

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5633508号  
(P5633508)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014.12.3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014.10.24)

(51) Int.Cl.

H02N 2/00 (2006.01)  
G02B 7/04 (2006.01)

F 1

H02N 2/00  
G02B 7/04C  
E

請求項の数 20 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2011-507033 (P2011-507033)  
 (86) (22) 出願日 平成22年3月31日 (2010.3.31)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/002376  
 (87) 国際公開番号 WO2010/113505  
 (87) 国際公開日 平成22年10月7日 (2010.10.7)  
 審査請求日 平成25年3月22日 (2013.3.22)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-84113 (P2009-84113)  
 (32) 優先日 平成21年3月31日 (2009.3.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-84114 (P2009-84114)  
 (32) 優先日 平成21年3月31日 (2009.3.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100107836  
 弁理士 西 和哉  
 (72) 発明者 桑野 邦宏  
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
 株式会社ニコン内  
 (72) 発明者 金満 容大  
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
 株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧電アクチュエータ及びレンズ鏡筒

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の第1圧電素子の間に配置され、前記複数の第1圧電素子により前記複数の第1圧電素子が配置される方向と交差する第1の方向に駆動される第1の部材と、

前記第1の部材に設けられた第2圧電素子と、

前記第2圧電素子と接して設けられ、前記第2圧電素子により前記第1の方向と交差する第2の方向に駆動される第2の部材と、

前記第2の部材により移動される第3の部材と、  
を備えることを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【請求項 2】

前記第1の方向は、前記第1圧電素子、前記第1の部材、他の前記第1圧電素子が順に配置される方向と交差する方向である  
ことを特徴とする請求項1に記載の圧電アクチュエータ。

## 【請求項 3】

前記複数の第1圧電素子の前記第1の部材と向かい合う面と反対側の面と当接する2つの面を有し、前記複数の第1圧電素子を介して前記第1の部材を支持する第4の部材をさらに備える

ことを特徴とする請求項2に記載の圧電アクチュエータ。

## 【請求項 4】

前記第4の部材が、弾性体を備える

10

20

ことを特徴とする請求項3に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 5】**

前記複数の第1圧電素子と、前記第2圧電素子と、前記第1の部材と、前記第2の部材と、を有する組を複数組備える

ことを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 6】**

前記第1圧電素子及び前記第2圧電素子に電圧を供給する電源部をさらに備え、

前記電源部が、各々の前記組に位相差を有する前記電圧を供給する

ことを特徴とする請求項5に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 7】**

前記電源部が、各々の前記組の前記第2の部材が、前記第3の部材との接触、前記第2の方向の送り、前記第3の部材からの離間、前記第2の方向の戻り、を繰り返すように、前記電圧を供給する

ことを特徴とする請求項6に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 8】**

前記電圧の周波数と、前記第4の部材及び前記第1の部材及び前記第2の部材及び前記第1圧電素子及び前記第2圧電素子からなる構造体の共振周波数と、が等しい  
ことを特徴とする請求項6または請求項7に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 9】**

前記位相差が、 $360^\circ / N$  ( $N$ は、前記組の組数) である

ことを特徴とする請求項6から請求項8のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 10】**

各々の前記組が、3対の前記第1圧電素子と、3つの前記第2圧電素子と、3つの前記第1の部材と、3つの前記第2の部材と、を備える

ことを特徴とする請求項5から請求項9のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 11】**

前記第3の部材が、前記第1の方向と平行な回転軸を中心として回転可能に設けられ、  
前記第2の方向が、前記第3の部材の回転方向に沿う方向である

ことを特徴とする請求項2から請求項10のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 12】**

前記複数の第1圧電素子と、前記第2圧電素子と、前記第1の部材と、前記第2の部材と、を有する組を複数組備え、

各々の前記組の前記第1の部材が、前記回転方向に均等に配置され、

異なる前記組の前記第1の部材が、前記回転方向に順番に配置されている、

ことを特徴とする請求項11に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 13】**

前記第2の部材が、前記第2の方向に沿う断面積が前記第3の部材に近づくほど小さくなるように、先細状に設けられている

ことを特徴とする請求項2から請求項12のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 14】**

前記複数の第1圧電素子の各々の形状及び寸法が等しい

ことを特徴とする請求項2から請求項13のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 15】**

前記第1圧電素子の縦弾性係数が、前記第1圧電素子の横弾性係数よりも大きく、

前記第2圧電素子の縦弾性係数が、前記第2圧電素子の横弾性係数よりも大きい、

ことを特徴とする請求項2から請求項14のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項 16】**

ベース部に設けられた複数の第1圧電素子と、

第2圧電素子と、

複数の第1圧電素子の間に配置され、前記第1圧電素子により前記複数の第1圧電素子

10

20

30

40

50

が配置される方向と交差する第1の方向に駆動される第1の部材と、

前記第2圧電素子により前記第1の方向と交差する第2の方向に駆動される第2の部材と、

前記第2の部材により移動される第3の部材とを備え、

前記第2の部材は、前記第3の部材と接触する接触面に平行な断面積が前記第3の部材に近づくほど小さくなるように前記接触面に対して傾斜した傾斜面が設けられていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

**【請求項17】**

前記第1の方向は、前記第1圧電素子、前記第1の部材、他の前記第1圧電素子が順に配置される方向と交差する方向である

ことを特徴とする請求項16に記載の圧電アクチュエータ。

10

**【請求項18】**

前記第1の部材は、前記第1圧電素子を介して前記ベース部に支持され、前記第2の部材は、前記第2圧電素子を介して前記ベース部に支持されていることを特徴とする請求項17に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項19】**

前記傾斜面は、前記第3の部材の相対移動方向と交差する方向に沿って設けられていることを特徴とする請求項17に記載の圧電アクチュエータ。

**【請求項20】**

請求項1から請求項19のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータを備えたレンズ鏡筒。

20

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、圧電アクチュエータ及びレンズ鏡筒に関する。

本願は、2009年3月31日に、日本に出願された特願2009-084113号および特願2009-084114号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

**【背景技術】**

**【0002】**

30

従来から、圧電素子を用いた圧電アクチュエータ(駆動装置)が知られている。この種の圧電アクチュエータとして、例えば、下記特許文献1は、複数の圧電素子を駆動させ、被駆動体に接触させるチップ部材を橈円運動させることで、被駆動体を駆動するものを開示している。下記特許文献1に記載の圧電アクチュエータは、XYZ直交座標系を設定した場合に、チップ部材のXZ平面に平行な橈円運動により被駆動体をX軸方向に駆動する。

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0003】**

**【特許文献1】特開2007-236138号公報**

40

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0004】**

しかしながら、上記従来の圧電アクチュエータでは、異なる2方向の振動をそれぞれ独立した振動として取り出せないという課題がある。上記特許文献1では、チップ部材のX軸方向とZ軸方向との振動を、それぞれ独立した振動として取り出せないため、複数の圧電素子が互いの運動を妨げる可能性がある。複数の圧電素子が互いの運動を妨げるように駆動すると、被駆動体を駆動する圧電アクチュエータの出力が低下する。

**【0005】**

本発明の態様は、異なる2方向の振動をそれぞれ独立した振動として取り出せる圧電ア

50

クチュエータ及びそれを用いたレンズ鏡筒の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様にかかる圧電アクチュエータは、複数の第1圧電素子の間に配置され、前記複数の第1圧電素子により前記複数の第1圧電素子が配置される方向と交差する第1の方向に駆動される第1の部材と、前記第1の部材に設けられた第2圧電素子と、前記第2圧電素子と接して設けられ、前記第2圧電素子により前記第1の方向と交差する第2の方向に駆動される第2の部材と、前記第2の部材により移動される第3の部材と、を備える。

本発明の別の態様にかかるレンズ鏡筒は、上記記載の圧電アクチュエータを備える。 10

【発明の効果】

【0007】

本発明の態様にかかる圧電アクチュエータによれば、異なる2方向の振動を、それぞれ独立した振動として取り出せる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る圧電アクチュエータの正面図である。

【図2】同圧電アクチュエータの断面図である。

【図3】図1に示す圧電アクチュエータの支持駆動部の斜視図である。

【図4】同支持駆動部の平面図である。 20

【図5A】上記圧電アクチュエータの保持部及び駆動駒の組立正面図である。

【図5B】同保持部及び同駆動駒の正面図である。

【図6A】上記圧電アクチュエータの回路図である。

【図6B】同圧電アクチュエータの回路図である。

【図7】同圧電アクチュエータの電源部が供給する電圧のタイミングチャートである。

【図8】同圧電アクチュエータの駆動駒の動作を示す正面図である。

【図9】同駆動駒の動作を示す正面図である。

【図10】同駆動駒の動作を示す正面図である。

【図11】図1に示す圧電アクチュエータの駆動駒の先端部の変位の時間変化を示すグラフである。 30

【図12】上記圧電アクチュエータを備えたレンズ鏡筒の分解斜視図である。

【図13A】同圧電アクチュエータの変形例を示す保持部及び駆動駒の正面図である。

【図13B】同圧電アクチュエータの他の変形例を示す保持部及び駆動駒の正面図である。

【図14】同圧電アクチュエータの駆動駒の先端部の変位の時間変化を示すグラフである。

【図15】同駆動駒の先端部の変位の時間変化を示すグラフである。

【図16】上記圧電アクチュエータの駆動駒の先端部、支持部、及び圧電素子の変位の時間変化を示すグラフである。

【図17A】同圧電アクチュエータの駆動駒及びベース部の凸部の動作を示す正面図である。 40

【図17B】同圧電アクチュエータの駆動駒及びベース部の凸部の動作を示す正面図である。

【図17C】同圧電アクチュエータの駆動駒及びベース部の凸部の動作を示す正面図である。

【図17D】同圧電アクチュエータの駆動駒及びベース部の凸部の動作を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の一実施形態に係る圧電アクチュエータを、図面を参照しながら以下に説明する

。本実施形態の圧電アクチュエータ（駆動装置）1は、例えばロータ等の第1部分と駆動駒等の第2部分とを相対的に変位させる相対駆動を行うことで、カメラのレンズ鏡筒等の光学機器や電子機器を駆動するためのものである。

#### 【0010】

図1は本実施形態の圧電アクチュエータ1の正面図であり、図2はその断面図である。

図1及び図2に示すように、圧電アクチュエータ1は、複数の保持部2aが設けられたベース部（第4の部材）2と、保持部2aに保持された駆動駒3と、駆動駒3に隣接して配置されたロータ（第3の部材）4と、ベース部2に挿通された支持軸5と、を備えている。

#### 【0011】

10

ベース部2は、例えばステンレス鋼等の金属材料により中空円筒状に形成され、支持軸5が挿通されることで、支持軸5を囲むように設けられている。

ロータ4は、ペアリング5aを介して支持軸5によって支持（軸支）され、支持軸5を回転軸として回転自在に設けられている。ロータ4の外周面には、例えばカメラのレンズ鏡筒等を駆動するための歯車4aが形成されている。ロータ4のベース部2側の面は、複数の駆動駒3によって支持されている。

#### 【0012】

20

ベース部2の一方の端部は、例えば不図示のボルト等により、取付部101aに固定されている。ベース部2の取付部101aに対向する面の中央部には、凹部2bが形成されている。凹部2bには、支持軸5の基端に形成された拡径部5aが挿入（嵌入）されている。この状態でベース部2が取付部101aに固定されることで、支持軸5がベース部2及び取付部101aに固定されている。

#### 【0013】

ベース部2の他方の端部には、凹状の保持部2aが、ベース部2の周方向、すなわちロータ4の回転方向Rに、複数設けられている。保持部2aは、駆動駒3を支持軸5に垂直でロータ4の回転方向Rに沿う方向（第2の方向）の両側から支持するとともに、駆動駒3を支持軸5に平行な方向（第1の方向）に駆動可能に保持している。

#### 【0014】

30

図2に示すように、ベース部2の側面2cは、支持軸5と略平行に設けられている。側面2cの保持部2aと取付部101a側の端部との間には、取付部101aから保持部2aへの振動の伝達を抑制する振動抑制部としての溝部2dが形成されている。すなわち、溝部2dは、支持軸5に略垂直でかつロータ4の回転方向Rに沿う方向（第2の方向）と交差するベース部2の側面2cに設けられている。溝部2dは、ベース部2の周方向に連続的に設けられ、保持部2aと取付部101a側の端部との中間よりも取付部101a側の端部に近い位置に設けられている。

#### 【0015】

溝部2dの深さd1は、例えばベース部2の半径r1の40%以上かつ80%以下の範囲である。上記数値は一例であってこれに限定されない。溝部2dの深さd1は、例えば、ベース部2の半径r1の10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 又は90%にできる。また、支持軸5に平行な方向（第1の方向）の溝部2dの幅w1は、ベース部2の振動の振幅よりも大きく、後述する第1圧電素子6、第2圧電素子7、駆動駒3、及びベース部2からなる支持駆動部（構造部）1aの共振振動の振幅よりも大きくなるように形成されている。一例において、溝部2dの幅w1は、ベース部2の半径よりも短くできる。

40

#### 【0016】

図2に示すように、ベース部2と支持軸5との間には、取付部101aから保持部2aへの振動を抑制するための間隙（振動抑制部）2eが設けられている。間隙2eは、支持軸5と平行な方向に、ベース部2の保持部2a側の端部から溝部2dの取付部101a側の縁と同様の位置まで設けられている。また、間隙2eの幅w2は、溝部2dの幅w1と同様に、ベース部2の振動の振幅よりも大きく、後述する支持駆動部1aの共振振動の振

50

幅よりも大きくなるように形成されている。

#### 【0017】

図3は図1に示す圧電アクチュエータ1の支持駆動部1aの斜視図であり、図4はその平面図である。

図3及び図4に示すように、駆動駒3は、断面が山形の六角柱形状を有する先端部(第2の部材)3aと、略直方体形状を有する基部(第1の部材)3bと、を有している。先端部3aは、例えばステンレス鋼等により形成されている。基部3bは、例えば軽金属合金等により形成されている。基部3bは、保持部2aによって、支持軸5と平行な方向に駆動可能に支持されている。先端部3aは、保持部2aから突出してロータ4を支持する。

10

先端部3aは、接触面S1に対して傾斜した傾斜面S2、S3が設けられている。傾斜面S2、S3は、ロータ4が回転駆動される方向と交差する方向に沿って設けられている。傾斜面S2、S3は、先端部3aのロータ4と接触する接触面S1に平行な断面積が、ロータ4に近づくほど小さい先細状の形状になるように、先端部3aの接触面S1と連続して設けられている。すなわち、先端部3aは、ロータ4に接触する接触面S1の面積が基部3b側の底面の面積よりも小さくなる先細状の形状となっている。傾斜面S2、S3は、凹状又は凸状の曲面であってもよい。

#### 【0018】

図4に示すように、駆動駒3の幅w3方向(第2の方向)には、駆動駒3の基部3bを幅w3方向の両側から挟みこむ一対の第1圧電素子6,6が、二対設けられている。駆動駒3の幅方向w3は、支持軸5に垂直でロータ4の回転方向Rに沿う方向であって、ベース部2の平面視における中心線CLと略垂直な方向である。第1圧電素子6は、保持部2aの深さd2方向に沿って延びる細長い長方形形状の形状に形成され、基部3bと保持部2aとの間に挟持されている。これにより、第1圧電素子6は、ベース部2に設けられた溝部2d(図1及び図2参照)とロータ4との間に配置されている。

20

#### 【0019】

第1圧電素子6は、例えば導電性の接着剤により、駆動駒3の基部3bと保持部2aとに接着されている。また、ベース部2の中心を通る中心線CLと略平行な駆動駒3の奥行p1方向に配置された2つの第1圧電素子6,6は、互いに略平行になっている。各々の第1圧電素子6の形状及び寸法は、全て略等しくなっている。

30

#### 【0020】

図3に示すように、駆動駒3の基部3bと先端部3aとの間には、一対の第2圧電素子7,7が、互いに略平行に設けられている。第2圧電素子7は、駆動駒3の幅w3方向と略平行に延びる細長い長方形形状に形成されている。第2圧電素子7は、先端部3aの底面と基部3bの上面との間に挟持され、例えば導電性の接着剤により、先端部3aの底面と基部3bの上面とに接着されている。各々の第2圧電素子7の形状及び寸法は、全て略等しくなっている。

#### 【0021】

第1圧電素子6及び第2圧電素子7は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)により形成され、その振動モードは厚み滑り振動である。すなわち、第1圧電素子6は、駆動駒3を、支持軸5と略平行な保持部2aの深さd2方向に、ベース部2に対して相対的に駆動させる。第2圧電素子7は、駆動駒3の先端部3aを駆動駒3の幅w3方向(第3の方向)に、基部3b及びベース部2に対して相対的に駆動させる。すなわち、本実施形態では、第1圧電素子6が駆動駒3を挟み込む方向(第2の方向)と、第2圧電素子7が駆動駒3の先端部3aを駆動させる方向(第3の方向)とが、略等しくなっている。

40

#### 【0022】

これら複数の第1圧電素子6、第2圧電素子7、駆動駒3、及びベース部2により、ロータ4を支持し、かつロータ4を駆動駒3及びベース部2と相対的に駆動させる支持駆動部1aが構成されている。

#### 【0023】

50

図3に示すように、保持部2aは、ベース部2の端部に設けられている。ベース部2には、王冠状の凹凸が形成されている。図4に示すように、保持部2aは、ベース部2の周方向の略60°毎に、均等に形成されている。保持部2aは、平面視でベース部2の中心を通る中心線CLと略平行に設けられた一対の支持面2f, 2fを備えている。支持面2fは、駆動駒3の基部3bを、ベース部2の中心線CLと略垂直な保持部2aの幅w4方向(第2の方向)の両側から、一対の第1圧電素子6, 6を介して挟み込むように保持している。換言すると、ベース部2は、軸方向の一端側に設けられた周壁を有する。周壁は、周方向に間隔を空けて配された複数の溝(保持部2a)と、隣り合う溝の間に各々が配された複数の突起(凸部2h, 2i、第4の部材)とを有する。本実施形態において、周壁は、実質的等間隔(約60°ピッチ)に配された6つの溝(保持部2a)と、実質的等間隔(約60°ピッチ)に配された6つの突起(凸部2h, 2i)とを有する。各溝(保持部2a)は、放射方向に沿った中心線CLと、中心線CLに実質的に平行な2つの支持面(突起2h, 2iの周方向の壁面2f)とを含む。突起は、外方面に比べて内方面が狭い。本実施形態において、突起は、径方向内方に向かって徐々に幅が狭くなる横断面を有する。各溝(保持部2a)に駆動駒3が配される。隣り合う突起(凸部2h, 2i)の間に第1圧電素子6を介して駆動駒3が挟まれかつ支持される。他の実施形態において、周壁は、約60°以外のピッチに配された複数の溝を有することができ、また、約60°以外のピッチに配された複数の突起を有することができる。

## 【0024】

図5Aは保持部2a及び駆動駒3を拡大した組立正面図であり、図5Bは保持部2a及び駆動駒3を拡大した正面図である。

図5A及び図5Bに示すように、ベース部2に設けられた凹状の保持部2aの支持面2fは、図2に示す支持軸5と略平行な保持部2aの深さd2方向(第1の方向)に対して、傾斜させて設けられている。

## 【0025】

支持面2fは、図1に示す駆動駒3の先端部3aに支持されたロータ4からの距離が遠ざかるほど、対向する支持面2f, 2f同士の間隔が漸次狭くなるように傾斜している。換言すると、保持部2aは、底面2gに近づくほど、幅w4が狭くなっている。保持部2aの深さd2方向に対する支持面2fの傾斜角度θは、各部材の寸法や公差等の関係から、2°以上6°以下であることが好ましい。本実施形態において、支持面の傾斜角度θは4°である。

## 【0026】

また、図5A及び図5Bに示すように、支持面2fに対向する駆動駒3の基部3bの側面3cは、支持面2fと同様に、支持軸5と略平行な駆動駒3の高さh1方向(第1の方向)に対して、傾斜させて設けられている。これにより、駆動駒3の基部3bの側面3cは、支持面2fと略平行に設けられている。ここで、基部3bの保持部2aの底面2g側の端部における基部3b及び一対の第1圧電素子6, 6の幅w5は、保持部2aの開口部における幅w4よりも小さく、保持部2aの深さd2方向の途中における幅w4'よりも大きくなっている。

## 【0027】

そのため、駆動駒3の基部3b及び一対の第1圧電素子6, 6を、保持部2aに保持させると、図5Bに示すように、駆動駒3の底面3dと保持部2aの底面2gとが離間した状態で、基部3bが、保持部2aの幅w4方向の両側から、一対の第1圧電素子6, 6を介して支持面2fによって支持される。すなわち、支持面2fは、駆動駒3を、保持部2aの幅w4方向(第2の方向)の両側から支持するとともに、支持軸5と略平行な保持部2aの深さd2方向(第1の方向)において位置決めをするように、深さd2方向に対して、傾斜させて設けられている。

## 【0028】

図3及び図4に示すように、本実施形態の駆動駒3は、先端部3aと基部3bとの間に一対の第2圧電素子7, 7を備え、基部3bの側面に一対の第1圧電素子6, 6を二対備

10

20

30

40

50

えている。圧電アクチュエータ1は、この駆動駒3及び二対の第1圧電素子6を3つ備えた駆動駒3の組を、第1組及び第2組の二組備えている。第1組の駆動駒31と第2組の駆動駒32とは、同一の円周上に配置されている。また、各々の組の駆動駒31, 32は、ロータ4の回転方向Rに、それぞれ均等に配置されている。異なる組の駆動駒31, 32は、回転方向Rに、交互に(順番に)配置されている。

また、各々の組の駆動駒31, 32は、初期状態において全ての接触面S11, S12がロータ4に接触するように、ベース部2から接触面S11, S12までの高さが均一に設けられている。

以下の説明では、異なる組の駆動駒31, 32を区別しない場合には、これらの符号を駆動駒3とし、両者をまとめて説明する。先端部31a, 32a、基部31b, 32b、接触面S11, S12等についても同様に、先端部3a、基部3b、接触面S1等として説明する。  
10

#### 【0029】

図6Aは第1圧電素子6の模式的な配線図であり、図6Bは第2圧電素子7の模式的な配線図である。

図6A及び図6Bに示すように、本実施形態の圧電アクチュエータ1は、第1圧電素子6及び第2圧電素子7の各々に電圧を供給する電源部10を備えている。電源部10は、図3及び図4に示す第1組及び第2組のそれぞれの駆動駒31, 32の先端部31a, 32aが、順次、図1及び図2に示すロータ4との接触、ロータ4の回転方向Rへの送り、ロータ4からの離間、ロータ4の回転方向Rと逆方向の戻り、を繰り返すように、第1圧電素子6及び第2圧電素子7に電圧を供給する。  
20

#### 【0030】

図6Aに示すように、第1組の駆動駒31の各々が備える第1圧電素子61は、第1配線11を介して電源部10の第1端子T1に接続されている。第2組の駆動駒32の各々が備える第1圧電素子62は、第2配線12を介して電源部10の第2端子T2に接続されている。

図6Bに示すように、第1組の駆動駒31の各々が備える第2圧電素子71は、第3配線13を介して電源部10の第3端子T3に接続されている。第2組の駆動駒32の各々が備える第2圧電素子72は、第4配線14を介して電源部10の第4端子T4に接続されている。  
30

また、図6A及び図6Bにおいて、図示は省略するが、駆動駒31, 32の基部31b, 32bは接地されている。

#### 【0031】

図7は、電源部10が各端子T1, T2, T3, T4に発生させる電圧のタイミングチャートの一例である。

図7に示すように、電源部10は、第1端子T1に、Phase 1 ~ Phase 2の間では-1.0Vの電圧を発生させ、Phase 3 ~ Phase 7の5Phaseでは1.0Vの電圧を発生させ、Phase 8 ~ Phase 10の3Phaseでは-1.0Vの電圧を発生させる。以降のPhaseでは、1.0Vの電圧を5Phaseの間発生させ、-1.0Vの電圧を3Phaseの間発生させることを繰り返す。すなわち、電源部10は、第1端子に8Phaseを一周期とする電圧を発生させる。  
40

#### 【0032】

電源部10は、第2端子T2に、第1端子T1に発生させる電圧と180°の位相差を有し、第1端子T1に発生させる電圧と同様の8Phaseを一周期とする電圧を発生させる。すなわち、第1端子に発生する電圧と、第2端子に発生する電圧とは、半周期分の4Phaseの位相差を有している。

#### 【0033】

電源部10は、第3端子T3に、Phase 1において発生させる電圧を0Vに維持し、Phase 2において-3.0Vの電圧を発生させ、Phase 3 ~ Phase 8までの各Phaseにおいて電圧を1.0Vずつ増加させる。以降のPhaseでは、このPhase 1 ~ Phase 8の電圧の発生パ  
50

ターンを繰り返す。すなわち、電源部 10 は、第 3 端子 T3 に、8 Phase を一周期とする電圧を発生させる。

#### 【0034】

電源部 10 は、第 4 端子 T4 に、第 3 端子 T3 に発生させる電圧と  $180^\circ$  の位相差を有し、第 3 端子 T3 に発生させる電圧と同様の 8 Phase を一周期とする電圧を発生させる。すなわち、第 3 端子に発生する電圧と、第 4 端子に発生する電圧とは、半周期分の 4 Phase の位相差を有している。

#### 【0035】

本実施形態では、電源部 10 が第 1 壓電素子 6 及び第 2 壓電素子 7 に供給する電圧の周波数は、第 1 壓電素子 6、第 2 壓電素子 7、駆動駒 3、及びベース部 2 からなる支持駆動部（構造部）1a の共振振動の振動数と、略等しくなっている。10

#### 【0036】

次に、本実施形態の圧電アクチュエータ 1 の作用について、図 8～図 11 を用いて以下に説明する。

図 8～図 10 は、第 1 組と第 2 組の駆動駒 31, 32 の動作と、ロータ 4 の動作とを示す拡大正面図である。

図 11 は、第 1 組及び第 2 組の駆動駒 32 の先端部 32a の各軸方向の変位と、時間 t との関係を示すグラフである。図 11 (a) 及び図 11 (b) において、Y 軸方向におけるロータ 4 との接触位置 y1 は、破線で表わされる。20

#### 【0037】

図 8 (a)～図 10 (a) では、ロータ 4 の回転方向 R に沿う第 1 組の駆動駒 3 の幅 w31 方向（第 2 の方向）を X1 方向とし、支持軸 5 に平行な方向（第 1 の方向）を Y 方向とする直交座標系を用いて説明する。図 8 (b)～図 10 (b) では、ロータ 4 の回転方向 R に沿う第 2 組の駆動駒 32 の幅 w32 方向（第 2 の方向）を X2 方向とし、支持軸 5 に平行な方向（第 1 の方向）を Y 方向とする直交座標系を用いて説明する。20

#### 【0038】

##### (Phase 0)

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 0 において、各端子 T1, T2, T3, T4 に電圧を発生させず（0V）、図 6A 及び図 6B に示す第 1 壓電素子 6 及び第 2 壓電素子 7 に、0V の電圧を供給している（すなわち、電圧を供給していない）状態である。30

図 8 (a) 及び図 8 (b) に示すように、Phase 0 において、第 1 組の駆動駒 31 と第 2 組の駆動駒 32 とは、それぞれ先端部 31a, 32a の上面がロータ 4 に接した状態で静止している。ロータ 4 は、駆動駒 31, 32 の先端部 31a, 32a に支持された状態で静止している。

#### 【0039】

##### (Phase 1)

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1 において、第 1 端子 T1 に -1.0V の電圧を発生させ、図 6A に示す第 1 組の駆動駒 31 の第 1 壓電素子 61 に、第 1 配線 11 を介して電圧を供給する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1 において、第 3 端子 T3 の電圧を 0V に維持し、図 6B に示す第 1 組の駆動駒 31 の第 2 壓電素子 71 に、第 2 配線 12 を介して 0V の電圧を供給する。40

#### 【0040】

すると、図 8 (a) に示すように、Phase 1 において、第 1 組の駆動駒 31 を駆動する第 1 壓電素子 61 が厚み滑り変形し、駆動駒 31 の基部 31b を保持部 2a の支持面 2f に対して Y 方向のベース部 2 側（Y 軸負方向側）へ移動させる（図 11 (a)、Phase 1 参照）。また、図 8 (a) に示すように、Phase 1 において、第 2 壓電素子 71 は、変形しない。このため、先端部 31a は、X1 方向へ移動しない（図 11 (c)、Phase 1 参照）。これにより、駆動駒 31 の先端部 31a は、Y 軸負方向側へ移動し、ロータ 4 から離間する。

#### 【0041】

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1において、第 2 端子 T2 に 1.0 V の電圧を発生させ、図 6 A に示す第 2 組の駆動駒 32 の第 1 圧電素子 62 に、第 2 配線 12 を介して電圧を供給する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1において、第 4 端子 T4 の電圧を 0 V に維持し、図 6 B に示す第 2 組の駆動駒 32 の第 2 圧電素子 72 に、第 4 配線を介して 0 V の電圧を供給する。

#### 【 0 0 4 2 】

すると、図 8 (b) に示すように、Phase 1において、第 2 組の駆動駒 32 を駆動する第 1 圧電素子 62 は、厚み滑り変形し、駆動駒 32 の基部 32b を、保持部 2a の支持面 2f に対して Y 方向のロータ 4 側 (Y 軸正方向側) へ移動させる (図 11 (b)、Phase 1 参照)。また、図 8 (b) に示すように、Phase 1において、第 2 圧電素子 72 は、変形しない。このため、先端部 32a は、X2 方向へ移動しない (図 11 (d)、Phase 1 参照)。これにより、駆動駒 32 が Y 軸正方向側へ移動することで、先端部 32a は、ロータ 4 を Y 軸正方向側へ押し上げる。

#### 【 0 0 4 3 】

すなわち、Phase 1においては、図 8 (a) に示すように、第 1 組の駆動駒 31 の先端部 31a は、Y 軸負方向側へ移動して、ロータ 4 から離間する。同時に、図 8 (b) に示すように、第 2 組の駆動駒 32 の先端部 32a は、ロータ 4 に当接してロータ 4 を支持するとともに、ロータ 4 を Y 軸正方向側へ押し上げる。

#### 【 0 0 4 4 】

(Phase 2)

20

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 2において、第 1 端子 T1 の電圧を -1.0 V に維持し、図 6 A に示す第 1 組の駆動駒 31 の第 1 圧電素子 61 に、第 1 配線 11 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 2において、第 3 端子 T3 に -3.0 V の電圧を発生させ、図 6 B に示す第 1 組の駆動駒 31 の第 2 圧電素子 71 に、第 3 配線 13 を介して電圧を供給する。

#### 【 0 0 4 5 】

すると、図 8 (a) に示すように、Phase 2において、第 1 組の駆動駒 31 を Y 方向に駆動する第 1 圧電素子 61 の変形が維持されて先端部 31a がロータ 4 から離間した状態が維持される (図 11 (a)、Phase 2 参照)。この状態で、図 8 (a) に示すように、Phase 2において、第 2 圧電素子 71 は、厚み滑り変形する。このため、先端部 31a は、基部 31b 及びベース部 2 に対して、X1 軸負方向側へ移動する (図 11 (c) 参照)。このときの先端部 31a の移動量は、第 2 圧電素子 71 に供給される電圧の絶対値に比例する。

30

#### 【 0 0 4 6 】

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 2において、第 2 端子 T2 の電圧を 1.0 V に維持し、図 6 A に示す第 2 組の駆動駒 32 の第 1 圧電素子 62 に、第 2 配線 12 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 2において、第 4 端子 T4 に 1.0 V の電圧を発生させ、図 6 B に示す第 2 組の駆動駒 32 の第 2 圧電素子 72 に、第 4 配線 14 を介して電圧を供給する。

#### 【 0 0 4 7 】

40

すると、図 8 (b) に示すように、Phase 2において、第 2 組の駆動駒 32 を Y 方向に駆動する第 1 圧電素子 62 の変形が維持されて先端部 32a がロータ 4 に接触した状態が維持される (図 11 (b)、Phase 2 参照)。この状態で、図 8 (b) に示すように、Phase 2において、第 2 圧電素子 72 は、厚み滑り変形する。このため、先端部 32a は、基部 32b 及びベース部 2 に対して、X2 軸正方向側へ移動する (図 11 (d)、Phase 2 参照)。このときの先端部 32a の移動量は、電圧の絶対値に比例するため、第 1 組の先端部 31a の X1 軸負方向側への移動量よりも小さくなる。

#### 【 0 0 4 8 】

すなわち、Phase 2においては、図 8 (b) に示すように、第 2 組の駆動駒 32 の先端部 32a が X2 軸正方向側へ移動することにより、先端部 32a の上面とロータ 4 の下面

50

との間に、摩擦力が作用する。ここで、第2組の駆動駒32は、図3及び図4に示すように、ロータ4の回転方向Rに沿って、ベース部2の周方向に配置される。また、先端部32aは、ロータ4の回転方向Rに沿う駆動駒32の幅w32方向(X2方向)に変位する。そのため、ロータ4は、駆動駒32の先端部32aによって、回転方向Rに駆動され、図1及び図2に示す支持軸5を中心とする回転を開始する。

#### 【0049】

(Phase 3)

電源部10は、図7に示すように、Phase 3において、第1端子T1に正負が逆転した1.0Vの電圧を発生させ、図6Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61に、第1配線11を介して電圧を供給する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase 3において、第3端子T3に-2.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第1組の駆動駒31の第2圧電素子71に、第3配線13を介して電圧を供給する。10

#### 【0050】

すると、図8(a)に示すように、Phase 3において、第1組の駆動駒31を駆動する第1圧電素子61は、逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒31の基部31bを、Y軸正方向側へ移動させる(図11(a)、Phase 3参照)。同時に、図8(a)に示すように、Phase 3において、第2圧電素子71のX1軸負方向側への変形量は、減少する。このため、先端部31aは、基部31b及びベース部2に対して、X1軸正方向側へ移動する(図11(c)、Phase 3参照)。このときの移動量は、Phase 3で新たに供給された-2.0Vと、Phase 2で供給されていた-3.0Vとの電圧の差に比例する。20

#### 【0051】

電源部10は、図7に示すように、Phase 3において、第2端子T2の電圧を維持し、図6Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62に、第2配線12を介して供給する電圧を維持する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase 3において、第4端子T4に2.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第2組の駆動駒32の第2圧電素子72に、第4配線14を介して電圧を供給する。

#### 【0052】

すると、図8(b)に示すように、Phase 3において、第2組の駆動駒32を駆動する第1圧電素子62の変形が維持されて先端部32aがロータ4に接触した状態が維持される(図11(b)、Phase 3参照)。この状態で、図8(b)に示すように、Phase 3において、第2圧電素子72は、厚み滑り変形する。このため、先端部32aは、基部32b及びベース部2に対して、X2軸正方向側へ移動する(図11(d)、Phase 3参照)。このときの移動量は、Phase 3で新たに供給された2.0Vと、Phase 2で供給されていた1.0Vとの電圧の差の絶対値に比例する。30

#### 【0053】

すなわち、Phase 3においては、図8(a)に示すように、第1組の駆動駒31の先端部31aは、ロータ4の回転方向Rに沿うX1軸正方向側へ移動しながら、Y軸正方向側へ移動して、ロータ4に接近する。同時に、図8(b)に示すように、第2組の駆動駒32の先端部32aは、ロータ4に当接して、ロータ4を支持しつつ、第1組の駆動駒31と同様に、ロータ4を回転方向Rへ駆動する。40

#### 【0054】

(Phase 4)

電源部10は、図7に示すように、Phase 4において、第1端子T1の電圧を1.0Vに維持し、図6Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61に、第1配線11を介して供給する電圧を維持する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase 4において、第3端子T3に-1.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第1組の駆動駒31の第2圧電素子71に、第3配線13を介して電圧を供給する。

#### 【0055】

すると、図9(a)に示すように、Phase 4において、第1組の駆動駒31をY軸正方向側に駆動する第1圧電素子61の変形が進行して先端部31aがロータ4に当接する(50

図 11 ( a )、Phase 4 参照)。同時に、図 9 ( a )に示すように、Phase 4において、第2圧電素子 71 の X1 軸負方向側への変形量は、減少する。このため、先端部 31a は、基部 31b 及びベース部 2 に対して、X1 軸正方向側へ移動する(図 11 ( c )、Phase 4 参照)。このときの移動量は、Phase 4 で新たに供給された -1.0 V と、Phase 3 で供給されていた -2.0 Vとの電圧の差の絶対値に比例する。

#### 【0056】

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 4 において、第2端子 T2 に正負が逆転した -1.0 V の電圧を発生させ、図 6A に示す第2組の駆動駒 32 の第1圧電素子 62 に、第2配線 12 を介して電圧を供給する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 4 において、第4端子 T4 に 3.0 V の電圧を発生させ、図 6B に示す第2組の駆動駒 32 の第2圧電素子 72 に、第4配線 14 を介して電圧を供給する。  
10

#### 【0057】

すると、図 9 ( b )に示すように、Phase 4 において、第2組の駆動駒 32 を駆動する第1圧電素子 62 が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒 32 の基部 32b を Y 軸負方向側へ移動させる(図 11 ( b )、Phase 4 参照)。同時に、図 9 ( b )に示すように、Phase 4 において、第2圧電素子 72 の X2 軸正方向側への変形量は、増加する。このため、先端部 32a は、基部 32b 及びベース部 2 に対して、X2 軸正方向側へ移動する(図 11 ( d )、Phase 4 参照)。このときの移動量は、Phase 4 で新たに供給された 3.0 V と、Phase 2 で供給されていた 2.0 Vとの電圧の差の絶対値に比例する。  
20

#### 【0058】

すなわち、Phase 4 においては、図 9 ( a )に示すように、第1組の駆動駒 31 の先端部 31a は、ロータ 4 の回転方向 R に沿う X1 軸正方向側に移動しながらロータ 4 に当接し、ロータ 4 を支持して回転方向 R へ駆動させる。同時に、図 9 ( b )に示すように、第2組の駆動駒 32 の先端部 32a は、ロータ 4 の回転方向 R へ沿う X2 軸正方向側へ移動しながら、Y 軸負方向側へ移動してロータ 4 から離間する。これにより、第1組及び第2組の駆動駒 31, 32 の先端部 31a, 32a によって、ロータ 4 は、回転方向 R に駆動される。同時に、第2組の駆動駒 32 の先端部 32a から第1組の駆動駒 31 の先端部 31a へ、ロータ 4 は、受け渡される。  
20

#### 【0059】

このとき、図 11 ( a )及び図 11 ( b )に示すように、Phase 4 において、双方の駆動駒 31, 32 は、極めて短時間の間、ロータ 4 から離間する場合がある。このような場合であっても、ロータ 4 は、その慣性により、Y 方向の変位を殆どすることなく、第2組の駆動駒 32 の先端部 32a によって支持されていた位置に留まる。そのため、ロータ 4 は、Y 方向の略一定の位置が維持され、回転方向 R に駆動された状態で、第1組の駆動駒 31 の先端部 31a により Y 方向に支持され、回転方向 R へ駆動される。これにより、ロータ 4 は、Y 方向の略一定の位置で、支持軸 5 を中心として回転を継続する。  
30

#### 【0060】

##### (Phase 5)

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 5 において、第1端子 T1 の電圧を 1.0 V に維持し、図 6A に示す第1組の駆動駒 31 の第1圧電素子 61 に、第1配線 11 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 5 において、第3端子 T3 に発生させる電圧を 0 V にし、図 6B に示す第1組の駆動駒 31 の第2圧電素子 71 に、第3配線 13 を介して供給する電圧を 0 V にする。  
40

#### 【0061】

すると、図 9 ( a )に示すように、Phase 5 において、第1組の駆動駒 31 を Y 方向に駆動する第1圧電素子 61 の変形が維持されて、先端部 31a がロータ 4 に接触した状態が維持される(図 11 ( a )、Phase 5 参照)。この状態で、図 9 ( a )に示すように、Phase 5 において、第2圧電素子 71 が元の形状に戻る。このため、先端部 31a は、基部 31b 及びベース部 2 に対して、X1 軸正方向側へ移動する(図 11 ( c )、Phase 5 参照)。このときの先端部 31a の移動量は、Phase 4 において第2圧電素子 71 に供給さ  
50

れていた電圧の絶対値に比例する。

#### 【0062】

電源部10は、図7に示すように、Phase5において、第2端子T2の電圧を-1.0Vに維持し、図6Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62に、第2配線12を介して供給する電圧を維持する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase5において、第4端子T4に発生させる電圧を0Vにし、図6Bに示す第2組の駆動駒32の第2圧電素子72に、第4配線14を介して供給する電圧を0Vにする。

#### 【0063】

すると、図9(b)に示すように、Phase5において、第2組の駆動駒32をY方向に駆動する第1圧電素子62の変形が進行して、先端部32aがロータ4からさらに離間する(図11(b)Phase5参照)。同時に、図9(b)に示すように、Phase5において、第2圧電素子72は、元の形状に戻る。このため、先端部32aは、基部32b及びベース部2に対して、X2軸負方向側へ移動する(図11(d)、Phase5参照)。このときの先端部32aの移動量は、Phase4において第2圧電素子72に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

#### 【0064】

すなわち、Phase5においては、図9(a)に示すように、第1組の駆動駒31の先端部31aは、ロータ4に当接した状態を維持して、ロータ4を支持しつつ、X1軸正方向側に移動して、ロータ4を回転方向Rへ駆動させる。同時に、図9(b)に示すように、第2組の駆動駒32の先端部32aは、Y軸負方向側へ移動して、ロータ4から離間した状態を維持しつつ、基部32b及びベース部2に対して、ロータ4の回転方向Rと逆のX2軸負方向側へ移動する。

#### 【0065】

(Phase6)

電源部10は、図7に示すように、Phase6において、第1端子T1の電圧を1.0Vに維持し、図6Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61に、第1配線11を介して供給する電圧を維持する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase6において、第3端子T3に1.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第1組の駆動駒31の第2圧電素子71に、第3配線13を介して電圧を供給する。

#### 【0066】

すると、図9(a)に示すように、Phase6において、第1組の駆動駒31をY方向に駆動する第1圧電素子61の変形が維持されて、先端部31aがロータ4に接触した状態が維持される(図11(a)、Phase6参照)。この状態で、図9(a)に示すように、Phase6において、第2圧電素子71は、厚み滑り変形する。このため、先端部31aは、基部31b及びベース部2に対して、X1軸正方向側へ移動する(図11(c)、Phase6参照)。このときの移動量は、Phase6で新たに供給された電圧の絶対値に比例する。

#### 【0067】

電源部10は、図7に示すように、Phase6において、第2端子T2の電圧を-1.0Vに維持し、図6Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62に、第2配線12を介して供給する電圧を維持する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase6において、第4端子T4に-3.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第2組の駆動駒32の第2圧電素子72に、第4配線14を介して電圧を供給する。

#### 【0068】

すると、図9(b)に示すように、Phase6において、第2組の駆動駒32をY方向に駆動する第1圧電素子62の変形が維持されて、先端部32aがロータ4から離間した状態が維持される(図11(b)、Phase6参照)。この状態で、図9(b)に示すように、Phase6において、第2圧電素子72は、厚み滑り変形する。このため、先端部32aは、基部32b及びベース部2に対して、X2軸負方向側へ移動する(図11(d)、Phase6参照)。このときの先端部32aの移動量は、第2圧電素子72に供給される電圧の絶対値に比例する。

10

20

30

40

50

## 【0069】

すなわち、Phase 6においては、図9(a)に示すように、第1組の駆動駒31の先端部31aは、ロータ4に当接した状態を維持して、ロータ4を支持しつつ、X1軸正方向側に移動して、ロータ4を回転方向Rへ駆動する。同時に、図9(b)に示すように、第2組の駆動駒32の先端部32aは、ロータ4から離間した状態を維持しつつ、基部32b及びベース部2に対して、ロータ4の回転方向Rと逆のX2軸負方向側へさらに移動する。

## 【0070】

(Phase 7)

電源部10は、図7に示すように、Phase 7において、第1端子T1の電圧を1.0Vに維持し、図6Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61に、第1配線11を介して供給する電圧を維持する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase 7において、第3端子T3に2.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第1組の駆動駒31の第2圧電素子71に、第3配線13を介して電圧を供給する。10

## 【0071】

すると、図9(a)に示すように、Phase 7において、第1組の駆動駒31を駆動する第1圧電素子61の変形が維持されて、先端部31aがロータ4に接触した状態が維持される(図11(a)、Phase 7参照)。この状態で、図9(a)に示すように、Phase 7において、第2圧電素子71は、厚み滑り変形する。このため、先端部31aは、基部31b及びベース部2に対して、X1軸正方向側へ移動する(図11(c)、Phase 7参照)。このときの移動量は、Phase 7で新たに供給された2.0Vと、Phase 6で供給されていた1.0Vとの電圧の差の絶対値に比例する。20

## 【0072】

電源部10は、図7に示すように、Phase 7において、第2端子T2に正負が逆転した1.0Vの電圧を発生させ、図6Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62に、第2配線12を介して電圧を供給する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase 7において、第4端子T4に-2.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第2組の駆動駒32の第2圧電素子72に、第4配線14を介して電圧を供給する。

## 【0073】

すると、図9(b)に示すように、Phase 7において、第2組の駆動駒32を駆動する第1圧電素子62が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒32の基部32bをY軸正方向側へ移動させる(図11(b)、Phase 7参照)。同時に、図9(b)に示すように、Phase 7において、第2圧電素子72のX2軸負方向側への変形量は、減少する。このため、先端部32aは、基部32b及びベース部2に対して、X2軸正方向側へ移動する(図11(d)、Phase 7参照)。このときの移動量は、Phase 7で新たに供給された-2.0Vと、Phase 6で供給されていた-3.0Vとの電圧の差の絶対値に比例する。30

## 【0074】

すなわち、Phase 7においては、図9(a)に示すように、第1組の駆動駒31の先端部31aは、ロータ4に当接した状態を維持して、ロータ4を支持しつつ、ロータ4を回転方向Rへ駆動する。同時に、図9(b)に示すように、第2組の駆動駒32の先端部32aは、ロータ4の回転方向Rに沿うX2軸正方向側へ移動しながら、Y軸正方向側へ移動して、ロータ4に接近する。40

## 【0075】

(Phase 8)

電源部10は、図7に示すように、Phase 8において、第1端子T1に正負が逆転した-1.0Vの電圧を発生させ、図6Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62に、第1配線11を介して電圧を供給する。また、電源部10は、図7に示すように、Phase 8において、第3端子T3に3.0Vの電圧を発生させ、図6Bに示す第2組の駆動駒32の第2圧電素子72に、第3配線13を介して電圧を供給する。

## 【0076】

50

すると、図 10 ( a ) に示すように、Phase 8において、第1組の駆動駒 3 1 を駆動する第1圧電素子 6 1 が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒 3 の基部 3 b を Y 軸負方向側へ移動させる（図 11 ( a )、Phase 8 参照）。同時に、図 10 ( a ) に示すように、Phase 8において、第2圧電素子 7 1 の X 1 軸正方向側への変形量は、増加する。このため、先端部 3 1 a は、基部 3 1 b 及びベース部 2 に対して、X 1 軸正方向側へ移動する（図 11 ( c )、Phase 8 参照）。このときの移動量は、Phase 8 で新たに供給された 3 . 0 V と、Phase 7 で供給されていた 2 . 0 Vとの電圧の差の絶対値に比例する。

#### 【 0 0 7 7 】

電源部 1 0 は、図 7 に示すように、Phase 8 において、第2端子 T 2 の電圧を 1 . 0 V に維持し、図 6 A に示す第2組の駆動駒 3 2 の第1圧電素子 6 2 に、第2配線 1 2 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 1 0 は、図 7 に示すように、Phase 8 において、第4端子 T 4 に - 1 . 0 V の電圧を発生させ、図 6 B に示す第2組の駆動駒 3 2 の第2圧電素子 7 2 に、第4配線 1 4 を介して電圧を供給する。  
10

#### 【 0 0 7 8 】

すると、図 10 ( b ) に示すように、Phase 8 において、第2組の駆動駒 3 2 を Y 方向に駆動する第1圧電素子 6 2 の変形が進行して、先端部 3 2 a がロータ 4 に当接する（図 11 ( b )、Phase 8 参照）。同時に、図 10 ( b ) に示すように、Phase 8 において、第2圧電素子 7 2 の X 2 軸負方向側への変形量は、減少する。このため、先端部 3 2 a は、基部 3 2 b 及びベース部 2 に対して、X 2 軸正方向側へ移動する（図 11 ( d )、Phase 8 参照）。このときの移動量は、Phase 8 で新たに供給された - 1 . 0 V と、Phase 7 で供給されていた - 2 . 0 Vとの電圧の差の絶対値に比例する。  
20

#### 【 0 0 7 9 】

すなわち、Phase 8 においては、図 10 ( a ) に示すように、第1組の駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a は、ロータ 4 の回転方向 R へ沿う X 1 軸正方向側へ移動しながら、Y 軸負方向側へ移動して、ロータ 4 から離間する。同時に、図 10 ( b ) に示すように、第2組の駆動駒 3 2 の先端部 3 2 a は、ロータ 4 の回転方向 R に沿う X 2 軸正方向側に移動しながら、ロータ 4 に当接し、ロータ 4 を支持して、回転方向 R へ駆動させる。これにより、第1組及び第2組の駆動駒 3 1 , 3 2 の先端部 3 1 a , 3 2 a によって、ロータ 4 は、回転方向 R に駆動させられる。同時に、第1組の駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a から第2組の駆動駒 3 2 の先端部 3 2 a へ、ロータ 4 が受け渡される。  
30

#### 【 0 0 8 0 】

このとき、図 11 ( a ) 及び図 11 ( b ) に示すように、Phase 8 において、双方の駆動駒 3 1 , 3 2 は、極めて短時間の間、ロータ 4 から離間する場合がある。このような場合であっても、ロータ 4 は、その慣性により Y 方向の変位を殆どすることなく、第1組の駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a によって支持されていた位置に留まる。そのため、ロータ 4 は、Y 方向の略一定の位置が維持され、回転方向 R に駆動された状態で、第2組の駆動駒 3 2 の先端部 3 2 a により Y 方向に支持され、回転方向 R へ駆動される。これにより、ロータ 4 は、Y 方向の略一定の位置で、支持軸 5 を中心として回転を継続する。

#### 【 0 0 8 1 】

( Phase 9 )  
40

電源部 1 0 は、図 7 に示すように、Phase 9 において、第1端子 T 1 の電圧を - 1 . 0 V に維持し、図 6 A に示す第1組の駆動駒 3 1 の第1圧電素子 6 1 に、第1配線 1 1 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 1 0 は、図 7 に示すように、Phase 9 において、第3端子 T 3 に発生させる電圧を 0 V にし、図 6 B に示す第1組の駆動駒 3 1 の第2圧電素子 7 1 に、第3配線 1 3 を介して供給する電圧を 0 V にする。

#### 【 0 0 8 2 】

すると、図 10 ( a ) に示すように、Phase 9 において、第1組の駆動駒 3 1 を Y 方向に駆動する第1圧電素子 6 1 の変形が進行して、先端部 3 1 a がロータ 4 からさらに離間する（図 11 ( a )、Phase 9 参照）。同時に図 10 ( a ) に示すように、Phase 9 において、第2圧電素子 7 1 は、元の形状に戻る。このため、先端部 3 1 a は、基部 3 1 b 及び  
50

ベース部 2 に対して、X 1 軸負方向側へ移動する（図 11 ( c )、Phase 9 参照）。このときの先端部 3 1 a の移動量は、Phase 8 において第 2 壓電素子 7 に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

#### 【 0 0 8 3 】

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 9 において、第 2 端子 T 2 の電圧を 1 . 0 V に維持し、図 6 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 壓電素子 6 2 に、第 2 配線 1 2 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 9 において、第 4 端子 T 4 に発生させる電圧を 0 V にし、図 6 B に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 2 壓電素子 7 2 に、第 4 配線 1 4 を介して供給する電圧を 0 V にする。

#### 【 0 0 8 4 】

すると、図 10 ( b ) に示すように、Phase 9 において、第 2 組の駆動駒 3 2 を Y 方向に駆動する第 1 壓電素子 6 2 の変形が維持されて、先端部 3 2 a がロータ 4 に接触した状態が維持される（図 11 ( b )、Phase 9 参照）。この状態で、図 10 ( b ) に示すように、Phase 9 において、第 2 壓電素子 7 2 は、元の形状に戻る。このため、先端部 3 2 a は、基部 3 2 b 及びベース部 2 に対して、X 2 軸正方向側へ移動する（図 11 ( d )、Phase 9 参照）。このときの先端部 3 2 a の移動量は、Phase 8 において第 2 壓電素子 7 2 に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

#### 【 0 0 8 5 】

すなわち、Phase 9 においては、図 10 ( a ) に示すように、第 1 組の駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a は、Y 軸負方向側へ移動してロータ 4 から離間した状態を維持しつつ、ロータ 4 の回転方向 R と逆の X 1 軸負方向側へ移動する。同時に、図 10 ( b ) に示すように、第 2 組の駆動駒 3 2 の先端部 3 2 a は、ロータ 4 に当接した状態を維持して、ロータ 4 を支持しつつ、ロータ 4 の回転方向 R に沿う X 1 軸正方向側に移動して、ロータ 4 を回転方向 R へ駆動させる。

#### 【 0 0 8 6 】

( Phase 1 0 )

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1 0 において、第 1 端子 T 1 の電圧を - 1 . 0 V に維持し、図 6 A に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 1 壓電素子 6 1 に、第 1 配線 1 1 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1 0 において、第 3 端子 T 3 に - 3 . 0 V の電圧を発生させ、図 6 B に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 2 壓電素子 7 1 に、第 3 配線 1 3 を介して電圧を供給する。

#### 【 0 0 8 7 】

すると、図 10 ( a ) に示すように、Phase 1 0 において、第 1 組の駆動駒 3 1 を Y 方向に駆動する第 1 壓電素子 6 1 の変形が維持されて、先端部 3 1 a がロータ 4 から離間した状態が維持される（図 11 ( a )、Phase 1 0 参照）。この状態で、図 10 ( a ) に示すように、Phase 1 0 において、第 2 壓電素子 7 1 は、厚み滑り変形する。これにより、先端部 3 1 a は、基部 3 1 b 及びベース部 2 に対して、X 1 軸負方向側へ移動する（図 11 ( c )、Phase 1 0 参照）。このときの先端部 3 1 a の移動量は、第 2 壓電素子 7 1 に供給される電圧の絶対値に比例する。

#### 【 0 0 8 8 】

電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1 0 において、第 2 端子 T 2 の電圧を 1 . 0 V に維持し、図 6 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 壓電素子 6 2 に、第 2 配線 1 2 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 10 は、図 7 に示すように、Phase 1 0 において、第 4 端子 T 4 に 1 . 0 V の電圧を発生させ、図 6 B に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 2 壓電素子 7 2 に、第 4 配線 1 4 を介して電圧を供給する。

#### 【 0 0 8 9 】

すると、図 10 ( b ) に示すように、Phase 1 0 において、第 2 組の駆動駒 3 2 を Y 方向に駆動する第 1 壓電素子 6 2 の変形が維持されて、先端部 3 2 a がロータ 4 に接触した状態が維持される（図 11 ( b )、Phase 1 0 参照）。この状態で、図 10 ( b ) に示すように、Phase 1 0 において、第 2 壓電素子 7 2 は、厚み滑り変形する。このため、先端

10

20

30

40

50

部32aは、基部32b及びベース部2に対して、X2軸正方向側へ移動する（図11(d)、Phase10参照）。このときの移動量は、Phase10で新たに供給された電圧の絶対値に比例する。

#### 【0090】

すなわち、Phase10においては、図10(a)に示すように、第1組の駆動駒31の先端部31aは、ロータ4から離間した状態を維持しつつ、基部31b及びベース部2に対してX1軸負方向側へさらに移動する。同時に、図10(b)に示すように、第2組の駆動駒32の先端部32aは、ロータ4に当接した状態を維持して、ロータ4を支持しつつ、ロータ4の回転方向Rに沿うX2軸正方向側に移動して、ロータ4を回転方向Rへ駆動する。

10

#### 【0091】

Phase11以降は、上記のPhase3からPhase10までの動作と同様の動作が繰り返し行われ、ロータ4の回転が継続される。これにより、第1組の駆動駒31の先端部31aと先端部3aと第2組の駆動駒32の先端部32aとによって、交互に（順番に）ロータ4のY軸方向の支持及び回転方向Rの駆動がされ、ロータ4が支持軸5回りの回転を継続する。

20

#### 【0092】

本実施形態の圧電アクチュエータ1は、各々の駆動駒3を支持軸5の平行な方向（第1の方向）へ駆動させる第1圧電体6と、駆動駒3の先端部3aをロータ4の回転方向Rに沿う駆動駒3の幅w3方向（第2の方向）へ駆動させる第2圧電素子7とが、別個に独立して設けられている。そのため、それぞれの方向の振動を、独立した振動として取り出せる。

20

#### 【0093】

したがって、駆動駒3によりロータ4を回転させ、ロータ4と駆動駒3とを相対駆動させる際に、従来よりもロータ4を安定して回転させることができる。また、基部3bを挟み込む第1圧電素子6が互いに異なる方向に基部3bを駆動させる場合と比較して、損失が発生し難く、エネルギー効率を向上でき、圧電アクチュエータ1の出力を増大できる。

#### 【0094】

また、第1圧電素子6が駆動駒3の基部3bを幅w3方向から挟み込み、第1圧電素子6が駆動駒3を幅w3方向と異なる支持軸5に平行な方向へ駆動させる。また、基部3bを挟み込む一対の第1圧電素子6,6の寸法及び形状は、略等しくなっている。これにより、駆動駒3の幅w3方向の剛性を均等にできる。したがって、駆動駒3の基部3bの幅w3方向の振動を抑制できる。また、全ての第1圧電素子6及び第2圧電素子7を、同一の形状及び寸法とすることで、製造を容易にして、生産性を向上できる。

30

#### 【0095】

加えて、ベース部2には、駆動駒3を支持軸5と平行な方向へ駆動可能に保持する保持部2aが設けられている。保持部2aには、駆動駒3の幅w3方向から駆動駒3の基部3bを支持する支持面2fが設けられている。そのため、支持面2fによって第1圧電素子6を支持し、第1圧電素子6を介して駆動駒3の基部3bを幅w3方向から支持できる。これにより、駆動駒3の幅w3方向の剛性をより高め、駆動駒3の基部3bの幅w3方向の振動を抑制できる。

40

#### 【0096】

ここで、第1圧電素子6は、厚み方向の弾性係数（縦弾性係数）が、変形方向の弾性係数（横弾性係数）よりも大きい。また、第2圧電素子7も、厚み方向の弾性係数（縦弾性係数）が、変形方向の弾性係数（横弾性係数）よりも大きい。したがって、駆動駒3の幅w3方向の剛性を高め、基部3bの駆動方向の剛性を低くできる。これにより、基部3bの幅w3方向の移動を防止して振動を抑制できる。また、基部3bの駆動方向の変位をしやすくできる。

ここで、本実施形態の駆動駒3は、各々の先端部3aに傾斜面S2, S3が設けられ、先端部3aの接触面S1に平行な断面積がロータ4に近づくほど小さくなる先細状に設け

50

られている。そのため、接触面 S 1 を研磨する場合や、接触面 S 1 が径時的に磨耗した場合であっても、傾斜面 S 2 , S 3 が設けられていない場合と比較して、駆動駒 3 の体積の減少を抑制することができる。したがって、駆動駒 3 の質量の減少を最小限にすることができる、支持駆動部 1 a の固有振動数の変動を無視できる程度まで低減することができる。これにより、支持駆動部 1 a を継続的に共振状態で駆動させることができが可能になり、圧電アクチュエータ 1 の高い出力を長期間維持することができる。

#### 【 0 0 9 7 】

また、保持部 2 a の支持面 2 f は、図 5 A 及び図 5 B に示すように、駆動駒 3 の支持軸 5 に平行な方向に傾斜して設けられ、ロータ 4 から離間して保持部 2 a の底面 2 g に近づくほど、支持面 2 f , 2 f 同士の幅 w 4 が狭くなっている。また、支持面 2 f , 2 f 同士の幅 w 4' は、底面 2 g よりもロータ 4 側で駆動駒 3 の基部 3 b と一対の第 1 圧電素子 6 との幅 w 5 よりも狭くなっている。10

#### 【 0 0 9 8 】

そのため、駆動駒 3 の基部 3 b とそれを挟み込む第 1 圧電素子 6 , 6 とを、ロータ 4 側から支持軸 5 に平行な方向に沿って、保持部 2 a の底面 2 g 側へ挿入すると、支持面 2 f の途中で基部 3 b と第 1 圧電素子 6 は、幅 w 4 方向から支持面 2 f によって、挟み込まれて支持される。これにより、駆動駒 3 を、支持軸 5 と平行な方向に、位置決めすることができる。また、支持面 2 f は、駆動駒 3 のロータ 4 側への駆動を規制しないので、駆動駒 3 をロータ 4 側へ駆動可能に保持できる。20

#### 【 0 0 9 9 】

また、支持面 2 f に対向する駆動駒 3 の基部 3 b の側面 3 c は、支持面 2 f と同様に傾斜して、支持面 2 f と略平行に設けられている。そのため、駆動駒 3 の基部 3 b と当該基部 3 b とを挟み込む第 1 圧電素子 6 , 6 を、ロータ 4 側から支持軸 5 に平行な方向に沿って保持部 2 a の底面 2 g 側へ挿入する際に、第 1 圧電素子 6 と保持部 2 a の支持面 2 f とを隙間なく接触させて、第 1 圧電素子 6 を支持面 2 f に圧着できる。これにより、駆動駒 3 の基部 3 b の幅 w 3 方向の振動を抑制できる。20

#### 【 0 1 0 0 】

また、支持面 2 f の支持軸 5 と平行な方向に対する傾斜角度  $\alpha$  が、 $2^\circ$  以上  $6^\circ$  以下であることから、駆動駒 3 の支持軸 5 と平行な方向における位置決め誤差を許容誤差の範囲に収めることができる。ここで、傾斜角度  $\alpha$  が  $2^\circ$  よりも小さいと、位置決めの精度が低下するだけでなく製作が困難になる。また傾斜角度  $\alpha$  が  $6^\circ$  よりも大きいと、駆動駒 3 の支持軸 5 に平行な方向への駆動に悪影響が生じる。本実施形態では、傾斜角度  $\alpha$  を  $4^\circ$  とすることで、位置決め精度、製作性、及び駆動性を良好にできる。30

#### 【 0 1 0 1 】

また、駆動駒 3 が保持部 2 a の支持面 2 f によって位置決めされた中立位置において、駆動駒 3 の基部 3 b の底面 3 d と保持部 2 a の底面 2 g とが、駆動駒 3 の基部 3 b の駆動方向である支持軸 5 に平行な方向に離間している。したがって、駆動駒 3 を中立位置からベース部 2 側へ駆動できる。さらに、本実施形態では、駆動駒 3 を中立位置からベース部 2 側へ駆動させたときにも、基部 3 b の底面 3 d と保持部 2 a の底面 2 g とが、離間するようになっている。したがって、駆動駒 3 をベース部 2 側へ駆動させたときに、基部 3 b の底面 3 d と保持部 2 a の底面 2 g とが衝突することを防止して、駆動駒 3 の駆動に衝突による悪影響が及ぶことを防止できる。40

#### 【 0 1 0 2 】

また、駆動駒 3 が、ロータ 4 を支持して回転方向 R に駆動させる先端部 3 a と、一対の第 1 圧電素子 6 に挟み込まれた状態でベース部 2 の保持部 2 a に保持された基部 3 b と、を備えている。さらに、駆動駒 3 は先端部 3 a と基部 3 b との間に、先端部 3 a をロータ 4 の回転方向 R に沿う保持部 2 a 、及び駆動駒 3 の幅 w 3 方向に駆動する第 2 圧電素子 7 を備えている。

#### 【 0 1 0 3 】

そのため、駆動駒 3 を幅 w 3 方向に駆動することで、ロータ 4 の下面と駆動駒 3 の先端

部 3 a との間に、回転方向 R の接線方向の摩擦力が作用し、ロータ 4 を回転方向 R に駆動できる。また、第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 を、それぞれ独立して制御できる。これにより、駆動駒 3 の先端部 3 a の支持軸 5 に沿う方向の駆動と、ロータ 4 の回転方向 R に沿う方向の駆動とを独立して制御できる。

#### 【 0 1 0 4 】

また、第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 を同時に作動させ、駆動駒 3 の先端部 3 a の支持軸 5 に沿う方向の駆動と、ロータ 4 の回転方向 R に沿う方向の駆動とを同時に行うことができる。

したがって、図 8 ~ 図 10 に示すように、ロータ 4 と先端部 3 a の接触時及び離間時に、駆動駒 3 の先端部 3 a をロータ 4 の回転方向 R に沿って移動させ、ロータ 4 の回転を妨げることなく、第 1 組の駆動駒 3 1 から第 2 組の駆動駒 3 2 へロータ 4 の受け渡しを行える。  
10

#### 【 0 1 0 5 】

また、駆動駒 3 及びその基部 3 b を挟み込む二対の第 1 圧電素子 6 , 6 を 3 つ備えた駆動駒 3 の組が、第 1 組と第 2 組の二組構成されている。したがって、各組を異なるタイミングで駆動できる。また、各組の駆動駒 3 1 , 3 2 の先端部 3 1 a , 3 2 a によってロータ 4 を 3 点支持できる。したがって、2 点支持や 4 点以上の支持の場合と比較して、ロータ 4 の支持を安定して行える。

#### 【 0 1 0 6 】

また、各組の駆動駒 3 1 , 3 2 はロータ 4 の回転方向 R に均等に配置され、第 1 組と第 2 組の駆動駒 3 1 , 3 2 が回転方向 R に交互に順番に配置されている。したがって、ロータ 4 を各組の駆動駒 3 1 , 3 2 によってバランスよく支持し、回転方向 R に効率よく駆動できる。  
20

また、駆動駒 3 の先端部 3 a が駆動する方向は、駆動駒 3 の基部 3 b が第 1 圧電素子 6 及び保持部 2 a の支持面 2 f によって挟み込まれる方向と同一の方向となっている。したがって、駆動駒 3 の先端部 3 a が送り駆動及び戻り駆動を行った場合に、駆動方向の前後から駆動駒 3 の基部 3 b を支持できる。したがって、駆動駒 3 が支持軸 5 に平行な方向からずれることを抑制し、ロータ 4 の駆動に悪影響が及ぶことを防止できる。

#### 【 0 1 0 7 】

また、電源部 1 0 が、第 1 組及び第 2 組の駆動駒 3 1 , 3 2 に位相差を有する電圧を供給することで、各組の駆動駒 3 1 , 3 2 によって、それぞれロータ 4 を駆動できる。  
30

また、電源部 1 0 が、各組の第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 に供給する電圧の位相差を 180° とすることで、第 1 組の駆動駒 3 1 と第 2 組の駆動駒 3 2 とによって、交互に順番にロータ 4 を駆動できる。

#### 【 0 1 0 8 】

また、電源部 1 0 が、各組の第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 に、駆動駒 3 の先端部 3 a がロータ 4 との接触、駆動駒 3 の幅 w 3 方向への送り、ロータ 4 からの離間、駆動駒 3 の幅 w 3 方向の戻り、を順次繰り返すように電圧を供給することで、ロータ 4 の回転駆動を連続的に行うことができる。

また、電源部 1 0 は、図 7 のPhase 3 , 7 , 1 4 に示すように、第 1 端子 T 1 に供給する電圧と第 2 端子 T 2 に供給する電圧をオーバーラップさせている。これにより、第 1 組の駆動駒 3 1 から第 2 組の駆動駒 3 2 へのロータ 4 の受け渡しを、連続的かつスムーズに行うことが可能になる。  
40

#### 【 0 1 0 9 】

また、電源部 1 0 は、図 7 に示すように、駆動駒 3 の先端部 3 a に幅 w 3 方向の送り駆動をさせる際に、第 3 端子 T 3 及び第 4 端子 T 4 に供給する電圧の増加率（傾き）と、戻り駆動をさせる際の電圧の減少率（傾き）とを、異ならせている。例えば第 3 端子 T 3 において、先端部 3 a を送り駆動させるPhase 2 ~ Phase 8までの各Phaseで電圧を 1 . 0 V ずつ上昇させ、先端部 3 a を戻り駆動させるPhase 9 ~ Phase 1 0までの各Phaseで電圧を 3 . 0 V ずつ減少させている。これにより、駆動駒 3 の先端部 3 a の送り駆動の時間を、  
50

戻り駆動の時間よりも長くすることができ、駆動駒3の先端部3aとロータ4との接触時間を長くすることができる。したがって、駆動駒3の動力を、より効率よくロータ4に伝達できる。

#### 【0110】

また、電源部10が第1圧電素子6及び第2圧電素子7に供給する電圧の周波数は、第1圧電素子6、第2圧電素子7、駆動駒3、及びベース部2からなる支持駆動部1aの共振振動の振動数と、略等しくなっている。そのため、駆動駒3の先端部3aによるロータ4の送り駆動及び戻り駆動の振幅を、より大きくできる。支持駆動部1aの共振振動の周波数は、ベース部2、圧電素子、駆動駒3の先端部3a及び基部3bの材質を適切に選定することで、調整することができる。

10

#### 【0111】

また、本実施形態では、図7に示すように、第1端子T1及び第2端子T2から各組の駆動駒31, 32の第1圧電素子61, 62に供給される電圧の周期と、第3端子T3及び第4端子T4から各組の第2圧電素子71, 72に供給される電圧の周期とが等しくなっている。したがって、駆動駒31, 32の支持軸5に平行な方向の駆動の振動数と、駆動駒31, 32の幅w31, w32方向の先端部31a, 32aの駆動の振動数とが等しくなる。これにより、支持軸5に平行な方向の駆動駒31, 32の振幅と、駆動駒31, 32の幅w31, w32方向の先端部31a, 32aの振幅とを最大振幅とすることができます。

20

#### 【0112】

また、駆動駒3の先端部3aは、ロータ4の回転方向Rに沿う断面積がロータ4に近づくほど、小さくなるように先細状に設けられている。したがって、先端部3aを直方体状の形状に形成する場合と比較して、先端部3aとロータ4との接触面積を減少させ、先端部3aの磨耗による先端部3aの体積変化率を小さくできる。これにより、先端部3aの磨耗による先端部3aの重量の変化を小さくすることができ、駆動駒3の共振周波数の変化を小さくできる。また、先端部3aを六角柱状の形状とすることで、他の形状と比較して、先端部3aの剛性を高くできる。

#### 【0113】

また、支持軸5と略平行に設けられ駆動駒3の幅w3方向と略垂直に交差するベース部2の側面2cに、溝部2dが形成されている。すなわち、溝部2dは、ベース部2を介して伝播する支持軸5と略平行な方向の振動に対して、略垂直に交差するように設けられている。そのため、溝部2dによって振動を吸収し、ベース部2による振動の伝播を減少できる。

30

また、第1圧電素子6が、ロータ4と溝部2dとの間に設けられている。したがって、ベース部2のロータ4と反対側から溝部2dを越えて伝播する振動を減少できる。

#### 【0114】

また、ベース部2の駆動駒3を保持する保持部2aと反対側の端部が取付部101aに固定され、溝部2dは、駆動駒3よりも取付部101aに近い位置に、設けられている。そのため、取付部101aの振動がベース部2に伝播した場合であっても、駆動駒3から比較的遠い位置で振動を減少させ、取付部101aの振動が駆動駒3の駆動に悪影響を及ぼすことを防止できる。

40

#### 【0115】

また、溝部2dの支持軸5に平行な方向の幅w1は、ベース部2の振動の振幅よりも大きくなっている。そのため、溝部2dの両側のベース部2同士が衝突することを防止できる。

また、溝部2dの支持軸5に平行な方向の幅w1は、ベース部2、駆動駒3、第1圧電素子6、及び第2圧電素子7からなる支持駆動部1aの共振振動の振幅よりも大きくなっている。したがって、支持駆動部1aが共振状態で振動した場合でも、溝部2dの両側のベース部2同士が衝突することを防止できる。

#### 【0116】

50

また、溝部 2 d の深さ d 1 をベース部 2 の半径の 40 %以上 80 %以下とすることで、ベース部 2 の強度を十分に確保しつつ、十分な振動の伝播の抑制効果を得られる。

また、ベース部 2 と支持軸 5との間に、間隙 2 e が形成されているので、ベース部 2 から支持軸 5 に伝播する振動を減少させることができる。また、支持軸 5 からベース部 2 に伝播する振動を減少できる。したがって、駆動駒 3 及びロータ 4 の駆動に悪影響が及ぶことを防止できる。

#### 【0117】

次に、本実施形態の圧電アクチュエータ 1 を備えたレンズ鏡筒の一例として、交換レンズについて説明する。本実施形態の交換レンズは、図示しないカメラ本体とともにカメラシステムを形成するものであり、カメラ本体に着脱可能に装着される。交換レンズは、公知の A F (オートフォーカス) 制御に応じて合焦動作を行う A F モードと、撮影者からの手動入力に応じて合焦動作を行う M F (マニュアルフォーカス) モードとが切り替え可能になっている。10

#### 【0118】

図 12 は、本実施形態の交換レンズ 100 を示す分解斜視図である。

図 12 に示すように、交換レンズ 100 は、固定筒 101 と、外筒 102 と、フォーカス操作筒 103 と、駆動部 104 と、を備えている。図 12 では図示を省略するが、固定筒 101 の内側には、レンズ群室及び保持筒に保持された 3 群構成のレンズ群が設けられている。各レンズ群は光軸方向に配置され、ズーム動作時に用いられる一対のレンズ群と、その間に設けられ合焦動作に用いられるレンズ群とにより構成されている。20

#### 【0119】

駆動部 104 は、A F 制御時に図示しない A F 制御部からの信号に応じて、フォーカス操作筒 103 を光軸回りに回転させる部分である。

駆動部 104 は、支持部 105、圧電アクチュエータ 1、フォーカス操作筒側ギア 103 a、及び、カバー 108 を備えている。

#### 【0120】

支持部 105 は、圧電アクチュエータ 1 を固定筒 101 に対して支持する部分である。支持部 105 は、取付部 101 a 及び軸受部 101 b を備えている。

取付部 101 a は、圧電アクチュエータ 1 の一端側を支持する。取付部 101 a は、固定筒 101 の外周面の一部からその外径側につば状に突き出して形成された部分であり、固定筒 101 に一体的に形成されている。30

#### 【0121】

軸受部 101 b は、取付部 101 a と同様に、固定筒 101 の外周面の一部からその外径側に突出して固定筒 101 に一体的に形成され、圧電アクチュエータ 1 のロータ 4 に一端側が固定された回転軸 106 の他端側を支持するように設けられている。

圧電アクチュエータ 1 は、ベース部 2 の端部が取付部 101 a に固定されている。

#### 【0122】

回転軸 106 の一端側には、出力側ギア 107 が設けられ、他端側はロータ 4 と一体的に固定されている。回転軸 106 は、圧電アクチュエータ 1 の支持軸 5 (図 2 参照) と同軸上に独立して設けられている。出力側ギア 107 は、フォーカス操作筒 103 に設けられたフォーカス操作筒側ギア 103 a と噛み合っている。40

カバー 108 は、上述した圧電アクチュエータ 1 を保護するためのものであり、固定筒 101 に対して図示しないビス等によって固定されている。

交換レンズ 100 は、外筒 102 を介してカメラ本体に、着脱自在に設けられている。

#### 【0123】

交換レンズ 100 は、A F モードにおいて、例えばカメラ本体に設けられた A F 制御部からの信号に応じて、圧電アクチュエータ 1 の電源部 10 が作動され、圧電アクチュエータ 1 のロータ 4 が回転する。ロータ 4 の回転により、回転軸 106 が回転し、その回転によってフォーカス操作筒 103 を光軸回りに回転させる。フォーカス操作筒 103 は、その回転によって不図示のフォーカス用カム機構を介して、合焦動作に用いられるレンズ群50

を光軸方向に進退動作させる。以上により、交換レンズ100において、AF動作が行われる。

一方、MFモードにおいて、フォーカス操作筒103は、撮影者によって、手動で光軸回りに回転操作される。フォーカス操作筒103は、AFモードと同様に、その回転によつて、合焦動作に用いられるレンズ群を光軸方向に進退動作させる。以上により、交換レンズ100において、MF動作が行われる。

#### 【0124】

以上説明したように、本実施形態の交換レンズ100によれば、異なる2方向の振動をそれぞれ独立した振動として取り出すことができ、出力を増大させることができる圧電アクチュエータ1を備えているので、AFモードにおける電力消費量を減少できる。

10

また、中間ギアや最終ギア等を用いることなく、圧電アクチュエータ1の動力をダイレクトにフォーカス操作筒103に伝達できる。したがつて、エネルギーの損失が少なく、省エネルギー効果が得られる。また、部品点数の削減が可能になる。

#### 【0125】

尚、本実施形態は、種々変形して実施できる。例えば、ベース部は、支持軸を囲むように設けられていれば、複数に分割されていてもよく、支持軸を完全に囲んでいなくてもよい。例えば支持軸を囲む円周上の半分に偏つて配置されていてもよく、支持軸を両側から挟みこむような配置であつてもよい。

#### 【0126】

また、上述の実施形態では、駆動駒を支持軸と平行な方向へ駆動する第1圧電素子が、駆動駒を挟み込むように一対設けられている場合について説明した。これに代えて、第1圧電素子は、駆動駒の一方の側面のみに設けられていてもよい。また、厚み方向への変位をする圧電素子を第1圧電素子として用い、ベース部の保持部の底面と駆動駒の基部の底面との間に、第1圧電素子を配置するようにしてもよい。この場合には、ベース部に設けられた保持部の支持面によって、ロータの回転方向に沿う保持部の幅方向の両側から圧電素子を介すことなく、基部を直接支持する。そして、基部を支持軸と平行な方向へスライド可能に保持するガイド部として支持面を機能させるようにしてもよい。

20

#### 【0127】

また、上述の実施形態では、第1圧電素子及び第2圧電素子を備える駆動駒の組を二組備える場合について説明したが、駆動駒の組は三組以上であつてもよい。また、駆動駒の組が備える駆動駒の数は、1つ、2つ、若しくは4つ以上であつてもよい。例えば、上述の実施形態において、ベース部の対角に配置された配置された2つの駆動駒を1組として、駆動駒の組を3組構成してもよい。この場合には、各組の電圧の位相差を例えば120度とすることができる。これにより、常に2組の駆動駒によって、ロータを支持・回転させることができる。駆動駒の各組の電圧の位相差は、360度を組数で除した値（すなわち二組の場合は180度、三組の場合は120度）とすればよい。

30

#### 【0128】

また、上述の実施の形態では、第1圧電素子が駆動駒の基部を挟み込む方向（第2の方向）と、第2圧電素子が駆動駒の先端部を駆動する方向（第3の方向）とが同一の場合について説明したが、これらを異ならせててもよい。例えば、第3の方向を駆動駒の幅w3方向と交差し、かつロータの回転方向に沿う方向とすることで、ロータを回転させやすくしてもよい。

40

#### 【0129】

また、ベース部の支持面は、支持軸と平行な方向（第1の方向）とに対して、傾斜していないなくてもよい。例えば、図13Aに示すように、保持部に第1圧電素子の保持部の底面側の端部を係止する突起状の係止部を設けてもよい。また、図13Bに示すように、第1圧電素子の保持部の底面側の端部を基部の底面よりも突出させて位置決め部として機能させ、位置決め部を保持部の底面に突き当てることで位置決めをしてもよい。

#### 【0130】

また、ベース部と支持軸との間の間隙は、ベース部の強度確保の観点から溝部の保持部

50

側の縁まで形成するようにしてもよい。

#### 【0131】

また、電源部の各端子から第1圧電素子及び第2圧電素子へ供給する電圧を、正弦波や正弦波状の電圧波形としてもよい。

まず、上述の実施形態と同様に、駆動駒の組が第1組と第2組の二組構成され、電源部の第1端子と第2端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が $180^\circ$ であり、第3端子と第4端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が $180^\circ$ である場合を例に図14を用いて説明する。

#### 【0132】

図11(a)～図11(d)と同様に、図14(a)は第1組の駆動駒の先端部のY方向の変位を示し、図14(b)は第2組の駆動駒のY方向の変位を示している。また、図14(c)は、第1組の駆動駒のX1方向の変位を示し、図14(d)は第2組のX2方向の変位を示している(図8～図10参照)。

10

#### 【0133】

電源部の第1端子と第2端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が $180^\circ$ である場合、図14(a)及び図14(b)に示すように、Y軸方向に駆動する第1組及び第2組の駆動駒の先端部は、 $180^\circ$ の位相差を有する正弦波状の軌跡を描く。このとき、第1組の駆動駒の先端部は、図14(a)に太線で示すように、Y軸方向の変位が接触位置y1を越えるとロータと接触する(図8～図10参照)。また、図14(b)に太線で示すように、第2組の駆動駒の先端部も、同様に、ロータと接触する。

20

#### 【0134】

ここで、図14(a)に示す第1組の駆動駒の軌跡と、図14(b)第2組の駆動駒の軌跡とは、 $180^\circ$ の位相差を有している。そのため、第1組の駆動駒の先端部と、第2組の駆動駒の先端部とが、ロータに交互に接触して、ロータを支持する(図8～図10参照)。このとき、上述の実施形態と同様に、双方の駆動駒の先端部がロータから離間する期間が存在する。しかし、上述の実施形態と同様、その間に、ロータは、その慣性によりY方向へは殆ど変位しない。

#### 【0135】

同様に、電源部の第2端子と第3端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が $180^\circ$ である場合、図14(c)及び図14(d)に示すように、X1軸方向及びX2軸方向へ駆動する第1組及び第2組の駆動駒の先端部は、正弦波状の軌跡を描くようになる(図8～図10参照)。

30

#### 【0136】

ここで、図14(c)に太線で示すように、第1組の駆動駒の先端部は、ロータと接触している間(図14(a)に示す太線部分の間)に、ロータの回転方向に沿うX1軸正方向に移動する(図8～図10参照)。また、図14(d)に太線で示すように、第2組の駆動駒の先端部も同様に、ロータと接触している間(図14(b)に示す太線部分の間)に、ロータの回転方向に沿うX2軸正方向に移動する。

#### 【0137】

したがって、上述の実施形態と同様に、ロータは、第1組の駆動駒と第2組の駆動駒とによって、交互に回転方向へ駆動される(図8～図10参照)。

40

#### 【0138】

次に、駆動駒の組が第1組～第3組の三組構成され、電源部の各端子に $120^\circ$ の位相差を有する正弦波、又は正弦波状の電圧波形を発生させる場合について、図15を用いて説明する。この場合、電源部として、上述の第1端子～第4端子に加え、第3組の駆動駒の第1圧電素子と第2圧電素子にそれぞれ電圧を供給する第5端子と第6端子とを備えたものを用いる。また、第1組の駆動駒のX1方向及び第2組の駆動駒のX2方向(図8～図10参照)と同様に、支持軸に垂直でロータの回転方向に沿う第3組の駆動駒の幅方向(保持部の幅方向)をX3方向とする。

#### 【0139】

50

図15(a)は第1組～第3組の駆動駒の先端部のY方向の変位を示し、図15(b)は第1組～第3組の駆動駒の先端部のX1～X3方向の変位を示している。図15(a)及び図15(b)では、第1組の駆動駒の先端部の軌跡を実線、第2組の駆動駒の先端部の軌跡を破線、第3組の駆動駒の軌跡を一点鎖線で示している。

#### 【0140】

電源部が各組の第1圧電素子に供給する電圧波形が、120°の位相差を有する場合、図15(a)に示すように、Y軸方向に駆動する各組の駆動駒の先端部は、120°の位相差を有する正弦波状の軌道を描く。このとき、各組の駆動駒の先端部は、図15(a)に太線で示すように、Y軸方向の変位が接触位置y1を越えると、ロータと接触する(図8～図10参照)。

10

#### 【0141】

ここで、図15(a)に示す各組の駆動駒の軌跡は、120°の位相差を有している。そのため、各組の駆動駒の先端部は、ロータに順番に接触して、ロータを支持する(図8～図10参照)。このとき、上述の実施形態と同様に、各組の駆動駒の先端部がロータから離間する期間が存在する。しかし、上述の実施形態と同様、その間に、ロータは、その慣性によりY方向へは殆ど変位しない。

#### 【0142】

同様に、電源部が各組の第2圧電素子に供給する電圧波形が、120°の位相差を有する場合、図14(b)に示すように、X1～X3軸方向へ駆動する各組の駆動駒の先端部は、正弦波状の軌道を描くようになる(図8～図10参照)。

20

#### 【0143】

ここで、図15(b)に太線で示すように、各組の駆動駒の先端部は、ロータと接触している間(図15(a)に示す太線部分の間)に、ロータの回転方向に沿うX1～X3軸正方向に移動する(図8～図10参照)。

したがって、上述の実施形態と同様に、ロータは、各組の駆動駒によって、順番に回転方向へ駆動される(図8～図10参照)。

#### 【0144】

上述の実施形態では、ベース部2は、例えばステンレス鋼等の金属材料により中空円筒状に形成されているとした。別の実施形態において、ベース部2の全部または一部が弾性を有する弾性体により形成できる。すなわち、ベース部2の少なくとも一部が弾性を有することができる。この実施形態において、例えば、ベース部2の実質的に全部、又は少なくとも凸部2h, 2i(図4)を弾性体にできる。ここで、ベース部以外の圧電アクチュエータ1の構成は、上述の実施形態と同様にできる。

30

#### 【0145】

この実施形態において、電源部10が第1圧電素子6及び第2圧電素子7に供給する電圧の周波数は、第1圧電素子6、第2圧電素子7、駆動駒3、及びベース部2からなる支持駆動部1aの共振周波数と、略等しくできる。また、電源部10の各端子から第1圧電素子6及び第2圧電素子7へ供給する電圧の波形は正弦波にできる。代替的に、供給する電圧の周波数が支持駆動部1aの共振周波数に略等しければ、矩形波などの他の波形にできる。

40

#### 【0146】

ここで、ベース部2の少なくとも一部が弾性体で形成され、供給する電圧の波形が正弦波である場合の作用を、図16及び図17A～図17Dを用いて説明する。

図16及び図17A～図17Dでは、ロータ4の回転方向Rに沿う方向をX4方向とし、支持軸5に平行な方向をY方向とする座標系を用いる。

図16及び図17A～図17Dにおいて、上述の実施形態と同様に、駆動駒の組は第1組の駆動駒31及び第2組の駆動駒32の二組で構成され、電源部10の第1端子と第2端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が180°であり、第3端子と第4端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が180°である。

#### 【0147】

50

なお、図4に示すように、ベース部2に形成された6つの凸部(突起)のうち、回転方向の進む側に第2組の駆動駒32が位置する3つの凸部を第1凸部2hとし、回転方向の進む側に第1組の駆動駒31が位置する3つの凸部を第2凸部2iとする。第1凸部2h及び第2凸部2iは弾性を有する。

#### 【0148】

図16(a)では、第1組の駆動駒31の先端部31aのY方向の変位を太線で示し、第1組の駆動駒31を挟み込む第1圧電素子61のY方向の厚み滑り変形量を実線で示し、第1組の駆動駒31を支える支持面2fのY方向の変位を破線で示している。

#### 【0149】

図16(b)では、第2組の駆動駒32の先端部32aのY方向の変位を太線で示し、第2組の駆動駒32を挟み込む第1圧電素子62のY方向の厚み滑り変形量を実線で示し、第2組の駆動駒32を支える支持面2fのY方向の変位を破線で示している。

#### 【0150】

図16(c)では、第1組の駆動駒31の先端部31aのX4方向の変位を太線で示し、第1組の駆動駒31に設けられた第2圧電素子71のX4方向の厚み滑り変形量を実線で示し、第1組の駆動駒31を支える支持面2fのX4方向の変位を破線で示している。

#### 【0151】

図16(d)では、第2組の駆動駒32の先端部32aのX4方向の変位を太線で示し、第2組の駆動駒32に設けられた第2圧電素子72のX4方向の厚み滑り変形量を実線で示し、第2組の駆動駒32を支える支持面2fのX4方向の変位を破線で示している。

#### 【0152】

電源部10の第1端子と第2端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が180°である場合、図16(a)及び図16(b)に示すように、Y軸方向に駆動する第1組及び第2組の駆動駒3の先端部3aは、180°の位相差を有する正弦波状の軌跡を描く。また、電源部10の第3端子と第4端子に発生する正弦波の電圧波形の位相差が180°である場合、図16(c)及び図16(d)に示すように、X4軸方向に駆動する第1組及び第2組の駆動駒3の先端部3aは、180°の位相差を有する正弦波状の軌跡を描く。このとき、この駆動駒3の振動によって、ベース部2が共振するとともに、ベース部2の少なくとも一部が弾性変形する。本実施形態において、ベース部2に設けられ駆動駒3を支える支持部2fが変位する。

#### 【0153】

図16のA点では、第1組の駆動駒31はY方向に正の変位をするのに対し、第2組の駆動駒32はY方向に負の変位をする。第1凸部2hに、せん断力が生じる結果、図17Aに示すように、第1凸部2hは、このせん断力により、Y方向にせん断変形する。第1組の駆動駒31を支える支持部2fはY方向に正の変位を生じ、第2組の駆動駒32を支える支持部2fはY方向に負の変位を生じる。

#### 【0154】

図16のB点では、第1組の駆動駒31はY方向に負の変位をするのに対し、第2組の駆動駒32はY方向に正の変位をする。第1凸部2hに、せん断力が生じる結果、図17Bに示すように、第1凸部2hは、このせん断力により、Y方向にせん断変形する。第1組の駆動駒31を支える支持部2fはY方向に負の変位を生じ、第2組の駆動駒32を支える支持部2fはY方向に正の変位を生じる。

#### 【0155】

図16のC点では、第1組の駆動駒31はX4方向に正の変位をするのに対し、第2組の駆動駒32はX4方向に負の変位をする。第1凸部2hに、圧縮力が生じる結果、図17Cに示すように、第1凸部2hは、この圧縮力により、ロータの回転方向に圧縮変形する。第1組の駆動駒31を支える支持部2fはX4方向に正の変位を生じ、第2組の駆動駒32を支える支持部2fはX4方向に負の変位を生じる。

#### 【0156】

図16のD点では、第1組の駆動駒31はX4方向に負の変位をするのに対し、第2組

10

20

30

40

50

の駆動駒 3 2 は X 4 方向に正の変位をする。第 1 凸部 2 h に、引張力が生じる結果、図 1 7 D に示すように、第 1 凸部 2 h は、この引張力により、ロータの回転方向に引張変形する。第 1 組の駆動駒 3 1 を支える支持部 2 f は X 4 方向に負の変位を生じ、第 2 組の駆動駒 3 2 を支える支持部 2 f は X 4 方向に正の変位を生じる。

#### 【 0 1 5 7 】

ここでは、第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 の駆動による第 1 凸部 2 h の弾性変形とそれによる支持部 2 f の変位について説明したが、第 2 凸部 2 i も第 1 凸部 2 h と位相を 180° 異なさせて同様に変形する。

#### 【 0 1 5 8 】

本実施形態において、第 1 凸部 2 h 及び第 2 凸部 2 i の弾性変形により、支持部 2 f は駆動駒の変位と同じ周期で変位する。駆動駒 3 の先端部 3 a の変位は、第 1 圧電素子 6 及び第 2 圧電素子 7 の厚み滑り変形による変位と支持部 2 f の変位を足し合わせたものとなる。

#### 【 0 1 5 9 】

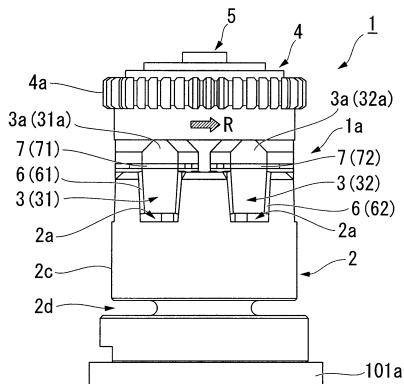
本実施形態において、第 1 圧電素子 6 および第 2 圧電素子 7 の厚み滑りによる変位に加え、ベース部 2 の弾性変形による変位を利用することで、駆動駒がより大きな振幅で駆動する。これにより、圧電アクチュエータの出力を増大させることができ、駆動に要する電圧を低電圧化することができる。さらに、ベース部 2 も含めた支持駆動部 1 a を共振させることで、ベース部に設けられた凸部の面内の曲げ及び面外の曲げによる振動を利用し、その効果を最大限に発揮させることができる。

#### 【 符号の説明 】

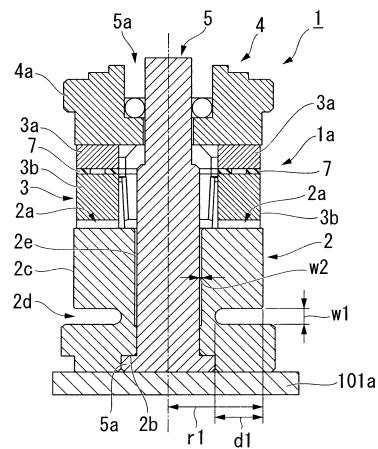
##### 【 0 1 6 0 】

1	圧電アクチュエータ	
1 a	支持駆動部（構造体）	
2	ベース部（第 4 の部材）	
3	駆動駒	
3 a	先端部（第 2 の部材）	
3 b	基部（第 1 の部材）	
4	ロータ（第 3 の部材）	
5	支持軸（回転軸）	30
6	第 1 圧電素子	
7	第 2 圧電素子	
1 0	電源部	
3 1	駆動駒（第 1 組）	
3 1 a	先端部（第 1 組）	
3 1 b	基部（第 1 組）	
3 2	駆動駒（第 2 組）	
3 2 a	先端部（第 2 組）	
3 2 b	基部（第 2 組）	
6 1	第 1 圧電素子（第 1 組）	40
6 2	第 1 圧電素子（第 2 組）	
7 1	第 2 圧電素子（第 1 組）	
7 2	第 2 圧電素子（第 2 組）	
1 0 0	交換レンズ（レンズ鏡筒）	
R	回転方向	

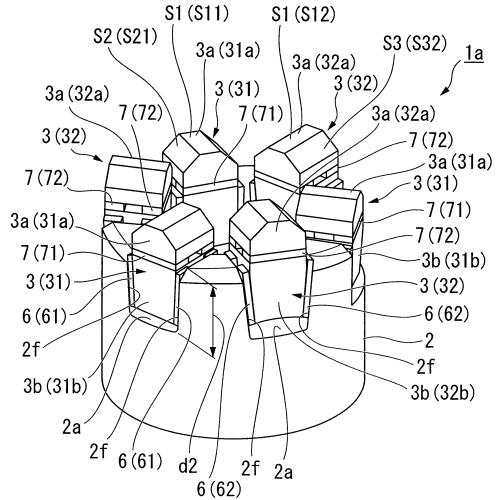
【図1】



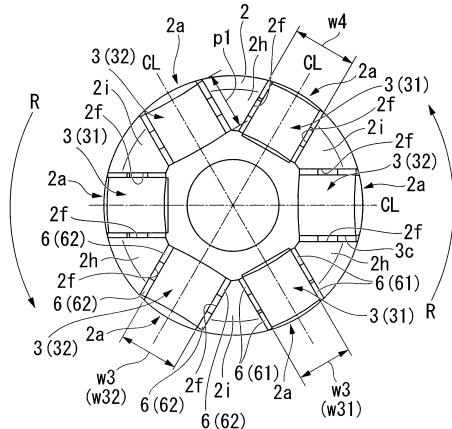
【図2】



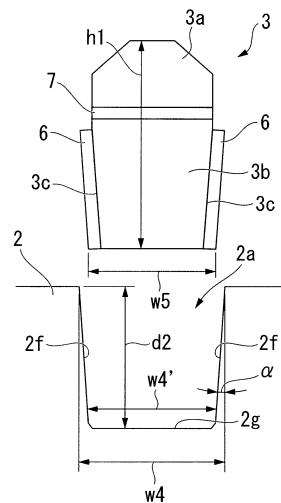
【図3】



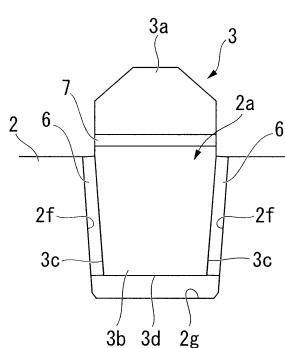
【図4】



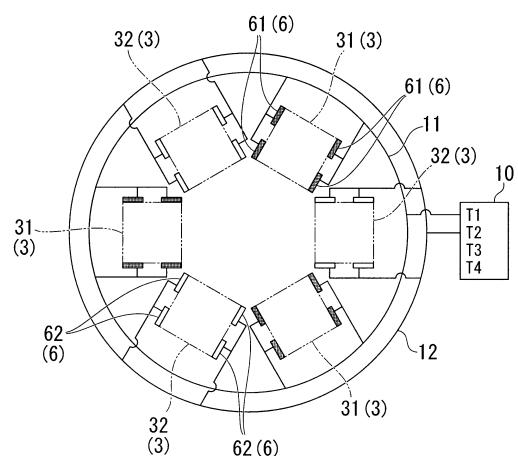
【図5A】



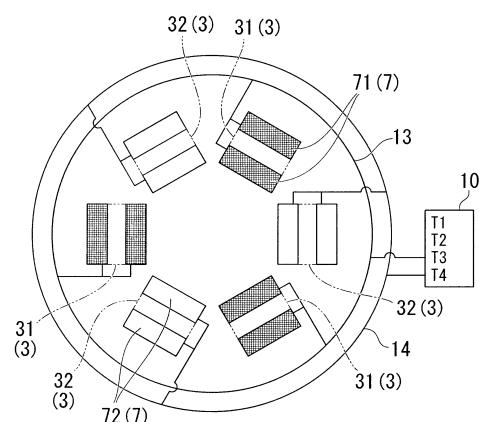
【図5B】



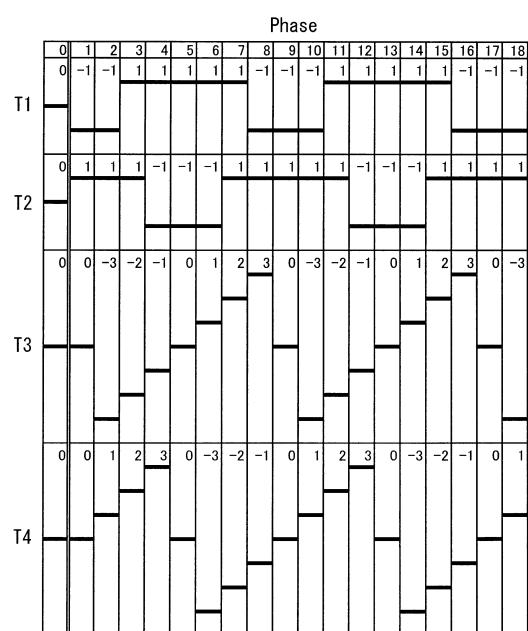
【図 6 A】



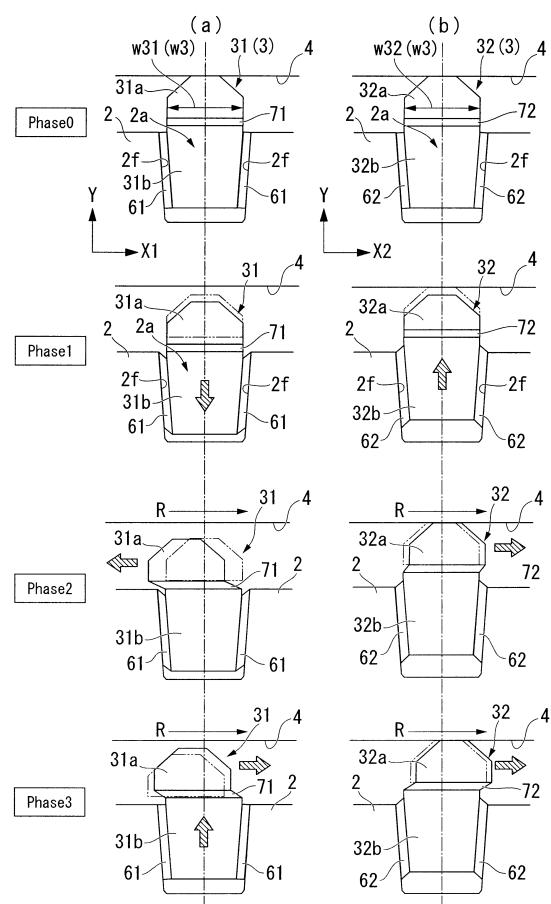
【図 6 B】



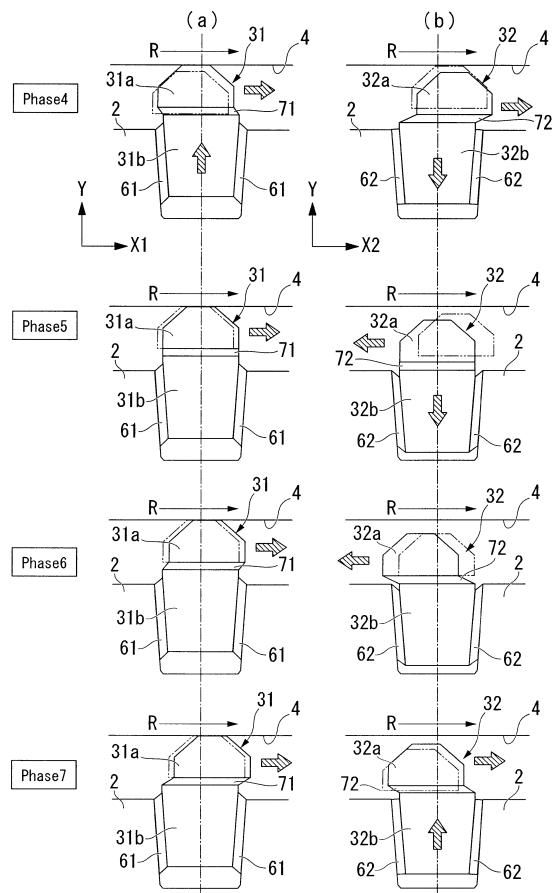
【図 7】



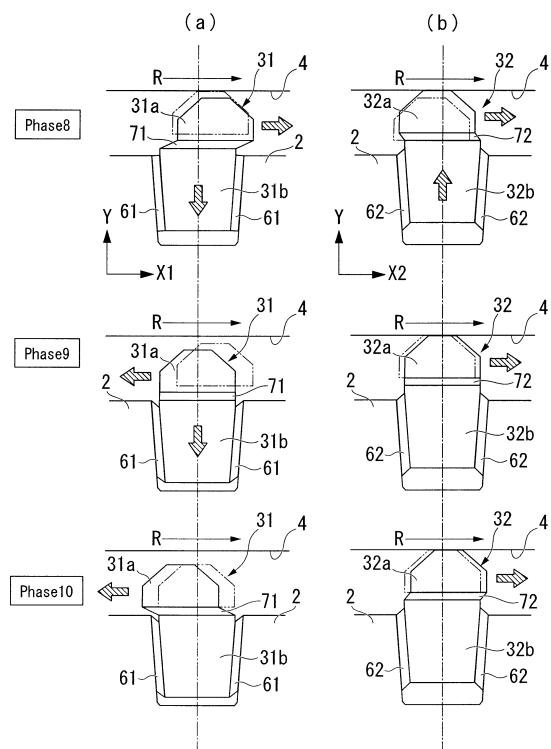
【図 8】



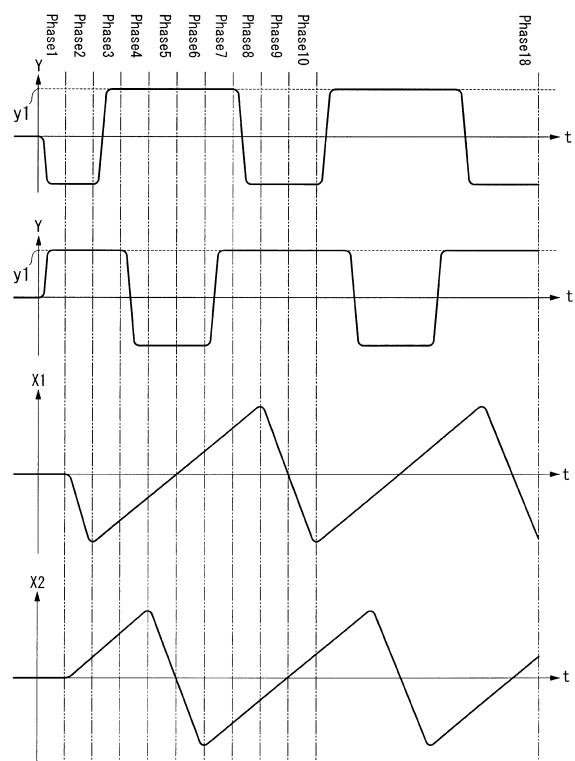
【図9】



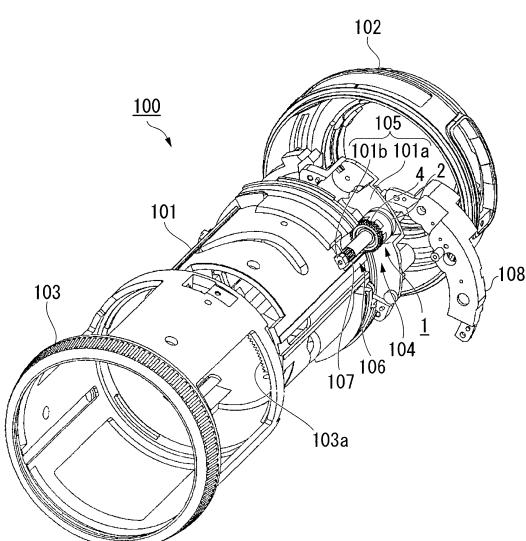
【図10】



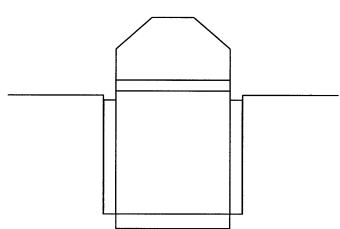
【図11】



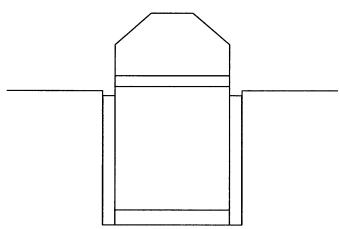
【図12】



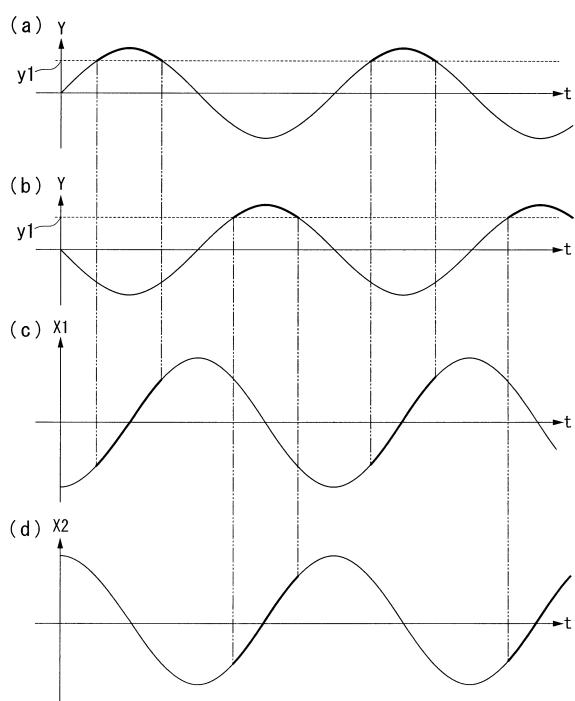
【図 1 3 A】



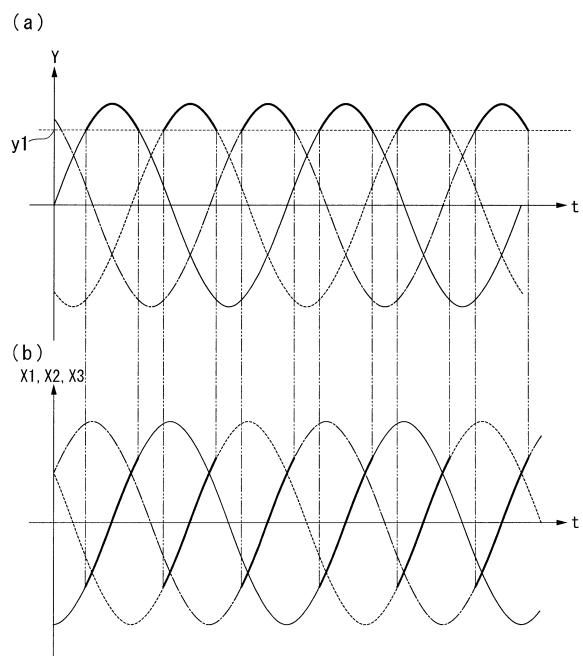
【図 1 3 B】



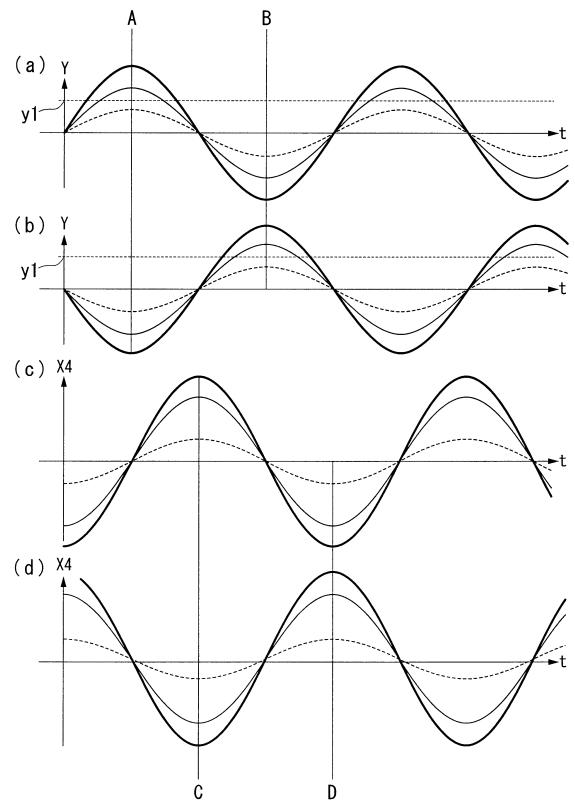
【図 1 4】



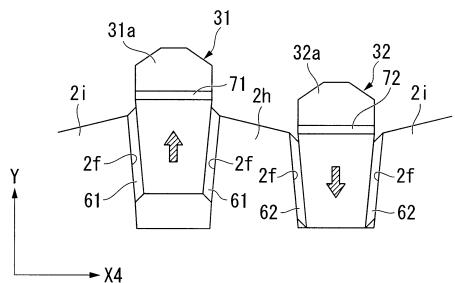
【図 1 5】



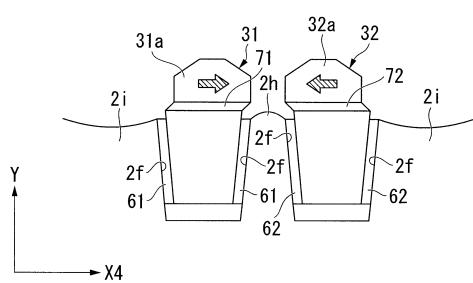
【図 1 6】



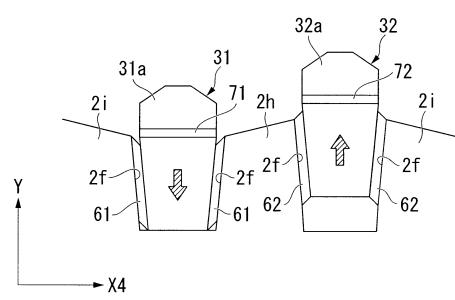
【図 17 A】



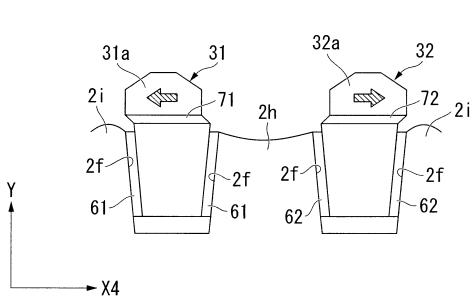
【図 17 C】



【図 17 B】



【図 17 D】



---

フロントページの続き

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開平02-087981(JP,A)  
特開平02-159982(JP,A)  
特開2005-185094(JP,A)  
特開昭59-230473(JP,A)  
特開平01-264582(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 02 N 2 / 00  
G 02 B 7 / 04