

(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2008-72803

(P2008-72803A)

(43) 公開日 平成20年3月27日(2008.3.27)

(51) Int.Cl.
H02N 2/00 (2006.01)

F I
H02N 2/00

テーマコード(参考)
5H680

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-247784 (P2006-247784)
(22) 出願日 平成18年9月13日(2006.9.13)

(71) 出願人 000003218
株式会社豊田自動織機
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(74) 代理人 100110423
弁理士 曾我 道治
(74) 代理人 100084010
弁理士 古川 秀利
(74) 代理人 100094695
弁理士 鈴木 憲七
(74) 代理人 100111648
弁理士 梶並 順
(72) 発明者 岩田 来
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
社豊田自動織機内

最終頁に続く

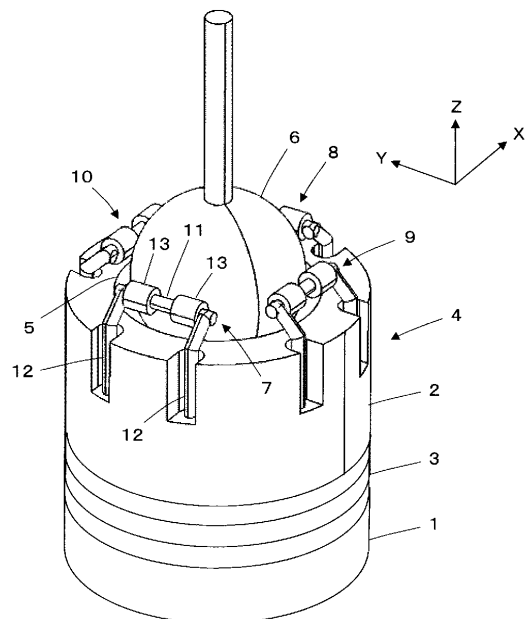
(54) 【発明の名称】 多自由度アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】回転子を安定して移動させることができる多自由度アクチュエータを提供する。

【解決手段】それぞれY軸の回りにのみ回転可能なローラ13を有する第1の予圧部7および8と、それぞれX軸の回りにのみ回転可能なローラ13を有する第2の予圧部9および10とにより、回転子6に固定子2に対する予圧が付与されている。振動子3により固定子2に超音波振動を発生させて回転子6をY軸回りに回転させると、回転子6の表面に圧接されている第1の予圧部7および8のローラ13が回転子6の回転運動に従動してそれぞれ軸部材11の回りを回転する。このため、回転子6の予圧が不均一であっても、回転子6の回転方向にずれが生じにくく、回転子6は第1の予圧部7および8のローラ13によりY軸回りに安定して回転する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予圧手段により略球体状の回転子を固定子に圧接した状態で前記固定子に超音波振動を発生させることにより前記回転子を少なくとも 2 軸の回りにそれぞれ回転させる多自由度アクチュエータにおいて、

前記予圧手段は、前記回転子の表面に対して互いに異なる位置に配置された 3 つ以上の予圧部を備え、

前記 3 つ以上の予圧部のうち少なくとも 2 つの予圧部は、それぞれ前記回転子の表面に接触し且つ所定の 1 軸の回りにのみ回転可能なローラを有し、前記少なくとも 2 つの予圧部における前記所定の軸は互いに異なる方向を向いていることを特徴とする多自由度アクチュエータ。

10

【請求項 2】

前記少なくとも 2 つの予圧部は、所定の第 1 軸の回りにのみ回転可能なローラを有する第 1 の予圧部と、前記第 1 軸に直交する所定の第 2 軸の回りにのみ回転可能なローラを有する第 2 の予圧部とを含む請求項 1 に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 3】

前記予圧手段は、前記回転子に対して互に対称の位置に配置された一对の前記第 1 の予圧部と、前記回転子に対して前記第 1 の予圧部とは直交する位置で且つ前記回転子に対して互に対称の位置に配置された一对の前記第 2 の予圧部とを備えている請求項 2 に記載の多自由度アクチュエータ。

20

【請求項 4】

前記予圧手段は、少なくとも前記第 1 軸および前記第 2 軸を含む多軸の回りに回転可能で且つ前記回転子の表面に接触する球状部材を有する第 3 の予圧部をさらに備えた請求項 2 に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 5】

前記回転子は、前記第 1 軸と平行な軸の回りの回転運動と前記第 2 軸と平行な軸の回りの回転運動とをそれぞれ独立して行わせることにより回転制御される請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 6】

前記予圧手段は、各予圧部をそれぞれ前記固定子に対して支持するための支持部材を有する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の多自由度アクチュエータ。

30

【請求項 7】

前記固定子を収容するケーシングをさらに備え、

前記予圧手段は、各予圧部をそれぞれ前記ケーシングに対して支持するための支持部材を有する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 8】

前記支持部材は、前記回転子を前記固定子に対して押圧する方向に弾性を有する請求項 6 または 7 に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 9】

前記ローラは、前記所定の軸の回りに回転可能な一または複数の回転部材を有する請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の多自由度アクチュエータ。

40

【請求項 10】

前記回転部材は、その外周面上に互いに平行に軸方向に延びる複数のスリットを有する請求項 9 に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 11】

前記回転部材は、少なくとも外周部が弾性体から形成されている請求項 9 または 10 に記載の多自由度アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

この発明は、多自由度アクチュエータに係り、特に球体状の回転子を複数の軸回りに安定して回転させるアクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、超音波振動を利用して回転子を回転させる超音波アクチュエータが提案され、実用化されている。この超音波アクチュエータは、圧電素子を用いて固定子の表面に楕円運動または進行波を発生させ、固定子に回転子を加圧接触させることによりこれら両者間の摩擦力を介して回転子を移動させるものである。

例えば、特許文献1には、ベアリングを介して複数の弾性体で回転子に予圧をかけることにより回転子を固定子に加圧接触させ、この状態で互いに重ね合わされた複数の圧電素子板に駆動電圧を印加して固定子に超音波振動を発生させることで回転子を回転させるアクチュエータが開示されている。ここで予圧とは、少なくとも圧電素子に通電しない状態で回転子を固定子に押しつける圧力のことをいう。

【0003】

【特許文献1】特開2004-312810号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、回転子と固定子の接触部位の公差等に起因して回転子に加えられる予圧が不均一になると、固定子に所望の超音波振動を発生させても、固定子から回転子に伝達される回転力に誤差を生じ、回転子が安定して移動することができなくなるという問題点があった。

この発明はこのような問題点を解消するためになされたもので、回転子を安定して移動させることができる多自由度アクチュエータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この発明に係る多自由度アクチュエータは、予圧手段により略球体状の回転子を固定子に圧接した状態で前記固定子に超音波振動を発生させることにより前記回転子を少なくとも2軸の回りにそれぞれ回転させる多自由度アクチュエータにおいて、予圧手段が回転子の表面に対して互いに異なる位置に配置された3つ以上の予圧部を備え、これら3つ以上の予圧部のうち少なくとも2つの予圧部はそれぞれ回転子の表面に接触し且つ所定の1軸の回りにのみ回転可能なローラを有し、前記少なくとも2つの予圧部における所定の軸は互いに異なる方向を向いたものである。

【0006】

この多自由度アクチュエータにおいては、少なくとも2つの予圧部に配設されたローラがそれぞれ回転子の表面に接触し、回転子の動きに従動してそれぞれ所定の軸の回りに回転する。このローラの回転により、回転子の回転方向が規制される。すなわち、回転子を、一つの予圧部のローラの回転軸と平行な軸の回りに回転させたときに、予圧が不均一なために回転子の回転方向にずれが生じようとしても、回転子の回転に伴って当該予圧部のローラが所定の軸によって決定される回転方向に回転するため、このローラが接触する回転子もローラの回転軸と平行な軸の回りに回転することとなる。なお、このとき、他の予圧部においては、回転子の回転方向がその予圧部の所定の軸により決定されるローラの回転方向と異なるため、ローラと回転子の表面との間でスリップが生じている。

【0007】

なお、少なくとも2つの予圧部は、所定の第1軸の回りにのみ回転可能なローラを有する第1の予圧部と、第1軸に直交する所定の第2軸の回りにのみ回転可能なローラを有する第2の予圧部とを含むことができる。具体的には、予圧手段が、回転子に対して互に対称の位置に配置された一对の第1の予圧部と、回転子に対して第1の予圧部とは直交する位置で且つ回転子に対して互に対称の位置に配置された一对の第2の予圧部とを備えるように構成することができる。あるいは、予圧手段が、少なくとも第1軸および第2軸

10

20

30

40

50

を含む多軸の回りに回転可能で且つ回転子の表面に接触する球状部材を有する第3の予圧部をさらに備えるように構成してもよい。

回転子に、第1軸と平行な軸の回りの回転運動と第2軸と平行な軸の回りの回転運動とをそれぞれ独立して行わせることによって、回転子の回転制御を行うことができる。

【0008】

予圧手段が、各予圧部をそれぞれ固定子に対して支持するための支持部材を有していてもよい。あるいは、固定子を収容するケーシングをさらに備え、予圧手段が、各予圧部をそれぞれケーシングに対して支持するための支持部材を有していてもよい。ここで、支持部材は、回転子を固定子に対して押圧する方向に弾性を有することが好ましい。

また、ローラとして、所定の軸の回りに回転可能な一または複数の回転部材を有するものを用いることができる。さらに、回転部材が、その外周面上に互いに平行に軸方向に延びる複数のスリットを有していてもよい。また、回転部材は、少なくとも外周部が弾性体から形成することができる。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、回転子を安定して移動させることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

実施の形態1

図1に、この発明の実施の形態1に係る多自由度アクチュエータを示す。基部ブロック1と固定子2との間に振動子3が挟持されており、これらによりほぼ円柱状の外形を有する本体部4が形成されている。固定子2には、振動子3に接する面とは反対側に凹部5が形成されており、この凹部5内に略球体状の回転子6のほぼ下半部が収容されている。

固定子2の上方には、回転子6に対して互に対称の位置に配置された一对の第1の予圧部7および8と、同様に、回転子6に対して互に対称の位置に配置された一对の第2の予圧部9および10とが配置されている。第1の予圧部7および8を結ぶ方向と第2の予圧部9および10を結ぶ方向が直交するように、第1の予圧部7および8と第2の予圧部9および10は配置されている。

【0011】

各予圧部7～10は、固定子2の上端面と平行に延びる軸部材11と、この軸部材11の両端をそれぞれ固定子2に支持する一对の棒状の支持部材12と、軸部材11の回りに回転可能に取り付けられたローラ13とを有している。ローラ13は、2つの円筒状の回転部材からなり、これら双方の回転部材がそれぞれ回転子6の表面に接触している。

ここで、説明の便宜上、一对の第1の予圧部7および8を結ぶ方向をX軸と規定し、一对の第2の予圧部9および10を結ぶ方向をY軸と規定し、基部ブロック1から固定子2へと向かう円柱状の本体部4の中心軸をZ軸と規定するものとする。

すなわち、第1の予圧部7および8のローラ13はそれぞれY軸（第1軸）の回りにのみ回転可能であり、第2の予圧部9および10のローラ13はそれぞれX軸（第2軸）の回りにのみ回転可能である。

【0012】

図2に示されるように、基部ブロック1と固定子2とが振動子3内に通された連結ボルト14を介して互いに連結されている。

固定子2の凹部5は、回転子6の直径より小さな内径を有する小径部15と、回転子6の直径より大きな内径を有する大径部16とからなり、これら小径部15及び大径部16との境界部にXY平面上に位置する環状の段差17が形成されている。回転子6はこの凹部5内の段差17に当接した状態で回転可能に支持されている。

各予圧部7～10において軸部材11を支持する支持部材12は弾性を有しており、これによりローラ13が回転子6に力Fで圧接され、この力FのZ軸方向の成分により回転子6に固定子2に対する予圧が付与されている。

10

20

30

40

50

なお、基部ブロック 1 および固定子 2 はそれぞれ例えばジェラルミンから形成され、回転子 6 としては鋼球が用いられる。

【 0 0 1 3 】

振動子 3 は、固定子 2 に超音波振動を発生させて回転子 6 を X、Y、Z の 3 軸の回りにそれぞれ回転させるためのものであり、それぞれ X Y 平面上に位置し且つ互いに重ね合わされた平板状の第 1 ~ 第 3 の圧電素子部 3 1 ~ 3 3 を有している。これら第 1 ~ 第 3 の圧電素子部 3 1 ~ 3 3 がそれぞれ駆動回路 1 8 に電氣的に接続されている。

具体的には、図 3 に示されるように、第 1 の圧電素子部 3 1 は、それぞれ円板形状を有する電極板 3 1 a、圧電素子板 3 1 b、電極板 3 1 c、圧電素子板 3 1 d 及び電極板 3 1 e が順次重ね合わされた構造を有している。同様に、第 2 の圧電素子部 3 2 は、それぞれ円板形状を有する電極板 3 2 a、圧電素子板 3 2 b、電極板 3 2 c、圧電素子板 3 2 d 及び電極板 3 2 e が順次重ね合わされた構造を有し、第 3 の圧電素子部 3 3 は、それぞれ円板形状を有する電極板 3 3 a、圧電素子板 3 3 b、電極板 3 3 c、圧電素子板 3 3 d 及び電極板 3 3 e が順次重ね合わされた構造を有している。これらの圧電素子部 3 1 ~ 3 3 が絶縁シート 3 4 ~ 3 7 を介して固定子 2 及び基部ブロック 1 から、また互いに絶縁された状態で配置されている。

【 0 0 1 4 】

図 4 に示されるように、第 1 の圧電素子部 3 1 の一対の圧電素子板 3 1 b 及び 3 1 d は、Y 軸方向に 2 分割された部分が互いに逆極性を有してそれぞれ Z 軸方向（厚み方向）に膨張と収縮の反対の変形挙動を行うように分極されており、圧電素子板 3 1 b と圧電素子板 3 1 d は互いに裏返しに配置されている。

第 2 の圧電素子部 3 2 の一対の圧電素子板 3 2 b 及び 3 2 d は、2 分割されることなく全体が Z 軸方向（厚み方向）に膨張あるいは収縮の変形挙動を行うように分極されており、圧電素子板 3 2 b と圧電素子板 3 2 d は互いに裏返しに配置されている。

第 3 の圧電素子部 3 3 の一対の圧電素子板 3 3 b 及び 3 3 d は、X 軸方向に 2 分割された部分が互いに逆極性を有してそれぞれ Z 軸方向（厚み方向）に膨張と収縮の反対の変形挙動を行うように分極されており、圧電素子板 3 3 b と圧電素子板 3 3 d は互いに裏返しに配置されている。

【 0 0 1 5 】

第 1 の圧電素子部 3 1 の両面部分に配置されている電極板 3 1 a 及び電極板 3 1 e と、第 2 の圧電素子部 3 2 の両面部分に配置されている電極板 3 2 a 及び電極板 3 2 e と、第 3 の圧電素子部 3 3 の両面部分に配置されている電極板 3 3 a 及び電極板 3 3 e がそれぞれ電氣的に接地されている。また、第 1 の圧電素子部 3 1 の一対の圧電素子板 3 1 b 及び 3 1 d の間に配置されている電極板 3 1 c と、第 2 の圧電素子部 3 2 の一対の圧電素子板 3 2 b 及び 3 2 d の間に配置されている電極板 3 2 c と、第 3 の圧電素子部 3 3 の一対の圧電素子板 3 3 b 及び 3 3 d の間に配置されている電極板 3 3 c がそれぞれ駆動回路 1 8 に電氣的に接続されている。

【 0 0 1 6 】

次に、この実施の形態 1 に係る多自由度アクチュエータの動作について説明する。

まず、振動子 3 に対して、第 1 の圧電素子部 3 1 の電極板 3 1 c に固定子 2 の固有振動数に近い周波数の交流電圧を印加すると、第 1 の圧電素子部 3 1 の一対の圧電素子板 3 1 b 及び 3 1 d の 2 分割された部分が Z 軸方向に膨張と収縮を交互に繰り返す、固定子 2 に Y 軸方向のたわみ振動を発生する。同様に、第 2 の圧電素子部 3 2 の電極板 3 2 c に交流電圧を印加すると、第 2 の圧電素子部 3 2 の一対の圧電素子板 3 2 b 及び 3 2 d が Z 軸方向に膨張と収縮を繰り返す、固定子 2 に Z 軸方向の縦振動を発生する。さらに、第 3 の圧電素子部 3 3 の電極板 3 3 c に交流電圧を印加すると、第 3 の圧電素子部 3 3 の一対の圧電素子板 3 3 b 及び 3 3 d の 2 分割された部分が Z 軸方向に膨張と収縮を交互に繰り返す、固定子 2 に X 軸方向のたわみ振動を発生する。

【 0 0 1 7 】

そこで、例えば、駆動回路 1 8 から第 2 の圧電素子部 3 2 の電極板 3 2 c と第 3 の圧電

素子部 3 3 の電極板 3 3 c との双方に位相を 90 度シフトさせた交流電圧をそれぞれ印加すると、X 軸方向のたわみ振動と Z 軸方向の縦振動とが組み合わされて回転子 6 と接触する固定子 2 の段差 1 7 に X Z 面内の楕円振動が発生し、摩擦力を介して回転子 6 が Y 軸回りに回転する。

【0018】

このとき、図 2 に示されるように、回転子 6 が予圧部 7 から予圧部 8 に向かう方向 A に回転するものとする、回転子 6 の表面に圧接されているこれら第 1 の予圧部 7 および 8 の円筒状のローラ 1 3 は、回転子 6 の回転運動に従動してそれぞれ軸部材 1 1 の回りを矢印 B の方向に回転する。これら第 1 の予圧部 7 および 8 のローラ 1 3 は、それぞれ Y 軸方向を向いた軸部材 1 1 の回りにのみ回転可能であり、軸部材 1 1 によってその回転軸が強制的に規制されている。このため、回転子 6 の球状表面および固定子 2 の環状の段差 1 7 の公差、あるいは各予圧部 7 ~ 1 0 の支持部材 1 2 の弾性力の不均一等に起因して固定子 2 の段差 1 7 に対する回転子 6 の予圧が不均一であっても、回転子 6 の回転方向にずれが生じにくく、回転子 6 は第 1 の予圧部 7 および 8 のローラ 1 3 により Y 軸回りに安定して回転することとなる。

10

なお、第 2 の予圧部 9 および 1 0 のローラは X 軸の回りに回転できるものの、Y 軸の回りに回転できないため、上述のように回転子 6 が Y 軸回りに回転する場合には、第 2 の予圧部 9 および 1 0 のローラと回転子 6 の表面との間でスリップが生じている。

【0019】

一方、駆動回路 1 8 から第 1 の圧電素子部 3 1 の電極板 3 1 c と第 2 の圧電素子部 3 2 の電極板 3 2 c との双方に位相を 90 度シフトさせた交流電圧をそれぞれ印加すると、Y 軸方向のたわみ振動と Z 軸方向の縦振動とが組み合わされて回転子 6 と接触する固定子 2 の段差 1 7 に Y Z 面内の楕円振動が発生し、図 5 に示されるように摩擦力を介して回転子 6 が X 軸回りに回転する。

20

【0020】

この場合、回転子 6 の表面に圧接されている第 2 の予圧部 9 および 1 0 の円筒状のローラ 1 3 が、図 5 の矢印で示すように回転子 6 の回転運動に従動してそれぞれ軸部材 1 1 の回りを回転する。これら第 2 の予圧部 9 および 1 0 のローラ 1 3 は、それぞれ X 軸方向を向いた軸部材 1 1 の回りにのみ回転可能であり、軸部材 1 1 によってその回転軸が強制的に規制されている。このため、固定子 2 の段差 1 7 に対する回転子 6 の予圧が不均一であったり、回転子 6 の駆動方向にずれがあっても、回転子 6 の回転方向にずれが生じにくく、回転子 6 は第 2 の予圧部 9 および 1 0 のローラ 1 3 により X 軸回りに安定して回転することとなる。

30

なお、このとき、第 1 の予圧部 7 および 8 のローラ 1 3 は X 軸の回りに回転できないため、第 1 の予圧部 7 および 8 のローラ 1 3 と回転子 6 の表面との間でスリップが生じることとなる。

【0021】

以上のように、Y 軸（第 1 軸）の回りにのみ回転可能な第 1 の予圧部 7 および 8 のローラ 1 3 と X 軸（第 2 軸）の回りにのみ回転可能な第 2 の予圧部 9 および 1 0 のローラ 1 3 を回転子 6 の表面に圧接して予圧をかけることにより、回転子 6 を Y 軸回りおよび X 軸回りにそれぞれ安定して回転させることが可能となる。

40

そこで、図 6 に示されるように、回転子 6 を X 軸方向および Y 軸方向に対して斜め方向に回転させたい場合には、Y 軸回りの回転運動 Y 1、Y 2、Y 3・・・と X 軸回りの回転運動 X 1、X 2、X 3・・・とをそれぞれ独立して順次行わせ、これら Y 軸回りと X 軸回りの回転運動の組み合わせにより斜め方向への回転を実現する。このようにすれば、X 軸方向および Y 軸方向に対して斜め方向にも安定した回転が可能となる。

【0022】

実施の形態 2

図 7 に、この発明の実施の形態 2 に係る多自由度アクチュエータの回転子の平面図を示す。Y 軸（第 1 軸）の回りにのみ回転可能なローラ 1 3 を有する第 1 の予圧部 7 と、X 軸

50

(第2軸)の回りにのみ回転可能なローラ13を有する第2の予圧部9と、第3の予圧部19とが回転子6の表面上に配置されている。すなわち、この実施の形態2は、実施の形態1に係る多自由度アクチュエータにおいて、第1の予圧部8と第2の予圧部10の代わりに第3の予圧部19を用いたものであり、その他の構成は実施の形態1と同様である。

【0023】

図8に示されるように、第3の予圧部19は、少なくともY軸(第1軸)およびX軸(第2軸)を含む多軸の回りに回転可能な球状部材20を有しており、この球状部材20が回転子6の表面に接触するように配置されている。図示していないが、第3の予圧部19は、第1の予圧部7および第2の予圧部9と同様に、弾性を有する支持部材によって固定子2に支持されており、これにより球状部材20が回転子6に圧接され、第1の予圧部7および第2の予圧部9と共に回転子6に固定子2に対する予圧を付与している。

10

【0024】

回転子6がY軸の回りに回転する際には、第1の予圧部7のローラ13が回転子6の回転運動に従動して軸部材11の回りを回転すると共に、第3の予圧部19の球状部材20も回転子6の回転運動に従動してY軸の回りに回転する。このとき、回転子6の予圧が不均一であっても、回転軸が強制的に規制された第1の予圧部7のローラ13により回転子6はY軸回りに安定して回転する。

一方、回転子6がX軸の回りに回転する際には、第2の予圧部9のローラ13が回転子6の回転運動に従動して軸部材11の回りを回転すると共に、第3の予圧部19の球状部材20も回転子6の回転運動に従動してX軸の回りに回転する。このとき、回転子6の予圧が不均一であっても、回転軸が強制的に規制された第2の予圧部9のローラ13により回転子6はX軸回りに安定して回転する。

20

このように、多軸の回りに回転可能な球状部材20を有する第3の予圧部19を用いれば、3つの予圧部7、9および19により実施の形態1と同様の効果を得ることができる。

【0025】

実施の形態3

図9に、この発明の実施の形態3に係る多自由度アクチュエータの構成を示す。基部ブロック21と固定子22との間に振動子23が挟持され、基部ブロック21と固定子22とが振動子23内に通された連結ボルト14を介して互いに連結されている。これら基部ブロック21、固定子22および振動子23が円筒状のケーシング24内に収容され、ケーシング24の上部にそれぞれ支持部材12を介して予圧部7~10が支持されている。固定子22は、振動子3に接する面とは反対側に回転子6の直径より小さな内径を有する凹部25を有し、この凹部25の周縁部に形成された環状の段差26に回転子6が当接して回転可能に支持されている。

30

【0026】

すなわち、この実施の形態3は、基部ブロック21と固定子22と振動子23からなる振動系から独立したケーシング24に対して各予圧部7~10を支持したものである。

このような構成としても、実施の形態1と同様の効果が得られる。

なお、この実施の形態3を実施の形態2に適用し、振動系から独立したケーシング24に対して第1の予圧部8と第2の予圧部10と第3の予圧部19とを支持するように構成してもよい。

40

【0027】

実施の形態4

実施の形態1では、各予圧部7~10のローラ13が軸部材11の回りに回転可能に取り付けられた2つの円筒状の回転部材からなっていたが、図10(a)に示されるように、一つの円筒状の回転部材41を軸部材11の回りに回転可能に取り付けてローラを構成し、この回転部材41を回転子6の表面に圧接させてもよい。

また、図10(b)に示されるように、3つ以上の回転部材、例えば4つの回転部材42~45を軸部材11の回りに回転可能に取り付けてローラを構成し、これら回転部材4

50

2 ~ 4 5 をそれぞれ回転子 6 の表面に圧接させてもよい。回転部材 4 2 ~ 4 5 の外周面を、それぞれ回転子 6 の曲率半径 R に適合する形状にすることができる。

【 0 0 2 8 】

なお、回転部材として、図 1 1 (a) に示されるように、外周面上に互いに平行に軸方向に延びる複数のスリットが形成された回転部材 4 6 を用いることができる。回転子 6 の回転方向によっては、回転部材 4 6 と回転子 6 の表面との間で軸方向にスリップが生じるため、回転部材 4 6 の外周面に軸方向のスリットを形成すれば、スリップしやすくなり、回転子 6 の回転がより安定したものとなる。

また、図 1 1 (b) に示されるように、回転子 6 の表面に沿うように凹状の外周面を有する回転部材 4 7、あるいは図 1 1 (c) に示されるように、球状の外周面を有する回転部材 4 8 を用いることもできる。

これらの回転部材は、少なくとも外周部が、ゴム、ウレタン等の弾性体から形成されることが好ましい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態 1 に係る多自由度アクチュエータを示す斜視図である。

【 図 2 】 実施の形態 1 に係る多自由度アクチュエータを示す断面図である。

【 図 3 】 実施の形態 1 で用いられた振動子の構成を示す部分断面図である。

【 図 4 】 実施の形態 1 で用いられた振動子の 3 対の圧電素子板の分極方向を示す斜視図である。

【 図 5 】 実施の形態 1 において回転子を X 軸回りに回転させる場合の多自由度アクチュエータの部分拡大平面図である。

【 図 6 】 実施の形態 1 において回転子を X 軸および Y 軸に対して斜め方向に回転させる場合の多自由度アクチュエータの部分拡大平面図である。

【 図 7 】 実施の形態 2 に係る多自由度アクチュエータの部分拡大平面図である。

【 図 8 】 実施の形態 2 で用いられる第 3 の予圧部を示す斜視図である。

【 図 9 】 実施の形態 3 に係る多自由度アクチュエータを示す断面図である。

【 図 1 0 】 実施の形態 4 で用いられるローラを示す正面図である。

【 図 1 1 】 実施の形態 4 で用いられるローラの回転部材を示す斜視図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

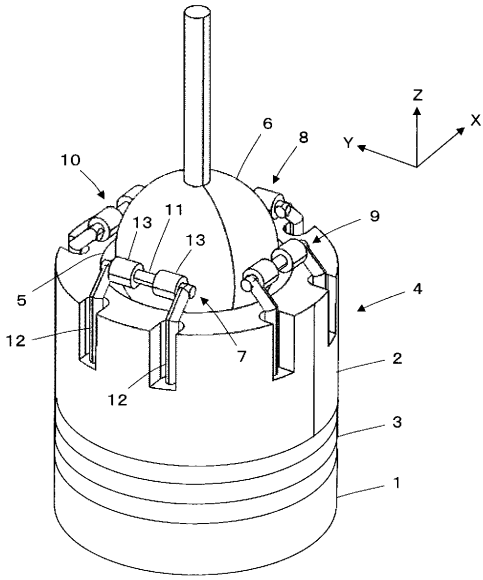
1, 2 1 基部ブロック、2, 2 2 固定子、3, 2 3 振動子、4 本体部、5, 2 5 凹部、6 回転子、7, 8 第 1 の予圧部、9, 1 0 第 2 の予圧部、1 1 軸部材、1 2 支持部材、1 3 ローラ、1 4 連結ボルト、1 5 小径部、1 6 大径部、1 7, 2 6 段差、1 8 駆動回路、1 9 第 3 の予圧部、2 0 球状部材、2 4 ケーシング、3 1 第 1 の圧電素子部、3 2 第 2 の圧電素子部、3 3 第 3 の圧電素子部、4 1 ~ 4 8 回転部材。

10

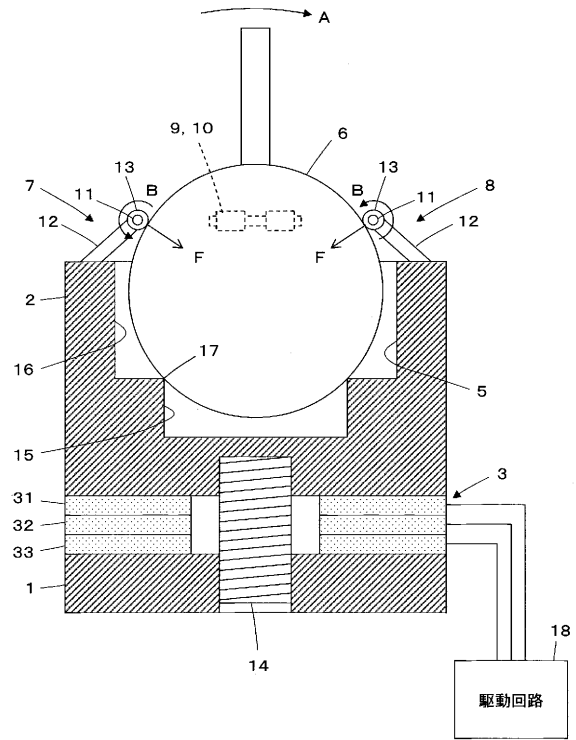
20

30

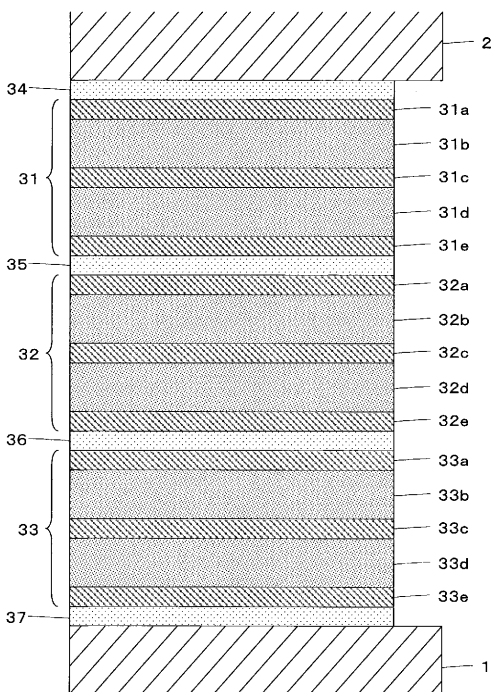
【 図 1 】



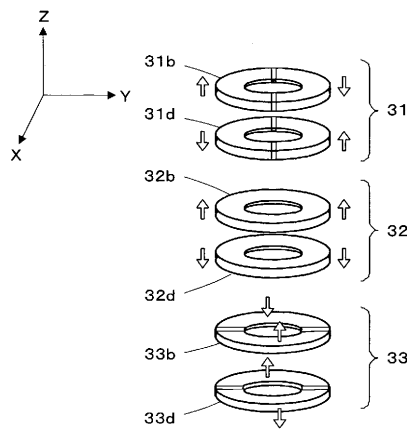
【 図 2 】



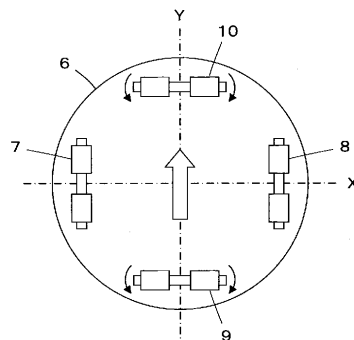
【 図 3 】



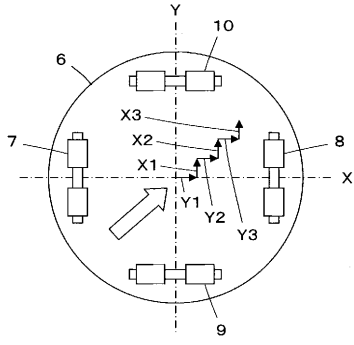
【 図 4 】



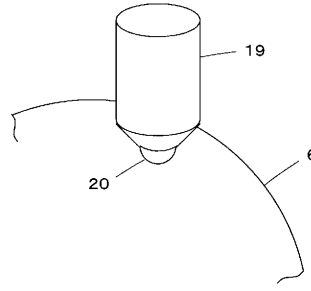
【 図 5 】



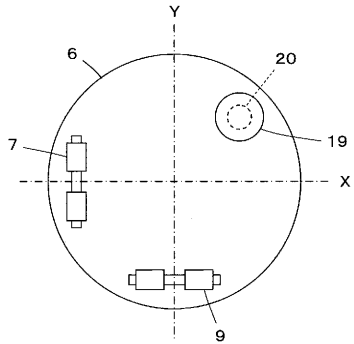
【 図 6 】



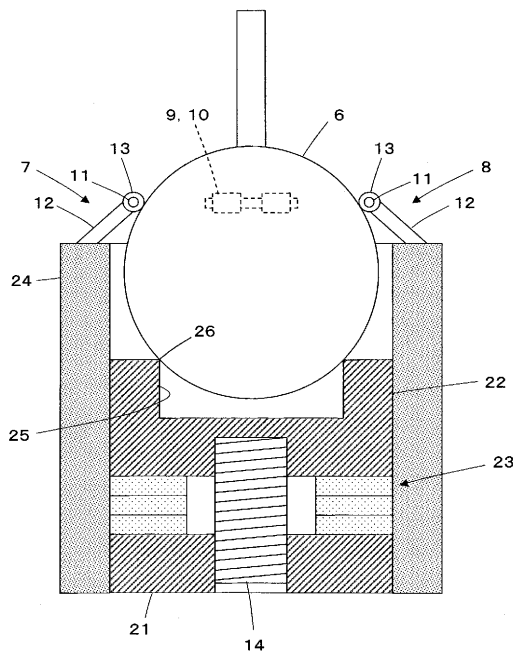
【 図 8 】



【 図 7 】

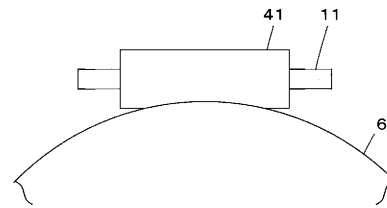


【 図 9 】

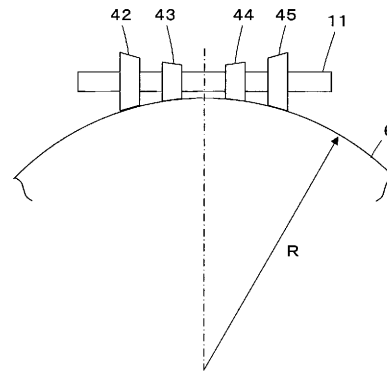


【 図 10 】

(a)

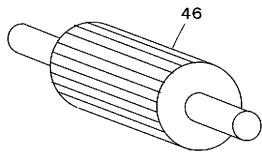


(b)

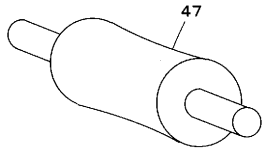


【 図 1 1 】

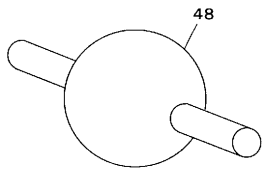
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H680 AA06 BB04 BB15 CC02 CC03 CC06 DD01 DD14 DD23 DD37
DD53 DD55 DD65 DD92 EE10