(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2013-146152
(P2013-146152A)
(43)公開日　平成25年7月25日(2013.7.25)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02N 2/00	(2006.01)	H02N	2/00	C	3C707
B25J 15/08	(2006.01)	B25J	15/08	J	5H680

審査請求 未請求　請求項の数 11　ＯＬ　（全 26 頁）

(21)出願番号　特願2012-5952(P2012-5952)
(22)出願日　平成24年1月16日(2012.1.16)

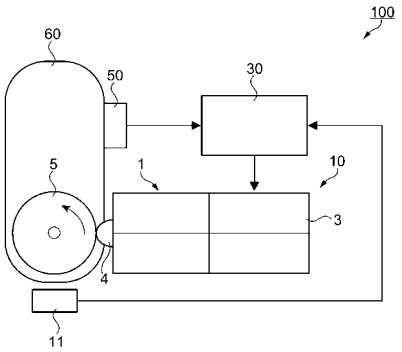
(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(74)代理人　100127661
弁理士　宮坂　一彦
(72)発明者　浦野　治
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム(参考)　3C707 BS26　ES03　ES08　HS29

最終頁に続く

(54)【発明の名称】駆動装置、圧電モーターの駆動方法、電子部品搬送装置、電子部品検査装置、ロボットハンド、及びロボット

(57)【要約】
【課題】可動部を手動で動かして位置合わせを行うことが可能な駆動装置、圧電モーターの駆動方法、電子部品搬送装置、電子部品検査装置、ロボットハンド、及びロボットを提供する。
【解決手段】駆動装置１００は、可動部６０と、縦振動及び屈曲振動を発生する振動部１と振動部１の屈曲振動により駆動される被駆動部５とを有し、振動部１が被駆動部５を駆動することにより可動部６０を移動させる圧電モーター１０と、振動部１に駆動信号を供給する駆動信号供給部３０と、を備え、駆動信号供給部３０には、振動部１に縦振動を発生させる教示モードにおいて、駆動信号の電圧値を変化させる副制御部２２を含むことを特徴とする。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
可動部と、
縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、
前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、
前記駆動信号供給部には、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする駆動装置。
【請求項２】
請求項１に記載の駆動装置であって、
前記制御部は、前記第１の状態において、前記振動部に前記屈曲振動を発生させる第２の状態において前記被駆動部が駆動され移動を開始する前記駆動信号の電圧値である第１の電圧値よりも低い範囲で、前記駆動信号の電圧値を変化させることを特徴とする駆動装置。
【請求項３】
請求項１又は２に記載の駆動装置であって、
前記可動部に加えられた外力の大きさを検知する第１の検知部を備え、
前記制御部は、非駆動状態において前記可動部に外力が加えられたことを前記第１の検知部が検知した場合に前記第１の状態に移行させることを特徴とする駆動装置。
【請求項４】
請求項３に記載の駆動装置であって、
前記制御部は、前記第１の状態において、前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさに基づいて、前記駆動信号の電圧値を変化させることを特徴とする駆動装置。
【請求項５】
請求項１から４のいずれか一項に記載の駆動装置であって、
前記被駆動部の移動速度を検知する第２の検知部を備え、
前記制御部は、前記第１の状態において外力により前記被駆動部が移動したことを前記第２の検知部が検知した場合に、検知した前記被駆動部の前記移動速度に基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させることを特徴とする駆動装置。
【請求項６】
請求項１又は２に記載の駆動装置であって、
前記可動部に加えられた外力の大きさを検知する第１の検知部と、
前記被駆動部の移動速度を検知する第２の検知部と、を備え、
非駆動状態において前記可動部に外力が加えられたことを前記第１の検知部が検知した場合に前記第１の状態に移行し、前記第１の状態においては、前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさに基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させる場合と、
前記第２の検知部が検知した前記被駆動部の前記移動速度に基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させる場合と、
前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさと、前記第２の検知部が検知した前記被駆動部の移動速度と、に基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させる場合と、
前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさと、前記第２の検知部が検知した前記被駆動部の移動速度と、に関わらず前記駆動信号の電圧値を変化させない場合と、
のいずれかに切り替える切り替え部を備えることを特徴とする駆動装置。
【請求項７】
可動部と、
縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、
前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備えた圧電モーターの駆動方法

であって、
前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させることを特徴とする圧電モーターの駆動方法。
【請求項８】
電子部品を所定の位置に移動させる電子部品搬送装置であって、
前記電子部品を保持して移動可能な可動部と、
縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、
前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、
前記駆動部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする電子部品搬送装置。
【請求項９】
電子部品を所定の位置に移動配置させて、前記電子部品の電気的検査を行う電子部品検査装置であって、
前記電子部品を検査する検査部と、
前記電子部品を保持して移動可能な可動部と、
縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、
前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、
前記駆動部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする電子部品検査装置。
【請求項１０】
可動部と、
縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、
前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、
前記駆動部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とするロボットハンド。
【請求項１１】
可動部と、
縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、
前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、
前記駆動部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とするロボット。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、駆動装置、圧電モーターの駆動方法、電子部品搬送装置、電子部品検査装置、ロボットハンド、及びロボットに関する。
【背景技術】
【０００２】
圧電素子を含む振動部で生じる振動を摩擦力で被駆動部に伝達して駆動する圧電モーターが知られている（例えば、特許文献１参照）。圧電モーターでは、圧電モーターが駆動されない非駆動状態において、振動部が被駆動部に接触したままとなるため、振動部と被駆動部との間の摩擦力により被駆動部の位置が保持される。圧電モーターは、このような

保持力を有することにより、電磁モーターやパルスモーターのように、被駆動部の位置を保持するためのブレーキ機構を必要としない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開平１１－３３２２６５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
圧電モーターを駆動して可動部を所定の位置に移動させる装置、例えば、電子部品検査装置やロボット等の場合、圧電モーターの非駆動状態においては、上述の保持力により可動部の位置が保持される。しかしながら、圧電モーターの非駆動状態において、手動で可動部を動かして所定の位置に位置合わせしたい場合は、その保持力が妨げとなり位置合わせを行うことが困難であるという課題があった。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明は、上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、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。
【０００６】
［適用例１］本適用例に係る駆動装置は、可動部と、縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、前記駆動信号供給部には、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする。
【０００７】
この構成によれば、駆動装置の駆動信号供給部は、振動部に縦振動を発生させる第１の状態において、振動部に供給する駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含んでいる。第１の状態では、振動部が縦振動することにより振動部と被駆動部との接触が断続的となるため、非駆動状態に比べて被駆動部の位置を保持する保持力が低下するので、可動部を手動で動かして位置合わせを行うことが可能となる。また、このような第１の状態において駆動信号の電圧値を変化させることができるので、可動部を手動で動かして位置合わせを行う際に、例えば、動かす力の大きさ等に応じて保持力を調整することができる。これにより、可動部を移動させる動作の抵抗感（重さの度合い）を調整できるので、可動部の位置合わせを効率良く行うことができる。
【０００８】
［適用例２］上記適用例に係る駆動装置であって、前記制御部は、前記第１の状態において、前記振動部に前記屈曲振動を発生させる第２の状態において前記被駆動部が駆動され移動を開始する前記駆動信号の電圧値である第１の電圧値よりも低い範囲で、前記駆動信号の電圧値を変化させることが好ましい。
【０００９】
この構成によれば、第１の状態において制御部が振動部に供給する駆動信号の電圧値を、振動部に屈曲振動を発生させる第２の状態において被駆動部が駆動され移動を開始する第１の電圧値よりも低い範囲で変化させる。そのため、第１の状態において駆動信号の電圧値を上昇させると被駆動部が駆動され移動してしまう場合でも、駆動信号の電圧値を第１の電圧値よりも低い範囲で変化させることで、被駆動部が移動することを抑止できる。これにより、可動部の位置合わせを確実に行うことができる。
【００１０】
［適用例３］上記適用例に係る駆動装置であって、前記制御部は、前記可動部に加えられた外力の大きさを検知する第１の検知部を備え、非駆動状態において前記可動部に外力

が加えられたことを前記第１の検知部が検知した場合に前記第１の状態に移行させることが好ましい。

【００１１】

この構成によれば、制御部は、非駆動状態において可動部に外力が加えられたことを第１の検知部が検知した場合に、駆動装置を第１の状態に移行させる。そのため、可動部を動かそうとする力を加えることで、可動部を手動で動かして位置合わせできる状態に切り替えることができる。また、可動部に力を加えるまでは非駆動状態で待機するので、待機中の消費電力を抑えることができる。

【００１２】

［適用例４］上記適用例に係る駆動装置であって、前記制御部は、前記第１の状態において、前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさに基づいて、前記駆動信号の電圧値を変化させることが好ましい。

【００１３】

この構成によれば、第１の状態において、可動部に加えられた外力の大きさに基づいて駆動信号の電圧値を変化させるので、可動部を手動で動かす力の大きさに応じて保持力を調整することができる。

【００１４】

［適用例５］上記適用例に係る駆動装置であって、前記被駆動部の移動速度を検知する第２の検知部を備え、前記制御部は、前記第１の状態において外力により前記被駆動部が移動したことを前記第２の検知部が検知した場合に、検知した前記被駆動部の移動速度に基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させることが好ましい。

【００１５】

この構成によれば、制御部は、第１の状態において外力により被駆動部が移動したことを第２の検知部が検知した場合に、検知した被駆動部の移動速度に基づいて駆動信号の電圧値を変化させる。そのため、可動部を手動で動かすことによる被駆動部の移動速度に応じて保持力を調整することができる。

【００１６】

［適用例６］上記適用例に係る駆動装置であって、前記可動部に加えられた外力の大きさを検知する第１の検知部と、前記被駆動部の移動速度を検知する第２の検知部と、を備え、非駆動状態において前記可動部に外力が加えられたことを前記第１の検知部が検知した場合に前記第１の状態に移行し、前記第１の状態においては、前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさに基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させる場合と、前記第２の検知部が検知した前記被駆動部の前記移動速度に基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させる場合と、前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさと、前記第２の検知部が検知した前記被駆動部の移動速度と、に基づいて前記駆動信号の電圧値を変化させる場合と、前記第１の検知部が検知した前記外力の大きさと、前記第２の検知部が検知した前記被駆動部の移動速度と、に関わらず前記駆動信号の電圧値を変化させない場合と、のいずれかに切り替える切り替え部を備えることが好ましい。

【００１７】

この構成によれば、第１の状態において、可動部に加える力の大きさに基づいて駆動信号の電圧値を変化させる場合と、被駆動部の移動速度に基づいて駆動信号の電圧値を変化させる場合と、可動部に加える力の大きさと被駆動部の移動速度との双方に基づいて駆動信号の電圧値を変化させる場合と、可動部に加える力の大きさと被駆動部の移動速度とに関わらず保持力を維持する場合とを、切り替えることができる。したがって、可動部の構成や、位置合わせ作業の目的、内容等に応じて切り替え部で適宜切り替えることにより、様々な状況における位置合わせ作業をより精度良く、より効率良く、より確実に行うことができる。

【００１８】

［適用例７］本適用例に係る圧電モーターの駆動方法は、可動部と、縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し

、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備えた圧電モーターの駆動方法であって、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させることを特徴とする。

【００１９】

この方法によれば、圧電モーターの駆動方法は、振動部に縦振動を発生させる第１の状態において、振動部に供給する駆動信号の電圧値を変化させることが可能である。第１の状態では、振動部が縦振動することにより振動部と被駆動部との接触が断続的となるため、非駆動状態に比べて被駆動部の位置を保持する保持力が低下するので、可動部を手動で動かして位置合わせを行うことが可能となる。また、このような第１の状態において駆動信号の電圧値を変化させることができるので、可動部を手動で動かして位置合わせを行う際に、例えば、動かす力の大きさ等に応じて保持力を調整することができる。これにより、可動部を移動させる動作の抵抗感（重さの度合い）を調整できるので、可動部の位置合わせを効率良く、かつ確実に行うことができる。

【００２０】

［適用例８］本適用例に係る電子部品搬送装置は、電子部品を所定の位置に移動させる電子部品搬送装置であって、前記電子部品を保持して移動可能な可動部と、縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、前記駆動信号供給部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする。

【００２１】

この構成によれば、電子部品搬送装置は、可動部を手動で動かして効率良く、かつ確実に位置合わせを行うことが可能な圧電モーターを備えている。したがって、電子部品を保持する可動部を手動で移動させて効率良く、かつ確実に所定の位置に位置合わせすることが可能な電子部品搬送装置を提供できる。

【００２２】

［適用例９］本適用例に係る電子部品検査装置は、電子部品を所定の位置に移動配置させて、前記電子部品の電気的検査を行う電子部品検査装置であって、前記電子部品を検査する検査部と、前記電子部品を保持して移動可能な可動部と、縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、前記駆動信号供給部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする。

【００２３】

この構成によれば、電子部品検査装置は、可動部を手動で動かして効率良く、かつ確実に位置合わせを行うことが可能な圧電モーターを備えている。したがって、電子部品を保持する可動部を手動で移動させて効率良く、かつ確実に電子部品の電気的検査を行う所定の位置に位置合わせすることが可能な電子部品検査装置を提供できる。

【００２４】

［適用例１０］本適用例に係るロボットハンドは、可動部と、縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、前記駆動信号供給部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする。

【００２５】

この構成によれば、ロボットハンドは、可動部を手動で動かして効率良く、かつ確実に

位置合わせを行うことが可能な圧電モーターを備えている。したがって、可動部を手動で移動させて効率良く、かつ確実に所定の位置に位置合わせすることが可能なロボットハンドを提供できる。

【００２６】

［適用例１１］本適用例に係るロボットは、可動部と、縦振動及び屈曲振動を発生する振動部と、前記振動部の前記屈曲振動により駆動される被駆動部と、を有し、前記振動部が前記被駆動部を駆動することにより前記可動部を移動させる圧電モーターと、前記振動部に駆動信号を供給する駆動信号供給部と、を備え、前記駆動信号供給部は、前記振動部に前記縦振動を発生させる第１の状態において、前記駆動信号の電圧値を変化させる制御部を含むことを特徴とする。

【００２７】

この構成によれば、ロボットは、可動部を手動で動かして効率良く、かつ確実に位置合わせを行うことが可能な圧電モーターを備えている。したがって、可動部を手動で移動させて所定の位置に効率良く、かつ確実に位置合わせすることが可能なロボットを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００２８】

【図１】第１の実施形態に係る駆動装置の概略構成を示す模式図。

【図２】第１の実施形態に係る圧電モーターの構成及び動作を示す模式図。

【図３】圧電モーターの駆動電圧と回転数及び保持力との関係を模式的に示す図。

【図４】第１の実施形態に係る駆動信号供給部の概略構成を示すブロック図。

【図５】第１の実施形態に係る駆動信号供給部の要部を示すブロック図。

【図６】教示作業における圧電モーターの駆動方法を示すフローチャート。

【図７】第２の実施形態に係る駆動信号供給部の要部を示すブロック図。

【図８】第２の実施形態に係る圧電モーターの構成及び動作を示す模式図。

【図９】第３の実施形態に係る電子部品搬送装置及び電子部品検査装置の構成を示す概略斜視図。

【図１０】第４の実施形態に係るロボットハンド及びロボットの構造を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【００２９】

以下に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、参照する各図面において、構成をわかり易く示すため、各構成要素の寸法の比率、角度等が異なる場合がある。

【００３０】

（第１の実施形態）

＜駆動装置＞

図を参照して、第１の実施形態に係る駆動装置の概略構成を説明する。図１は、第１の実施形態に係る駆動装置の概略構成を示すブロック図である。

【００３１】

図１に示すように、第１の実施形態に係る駆動装置１００は、圧電モーター１０と、圧電モーター１０を駆動する駆動信号供給部３０と、圧電モーター１０の動作により移動する可動部６０と、第１の検知部としての力センサー５０と、第２の検知部としてのエンコーダー１１と、スイッチ１２（図５参照）と、を備えている。

【００３２】

また、第１の実施形態に係る駆動装置１００は、その動作状態として、圧電モーター１０を駆動して可動部６０を移動させる第２の状態としての通常駆動モードと、圧電モーター１０を駆動せず可動部６０を手動で移動させる第１の状態としての教示モードと、を有している。なお、圧電モーター１０を駆動している状態とは、後述する振動部１（図２（ａ）参照）に屈曲振動を発生させて被駆動部５（図２（ａ）参照）を駆動している状態をいう。

【００３３】
教示モードは、通常駆動モードで圧電モーター１０を駆動して可動部６０を所定の位置に移動させる作業を行う際に、例えば、駆動装置１００を操作する操作者により、予め可動部６０を手動で移動させて所定の位置に位置合わせする作業（以下では、この作業を教示作業という）等に用いられる。教示作業により位置合わせされた位置は、例えば、座標等の位置情報として駆動信号供給部３０に記憶される。
【００３４】
＜圧電モーター＞
まず、第１の実施形態に係る圧電モーター１０の構成を説明する。図２は、第１の実施形態に係る圧電モーターの構成及び動作を示す模式図である。詳しくは、図２（ａ）は圧電モーターの平面図であり、図２（ｂ）は通常駆動モードにおける圧電モーターの振動部の振動挙動を説明する図であり、図２（ｃ）は教示モードにおける圧電モーターの振動部の振動挙動を説明する図である。図３は、圧電モーターの駆動電圧と回転数及び保持力との関係を模式的に示す図である。
【００３５】
図２（ａ）に示すように、第１の実施形態に係る圧電モーター１０は、振動部１と、被駆動部５と、保持部材８と、付勢バネ６と、基台７と、を備えている。振動部１、被駆動部５、保持部材８、及び付勢バネ６は、基台７に設置されている。なお、ここでは、被駆動部５が回転駆動されるローターである場合を例にとり説明する。
【００３６】
図２（ａ）に示す平面視で、振動部１は、短辺１ａと長辺１ｂとを有する略矩形形状である。以下の説明では、短辺１ａに沿った方向を短手方向と呼び、長辺１ｂに沿った方向を長手方向と呼ぶ。振動部１は、例えば、板状に形成された圧電素子で構成されるが、圧電素子と振動板とが積層された積層体であってもよい。
【００３７】
圧電素子は、電気機械変換作用を示す圧電材料からなり、例えば、一般式ABO_3で示されるペロブスカイト構造を有する金属酸化物を材料として形成されている。このような金属酸化物としては、チタン酸ジルコン酸鉛（Ｐｂ（Ｚｒ，Ｔｉ）O_3：ＰＺＴ）、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）等があげられる。
【００３８】
振動部１の表面には、Ｎｉ，Ａｕ，Ａｇ等の導電性金属からなる電極３が設けられている。電極３は、振動部１の短手方向の中央部、及び長手方向の中央部に形成された溝部によって、略４等分されている。これにより、電極３は、個別電極として互いに電気的に隔離された電極部３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄの４つの電極部に分割されている。また、振動部１の反対側の表面には、共通電極９（図５参照）が設けられている。
【００３９】
電極３の４つの電極部のうち、互いに対角となるように配置され対を成す電極部３ａ，３ｄは、第１屈曲振動用電極として機能する。また、電極部３ａ，３ｄと交差する対角となるように配置され対を成す電極部３ｂ，３ｃは、第２屈曲振動用電極として機能する。電極部３ａ，３ｄが配置された領域、及び電極部３ｂ，３ｃが配置された領域が、それぞれ振動部１の長手方向に対して屈曲する屈曲振動を励起する屈曲振動励起領域となる。
【００４０】
駆動信号供給部３０（図１参照）から、共通電極９に対して共通信号が供給され、第１屈曲振動用電極である電極部３ａ，３ｄに対して駆動信号が供給されると、振動部１に第１屈曲振動が励振される。一方、駆動信号供給部３０から、共通電極９に対して共通信号が供給され、第２屈曲振動用電極である電極部３ｂ，３ｃに対して駆動信号が供給されると、振動部１に、第１屈曲振動とは異なる向きの第２屈曲振動が励振される。
【００４１】
振動部１は、被駆動部５側に突出するように延設され、被駆動部５の側面（円周面）に当接する先端部４を有している。また、振動部１は、短手方向両外側に向かって延設され

た一対の腕部１ｃを有している。腕部１ｃには厚さ方向に貫通する貫通孔が設けられており、貫通孔を挿通させたネジを介して、腕部１ｃが保持部材８に固定されている。これにより、振動部１は、保持部材８に対して、腕部１ｃを基点として屈曲振動が可能な状態で保持される。

【００４２】

被駆動部５は、円盤形状を有しており、振動部１の先端部４が設けられた側に配置されている。被駆動部５は、基台７に立設された棒状の軸５ａを回転中心として、回転自在に保持されている。

【００４３】

基台７は、振動部１の短手方向の両外側に、長手方向に沿って延在して配置された一対のスライド部７ａを有している。保持部材８は、基台７に対して、スライド部７ａに沿ってスライド移動可能に支持されている。

【００４４】

保持部材８の被駆動部５とは反対側と基台７との間には、付勢バネ６が設置されている。付勢バネ６は、保持部材８を介して振動部１を被駆動部５に向けて付勢し、この付勢力により、先端部４が被駆動部５に所定の力で当接する。付勢バネ６の付勢力は、被駆動部５と先端部４との間で適切な摩擦力が発生するように適宜設定されている。これにより、振動部１の振動が、先端部４を介して被駆動部５に効率良く伝達される。

【００４５】

次に、圧電モーター１０の動作を説明する。まず、第２の状態としての通常駆動モードにおける動作を説明する。通常駆動モードでは、図２（ｂ）に示すように、振動部１に第１屈曲振動又は第２屈曲振動のいずれか一方を励振させることにより屈曲振動を発生させて被駆動部５を駆動する。図２（ｂ）において、第１屈曲振動が励振された場合の振動部１の振動状態を破線で示し、第２屈曲振動が励振された場合の振動部１の振動状態を２点鎖線で示す。

【００４６】

図２（ｂ）に破線で示すように、振動部１に第１屈曲振動が励振されると、先端部４は、時計回りの楕円軌道Ｒ１を描くように動く。これにより、被駆動部５は、図２（ａ）に示す矢印の反時計回りに回転駆動される。また、図２（ｂ）に２点鎖線で示すように、振動部１に第２屈曲振動が励振されると、先端部４は、反時計回りの楕円軌道Ｒ２を描くように動く。これにより、被駆動部５は、図２（ａ）に示す矢印とは反対の、時計回りに回転駆動される。

【００４７】

通常駆動モードでは、駆動信号供給部３０から共通電極９と電極部３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄとの間に駆動信号を供給する際に、第１屈曲振動用電極（電極部３ａ，３ｄ）、又は第２屈曲振動用電極（電極部３ｂ，３ｃ）のいずれかが選択される。第１屈曲振動用電極を選択する場合と第２屈曲振動用電極を選択する場合とを切り替えることにより、被駆動部５を反時計回り及び時計回りの双方向に回転させることが可能である。

【００４８】

ところで、駆動信号供給部３０から供給される駆動信号の電圧（以下では、駆動電圧という）がゼロ（０）の状態、すなわち、振動部１に駆動信号が供給されない非駆動状態では、先端部４が被駆動部５に当接しているので、先端部４と被駆動部５との間に摩擦力が働いている。したがって、この摩擦力を越える力が被駆動部５に加えられなければ、被駆動部５は、位置を移動する（回転する）ことなく保持される。圧電モーター１０は、このような保持力を有することにより、電磁モーターやパルスモーターのように、被駆動部５の位置を保持するためのブレーキ機構を必要としない。

【００４９】

図３において、駆動電圧の上昇に伴う被駆動部５の回転数の変化を実線で示す。非駆動状態から振動部１に屈曲振動を発生させ駆動電圧を上昇させていくと、屈曲振動が大きくなるに伴って先端部４の楕円軌道が大きくなり、先端部４により被駆動部５を駆動しよう

とする駆動力が大きくなる。しかしながら、図３に実線で示すように、駆動電圧が第１の電圧値としての電圧値Ｖ１よりも低い間は、被駆動部５は回転を開始しない。

【００５０】

電圧値Ｖ１は、先端部４による駆動力が摩擦力を上回って被駆動部５が回転を開始する電圧値であり、振動部１の振動特性や先端部４と被駆動部５との間の摩擦力等によって定まるものである。駆動電圧が電圧値Ｖ１に達すると被駆動部５が回転を開始し、駆動電圧の上昇に伴って被駆動部５の回転数も上昇する。この駆動電圧と回転数との関係は、例えばリニアな関係となり、第１屈曲振動による駆動状態、及び第２屈曲振動による駆動状態において同じである。

【００５１】

駆動装置１００は、このように通常駆動モードで振動部１に屈曲振動を発生させ、電圧値Ｖ１以上の駆動電圧で被駆動部５を回転駆動することにより、可動部６０を移動させることができる。なお、駆動装置１００における駆動電圧と回転数との関係は、振動部１の振動特性や、先端部４と被駆動部５との間の摩擦力等によって異なり、図３のようにリニアな関係とはならない場合がある。

【００５２】

続いて、第１の状態としての教示モードにおける圧電モーター１０の動作を説明する。教示モードでは、図２（ｃ）に示すように、振動部１に縦振動を発生させる。図２（ｃ）において、振動部１が縦振動を発生している状態を破線と２点鎖線とで示す。縦振動は、駆動信号供給部３０から、共通電極９に対して共通信号が供給され、第１屈曲振動用電極（電極部３ａ，３ｄ）及び第２屈曲振動用電極（電極部３ｂ，３ｃ）の双方に駆動信号が供給された場合に発生する。

【００５３】

第１屈曲振動用電極及び第２屈曲振動用電極の双方に駆動信号が供給されると、振動部１に、互いに向きが異なる第１屈曲振動と第２屈曲振動との２つの屈曲振動が励振される。そうすると、励振された第１屈曲振動と第２屈曲振動とが合成されて、振動部１に、長手方向に沿って伸縮する縦振動が発生する。振動部１に縦振動が発生すると、先端部４は、図２（ｃ）に矢印で示すように、長手方向に沿って往復動する。なお、長軸が長手方向に沿った楕円軌道を描くように、先端部４が動く場合もある。

【００５４】

このように先端部４が長手方向に沿って往復動すると、先端部４と被駆動部５との接触は断続的になる。すなわち、先端部４が被駆動部５に接触した状態と、先端部４が被駆動部５から離れた状態とが繰り返され、先端部４が被駆動部５に接触したままの状態ではなくなる。これにより、非駆動状態に比べて保持力が低下する。この際、先端部４の往復動の方向が被駆動部５の回転中心に向かう方向であれば、駆動電圧を上昇させても被駆動部５は回転しない。

【００５５】

図３において、振動部１に縦振動を発生させ駆動電圧を上昇させたときの保持力の変化を破線で示す。保持力は、被駆動部５を外力で移動（回転）させようとした場合に、外力に抗して被駆動部５を保持しようとする力である。非駆動状態における保持力、すなわち保持力の最大値（Ｍａｘ）は、先端部４と被駆動部５との間の摩擦力によって決まる。

【００５６】

非駆動状態から振動部１に縦振動を発生させ駆動電圧を上昇させていくと、保持力は、電圧値Ｖ０までは変化しないが、振動部１の縦振動が大きくなって先端部４が往復動を開始する電圧値Ｖ０に達すると低下し始める。そして、駆動電圧の上昇に伴って先端部４の往復動のストロークが大きくなるので、保持力は、最小値（Ｍｉｎ）に到達するまで、例えば駆動電圧の変化とリニアな関係で、低下を続ける。

【００５７】

なお、電圧値Ｖ０は、振動部１の振動特性や先端部４と被駆動部５との間の摩擦力等によって定まるものであり、電圧値Ｖ１よりも小さい。また、駆動電圧と保持力との関係は

、振動部１の振動特性や、先端部４と被駆動部５との間の摩擦力等によって異なり、図３のようにリニアな関係とはならない場合がある。

【００５８】

駆動装置１００では、このように教示モードにおいて振動部１が縦振動を発生することで保持力が低下するので、可動部６０を容易に手動で移動させて位置合わせを行うことができる。また、駆動装置１００では、教示モードにおける駆動電圧を、電圧値Ｖ０以上、かつ、電圧値Ｖ１未満の範囲で変化させることが可能であり、この範囲内であれば任意の電圧値に設定することができる。これにより、可動部６０に加えられた外力の大きさや、外力による被駆動部５の回転速度（移動速度）に応じて、駆動電圧を調整して保持力を制御することができる。

【００５９】

なお、駆動装置１００において、被駆動部５は、上述の回転駆動されるローターに限定されるものではない。被駆動部５は直線駆動されるリニア被駆動部であってもよく、被駆動部５の駆動方向は任意に構成できる。被駆動部５がリニア被駆動部である場合、第１屈曲振動用電極（電極部３ａ，３ｄ）と第２屈曲振動用電極（電極部３ｂ，３ｃ）とを切り替えることにより、被駆動部５の直動方向を正方向と逆方向とで切り替えることができる。

【００６０】

また、駆動装置１００が、回転駆動される被駆動部５の回転数を増加又は減少して伝達する増減速機構をさらに備えた構成とすることも可能である。増減速機構を備えていると、被駆動部５の回転数を増加又は減少して所望の回転数を容易に得ることができる。

【００６１】

図１に戻って、可動部６０は、圧電モーター１０の被駆動部５（図２（ａ）参照）が駆動されることにより移動する。可動部６０は、直接被駆動部５に接続されていてもよいし、ギア輪列、ローラー、ベルトとプーリー等の増減速機構や伝達機構を介して被駆動部５に接続されていてもよい。

【００６２】

力センサー５０は、可動部６０に設けられている。力センサー５０は、可動部６０に加えられた外力を検知し、検知した結果に基づく信号を、後述する駆動信号供給部３０の副制御部２２にフィードバックする。力センサー５０は、例えば、圧力センサーやひずみゲージ等で構成される。

【００６３】

エンコーダー１１は、圧電モーター１０の被駆動部５に近い位置に設けられている。エンコーダー１１は、被駆動部５の位置を検知し、検知した結果に基づくエンコーダー信号を副制御部２２にフィードバックする。エンコーダー１１による被駆動部５の位置の検知に基づいて、被駆動部５の回転速度（移動速度）等の回転状態を検出することができる。エンコーダー１１は、例えば、フォトリフレクター、フォトインタラプター、ＭＲセンサー等の、光方式や磁気方式の回転エンコーダー等で構成される。

【００６４】

＜駆動信号供給部＞

続いて、図４及び図５を参照して、駆動信号供給部３０の構成を説明する。図４は第１の実施形態に係る駆動信号供給部の概略構成を示すブロック図である。図５は、第１の実施形態に係る駆動信号供給部の要部を示すブロック図である。

【００６５】

図４に示すように、駆動信号供給部３０は、制御部としての主制御部２１及び副制御部２２と、発振器３１と、ゲインアンプ３２と、ＰＷＭ部３３と、デジタルアンプ３４と、整合回路４０と、を備えている。

【００６６】

主制御部２１は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）で構成される。主制御部２１は、駆動装置１００を含むシステム全体を制御する制御装置（図示省略）と、ＣＡＮ（Cont

roller Area Network）を介して接続されている。主制御部２１は、例えば、駆動電圧の指令値を副制御部２２に指示する等の、駆動装置１００全体の制御を行う。

【００６７】

副制御部２２は、ロジックＩＣやＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等で構成される。副制御部２２は、主制御部２１とＳＰＩ（Serial Peripheral Interface）を介して接続されている。副制御部２２は、主制御部２１の指示に基づいて、発振器３１で生成する信号の周波数、ゲインアンプ３２の出力（増幅率）、スイッチ１２（図５参照）の切り替え等の制御を行う。

【００６８】

副制御部２２は、力センサー５０からフィードバックされた信号に基づいて、可動部６０に外力が加えられたこと、及びその外力の大きさを検出する。また、副制御部２２は、エンコーダー１１からフィードバックされたエンコーダー信号に基づいて、被駆動部５の位置や回転速度（移動速度）等の回転状態を検出する。そして、副制御部２２は、教示モードにおいて、被駆動部５に外力が伝達されたこと、すなわち被駆動部５が外力により回転（移動）したこと、及びその回転速度を検出する。

【００６９】

発振器３１は、ＤＤＳ（Direct Digital Synthesizer）等で構成される。発振器３１は、圧電モーター１０の振動部１に供給する駆動信号のもととなる信号を生成する。発振器３１で生成された信号は、ＤＡコンバーターによりアナログ信号に変換される。また、発振器３１は、副制御部２２の指示に基づいて、駆動信号の周波数を調整する。

【００７０】

ゲインアンプ３２は、例えば、デジタルポテンショメーターとオペアンプとで構成される。ゲインアンプ３２は、発振器３１からのアナログ信号をデジタル制御により増幅する。ゲインアンプ３２の出力レベルは、副制御部２２の指示に基づいて制御（増加又は減少）される。ゲインアンプ３２の出力レベルを増加又は減少させることにより、駆動信号の電圧（駆動電圧）が変化する。

【００７１】

ＰＷＭ部３３は、ＰＷＭ（Pulse Width Modulation）回路で構成される。ＰＷＭ部３３は、ゲインアンプ３２からの入力信号におけるパルスのデューティー比を変えることにより、等価的なアナログ制御を行なう。

【００７２】

図５に示すように、デジタルアンプ３４は、ＭＯＳトランジスターのＨブリッジ回路で構成され、ＰＷＭ部３３との併用により、デジタルアンプとして機能する。デジタルアンプ３４は、ＰＷＭ部３３からの信号の電力を増幅してスイッチングを行う。なお、主制御部２１からの「Ｓｌｅｅｐ」指示（図４参照）があると、デジタルアンプ３４における電力を増幅してスイッチングを行う機能はＯＦＦ状態となる。

【００７３】

整合回路４０は、デジタルアンプ３４と圧電モーター１０との間に接続されている。整合回路４０は、デジタルアンプ３４のインピーダンスと圧電モーター１０のインピーダンスとの整合（マッチング）をとるとともに、圧電モーター１０への出力電圧を昇圧する役割を担う。整合回路４０は、コイル等のインダクター４１，４２と、コンデンサー等のキャパシター４３とで構成されるＬＣ整合回路である。

【００７４】

デジタルアンプ３４は、整合回路４０を介して、圧電モーター１０の第１屈曲振動用電極（電極部３ａ，３ｄ）、第２屈曲振動用電極（電極部３ｂ，３ｃ）に駆動信号を出力し、共通電極９に共通信号を出力する。圧電モーター１０の第１屈曲振動用電極及び第２屈曲振動用電極の前段にはスイッチ１２が接続されている。

【００７５】

スイッチ１２は、副制御部２２（図４参照）の指示に基づいて動作し、第１屈曲振動用電極及び第２屈曲振動用電極とデジタルアンプ３４とが整合回路４０を介して電気的に接

続した状態又は電気的に切断した状態に切り替える。スイッチ１２は、電磁リレー等のメカニカルリレーやフォトモスリレー等の電子式リレーで構成される。なお、スイッチ１２に手動のトグルスイッチを用いる構成としてもよい。

【００７６】

図５では、教示モードにおけるスイッチ１２の状態を示している。教示モードでは、スイッチ１２により、第１屈曲振動用電極及び第２屈曲振動用電極の双方をデジタルアンプ３４と接続することで、振動部１が縦振動を発生する状態となる。また、通常駆動モードでは、スイッチ１２により、第１屈曲振動用電極又は第２屈曲振動用電極のいずれかを選択してデジタルアンプ３４と接続することで、振動部１が屈曲振動を発生する状態となる。そして、スイッチ１２を切り替えることにより、被駆動部５の回転方向を反時計回りと時計回りとで切り替えることができる。

【００７７】

＜圧電モーターの駆動方法＞

続いて、図６を参照して、第１の実施形態に係る駆動装置１００において教示作業を行う場合の圧電モーターの駆動方法を説明する。図６は、教示作業における圧電モーターの駆動方法を示すフローチャートである。上述の通り、教示作業を行う際は、圧電モーター１０の振動部１に縦振動を発生させて教示モードとする。

【００７８】

教示作業をスタートする際は、副制御部２２は、駆動信号供給部３０からの駆動電圧をゼロ（０）に設定し、圧電モーター１０を非駆動状態とする。駆動装置１００では、可動部６０に外力が加えられたことが検出されるまでは非駆動状態で待機する。非駆動状態では、保持力が最大値となっているので、例えば教示作業を行う操作者が可動部６０を手動で移動させようとしても、被駆動部５の位置を保持する保持力が大きいため移動させることは困難である。しかしながら、可動部６０を手動で移動させようとして可動部６０に加えられた力は、力センサー５０により検知される。

【００７９】

図６に示すように、非駆動状態において力センサー５０が可動部６０に加えられた外力を検知すると、副制御部２２は、力センサー５０からフィードバックされた信号に基づいて可動部６０に外力が加えられたことを検出する（ステップＳ１）。

【００８０】

可動部６０に外力が加えられたことが検出された場合（ステップＳ１：ＹＥＳ）、副制御部２２は、スイッチ１２を切り替えて、第１屈曲振動用電極及び第２屈曲振動用電極の双方をデジタルアンプ３４と接続する。そして、副制御部２２は、振動部１に供給される駆動電圧を、保持力が低下し始める電圧値Ｖ０以上の電圧値に設定する（ステップＳ２）。これにより、駆動装置１００は、振動部１が縦振動を発生する教示モードに移行する。

【００８１】

ステップＳ２で、振動部１が縦振動を発生し、駆動電圧を電圧値Ｖ０以上の電圧値に設定することにより被駆動部５の保持力が低下するので、被駆動部５を外力で容易に移動（回転）させることが可能となる。すなわち、可動部６０を手動で動かして位置合わせを行うことが可能となる。ステップＳ２の設定を行った後、処理をステップＳ３に進める。

【００８２】

ここで、本実施形態では、図３に示すように、教示モードにおける駆動電圧の電圧値を、図３に示すＶｒの範囲、すなわち、保持力が低下し始める電圧値Ｖ０以上で、かつ、通常駆動モードで被駆動部５が回転を開始する電圧値Ｖ１よりも低い電圧値としている。駆動電圧の電圧値を電圧値Ｖ１よりも低い電圧値とするのは、以下の理由による。

【００８３】

振動部１が縦振動する際、先端部４の往復動の方向が被駆動部５の回転中心に向かう方向であれば被駆動部５は回転しないが、先端部４の往復動の方向が被駆動部５の回転中心に向かう方向からずれている場合、被駆動部５が回転してしまうことがあり得る。このような場合でも、駆動電圧を電圧値Ｖ１よりも低い電圧値とすることで、被駆動部５が先端

部４の往復動によって回転してしまうことを抑止できる。

【００８４】

次に、図６に示すステップＳ３では、駆動電圧の電圧値の設定が変更された後所定の時間以内に被駆動部５が外力により移動（回転）したか否かを検出する。ステップＳ２の設定を行った後に可動部６０を手動で移動させると、加えられた力が可動部６０を介して伝達されて被駆動部５が移動（回転）するので、エンコーダー１１により被駆動部５の移動（回転）が検知される。そして、エンコーダー１１からフィードバックされたエンコーダー信号に基づいて、副制御部２２は、被駆動部５に外力が加えられた（可動部６０に加えられた力が被駆動部５に伝達された）ことを検出する。

【００８５】

駆動電圧の電圧値の設定が変更された後所定の時間以内に、被駆動部５に外力が伝達されたことが検出された場合（ステップＳ３：ＹＥＳ）、副制御部２２は、振動部１に縦振動をさせた状態で、駆動電圧を電圧値Ｖ０以上、電圧値Ｖ１未満の範囲内で変化させる（ステップＳ４）。

【００８６】

教示作業は、このステップＳ４の状態で行われる。ステップＳ４では、力センサー５０により検出された外力の大きさ、及びエンコーダー１１により検出された被駆動部５の回転状態に基づいて、駆動電圧を変化させることで、可動部６０の位置合わせを行う際の圧電モーター１０の保持力を調整する。

【００８７】

本実施形態では、力センサー５０により検出された可動部６０に加えられる力の大きさに応じて保持力を調整する場合と、エンコーダー１１により検出された被駆動部５の回転状態に応じて保持力を調整する場合と、が選択できる。

【００８８】

例えば、力センサー５０により検出された外力の大きさに応じて駆動電圧を変化させる場合、外力が大きいほど駆動電圧が高くなるようにすれば、操作者が可動部６０を動かす力を強めると、保持力が小さくなって可動部６０が移動し易くなる。そのため、可動部６０を移動させる作業時間を短縮でき、位置合わせ作業を効率良く行うことができる。そして、操作者が力を緩めると、保持力が大きくなって可動部６０が移動し難くなり位置合わせした位置からのずれが抑えられるので、可動部６０の位置合わせをより確実に行うことができる。

【００８９】

また、上述とは逆に、外力が小さいほど駆動電圧が高くなる（保持力が小さくなる）ようにして、可動部６０の位置合わせの際の微細な移動を行い易くしてもよい。例えば、位置合わせに高い精度が要求される場合にこのような設定にすれば、小さな力でも可動部６０が移動し易くなるため、可動部６０を少しずつ動かして位置を合わせることができる。そして、操作者が誤って力を入れ過ぎてしまっても、外力が大きいほど保持力が大きくなって可動部６０が移動し難くなるため、可動部６０の位置合わせを精度良く行うことができる。

【００９０】

このように、力センサー５０により検出された可動部６０に加えられる力の大きさに応じて保持力を調整することで、教示作業の内容や要求精度等に対応して、可動部６０を移動させる動作の抵抗感（重さの度合い）を適宜調整して作業を行い易くすることができる。これにより、様々な教示作業において、可動部の位置合わせを効率良く、確実に、かつ、精度良く行うことができる。

【００９１】

一方、エンコーダー１１により検出された被駆動部５の回転状態に応じて駆動電圧を変化させる場合、被駆動部５の回転速度（移動速度）が速いほど駆動電圧が高くなるようにすれば、操作者が可動部６０を速く動かそうとすると保持力が小さくなって可動部６０が移動し易くなるため、可動部６０を速く移動させることができる。そのため、可動部６０

を移動させる作業の時間を短縮できるので、位置合わせ作業を効率良く行うことができる。また、操作者が可動部６０を動かす動作をやめると保持力が大きくなって可動部６０が移動し難くなるため、位置合わせした位置からのずれが抑えられるので、可動部６０の位置合わせをより確実に行うことができる。

【００９２】

ここで、力センサー５０として、例えば、複数の小さな圧力センサーがマトリックス状に配置されたセンサーを用いる場合、各圧力センサーで検知された力の総和が可動部６０に加えられた力の大きさであるが、可動部６０を動かす手段として、操作者の手で動かす場合と先端が細い治具等を用いて動かす場合とで、可動部６０に加えられた力として検出される力の大きさは異なる。そのため、力センサー５０により検出された力の大きさに応じて保持力を調整する場合、可動部６０を動かす手段によって保持力が必ずしも同じにならない。一方、エンコーダー１１により検出された被駆動部５の回転状態に応じて保持力を調整する場合、可動部６０を動かす手段に関わらず、被駆動部５の回転速度（移動速度）によって同じ保持力を得ることができる。

【００９３】

ステップＳ４の設定を行った後、処理をステップＳ３に戻す。教示作業が継続している間は、ステップＳ３でエンコーダー１１により被駆動部５に加えられた力が検出されるため、ステップＳ４の状態が維持される。

【００９４】

ステップＳ３において、駆動電圧の電圧値の設定が変更された後所定の時間以内に、被駆動部５に外力が伝達されたことが検出されなかった場合（ステップＳ３：ＮＯ）、処理をステップＳ５に移行して教示モードでの動作を終了する。ステップＳ５では、駆動電圧をゼロ（０）に設定し非駆動状態とする。これにより、保持力が最大値となるので、被駆動部５が位置合わせを行った位置で保持される。ステップＳ５の後、処理をステップＳ６に進める。

【００９５】

ステップＳ６では、教示作業が終了したか否かを判定する。教示作業が終了した場合は、操作者の指示に基づいて、主制御部２１に教示作業が終了した旨の信号が入力される。教示作業が終了していない場合（ステップＳ６：ＮＯ）、処理をステップＳ１に戻す。教示作業が終了した場合（ステップＳ６：ＹＥＳ）は、全処理を終了する。

【００９６】

以上、教示作業における圧電モーターの駆動方法について説明したが、駆動装置が力センサー５０又はエンコーダー１１のいずれか一方のみを備えた構成とすることも可能である。

【００９７】

しかしながら、力センサー５０及びエンコーダー１１の双方を備え、ステップＳ１とステップＳ３との２段階で外力を検出することで、可動部６０に何らかの外力が加えられた場合に教示モードに移行して可動部６０を動かすことが可能な状態とし、被駆動部５に力が伝達された場合に外力が不用意な接触や誤操作等によるものでなく意図して加えられたものであると判断して、保持力を変化させる。これにより、誤操作を抑えて確実に教示作業を行うことができる。また、エンコーダー１１のみを備える場合、予め教示モードに設定しておく必要があるが、力センサー５０も備えていることで非駆動状態で待機できるので、教示モードに移行するまでの待機中の消費電力を抑えることができる。

【００９８】

以上述べたように、第１の実施形態に係る駆動装置１００の構成、及びその駆動方法によれば、以下の効果が得られる。

【００９９】

（１）駆動装置１００では、圧電モーター１０の振動部１に縦振動を発生させる教示モードにおいて、振動部１に供給する駆動信号の電圧値を変化させることが可能である。教示モードでは、振動部１が縦振動することにより、振動部１と被駆動部５との接触が断続

的となるため、非駆動状態に比べて被駆動部５の位置を保持する保持力が低下するので、可動部６０を手動で動かして位置合わせを行うことが可能となる。また、このような教示モードにおいて駆動信号の電圧値を変化させることができるので、可動部６０を手動で動かして位置合わせを行う際に、例えば、動かす力の大きさ等に応じて保持力を調整することができる。これにより、可動部６０を移動させる動作の抵抗感（重さの度合い）を調整できるので、可動部６０の位置合わせを効率良く行うことができる。

【０１００】

（２）駆動装置１００では、教示モードにおいて駆動信号供給部３０が振動部１に供給する駆動信号の電圧値を、振動部１に屈曲振動を発生させる通常駆動モードにおいて被駆動部５が回転を開始する電圧値Ｖ１よりも低い範囲で変化させる。そのため、教示モードにおいて駆動信号の電圧値を上昇させると被駆動部５が駆動され回転してしまう場合でも、駆動信号の電圧値を電圧値Ｖ１よりも低い範囲で変化させることで、被駆動部５が駆動されて回転することを抑止できる。これにより、可動部６０の位置合わせを確実に行うことができる。

【０１０１】

（３）駆動装置１００では、非駆動状態において可動部６０に外力が加えられたことを力センサー５０が検知した場合に、教示モードに移行する。そのため、可動部６０を動かそうとする力を加えることで、可動部６０を手動で動かして位置合わせできる状態に切り替えることができる。また、可動部６０に力を加えるまでは非駆動状態で待機するので、待機中の消費電力を抑えることができる。

【０１０２】

（４）駆動装置１００では、教示モードにおいて、力センサー５０が検知した外力の大きさに基づいて駆動信号の電圧値を変化させるので、可動部６０を手動で動かす力の大きさに応じて保持力を調整することができる。

【０１０３】

（５）駆動装置１００では、教示モードにおいて外力により被駆動部５に加えられたことをエンコーダー１１が検知した場合に、検知した被駆動部５の回転速度（移動速度）に基づいて駆動信号の電圧値を変化させる。そのため、可動部６０を手動で動かすことによる被駆動部の回転速度（移動速度）に応じて保持力を調整することができる。

【０１０４】

（第２の実施形態）

＜駆動装置＞

次に、第２の実施形態に係る駆動装置の概略構成を説明する。第２の実施形態に係る駆動装置は、第１の実施形態に対して、圧電モーターの振動部の電極が５つの電極部に分割されている点が異なっているが、その他の構成はほぼ同じである。第１の実施形態と共通する構成要素については、同一の符号を付しその説明を省略する。

【０１０５】

図７は、第２の実施形態に係る駆動装置の要部を示すブロック図である。図８は、第２の実施形態に係る圧電モーターの構成及び動作を示す模式図である。詳しくは、図８（ａ）は圧電モーターの平面図であり、図８（ｂ）は通常駆動モードにおける圧電モーターの振動部の振動挙動を説明する図であり、図８（ｃ）は教示モードにおける圧電モーターの振動部の振動挙動を説明する図である。

【０１０６】

図７に示すように、第２の実施形態に係る駆動装置１０１は、圧電モーター１０Ａと、駆動信号供給部３０と、スイッチ１２Ａと、図示を省略する可動部６０と力センサー５０とエンコーダー１１と、を備えている。

【０１０７】

＜圧電モーター＞

図８（ａ）に示すように、第２の実施形態に係る圧電モーター１０Ａは、振動部２と、被駆動部５と、保持部材８と、付勢バネ６と、基台７と、を備えている。

【０１０８】
振動部２の電極３の表面は５分割されており、電極部３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄに加えて、電極部３ｅが設けられている。電極部３ｅは、電極部３ａ，３ｂと電極部３ｃ，３ｄとの間の短手方向中央部に配置されており、電極部３ａ，３ｂを合わせた面積（電極部３ｃ，３ｄを合わせた面積）とほぼ同じ面積を有している。電極部３ｅは、縦振動用電極として機能する。縦振動用電極である電極部３ｅに対して駆動信号が供給されることにより、振動部２に縦振動が励振される。
【０１０９】
図７では、教示モードにおけるスイッチ１２Ａの状態を示している。図７に示すように、第２の実施形態に係る駆動装置１０１では、教示モードにおいて駆動信号供給部３０から縦振動用電極（電極部３ｅ）のみに対して駆動信号が供給される。また、通常駆動モードにおいては、駆動信号供給部３０から、縦振動用電極（電極部３ｅ）に駆動信号が供給されるとともに、スイッチ１２Ａの切り替えにより選択された第１屈曲振動用電極（電極部３ａ，３ｄ）又は第２屈曲振動用電極（電極部３ｂ，３ｃ）のいずれか一方に駆動信号が供給される。
【０１１０】
次に、圧電モーター１０Ａの動作を説明する。通常駆動モードでは、縦振動用電極と、第１屈曲振動用電極又は第２屈曲振動用電極のいずれか一方と、に駆動信号が供給されることにより、振動部２に縦振動と第１屈曲振動又は第２屈曲振動のいずれか一方の屈曲振動とが励振される。そうすると、振動部２は、縦振動と屈曲振動とが合成された屈曲振動を発生する。
【０１１１】
図８（ｂ）において、縦振動と第１屈曲振動とが励振された場合の振動部２の振動状態を破線で示し、縦振動と第２屈曲振動とが励振された場合の振動部２の振動状態を２点鎖線で示す。図８（ｂ）に破線で示すように、振動部２に縦振動と第１屈曲振動とが励振されると、先端部４は、時計回りの楕円軌道Ｒ１を描くように動く。これにより、被駆動部５は、図８（ａ）に示す矢印の反時計回りに回転駆動される。
【０１１２】
また、図８（ｂ）に２点鎖線で示すように、振動部２に縦振動と第２屈曲振動とが励振されると、先端部４は、反時計回りの楕円軌道Ｒ２を描くように動く。これにより、被駆動部５は、図８（ａ）に示す矢印とは反対の、時計回りに回転駆動される。したがって、第２の実施形態に係る圧電モーター１０Ａにおいても、第１屈曲振動用電極を選択する場合と第２屈曲振動用電極を選択する場合とを切り替えることにより、被駆動部５を反時計回り及び時計回りの双方向に回転させることが可能である。
【０１１３】
一方、教示モードでは、縦振動用電極のみに駆動信号が供給されることにより、振動部２に縦振動のみが励振されるので、図８（ｃ）に破線と２点鎖線とで示すように、振動部２に縦振動が発生する。これにより、第２の実施形態に係る圧電モーター１０Ａにおいても、先端部４は、図８（ｃ）に矢印で示すように、長手方向に沿って往復動する。したがって、被駆動部５は回転せず、駆動電圧を保持力が低下し始める電圧値Ｖ０よりも高く設定することで、保持力を低下させることができる。
【０１１４】
このように、第２の実施形態に係る駆動装置１０１は、振動部２の電極が５分割され屈曲振動用の電極部３ａ，３ｂ，３ｃ，３ｄに加えて縦振動用の電極部３ｅを有する圧電モーター１０Ａを備えているが、第１の実施形態と同様に動作する。すなわち、駆動装置１０１の構成によれば、通常駆動モードでは圧電モーター１０Ａで駆動して可動部６０を移動させ、教示モードでは手動で可動部６０を移動させることができる。
【０１１５】
また、教示モードでは、駆動電圧を変化させることにより、保持力を調整することで、可動部６０を移動させる動作の抵抗感を適宜調整することができる。したがって、第１の

実施形態に係る圧電モーターの駆動方法が適用できるので、第１の実施形態に係る駆動装置１００と同様の効果が得られる。

【０１１６】

なお、教示モードにおいて、縦振動用電極と第１屈曲振動用電極及び第２屈曲振動用電極の双方とに駆動信号を供給することで、振動部２に縦振動を発生させる構成とすることも可能である。

【０１１７】

（第３の実施形態）

＜電子部品搬送装置及び電子部品検査装置＞

次に、第３の実施形態に係る電子部品搬送装置及び電子部品検査装置を説明する。第３の実施形態に係る電子部品搬送装置及び電子部品検査装置は、第１の実施形態又は第２の実施形態に係る駆動装置を備えている。以下では、第１の実施形態に係る駆動装置における構成要素の符号を付して説明し、第２の実施形態に係る駆動装置における構成要素の符号は省略する。

【０１１８】

図９は、第３の実施形態に係る電子部品搬送装置及び電子部品検査装置の構成を示す概略斜視図である。図９に示す電子部品検査装置２００は、電子部品搬送装置２３０と、検査部としての検査装置２４０とを備えている。電子部品搬送装置２３０は、電子部品７０を所定の場所に搬送するとともに、電子部品７０を所定の位置に位置決めする機能を有する。検査装置２４０は、電子部品７０の電気的特性を検査する機能を有する。

【０１１９】

なお、電子部品７０は、例えば、基板に半導体チップが実装されたものであるが、半導体チップ、ＬＣＤ等の表示デバイス、水晶デバイス、各種センサー、インクジェットヘッド等であってもよい。

【０１２０】

図９に示すように、電子部品搬送装置２３０は、直方体状の基台２０６を備えている。基台２０６の長手方向をＹ方向とし、水平面においてＹ方向と直交する方向をＸ方向とする。そして、鉛直方向を－Ｚ方向とする。

【０１２１】

基台２０６上において図中左側には、給材装置２０７が設置されている。給材装置２０７の上面には、Ｙ方向に延びる一対の案内レール２０８ａ，２０８ｂが給材装置２０７のＹ方向全幅にわたり凸設されている。一対の案内レール２０８ａ，２０８ｂの上側には、直動機構を備えたステージ２０９が取付けられている。

【０１２２】

ステージ２０９の直動機構は、例えば、案内レール２０８ａ，２０８ｂに沿ってＹ方向に延びるリニアモーターを備えた直動機構である。この直動機構に所定のステップ数に相当する駆動信号がリニアモーターに入力されると、リニアモーターが前進又は後退して、ステージ２０９が同ステップ数に相当する分だけ、Ｙ方向に沿って往動又は復動する。ステージ２０９のＺ方向を向く面は載置面２０９ａであり、載置面２０９ａにはこれから検査される電子部品７０が載置される。ステージ２０９には吸引式の基板チャック機構が設置されている。そして、基板チャック機構が電子部品７０を載置面２０９ａに固定するようになっている。

【０１２３】

基台２０６において給材装置２０７のＹ方向側には、撮像部２１０が設置されている。撮像部２１０は、受光する光を電気信号に変換するＣＣＤ（Charge Coupled Devices）素子等を搭載した電気回路基板、ズーム機構を備えた対物レンズ、落射照明装置、自動焦点合わせ機構を備えている。これにより、撮像部２１０と対向する場所に電子部品７０が位置するとき、撮像部２１０は電子部品７０を撮影して位置決めをすることができる。撮像部２１０は、電子部品７０に光を照射してピント合わせをした後撮影することにより、ピンボケの無い画像を撮影することができる。

【０１２４】
基台２０６において撮像部２１０のＹ方向側には、検査装置２４０が備える検査台２１１が設置されている。検査台２１１は、電子部品７０を検査するときに電気信号を送受信するための治具である。なお、検査装置２４０は、検査台２１１と、把持部２２５と、制御部（制御装置２２６に含む）とで構成される。検査台２１１及び把持部２２５には、電子部品７０の電気的特性を計測するための複数のプローブが配置されている。
【０１２５】
基台２０６上において検査台２１１のＹ方向側には、除材装置２１２が設置されている。除材装置２１２の上面には、Ｙ方向に延びる一対の案内レール２１３ａ，２１３ｂが全幅にわたり凸設されている。一対の案内レール２１３ａ，２１３ｂの上側には、直動機構を備えたステージ２１４が取付けられている。ステージ２１４の直動機構は、給材装置２０７が備える直動機構と同様の機構を用いることができる。ステージ２１４は、案内レール２１３ａ，２１３ｂに沿って往動又は復動する。ステージ２１４のＺ方向を向く面は載置面２１４ａであり、載置面２１４ａには検査が終了した電子部品７０が載置される。
【０１２６】
基台２０６の－Ｘ方向には、略直方体状の支持台２１５が設置されている。支持台２１５は、基台２０６に比べてＺ方向に高い形状となっている。支持台２１５においてＸ方向を向く面には、Ｙ方向に延びる一対のレール２１６ａ，２１６ｂが、支持台２１５のＹ方向全幅にわたり凸設されている。レール２１６ａ，２１６ｂのＸ方向側には、一対のレール２１６ａ，２１６ｂに沿って移動する直動機構を備えたＹステージ２１７が取付けられている。
【０１２７】
Ｙステージ２１７の直動機構は、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１を用いて構成されている。レール２１６ａ，２１６ｂの少なくとも一方が、圧電モーター１０の被駆動部５に相当する。ここでは、被駆動部５（レール２１６ａ，２１６ｂ）は、直線駆動されるリニア被駆動部である。振動部１（図示省略）は、レール２１６ａ，２１６ｂの少なくとも一方に当接して、Ｙステージ２１７に備えられている。通常駆動状態で振動部１が振動することにより、固定されたレール２１６ａ，２１６ｂに対して、相対的にＹステージ２１７がレール２１６ａ，２１６ｂに沿って往動又は復動する。
【０１２８】
Ｙステージ２１７においてＸ方向を向く面には、Ｘ方向に延在する角柱状の腕部２１８が設置されている。腕部２１８において－Ｙ方向を向く面には、Ｘ方向に延びる一対のレール２１９ａ，２１９ｂが腕部２１８のＸ方向全幅にわたり凸設されている。一対のレール２１９ａ，２１９ｂの－Ｙ方向側には、レール２１９ａ，２１９ｂに沿って移動する直動機構を備えたＸステージ２２０が取付けられている。
【０１２９】
Ｘステージ２２０の直動機構は、Ｙステージ２１７の直動機構と同様に、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１を用いて構成されている。通常駆動状態でＸステージ２２０に備えられた振動部１が振動することにより、被駆動部５であるレール２１９ａ，２１９ｂに対して、相対的にＸステージ２２０がレール２１９ａ，２１９ｂに沿って往動又は復動する。
【０１３０】
Ｘステージ２２０には、撮像部２２１及びＺ移動装置２２２が設置されている。撮像部２２１は、撮像部２１０と同様な構造と機能を備えている。
【０１３１】
Ｚ移動装置２２２は、内部に直動機構を備え、直動機構はＺステージを昇降させる。Ｚステージには、回転装置２２３が接続されている。Ｚ移動装置２２２は、回転装置２２３をＺ方向に昇降させることができる。Ｚ移動装置２２２の直動機構も、Ｙステージ２１７及びＸステージ２２０の直動機構と同様に、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は

第２の実施形態に係る駆動装置１０１を用いて構成されている。
【０１３２】
回転装置２２３は回転軸２２３ａを備え、回転軸２２３ａには把持部２２５が接続されている。把持部２２５には、検査対象となる電子部品７０が把持される。回転装置２２３は、Ｚ方向を軸にして、電子部品７０を把持した状態で把持部２２５を回転させることができる。
【０１３３】
回転装置２２３は、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１を用いて構成され、回転軸２２３ａを所定の角度に回動させる。ここでは、回転駆動される回転軸２２３ａが、圧電モーター１０の被駆動部５に相当する。
【０１３４】
Ｙステージ２１７、Ｘステージ２２０、Ｚ移動装置２２２、回転装置２２３等により可動部２２４が構成されている。なお、Ｙステージ２１７、Ｘステージ２２０、Ｚ移動装置２２２、回転装置２２３のそれぞれには、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１の力センサー５０及びエンコーダー１１が設けられている。
【０１３５】
基台２０６のＸ方向側には、制御装置２２６が設置されている。制御装置２２６は、電子部品７０を検査する検査装置２４０を含む電子部品検査装置２００の動作を制御する機能を備えている。また、制御装置２２６には、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１の駆動信号供給部３０が含まれている。制御装置２２６は、入力装置２２６ａ及び出力装置２２６ｂを備えている。
【０１３６】
入力装置２２６ａは、キーボードや入力コネクター等であり、信号やデータの他に操作者の指示を入力する装置である。出力装置２２６ｂは、表示装置や外部装置に出力する出力コネクター等であり、信号やデータを他装置へ出力する。出力装置２２６ｂは、電子部品検査装置２００の状況を操作者に伝達する装置でもある。
【０１３７】
電子部品検査装置２００では、検査対象となる電子部品７０を把持部２２５に把持して、電子部品搬送装置２３０の可動部２２４によりステージ２０９から検査台２１１へ搬送して位置決めした後、検査装置２４０により電気特性の検査を行う。電気特性の検査が終了すると、電子部品搬送装置２３０の可動部２２４により電子部品７０をステージ２１４まで搬送する。
【０１３８】
第３の実施形態に係る電子部品検査装置２００（電子部品搬送装置２３０）は、可動部２２４を構成するＹステージ２１７、Ｘステージ２２０、Ｚ移動装置２２２、回転装置２２３に、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１を備えている。
【０１３９】
したがって、駆動装置１００，１０１を通常駆動モードで駆動してこれらの可動部２２４を所定の位置に移動させる作業を行う際に、予め可動部２２４を手動で移動させて所定の位置に位置合わせし、その位置情報（座標等）を制御装置２２６に記憶させておく教示作業を、教示モードで効率良く、確実に、かつ、精度良く行うことができる。
【０１４０】
なお、電子部品検査装置２００において、上述の電子部品搬送装置２３０の構成部分の一部を検査装置２４０側に備える構成としてもよい。
【０１４１】
（第４の実施形態）
＜ロボット＞
次に、第４の実施形態に係るロボットを説明する。第４の実施形態に係るロボットは、

ロボットハンドを有し、ロボット及びロボットハンドの指部及び腕部の駆動装置として、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１を備えている。以下では、第１の実施形態に係る駆動装置における構成要素の符号を付して説明し、第２の実施形態に係る駆動装置における構成要素の符号は省略する。

【０１４２】

図１０は、第４の実施形態に係るロボットハンド及びロボットの構造を示す模式図である。詳しくは、図１０（ａ）はロボットが備えるロボットハンドの構造を示す模式図であり、図１０（ｂ）はロボットの構造を示す模式図である。

【０１４３】

図１０（ａ）に示すように、ロボットハンド３００は、ハンド本体部３０１と、可動部としての２つの指部３０２と、制御装置３０７と、を備えている。２つの指部３０２は、ハンド本体部３０１に設置されている。

【０１４４】

２つの指部３０２は、３つの関節部３０４と３つの指部材３０３とが交互に接続されて構成されている。３つの関節部３０４には、それぞれ第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１の圧電モーター１０が設けられている。

【０１４５】

制御装置３０７には、駆動信号供給部３０が配置されている。関節部３０４に設けられた圧電モーター１０を駆動することにより、関節部３０４を回動させて指部３０２を人間の指のように所望の形態に変形（移動）させることが可能になっている。

【０１４６】

図１０（ｂ）に示すように、ロボット３１０は、ロボット本体部３１１と、可動部としての２つの腕部３１２と、制御装置３１７と、を備えている。２つの腕部３１２は、ロボット本体部３１１に設置されている。

【０１４７】

２つの腕部３１２は、３つの関節部３１４と２つの腕部材３１３とが交互に接続されて構成されている。３つの関節部３１４には、それぞれ第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１の圧電モーター１０が設けられている。腕部３１２の一端はロボット本体部３１１に設置され、他端にはロボットハンド３００が設置されている。ロボットハンド３００は、図１０（ａ）と同様の構成を有する。

【０１４８】

制御装置３１７には、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１の駆動信号供給部３０が配置されている。関節部３１４に設けられた圧電モーター１０を駆動することにより、関節部３１４を回動させて腕部３１２を人間の腕のように所望の形態に変形させることが可能になっている。

【０１４９】

第４の実施形態に係るロボットハンド３００及びロボット３１０は、関節部３０４及び関節部３１４を回動させて指部３０２及び腕部３１２を変形（移動）させる装置として、第１の実施形態に係る駆動装置１００、又は第２の実施形態に係る駆動装置１０１を備えている。

【０１５０】

したがって、駆動装置１００，１０１を通常駆動モードで駆動してこれらの関節部３０４及び関節部３１４を回動させ、指部３０２や腕部３１２を所定の形態に変形させる作業を行う際に、予め指部３０２や腕部３１２を手動で移動させて所定の形態に変形させ、その位置情報（座標等）を制御装置３０７，３１７に記憶させておく教示作業を、教示モードで効率良く、確実に、かつ、精度良く行うことができる。

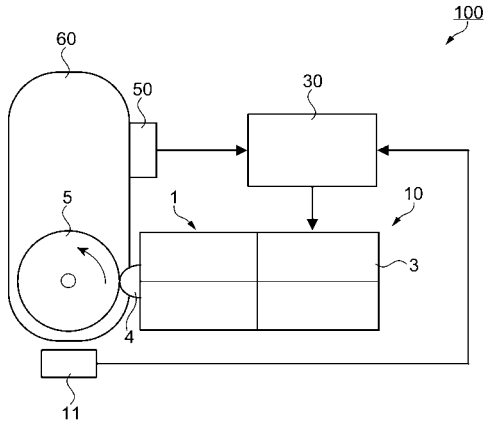
【０１５１】

なお、上述した実施の形態は、あくまでも本発明の一態様を示すものであり、本発明の範囲内で任意に変形及び応用が可能である。変形例を以下に述べる。

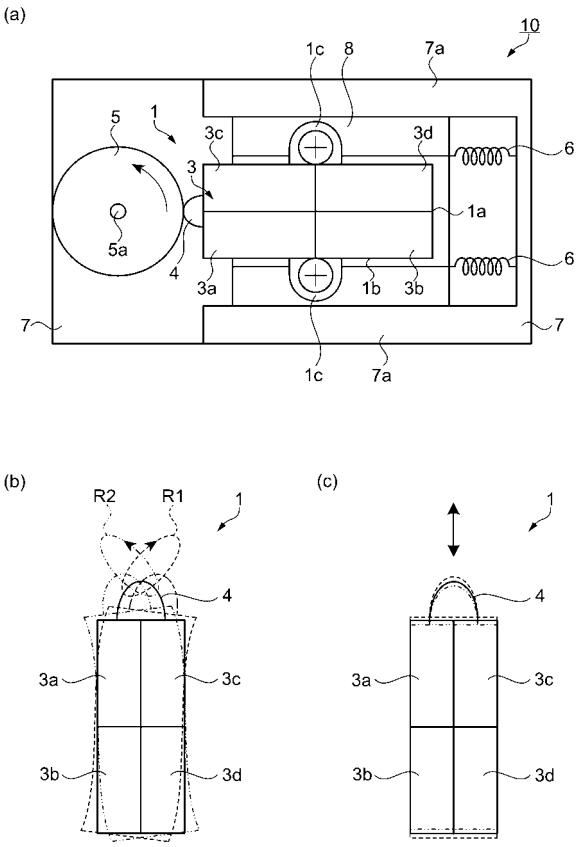
【０１５２】

（変形例１）
上述した第１の実施形態及び第２の実施形態では、教示モードにおいて、力センサー５０により検出された可動部６０に加えられる力の大きさに応じて保持力を調整する場合と、エンコーダー１１により検出された被駆動部５の回転速度（移動速度）に応じて保持力を調整する場合と、を選択する構成であったが、これに限定されるものではない。
【０１５３】
例えば、可動部６０に加えられる力の大きさに基づいて駆動信号の電圧値を変化させる場合と、被駆動部５の回転速度（移動速度）に基づいて駆動信号の電圧値を変化させる場合と、それらの双方に基づいて駆動信号の電圧値を変化させる場合と、それらの双方に関わらず駆動信号の電圧値を変化させない場合と、のいずれかに切り替える切り替え部を備えた構成としてもよい。
【０１５４】
なお、駆動信号の電圧値を変化させない場合、例えば、所望の保持力が得られるように駆動信号の電圧値を図３に示すＶｒの範囲において調整し、加える力に関わらず保持力が一定に保たれるようにすることも可能である。このように、可動部の構成や、位置合わせ作業の目的、内容等に応じて切り替え部で適宜切り替えることにより、様々な状況における位置合わせ作業をより精度良く、より効率良く、より確実に行うことができる。
【０１５５】
（変形例２）
また、上述した実施形態では、教示モードは駆動装置の教示作業を目的とするものであったが、これに限定されるものではない。例えば、教示モードを、操作者等の人が誤って装置に接触してしまった場合でも、その人に危害が与えられることを抑止する安全モードとして利用してもよい。
【０１５６】
安全モードとする場合は、力センサー５０及びエンコーダー１１の代わりに、あるいは力センサー５０及びエンコーダー１１に加えて、赤外線、レーザー等のセンサーや体温を感知するセンサー等、人間の接近を検知できるセンサーを備えることが好ましい。これらのセンサーで人間の接近を検知した場合に圧電モーターの保持力を低下させるようにすれば、操作者等の人が誤って装置に接触してしまった場合でも可動部が移動してよけることが可能となるので、可動部との接触によりその人に危害が与えられることを抑止できる。
【０１５７】
また、接触した際にその力の大きさに応じて駆動電圧を変化させ、例えば、接触した際の力が大きいほど保持力が小さくなって可動部が移動し易くなるようにすれば、接触に伴う衝撃が緩和されるとともに、力が小さくなると保持力が大きくなって可動部が移動し難くなるので、可動部の過度の位置ずれを抑えることができる。
【０１５８】
（変形例３）
上述した実施形態では、駆動信号供給部３０にデジタルアンプ３４を用いていたが、これに限定されるものではなく、駆動信号供給部３０にアナログアンプを用いた構成としてもよい。駆動信号供給部３０にアナログアンプを用いる場合、ＰＷＭ部３３及び整合回路４０は削除される。
【符号の説明】
【０１５９】
１，２…振動部、５…被駆動部、１０，１０Ａ…圧電モーター、１１…第２の検知部としてのエンコーダー、３０…駆動信号供給部、５０…第１の検知部としての力センサー、６０…可動部、７０…電子部品、１００，１０１…駆動装置、２００…電子部品検査装置、２２４…可動部、２３０…電子部品搬送装置、２４０…検査部としての検査装置、３００…ロボットハンド、３０２…可動部としての指部、３１０…ロボット、３１２…可動部としての腕部。

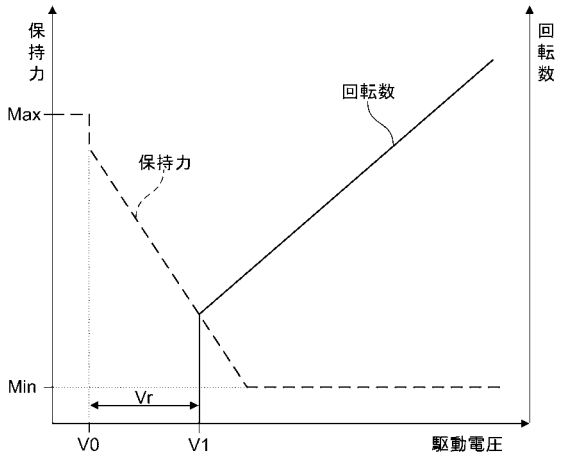
【図１】


100
60
50
30
5
1
10
3
4
11

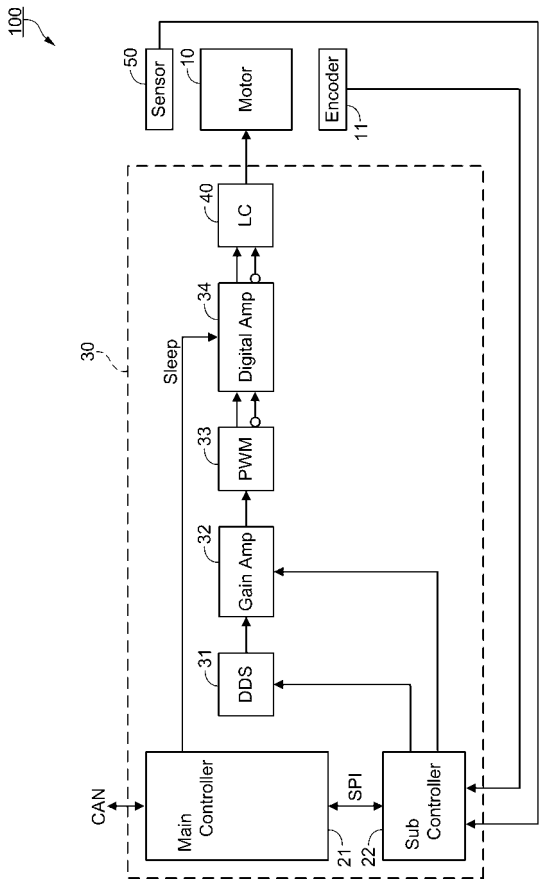
【図２】


(a)
10
1c
8
7a
5
1
3c
3d
6
3
1a
5a
4
3a
1b
3b
7
(b)
R2
R1
(c)

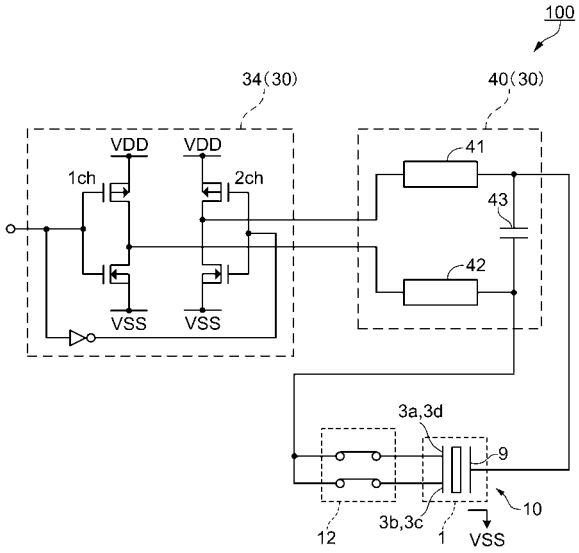
【図３】


保持力
回転数
Max
保持力
回転数
Min
Vr
V0
V1
駆動電圧

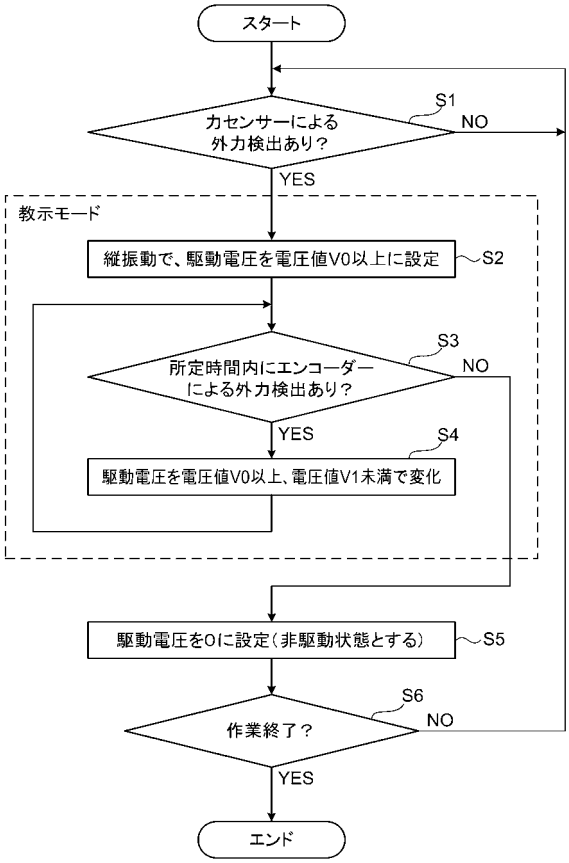
【図４】


100
50
Sensor
10
Motor
Encoder
11
40
LC
34
Digital Amp
30
Sleep
33
PWM
32
Gain Amp
31
DDS
CAN
Main Controller
SPI
Sub Controller
21
22

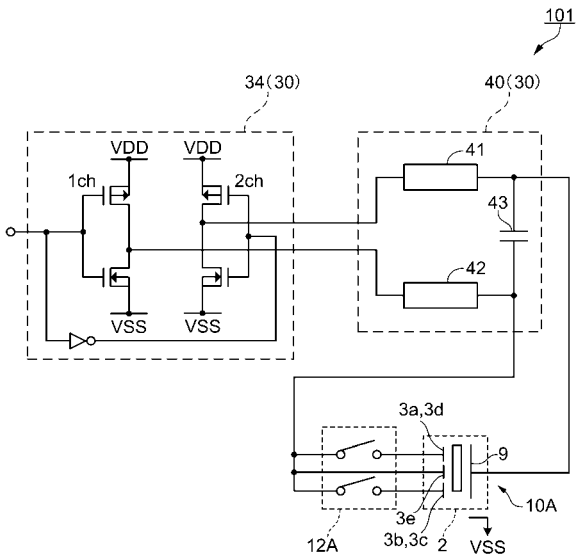
【図５】


100
34(30)
40(30)
VDD
VDD
1ch
2ch
41
43
42
VSS
VSS
3a,3d
9
10
12
3b,3c
1
VSS

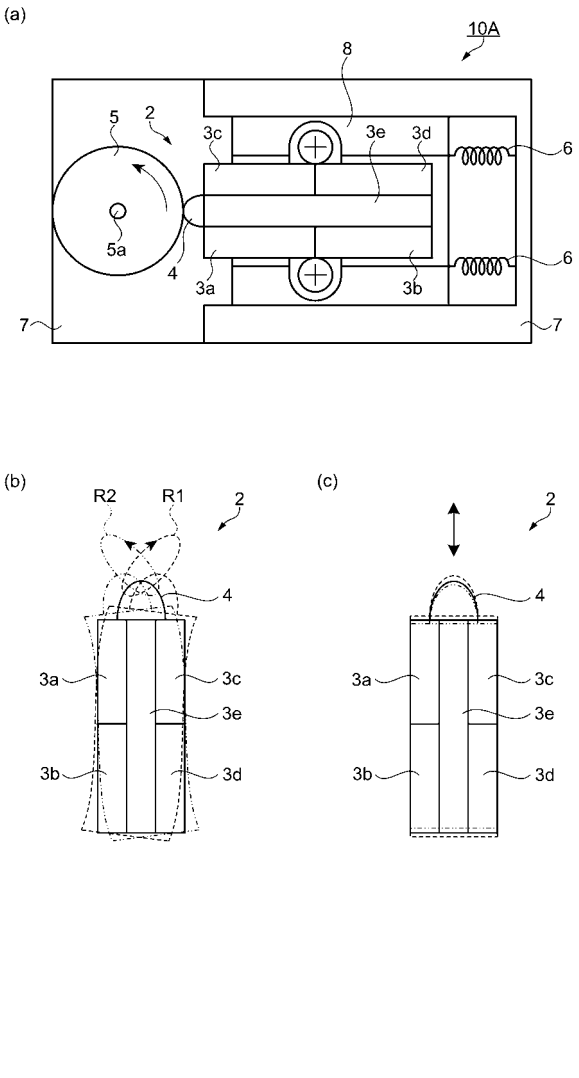
【図６】


スタート
力センサーによる
外力検出あり？
S1
NO
YES
教示モード
縦振動で、駆動電圧を電圧値V0以上に設定
S2
所定時間内にエンコーダー
による外力検出あり？
S3
NO
YES
駆動電圧を電圧値V0以上、電圧値V1未満で変化
S4
駆動電圧をOに設定（非駆動状態とする）
S5
作業終了？
S6
NO
YES
エンド

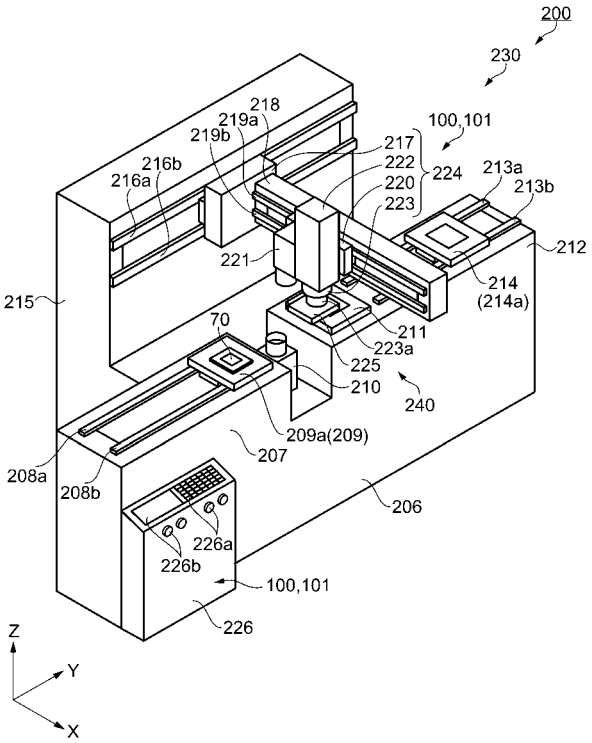
【図７】


101
34(30)
40(30)
VDD
VDD
1ch
2ch
41
43
42
VSS
VSS
3a,3d
9
10A
12A
3e
3b,3c
2
VSS

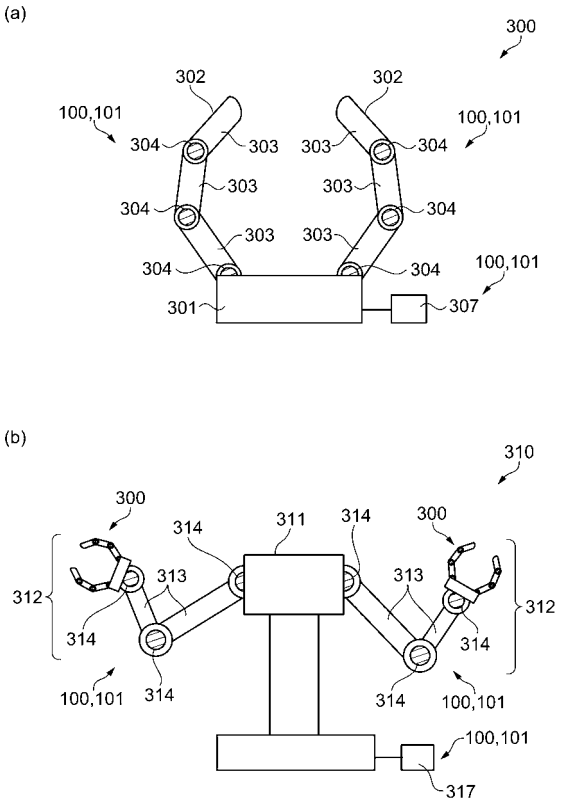
【図８】


(a)
10A
8
5
2
3c
3e
3d
6
5a
4
3a
3b
7
(b)
R2
R1
2
4
3a
3c
3e
3b
3d
(c)
2
4
3a
3c
3e
3b
3d

【図９】


200
230
218
219a
219b
216b
216a
100,101
217
222
220
223
224
213a
213b
212
221
214
(214a)
215
70
211
223a
225
210
240
209a(209)
207
208a
208b
206
226a
226b
100,101
226
Z
Y
X

【図１０】


(a)
300
302
302
100,101
100,101
304
303
303
304
303
303
304
303
303
304
304
304
100,101
301
307
(b)
310
300
300
314
311
314
313
313
312
312
314
314
100,101
314
314
100,101
100,101
317

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5H680 AA07 BB04 BB11 BB19 BC08 BC09 CC02 DD15 DD53 DD55
DD63 DD73 EE22 FF22 FF24 FF30