９と、が設けられている。リザーバー２２１１は、輸送対象である液体を収容するための収容部である。チューブ２２１２は、リザーバー２２１１から送り出される液体を輸送するための管である。圧電駆動装置１は、ローター２２２２の側面に押し付けた状態で設けられており、圧電駆動装置１がローター２２２２を回転駆動する。ローター２２２２の回転力は減速伝達機構２２２３を介してカム２２０２に伝達される。フィンガー２２１３から２２１９はチューブ２２１２を閉塞させるための部材である。カム２２０２が回転すると、カム２２０２の突起部２２０２Ａによってフィンガー２２１３から２２１９が順番に放射方向外側に押される。フィンガー２２１３から２２１９は、輸送方向上流側（リザーバー２２１１側）から順にチューブ２２１２を閉塞する。これにより、チューブ２２１２内の液体が順に下流側に輸送される。こうすれば、ごく僅かな量を精度良く送液可能で、しかも小型な送液ポンプ２２００を実現することができる。なお、各部材の配置は図示されたものには限られない。また、フィンガーなどの部材を備えず、ローター２２２２に設けられた

ボールなどがチューブ２２１２を閉塞する構成であってもよい。上述のような送液ポンプ２２００は、インシュリンなどの薬液を人体に投与する投薬装置などに活用できる。ここで、上述した実施形態の圧電駆動装置１を用いることにより、簡易な構成で消費電力を小さくできるので、簡易な構成で消費電力を小さくできる送液ポンプ２２００を実現できる。

【００７３】

本発明は本実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【００７４】

上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

【００７５】

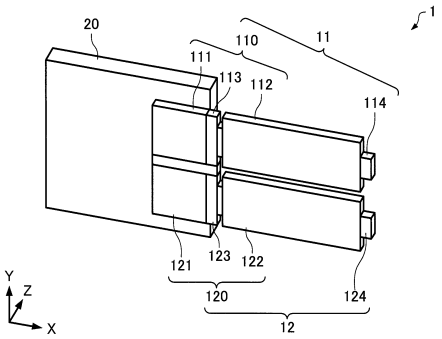
本発明は、実施形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成または同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【符号の説明】

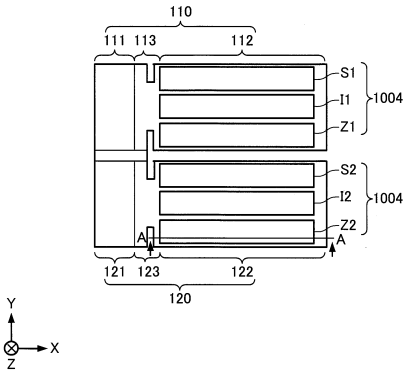
【００７６】

１…圧電駆動装置、１１…第１圧電振動子、１２…第２圧電振動子、２０…固定板、５０…モーター、１１０…第１振動板、１１１…固定部、１１２…振動体部、１１３…接続部、１１４…接触部、１２０…第２振動板、１２１…固定部、１２２…振動体部、１２３…接続部、１２４…接触部、５００…被駆動体、１００１…基板、１００２…第１電極、１００３…圧電体、１００４…第２電極、２０００…ロボットハンド、２００３…把持部、２０１０…アーム、２０１２…リンク部、２０２０…関節部、２０２２…手首回動部、２０５０…ロボット、２２００…送液ポンプ、２２０２…カム、２２０２Ａ…突起部、２２１１…リザーバー、２２１２…チューブ、２２１３…フィンガー、２２２２…ローター、２２２３…減速伝達機構、２２３０…ケース、Ｉ１，Ｉ２，Ｓ１，Ｓ２，Ｚ１，Ｚ２…電極、Ｌ１，Ｌ２…インダクター、Ｒ１，Ｒ２…抵抗、ＶＳ０，ＶＳ１８０…電源

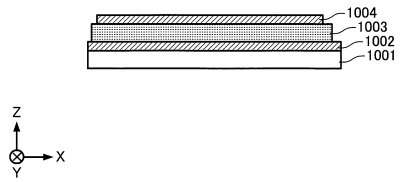
【図１】



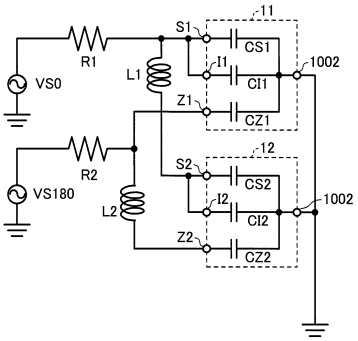
【図２】



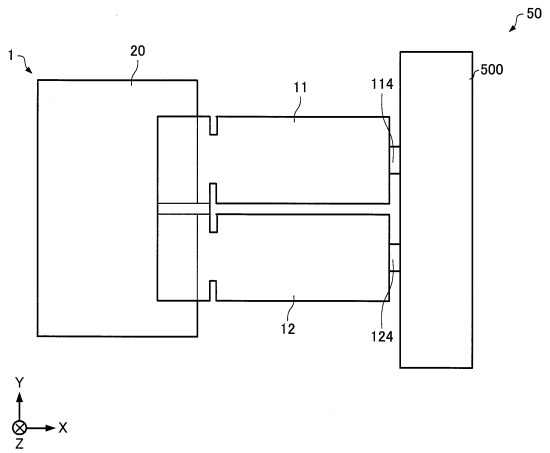
【図３】



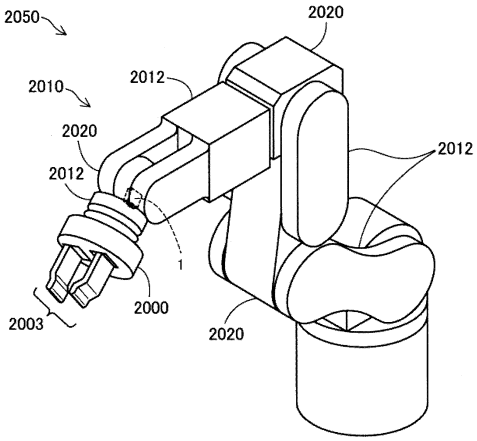
【図４】



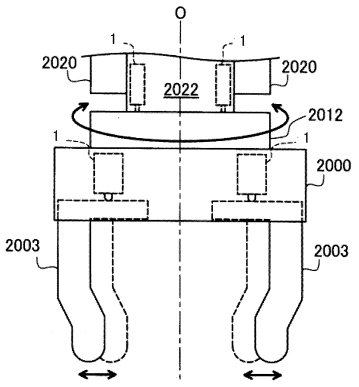
【図５】



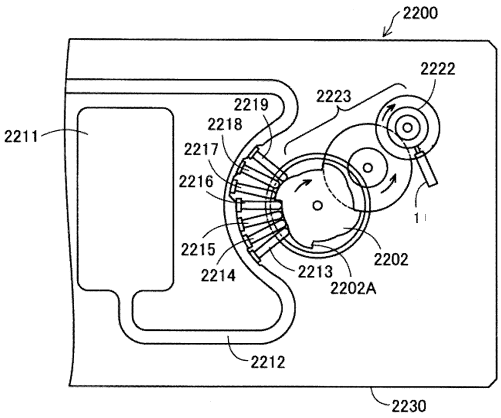
【図６】



【図７】



【図８】


2200
2222
2223
2219
2218
2211
2217
2216
2215
2214
2213
2202
2202A
2212
2230

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－２３７９７１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－２０４６６４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－２４０１７２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１４２４７５（ＪＰ，Ａ）
特表２００８－５０９３１７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０５３５６５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２８１３７３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｎ　　２／０６