

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5942403号
(P5942403)

(45) 発行日 平成28年6月29日(2016.6.29)

(24) 登録日 平成28年6月3日(2016.6.3)

(51) Int.Cl.		F I			
H02N	2/00	(2006.01)	H02N	2/00	C
B25J	15/08	(2006.01)	B25J	15/08	C

請求項の数 12 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-266556 (P2011-266556)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年12月6日(2011.12.6)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-121197 (P2013-121197A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年6月17日(2013.6.17)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成26年11月19日(2014.11.19)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	官澤 修
			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	仲村 靖

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電モーター、駆動装置、電子部品検査装置、電子部品搬送装置、印刷装置、ロボットハンド、およびロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電材料を含む振動体を振動させ、前記振動体の端面に突設された凸部を対象物に接触させることによって、前記対象物を移動させる圧電モーターであって、

前記振動体を収容する振動体ケースと、

前記振動体ケースが摺動する摺動部が設けられ、前記振動体ケースが取り付けられた基台と、

前記振動体ケースから突出した前記凸部を前記対象物の方向に付勢する加圧弾性体と、

前記振動体ケースの摺動方向と交差する方向から、前記振動体ケースを前記基台の前記摺動部に向けて付勢する側圧弾性体と、

を備え、

前記側圧弾性体の前記振動体ケースに接する側の端面が前記振動体ケースと嵌合し、

前記加圧弾性体は、前記振動体ケースに対して前記摺動部が設けられている側、あるいは前記側圧弾性体が設けられている側に設けられている

ことを特徴とする圧電モーター。

【請求項2】

請求項1に記載の圧電モーターであって、

前記基台は、前記側圧弾性体の前記振動体ケースに接しない側の端面を支える側圧弾性体保持部を備え、

前記側圧弾性体の前記側圧弾性体保持部に接する側の端面は、前記側圧弾性体保持部と

嵌合する

ことを特徴とする圧電モーター。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電モーターを備える駆動装置。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電モーターを備える印刷装置。

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電モーターを備えるロボットハンド。

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電モーター、または請求項 6 に記載のロボットハンドを備えるロボット。 10

【請求項 7】

把持した電子部品を検査ソケットに装着して、前記電子部品の電気的特性を検査する電子部品検査装置であって、

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電モーターを用いて、前記検査ソケットに対する前記電子部品の位置合わせを行う

ことを特徴とする電子部品検査装置。

【請求項 8】

把持した電子部品を検査ソケットに装着して、前記電子部品の電気的特性を検査する電子部品検査装置であって、 20

前記検査ソケットに対する前記電子部品の位置合わせを行う圧電モーターを備え、

前記圧電モーターは、

圧電材料を含んで形成され、端面に凸部が突設された振動体と、

前記振動体を収容する振動体ケースと、

前記振動体ケースが摺動する摺動部が設けられ、前記振動体ケースが取り付けられた基台と、

前記振動体ケースから突出した前記凸部を前記対象物の方向に付勢する加圧弾性体と、

前記振動体ケースの摺動方向と交差する方向から、前記振動体ケースを前記基台の前記摺動部に向けて付勢する側圧弾性体と、 30

を備え、

前記側圧弾性体の前記振動体ケースに接する側の端面が前記振動体ケースと嵌合し、

前記加圧弾性体は、前記振動体ケースに対して前記摺動部が設けられている側、あるいは前記側圧弾性体が設けられている側に設けられている

ことを特徴とする電子部品検査装置。

【請求項 9】

電子部品が装着されて、前記電子部品の電気的特性が検査される検査ソケットと、

前記電子部品を把持する把持装置と、

前記把持装置を互いに直交する第 1 軸および第 2 軸と、前記第 1 軸および第 2 軸に直交する第 3 軸との合計三軸方向に移動させる移動装置と、 40

前記検査ソケットから見て前記第 1 軸上または前記第 2 軸上に設けられて、前記検査ソケットに装着される前記電子部品について、前記第 1 軸および前記第 2 軸の方向への位置および前記第 3 軸まわりの角度を、前記電子部品の姿勢として検出する撮像装置と、

前記検査ソケットから前記撮像装置を結ぶ前記第 1 軸または前記第 2 軸上の所定位置まで、前記電子部品を搬送する上流側ステージと、

前記検査ソケットから見て前記撮像装置が設けられている側と反対側の所定位置から、前記電子部品を搬送する下流側ステージと、

前記移動装置の動作を制御する制御装置と

を備える電子部品検査装置であって、

前記制御装置は、 50

前記上流側ステージが搬送してきた前記電子部品を把持した前記把持装置を、前記撮像装置の上まで移動させる第1制御部と、

前記把持装置を移動させることによって、前記撮像装置で姿勢が確認された前記電子部品を前記検査ソケットに装着する第2制御部と、

前記把持装置を移動させることによって、前記検査ソケットで前記電気的特性が検査された前記電子部品を前記検査ソケットから前記下流側ステージに載置する第3制御部と

を備えており、

前記把持装置は、前記撮像装置で検出された前記電子部品の姿勢に基づいて、前記電子部品を前記第1軸方向に移動させる第1の圧電モーターと、前記第2軸方向に移動させる第2の圧電モーターと、前記第3軸まわりに回転させる第3の圧電モーターとを有しており、

前記第1ないし第3の圧電モーターは、請求項1または請求項2に記載の圧電モーターである

ことを特徴とする電子部品検査装置。

【請求項10】

把持した電子部品を搬送する電子部品搬送装置であって、
請求項1または請求項2に記載の圧電モーターを用いて、前記電子部品の位置合わせを行う

ことを特徴とする電子部品搬送装置。

【請求項11】

把持した電子部品を搬送する電子部品搬送装置であって、
前記電子部品の位置合わせを行う圧電モーターを備え、
前記圧電モーターは、
圧電材料を含んで形成され、端面に凸部が突設された振動体と、
前記振動体を収容する振動体ケースと、
前記振動体ケースが摺動する摺動部が設けられ、前記振動体ケースが取り付けられた基台と、

前記振動体ケースから突出した前記凸部を前記対象物の方向に付勢する加圧弾性体と

前記振動体ケースの摺動方向と交差する方向から、前記振動体ケースを前記基台の前記摺動部に向けて付勢する側圧弾性体と、

を備え、

前記側圧弾性体の前記振動体ケースに接する側の端面が前記振動体ケースと嵌合し、
前記加圧弾性体は、前記振動体ケースに対して前記摺動部が設けられている側、あるいは前記側圧弾性体が設けられている側に設けられている

ことを特徴とする電子部品搬送装置。

【請求項12】

電子部品を把持する把持装置と、
互いに直交する第1軸および第2軸と、前記第1軸および第2軸に直交する第3軸との合計三軸方向に前記把持装置を移動させる移動装置と、

前記移動装置の動作を制御する制御装置と

を備える電子部品搬送装置であって、

前記把持装置は、前記電子部品を前記第1軸方向に移動させる第1の圧電モーターと、前記第2軸方向に移動させる第2の圧電モーターと、前記第3軸まわりに回転させる第3の圧電モーターとを有しており、

前記第1ないし第3の圧電モーターは、請求項1または請求項2に記載の圧電モーターである

ことを特徴とする電子部品搬送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】**【0001】**

本発明は、圧電モーター、駆動装置、電子部品検査装置、電子部品搬送装置、印刷装置、ロボットハンド、およびロボットに関する。

【背景技術】**【0002】**

圧電材料で形成された部材（圧電部材）を振動させて、対象物を駆動する圧電モーターが知られている。この圧電モーターは、電磁力を利用してローターを回転させる方式の電磁モーターに比べて小型でありながら、大きな駆動力を得ることができ、更に、対象物を高分解能で位置決めすることができるという特徴を有している。このため、たとえばカメラの駆動機構など、種々の装置のアクチュエーターとして用いられている（特許文献1など）。

10

【0003】

圧電モーターは、次のような原理で動作する。まず、圧電部材を略直方体形状に形成して、長手方向の端面に凸部を設けておく。そして、圧電部材に所定周波数の電圧を印加することによって、圧電部材が伸縮する態様の振動と、圧電部材が屈曲する態様の振動とを同時に生じさせる。すると、圧電部材の端面は一方向に回転する楕円運動を開始する。そこで、端面に設けた凸部を対象物に押しつけることで、凸部と対象物との間に働く摩擦力によって対象物を一定方向に移動させることができる。

【0004】

20

このため圧電モーターは、圧電部材の端面に設けられた凸部を対象物に押しつけた状態で用いる必要がある。また、対象物を駆動する時に凸部が対象物から受ける反力で圧電部材が逃げないように、圧電部材を保持しておく必要がある。それでいながら、凸部が楕円運動するように圧電部材の振動は許容しなければならない。そこで、凸部を突出させた状態で圧電部材を第1ケースに収め、その第1ケースを摺動可能な状態で第2ケースに収めた構造が用いられる（たとえば、特許文献2）。この構造では、第1ケースによって圧電部材の振動を許容した状態で圧電部材を保持するとともに、第2ケースに設けたバネで第1ケースを後側から対象物に付勢する。更に、第1ケースの側面からも、バネを用いて第1ケースの反対側の側面を第2ケースの内壁面に押しつける。こうすることで、圧電部材の凸部を第1ケースごと対象物に押しつけることができる。また、圧電部材は第1ケース内で振動を許容された状態で保持されており、更に、第1ケースの側面がバネで第2ケースの内壁面に押しつけられているので、対象物を駆動しても凸部が受ける反力で圧電部材が動くこともない。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2008-187768号公報

【特許文献2】特開2009-33788号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0006】

しかし近年では、圧電モーターを搭載した装置の小型化および性能向上に対する要請は益々強くなっており、これに伴って圧電モーターに対しても、より一層の小型化および駆動精度の向上が要請されている。

【0007】

この発明は、従来技術が有する上述した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、圧電モーターを小型化し、且つ、駆動精度を向上させることが可能な技術の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

50

上述した課題の少なくとも一部を解決するために、本発明の圧電モーターは次の構成を採用した。すなわち、

圧電材料を含む振動体を振動させ、前記振動体の端面に突設された凸部を対象物に接触させることによって、前記対象物を移動させる圧電モーターであって、

前記振動体を収容する振動体ケースと、

前記振動体ケースが摺動する摺動部が設けられ、前記振動体ケースが取り付けられた基台と、

前記振動体ケースから突出した前記凸部を前記対象物の方向に付勢する加圧弾性体と、

前記振動体ケースの摺動方向と交差する方向から、前記振動体ケースを前記基台の前記摺動部に向けて付勢する側圧弾性体と、

を備え、

前記側圧弾性体の前記振動体ケースに接する側の端面が前記振動体ケースと嵌合することを特徴とする。

【0009】

このような本発明の圧電モーターにおいては、振動体の凸部を振動体ケースごと対象物に接触させた状態で、振動体を振動させることによって、対象物を移動させることができる。また、振動体ケースは側圧弾性体によって基台の摺動部に押しつけられているので、対象物を駆動する時に凸部が対象物から受ける反力で振動体が逃げてしまうことがない。ここで、振動体ケースは、対象物に対して近付いたり離れたりする方向に摺動し得る。それにも拘わらず、振動体ケースの摺動方向と交差する方向から振動体ケースを摺動部に押しつける側圧弾性体は、振動体ケースに接する側の端面が振動体ケースに嵌合している。

【0010】

こうすれば、側圧弾性体の端面が、振動体ケースに対して相対的に移動することがない。このため、側圧弾性体の端面と振動体ケースとの間に、耐摩耗性のある部材やコ口などを設ける必要がなくなるので、圧電モーターを小型化することができる。もちろん、振動体ケースは対象物に対して摺動するので、側圧弾性体の端面が振動体ケースに嵌合した構造では、側圧弾性体は振動体ケースを基台の摺動部に押しつけるだけでなく、振動体ケースの摺動を妨げる方向の力も生じる。この力は、振動体の凸部が対象物に押しつけられる力を変動させる方向に作用するので、凸部と対象物との間で生じる摩擦力を変動させ、その結果、圧電モーターの駆動力を変動させる要因となり得る。しかし、実際には、側圧弾性体の端面が振動体ケースとの間で滑ることによる摩擦力の変動や、側圧弾性体と振動体ケースとの間に設けたコ口が転がる時の摩擦力の変動による影響の方が大きく、従って、側圧弾性体の端面が振動体ケースとの間で滑らない構造とすることで、むしろ、振動体の凸部が対象物に押しつけられる力の変動を小さくすることができる。また、側圧弾性体の端面が振動体ケースに嵌合することで、側圧弾性体が凸部の押しつけ力に与える変動は、加圧弾性体の製造ばらつきによる押しつけ力のばらつきよりも小さな値に過ぎない。以上のような理由から、側圧弾性体の端面が振動体ケースに嵌合する構造を採用することで、振動体の凸部を対象物に押しつける力の変動を抑制することができる。その結果、圧電モーターの駆動力が安定し、しかも振動体の振動によって凸部が楕円運動する度に同じ距離だけ対象物を移動させることができる。このため、本発明によれば、圧電モーターを小型化し、且つ、駆動精度を向上させることが可能となる。

【0011】

尚、加圧弾性体あるいは側圧弾性体は、振動体ケースを付勢することが可能であれば良く、コイルバネや板バネなどの、種々の形態のバネを用いることができる。また、たとえば板バネを側圧弾性体として用いた場合は、側圧弾性体の表面のうち、振動体ケースに接触して力を及ぼしている部分が、側圧弾性体の端面となる。一方、コイルバネは大きく変形させて使用することで、振動体ケースが摺動しても付勢力がほとんど変わらない状態で使用することができるので、加圧弾性体あるいは側圧弾性体として好適に用いることができる。また、側圧弾性体の端面は、振動体ケースが摺動する時に振動体ケースとの間で滑らないように嵌合していれば良い。従って、側圧弾性体の端面が振動体ケースに嵌合する

10

20

30

40

50

態様としては、たとえば、振動体ケースに凹部を設けて側圧弾性体の端面を嵌合しても良いし、振動体ケースから突起を設けて、この突起に側圧弾性体の端面を嵌合しても良い。更には、側圧弾性体の端面から突起を設けて、この突起を振動体ケースに設けた凹部に嵌合しても良い。

【0012】

また、上述した本発明の圧電モーターにおいては、側圧弾性体の振動体ケースに接しない側の端面を側圧弾性体保持部で支えることとして、側圧弾性体の側圧弾性体保持部に接する側の端面が、側圧弾性体保持部に嵌合するようにしてもよい。

【0013】

こうすれば、側圧弾性体の振動体ケースに接していない側の端面も滑ることがない。このため、滑りによって摩擦力が変動し、振動体の凸部が対象物に押しつけられる力が変動することを回避することができる。その結果、圧電モーターの駆動精度をより一層向上させることが可能となる。

10

【0014】

また、上述した本発明の圧電モーターにおいては、加圧弾性体を、振動体ケースの後ろ側（対象物に面する側と反対側）に設けるのではなく、振動体ケースに対して摺動部が設けられている側、あるいは振動体ケースに対して側圧弾性体が設けられている側に設けるようにしてもよい。

【0015】

こうすれば、振動体ケースの後ろ側に加圧弾性体を設けた場合に比べて、圧電モーターの長さを短くすることができる。その結果、圧電モーターをより一層小型化することが可能となる。

20

【0016】

また、上述した本発明の圧電モーターを用いて駆動装置や、印刷装置、ロボットハンド、ロボットなどを構成してもよい。

【0017】

本発明の圧電モーターは、小型で且つ高い駆動精度を実現することができる。従って、本発明の圧電モーターを用いて駆動装置や、印刷装置、ロボットハンド、ロボットなどを構成してやれば、小型で高性能な駆動装置や、印刷装置、ロボットハンド、ロボットなどを得ることができる。

30

【0018】

また、本発明の圧電モーターを用いて、以下のような電子部品検査装置を構成してもよい。すなわち、把持した電子部品を検査ソケットに装着して、前記電子部品の電気的特性を検査する電子部品検査装置であって、上述した本発明の何れかの圧電モーターを用いて、検査ソケットに対する電子部品の位置合わせを行うようにしてもよい。

【0019】

上述したように、本発明の圧電モーターは小型で且つ高い駆動精度を実現することができるから、電子部品を精度良く位置合わせを行うことができ、且つ、小型な電子部品検査装置を実現することが可能となる。

【0020】

40

あるいは、本発明の電子部品検査装置は、次のような態様で把握することもできる。すなわち、

把持した電子部品を検査ソケットに装着して、前記電子部品の電気的特性を検査する電子部品検査装置であって、

前記検査ソケットに対する前記電子部品の位置合わせを行う圧電モーターを備え、

前記圧電モーターは、

圧電材料を含んで形成され、端面に凸部が突設された振動体と、

前記振動体を収容する振動体ケースと、

前記振動体ケースが摺動する摺動部が設けられ、前記振動体ケースが取り付けられた基台と、

50

前記振動体ケースから突出した前記凸部を前記対象物の方向に付勢する加圧弾性体と

、
前記振動体ケースの摺動方向と交差する方向から、前記振動体ケースを前記基台の前記摺動部に向けて付勢する側圧弾性体と、

を備え、

前記側圧弾性体の前記振動体ケースに接する側の端面が前記振動体ケースと嵌合してことを特徴とする電子部品検査装置という態様で把握することもできる。

【0021】

更に、上述した本発明の電子部品検査装置は、次のような態様、すなわち、

電子部品が装着されて、前記電子部品の電気的特性が検査される検査ソケットと、

前記電子部品を把持する把持装置と、

前記把持装置を互いに直交する第1軸および第2軸と、前記第1軸および第2軸に直交する第3軸との合計三軸方向に移動させる移動装置と、

前記検査ソケットから見て前記第1軸上または前記第2軸上に設けられて、前記検査ソケットに装着される前記電子部品について、前記第1軸および前記第2軸の方向への位置および前記第3軸まわりの角度を、前記電子部品の姿勢として検出する撮像装置と、

前記検査ソケットから前記撮像装置を結ぶ前記第1軸または前記第2軸上の所定位置まで、前記電子部品を搬送する上流側ステージと、

前記検査ソケットから見て前記撮像装置が設けられている側と反対側の所定位置から、前記電子部品を搬送する下流側ステージと、

前記移動装置の動作を制御する制御装置と

を備える電子部品検査装置であって、

前記制御装置は、

前記上流側ステージが搬送してきた前記電子部品を把持した前記把持装置を、前記撮像装置の上まで移動させる第1制御部と、

前記把持装置を移動させることによって、前記撮像装置で姿勢が確認された前記電子部品を前記検査ソケットに装着する第2制御部と、

前記把持装置を移動させることによって、前記検査ソケットで前記電気的特性が検査された前記電子部品を前記検査ソケットから前記下流側ステージに載置する第3制御部と

を備えており、

前記把持装置は、前記撮像装置で検出された前記電子部品の姿勢に基づいて、前記電子部品を前記第1軸方向に移動させる第1の圧電モーターと、前記第2軸方向に移動させる第2の圧電モーターと、前記第3軸まわりに回転させる第3の圧電モーターとを有しており、

前記第1ないし第3の圧電モーターは、請求項1ないし請求項3の何れか一項に記載の圧電モーターである

ことを特徴とする電子部品検査装置という態様で把握することもできる。

【0022】

このような構成の電子部品検査装置は、把持装置に設けられた第1ないし第3の圧電モーターを用いて電子部品の姿勢を調整した後、検査ソケットに装着することができる。ここで、本発明の圧電モーターは、小型で且つ対象物を精度良く駆動することができるので、把持装置に設ける第1ないし第3の圧電モーターとして特に優れている。

【0023】

更には、本発明の圧電モーターを用いて、以下のような電子部品搬送装置を構成しても良い。すなわち、把持した電子部品を搬送する電子部品搬送装置であって、上述した本発明の何れかの圧電モーターを用いて、電子部品の位置合わせを行うようにしてもよい。

【0024】

上述したように、本発明の圧電モーターは小型で且つ高い駆動精度を実現することができるから、電子部品を精度良く位置合わせを行うことができ、且つ、小型な電子部品搬送

10

20

30

40

50

装置を実現することができる。

【0025】

あるいは、本発明の電子部品搬送装置は、以下のような態様、すなわち、把持した電子部品を搬送する電子部品搬送装置であって、前記電子部品の位置合わせを行う圧電モーターを備え、前記圧電モーターは、
 圧電材料を含んで形成され、端面に凸部が突設された振動体と、
 前記振動体を収容する振動体ケースと、
 前記振動体ケースが摺動する摺動部が設けられ、前記振動体ケースが取り付けられた基台と、
 前記振動体ケースから突出した前記凸部を前記対象物の方向に付勢する加圧弾性体と、
 前記振動体ケースの摺動方向と交差する方向から、前記振動体ケースを前記基台の前記摺動部に向けて付勢する側圧弾性体と、
 を備え、
 前記側圧弾性体の前記振動体ケースに接する側の端面が前記振動体ケースと嵌合している

10

ことを特徴とする電子部品搬送装置という態様で把握することもできる。

【0026】

更には、上述した本発明の電子部品搬送装置は、以下のような態様、すなわち、電子部品を把持する把持装置と、
 互いに直交する第1軸および第2軸と、前記第1軸および第2軸に直交する第3軸との合計三軸方向に前記把持装置を移動させる移動装置と、
 前記移動装置の動作を制御する制御装置と
 を備える電子部品搬送装置であって、
 前記把持装置は、前記電子部品を前記第1軸方向に移動させる第1の圧電モーターと、前記第2軸方向に移動させる第2の圧電モーターと、前記第3軸まわりに回転させる第3の圧電モーターとを有しており、
 前記第1ないし第3の圧電モーターは、請求項1ないし請求項3の何れか一項に記載の圧電モーターである

20

ことを特徴とする電子部品搬送装置という態様で把握することもできる。

30

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本実施例の圧電モーターの大まかな構成を示した説明図である。

【図2】本実施例の本体部の構造を示す分解組立図である。

【図3】圧電モーターの動作原理を示す説明図である。

【図4】本実施例の圧電モーターの前方側圧バネおよび後方側圧バネの取り付け構造を示した説明図である。

【図5】前方側圧バネおよび後方側圧バネを取り付ける他の態様を例示した説明図である。

40

【図6】圧電モーター10の本体部100がX方向に摺動することによって前方側圧バネが撓む様子を例示した説明図である。

【図7】前方側圧バネおよび後方側圧バネと第2側壁ブロックとの間にコ口を設けた参考例の圧電モーターの断面図である。

【図8】振動体ケースの側面に前方側圧バネが嵌合する凹部を設けなかった場合を例示した説明図である。

【図9】前方側圧バネが嵌合する凹部を前方ハウジング内に設けなかった場合を例示した説明図である。

【図10】前方ハウジング内に前方側圧バネ212sを取り付ける他の態様を例示した説明図である。

50

【図 1 1】前方側圧バネの中心軸の位置で取った圧電モーターの断面図である。

【図 1 2】第 1 変形例の圧電モーターの構造を示す断面図である。

【図 1 3】第 2 変形例の圧電モーターの構造を示す断面図である。

【図 1 4】第 3 変形例の圧電モーターの構造を示す断面図である。

【図 1 5】第 4 変形例の圧電モーターの構造を示す断面図である。

【図 1 6】本実施例の圧電モーターを組み込んで構成された電子部品検査装置を例示した斜視図である。

【図 1 7】把持装置に内蔵された微調整機構についての説明図である。

【図 1 8】本実施例の圧電モーターを組み込んだ印刷装置を例示した斜視図である。

【図 1 9】本実施例の圧電モーターを組み込んだロボットハンドを例示した説明図である

10

【図 2 0】ロボットハンドを備えたロボットを例示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下では、上述した本願発明の内容を明確にするために、次のような順序に従って実施例を説明する。

A．装置構成：

B．圧電モーターの動作原理：

C．側圧バネの取り付け構造：

D．変形例：

E．適用例：

20

【0029】

A．装置構成：

図 1 は、本実施例の圧電モーター 10 の大まかな構成を示した説明図である。図 1 (a) には、本実施例の圧電モーター 10 の全体図が示されており、図 1 (b) には分解組立図が示されている。図 1 (a) に示されるように、本実施例の圧電モーター 10 は、大まかには、本体部 100 と、基台部 200 とから構成されている。本体部 100 は基台部 200 内に取り付けられており、その状態で一方向に摺動可能となっている。尚、本明細書中では、本体部 100 の摺動方向を X 方向と称する。また、図中に示すように、X 方向と直交する方向を、それぞれ Y 方向、Z 方向と称するものとする。

30

【0030】

本体部 100 および基台部 200 は、それぞれ複数の部品が組み合わされて構成されている。たとえば基台部 200 は、略矩形形状をした基板 230 の上面の両側に、第 1 側壁ブロック 210 および第 2 側壁ブロック 220 が止めネジ 240 で締結されることによって構成されている（図 1 (b) を参照のこと）。圧電モーター 10 を組み立てる際には、本体部 100 の上方から、第 1 側壁ブロック 210 および第 2 側壁ブロック 220 を、止めネジ 240 を用いて基板 230 に取り付ける。

【0031】

また、第 1 側壁ブロック 210 には、前方ハウジング 212、中央ハウジング 214、後方ハウジング 216 の 3 つの凹部が形成されている。そして、第 1 側壁ブロック 210 を基板 230 に取り付ける際には、前方ハウジング 212 に前方側圧バネ 212 s を収容し、後方ハウジング 216 に後方側圧バネ 216 s を収容した状態で取り付ける。その結果、本体部 100 は、前方側圧バネ 212 s および後方側圧バネ 216 s によって第 2 側壁ブロック 220 に押しつけられた状態となる。また、本体部 100 の側面の、第 2 側壁ブロック 220 に面する側には、前側コロ 102 r および後側コロ 106 r が取り付けられている。更に、本体部 100 の側面には加圧バネ 222 s が設けられている。この加圧バネ 222 s は、前側コロ 102 r の後ろ側の箇所本体部 100 を X 方向に押圧している。尚、本実施例では、前方側圧バネ 212 s および後方側圧バネ 216 s が本発明の「側圧弾性体」に対応し、加圧バネ 222 s が本発明の「加圧弾性体」に対応する。更に、基台部 200 が本発明の「基台」に対応し、基台部 200 を構成する第 1 側壁ブロック 2

40

50

10 および第2側壁ブロック220が、それぞれ本発明の「側圧弾性体保持部」および「摺動部」に対応する。

【0032】

また、前側コ口102rおよび後側コ口106rが設けられた側と反対側の本体部100の側面には、Z方向（図面上では上方）に向けて押さえコ口104rが設けられている。第1側壁ブロック210を取り付けた状態では、この押さえコ口104rは、第1側壁ブロック210の中央ハウジング214に収容される。また、本体部100の押さえコ口104rが設けられた部分の裏面側と、基板230との間には、押さえバネ232sが設けられている。このため、押さえコ口104rは中央ハウジング214の内面に対してZ方向（図面上では上方）に押しつけられた状態となっている。

10

【0033】

図2は、本実施例の本体部100の構造を示す分解組立図である。本体部100は、大まかには、振動体ケース120内に振動部110が収容された構造となっている。振動部110は、圧電材料によって直方体形状に形成された振動体112と、振動体112の長手方向（X方向）の端面に取り付けられたセラミック製の駆動凸部114と、振動体112の一方の側面を4分割して設けられた4枚の表電極116などから構成されている。尚、図2では示されていないが、4枚の表電極116が設けられた側と反対側の側面には、側面のほぼ全面を覆う裏電極が設けられており、この裏電極はグランドに接地されている。尚、本実施例では、駆動凸部114が本発明の「凸部」に対応する。

【0034】

振動部110は、表電極116および裏電極が設けられた両側面（図2では、Z方向の両側面）から樹脂製の緩衝部材130で挟まれた状態で、振動体ケース120に収容される。更に、表電極116側の緩衝部材130の上から、押さえ板140、皿バネ142、および押さえ蓋144が載せられて、押さえ蓋144が止めネジ146で振動体ケース120に締結される。このため振動部110は、皿バネ142のバネ力によって押さえ付けられながらも、樹脂製の緩衝部材130が剪断変形することによって、振動体ケース120内で振動体112が振動し得る状態で収容されている。

20

【0035】

B. 圧電モーターの動作原理 :

図3は、圧電モーター10の動作原理を示す説明図である。圧電モーター10は、振動部110の表電極116に一定周期で電圧を印加したときに、振動部110の駆動凸部114が楕円運動することによって動作する。振動部110の駆動凸部114が楕円運動するのは次の理由による。

30

【0036】

まず、周知のように振動体112は、正電圧を印加すると伸張する性質を有している。従って、図3(a)に示すように、4つの表電極116の全てに正電圧を印加した後、印加電圧を解除することを繰り返すと、振動体112は長手方向（X方向）に伸縮する動作を繰り返す。このように、振動体112が長手方向（X方向）に伸縮を繰り返す動作を「伸縮振動」と呼ぶ。また、正電圧を印加する周波数を変化させていくと、ある特定の周波数となったときに伸縮量が急に大きくなって、一種の共振現象が発生する。伸縮振動で共振が発生する周波数（共振周波数）は、振動体112の物性と、振動体112の寸法（幅W、長さL、厚さT）とによって決定される。

40

【0037】

また、図3(b)あるいは図3(c)に示すように、互いに対角線の位置にある2つの表電極116を組（表電極116aおよび表電極116dの組、あるいは表電極116bおよび表電極116cの組）として、一定周期で正電圧を印加する。すると振動体112は、長手方向（X方向）の先端部（駆動凸部114が取り付けられた部分）が、図面上で右方向あるいは左方向に首を振るような動作を繰り返す。たとえば図3(b)に示したように、表電極116aおよび表電極116dの組に一定周期で正電圧を印加すると、振動体112は、先端部を図面上で右方向に振るような動作を繰り返す。また、図3(c)に

50

示したように、表電極 1 1 6 b および表電極 1 1 6 c の組に一定周期で正電圧を印加すると、先端部を図面上で左方向に振るような動作を繰り返す。このような振動体 1 1 2 の動作を「屈曲振動」と呼ぶ。このような屈曲振動についても、振動体 1 1 2 の物性と、振動体 1 1 2 の寸法（幅 W、長さ L、厚さ T）とによって決まる共振周波数が存在する。従って、互いに対角線の位置にある 2 つの表電極 1 1 6 に対して、その共振周波数で正電圧を印加すると、振動体 1 1 2 は右方向あるいは左方向（Y 方向）に大きく首を振って振動する。

【 0 0 3 8 】

ここで、図 3 (a) に示した伸縮振動の共振周波数も、図 3 (b) あるいは図 3 (c) に示した屈曲振動の共振周波数も、振動体 1 1 2 の物性や、振動体 1 1 2 の寸法（幅 W、長さ L、厚さ T）によって決定される。従って、振動体 1 1 2 の寸法（幅 W、長さ L、厚さ T）を適切に選んでやれば共振周波数を一致させることができる。そして、そのような振動体 1 1 2 に対して、図 3 (b) あるいは図 3 (c) に示すような屈曲振動の形態の電圧を共振周波数で印加すると、図 3 (b) あるいは図 3 (c) に示す屈曲振動が生じると同時に、共振によって図 3 (a) の伸縮振動も誘起される。その結果、図 3 (b) に示す態様で電圧を印加した場合には、振動体 1 1 2 の先端部分（駆動凸部 1 1 4 が取り付けられた部分）が、図面上で時計回りに楕円運動を開始する。また、図 3 (c) に示す態様で電圧を印加した場合には、振動体 1 1 2 の先端部分が図面上で反時計回りに楕円運動を開始する。

【 0 0 3 9 】

圧電モーター 1 0 は、このような楕円運動を利用して対象物を駆動する。すなわち、振動体 1 1 2 の駆動凸部 1 1 4 を対象物に押しつけた状態で楕円運動を発生させる。すると駆動凸部 1 1 4 は、振動体 1 1 2 が伸張する際には対象物に押しつけられた状態で左から右に向かって（あるいは右から左に向かって）移動した後、振動体 1 1 2 が収縮する際には対象物から離れた状態で元の位置まで復帰する動作を繰り返す。この結果、対象物は、駆動凸部 1 1 4 から受ける摩擦力によって一方向に駆動されることになる。また、対象物が受ける駆動力は、駆動凸部 1 1 4 との間で生じる摩擦力に等しいから、駆動力の大きさは、駆動凸部 1 1 4 と対象物との間の摩擦係数と、駆動凸部 1 1 4 が対象物に押しつけられる力とによって決定される。

【 0 0 4 0 】

以上に説明した圧電モーター 1 0 の動作原理から明らかなように、圧電モーター 1 0 は、駆動凸部 1 1 4 を対象物に押しつけた状態で使用する必要がある。このため、本実施例の圧電モーター 1 0 では、駆動凸部 1 1 4 を備える本体部 1 0 0 が基台部 2 0 0 に対して摺動可能となっており、本体部 1 0 0 と基台部 2 0 0 との間に設けられた加圧バネ 2 2 2 s によって、本体部 1 0 0 から突き出た駆動凸部 1 1 4 を対象物に押しつけるようになっている（図 1 参照）。

【 0 0 4 1 】

また、対象物を駆動すると、駆動凸部 1 1 4 は対象物から反力を受ける。そして、この反力は本体部 1 0 0 に伝達される。上述したように本体部 1 0 0 は基台部 2 0 0 に対して摺動可能としなければならないが、駆動時に受ける反力で本体部 1 0 0 が摺動方向とは直交する方向に逃げてしまうと、対象物に対して十分な駆動力を伝達することができなくなる。また、本体部 1 0 0 が逃げると駆動凸部 1 1 4 の移動量が減少するので対象物の駆動量が少なくなる。更に、本体部 1 0 0 の逃げ量は、常に安定しているとは限らないから、対象物の駆動量が不安定となってしまう。そこで、図 1 に示すように、本実施例の圧電モーター 1 0 では、本体部 1 0 0 の摺動方向と直交する方向から、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s によって本体部 1 0 0 を第 2 側壁ブロック 2 2 0 に押しつけるようになっている。ここで、本実施例の圧電モーター 1 0 では、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が次のようにして取り付けられている。

【 0 0 4 2 】

C . 側圧バネの取り付け構造 :

10

20

30

40

50

図4は、本実施例の圧電モーター10の断面を取ることによって、前方側圧バネ212sおよび後方側圧バネ216sの取り付け構造を示した説明図である。尚、図4(a)には、加圧バネ222sが取り付けられている様子も示されている。図4(a)に示されるように、加圧バネ222sは、本体部100(実際には本体部100の振動体ケース120)と第2側壁ブロック220との間に設けられて、本体部100をX方向(図面上では上方向)に付勢している。

【0043】

また、本体部100(実際には振動体ケース120)と、第1側壁ブロック210との間には、前方側圧バネ212sおよび後方側圧バネ216sが設けられており、本体部100は前方側圧バネ212sおよび後方側圧バネ216sによって、第2側壁ブロック220に押しつけられている。そして、本体部100と第2側壁ブロック220の間には、前側コ口102rおよび後側コ口106rが設けられている。このため、本体部100は第2側壁ブロック220に押しつけられた状態で、第2側壁ブロック220に対して滑らかに摺動する。その結果、振動体ケース120は、Y方向には位置決めされた状態のまま、X方向に摺動することが可能である。

【0044】

ここで、前方側圧バネ212sは第1側壁ブロック210の前方ハウジング212内に收容されており、後方側圧バネ216sは第1側壁ブロック210の後方ハウジング216内に收容されている。但し、前方側圧バネ212sおよび後方側圧バネ216sは、単に前方ハウジング212および後方ハウジング216内に收容されているのではなく、少なくとも本体部100(正確には振動体ケース120)の側の端面が振動体ケース120に対して滑らないような状態で、前方ハウジング212および後方ハウジング216内に收容されている。また、前方側圧バネ212sおよび後方側圧バネ216sの反対側の端面(第1側壁ブロック210側の端面)についても、前方ハウジング212および後方ハウジング216内で端面が第1側壁ブロック210に対して滑らないような状態で收容されている。

【0045】

図4(b)には、前方ハウジング212内で前方側圧バネ212sが收容されている部分の断面拡大図が示されている。図示されているように、第1側壁ブロック210の前方ハウジング212の奥側の内壁面には、円形の凹部212tが形成されている。凹部212tの内径は、前方側圧バネ212sの外径と同じ大きさとなっており、前方側圧バネ212sは、端面が凹部212tに嵌め込まれている。また、振動体ケース120の側にも同様に、前方側圧バネ212sの外径と同じ大きさを有する円形の凹部122tが形成されており、前方側圧バネ212sの端面が嵌め込まれている。また、前方ハウジング212の大きさは、前方ハウジング212内で前方側圧バネ212sが動き得るように、前方側圧バネ212sの外径に対して余裕を持たせた大きさに形成されている。

【0046】

更に、図示は省略するが、後方側圧バネ216sについても同様に、後方ハウジング216および振動体ケース120に凹部が形成されており、この凹部に後方側圧バネ216sの端面が嵌め込まれている。そして、後方ハウジング216の大きさは、後方側圧バネ216sの外径に対して余裕を持たせた大きさに形成されている。

【0047】

尚、本実施例では、前方ハウジング212および振動体ケース120に形成された凹部212t、122tに、前方側圧バネ212sの端面が嵌め込まれているので、前方側圧バネ212sの端面は外径部分で取り付けられていることになる。しかし、前方側圧バネ212sの端面を取り付けることができるのであれば、このような方法に限られるものではない。たとえば、図5に示したように、振動体ケース120から、前方側圧バネ212sの内径に相当する外径の凸部122uを突設させて、この凸部122uに前方側圧バネ212sの内径を嵌め込むようにしても良い。また、前方ハウジング212の内壁面からも、前方側圧バネ212sの内径に相当する外径の凸部212uを突設させて、この凸部

10

20

30

40

50

2 1 2 u に前方側圧バネ 2 1 2 s の内径を嵌め込むようにしても良い。

【 0 0 4 8 】

ここで、前述したように本体部 1 0 0 は、第 2 側壁ブロック 2 2 0 にガイドされて X 方向に摺動可能に構成されている。従って、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が、少なくとも振動体ケース 1 2 0 に対して滑らないように取り付けられていると、本体部 1 0 0 が X 方向に摺動した時に、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が撓むように変形する。また、第 1 側壁ブロック 2 1 0 の側でも、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が第 1 側壁ブロック 2 1 0 に取り付けられていると、本体部 1 0 0 が摺動した時に、第 1 側壁ブロック 2 1 0 側の端面で滑って前方側圧バネ 2 1 2 s あるいは後方側圧バネ 2 1 6 s の位置がずれることがない。このため、本体部 1 0 0 の摺動と共に、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が撓むように変形する。

10

【 0 0 4 9 】

図 6 には、本実施例の圧電モーター 1 0 で、本体部 1 0 0 が X 方向に摺動することによって前方側圧バネ 2 1 2 s が撓む様子が示されている。図 6 (a) は、本体部 1 0 0 が未だ摺動しておらず、従って前方側圧バネ 2 1 2 s が撓んでいない状態を示している。この状態から、本体部 1 0 0 がプラスの X 方向 (図面上では上向き) に摺動すると、前方側圧バネ 2 1 2 s の本体部 1 0 0 側の端面が引きずられるように移動する。その結果、図 6 (b) に示したように、前方側圧バネ 2 1 2 s には上向きに反るような撓みが生じる。また逆に、図 6 (a) に示した状態から、本体部 1 0 0 がマイナスの X 方向 (図面上では下向き) に摺動すると、前方側圧バネ 2 1 2 s には、図 6 (c) に示したように下向きに反るような撓みが生じる。また、後方側圧バネ 2 1 6 s についても、全く同様なことがあてはまる。

20

【 0 0 5 0 】

ここで、図 3 を用いて前述したように、圧電モーター 1 0 の駆動力は、駆動凸部 1 1 4 と対象物との間の摩擦係数と、駆動凸部 1 1 4 を対象物に押しつける力 (加圧バネ 2 2 2 s のバネ力) とによって決定される。また、図 6 (b) または図 6 (c) に示すように、前方側圧バネ 2 1 2 s (および後方側圧バネ 2 1 6 s) が撓むと、駆動凸部 1 1 4 を対象物に押しつける力を弱めたり、あるいは強めたりする方向の反力を本体部 1 0 0 に対して生じさせる。従って、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s に生じる撓みは、圧電モーター 1 0 の駆動力を変動させる要因となり得る。そこで、このような駆動力の変動要因を排除して、安定した駆動力の圧電モーター 1 0 を得るために、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s と第 2 側壁ブロック 2 2 0 との間にコ口を設けることが考えられる。

30

【 0 0 5 1 】

図 7 は、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s と第 2 側壁ブロック 2 2 0 との間にコ口を設けた参考例の圧電モーター 9 0 の断面図である。図示されるように、参考例の圧電モーター 9 0 では、前方側圧バネ 2 1 2 s と本体部 1 0 0 (正確には振動体ケース 1 2 0) との間に前側コ口 9 1 2 r が設けられており、後方側圧バネ 2 1 6 s と本体部 1 0 0 (振動体ケース 1 2 0) との間に後側コ口 9 1 6 r が設けられている。前側コ口 9 1 2 r は、前方側圧バネ 2 1 2 s と共に第 1 側壁ブロック 9 1 0 の前方ハウジング 9 1 2 内に收容されており、後側コ口 9 1 6 r は、後方側圧バネ 2 1 6 s と共に第 1 側壁ブロック 9 1 0 の後側コ口 9 1 6 r 内に收容されている。また、前方側圧バネ 2 1 2 s の両端面は、前側コ口 9 1 2 r および第 1 側壁ブロック 9 1 0 に対して取り付けられておらず、後方側圧バネ 2 1 6 s の両端面も、後側コ口 9 1 6 r および第 1 側壁ブロック 9 1 0 に対して取り付けられていない。その他の点については、参考例の圧電モーター 9 0 も、本実施例の圧電モーター 1 0 と全く同様である。

40

【 0 0 5 2 】

図 7 に示した参考例の圧電モーター 9 0 と、図 4 の本実施例の圧電モーター 1 0 とを比較すれば明らかなように、参考例の圧電モーター 9 0 では、前側コ口 9 1 2 r および後側

50

コ口 9 1 6 r が追加されている分だけ、第 1 側壁ブロック 9 1 0 が大きくなっている。このため、参考例の圧電モーター 9 0 は、本実施例の圧電モーター 1 0 よりも大型化する。換言すれば、本実施例の圧電モーター 1 0 は、前側コ口 9 1 2 r や後側コ口 9 1 6 r を介さず、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が本体部 1 0 0 (正確には振動体ケース 1 2 0) を直接押す構造を採用することで、圧電モーター 1 0 が小型化されていることになる。また、前側コ口 9 1 2 r や後側コ口 9 1 6 r を省くことができれば構造が簡単になるので、圧電モーター 1 0 を容易に製造することも可能となる。

【 0 0 5 3 】

また、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が本体部 1 0 0 を直接押す構造を採用した場合、本体部 1 0 0 の摺動によって前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s に撓みが生じる。このため一見すると、圧電モーター 1 0 の駆動力が変動し易くなるように思われる。しかし、参考例の圧電モーター 9 0 から前側コ口 9 1 2 r および後側コ口 9 1 6 r を省いた上で、前方側圧バネ 2 1 2 s (および後方側圧バネ 2 1 6 s) の少なくとも振動体ケース 1 2 0 に接する側の端面が、振動体ケース 1 2 0 に対して滑らないような構造とすることで、以下のような理由から、圧電モーター 1 0 の駆動力および駆動量を安定させることができる。更に、前方側圧バネ 2 1 2 s (および後方側圧バネ 2 1 6 s) の第 1 側壁ブロック 2 1 0 に接する側の端面も、第 1 側壁ブロック 2 1 0 に対して滑らないような構造としてやれば、こうした効果をより確実に発揮させることができる。結局、本実施例の圧電モーター 1 0 では、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が振動体ケース 1 2 0 および第 1 側壁ブロック 2 1 0 に直接当接し、且つ、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が滑らないような構造を採用することで、圧電モーター 1 0 の小型化および製造容易化を実現するだけでなく、駆動力および駆動量の安定化をも実現していることになる。以下、この理由について詳しく説明する。

【 0 0 5 4 】

先ず、本体部 1 0 0 が X 方向に摺動する要因としては、対象物を駆動しているうちに駆動凸部 1 1 4 が摩耗することや、駆動された対象物が移動することによって、対象物の位置が圧電モーター 1 0 に対して近付いたり遠ざかったりすることが挙げられる。但し、圧電モーター 1 0 によって駆動される対象物は、裏側から支えられていたり、あるいはガイド部材などによってガイドされたりすることが通常なので、実際には、対象物の位置が大きく変動することはない。また、駆動凸部 1 1 4 の摩耗は僅かな量に過ぎない。従って、本体部 1 0 0 が X 方向に摺動したとしてもその摺動量は僅かであり、このため、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が撓んで駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力に影響を与えたとしても、その影響は僅かなものに過ぎない。たとえば、駆動凸部 1 1 4 を対象物に押しつける加圧バネ 2 2 2 s の製造ばらつきでバネ定数が $\pm 10\%$ 程度はばらつくので、駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力も同程度 ($\pm 10\%$ 程度) にばらつく。しかし、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が撓んだことによる影響は、バネ定数のばらつきによる影響よりも 1 桁小さくなり、大きめに見積もっても、数分の 1 程度にしかならない。

【 0 0 5 5 】

また、上述したように本体部 1 0 0 が摺動する主な原因は、対象物が駆動されて移動するときに、対象物の位置が圧電モーター 1 0 に対して近付いたり遠ざかったりすることにあるから、本体部 1 0 0 は、ごく小さな振幅で振動するような態様で摺動する。このような態様で摺動する部分にコ口 (前側コ口 9 1 2 r 、後側コ口 9 1 6 r) を用いると、コ口の外周面およびコ口を支える軸の部分では、静止摩擦状態と動摩擦状態とが繰り返されることになって、転がり摩擦係数が不定期に変化する。更に、転がり摩擦係数が変化する際には静止摩擦係数と動摩擦係数との間で変化するから、大きくなる時には 2 倍以上に大きくなり、小さくなる時には半分以下に小さくなる。加えて、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が本体部 1 0 0 を押さえつける力は、対象物を駆動した時に駆動凸部 1 1 4 が受ける反力で本体部 1 0 0 が第 2 側壁ブロック 2 2 0 から離れないように押さえつけておくための力である。このため、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1

6 s のバネ力は、対象物に加える駆動力の 2 倍程度の大きさが必要となり、かなりの大きな力となる。その結果、転がり摩擦係数が不定期に変化することで、コ口（前側コ口 9 1 2 r、後側コ口 9 1 6 r）の部分での摩擦力が不定期に且つ大きく変動することになり、駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力に対して大きな影響を与える。実際に、ある条件で見積もって見たところ、コ口の部分での摩擦力が変動することによる影響は、加圧バネ 2 2 2 s のバネ定数のばらつきによる影響と同程度の大きさとなる。更に加えて、コ口（前側コ口 9 1 2 r、後側コ口 9 1 6 r）あるいはコ口を支える軸は、断面が完全な真円となるように製造できるわけではないから、このことによる摩擦力の変動も重畳される。

【 0 0 5 6 】

以上の理由から、図 7 の参考例の圧電モーター 9 0 のように、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が前側コ口 9 1 2 r や後側コ口 9 1 6 r を介して本体部 1 0 0 を押す構造では、コ口（前側コ口 9 1 2 r、後側コ口 9 1 6 r）の部分で摩擦力が不定期に且つ大きく変化して、駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力を変化させてしまう。これに対して、本実施例の圧電モーター 1 0 のように、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が、コ口を介さずに本体部 1 0 0 を直接押すようにしても、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s が撓んで駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力に影響を与えることはほとんどない。むしろ、コ口を無くすことで駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力を安定させることができ、その結果、圧電モーター 1 0 の駆動力を安定させることが可能となる。

【 0 0 5 7 】

また、本実施例の圧電モーター 1 0 では、前方側圧バネ 2 1 2 s（および後方側圧バネ 2 1 6 s）の本体部 1 0 0（正確には振動体ケース 1 2 0）に接する側の端面が、振動体ケース 1 2 0 に対して滑らないようになっている。これは次のようなことを考慮したためである。

【 0 0 5 8 】

図 8 は、振動体ケース 1 2 0 の側面に前方側圧バネ 2 1 2 s が嵌め込まれる凹部 1 2 2 t を設けなかった場合を例示した説明図である。尚、図 8 では、前方側圧バネ 2 1 2 s についてのみ表示しているが、後方側圧バネ 2 1 6 s についても全く同様なことが当て嵌まる。振動体ケース 1 2 0 の側面に凹部 1 2 2 t を設けなかった場合、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面は、振動体ケース 1 2 0 の側面に押しつけられている。このため本体部 1 0 0 が摺動すると、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が振動体ケース 1 2 0 によって引きずられる結果、たとえば図 8（a）に示すように前方側圧バネ 2 1 2 s に撓みが生じる。しかし、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面は、単に振動体ケース 1 2 0 の側面に押しつけられているだけであり、しかも圧電モーター 1 0 の動作中は、本体部 1 0 0 は常に細かく動いている。このため、振動体ケース 1 2 0 に引きずられていた前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が何かの拍子に滑って動いてしまい、図 8（b）に示すように、前方側圧バネ 2 1 2 s の撓みが戻ってしまうことが起こり得る。このようなことが生じると、駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力が不連続に変化し、従って圧電モーター 1 0 の駆動力が不連続に変化することになるので好ましいことではない。

【 0 0 5 9 】

また、図 8（c）に示したように、前方側圧バネ 2 1 2 s を組み付けた状態（本体部 1 0 0 が摺動していない状態）で、前方側圧バネ 2 1 2 s が撓んで組み付けられている場合も起こり得る。そして圧電モーター 1 0 の動作中は、本体部 1 0 0 は常に細かく動いているので、何かの拍子に前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が滑って動いてしまい、図 8（d）に示すように前方側圧バネ 2 1 2 s の撓みが戻ってしまうことが起こり得る。このような場合にも、圧電モーター 1 0 の駆動力が不連続に変化することになるので好ましいことではない。

【 0 0 6 0 】

そこで、本実施例の圧電モーター 1 0 では、振動体ケース 1 2 0 の側面に凹部 1 2 2 t を設けて、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面を凹部 1 2 2 t に嵌め込んでいる。このため、本体部 1 0 0 が摺動して前方側圧バネ 2 1 2 s が撓んでも、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が

10

20

30

40

50

滑って前方側圧バネ 2 1 2 s の撓みが元に戻ってしまふことがない。また、前方側圧バネ 2 1 2 s を組み付ける際には、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が振動体ケース 1 2 0 の凹部 1 2 2 t に嵌め込まれるので、前方側圧バネ 2 1 2 s が撓んだ状態で組み付けられることもない。このため、圧電モーター 1 0 の動作中に駆動力が不連続に変化する事態を回避することが可能となる。

【 0 0 6 1 】

以上では、前方側圧バネ 2 1 2 s (および後方側圧バネ 2 1 6 s) の振動体ケース 1 2 0 側の端面について説明した。前方側圧バネ 2 1 2 s (および後方側圧バネ 2 1 6 s) の第 1 側壁ブロック 2 1 0 側の端面についても、ほぼ同様なことが当て嵌まる。すなわち、仮に、前方ハウジング 2 1 2 内に凹部 2 1 2 t が形成されておらず、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が前方ハウジング 2 1 2 内で滑り得るような状態であった場合には、圧電モーター 1 0 の動作中に駆動力が突然、不連続に変化することが起こり得る。後方側圧バネ 2 1 6 s についても同様に、後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が後方ハウジング 2 1 6 内で滑り得るような状態であった場合には、圧電モーター 1 0 の動作中に駆動力が突然、不連続に変化することが起こり得る。以下、この点について補足して説明する。

【 0 0 6 2 】

図 9 は、前方側圧バネ 2 1 2 s が嵌め込まれる凹部 2 1 2 t が前方ハウジング 2 1 2 内に設けられていない場合を例示した説明図である。尚、図 9 では、前方側圧バネ 2 1 2 s についてのみ表示しているが、後方側圧バネ 2 1 6 s についても全く同様なことが当て嵌まる。前方ハウジング 2 1 2 内に凹部 2 1 2 t を設けなかった場合でも、本体部 1 0 0 が摺動すると、図 9 (a) に示すように前方側圧バネ 2 1 2 s に撓みが生じる。しかし、前方ハウジング 2 1 2 内で前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が、単に第 1 側壁ブロック 2 1 0 に押しつけられているだけの場合には、何かの拍子に、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が振動体ケース 1 2 0 側から引きずられて、前方ハウジング 2 1 2 内で滑ってしまうことが起こり得る。その結果、図 9 (b) に示したように、前方側圧バネ 2 1 2 s の撓みが戻ってしまふことが起こり得る。このようなことが生じると、駆動凸部 1 1 4 の押しつけ力が不連続に変化し、圧電モーター 1 0 の駆動力が不連続に変化する。

【 0 0 6 3 】

また、図 9 (c) に示したように、前方側圧バネ 2 1 2 s を組み付けた時に、前方ハウジング 2 1 2 内で前方側圧バネ 2 1 2 s が正しい位置に取り付けられておらず、前方側圧バネ 2 1 2 s が撓んだ状態となっている場合も起こり得る。そして圧電モーター 1 0 の動作中に、何かの拍子に、前方ハウジング 2 1 2 内で前方側圧バネ 2 1 2 s の端面が滑って、図 9 (d) に示すように前方側圧バネ 2 1 2 s の撓みが戻ってしまふことが起こり得る。このような場合にも、圧電モーター 1 0 の駆動力が不連続に変化する。

【 0 0 6 4 】

本実施例の圧電モーター 1 0 ではこのようなことを考慮して、図 4 に示すように、第 1 側壁ブロック 2 1 0 の前方ハウジング 2 1 2 内にも凹部 2 1 2 t を設けて、前方側圧バネ 2 1 2 s の端面を嵌め込むこととしている。また、後方側圧バネ 2 1 6 s についても同様に、後方ハウジング 2 1 6 内に凹部 2 1 6 t を設けて、後方側圧バネ 2 1 6 s の端面を嵌め込むこととしている。

【 0 0 6 5 】

尚、前方ハウジング 2 1 2 内および後方ハウジング 2 1 6 内で、前方側圧バネ 2 1 2 s や後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が滑らないような構造となっていればよく、必ずしも前方ハウジング 2 1 2 内や後方ハウジング 2 1 6 内に凹部 2 1 2 t あるいは凹部 2 1 6 t を設ける必要はない。たとえば、図 1 0 に示すように、前方ハウジング 2 1 2 の少なくとも奥側を、前方側圧バネ 2 1 2 s の外径に合わせた大きさとしておき、前方ハウジング 2 1 2 の内壁面で前方側圧バネ 2 1 2 s の外側を押さえるようにしてもよい。後方ハウジング 2 1 6 についても同様に、後方ハウジング 2 1 6 の少なくとも奥側を後方側圧バネ 2 1 6 s の外径に合わせた大きさとして、後方ハウジング 2 1 6 の内壁面で後方側圧バネ 2 1 6 s の外側を押さえるようにしてもよい。こうすれば、前方ハウジング 2 1 2 内および後方ハ

10

20

30

40

50

ウジング 2 1 6 内で、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が滑って動くことがないので、圧電モーター 1 0 の動作中に駆動力が突然、不連続に変化する事態を回避することができる。

【 0 0 6 6 】

尚、本実施例の圧電モーター 1 0 では、以上のように、前方ハウジング 2 1 2 内および後方ハウジング 2 1 6 内でも、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が滑らないようになっている。しかし、振動体ケース 1 2 0 側の端面とは異なり、前方ハウジング 2 1 2 内および後方ハウジング 2 1 6 内については、圧電モーター 1 0 の製造を容易とする目的で、端面が滑らない構造を省略することも可能である。これは次の理由による。

【 0 0 6 7 】

まず、振動体ケース 1 2 0 が摺動した時に、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s の振動体ケース 1 2 0 側の端面は、振動体ケース 1 2 0 から直接力を受けている。これに対して、前方ハウジング 2 1 2 内および後方ハウジング 2 1 6 内の端面は、前方側圧バネ 2 1 2 s あるいは後方側圧バネ 2 1 6 s を介して、間接的に振動体ケース 1 2 0 からの力を受けるに過ぎない。その一方で、バネ力によって端面が押しつけられる力は、振動体ケース 1 2 0 側の端面も、前方ハウジング 2 1 2 内あるいは後方ハウジング 2 1 6 内の端面も変わりはない。従って、端面の滑り易さは、振動体ケース 1 2 0 側の端面の方が大きくなる。換言すれば、圧電モーター 1 0 の動作中に、前方ハウジング 2 1 2 内あるいは後方ハウジング 2 1 6 内で前方側圧バネ 2 1 2 s あるいは後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が滑ることは稀である。そこで、前方ハウジング 2 1 2 内あるいは後方ハウジング 2 1 6 内に凹部 2 1 2 t や凹部 2 1 6 t を設けたり（図 4 参照）、凸部 2 1 2 u や凸部 2 1 6 u を設けたり（図 5 参照）、あるいは、前方ハウジング 2 1 2 や後方ハウジング 2 1 6 の奥側の部分を狭く形成したりすることなく、前方ハウジング 2 1 2 および後方ハウジング 2 1 6 を形成することで、圧電モーター 1 0 のより一層の製造容易化を図ることとしても良い。

【 0 0 6 8 】

また、本実施例の圧電モーター 1 0 は、前方側圧バネ 2 1 2 s および後方側圧バネ 2 1 6 s の端面が、振動体ケース 1 2 0 に対して滑らないように取り付けられているので、次のような利点も得ることができる。図 1 1 は、前方側圧バネ 2 1 2 s の中心軸の位置で取った圧電モーター 1 0 の断面図である。図 1 1 (a) には断面位置を示す上面図が示されており、図 1 1 (b) には断面図が示されている。図 1 1 (b) に示すように、前方側圧バネ 2 1 2 s の振動体ケース 1 2 0 側の端面は、振動体ケース 1 2 0 の側面に設けられた凹部 2 1 2 t に嵌め込まれている。また、振動体ケース 1 2 0 の反対側の側面には前側コ口 1 0 2 r が取り付けられており、前側コ口 1 0 2 r は第 2 側壁ブロック 2 2 0 に設けられたコ口溝 1 0 2 t に嵌め込まれている。このため振動体ケース 1 2 0 は、一方の側は凹部 2 1 2 t の部分で前方側圧バネ 2 1 2 s によって Z 方向（図では上下方向）に位置決めされ、他方の側は前側コ口 1 0 2 r を介してコ口溝 1 0 2 t で Z 方向に位置決めされている。このため、振動体ケース 1 2 0 を Z 方向に位置決めするために設けられた押さえコ口 1 0 4 r および押さえバネ 2 3 2 s（図 1 を参照のこと）を省略することもできる。そして、押さえコ口 1 0 4 r および押さえバネ 2 3 2 s（図 1 を参照のこと）を省略すれば、圧電モーター 1 0 の構造が更に簡単になるので、より一層製造が容易となるだけでなく、圧電モーター 1 0 を更に小型化することも可能となる。更に、前側コ口 1 0 2 r、押さえコ口 1 0 4 r、後側コ口 1 0 6 r の 3 つのコ口で振動体ケース 1 2 0 を位置決めする構造は、コ口およびコ口が転動する相手側の面（転動面）の加工誤差を考慮すると、必ずしも安定して位置決めできるわけではない。何故なら、振動体ケース 1 2 0 は、前側コ口 1 0 2 r と第 2 側壁ブロック 2 2 0 との接点、後側コ口 1 0 6 r と第 2 側壁ブロック 2 2 0 との接点、押さえコ口 1 0 4 r と第 2 側壁ブロック 2 2 0 の接点の 3 点によって完全に位置決めされてしまう。そして、この状態で振動体ケース 1 2 0 が X 方向に摺動すると、前側コ口 1 0 2 r、後側コ口 1 0 6 r、および押さえコ口 1 0 4 r は、それぞれの第 2

10

20

30

40

50

側壁ブロック 220 の転動面を転動する。当然ながら、第 2 側壁ブロック 220 の転動面にも加工誤差があるから、何れかのコロが転動面から浮いてしまうことが起こり得る。そして、浮いたコロを転動面に押し付けようとする、振動体ケース 120 の姿勢が変わってしまうことになる。これに対して、押さえコロ 104r および押さえバネ 232s を省略することができれば、このような問題を発生させることなく、振動体ケース 120 を安定して位置決めすることが可能となる。

【0069】

また、本実施例の圧電モーター 10 では、本体部 100 を X 方向に付勢する加圧バネ 222s が、本体部 100 の側方（本体部 100 に対して Y 方向）に設けられている（図 1 あるいは図 4 を参照）。本体部 100 は X 方向に長く形成されることが多いから、こうすることで X 方向への長さを抑制することができ、圧電モーター 10 をより一層小型化することが可能となる。

10

【0070】

D. 変形例 :

上述した本実施例の圧電モーター 10 には、種々の変形例が存在する。以下では、これらの変形例について簡単に説明する。尚、以下の変形例では、上述した本実施例の圧電モーター 10 と異なる部分に焦点を当てて説明し、本実施例の圧電モーター 10 と同様な構成については、同じ番号を付すこととして説明を省略する。

【0071】

図 12 は、第 1 変形例の圧電モーター 20 の構造を示す断面図である。図 4 に示した本実施例の圧電モーター 10 では、前側コロ 102r および後側コロ 106r が振動体ケース 120 側に設けられていた。これに対して図 12 に示す第 1 変形例の圧電モーター 20 では、前側コロ 102r および後側コロ 106r が第 2 側壁ブロック 220 の側に設けられている。こうすれば、本体部 100 の重量を小さくすることができるので、本体部 100 が X 方向に摺動し易くすることができる。

20

【0072】

図 13 は、第 2 変形例の圧電モーター 30 の構造を示す断面図である。第 2 変形例の圧電モーター 30 では、第 2 側壁ブロック 320 からガイドポール 320g が立設されており、このガイドポール 320g によって本体部 100 の摺動がガイドされるようになっている。こうすれば、圧電モーター 30 の構造をより簡単にする事ができる。

30

【0073】

図 14 は、第 3 変形例の圧電モーター 40 の構造を示す断面図である。第 3 変形例の圧電モーター 40 では、加圧バネ 418s が本体部 100 に対して斜めに設けられている。こうすれば、1つの加圧バネ 418s で、本体部 100 を対象物に押しつけながら、同時に本体部 100 を第 2 側壁ブロック 420 に押しつけることができる。このため、図 14 に示したように、加圧バネ 418s が後方側圧バネ 216s を兼ねることが可能となり、圧電モーター 40 を、より一層小型化することが可能となる。もちろん、後方側圧バネ 216s だけでなく、前方側圧バネ 212s も加圧バネ 418s で兼ねるようにすれば、図 14 に示した状態から更に前方側圧バネ 212s も省略することができるので、更に、圧電モーター 40 を小型化することも可能となる。

40

【0074】

図 15 は、第 4 変形例の圧電モーター 50 の構造を示す断面図である。第 4 変形例の圧電モーター 50 では、加圧バネ 518s が、本体部 100 に対して、前方側圧バネ 212s および後方側圧バネ 216s と同じ側に設けられている。また、このことに伴って、本実施例の圧電モーター 10 に設けられていた押さえコロ 104r や押さえバネ 232s は省略されている。こうすれば、第 2 側壁ブロック 520 の構造が簡単になるので、圧電モーター 50 をより一層小型化することができる。また、本体部 100 の Z 方向（図 15 では、紙面に垂直な方向）への動きは、前方側圧バネ 212s および後方側圧バネ 216s によって規制されているので、押さえコロ 104r および押さえバネ 232s を省略しても問題が生じることはない。

50

【 0 0 7 5 】

E . 適用例 :

上述した本実施例の圧電モーター 1 0 あるいは各種変形例の圧電モーター 2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 は、小型で対象物を精度良く駆動することができるから、以下のような装置の駆動装置として好適に組み込むことができる。

【 0 0 7 6 】

図 1 6 は、本実施例の圧電モーター 1 0 を組み込んで構成された電子部品検査装置 6 0 0 を例示した斜視図である。図示した電子部品検査装置 6 0 0 は、大まかには基台 6 1 0 と、基台 6 1 0 の側面に立設された支持台 6 3 0 とを備えている。基台 6 1 0 の上面には、検査対象の電子部品 1 が載置されて搬送される上流側ステージ 6 1 2 u と、検査済みの電子部品 1 が載置されて搬送される下流側ステージ 6 1 2 d とが設けられている。また、上流側ステージ 6 1 2 u と下流側ステージ 6 1 2 d との間には、電子部品 1 の姿勢を確認するための撮像装置 6 1 4 と、電気的な特性を検査するために電子部品 1 がセットされる検査台 6 1 6 とが設けられている。尚、電子部品 1 の代表的なものとしては、「半導体」や、「CLD や OLED などの表示デバイス」、「水晶デバイス」、「各種センサー」、「インクジェットヘッド」、「各種 MEMS デバイス」などが挙げられる。また、本実施例の検査台 6 1 6 は、本発明の「検査ソケット」に対応する。

10

【 0 0 7 7 】

また、支持台 6 3 0 には、基台 6 1 0 の上流側ステージ 6 1 2 u および下流側ステージ 6 1 2 d と平行な方向 (Y 方向) に移動可能に Y ステージ 6 3 2 が設けられており、 Y ステージ 6 3 2 からは、基台 6 1 0 に向かう方向 (X 方向) に腕部 6 3 4 が延設されている。また、腕部 6 3 4 の側面には、 X 方向に移動可能に X ステージ 6 3 6 が設けられている。そして、 X ステージ 6 3 6 には、撮像カメラ 6 3 8 と、上下方向 (Z 方向) に移動可能な Z ステージを内蔵した把持装置 6 5 0 が設けられている。また、把持装置 6 5 0 の先端には、電子部品 1 を把持する把持部 6 5 2 が設けられている。更に、基台 6 1 0 の前面側には、電子部品検査装置 6 0 0 の全体の動作を制御する制御装置 6 1 8 も設けられている。尚、本実施例では、支持台 6 3 0 に設けられた Y ステージ 6 3 2 や、腕部 6 3 4 や、 X ステージ 6 3 6 や、把持装置 6 5 0 が、本発明の「電子部品搬送装置」に対応する。また、本実施例では、 X ステージ 6 3 6 、 Y ステージ 6 3 2 、 および把持装置 6 5 0 に内蔵された Z ステージが、本発明の「移動装置」に対応する。更に、本実施例の制御装置 6 1 8 は、本発明の「第 1 制御部」、「第 2 制御部」、「第 3 制御部」に対応する。

20

30

【 0 0 7 8 】

以上のような構成を有する電子部品検査装置 6 0 0 は、次のようにして電子部品 1 の検査を行う。まず、検査対象の電子部品 1 は、上流側ステージ 6 1 2 u に載せられて、検査台 6 1 6 の近くまで移動する。次に、 Y ステージ 6 3 2 および X ステージ 6 3 6 を動かして、上流側ステージ 6 1 2 u に載置された電子部品 1 の真上の位置まで把持装置 6 5 0 を移動させる。このとき、撮像カメラ 6 3 8 を用いて電子部品 1 の位置を確認することができる。そして、把持装置 6 5 0 内に内蔵された Z ステージを用いて把持装置 6 5 0 を降下させて、把持部 6 5 2 で電子部品 1 を把持すると、そのまま把持装置 6 5 0 を撮像装置 6 1 4 の上に移動させて、撮像装置 6 1 4 を用いて電子部品 1 の姿勢を確認する。続いて、把持装置 6 5 0 に内蔵されている微調整機構を用いて電子部品 1 の姿勢を調整する。そして、把持装置 6 5 0 を検査台 6 1 6 の上まで移動させた後、把持装置 6 5 0 に内蔵された Z ステージを動かして電子部品 1 を検査台 6 1 6 の上にセットする。把持装置 6 5 0 内の微調整機構を用いて電子部品 1 の姿勢が調整されているので、検査台 6 1 6 の正しい位置に電子部品 1 をセットすることができる。そして、検査台 6 1 6 を用いて電子部品 1 の電気的な特性の検査が終了したら、再び、今度は検査台 6 1 6 から電子部品 1 を取り上げた後、 Y ステージ 6 3 2 および X ステージ 6 3 6 を動かして、下流側ステージ 6 1 2 d の上まで把持装置 6 5 0 を移動させ、下流側ステージ 6 1 2 d に電子部品 1 を置く。その後、下流側ステージ 6 1 2 d を動かして、検査が終了した電子部品 1 を所定位置まで搬送する。

40

50

【 0 0 7 9 】

図 1 7 は、把持装置 6 5 0 に内蔵された微調整機構についての説明図である。図示されるように把持装置 6 5 0 内には、把持部 6 5 2 に接続された回転軸 6 5 4 や、回転軸 6 5 4 が回転可能に取り付けられた微調整プレート 6 5 6 などが設けられている。また、微調整プレート 6 5 6 は、図示しないガイド機構によってガイドされながら、X 方向および Y 方向に移動可能となっている。

【 0 0 8 0 】

ここで、図 1 7 に斜線を付して示されるように、回転軸 6 5 4 の端面に向けて回転方向用の圧電モーター 1 0 が搭載されており、圧電モーター 1 0 の駆動凸部（図示は省略）が回転軸 6 5 4 の端面に押しつけられている。このため、圧電モーター 1 0 を動作させることによって、回転軸 6 5 4（および把持部 6 5 2）を X 方向に任意の角度だけ精度良く回転させることが可能となっている。また、微調整プレート 6 5 6 に向けて X 方向用の圧電モーター 1 0 x と、Y 方向用の圧電モーター 1 0 y とが設けられており、それぞれの駆動凸部（図示は省略）が微調整プレート 6 5 6 の表面に押しつけられている。このため、圧電モーター 1 0 x を動作させることによって、微調整プレート 6 5 6（および把持部 6 5 2）を X 方向に任意の距離だけ精度良く移動させることができ、同様に、圧電モーター 1 0 y を動作させることによって、微調整プレート 6 5 6（および把持部 6 5 2）を Y 方向に任意の距離だけ精度良く移動させることが可能となっている。従って、図 1 6 の電子部品検査装置 6 0 0 は、圧電モーター 1 0、圧電モーター 1 0 x、圧電モーター 1 0 y を動作させることにより、把持部 6 5 2 で把持した電子部品 1 の姿勢を微調整することが可能である。尚、本実施例では、圧電モーター 1 0 x、圧電モーター 1 0 y がそれぞれ本発明の「第 1 の圧電モーター」、「第 2 の圧電モーター」に対応し、圧電モーター 1 0 が本発明の「第 3 の圧電モーター」に対応する。また、回転軸 6 5 4 や、微調整プレート 6 5 6、圧電モーター 1 0、圧電モーター 1 0 x、圧電モーター 1 0 y によって構成される微調整機構が、本発明の「駆動装置」に対応する。

【 0 0 8 1 】

図 1 8 は、本実施例の圧電モーター 1 0 を組み込んだ印刷装置 7 0 0 を例示した斜視図である。図示した印刷装置 7 0 0 は、印刷媒体 2 の表面にインクを噴射して画像を印刷するいわゆるインクジェットプリンターである。印刷装置 7 0 0 は、略箱形の外觀形状をしており、前面のほぼ中央には排紙トレイ 7 0 1 や、排出口 7 0 2 や、複数の操作ボタン 7 0 5 が設けられている。また、背面側には供給トレイ 7 0 3 が設けられている。供給トレイ 7 0 3 に印刷媒体 2 をセットして操作ボタン 7 0 5 を操作すると、供給トレイ 7 0 3 から印刷媒体 2 が吸い込まれて、印刷装置 7 0 0 の内部で印刷媒体 2 の表面に画像が印刷された後、排出口 7 0 2 から排出される。

【 0 0 8 2 】

印刷装置 7 0 0 の内部には、印刷媒体 2 上で主走査方向に往復動するキャリッジ 7 2 0 と、キャリッジ 7 2 0 の主走査方向への動きをガイドするガイドレール 7 1 0 が設けられている。また、図示したキャリッジ 7 2 0 は、印刷媒体 2 上にインクを噴射する噴射ヘッド 7 2 2 や、キャリッジ 7 2 0 を主走査方向に駆動するための駆動部 7 2 4 などから構成されている。噴射ヘッド 7 2 2 の底面側（印刷媒体 2 に向いた側）には、複数の噴射ノズルが設けられており、噴射ノズルから印刷媒体 2 に向かってインクを噴射することができる。また、駆動部 7 2 4 には、圧電モーター 1 0 m、1 0 s が搭載されている。圧電モーター 1 0 m の駆動凸部（図示は省略）はガイドレール 7 1 0 に押しつけられている。このため、圧電モーター 1 0 m を動作させることで、キャリッジ 7 2 0 を主走査方向に移動させることができる。また、圧電モーター 1 0 s の駆動凸部 1 1 4 は、噴射ヘッド 7 2 2 に対して押しつけられている。このため、圧電モーター 1 0 s を動作させることで、噴射ヘッド 7 2 2 の底面側を印刷媒体 2 に近付れたり、印刷媒体 2 から遠ざけたりすることが可能である。また、印刷媒体 2 として、いわゆるロール紙を用いる印刷装置 7 0 0 では、画像を印刷したロール紙を切断する機構が必要となる。このような場合には、キャリッジ 7 2 0 にカッターを取り付けて主走査方向に移動させれば、ロール紙を切断することも可能

である。

【 0 0 8 3 】

図 19 は、本実施例の圧電モーター 10 を組み込んだロボットハンド 800 を例示した説明図である。図示したロボットハンド 800 は、基台 802 から複数本の指部 803 が立設されており、手首 804 を介してアーム 810 に接続されている。ここで、指部 803 の根元の部分は基台 802 内で移動可能となっており、この指部 803 の根元の部分に駆動凸部 114 を押しつけた状態で圧電モーター 10 f が搭載されている。このため、圧電モーター 10 f を動作させることで、指部 803 を移動させて対象物を把持することができる。また、手首 804 の部分にも、手首 804 の端面に駆動凸部 114 を押しつけた状態で圧電モーター 10 r が搭載されている。このため、圧電モーター 10 r を動作させることで、基台 802 全体を回転させることが可能である。

10

【 0 0 8 4 】

図 20 は、ロボットハンド 800 を備えたロボット 850 を例示した説明図である。図示されるようにロボット 850 は、複数本のアーム 810 と、それらアーム 810 の間を屈曲可能な状態で接続する関節部 820 とを備えている。また、ロボットハンド 800 はアーム 810 の先端に接続されている。そして、関節部 820 には、関節部 820 を屈曲させるためのアクチュエーターとして圧電モーター 10 j が内蔵されている。このため、圧電モーター 10 j を動作させることにより、それぞれの関節部 820 を任意の角度だけ屈曲させることが可能である。

20

【 0 0 8 5 】

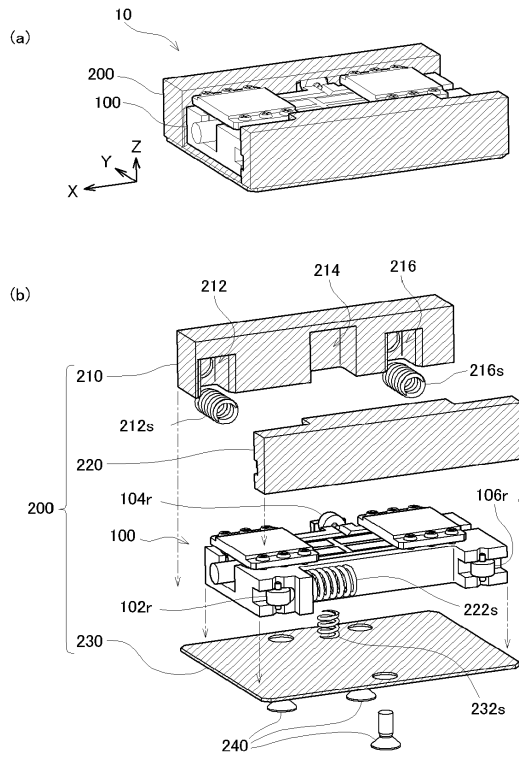
以上、本発明の圧電モーターや、圧電モーターを搭載した各種装置について説明したが、本発明は上記の実施例や、変形例、適用例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施することが可能である。

【 符号の説明 】

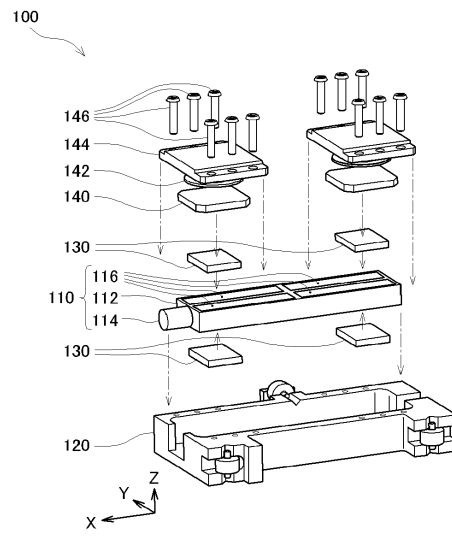
【 0 0 8 6 】

10 ... 圧電モーター、	100 ... 本体部、	102 r ... 前側コ口、	
102 t ... コ口溝、	104 r ... 押さえコ口、	106 r ... 後側コ口、	
110 ... 振動部、	112 ... 振動体、	114 ... 駆動凸部、	
116 ... 表電極、	120 ... 振動体ケース、	122 t ... 凹部、	
122 u ... 凸部、	130 ... 緩衝部材、	140 ... 押さえ板、	30
142 ... 皿パネ、	144 ... 押さえ蓋、	146 ... 止めネジ、	
200 ... 基台部、	210 ... 第 1 側壁ブロック、	212 ... 前方ハウジング、	
212 s ... 前方側圧パネ、	212 t ... 凹部、	212 u ... 凸部、	
214 ... 中央ハウジング、	216 ... 後方ハウジング、		
216 s ... 後方側圧パネ、	216 t ... 凹部、	216 u ... 凸部、	
220 ... 第 2 側壁ブロック、	222 s ... 加圧パネ、	230 ... 基板、	
232 s ... 押さえパネ、	240 ... 止めネジ、	320 ... 第 2 側壁ブロック、	
320 g ... ガイドポール、	418 s ... 加圧パネ、	420 ... 第 2 側壁ブロック、	
518 s ... 加圧パネ、	520 ... 第 2 側壁ブロック、	600 ... 電子部品検査装置、	
610 ... 基台、	612 d ... 下流側ステージ、	612 u ... 上流側ステージ、	40
614 ... 撮像装置、	616 ... 検査台、	618 ... 制御装置、	
630 ... 支持台、	634 ... 腕部、	638 ... 撮像カメラ、	
650 ... 把持装置、	652 ... 把持部、	654 ... 回転軸、	
656 ... 微調整プレート、	700 ... 印刷装置、	701 ... 排紙トレイ、	
702 ... 排出口、	703 ... 供給トレイ、	705 ... 操作ボタン、	
710 ... ガイドレール、	720 ... キャリッジ、	722 ... 噴射ヘッド、	
724 ... 駆動部、	800 ... ロボットハンド、	802 ... 基台、	
803 ... 指部、	804 ... 手首、	810 ... アーム、	
820 ... 関節部、	850 ... ロボット		

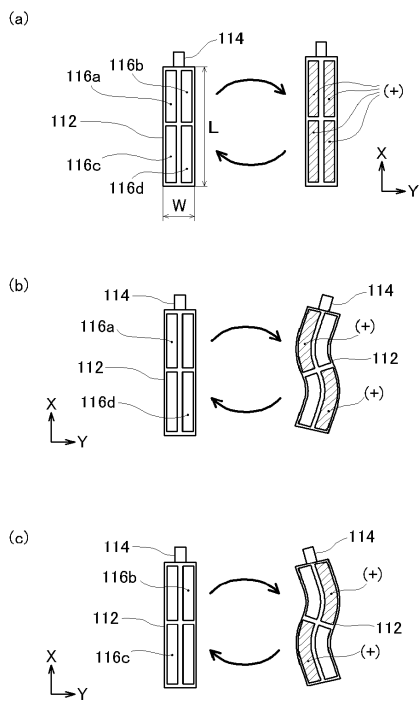
【 図 1 】



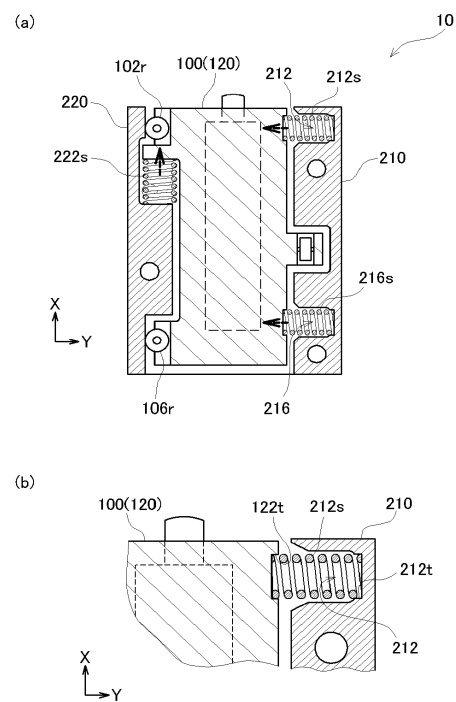
【 図 2 】



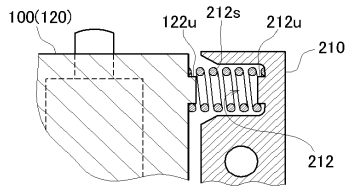
【 図 3 】



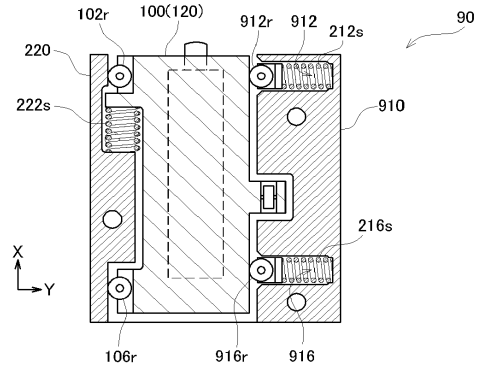
【 図 4 】



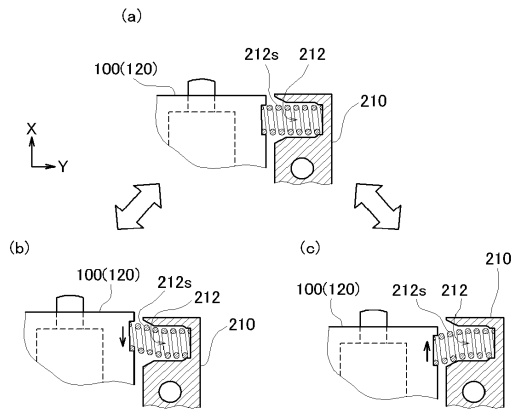
【 図 5 】



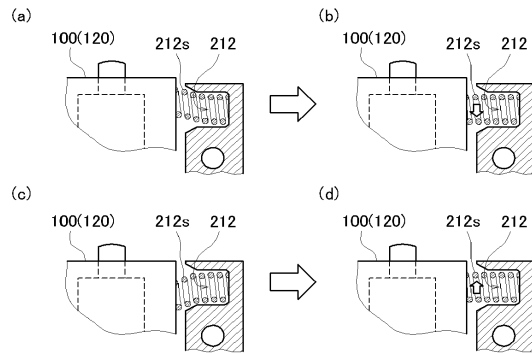
【 図 7 】



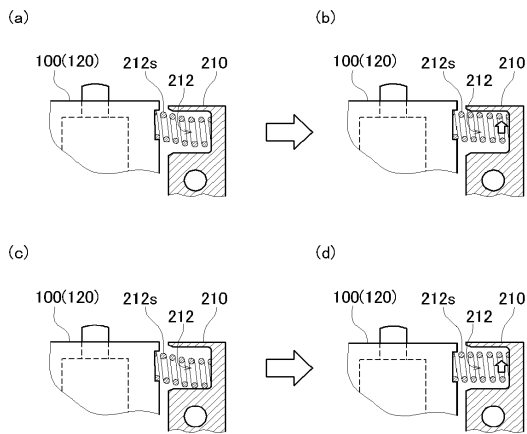
【 図 6 】



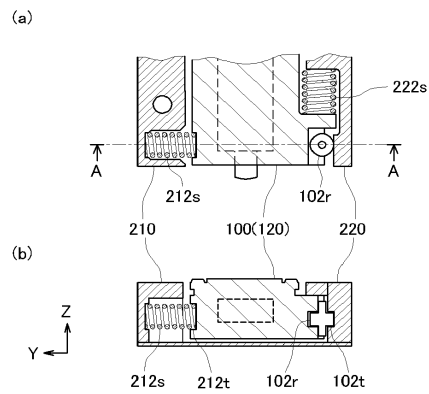
【 図 8 】



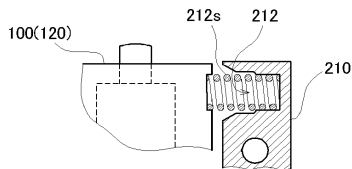
【 図 9 】



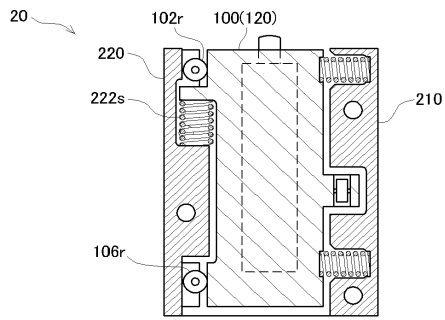
【 図 1 1 】



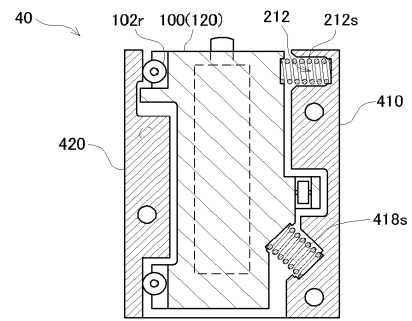
【 図 1 0 】



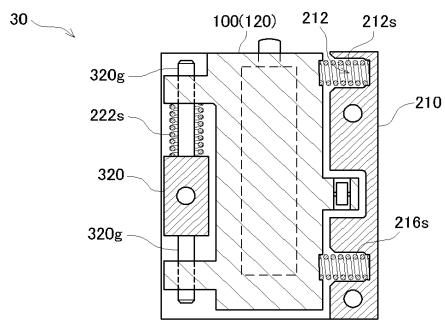
【図12】



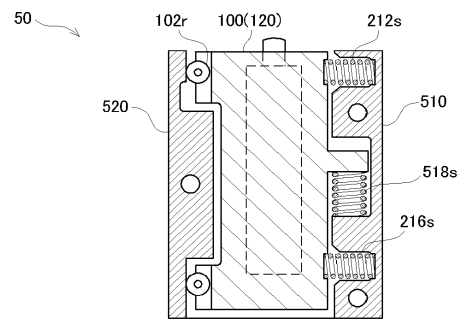
【図14】



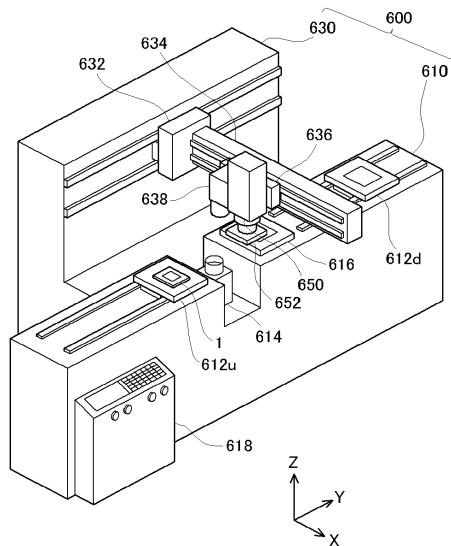
【図13】



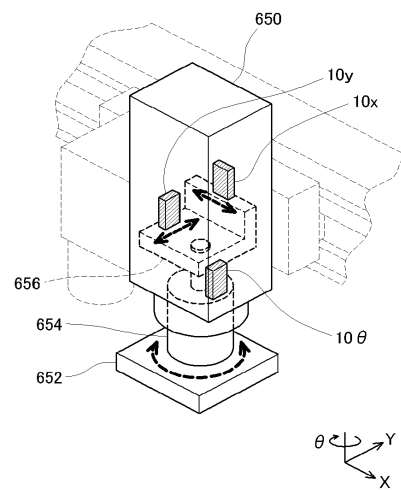
【図15】



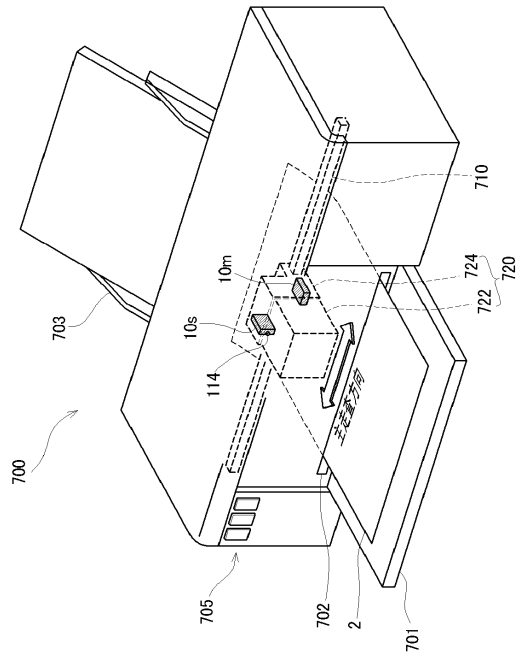
【図16】



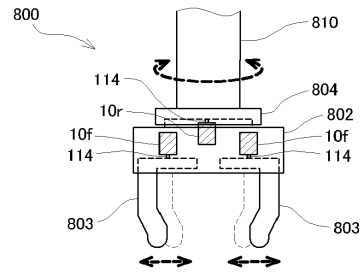
【図17】



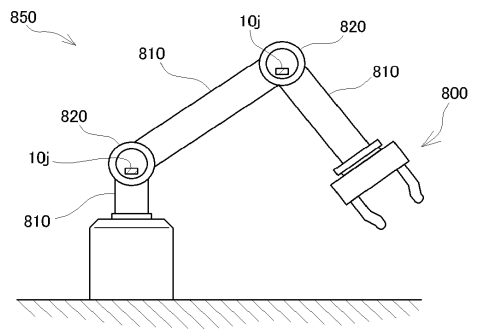
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-033788(JP,A)
特開平09-254072(JP,A)
特開2006-095869(JP,A)
特開2011-160633(JP,A)
特開2005-081538(JP,A)
特開2010-122202(JP,A)
特開2011-180156(JP,A)
特開2008-300598(JP,A)
特開平10-279260(JP,A)
特開2008-167594(JP,A)
特開2009-136939(JP,A)
特開平11-206152(JP,A)
特開2011-107011(JP,A)
特開昭61-048703(JP,A)
特開2010-172079(JP,A)
特開平11-346486(JP,A)
特開2007-306800(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0091213(US,A1)
特開2007-135353(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0285664(US,A1)
米国特許出願公開第2008/0211351(US,A1)
特開2008-187756(JP,A)
特開2008-187757(JP,A)
特開2006-337052(JP,A)
特開2010-156575(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 2/00
B25J 15/08