

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年12月16日(16.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2010/143438 A1

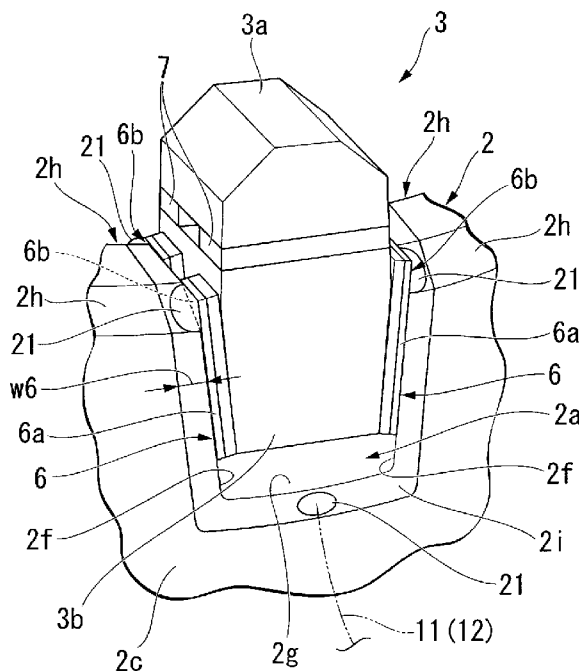
- (51) 国際特許分類:
H02N 2/00 (2006.01) G02B 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/003875
- (22) 国際出願日: 2010年6月10日(10.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-139564 2009年6月10日(10.06.2009) JP
特願 2009-256371 2009年11月9日(09.11.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 桑野邦宏 (KUWANO, Kunihiro) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目1番1号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 刈谷智志 (KARIYA, Satoshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目1番1号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀正武, 外(SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DRIVE DEVICE, LENS BARREL, AND CAMERA

(54) 発明の名称: 駆動装置、レンズ鏡筒及びカメラ

[図6]



(57) Abstract: Provided is a drive device (1) which relatively drives a first member (3) and a second member (4). The drive device is provided with: a piezoelectric element (6) which drives the first member; a base section (2) which supports the first member by having the piezoelectric element between the base section and the first member such that the first member can be driven; and an electrode section (6a) having the drive voltage of the piezoelectric element applied thereto. The electrode section has an exposed section (6b) which is exposed from the base section.

(57) 要約: この駆動装置(1)は、第1部材(3)と第2部材(4)とを相対駆動させる駆動装置であって、前記第1部材を駆動させる圧電素子(6)と、前記圧電素子を介して前記第1部材を駆動可能に支持するベース部(2)と、前記圧電素子の駆動電圧が印加される電極部(6a)と、を備え、前記電極部は、前記ベース部から露出された露出部(6b)を有する。

WO 2010/143438 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 駆動装置、レンズ鏡筒及びカメラ

技術分野

[0001] 本発明は、駆動装置、レンズ鏡筒及びカメラに関する。

本願は、2009年6月10日に日本に出願された特願2009-139564号、及び2009年11月9日に日本に出願された特願2009-256371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] 従来から、圧電素子を用いた駆動装置が知られている。この種の駆動装置として、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楕円運動させることで、被駆動体を駆動させるものを開示している。下記特許文献1では、XYZ直交座標系を設定した場合に、チップ部材のXZ平面に平行な楕円運動により被駆動体がX軸方向に駆動される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-236138号公報

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、上記従来の駆動装置では、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駆動装置の出力が低下する。

[0005] また、上記従来の駆動装置では、圧電素子を支持するベース部材が導電性を有するWC（タングステンカーバイド）等により設けられている。ベース

部材が導電性を有する場合には、ベース部材が共通電極となり、ベース部材に接する複数の圧電素子の電極の電位が等しくなる。したがって、複数の圧電素子に異なる電圧を印加することが困難であるという課題がある。

[0006] 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駆動装置とそれを用いたレンズ鏡筒及びカメラの提供を目的とする。

[0007] また、本発明の態様は、圧電素子を支持する部材が導電性を有する場合であっても、圧電素子に異なる電圧を容易に印加できる駆動装置とそれを用いたレンズ鏡筒及びカメラの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の態様にかかる駆動装置は、第1部材と第2部材とを相対駆動させる駆動装置であって、前記第1部材を駆動させる圧電素子と、前記圧電素子を介して前記第1部材を駆動可能に支持するベース部と、前記圧電素子の駆動電圧が印加される電極部と、を備え、前記電極部は、前記ベース部から露出された露出部を有する。

[0009] 本発明の別の態様にかかる駆動装置は、圧電素子と、前記圧電素子により駆動される第1部材と、前記第1部材と当接して設けられ、前記第1部材が駆動されることにより、前記第1部材に対して相対移動する第2部材と、導電性を有し、前記圧電素子を介して前記第1部材を駆動可能に支持するベース部材と、前記第1部材及び前記圧電素子を有する複数の組と、を備え、少なくとも一の前記組の前記圧電素子と前記ベース部材との間に、絶縁膜が設けられている。

本発明のさらに別の態様にかかるレンズ鏡筒は、上記記載の駆動装置を備える。

本発明のさらに別の態様にかかるカメラは、上記記載の駆動装置を備える。

発明の効果

[0010] 本発明の態様にかかる駆動装置によれば、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る。

[0011] 本発明の態様にかかる駆動装置によれば、少なくとも一の組の圧電素子とベース部材とが絶縁膜によって電氣的に絶縁され、その組の圧電素子とその他の組の圧電素子とに異なる電圧を容易に印加することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本発明の第1の実施形態にかかる駆動装置の正面図である。
- [図2]同、断面図である。
- [図3]図1に示す駆動装置の支持駆動部の斜視図である。
- [図4]同、平面図である。
- [図5A]図1に示す駆動装置の保持部及び駆動駒の正面図である。
- [図5B]図1に示す駆動装置の保持部及び駆動駒の正面図である。
- [図6]図1に示す駆動装置の保持部及び駆動駒の斜視図である。
- [図7A]図1に示す駆動装置の回路図である。
- [図7B]上記駆動装置の回路図である。
- [図8]図1に示す駆動装置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9]図1に示す駆動装置の駆動駒の動作を示す正面図である。
- [図10]同、正面図である。
- [図11]同、正面図である。
- [図12]図1に示す駆動装置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13]図1に示す駆動装置を備えたカメラの概略構成図である。
- [図14A]図1に示す駆動装置の変形例を示す保持部及び駆動駒の正面図である。
- 。
- [図14B]図1に示す駆動装置の変形例を示す保持部及び駆動駒の正面図である。
- 。
- [図15]図1に示す駆動装置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16]図1に示す駆動装置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17]本発明の第2の実施形態にかかる駆動装置の正面図である。

[図18]同、断面図である。

[図19]図17に示す駆動装置の駆動駒及びベース部の拡大断面図である。

[図20A]図17に示す駆動装置の支持駆動部を示す斜視図である。

[図20B]図17に示す駆動装置の支持駆動部を示す平面図である。

[図21A]図17に示す駆動装置の回路図である。

[図21B]図17に示す駆動装置の回路図である。

[図22]図17に示す駆動装置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23]図17に示す駆動装置の駆動駒の動作を示す正面図である。

[図24]同、正面図である。

[図25]同、正面図である。

[図26]図17に示す駆動装置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27]図17に示す駆動装置を備えたレンズ鏡筒及びカメラの概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0013] (1) 第1の実施形態

本発明の第1の実施形態にかかる駆動装置を、図面を参照しながら以下に説明する。本実施形態の駆動装置1は、例えば駆動駒等の第1部材とロータ等の第2部材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。

[0014] 図1は本実施形態の駆動装置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、駆動装置1は、複数の保持部2aが設けられたベース部(ベース部材)2と、保持部2aに保持された駆動駒(第1部材)3と、駆動駒3に隣接して配置されたロータ(第2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。

[0015] 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。ベース部2の表面は、例えば絶縁膜等が形成されて絶縁処理が施されている。

ロータ4は、ベアリング5bを介して支持軸5によって軸支され、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。

[0016] 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。

[0017] 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1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2の方向）に駆動可能に保持している。また、図1に示すように、ベース部2のロータ4側の端部の角部には、面取り部（露出形成部）2hが設けられている。面取り部2hは、ベース部2のロータ4側の端部の外周側の角部及び内周側の角部の双方に、ベース部2の全周に亘って設けられている。

[0018] 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1の方向）と交差するベース部2の

側面 2 c に設けられている。溝部 2 d は、ベース部 2 の周方向に連続的に設けられ、保持部 2 a と取付部 1 0 1 a 側の端部との中間よりも取付部 1 0 1 a 側の端部に近い位置に設けられている。

[0019] 溝部 2 d の深さ d_1 は、例えばベース部 2 の半径 r_1 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 2 d の深さ d_1 は、例えば、ベース部 2 の半径 r_1 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 2 の方向）の溝部 2 d の幅 w_1 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）1 a 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 2 d の幅 w_1 は、ベース部 2 の半径よりも短くできる。

[0020] 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 1 0 1 a から保持部 2 a への振動を抑制するための間隙（振動抑制部）2 e が設けられている。間隙 2 e は、支持軸 5 と平行な方向に、ベース部 2 の保持部 2 a 側の端部から溝部 2 d の取付部 1 0 1 a 側の縁と同様の位置まで設けられている。また、間隙 2 e の幅 w_2 は、溝部 2 d の幅 w_1 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 1 a 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。

[0021] 図 3 は図 1 に示す駆動装置 1 の支持駆動部 1 a 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 3 a と略直方体形状を有する基部 3 b と、を有している。先端部 3 a は、例えばステンレス鋼等により形成されている。基部 3 b は、例えば軽金属合金等により形成されている。これら先端部 3 a および基部 3 b は、双方とも導電性を有している。基部 3 b は、保持部 2 a 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 3 a は、保持部 2 a から突出してロータ 4 を支持するようになっている。先端部 3 a は、ロータ 4 に接触

する上面の面積が基部 3 b 側の底面の面積よりも小さくなる先細状の形状に設けられている。

[0022] 図 4 に示すように、駆動駒 3 の幅 w_3 方向（第 1 の方向）には、駆動駒 3 の基部 3 b を幅 w_3 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 w_3 方向は、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 2 a の深さ d_2 方向に沿って延びる細長い長方形の形状に形成され、基部 3 b と保持部 2 a 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 2 d（図 1、図 2 参照）とロータ 4 との間に配置されている。

[0023] 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 3 b と保持部 2 a 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 p_1 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。

[0024] 図 3 に示すように、駆動駒 3 の基部 3 b と先端部 3 a 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 w_3 方向と略平行に延びる細長い長方形に形成されている。第 2 圧電素子 7 は、先端部 3 a の底面と基部 3 b 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 3 a の底面と基部 3 b 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。

[0025] 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 2 a の深さ d_2 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 3 a を駆動駒 3 の幅 w_3 方向（第 3 の方向）に、基部 3 b 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 1 の方向）と、第 2 圧電素子 7 が駆動駒 3 の先端部 3 a を駆動させる方向（第 3 の方向）とが略等しくなっている。

[0026] 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 1 a が構成されている。

[0027] 図 3 に示すように、保持部 2 a は、ベース部 2 の端部に設けられ、ベース部 2 に王冠状の凹凸を形成している。図 4 に示すように、保持部 2 a 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 2 a 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对の支持面 2 f、2 f を備えている。支持面 2 f は、駆動駒 3 の基部 3 b を、ベース部 2 の中心線 CL と略垂直な保持部 2 a の幅 w_4 方向（第 1 の方向）の両側から一对の第 1 圧電素子 6、6 を介して挟み込むように保持している。

[0028] 図 5 A は保持部 2 a 及び駆動駒 3 を拡大した組立正面図であり、図 5 B は保持部 2 a 及び駆動駒 3 を拡大した正面図である。

図 5 A 及び図 5 B に示すように、ベース部 2 に設けられた凹状の保持部 2 a の支持面 2 f は、図 2 に示す支持軸 5 と略平行な保持部 2 a の深さ d_2 方向（第 2 の方向）に対して傾斜させて設けられている。

[0029] 支持面 2 f は、図 1 に示す駆動駒 3 の先端部 3 a 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 2 f、2 f 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 2 a は、底面 2 g に近づくほど幅 w_4 が狭くなっている。保持部 2 a の深さ d_2 方向に対する支持面 2 f の傾斜角度 α 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。本実施形態における支持面の傾斜角度 α は 4° である。

[0030] また、図 5 A 及び図 5 B に示すように、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、支持軸 5 と略平行な駆動駒 3 の高さ h_1 方向（第 2 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 3 b の側面 3 c は、支持面 2 f と略平行に設けられて

いる。側面 3 c には、電極部 6 a を備えた第 1 圧電素子 6 が予め導電性の接着剤を介して接合されている。なお、図 1 ~ 図 4 においては、電極部 6 a の図示を省略している。

[0031] ここで、基部 3 b の保持部 2 a の底面 2 g 側の端部における基部 3 b 及び一対の第 1 圧電素子 6, 6 の幅 w_5 は、保持部 2 a の開口部における幅 w_4 よりも小さく、保持部 2 a の深さ d_2 方向の途中における幅 w_4' よりも大きくなっている。

[0032] そのため、駆動駒 3 の基部 3 b 及び一対の第 1 圧電素子 6, 6 を保持部 2 a に保持させると、図 5 B に示すように、駆動駒 3 の底面 3 d と保持部 2 a の底面 2 g とが離間した状態で、基部 3 b が保持部 2 a の幅 w_4 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 2 f によって支持される。すなわち、支持面 2 f は、駆動駒 3 を保持部 2 a の幅 w_4 方向（第 1 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 2 a の深さ d_2 方向（第 2 の方向）において位置決めをするように、深さ d_2 方向に対して傾斜させて設けられている。

[0033] 図 6 は、図 3 に示す駆動駒 3 及び保持部 2 a を部分的に拡大して表した斜視図である。

図 6 に示すように、第 1 圧電素子 6 は、駆動駒 3 の基部 3 b とベース部 2 の保持部 2 a の支持面 2 f との間に配置されている。電極部 6 a は、第 1 圧電素子 6 の支持面 2 f に対向する面に設けられ、一部がベース部 2 の端部の角部に設けられた面取り部 2 h によってベース部 2 から露出されている。本実施形態では、面取り部 2 h によってベース部 2 から露出された電極部 6 a の一部が、後述する電源部に接続される露出部 6 b となっている。

[0034] 表面に絶縁処理が施されたベース部 2 の外周側の側面 2 c には、例えば銅箔等の導電性材料によって電極面 2 i が形成されている。電極面 2 i は、保持部 2 a の縁に沿って設けられ、保持部 2 a の周囲に所定の幅 w_6 を有して連続的に設けられている。電極面 2 i は、ベース部 2 の内周側の側面（図示略）にも外周側の側面 2 c と同様に設けられている。また、電極面 2 i は外

周側の面取り部 2 h、ロータ 4 側の端面及び内周側の面取り部 2 h にも、保持部 2 a の縁に沿って連続的に設けられている。すなわち、ベース部 2 の各面に設けられた電極面 2 i は、全て連続して設けられている。

[0035] 面取り部 2 h によってベース部 2 から露出された電極部 6 a の露出部 6 b は、導電性接着剤 2 1 により面取り部 2 h に設けられた電極面 2 i と電氣的に接続されている。これにより、駆動駒 3 の基部 3 b と保持部 2 a の支持面 2 f との間に設けられた 4 つの第 1 圧電素子 6 の電極部 6 a は、全て電氣的に接続される。

[0036] 保持部 2 a の底面 2 g 側の縁に沿って設けられた電極面 2 i の中央部には、導電性接着剤 2 1 を介して第 1 配線 1 1 (第 2 配線 1 2) が接続されている。これにより、4 つの第 1 圧電素子 6 の電極部 6 a は、それぞれ露出部 6 b に接続された導電性接着剤 2 1 及び電極面 2 i を介して第 1 配線 1 1 (第 2 配線 1 2) に電氣的に接続されている。すなわち、電極部 6 a は第 1 配線 1 1 (第 2 配線 1 2) を介して所定の駆動電圧が印加されるようになっている。

[0037] また、図示は省略するが、駆動駒 3 の先端部 3 a には、例えば導電性接着剤を介して、後述する第 3 配線 (第 4 配線) が接続され、所定の駆動電圧が印加されるようになっている。また、基部 3 b には、例えば導電性接着剤を介してグランド配線が接続されている。これにより、基部 3 b は接地されている。

[0038] 本実施形態の駆動駒 3 は、先端部 3 a と基部 3 b との間に一対の第 2 圧電素子 7, 7 を備え、基部 3 b の側面に第 1 圧電素子 6, 6 を二対備えている。そして、図 3 及び図 4 に示すように、駆動装置 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 3 1 と第 2 組の駆動駒 3 2 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 3 1, 3 2 は、ロータ 4 の回転方向 R にそれぞれ均等に配置され、異なる組の駆動駒 3 1, 3 2 が回転方向 R に交互に (順番に) 配置されている。

[0039] 図7Aは第1圧電素子6の模式的な配線図であり、図7Bは第2圧電素子7の模式的な配線図である。なお、図6に示すように、電極部6aの各々は導電性接着剤21及び電極面2iを介して第1配線11（第2配線12）に電氣的に接続されているが、図7Aではこれらの図示は省略している。

[0040] 図7A及び図7Bに示すように、本実施形態の駆動装置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。

[0041] 図7A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の電極部61a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の電極部62a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7B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、駆動駒31の先端部31aに接続された第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、駆動駒32の先端部32aに接続された第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。

[0042] また、図7A及び図7B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。

以上の構成により、図6に示す第1圧電素子6の電極部6aの露出部6bは、導電性接着剤21、電極面2i、第1配線11（第2配線12）を介して図7A及び図7Bに示す電源部10に電氣的に接続される。したがって、第1圧電素子の電極部6aと駆動駒3の基部3bとの間には、第1圧電素子6を駆動させる所定の駆動電圧が印加される。また、駆動駒3の先端部3a

と基部 3 b との間には、第 2 圧電素子 7 を駆動させる所定の駆動電圧が印加される。

[0043] 図 8 は、電源部 10 が各端子 T 1, T 2, T 3, T 4 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 8 に示すように、電源部 10 は第 1 端子 T 1 に Phase 1 ~ Phase 2 の間は -1.0 V の電圧を発生させ、Phase 3 ~ Phase 7 の 5 Phase は 1.0 V の電圧を発生させ、Phase 8 ~ Phase 10 の 3 Phase は -1.0 V の電圧を発生させる。以降の Phase では、 1.0 V の電圧を 5 Phase 発生させ、 -1.0 V の電圧を 3 Phase 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 8 Phase を一周期とする電圧を発生させる。

[0044] 電源部 10 は、第 2 端子 T 2 に、第 1 端子 T 1 に発生させる電圧と 180° の位相差を有し、第 1 端子 T 1 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 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 4 Phase の位相差を有している。

[0045] 電源部 10 は、Phase 1 において第 3 端子 T 3 に発生させる電圧を 0 V に維持し、Phase 2 において -3.0 V の電圧を発生させ、Phase 3 ~ Phase 8 までの各 Phase において電圧を 1.0 V ずつ増加させる。以降の Phase では、この Phase 1 ~ Phase 8 の電圧の発生パターンを繰り返す。すなわち、電源部 10 は、第 3 端子 T 3 に 8 Phase を一周期とする電圧を発生させる。

[0046] 電源部 10 は、第 4 端子 T 4 に、第 3 端子 T 3 に発生させる電圧と 180° の位相差を有し、第 3 端子 T 3 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。

[0047] 本実施形態では、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（構造部）1 a の共振振動の振動数と略等しくなっている。

[0048] 次に、本実施形態の駆動装置 1 の作用について、図 9 ~ 図 12 を用いて説

明する。

図9～図11は、第1組と第2組の駆動駒31、32の動作とロータ4の動作を示す拡大正面図である。

図12は、第1組及び第2組の駆動駒31、32の先端部31a、32aの各軸方向の変位と時間tの関係を示すグラフである。図12(a)及び図12(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、破線で表されている。

[0049] 図9(a)～図11(a)では、ロータ4の回転方向R(図4参照)に沿う第1組の駆動駒31の幅w31方向(第1の方向)をX1方向、支持軸5(図2参照)に平行な方向(第2の方向)をY方向とする直交座標系を用いて説明する。図9(b)～図11(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1の方向)をX2方向、支持軸5に平行な方向(第2の方向)をY方向とする直交座標系を用いて説明する。

[0050] (Phase 0)

電源部10は、図8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7A及び図7Bに示す第1圧電素子6及び第2圧電素子7に0Vの電圧を供給している(電圧を供給していない)状態である。

図9(a)及び図9(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。

[0051] (Phase 1)

電源部10は、図8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7Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61の電極部61a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8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7B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0Vの電圧を供給する。

[0052] すると、図9(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圧電素子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12(a)、Phase 1参照)。また、図9(a)に示すように、Phase 1において、第2圧電素子71は変形せず、先端部31aはX1方向へは移動しない(図12(c)、Phase 1参照)。これにより、駆動駒31の先端部31aがY軸負方向側へ移動し、ロータ4から離間する。

[0053] 電源部10は、図8に示すように、Phase 1において、第2端子T2に1.0Vの電圧を発生させ、図7Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62の電極部62a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8に示すように、Phase 1において、第4端子T4の電圧を0Vに維持し、図7Bに示す第2組の駆動駒32の第2圧電素子72には第4配線を介して0Vの電圧を供給する。

[0054] すると、図9(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が厚み滑り変形し、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12(b)、Phase 1参照)。また、図9(b)に示すように、Phase 1において、第2圧電素子72は変形せず、先端部32aはX2方向へは移動しない(図12(d)、Phase 1参照)。これにより、駆動駒32がY軸正方向側へ移動して、先端部32aがロータ4をY軸正方向側へ押し上げる。

[0055] すなわち、Phase 1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、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に当接してロータ4を支持しつつ、ロータ4をY軸正方向側へ押し上げる。

[0056] (Phase 2)

電源部 10 は、図 8 に示すように、Phase 2 において、第 1 端子 T 1 の電圧を -1.0 V に維持し、図 7 A に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 1 圧電素子 6 1 の電極部 6 1 a 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 8 に示すように、Phase 2 において、第 3 端子 T 3 に -3.0 V の電圧を発生させ、図 7 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 を介して電圧を供給する。

[0057] すると、図 9 (a) に示すように、Phase 2 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 12 (a)、Phase 2 参照)。この状態で、図 9 (a) に示すように、Phase 2 において、第 2 圧電素子 7 1 が厚み滑り変形し、先端部 3 1 a が基部 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 12 (c) 参照)。このときの先端部 3 1 a の移動量は、第 2 圧電素子 7 1 に供給される電圧の絶対値に比例する。

[0058] 電源部 10 は、図 8 に示すように、Phase 2 において、第 2 端子 T 2 の電圧を 1.0 V に維持し、図 7 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 圧電素子 6 2 の電極部 6 2 a 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 8 に示すように、Phase 2 において、第 4 端子 T 4 に 1.0 V の電圧を発生させ、図 7 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。

[0059] すると、図 9 (b) に示すように、Phase 2 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 12 (b)、Phase 2 参照)。この状態で、図 9 (b) に示すように、Phase 2 において、第 2 圧電素子 7 2 が厚み滑り変形し、先端部 3 2 a が基部 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 12 (d)、Phase 2 参照)。このときの先端部 3 2 a 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 3 1 a の X 1 軸負方向側への移動量と比較して小さくなる。

[0060] すなわち、Phase 2 においては、図 9 (b) に示すように、第 2 組の駆動駒

32の先端部32aのX2軸正方向側への移動により、先端部32aの上面からロータ4の下面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。先端部32aは、ロータ4の回転方向Rに沿う駆動駒32の幅 w_{32} 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。

[0061] (Phase 3)

電源部10は、図8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7Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61の電極部61a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8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7B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。

[0062] すると、図9(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が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12(a)、Phase 3参照）。同時に、図9(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が減少し、先端部31aが基部31b及びベース部2に対してX1軸正方向側へ移動する（図12(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。

[0063] 電源部10は、図8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7Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62の電極部62a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8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7B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。

[0064] すると、図9(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12(b)、Phase 3参照)。この状態で、図9(b)に示すように、Phase 3において、第2圧電素子72が厚み滑り変形し、先端部32aが基部32b及びベース部2に対してX2軸正方向側へ移動する(図12(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。

[0065] すなわち、Phase 3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に接近して当接する。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に当接してロータ4を支持しつつ、ロータ4を回転方向Rへ駆動する。

[0066] (Phase 4)

電源部10は、図8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7Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61の電極部61a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8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7B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。

[0067] すると、図10(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の変形が維持されて、先端部31aがロータ4に当接した状態が維持される(図12(a)、Phase 4参照)。同時に、図10(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が減少し、先端部31aが基部31b及びベース部2に対してX1軸正方向側へ移動する(図12(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-1.0VとPhase 3で供給されていた-2.0Vとの電圧の差の絶対値に比例する。

- [0068] 電源部 10 は、図 8 に示すように、Phase 4 において、第 2 端子 T 2 に正負が逆転した -1.0 V の電圧を発生させ、図 7 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 圧電素子 6 2 の電極部 6 2 a に第 2 配線 1 2 を介して電圧を供給する。また、電源部 10 は、図 8 に示すように、Phase 4 において、第 4 端子 T 4 に 3.0 V の電圧を発生させ、図 7 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。
- [0069] すると、図 10 (b) に示すように、Phase 4 において、第 2 組の駆動駒 3 2 を駆動する第 1 圧電素子 6 2 が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒 3 2 の基部 3 2 b を Y 軸負方向側へ移動させる (図 12 (b)、Phase 4 参照)。同時に、図 10 (b) に示すように、Phase 4 において、第 2 圧電素子 7 2 の X 2 軸正方向側への変形量が増加し、先端部 3 2 a が基部 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 12 (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。
- [0070] すなわち、Phase 4 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 に当接した状態でロータ 4 の回転方向 R に沿う X 1 軸正方向側へ移動し、ロータ 4 を支持して回転方向 R へ駆動させる。同時に、図 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 へ沿う X 2 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 3 1、3 2 の先端部 3 1 a、3 2 a によってロータ 4 を回転方向 R に駆動させつつ、第 2 組の駆動駒 3 2 の先端部 3 2 a から第 1 組の駆動駒 3 1 の先端部 3 1 a へロータ 4 が受け渡される。
- [0071] このとき、Phase 4 において、双方の駆動駒 3 1、3 2 が、極めて短時間、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 3 2 の先端部 3 2 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 1

組の駆動駒 3 1 の先端部 3 1 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。

[0072] (Phase 5)

電源部 1 0 は、図 8 に示すように、Phase 5 において、第 1 端子 T 1 の電圧を 1.0 V に維持し、図 7 A に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 1 圧電素子 6 1 の電極部 6 1 a 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 8 に示すように、Phase 5 において、第 3 端子 T 3 に発生させる電圧を 0 V にし、図 7 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。

[0073] すると、図 1 0 (a) に示すように、Phase 5 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 の変形が維持されて、先端部 3 1 a がロータ 4 に接触した状態が維持される (図 1 2 (a)、Phase 5 参照)。この状態で、図 1 0 (a) に示すように、Phase 5 において、第 2 圧電素子 7 1 が元の形状に戻り、先端部 3 1 a が基部 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 1 2 (c)、Phase 5 参照)。このときの先端部 3 1 a の移動量は、Phase 4 において第 2 圧電素子 7 1 に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

[0074] 電源部 1 0 は、図 8 に示すように、Phase 5 において、第 2 端子 T 2 の電圧を -1.0 V に維持し、図 7 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 圧電素子 6 2 の電極部 6 2 a 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 8 に示すように、Phase 5 において、第 4 端子 T 4 に発生させる電圧を 0 V にし、図 7 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 を介して供給する電圧を 0 V にする。

[0075] すると、図 1 0 (b) に示すように、Phase 5 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 の変形が維持されて、先端部 3 2 a がロータ 4 から離間した状態が維持される (図 1 2 (b) Phase 5 参照)。同時に、図 1 0 (b) に示すように、Phase 5 において、第 2 圧電素子 7 2 が元

の形状に戻り、先端部 3 2 a が基部 3 2 b 及びベース部 2 に対して X 2 軸負方向側へ移動する（図 1 2（d）、Phase 5 参照）。このときの先端部 3 2 a の移動量は、Phase 4 において第 2 圧電素子 7 2 に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

[0076] すなわち、Phase 5 においては、図 1 0（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 に当接した状態を維持してロータ 4 を支持しつつ、X 1 軸正方向側へ移動してロータ 4 を回転方向 R へ駆動させる。同時に、図 1 0（b）に示すように、第 2 組の駆動駒 3 2 の先端部 3 2 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、基部 3 2 b 及びベース部 2 に対してロータ 4 の回転方向 R と逆の X 2 軸負方向側へ移動する。

[0077]（Phase 6）

電源部 1 0 は、図 8 に示すように、Phase 6 において、第 1 端子 T 1 の電圧を 1. 0 V に維持し、図 7 A に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 1 圧電素子 6 1 の電極部 6 1 a 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 8 に示すように、Phase 6 において、第 3 端子 T 3 に 1. 0 V の電圧を発生させ、図 7 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 を介して電圧を供給する。

[0078] すると、図 1 0（a）に示すように、Phase 6 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 の変形が維持されて、先端部 3 1 a がロータ 4 に接触した状態が維持される（図 1 2（a）、Phase 6 参照）。この状態で、図 1 0（a）に示すように、Phase 6 において、第 2 圧電素子 7 1 が厚み滑り変形し、先端部 3 1 a が基部 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 1 2（c）、Phase 6 参照）。このときの移動量は、Phase 6 で新たに供給された電圧の絶対値に比例する。

[0079] 電源部 1 0 は、図 8 に示すように、Phase 6 において、第 2 端子 T 2 の電圧を -1. 0 V に維持し、図 7 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 圧電素子 6 2 の電極部 6 2 a 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 8 に示すように、Phase 6 において、第 4 端子 T 4 に -3.0 V の電圧を発生させ、図 7 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。

[0080] すると、図 10 (b) に示すように、Phase 6 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 の変形が維持されて、先端部 3 2 a がロータ 4 から離間した状態が維持される (図 12 (b)、Phase 6 参照)。この状態で、図 10 (b) に示すように、Phase 6 において、第 2 圧電素子 7 2 が厚み滑り変形し、先端部 3 2 a が基部 3 2 b 及びベース部 2 に対して X 2 軸負方向側へ移動する (図 12 (d)、Phase 6 参照)。このときの先端部 3 2 a の移動量は、第 2 圧電素子 7 2 に供給される電圧の絶対値に比例する。

[0081] すなわち、Phase 6 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 に当接した状態を維持してロータ 4 を支持しつつ、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 から離間した状態を維持しつつ、基部 3 2 b 及びベース部 2 に対してロータ 4 の回転方向 R と逆の X 2 軸負方向側へさらに移動する。

[0082] (Phase 7)

電源部 10 は、図 8 に示すように、Phase 7 において、第 1 端子 T 1 の電圧を 1.0 V に維持し、図 7 A に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 1 圧電素子 6 1 の電極部 6 1 a 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 8 に示すように、Phase 7 において、第 3 端子 T 3 に 2.0 V の電圧を発生させ、図 7 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 を介して電圧を供給する。

[0083] すると、図 10 (a) に示すように、Phase 7 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 の変形が維持されて、先端部 3 1 a がロータ 4 に接触した状態が維持される (図 12 (a)、Phase 7 参照)。この状態で、図 10 (a) に示すように、Phase 7 において、第 2 圧電素子 7 1 が厚み滑

り変形し、先端部 3 1 a が基部 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 1 2（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. 0 V と Phase 6 で供給されていた 1. 0 V との電圧の差の絶対値に比例する。

[0084] 電源部 1 0 は、図 8 に示すように、Phase 7 において、第 2 端子 T 2 に正負が逆転した 1. 0 V の電圧を発生させ、図 7 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 圧電素子 6 2 の電極部 6 2 a に第 2 配線 1 2 を介して電圧を供給する。また、電源部 1 0 は、図 8 に示すように、Phase 7 において、第 4 端子 T 4 に -2. 0 V の電圧を発生させ、図 7 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。

[0085] すると、図 1 0（b）に示すように、Phase 7 において、第 2 組の駆動駒 3 2 を駆動する第 1 圧電素子 6 2 が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒 3 2 の基部 3 2 b を Y 軸正方向側へ移動させる（図 1 2（b）、Phase 7 参照）。同時に、図 1 0（b）に示すように、Phase 7 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が減少し、先端部 3 2 a が基部 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 1 2（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. 0 V と Phase 6 で供給されていた -3. 0 V との電圧の差の絶対値に比例する。

[0086] すなわち、Phase 7 においては、図 1 0（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 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 1 0（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 に接近して当接する。

[0087] (Phase 8)

電源部 1 0 は、図 8 に示すように、Phase 8 において、第 1 端子 T 1 に正負が逆転した -1. 0 V の電圧を発生させ、図 7 A に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 1 圧電素子 6 1 の電極部 6 1 a に第 1 配線 1 1 を介して電圧を供給する

。また、電源部 10 は、図 8 に示すように、Phase 8 において、第 3 端子 T 3 に 3.0 V の電圧を発生させ、図 7 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 を介して電圧を供給する。

[0088] すると、図 1 1 (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 1 2 (a)、Phase 8 参照)。同時に、図 1 1 (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が増加し、先端部 3 1 a が基部 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 1 2 (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。

[0089] 電源部 10 は、図 8 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 7 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 圧電素子 6 2 の電極部 6 2 a 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 8 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 7 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。

[0090] すると、図 1 1 (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 の変形が維持されて、先端部 3 2 a がロータ 4 に当接した状態が維持される (図 1 2 (b)、Phase 8 参照)。同時に、図 1 1 (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が減少し、先端部 3 2 a が基部 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 1 2 (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。

[0091] すなわち、Phase 8 においては、図 1 1 (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 1

1 (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 に当接した状態で、ロータ 4 の回転方向 R に沿う X 2 軸正方向側に移動し、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 を回転方向 R に駆動させつつ、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。

[0092] このとき、Phase 8 において、双方の駆動駒 3 1, 3 2 が、極めて短時間、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。

[0093] (Phase 9)

電源部 1 0 は、図 8 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 7 A に示す第 1 組の駆動駒 3 1 の第 1 圧電素子 6 1 の電極部 6 1 a 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 8 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 7 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。

[0094] すると、図 1 1 (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 の変形が維持され、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 1 2 (a)、Phase 9 参照)。同時に図 1 1 (a) に示すように、Phase 9 において、第 2 圧電素子 7 1 が元の形状に戻り、先端部 3 1 a が基部 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 1 2 (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 圧電素子 7 に供給されていた電圧の絶対値に

比例する。

[0095] 電源部10は、図8に示すように、Phase9において、第2端子T2の電圧を1.0Vに維持し、図7Aに示す第2組の駆動駒32の第1圧電素子62の電極部62a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8に示すように、Phase9において、第4端子T4に発生させる電圧を0Vにし、図7B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。

[0096] すると、図11(b)に示すように、Phase9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12(b)、Phase9参照)。この状態で、図11(b)に示すように、Phase9において、第2圧電素子72が元の形状に戻り、先端部32aが基部32b及びベース部2に対してX2軸正方向側へ移動する(図12(d)、Phase9参照)。このときの先端部32aの移動量は、Phase8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。

[0097] すなわち、Phase9においては、図11(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から離間した状態を維持しつつ、ロータ4の回転方向Rと逆のX1軸負方向側へ移動する。同時に、図11(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。

[0098] (Phase10)

電源部10は、図8に示すように、Phase10において、第1端子T1の電圧を-1.0Vに維持し、図7Aに示す第1組の駆動駒31の第1圧電素子61の電極部61a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8に示すように、Phase10において、第3端子T3に-3.0Vの電圧を発生させ、図7Bに示す第1組の駆動駒31の第2圧電素

子 7 1 に第 3 配線 1 3 を介して電圧を供給する。

[0099] すると、図 1 1 (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 圧電素子 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 1 2 (a)、Phase 1 0 参照)。この状態で、図 1 1 (a) に示すように、Phase 1 0 において、第 2 圧電素子 7 1 が厚み滑り変形し、先端部 3 1 a が基部 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 1 2 (c)、Phase 1 0 参照)。このときの先端部 3 1 a の移動量は、第 2 圧電素子 7 1 に供給される電圧の絶対値に比例する。

[0100] 電源部 1 0 は、図 8 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 7 A に示す第 2 組の駆動駒 3 2 の第 1 圧電素子 6 2 の電極部 6 2 a 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 8 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 7 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。

[0101] すると、図 1 1 (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 圧電素子 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 1 2 (b)、Phase 1 0 参照)。この状態で、図 1 1 (b) に示すように、Phase 1 0 において、第 2 圧電素子 7 2 が厚み滑り変形し、先端部 3 2 a が基部 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 1 2 (d)、Phase 1 0 参照)。このときの移動量は、Phase 1 0 で新たに供給された電圧の絶対値に比例する。

[0102] すなわち、Phase 1 0 においては、図 1 1 (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 から離間した状態を維持しつつ、基部 3 1 b 及びベース部 2 に対して X 1 軸負方向側へさらに移動する。同時に、図 1 1 (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 2 軸正方向側へ移動してロータ 4 を回転方向 R へ駆動する。

- [0103] Phase 1 1以降は、上記のPhase 3からPhase 1 0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 3 1の先端部 3 1 aと先端部 3 aと第 2組の駆動駒 3 2の先端部 3 2 a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。
- [0104] 本実施形態の駆動装置 1は、各々の駆動駒 3を支持軸 5の平行な方向（第 2の方向）へ駆動させる第 1圧電素子 6と、駆動駒 3の先端部 3 aをロータ 4の回転方向Rに沿う駆動駒 3の幅w 3方向（第 1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すことができる。
- [0105] 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 3 bを挟み込む第 1圧電素子 6が互いに異なる方向に基部 3 b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させることができ、駆動装置 1の出力を増大させることができる。
- [0106] また、第 1圧電素子 6の電極部 6 aが、ベース部 2から露出される露出部 6 bを有している。したがって、ベース部 2に対して電極部 6 aを備えた第 1圧電素子 6を組み付ける際に、電極部 6 aがベース部 2に覆われて電気的な接続が困難になることを防止できる。これにより、駆動装置 1の組立を容易かつ確実に行うことができ、生産性及び歩留まりを向上させることができる。
- [0107] また、本実施形態では、電極部 6 aを通常の矩形状に形成し、ベース部 2から露出させる部分を露出部 6 bとしている。すなわち、電極部 6 aを特殊な形状に形成する必要がない。また、第 1圧電素子 6の電極部 6 aは、第 1圧電素子 6と一体的に設けられている。このため、電極部 6 aと第 1圧電素子 6とを別々に設けてベース部 2にそれぞれ組み付ける場合と比較して、工程数を減少させて組立を容易にすることができる。
- [0108] また、図 5 A、図 5 B及び図 6に示すように、第 1圧電素子 6の電極部 6

aが、ベース部2の保持部2aの支持面2fに対向する面に設けられている。したがって、電極部6aの一部である露出部6bをベース部2から露出させることが可能になる。

[0109] また、駆動装置1の組立時には、第1圧電素子6及びその電極部6aのロータ4側の端部の位置が、製造工程上の誤差によって、ベース部2のロータ4側の端面よりも保持部2aの底面2g側にずれる場合がある。

本実施形態では、ベース部2に電極部6aの露出部6bを露出させるための露出形成部として、面取り部2hが設けられている。したがって、組立時に誤差が生じた場合であっても、露出部6bをベース部2から確実に露出させることができる。

[0110] また、面取り部2hは、ベース部2のロータ4側の端部の角部に設けられている。したがって、例えば外周側の角部と内周側の角部との間の端面に凹状の切欠き又は肉盗みを設ける場合や、保持部2aの支持面2fの一部に凹状の切欠き又は肉盗みを設ける場合と比較して、ベース部2及び保持部2aの剛性を高くすることができる。これにより、駆動駒3の幅w3方向（第1の方向）と、支持軸5と平行な方向（第2の方向）における振動とをより独立させて取り出すことが可能になる。

[0111] また、露出形成部を面取り部2hとすることで、通常の製造工程において容易に形成することが可能になる。したがって、製造工程が複雑化することを防止でき、製造工程数の増加を防ぐことができ、生産性の低下を防止することができる。

また、露出部6bと電源部10とが電氣的に接続されているので、電源部10において発生させた電圧を露出部6bを介して電極部6aに印加することができる。また、電極部6aと駆動駒3の基部との間に電圧を印加することで、第1圧電素子6を駆動させることができる。

[0112] 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ようになっている。また、基部3bを挟み込む一対の第1圧電素子

6, 6の寸法及び形状が、略等しくなっている。これにより、駆動駒3の幅 w_3 方向の剛性を均等にすることができる。したがって、駆動駒3の基部3bの幅 w_3 方向の振動を抑制することができる。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させることができる。

[0113] 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 w_3 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 w_3 方向から支持することができる。これにより、駆動駒3の幅 w_3 方向の剛性をより高め、駆動駒3の基部3bの幅 w_3 方向の振動を抑制することができる。

[0114] 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）と変形方向の弾性係数（横弾性係数）との比が例えば約3：1程度である。したがって、駆動駒3の幅 w_3 方向の剛性を高め、基部3bの駆動方向の剛性を低くすることができる。これにより、基部3bの幅 w_3 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することができる。

[0115] また、保持部2aの支持面2fは、図5A及び図5B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2aの底面2gに近づくほど、支持面2f, 2f同士の幅 w_4 が狭くなっている。また、支持面2f, 2f同士の幅 w_4' は、底面2gよりもロータ4側で駆動駒3の基部3bと一对の第1圧電素子6の幅 w_5 よりも狭くなっている。

[0116] そのため、駆動駒3の基部3bとそれを挟み込む第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2aの底面2g側へ挿入すると、支持面2fの途中で基部3bと第1圧電素子6は、幅 w_4 方向から支持面2f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することができる。

[0117] 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 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 を隙間なく接触させて、第 1 圧電素子 6 を支持面 2 f に圧着することができる。これにより、駆動駒 3 の基部 3 b の幅 w_3 方向の振動を抑制することができる。

[0118] 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 α が、 2° 以上 6° 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可能になる。ここで、傾斜角度 α が 2° 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 α が 6° 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 α を 4° とすることで、位置決め精度、製作性、及び駆動性を良好なものとする事ができる。

[0119] 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 側へ駆動させることができる。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。

[0120] 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、一对の第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2aに保持された基部3bと、を備えている。さらに、駆動駒3は、先端部3aと基部3bとの間に、先端部3aをロータ4の回転方向Rに沿う保持部2a及び駆動駒3の幅w3方向に駆動する第2圧電素子7を備えている。

[0121] そのため、駆動駒3を幅w3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3a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に駆動することができる。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することができる。これにより、駆動駒3の先端部3a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することができる。

[0122] 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3a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9～図11に示すように、ロータ4と先端部3aの接触時及び離間時に、駆動駒3の先端部3a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31から第2組の駆動駒32へロータ4の受け渡しを行うことができる。

[0123] また、駆動駒3及びその基部3b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させることができる。また、各組の駆動駒31、32の先端部31a、32aによって、ロータ4を3点支持することが可能となる。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うことができる。

[0124] また、各組の駆動駒31、32は、ロータ4の回転方向Rに均等に配置されている。第1組と第2組の駆動駒31、32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31、32によってバランスよく支持し、回転方向Rに効率よく駆動することができる。

また、駆動駒3の先端部3aが駆動する方向は、駆動駒3の基部3b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 を支持することができる。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。

[0125] また、電源部 10 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 を駆動することができる。

また、電源部 10 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 を駆動させることができる。

[0126] また、電源部 10 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 10 は、図 8 の Phase 3, 7, 14 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。

[0127] また、電源部 10 は、図 8 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 10 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 3 a 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 に伝達することが可能になる。

[0128] 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 1 a 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 3 a 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することができる。支持駆動部 1 a 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 3 a 及び基部 3 b の材質を適切に選定することで調整することができる。

[0129] また、本実施形態では、図 8 に示すように、第 1 端子 T 1 及び第 2 端子 T 2 から各組の駆動駒 3 1、3 2 の第 1 圧電素子 6 1、6 2 に供給される電圧の周期と、第 3 端子 T 3 及び第 4 端子 T 4 から各組の第 2 圧電素子 7 1、7 2 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 3 1、3 2 の支持軸 5 に平行な方向の駆動と、駆動駒 3 1、3 2 の幅 w_{31} 、 w_{32} 方向の先端部 3 1 a、3 2 a の駆動の振動数が等しくなる。これにより、支持軸 5 に平行な方向の駆動駒 3 1、3 2 の振幅と、駆動駒 3 1、3 2 の幅 w_{31} 、 w_{32} 方向の先端部 3 1 a、3 2 a の振幅を最大振幅とすることができる。

[0130] また、駆動駒 3 の先端部 3 a 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 3 a を直方体状の形状に形成する場合と比較して、先端部 3 a とロータ 4 との接触面積を減少させ、先端部 3 a の磨耗による先端部 3 a の体積変化率を小さくすることができる。これにより、先端部 3 a の磨耗による先端部 3 a 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することができる。また、先端部 3 a を六角柱状の形状とすることで、その他の形状と比較して先端部 3 a の剛性を高くすることができる。

[0131] また、支持軸 5 と略平行に設けられ駆動駒 3 の幅 w_3 方向と略垂直に交差するベース部 2 の側面 2 c に、溝部 2 d が形成されている。すなわち、溝部 2 d 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 2 d 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させることができる。

また、第 1 圧電素子 6 が、ロータ 4 と溝部 2 d 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 2 d を越えて伝播する振動を減少させることができる。

[0132] また、ベース部 2 の駆動駒 3 を保持する保持部 2 a と反対側の端部が取付部 1 0 1 a に固定され、溝部 2 d は駆動駒 3 よりも取付部 1 0 1 a に近い位置に設けられている。そのため、取付部 1 0 1 a 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 1 0 1 a 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。

[0133] また、溝部 2 d の支持軸 5 に平行な方向の幅 w_1 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 2 d 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 2 d の支持軸 5 に平行な方向の幅 w_1 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 1 a 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 1 a が共振状態で振動した場合でも、溝部 2 d の両側のベース部 2 同士が衝突することを防止できる。

[0134] 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ることができる。

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させることができる。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。

[0135] 次に、本実施形態の駆動装置 1 を備えたレンズ鏡筒及びカメラの一例について説明する。本実施形態の交換レンズは、カメラボディとともにカメラシステムを形成するものである。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AF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MF (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。

[0136] 図13は、本実施形態におけるカメラ101の構成を模式的に示す概略構成図である。

図13に示すように、カメラ101は、撮像素子108が内蔵されたカメラボディ102と、レンズ107を有するレンズ鏡筒103とを備えている。

[0137] レンズ鏡筒103は、カメラボディ102に着脱可能な交換レンズである。レンズ鏡筒103は、レンズ107、カム筒106、駆動装置1等を備えている。駆動装置1は、カメラ101のフォーカス動作時にレンズ107を駆動する駆動源として用いられている。駆動装置1のロータ4から得られた駆動力は、直接、カム筒106に伝えられる。レンズ107は、カム筒106に保持されており、駆動装置1の駆動力により、光軸方向Lに略平行に移動して、焦点調節を行うフォーカスレンズである。

[0138] カメラ101の使用時には、レンズ鏡筒103内に設けられたレンズ群 (レンズ107を含む) によって、撮像素子108の撮像面に被写体像が結像される。撮像素子108によって、結像された被写体像は、電気信号に変換される。その信号をA/D変換することによって、画像データが得られる。

[0139] 以上説明したように、本実施形態のカメラ101及びレンズ鏡筒103は、上記の実施形態で説明した駆動装置1を備えている。したがって、従来よりもロータ4を安定的に回転させることができ、出力が向上した駆動装置1によって、カム筒106を直接駆動させることができる。したがって、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。

本実施形態では、レンズ鏡筒103は、交換レンズである例を示したが、これに限らず、例えば、カメラボディと一体型のレンズ鏡筒としてもよい。

[0140] 尚、本発明の態様は上述した実施形態のみに限られるものではなく、本発

明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、第1圧電素子の電極部は、第1圧電素子と一体的に設けられていなくてもよい。すなわち、電極部と第1圧電素子とを分離させておき、駆動駒を保持部に保持させる際に電極部と第1圧電素子とを接合させてもよい。また、電極部は、ベース部から突出することでベース部から露出される耳片状（タブ状）の露出部を有していてもよい。また、駆動駒の側面に第1圧電素子を接合した状態で、駆動駒を保持部に保持させる際に、予め第1圧電素子の寸法並びに電極部の寸法及びこれらの貼り付け位置を、電極部がベース部のロータ側の端部、又はベース部の側面から突出するように調整し、電極部がベース部から突出して露出された部分を露出部としてもよい。

[0141] また、電極部の露出部を露出させる露出形成部は、上記の実施形態で説明した面取り部に限定されない。例えば、上述の面取り部と同様にベース部の端部の角部に露出形成部を設ける場合に、保持部の両側の部分の角部のみに面取り部、切欠き部又は肉盗み部を設けて露出部を露出させてもよい。また、ベース部のロータ側の端部に露出形成部を設ける場合に、外周側の角部と内周側の角部の間に溝状の面取り部、切欠き部又は肉盗み部を設けてもよい。また、ベース部のロータ側の端部と保持部の底面との間のベース部の側面に面取り部、切欠き部又は肉盗み部を設けて露出部を露出させてもよい。

[0142] また、上記の実施形態では、電極部の露出部と電極面とを導通させる導電性材料として導電性接着剤を用いる場合について説明したが、導電性材料は導電性接着剤に限定されない。その他の導電性材料としては、例えば、導電ペースト、半田、ろう材等を用いることができる。

[0143] また、上記の実施形態では、第1圧電素子及び第2圧電素子が厚み滑り変形する場合について説明したが、これらは厚み方向に変形するものであってもよい。この場合、第1圧電素子によって駆動駒は保持部の幅方向（第1の方向）に移動し、第2圧電素子によって駆動駒の先端部は回転軸に平行な方向（第2の方向）に移動する。

[0144] また、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、ベース部は、支持軸を囲む円周上の半分に偏っ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ってもよい。

[0145] 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が、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。

[0146] 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ってもよい。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つ以上であってもよい。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。

[0147] また、上述の実施形態では、第1圧電素子が駆動駒の基部を挟み込む方向（第1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もよい。例えば、第3の方向を駆動駒の幅 w 3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。

[0148] また、ベース部の支持面は、支持軸と平行な方向（第2の方向）に対して

傾斜していなくてもよい。例えば、図14A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14B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。

[0149] 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側の縁まで形成するようにしてもよい。

[0150] 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° 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° である場合を例に図15を用いて説明する。

[0151] 図12(a)～図12(d)と同様に、図15(a)は、第1組の駆動駒の先端部のY方向の変位を示している。図15(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15(c)は、第1組の駆動駒のX1方向の変位を示している。図15(d)は、第2組のX2方向の変位を示している(図9～図11参照)。

[0152] 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° である場合、図15(a)及び図15(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° の位相差を有する正弦波状の軌跡を描くようになる。このとき、第1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 y_1 を越えるとロータと接触する(図9～図11参照)。また、図15(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。

[0153] ここで、図15(a)に示す第1組の駆動駒の軌跡と、図15(b)第2組の駆動駒の軌跡とは、 180° 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9～図11参照）。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に、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。

[0154] 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° である場合、図15(c)及び図15(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9～図11参照）。

[0155] ここで、図15(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15(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9～図11参照）。また、図15(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15(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。

[0156] 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9～図11参照）。

[0157] 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° 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16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9～図11参照）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。

[0158] 図16(a)は、第1組～第3組の駆動駒の先端部のY方向の変位を示している。図16(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16(a)及び図16(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。

[0159] 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16(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ようになる。このとき、各組の駆動駒の先端部は、図16(a)に太線で示すように、Y軸方向の変位が接触位置 y_1 を越えるとロータと接触する(図9~図11参照)。

[0160] ここで、図16(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がロータに順番に接触してロータを支持する(図9~図11参照)。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に、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。

[0161] 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15(b)に示すように、 $X_1 \sim X_3$ 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9~図11参照)。

[0162] ここで、図16(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16(a)に示す太線部分の間)に、ロータの回転方向に沿う $X_1 \sim X_3$ 軸正方向に移動する(図9~図11参照)。

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9~図11参照)。

[0163] (2) 第2の実施形態

本発明の第2の実施形態にかかる駆動装置を、図面を参照しながら以下に説明する。本実施形態の駆動装置201は、例えば駆動駒等の第1部材に対してロータ等の第2部材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。

[0164] 図17は本実施形態の駆動装置201の正面図であり、図18はその断面

図である。

図 17 及び図 18 に示すように、駆動装置 201 は、複数の保持部 202 a が設けられたベース部（ベース部材）202 と、保持部 202 a に保持された駆動駒（第 1 部材）203 と、駆動駒 203 に隣接して配置されたロータ（第 2 部材）204 と、ベース部 202 に挿通された支持軸 205 と、を備えている。

[0165] ロータ 204 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 204 a が形成されている。ロータ 204 のベース部 202 側の被支持面 204 b は、複数の駆動駒 203 によって支持されている。ロータ 204 は、ベアリング 204 e を介して支持軸 205 によって軸支され、支持軸 205 を回転軸として回転自在に設けられている。すなわち、支持軸 205 は、ロータ 204 の回転軸 R1 に沿って設けられている。

[0166] ベース部 202 は、導電性を有する弾性体であり、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 205 が挿通されることで、支持軸 205 を囲むように設けられている。ベース部 202 の一方の端部は、例えば不図示のボルト等により取付部 301 a に固定されている。ベース部 202 の取付部 301 a に対向する面の中央部には、凹部 202 b が形成されている。凹部 202 b には、支持軸 205 の基端に形成された拡径部 205 a が挿入（嵌入）されている。この状態でベース部 202 が取付部 301 a に固定されることで、支持軸 205 がベース部 202 及び取付部 301 a に固定されている。

[0167] ベース部 202 の他方の端部には、凹状の保持部 202 a が、ベース部 202 の周方向、すなわちロータ 204 の回転方向 R に複数設けられている。保持部 202 a は、駆動駒 203 を支持軸 205 に垂直でロータ 204 の回転方向 R に沿う方向（第 1 の方向）の両側から支持するとともに、駆動駒 203 を支持軸 205 に平行な方向（第 2 の方向）に駆動可能に保持している。

[0168] 図 18 に示すように、ベース部 202 の側面 202 c は、支持軸 205 と

略平行に設けられている。側面202cの保持部202aと取付部301a側の端部との間には、取付部301aから保持部202aへの振動の伝達を抑制する振動抑制部としての溝部202dが形成されている。すなわち、溝部202dは、支持軸205に略垂直でかつロータ204の回転方向Rに沿う方向（第1の方向）と交差するベース部202の側面202cに設けられている。溝部202dは、ベース部202の周方向に連続的に設けられ、保持部202aと取付部301a側の端部との中間よりも取付部301a側の端部に近い位置に設けられている。

[0169] 溝部202dの深さd201は、例えばベース部202の半径r201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202dの深さd201は、例えば、ベース部202の半径r201の10、20、30、40、50、60、70、80、又は90%にできる。また、支持軸205に平行な方向（第2の方向）の溝部202dの幅w201は、ベース部202の振動の振幅よりも大きく、後述する第1圧電素子206、第2圧電素子（第2の圧電素子）207、駆動駒203、及びベース部202からなる支持駆動部（構造部）201a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202dの幅w201は、ベース部202の半径よりも短くできる。

[0170] 図18に示すように、ベース部202と支持軸205との間には、取付部301aから保持部202aへの振動を抑制するための間隙（振動抑制部）202eが設けられている。間隙202eは、支持軸205と平行な方向に、ベース部202の保持部202a側の端部から溝部202dの取付部301a側の縁と同様の位置まで設けられている。また、間隙202eの幅w202は、溝部202dの幅w201と同様に、ベース部202の振動の振幅よりも大きく、後述する支持駆動部201a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。

[0171] ベース部202の表面には、絶縁膜202gが成膜されて絶縁処理が施されている。絶縁膜202gは、例えばアクリル系やエポキシ系などの絶縁材

料をベース部202の表面に塗布することにより成膜される。絶縁膜202gは、溝部202dよりも駆動駒203側のベース部202の側面、保持部202a、及び間隙202e側の面に亘って連続的に成膜されている。ベース部202の絶縁膜202gが形成された部分の絶縁抵抗値は、沿面測定値でおよそ数MΩとなっている。

- [0172] 絶縁膜202gは、例えば鉛筆硬度2H以上の高い硬度を有し、ダンパー成分が殆どないものが用いられる。絶縁膜202gの耐電圧は、例えば約200VDC以上であることが望ましい。絶縁膜202gの膜厚は、上記の耐電圧が維持できる範囲で可能な限り薄く形成する。膜厚は、例えば約10μm以上20μm以下であることが望ましい。また、膜厚のばらつきは、平均膜厚±50%以下とし、望ましくは平均膜厚±30%以下にする。

本実施形態の絶縁膜202gは、例えばシリカ系組成を含む絶縁材料により形成され、硬度は3H以上、膜厚は約15μm±3μ程度、耐電圧は約270VDC以上となっている。

- [0173] 図19は、支持軸205に平行でロータ204の回転方向Rに沿う断面における駆動駒203及び保持部202aのロータ204の拡大断面図である。

図19に示すように、絶縁膜202gは、保持部202aは駆動駒203を支持する支持面202f、202fを含む保持部202aの全体に均一な膜厚で形成されている。第1圧電素子206は、導電性を有する接着剤により駆動駒203の側面203c及び絶縁膜202gが形成された保持部202aの支持面202fに固定されている。

- [0174] 絶縁膜202gと第1圧電素子206とを接着する接着剤は、絶縁膜202gと同系の材料を含むものを用いることが望ましい。例えば、絶縁膜202gとしてアクリル系の材料を含むものを用いた場合には、アクリル系の材料を含む接着剤が用いられる。また、絶縁膜202gとしてエポキシ系の材料を含むものを用いた場合には、エポキシ系の材料を含む接着剤が用いられる。

本実施形態では、全ての第1圧電素子206とベース部202との間に絶縁膜202gが設けられている。また、第1圧電素子206は、絶縁膜202gと接する面に電極206aが設けられている。

[0175] 図20Aは図17に示す駆動装置201の支持駆動部201aの斜視図であり、図20Bはその平面図である。

図20A及び図20Bに示すように、駆動駒203は、断面が山形の六角柱形状を有する先端部203aと略直方体形状を有する基部203bと、を有している。先端部203aは、例えばステンレス鋼等により形成されている。基部203bは、例えば軽金属合金等により形成され、双方とも導電性を有している。基部203bは保持部202aによって支持軸205と平行な方向に駆動可能に支持され、先端部203aは保持部202aから突出してロータ204を支持するようになっている。先端部203aは、ロータ204に接触する上面の面積が基部203b側の底面の面積よりも小さくなる先細状の形状に設けられている。

[0176] 図20Bに示すように、駆動駒203の幅w203方向（第1の方向）には、駆動駒203の基部203bを幅w203方向の両側から挟みこむ一対の第1圧電素子206、206が二対設けられている。駆動駒203の幅w203方向は、支持軸205に垂直でロータ204の回転方向Rに沿う方向であって、ベース部202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206は、保持部202aの深さd202方向に沿って延びる細長い長方形の形状に形成され、基部203bと保持部202aとの間に挟持されている。これにより、第1圧電素子206は、ベース部202に設けられた溝部202d（図17、図18参照）とロータ204との間に配置されている。

[0177] 第1圧電素子206は、例えば導電性の接着剤により駆動駒203の基部203bと絶縁膜202gが成膜された保持部202aとに接着されている。また、ベース部202の中心を通る中心線CLと略平行な駆動駒203の奥行p201方向に配置された2つの第1圧電素子206、206は、互い

に略平行になっている。各々の第1圧電素子206の形状及び寸法は、全て略等しくなっている。

[0178] 図20Aに示すように、駆動駒203の基部203bと先端部203aとの間には、一对の第2圧電素子207、207が、互いに略平行に設けられている。第2圧電素子207は、駆動駒203の幅 w_{203} 方向と略平行に延びる細長い長形状に形成されている。第2圧電素子207は、先端部203aの底面と基部203b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203aの底面と基部203bの上面とに接着されている。各々の第2圧電素子207の形状及び寸法は、全て略等しくなっている。

[0179] 第1圧電素子206及び第2圧電素子207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206は、駆動駒203を、支持軸205と略平行な保持部202aの深さ d_{202} 方向に、ベース部202に対して相対的に駆動させる。第2圧電素子207は、駆動駒203の先端部203aを駆動駒203の幅 w_{203} 方向(第3の方向)に、基部203b及びベース部202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206が駆動駒203を挟み込む方向(第1の方向)と、第2圧電素子207が駆動駒203の先端部203aを駆動させる方向(第3の方向)とが略等しくなっている。

[0180] これら複数の第1圧電素子206、第2圧電素子207、駆動駒203、及びベース部202により、ロータ204を支持し、かつロータ204を駆動駒203及びベース部202と相対的に駆動させる支持駆動部201aが構成されている。

[0181] 図20Aに示すように、保持部202aは、ベース部202の端部に設けられ、ベース部202に王冠状の凹凸を形成している。図20Bに示すように、保持部202aは、ベース部202の周方向の略 60° 毎に均等に形成されている。保持部202aは、平面視でベース部202の中心を通る中心線CLと略平行に設けられた一对の支持面202f、202fを備えている

。支持面202fは、駆動駒203の基部203bを、ベース部202の中心線CLと略垂直な保持部202aの幅w204方向（第1の方向）の両側から一对の第1圧電素子206、206を介して挟み込むように保持している。

[0182] 本実施形態の駆動駒203は、先端部203aと基部203bとの間に一对の第2圧電素子207、207を備え、基部203bの側面に第1圧電素子206、206を二対備えている。駆動装置201は、この駆動駒203及び二対の第1圧電素子206を3つ備えた駆動駒203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231と第2組の駆動駒232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231、232は、ロータ204の回転方向Rにそれぞれ均等に配置され、異なる組の駆動駒231、232が回転方向Rに交互に（順番に）配置されている。

[0183] 図21Aは第1圧電素子206の模式的な配線図であり、図21Bは第2圧電素子207の模式的な配線図である。

図21A及び図21Bに示すように、本実施形態の駆動装置201は、第1圧電素子206の電極206a及び第2圧電素子207の電極（図示略）の各々に電圧を供給する電源部210を備えている。電源部210は、図20A及び図20Bに示す第1組及び第2組のそれぞれの駆動駒231、232の先端部231a、232aが、順次、図17及び図18に示すロータ204との接触、ロータ204の回転方向Rへの送り、ロータ204からの離間、ロータ204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206及び第2圧電素子207に電圧を供給する。

[0184] 図21Aに示すように、第1組の駆動駒231の各々が備える第1圧電素子261の第1電極261aは、第1配線211を介して電源部210の第1端子T1に接続されている。第2組の駆動駒232の各々が備える第1圧電素子262の第1電極262aは、第2配線212を介して電源部210の第2端子T2に接続されている。

図21Bに示すように、第1組の駆動駒231の各々が備える第2圧電素

子 2 7 1 の電極は、駆動駒 2 3 1 の先端部 2 3 1 a に接続された第 3 配線 2 1 3 を介して電源部 2 1 0 の第 3 端子 T 3 に接続されている。第 2 組の駆動駒 2 3 2 の各々が備える第 2 圧電素子 2 7 2 の電極は、駆動駒 2 3 2 の先端部 2 3 2 a に接続された第 4 配線 2 1 4 を介して電源部 2 1 0 の第 4 端子 T 4 に接続されている。

[0185] また、図 2 1 A 及び図 2 1 B において図示は省略するが、駆動駒 2 3 1, 2 3 2 の基部 2 3 1 b, 2 3 2 b は、接地されている。

以上の構成により、第 1 圧電素子 2 0 6 の電極 2 0 6 a と駆動駒 2 0 3 の基部 2 0 3 b との間には、第 1 圧電素子 2 0 6 を駆動させる所定の駆動電圧が印加される。また、駆動駒 2 0 3 の先端部 2 0 3 a と基部 2 0 3 b との間には、第 2 圧電素子 2 0 7 を駆動させる所定の駆動電圧が印加される。

[0186] 図 2 2 は、電源部 2 1 0 が各端子 T 1, T 2, T 3, T 4 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 2 2 に示すように、電源部 2 1 0 は第 1 端子 T 1 に Phase 1 ~ Phase 2 の間は -1.0 V の電圧を発生させ、Phase 3 ~ Phase 7 の 5 Phase は 1.0 V の電圧を発生させ、Phase 8 ~ Phase 10 の 3 Phase は -1.0 V の電圧を発生させる。以降の Phase では、 1.0 V の電圧を 5 Phase 発生させ、 -1.0 V の電圧を 3 Phase 発生させることを繰り返す。すなわち、電源部 2 1 0 は、第 1 端子に 8 Phase を一周期とする電圧を発生させる。

[0187] 電源部 2 1 0 は、第 2 端子 T 2 に、第 1 端子 T 1 に発生させる電圧と 180° の位相差を有し、第 1 端子 T 1 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 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 4 Phase の位相差を有している。

[0188] 電源部 2 1 0 は、Phase 1 において第 3 端子 T 3 に発生させる電圧を 0 V に維持し、Phase 2 において -3.0 V の電圧を発生させ、Phase 3 ~ Phase 8 までの各 Phase において電圧を 1.0 V ずつ増加させる。以降の Phase では、この Phase 1 ~ Phase 8 の電圧の発生パターンを繰り返す。すなわち、電源部 2 1 0 は、第 3 端子 T 3 に 8 Phase を一周期とする電圧を発生させる。

[0189] 電源部 210 は、第 4 端子 T4 に、第 3 端子 T3 に発生させる電圧と 180° 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。

[0190] 本実施形態では、電源部 210 が第 1 圧電素子 206 及び第 2 圧電素子 207 に供給する電圧の周波数は、第 1 圧電素子 206、第 2 圧電素子 207、駆動駒 203、及びベース部 202 からなる支持駆動部（構造部）201a の共振振動の振動数と略等しくなっている。

[0191] 次に、本実施形態の駆動装置 201 の作用について、図 23～図 26 を用いて説明する。

図 23～図 25 は、第 1 組と第 2 組の駆動駒 231、232 の動作とロータ 204 の動作を示す拡大正面図である。

図 26 は、第 1 組及び第 2 組の駆動駒 231、232 の先端部 231a、232a の各軸方向の変位と時間 t の関係を示すグラフである。図 26 (a) 及び図 26 (b) において、Y 軸方向におけるロータ 204 との接触位置 y_1 は、破線で表されている。

[0192] 図 23 (a)～図 25 (a) では、ロータ 204 の回転方向 R (図 20B 参照) に沿う第 1 組の駆動駒 231 の幅 w_{231} 方向 (第 1 の方向) を X1 方向、支持軸 205 (図 18 参照) に平行な方向 (第 2 の方向) を Y 方向とする直交座標系を用いて説明する。図 23 (b)～図 25 (b) では、ロータ 204 の回転方向 R に沿う第 2 組の駆動駒 232 の幅 w_{232} 方向 (第 1 の方向) を X2 方向、支持軸 205 に平行な方向 (第 2 の方向) を Y 方向とする直交座標系を用いて説明する。

[0193] (Phase 0)

電源部 210 は、図 22 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 21A 及び図 21B に示す第 1 圧電素子 206 及び第 2 圧電素子 207 に 0V の電圧を供給している (電圧を供給していない) 状態である。

図23(a)及び図23(b)に示すように、Phase 0において、第1組の駆動駒231と第2組の駆動駒232は、それぞれ先端部231a, 232aの上面がロータ204に接した状態で静止している。ロータ204は、駆動駒231, 232の先端部231a, 232aに支持された状態で静止している。

[0194] (Phase 1)

電源部210は、図22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21Aに示す第1組の駆動駒231の第1圧電素子261の電極部261aに、第1配線211を介して電圧を供給する。また、電源部210は、図22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21Bに示す第1組の駆動駒231の第2圧電素子271に第3配線213を介して0Vの電圧を供給する。

[0195] すると、図23(a)に示すように、Phase 1において、第1組の駆動駒231を駆動する第1圧電素子261が厚み滑り変形し、駆動駒231の基部231bを保持部22aの支持面22fに対してY方向のベース部202側(Y軸負方向側)へ移動させる(図26(a)、Phase 1参照)。また、図23(a)に示すように、Phase 1において、第2圧電素子271は変形せず、先端部231aはX1方向へは移動しない(図26(c)、Phase 1参照)。これにより、駆動駒231の先端部231aがY軸負方向側へ移動し、ロータ204から離間する。

[0196] 電源部210は、図22に示すように、Phase 1において、第2端子T2に1.0Vの電圧を発生させ、図21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電素子262の電極部262aに第2配線212を介して電圧を供給する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase 1において、第4端子T4の電圧を0Vに維持し、図21Bに示す第2組の駆動駒232の第2圧電素子272には第4配線214を介して0Vの電圧を供給する。

[0197] すると、図23(b)に示すように、Phase 1において、第2組の駆動駒232を駆動する第1圧電素子262が厚み滑り変形し、駆動駒232の基部

232bを保持部202aの支持面202fに対してY方向のロータ204側（Y軸正方向側）へ移動させる（図26（b）、Phase1参照）。また、図21Bに示すように、Phase1において、第2圧電素子272は変形せず、先端部232aはX2方向へは移動しない（図26（d）、Phase1参照）。これにより、駆動駒232がY軸正方向側へ移動して、先端部232aがロータ204をY軸正方向側へ押し上げる。

[0198] すなわち、Phase1においては、図23（a）に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、Y軸負方向側へ移動してロータ204から離間する。同時に、図23（b）に示すように、第2組の駆動駒232の先端部232aは、ロータ204に当接してロータ204を支持しつつ、ロータ204をY軸正方向側へ押し上げる。

[0199] （Phase2）

電源部210は、図22に示すように、Phase2において、第1端子T1の電圧を-1.0Vに維持し、図21Aに示す第1組の駆動駒231の第1圧電素子261の電極部261aに第1配線211を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase2において、第3端子T3に-3.0Vの電圧を発生させ、図21Bに示す第1組の駆動駒231の第2圧電素子271に第3配線213を介して電圧を供給する。

[0200] すると、図23（a）に示すように、Phase2において、第1組の駆動駒231をY方向に駆動する第1圧電素子261の変形が維持されて、先端部231aがロータ204から離間した状態が維持される（図26（a）、Phase2参照）。この状態で、図23（a）に示すように、Phase2において、第2圧電素子271が厚み滑り変形し、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸負方向側へ移動する（図26（c）参照）。このときの先端部231aの移動量は、第2圧電素子271に供給される電圧の絶対値に比例する。

[0201] 電源部210は、図22に示すように、Phase2において、第2端子T2の電圧を1.0Vに維持し、図21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電

素子 262 の電極部 262 a に第 2 配線 212 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 210 は、図 22 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 21 B に示す第 2 組の駆動駒 232 の第 2 圧電素子 272 に第 4 配線 214 を介して電圧を供給する。

[0202] すると、図 23 (b) に示すように、Phase 2 において、第 2 組の駆動駒 232 を Y 方向に駆動する第 1 圧電素子 262 の変形が維持されて、先端部 232 a がロータ 204 に接触した状態が維持される (図 26 (b)、Phase 2 参照)。この状態で、図 23 (b) に示すように、Phase 2 において、第 2 圧電素子 272 が厚み滑り変形し、先端部 232 a が基部 232 b 及びベース部 202 に対して X2 軸正方向側へ移動する (図 26 (d)、Phase 2 参照)。このときの先端部 232 a 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 231 a の X1 軸負方向側への移動量と比較して小さくなる。

[0203] すなわち、Phase 2 においては、図 23 (b) に示すように、第 2 組の駆動駒 232 の先端部 232 a の X2 軸正方向側への移動により、先端部 232 a の上面からロータ 204 の下面 (非接触面 204 b) に摩擦力が作用する。ここで、第 2 組の駆動駒 232 は、図 20 A 及び図 20 B に示すように、ロータ 204 の回転方向 R に沿ってベース部 202 の周方向に配置される。先端部 232 a は、ロータ 204 の回転方向 R に沿う駆動駒 232 の幅 w232 方向 (X2 方向) に変位する。そのため、ロータ 204 は、駆動駒 232 の先端部 232 a によって回転方向 R に駆動され、図 17 及び図 18 に示す支持軸 205 を中心とする回転を開始する。

[0204] (Phase 3)

電源部 210 は、図 22 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 1.0 V の電圧を発生させ、図 21 A に示す第 1 組の駆動駒 231 の第 1 圧電素子 261 の電極部 261 a に第 1 配線 211 を介して電圧を供給する。また、電源部 210 は、図 22 に示すように、Phase 3 において、第 3 端子 T3 に -2.0 V の電圧を発生させ、図 21 B に示す第 1 組の駆動駒 231 の第 2 圧電素子 271 に第 3 配線 213 を介して電圧を供給す

る。

[0205] すると、図23(a)に示すように、Phase3において、第1組の駆動駒231を駆動する第1圧電素子261が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒231の基部231bをY軸正方向側へ移動させる(図26(a)、Phase3参照)。同時に、図23(a)に示すように、Phase3において、第2圧電素子271のX1軸負方向側への変形量が減少し、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸正方向側へ移動する(図26(c)、Phase3参照)。このときの移動量は、Phase3で新たに供給された $-2.0V$ とPhase2で供給されていた $-3.0V$ との電圧の差に比例する。

[0206] 電源部210は、図22に示すように、Phase3において、第2端子T2の電圧を維持し、図21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電素子262の電極部262aに第2配線212を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase3において、第4端子T4に $2.0V$ の電圧を発生させ、図21Bに示す第2組の駆動駒232の第2圧電素子272に第4配線214を介して電圧を供給する。

[0207] すると、図23(b)に示すように、Phase3において、第2組の駆動駒232を駆動する第1圧電素子262の変形が維持されて、先端部232aがロータ204に接触した状態が維持される(図26(b)、Phase3参照)。この状態で、図23(b)に示すように、Phase3において、第2圧電素子272が厚み滑り変形し、先端部232aが基部232b及びベース部202に対してX2軸正方向側へ移動する(図26(d)、Phase3参照)。このときの移動量は、Phase3で新たに供給された $2.0V$ とPhase2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。

[0208] すなわち、Phase3においては、図23(a)に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、ロータ204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204に接近して当接する。同時に、図23(b)に示すように、第2組の駆動駒232の先端部232aは、ロータ204に当接してロータ204を支持しつつ、ロータ20

4 を回転方向 R へ駆動する。

[0209] (Phase 4)

電源部 210 は、図 22 に示すように、Phase 4 において、第 1 端子 T1 の電圧を 1.0 V に維持し、図 21A に示す第 1 組の駆動駒 231 の第 1 圧電素子 261 の電極部 261a に第 1 配線 211 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 210 は、図 22 に示すように、Phase 4 において、第 3 端子 T3 に -1.0 V の電圧を発生させ、図 21B に示す第 1 組の駆動駒 231 の第 2 圧電素子 271 に第 3 配線 213 を介して電圧を供給する。

[0210] すると、図 24 (a) に示すように、Phase 4 において、第 1 組の駆動駒 231 を Y 軸正方向側に駆動する第 1 圧電素子 261 の変形が維持されて、先端部 231a がロータ 204 に当接した状態が維持される (図 26 (a)、Phase 4 参照)。同時に、図 24 (a) に示すように、Phase 4 において、第 2 圧電素子 271 の X 1 軸負方向側への変形量が減少し、先端部 231a が基部 231b 及びベース部 202 に対して X 1 軸正方向側へ移動する (図 26 (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。

[0211] 電源部 210 は、図 22 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 21A に示す第 2 組の駆動駒 232 の第 1 圧電素子 262 の電極部 262a に第 2 配線 212 を介して電圧を供給する。また、電源部 210 は、図 22 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 21B に示す第 2 組の駆動駒 232 の第 2 圧電素子 272 に第 4 配線 214 を介して電圧を供給する。

[0212] すると、図 24 (b) に示すように、Phase 4 において、第 2 組の駆動駒 232 を駆動する第 1 圧電素子 262 が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒 232 の基部 232b を Y 軸負方向側へ移動させる (図 26 (b)、Phase 4 参照)。同時に、図 24 (b) に示すように、Phase 4 において、第 2 圧電素子 2

72のX2軸正方向側への変形量が増加し、先端部232aが基部232b及びベース部202に対してX2軸正方向側へ移動する(図26(d)、Phase4参照)。このときの移動量は、Phase4で新たに供給された3.0VとPhase2で供給されていた2.0Vとの電圧の差の絶対値に比例する。

[0213] すなわち、Phase4においては、図24(a)に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、ロータ204に当接した状態でロータ204の回転方向Rに沿うX1軸正方向側に移動し、ロータ204を支持して回転方向Rへ駆動させる。同時に、図24(b)に示すように、第2組の駆動駒232の先端部232aは、ロータ204の回転方向Rに沿う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204から離間する。これにより、第1組及び第2組の駆動駒231、232の先端部231a、232aによってロータ204を回転方向Rに駆動させつつ、第2組の駆動駒232の先端部232aから第1組の駆動駒231の先端部231aへロータ204が受け渡される。

[0214] このとき、Phase4において、双方の駆動駒231、232が、極めて短時間、ロータ204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204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232の先端部232aによって支持されていた位置に留まる。そのため、ロータ204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231の先端部231a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204は、Y方向の略一定の位置で支持軸205を中心として回転を継続する。

[0215] (Phase5)

電源部210は、図22に示すように、Phase5において、第1端子T1の電圧を1.0Vに維持し、図21Aに示す第1組の駆動駒231の第1圧電素子261の電極部261aに第1配線211を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase5において、第3端子T3に発生させる電圧を0Vにし、図21Bに示す第1組の駆動駒23

1の第2圧電素子271に第3配線213を介して供給する電圧を0Vにする。

[0216] すると、図24(a)に示すように、Phase5において、第1組の駆動駒231をY方向に駆動する第1圧電素子261の変形が維持されて、先端部231aがロータ204に接触した状態が維持される(図26(a)、Phase5参照)。この状態で、図24(a)に示すように、Phase5において、第2圧電素子271が元の形状に戻り、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸正方向側へ移動する(図26(c)、Phase5参照)。このときの先端部231aの移動量は、Phase4において第2圧電素子271に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

[0217] 電源部210は、図22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21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電素子262の電極部262aに第2配線212を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22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21Bに示す第2組の駆動駒232の第2圧電素子272に第4配線214を介して供給する電圧を0Vにする。

[0218] すると、図24(b)に示すように、Phase5において、第2組の駆動駒232をY方向に駆動する第1圧電素子262の変形が維持されて、先端部232aがロータ204から離間した状態が維持される(図26(b) Phase5参照)。同時に、図24(b)に示すように、Phase5において、第2圧電素子272が元の形状に戻り、先端部232aが基部232b及びベース部202に対してX2軸負方向側へ移動する(図26(d)、Phase5参照)。このときの先端部232aの移動量は、Phase4において第2圧電素子272に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

[0219] すなわち、Phase5においては、図24(a)に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、ロータ204に当接した状態を維持してロータ204を支持しつつ、X1軸正方向側へ移動してロータ204を回転方向

Rへ駆動させる。同時に、図24(b)に示すように、第2組の駆動駒232の先端部232aは、Y軸負方向側へ移動してロータ204から離間した状態を維持しつつ、基部232b及びベース部202に対してロータ204の回転方向Rと逆のX2軸負方向側へ移動する。

[0220] (Phase 6)

電源部210は、図22に示すように、Phase 6において、第1端子T1の電圧を1.0Vに維持し、図21Aに示す第1組の駆動駒231の第1圧電素子261の電極部261aに第1配線211を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase 6において、第3端子T3に1.0Vの電圧を発生させ、図21Bに示す第1組の駆動駒231の第2圧電素子271に第3配線213を介して電圧を供給する。

[0221] すると、図24(a)に示すように、Phase 6において、第1組の駆動駒231をY方向に駆動する第1圧電素子261の変形が維持されて、先端部231aがロータ204に接触した状態が維持される(図26(a)、Phase 6参照)。この状態で、図24(a)に示すように、Phase 6において、第2圧電素子271が厚み滑り変形し、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸正方向側へ移動する(図26(c)、Phase 6参照)。このときの移動量は、Phase 6で新たに供給された電圧の絶対値に比例する。

[0222] 電源部210は、図22に示すように、Phase 6において、第2端子T2の電圧を-1.0Vに維持し、図21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電素子262の電極部262aに第2配線212を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase 6において、第4端子T4に-3.0Vの電圧を発生させ、図21Bに示す第2組の駆動駒232の第2圧電素子272に第4配線214を介して電圧を供給する。

[0223] すると、図24(b)に示すように、Phase 6において、第2組の駆動駒232をY方向に駆動する第1圧電素子262の変形が維持されて、先端部232aがロータ204から離間した状態が維持される(図26(b)、Phase

6参照)。この状態で、図24(b)に示すように、Phase6において、第2圧電素子272が厚み滑り変形し、先端部232aが基部232b及びベース部202に対してX2軸負方向側へ移動する(図26(d)、Phase6参照)。このときの先端部232aの移動量は、第2圧電素子272に供給される電圧の絶対値に比例する。

[0224] すなわち、Phase6においては、図24(a)に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、ロータ204に当接した状態を維持してロータ204を支持しつつ、X1軸正方向側へ移動してロータ204を回転方向Rへ駆動する。同時に、図24(b)に示すように、第2組の駆動駒232の先端部232aは、ロータ204から離間した状態を維持しつつ、基部232b及びベース部202に対してロータ204の回転方向Rと逆のX2軸負方向側へさらに移動する。

[0225] (Phase7)

電源部210は、図22に示すように、Phase7において、第1端子T1の電圧を1.0Vに維持し、図21Aに示す第1組の駆動駒231の第1圧電素子261の電極部261aに第1配線211を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase7において、第3端子T3に2.0Vの電圧を発生させ、図21Bに示す第1組の駆動駒231の第2圧電素子271に第3配線213を介して電圧を供給する。

[0226] すると、図24(a)に示すように、Phase7において、第1組の駆動駒231を駆動する第1圧電素子261の変形が維持されて、先端部231aがロータ204に接触した状態が維持される(図26(a)、Phase7参照)。この状態で、図24(a)に示すように、Phase7において、第2圧電素子271が厚み滑り変形し、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸正方向側へ移動する(図26(c)、Phase7参照)。このときの移動量は、Phase7で新たに供給された2.0VとPhase6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。

[0227] 電源部210は、図22に示すように、Phase7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21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電素子262の電極部262aに第2配線212を介して電圧を供給する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase7において、第4端子T4に -2.0V の電圧を発生させ、図21Bに示す第2組の駆動駒232の第2圧電素子272に第4配線214を介して電圧を供給する。

[0228] すると、図24(b)に示すように、Phase7において、第2組の駆動駒232を駆動する第1圧電素子262が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒232の基部232bをY軸正方向側へ移動させる(図26(b)、Phase7参照)。同時に、図24(b)に示すように、Phase7において、第2圧電素子272のX2軸負方向側への変形量が減少し、先端部232aが基部232b及びベース部202に対してX2軸正方向側へ移動する(図26(d)、Phase7参照)。このときの移動量は、Phase7で新たに供給された -2.0V とPhase6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。

[0229] すなわち、Phase7においては、図24(a)に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、ロータ204に当接した状態を維持してロータ204を支持しつつ、ロータ204を回転方向Rへ駆動する。同時に、図24(b)に示すように、第2組の駆動駒232の先端部232aは、ロータ204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204に接近して当接する。

[0230] (Phase8)

電源部210は、図22に示すように、Phase8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21Aに示す第1組の駆動駒231の第1圧電素子261の電極部261aに第1配線211を介して電圧を供給する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase8において、第3端子T3に 3.0V の電圧を発生させ、図21Bに示す第1組の駆動駒231の第2圧電素子271に第3配線213を介して電圧を供給する。

- [0231] すると、図25(a)に示すように、Phase 8において、第1組の駆動駒231を駆動する第1圧電素子261が逆方向に厚み滑り変形し、駆動駒203の基部203bをY軸負方向側へ移動させる(図26(a)、Phase 8参照)。同時に、図25(a)に示すように、Phase 8において、第2圧電素子271のX1軸正方向側への変形量が増加し、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸正方向側へ移動する(図26(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3.0VとPhase 7で供給されていた2.0Vとの電圧の差の絶対値に比例する。
- [0232] 電源部210は、図22に示すように、Phase 8において、第2端子T2の電圧を1.0Vに維持し、図21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電素子262の電極部262aに第2配線212を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase 8において、第4端子T4に-1.0Vの電圧を発生させ、図21Bに示す第2組の駆動駒232の第2圧電素子272に第4配線214を介して電圧を供給する。
- [0233] すると、図25(b)に示すように、Phase 8において、第2組の駆動駒232をY方向に駆動する第1圧電素子262の変形が維持されて、先端部232aがロータ204に当接した状態が維持される(図26(b)、Phase 8参照)。同時に、図25(b)に示すように、Phase 8において、第2圧電素子272のX2軸負方向側への変形量が減少し、先端部232aが基部232b及びベース部202に対してX2軸正方向側へ移動する(図26(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-1.0VとPhase 7で供給されていた-2.0Vとの電圧の差の絶対値に比例する。
- [0234] すなわち、Phase 8においては、図25(a)に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、ロータ204の回転方向Rへ沿うX1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204から離間する。同時に、図25(b)に示すように、第2組の駆動駒232の先端部232aは、ロータ204に当接した状態で、ロータ204の回転方向Rに沿うX

2軸正方向側に移動し、ロータ204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231, 232の先端部231a, 232aによってロータ204を回転方向Rに駆動させつつ、第1組の駆動駒231の先端部231aから第2組の駆動駒232の先端部232aへロータ204が受け渡される。

[0235] このとき、Phase 8において、双方の駆動駒231, 232が、極めて短時間、ロータ204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204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231の先端部231aによって支持されていた位置に留まる。そのため、ロータ204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232の先端部232a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204は、Y方向の略一定の位置で支持軸205を中心として回転を継続する。

[0236] (Phase 9)

電源部210は、図22に示すように、Phase 9において、第1端子T1の電圧を-1.0Vに維持し、図21Aに示す第1組の駆動駒231の第1圧電素子261の電極部261aに第1配線211を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase 9において、第3端子T3に発生させる電圧を0Vにし、図21Bに示す第1組の駆動駒231の第2圧電素子271に第3配線213を介して供給する電圧を0Vにする。

[0237] すると、図25(a)に示すように、Phase 9において、第1組の駆動駒231をY方向に駆動する第1圧電素子261の変形が維持され、先端部231aがロータ204から離間した状態が維持される(図26(a)、Phase 9参照)。同時に図25(a)に示すように、Phase 9において、第2圧電素子271が元の形状に戻り、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸負方向側へ移動する(図26(c)、Phase 9参照)。このときの先端部231aの移動量は、Phase 8において第2圧電素子207に供

給されていた電圧の絶対値に比例する。

[0238] 電源部 210 は、図 22 に示すように、Phase 9 において、第 2 端子 T2 の電圧を 1.0 V に維持し、図 21A に示す第 2 組の駆動駒 232 の第 1 圧電素子 262 の電極部 262a に第 2 配線 212 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 210 は、図 22 に示すように、Phase 9 において、第 4 端子 T4 に発生させる電圧を 0 V にし、図 21B に示す第 2 組の駆動駒 232 の第 2 圧電素子 272 に第 4 配線 214 を介して供給する電圧を 0 V にする。

[0239] すると、図 25 (b) に示すように、Phase 9 において、第 2 組の駆動駒 232 を Y 方向に駆動する第 1 圧電素子 262 の変形が維持されて、先端部 232a がロータ 204 に接触した状態が維持される (図 26 (b)、Phase 9 参照)。この状態で、図 25 (b) に示すように、Phase 9 において、第 2 圧電素子 272 が元の形状に戻り、先端部 232a が基部 232b 及びベース部 202 に対して X2 軸正方向側へ移動する (図 26 (d)、Phase 9 参照)。このときの先端部 232a の移動量は、Phase 8 において第 2 圧電素子 272 に供給されていた電圧の絶対値に比例する。

[0240] すなわち、Phase 9 においては、図 25 (a) に示すように、第 1 組の駆動駒 231 の先端部 231a は、Y 軸負方向側へ移動してロータ 204 から離間した状態を維持しつつ、ロータ 204 の回転方向 R と逆の X1 軸負方向側へ移動する。同時に、図 25 (b) に示すように、第 2 組の駆動駒 232 の先端部 232a は、ロータ 204 に当接した状態を維持してロータ 204 を支持しつつ、ロータ 204 の回転方向 R に沿う X1 軸正方向側へ移動してロータ 204 を回転方向 R へ駆動させる。

[0241] (Phase 10)

電源部 210 は、図 22 に示すように、Phase 10 において、第 1 端子 T1 の電圧を -1.0 V に維持し、図 21A に示す第 1 組の駆動駒 231 の第 1 圧電素子 261 の電極部 261a に第 1 配線 211 を介して供給する電圧を維持する。また、電源部 210 は、図 22 に示すように、Phase 10 において

、第3端子T3に−3.0Vの電圧を発生させ、図21Bに示す第1組の駆動駒231の第2圧電素子271に第3配線213を介して電圧を供給する。

[0242] すると、図25(a)に示すように、Phase10において、第1組の駆動駒231をY方向に駆動する第1圧電素子261の変形が維持されて、先端部231aがロータ204から離間した状態が維持される(図26(a)、Phase10参照)。この状態で、図25(a)に示すように、Phase10において、第2圧電素子271が厚み滑り変形し、先端部231aが基部231b及びベース部202に対してX1軸負方向側へ移動する(図26(c)、Phase10参照)。このときの先端部231aの移動量は、第2圧電素子271に供給される電圧の絶対値に比例する。

[0243] 電源部210は、図22に示すように、Phase10において、第2端子T2の電圧を1.0Vに維持し、図21Aに示す第2組の駆動駒232の第1圧電素子262の電極部262aに第2配線212を介して供給する電圧を維持する。また、電源部210は、図22に示すように、Phase10において、第4端子T4に1.0Vの電圧を発生させ、図21Bに示す第2組の駆動駒232の第2圧電素子272に第4配線214を介して電圧を供給する。

[0244] すると、図25(b)に示すように、Phase10において、第2組の駆動駒232をY方向に駆動する第1圧電素子262の変形が維持されて、先端部232aがロータ204に接触した状態が維持される(図26(b)、Phase10参照)。この状態で、図25(b)に示すように、Phase10において、第2圧電素子272が厚み滑り変形し、先端部232aが基部232b及びベース部202に対してX2軸正方向側へ移動する(図26(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。

[0245] すなわち、Phase10においては、図25(a)に示すように、第1組の駆動駒231の先端部231aは、ロータ204から離間した状態を維持しつつ、基部231b及びベース部202に対してX1軸負方向側へさらに移動

する。同時に、図 25 (b) に示すように、第 2 組の駆動駒 232 の先端部 232 a は、ロータ 204 に当接した状態を維持してロータ 204 を支持しつつ、ロータ 204 の回転方向 R に沿う X 2 軸正方向側に移動してロータ 204 を回転方向 R へ駆動する。

[0246] Phase 11 以降は、上記の Phase 3 から Phase 10 までの動作と同様の動作が繰り返し行われ、ロータ 204 の回転が継続される。これにより、第 1 組の駆動駒 231 の先端部 231 a と先端部 23 a と第 2 組の駆動駒 232 の先端部 232 a とによって交互に (順番に) ロータ 204 の Y 軸方向の支持及び回転方向 R の駆動がされ、ロータ 204 が支持軸 205 回りの回転を継続する。

[0247] 本実施形態の駆動装置 201 は、各々の駆動駒 203 を支持軸 205 の平行な方向 (第 2 の方向) へ駆動させる第 1 圧電素子 206 と、駆動駒 203 の先端部 203 a をロータ 204 の回転方向 R に沿う駆動駒 203 の幅 w_{203} 方向 (第 1 の方向) へ駆動させる第 2 圧電素子 207 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すことができる。

[0248] したがって、駆動駒 203 によりロータ 204 を回転させ、ロータ 204 と駆動駒 203 とを相対駆動させる際に、従来よりもロータ 204 を安定して回転させることができる。また、基部 203 b を挟み込む第 1 圧電素子 206 が互いに異なる方向に基部 203 b 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させることができ、駆動装置 201 の出力を増大させることができる。

[0249] ここで、ベース部 202 は導電性を有しているため、第 1 圧電素子 206 を直接、ベース部 202 の表面に接合した場合には、ベース部 202 が第 1 圧電素子 206 の共通電極となる。そのため、第 1 組の駆動駒 231 を駆動する第 1 圧電素子 261 の電極 261 a と、第 2 組の駆動駒 232 を駆動する第 1 圧電素子 262 の電極 262 a とが共通電位になってしまう。すると、各組の第 1 圧電素子 261, 262 に個別に異なる電圧を印加することが

困難になり、駆動駒 231, 232 を個別に駆動することが困難になる。

[0250] しかし、本実施形態では、図 19 に示すように、全ての第 1 圧電素子 206 とベース部材 202 との間に絶縁膜 202g が設けられている。そのため、各組の駆動駒 231, 232 を駆動する第 1 圧電素子 261, 262 に個別に異なる電圧を容易に印加することができる。したがって、各組の駆動駒 231, 232 を個別に駆動させ、ロータ 204 を安定的かつ連続的に回転させることができる。

[0251] また、図 19 に示すように、第 1 圧電素子 206 はベース部 202 の表面に設けられた絶縁膜 202g と接する側の面に電極 206a が設けられ、導電性を有する駆動駒 203 の基部 203b は接地されている。そのため、第 1 組及び第 2 組の駆動駒 231, 232 それぞれの第 1 圧電素子 261, 262 の電極 261a, 262a に、図 21A 及び図 21B に示す第 1 配線 211 及び第 2 配線 212 をそれぞれ接続することで、第 1 圧電素子 261, 262 の電極 261a, 262a と駆動駒 231, 232 の基部 231b, 232b との間に電圧を印加することができる。

[0252] ここで、絶縁膜 202g の膜厚が例えば $20\mu\text{m}$ よりも厚くなると、通常数 μm 程度の振幅で用いられる第 1 圧電素子 206 の振動が絶縁膜 202g によって減衰し、ベース部 202 へ伝播し難くなる。また、膜厚のばらつきが例えば平均膜厚 $\pm 50\%$ よりも大きい場合、硬度が例えば鉛筆硬度で 2H よりも低い場合、高密度である場合などには、振動減衰効果が大きくなり、ベース部 202 へ振動が伝播し難くなる。

[0253] しかし、本実施形態の絶縁膜 202g の膜厚は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下となっている。加えて、絶縁膜 202g は、膜厚のばらつきが平均膜厚 $\pm 50\%$ 以下となっている。このように、絶縁膜 202g の膜厚を所望の耐電圧が維持できる範囲で可能な限り薄く形成することで、絶縁膜 202g の振動減衰効果を最小にすることができる。よって、第 1 圧電素子 206 の振動を絶縁膜 202g を介して弾性体であるベース部 202 に確実に伝播させることができる。

- [0254] また、絶縁膜 202g の硬度は、鉛筆硬度で 2H 以上を有している。
- このように、絶縁膜 202g の硬度を所定値以上の硬度にすることで、絶縁膜 202g によって支持駆動部 201 の振動が減衰することが防止される。したがって、駆動装置 201 の出力の低下を防止することができる。
- [0255] また、第 1 圧電素子 206 の電極 206a とベース部 202 の表面の絶縁膜 202g とを接着する接着剤が絶縁膜 202g と同系材料を含んでいない場合、第 1 圧電素子 206 の電極 206a と絶縁膜 202g との接着が不十分になり、所望の接着強度を得ることができない場合がある。このような場合、第 1 圧電素子 206 の電極 206a と絶縁膜 202g との間に作用するせん断力・剥離力によって接着面が剥離・乖離し、駆動駒 203 がベース部 202 から脱落してしまう虞がある。
- [0256] しかし、本実施形態では、第 1 圧電素子 206 を絶縁膜 202g に固定する接着剤と絶縁膜 202g とが同系材料を含んでいる。これにより、接着剤と絶縁膜 202g とが一体化して第 1 圧電素子 206 の電極 206a と絶縁膜 202g とが強固に接着され、接着剤の接着力を維持することができる。したがって、第 1 圧電素子 206 の電極 206a と絶縁膜 202g との間に作用するせん断力・剥離力に対する強度を向上させることが可能になる。
- [0257] また、第 1 圧電素子 206 が駆動駒 203 の基部 203b を幅 w203 方向から挟み込み、第 1 圧電素子 206 が駆動駒 203 を幅 w203 方向と異なる支持軸 205 に平行な方向へ駆動させるようになっている。また、基部 203b を挟み込む一対の第 1 圧電素子 206、206 の寸法及び形状が、略等しくなっている。これにより、駆動駒 203 の幅 w203 方向の剛性を均等にすることができる。したがって、駆動駒 203 の基部 203b の幅 w203 方向の振動を抑制することができる。また、全ての第 1 圧電素子 206 及び第 2 圧電素子 207 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させることができる。
- [0258] 加えて、ベース部 202 には、駆動駒 203 を支持軸 205 と平行な方向へ駆動可能に保持する保持部 202a が設けられている。保持部 202a に

は、駆動駒 203 の幅 w_{203} 方向から駆動駒 203 の基部 203 b を支持する支持面 202 f が設けられている。そのため、支持面 202 f によって第 1 圧電素子 206 を支持し、第 1 圧電素子 206 を介して駆動駒 203 の基部 203 b を幅 w_{203} 方向から支持することができる。これにより、駆動駒 203 の幅 w_{203} 方向の剛性をより高め、駆動駒 203 の基部 203 b の幅 w_{203} 方向の振動を抑制することができる。

[0259] ここで、第 1 圧電素子 206 は、厚み方向の弾性係数（縦弾性係数）と変形方向の弾性係数（横弾性係数）との比が例えば約 3 : 1 程度である。したがって、駆動駒 203 の幅 w_{203} 方向の剛性を高め、基部 203 b の駆動方向の剛性を低くすることができる。これにより、基部 203 b の幅 w_{203} 方向の移動を防止して振動を抑制できる。また、基部 203 b の駆動方向の変位をしやすくすることができる。

[0260] また、駆動駒 203 が、ロータ 204 を支持して回転方向 R に駆動させる先端部 203 a と、一对の第 1 圧電素子 206 に挟み込まれた状態でベース部 202 の保持部 202 a に保持された基部 203 b と、を備えている。さらに、駆動駒 203 は先端部 203 a と基部 203 b との間に、先端部 203 a をロータ 204 の回転方向 R に沿う保持部 202 a 及び駆動駒 203 の幅 w_{203} 方向に駆動する第 2 圧電素子 207 を備えている。

[0261] そのため、駆動駒 203 の先端部 203 a を幅 w_{203} 方向に駆動することで、ロータ 204 の下面と先端部 203 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 204 を回転方向 R に駆動することができる。また、第 1 圧電素子 206 及び第 2 圧電素子 207 をそれぞれ独立して制御することができる。これにより、駆動駒 203 の先端部 203 a の支持軸 205 に沿う方向の駆動と、ロータ 204 の回転方向 R に沿う方向の駆動とを独立して制御することができる。

[0262] また、第 1 圧電素子 206 及び第 2 圧電素子 207 を同時に作動させ、駆動駒 203 の先端部 203 a の支持軸 205 に沿う方向の駆動と、ロータ 204 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23～図25に示すように、ロータ204と先端部203aの接触時及び離間時に、駆動駒203の先端部203aをロータ204の回転方向Rに沿って移動させ、ロータ204の回転を妨げることなく、第1組の駆動駒231から第2組の駆動駒232へロータ204の受け渡しを行うことができる。

[0263] また、駆動駒203及びその基部203bを挟み込む二対の第1圧電素子206、206を3つ備えた駆動駒203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させることができる。また、各組の駆動駒231、232の先端部231a、232aによって、ロータ204を3点支持することが可能となる。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204の支持を安定して行うことができる。

[0264] また、各組の駆動駒231、232は、ロータ204の回転方向Rに均等に配置されている。第1組と第2組の駆動駒231、232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204を各組の駆動駒231、232によってバランスよく支持し、回転方向Rに効率よく駆動することができる。

また、駆動駒203の先端部203aが駆動する方向は、駆動駒203の基部203bが第1圧電素子206及び保持部202aの支持面202f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203の先端部203a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203の基部203bを支持することができる。したがって、駆動駒203が支持軸205に平行な方向からずれることを抑制し、ロータ204の駆動に悪影響が及ぶことを防止できる。

[0265] また、電源部210が、第1組及び第2組の駆動駒231、232に位相差を有する電圧を供給することで、各組の駆動駒231、232によってそれぞれロータ204を駆動することができる。

また、電源部210が、各組の第1圧電素子206及び第2圧電素子20

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231と第2組の駆動駒232とによって交互に順番にロータ204を駆動させることができる。

[0266] また、電源部210が、各組の第1圧電素子206及び第2圧電素子207に、駆動駒203の先端部203aがロータ204との接触、駆動駒203の幅 w_{203} 方向への送り、ロータ204からの離間、駆動駒203の幅 w_{203} 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204の回転駆動を連続的に行うことができる。

また、電源部210は、図22のPhase 3, 7, 11, 15に示すように、第1端子T1に供給する電圧と第2端子T2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231から第2組の駆動駒232へのロータ204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。

[0267] また、電源部210が第1圧電素子206及び第2圧電素子207に供給する電圧の周波数は、第1圧電素子206、第2圧電素子207、駆動駒203、及びベース部202からなる支持駆動部201a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203の先端部203aによるロータ204の送り駆動及び戻り駆動の振幅をより大きくすることができる。支持駆動部201aの共振振動の周波数は、ベース部202、圧電素子、駆動駒203の先端部203a及び基部203bの材質を適切に選定することで調整することができる。

[0268] また、本実施形態では、図22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231, 232の第1圧電素子261, 262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271, 272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231, 232の支持軸205に平行な方向の駆動と、駆動駒231, 232の幅 w_{231} , w_{232} 方向の先端部231a, 232aの駆動の振動数が等しくなる。これにより、支持軸205に平行な方向の駆動駒

231, 232の振幅と、駆動駒231, 232の幅 w_{231} , w_{232} 方向の先端部231a, 232aの振幅を最大振幅とすることができる。

[0269] また、駆動駒203の先端部203aは、ロータ204の回転方向Rに沿う断面積がロータ204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203aを直方体状の形状に形成する場合と比較して、先端部203aとロータ204との接触面積を減少させ、先端部203aの磨耗による先端部203aの体積変化率を小さくすることができる。これにより、先端部203aの磨耗による先端部203aの重量の変化を小さくすることができ、駆動駒203の共振周波数の変化を小さくすることができる。また、先端部203aを六角柱状の形状とすることで、その他の形状と比較して先端部203aの剛性を高くすることができる。

[0270] また、支持軸205と略平行に設けられ駆動駒203の幅 w_{203} 方向と略垂直に交差するベース部202の側面202cに、溝部202dが形成されている。すなわち、溝部202dは、ベース部202を介して伝播する支持軸205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202dによって振動を吸収し、ベース部202による振動の伝播を減少させることができる。

また、第1圧電素子206が、ロータ204と溝部202dとの間に設けられている。したがって、ベース部202のロータ204と反対側から溝部202dを越えて伝播する振動を減少させることができる。

[0271] また、ベース部202の駆動駒203を保持する保持部202aと反対側の端部が取付部301aに固定され、溝部202dは駆動駒203よりも取付部301aに近い位置に設けられている。そのため、取付部301aの振動がベース部202に伝播した場合であっても、駆動駒203から比較的遠い位置で振動を減少させ、取付部301aの振動が駆動駒203の駆動に悪影響を及ぼすことを防止できる。

[0272] また、溝部202dの支持軸205に平行な方向の幅 w_{201} は、ベース部202の振動の振幅よりも大きくなっている。そのため、溝部202dの

両側のベース部202同士が衝突することを防止できる。

また、溝部202dの支持軸205に平行な方向の幅w201は、ベース部202、駆動駒203、第1圧電素子206、及び第2圧電素子207からなる支持駆動部201a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201aが共振状態で振動した場合でも、溝部202dの両側のベース部202同士が衝突することを防止できる。

[0273] また、溝部202dの深さd201をベース部202の半径の40%以上80%以下とすることで、ベース部202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ることができる。

また、ベース部202と支持軸205との間に間隙202eが形成されているので、ベース部202から支持軸205に伝播する振動を減少させることができる。また、支持軸205からベース部202に伝播する振動を減少させることができる。したがって、駆動駒203及びロータ204の駆動に悪影響が及ぶことを防止できる。

[0274] 次に、本実施形態の駆動装置201を備えたレンズ鏡筒及びカメラの一例について説明する。本実施形態の交換レンズは、カメラボディとともにカメラシステムを形成するものである。交換レンズは、公知のAF（オートフォーカス）制御に応じて合焦動作を行うAF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MF（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。

[0275] 図27は、本実施形態におけるカメラ301の構成を模式的に示す概略構成図である。

図27に示すように、カメラ301は、撮像素子308が内蔵されたカメラボディ302と、レンズ307を有するレンズ鏡筒303とを備えている。

[0276] レンズ鏡筒303は、カメラボディ302に着脱可能な交換レンズである。レンズ鏡筒303は、レンズ307、カム筒306、駆動装置201等を備えている。駆動装置201は、カメラ301のフォーカス動作時にレンズ

307を駆動する駆動源として用いられている。駆動装置201のロータ204から得られた駆動力は、直接、カム筒306に伝えられる。レンズ307は、カム筒306に保持されており、駆動装置201の駆動力により、光軸方向Lに略平行に移動して、焦点調節を行うフォーカスレンズである。

[0277] カメラ301の使用時には、レンズ鏡筒303内に設けられたレンズ群（レンズ307を含む）によって、撮像素子308の撮像面に被写体像が結像される。撮像素子308によって、結像された被写体像は、電気信号に変換される。その信号をA/D変換することによって、画像データが得られる。

[0278] 以上説明したように、本実施形態のカメラ301及びレンズ鏡筒303は、上記の実施形態で説明した駆動装置201を備えている。したがって、従来よりもロータ204を安定的に回転させることができ、出力が向上した駆動装置201によって、カム筒306を直接駆動させることができる。したがって、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。

本実施形態では、レンズ鏡筒303は、交換レンズである例を示したが、これに限らず、例えば、カメラボディと一体型のレンズ鏡筒としてもよい。

[0279] 尚、上述した実施形態は、種々変形して実施することができる。例えば、上記の実施形態では全ての第1圧電素子とベース部の間に絶縁膜が設けられている構成について説明したが、例えば、絶縁膜は、少なくとも第1組又は第2組のいずれか一方の組の駆動駒が備える第1圧電素子とベース部との間に設けられていればよい。

[0280] また、上記の実施形態では、第1圧電素子及び第2圧電素子が厚み滑り変形する場合について説明したが、これらは厚み方向に変形するものであってもよい。この場合、第1圧電素子によって駆動駒は保持部の幅方向（第1の方向）に移動し、第2圧電素子によって駆動駒の先端部は回転軸に平行な方向（第2の方向）に移動する。

[0281] また、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、ベース部は

、支持軸を囲む円周上の半分に偏っ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ってもよい。

[0282] 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が、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。

[0283] 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ってもよい。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つ以上であってもよい。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。

[0284] また、上述の実施形態では、第1圧電素子が駆動駒の基部を挟み込む方向（第1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もよい。例えば、第3の方向を駆動駒の幅 w 203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。

[0285] また、ベース部の支持面は、支持軸と平行な方向（第2の方向）に対して傾斜していなくてもよい。例えば、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、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。

[0286] 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側の縁まで形成するようにしてもよい。

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。

符号の説明

- [0287]
- | | |
|---------|-----------------|
| 1 | 駆動装置 |
| 2 | ベース部（ベース部材） |
| 2 h | 面取り部（露出形成部） |
| 3 | 駆動駒（第1部材） |
| 3 a | 先端部 |
| 3 b | 基部 |
| 4 | ロータ（第2部材） |
| 5 | 支持軸（回転軸） |
| 6 | 第1圧電素子（圧電素子） |
| 6 a | 電極部 |
| 6 b | 露出部 |
| 7 | 第2圧電素子（第2の圧電素子） |
| 1 0 1 | カメラ |
| 1 0 3 | レンズ鏡筒 |
| 2 0 1 | 駆動装置 |
| 2 0 2 | ベース部（ベース部材） |
| 2 0 2 g | 絶縁膜 |
| 2 0 3 | 駆動駒（第1部材） |
| 2 0 3 a | 先端部 |
| 2 0 3 b | 基部 |

- 204 ロータ（第2部材）
- 206 第1圧電素子（圧電素子）
- 206a 電極
- 207 第2圧電素子（圧電素子、第2の圧電素子）
- 210 電源部
- 301 カメラ
- 303 レンズ鏡筒

請求の範囲

- [請求項1] 第1部材と第2部材とを相対駆動させる駆動装置であって、
前記第1部材を駆動させる圧電素子と、
前記圧電素子を介して前記第1部材を駆動可能に支持するベース部と、
前記圧電素子の駆動電圧が印加される電極部と、を備え、
前記電極部は、前記ベース部から露出された露出部を有することを特徴とする駆動装置。
- [請求項2] 前記電極部は、前記圧電素子の前記ベース部に対向する面に設けられている
ことを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。
- [請求項3] 前記ベース部に前記露出部を露出させる露出形成部が設けられている
ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の駆動装置。
- [請求項4] 前記露出形成部は、前記ベース部の前記第2部材側の端部の角部に設けられている
ことを特徴とする請求項3に記載の駆動装置。
- [請求項5] 前記露出形成部は、前記ベース部の面取り部である
ことを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の駆動装置。
- [請求項6] 前記第1部材は、前記第2部材を支持する先端部と、第1の方向から一対の前記圧電素子に挟み込まれた基部と、前記先端部と前記基部との間に設けられた第2の圧電素子と、を備える
ことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の駆動装置。
- [請求項7] 前記圧電素子は、前記第1部材を前記第1の方向と異なる第2の方向に駆動させ、
前記第2の圧電素子は、前記先端部を前記第2の方向と異なる第3の方向に駆動させる

ことを特徴とする請求項 6 に記載の駆動装置。

[請求項 8] 前記電極部に電圧を供給する電源部をさらに備え、
前記露出部が、前記電源部と電氣的に接続されている
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の駆動装置。

[請求項 9] 前記電極部と前記第 1 部材との間に、電圧が印加される
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の駆動装置。

[請求項 10] 請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の駆動装置を備えたレンズ鏡筒。

[請求項 11] 請求項 10 に記載のレンズ鏡筒と、撮像素子とを備えたカメラ。

[請求項 12] 圧電素子と、
前記圧電素子により駆動される第 1 部材と、
前記第 1 部材と当接して設けられ、前記第 1 部材が駆動されることにより、前記第 1 部材に対して相対移動する第 2 部材と、
導電性を有し、前記圧電素子を介して前記第 1 部材を駆動可能に支持するベース部材とを有し、
前記第 1 部材及び前記圧電素子の組を複数組備え、
少なくとも一の前記組の前記圧電素子と前記ベース部材との間に、絶縁膜が設けられている
ことを特徴とする駆動装置。

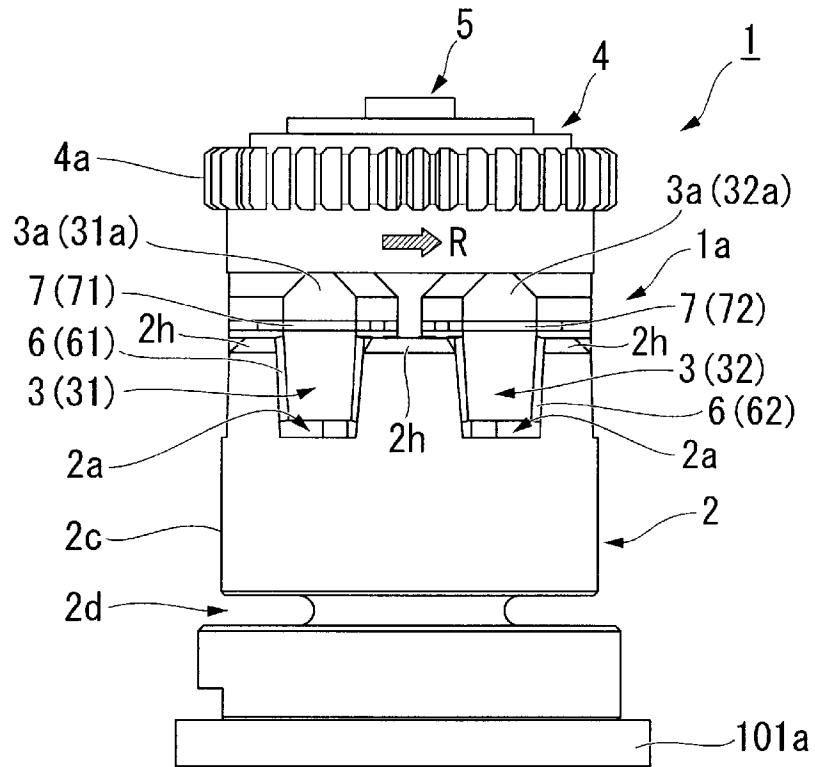
[請求項 13] 前記圧電素子の前記絶縁膜と接する側の面に、電極が設けられている
ことを特徴とする請求項 12 に記載の駆動装置。

[請求項 14] 前記圧電素子の前記電極に電圧を供給する電源部をさらに備える
ことを特徴とする請求項 13 に記載の駆動装置。

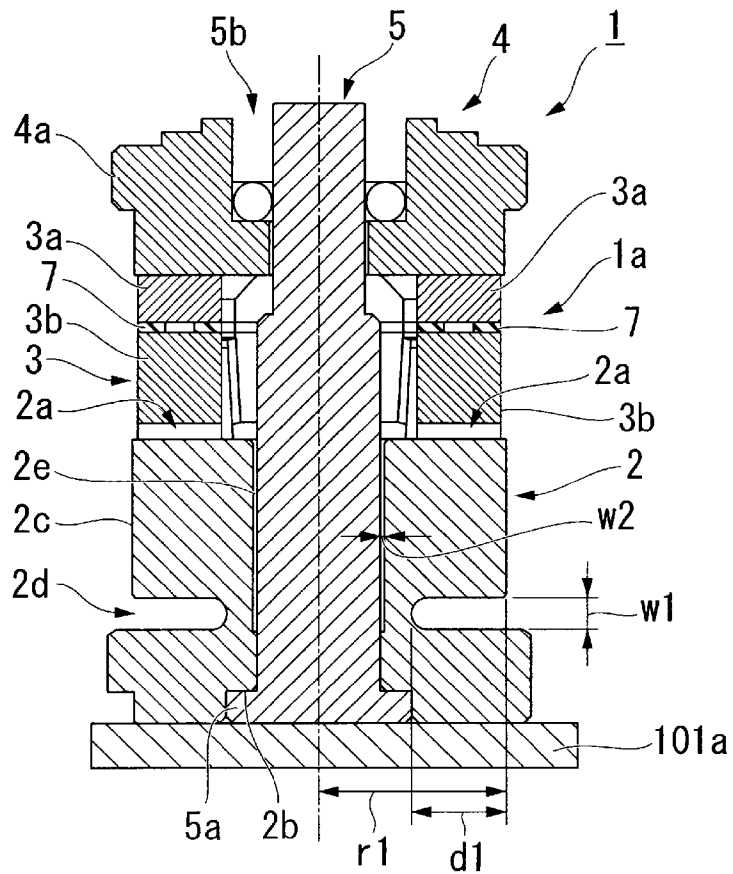
[請求項 15] 前記電源部は、各々の前記組に位相差を有する前記電圧を供給することを特徴とする請求項 14 に記載の駆動装置。

- [請求項16] 前記絶縁膜は、前記複数の組のすべての圧電素子と前記ベース部材との間に設けられている
ことを特徴とする請求項12から請求項15のいずれか一項に記載の駆動装置。
- [請求項17] 前記絶縁膜は、前記ベース部材に形成されている
ことを特徴とする請求項12から請求項16のいずれか一項に記載の駆動装置。
- [請求項18] 前記第1部材は、前記圧電素子を介して前記ベース部材に支持される基部と、前記第2部材と接触可能に設けられた先端部と、前記基部と前記先端部との間に設けられた第2の圧電素子と、を有する
ことを特徴とする請求項12から請求項17のいずれか一項に記載の駆動装置。
- [請求項19] 前記基部が、接地されている
ことを特徴とする請求項18に記載の駆動装置。
- [請求項20] 前記絶縁膜の硬度は、鉛筆硬度で2H以上である
ことを特徴とする請求項12から請求項19のいずれか一項に記載の駆動装置。
- [請求項21] 前記絶縁膜の膜厚は、10 μ m以上20 μ m以下である
ことを特徴とする請求項12から請求項20のいずれか一項に記載の駆動装置。
- [請求項22] 前記圧電素子を前記絶縁膜に固定する接着剤と前記絶縁膜とが、同系材料を含む
ことを特徴とする請求項12から請求項21のいずれか一項に記載の駆動装置。
- [請求項23] 請求項12から請求項22のいずれか一項に記載の駆動装置を備えたレンズ鏡筒。
- [請求項24] 請求項12から請求項22のいずれか一項に記載の駆動装置を備えたカメラ。

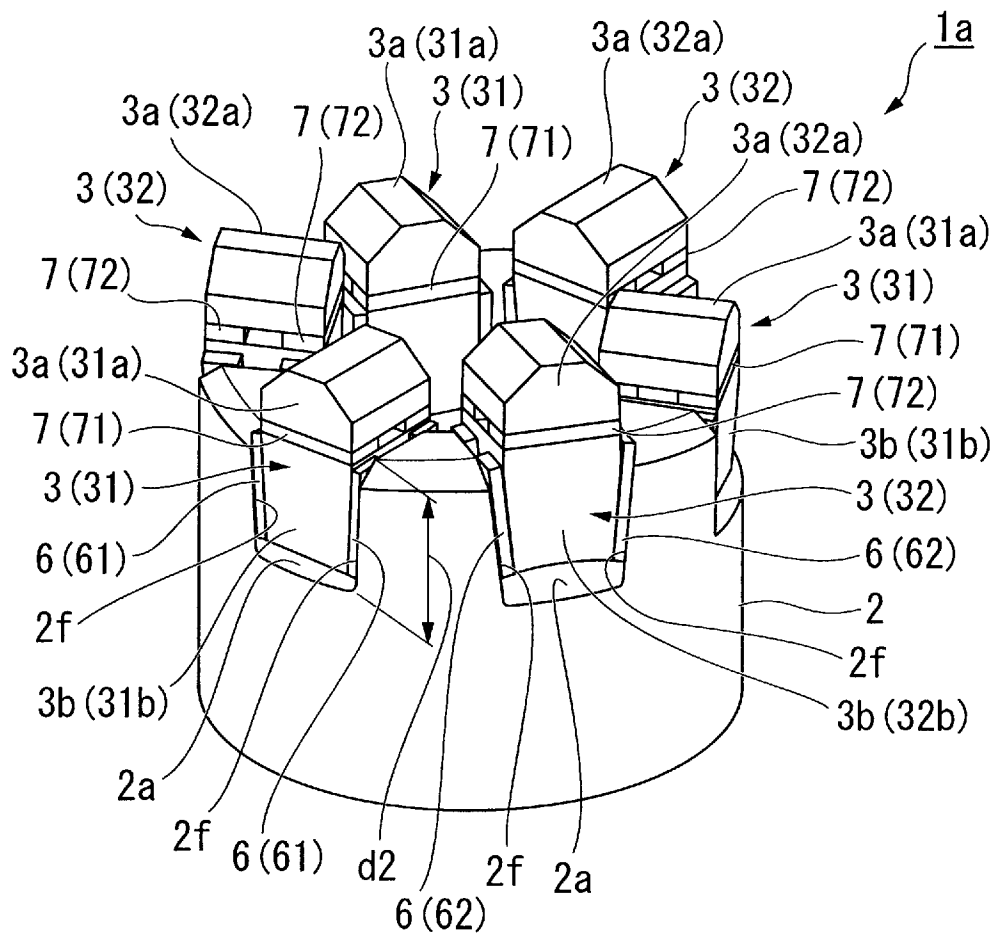
[図1]



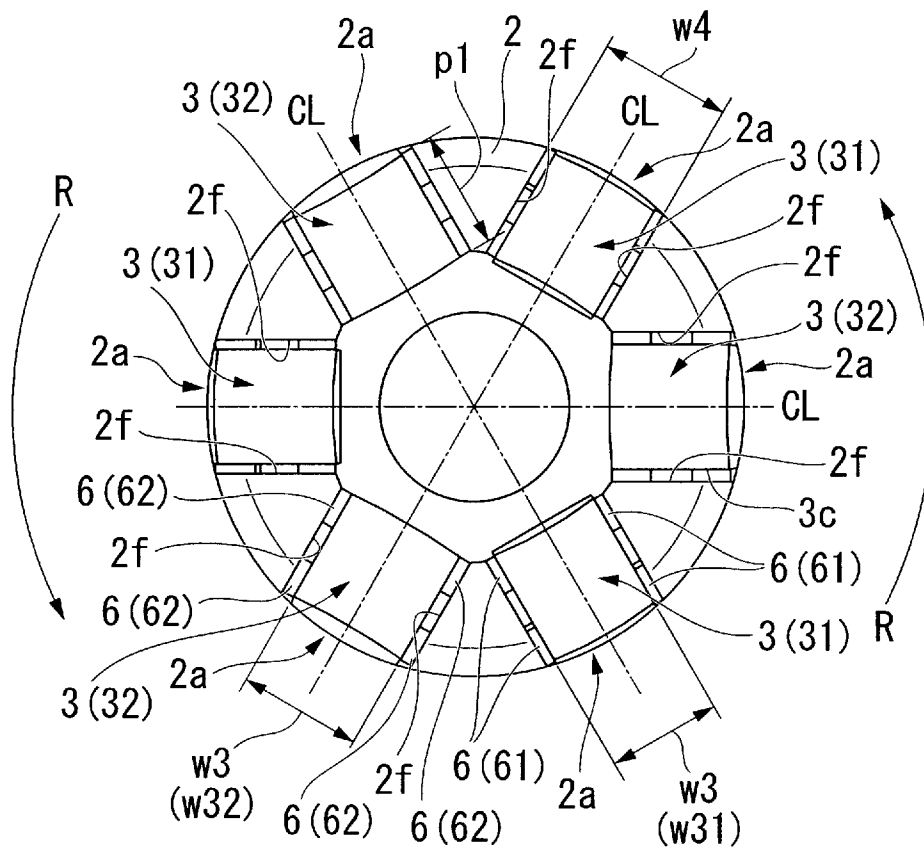
[図2]



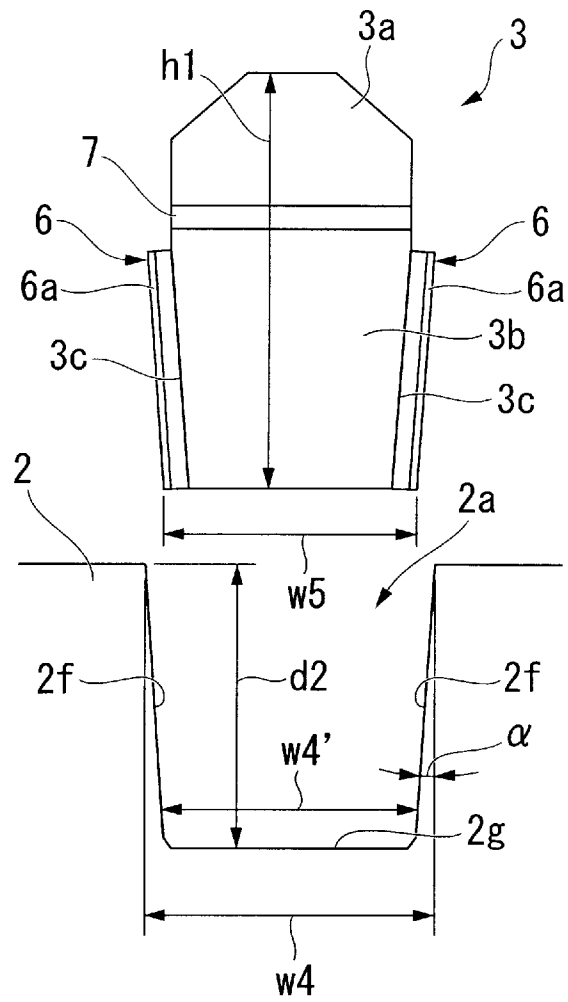
[図3]



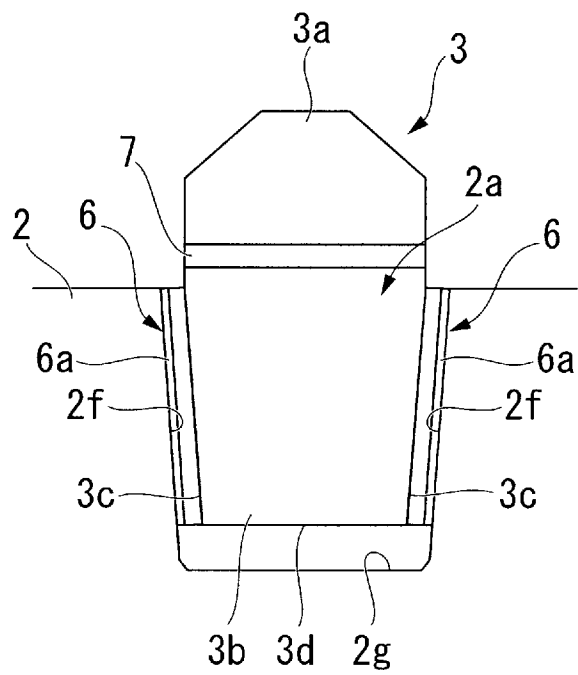
[図4]



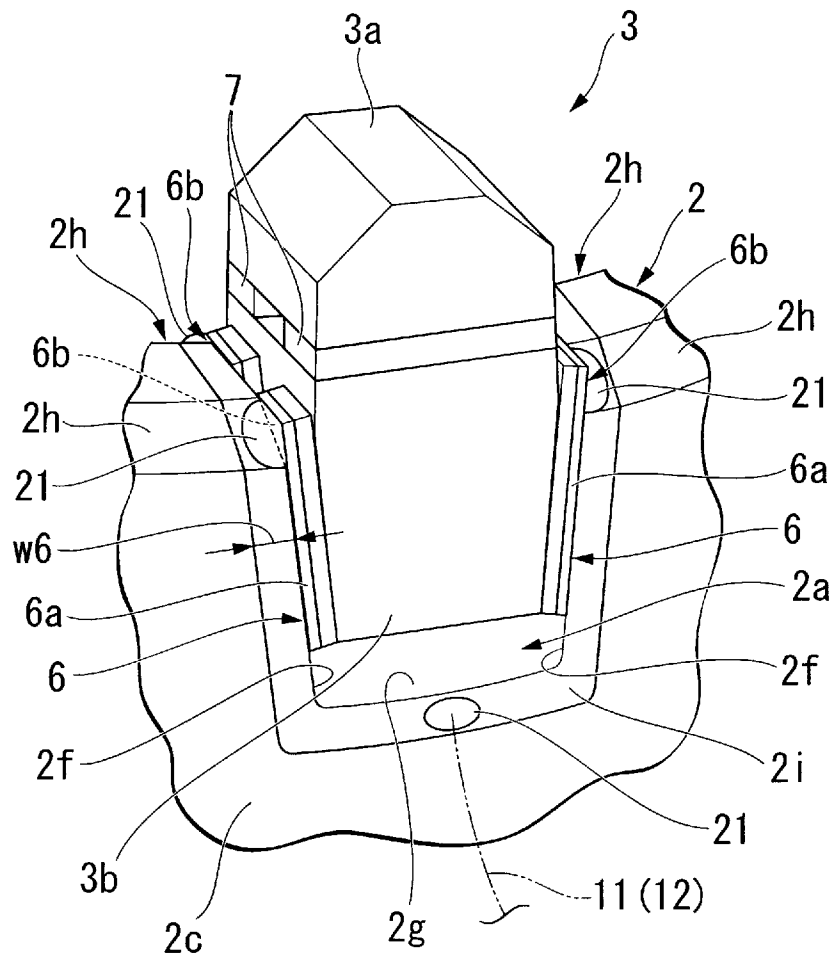
[図5A]



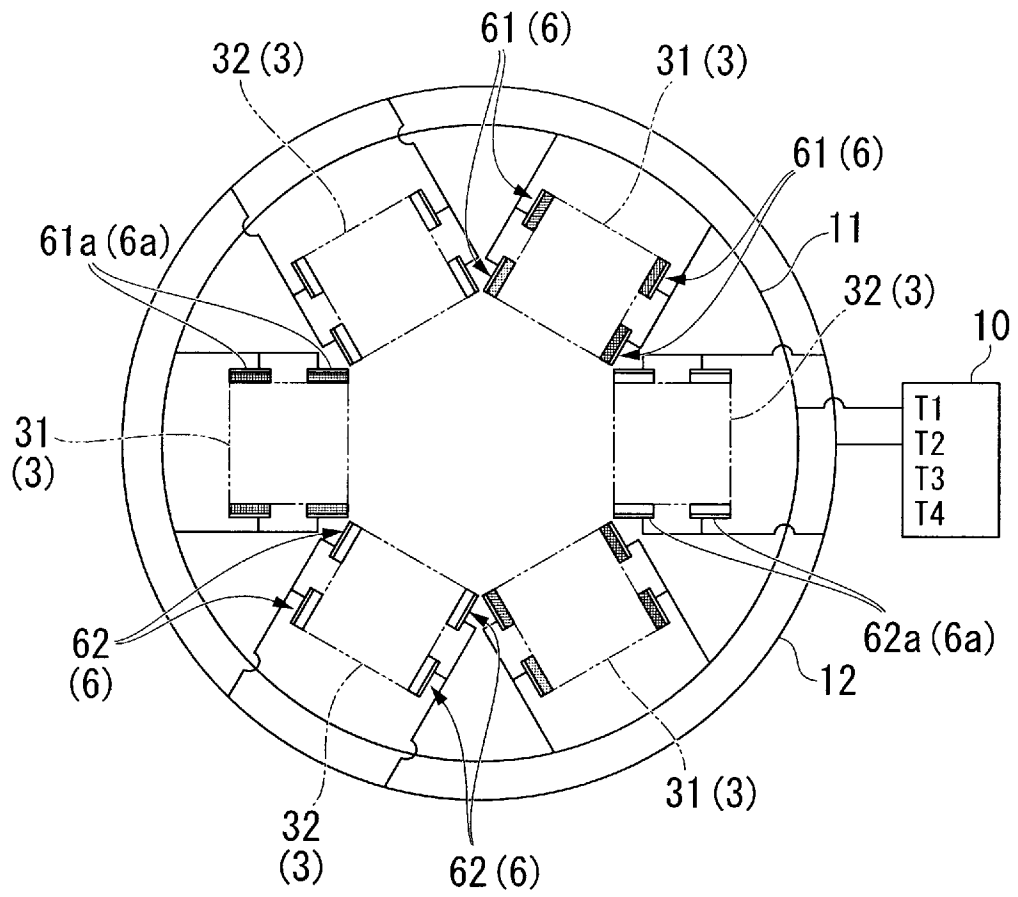
[図5B]



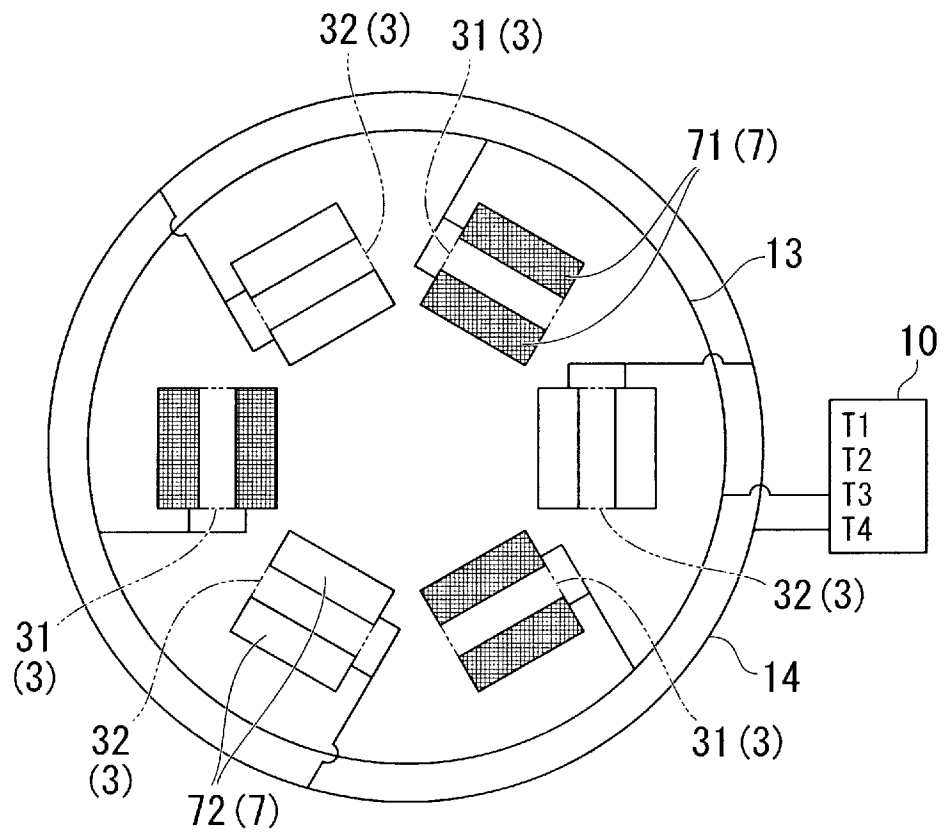
[図6]



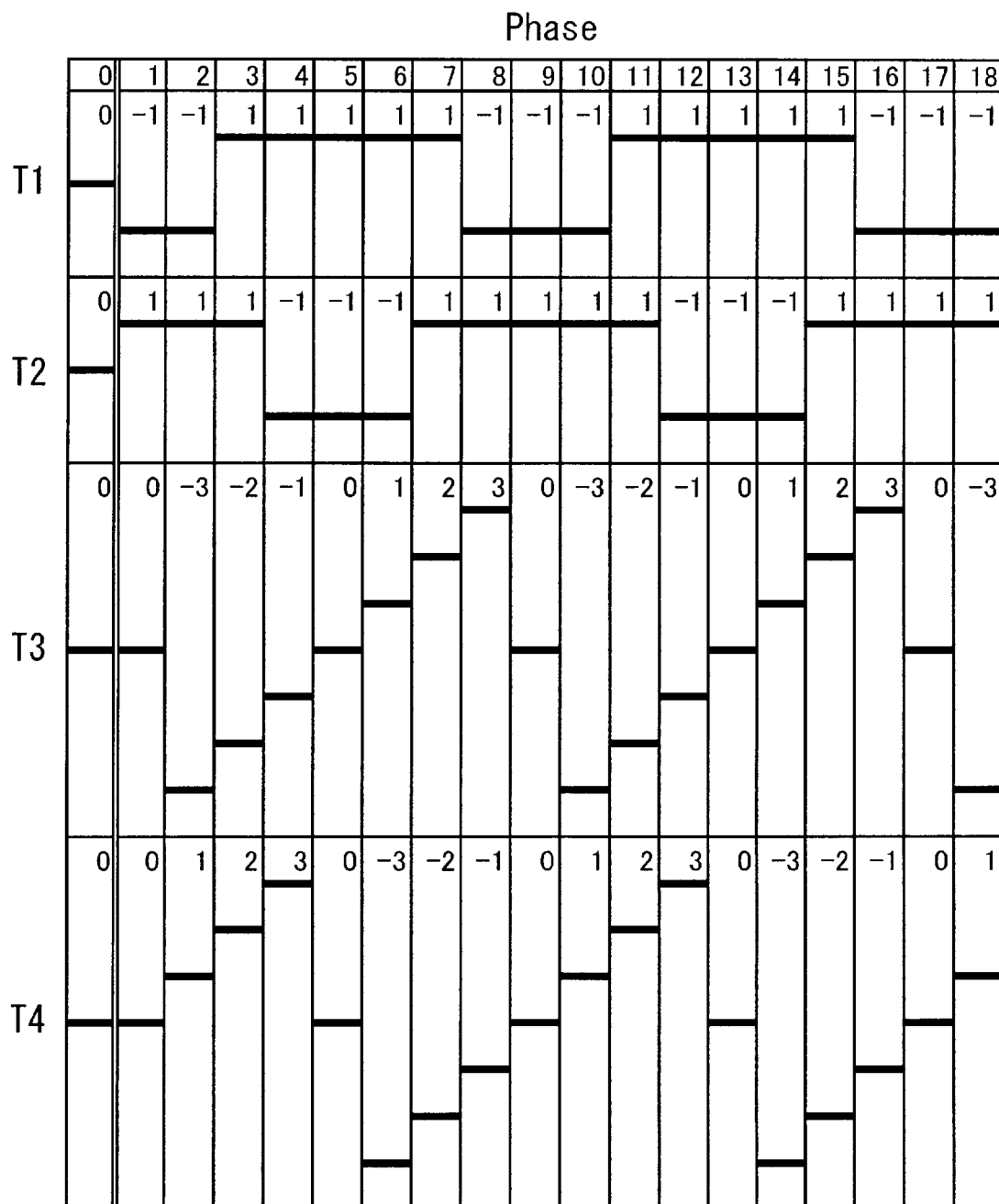
[図7A]



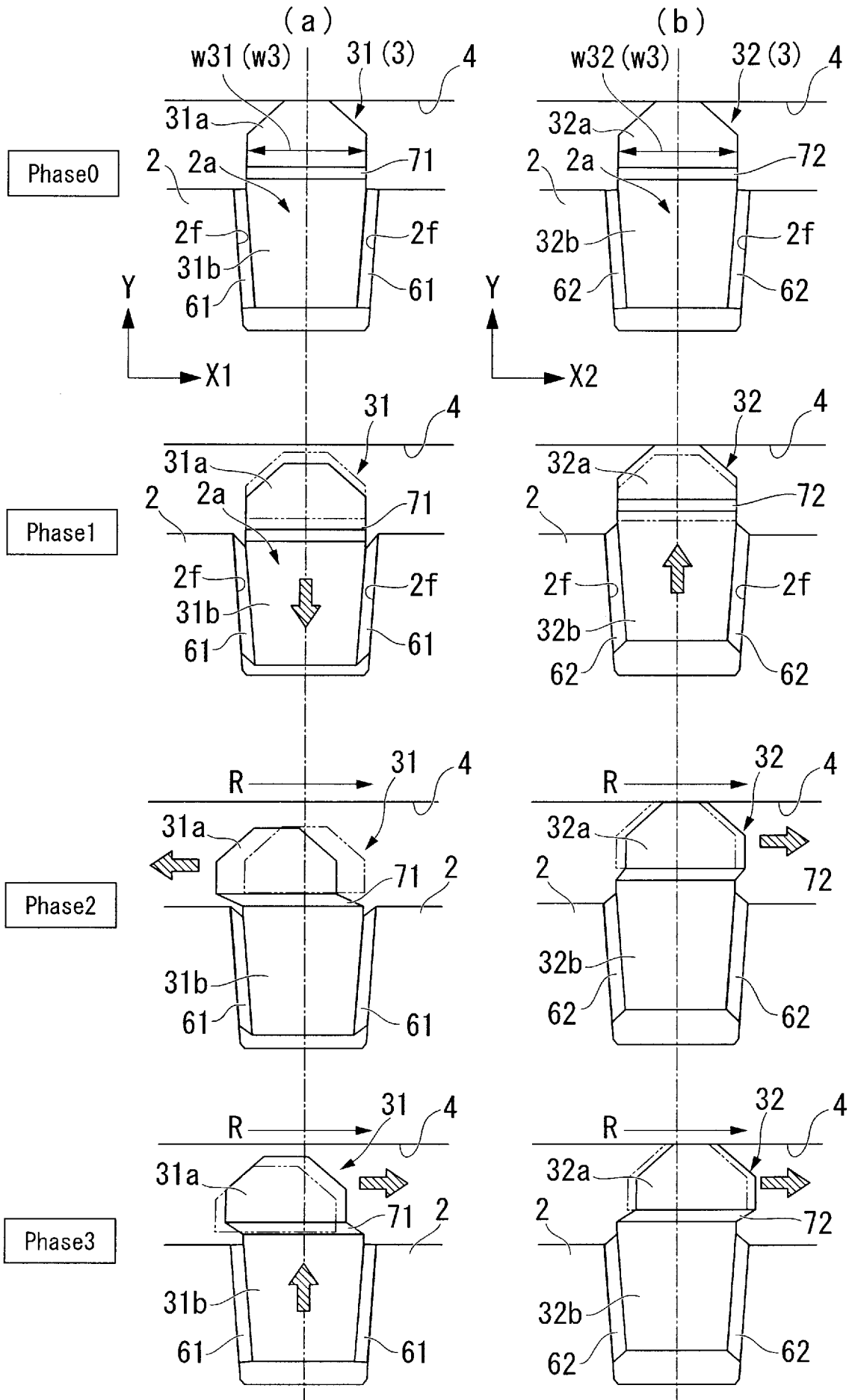
[図7B]



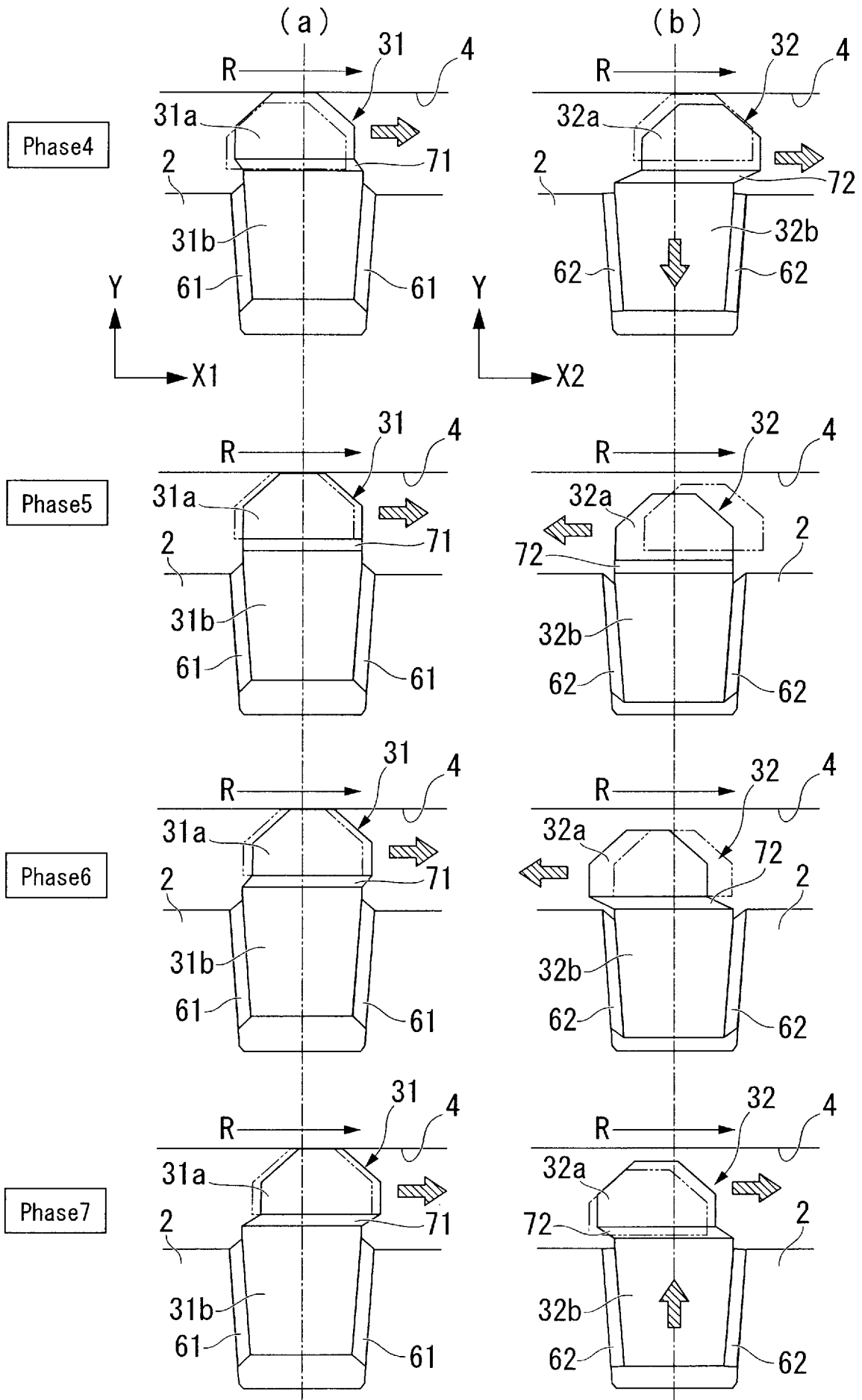
[図8]



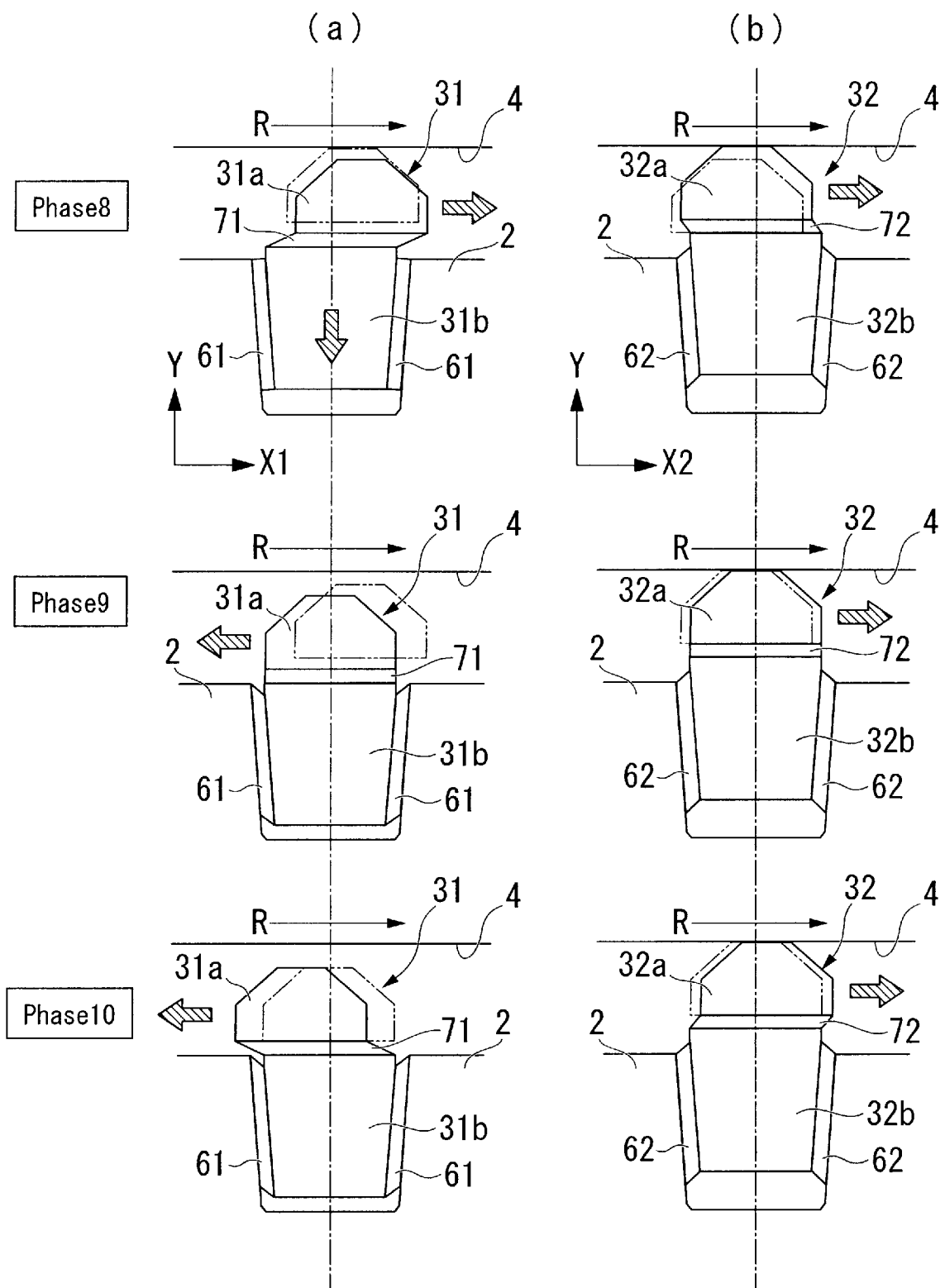
[図9]



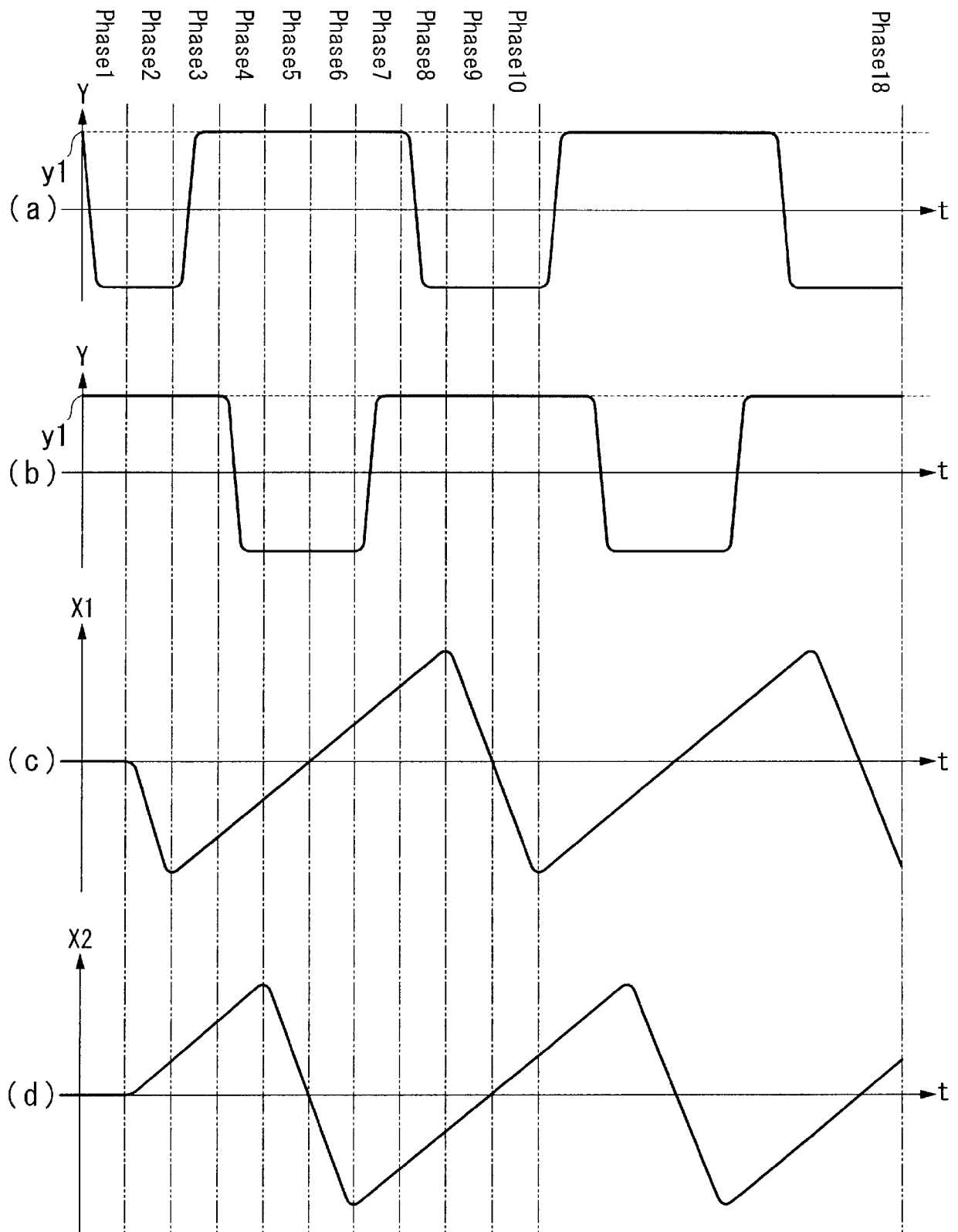
[図10]



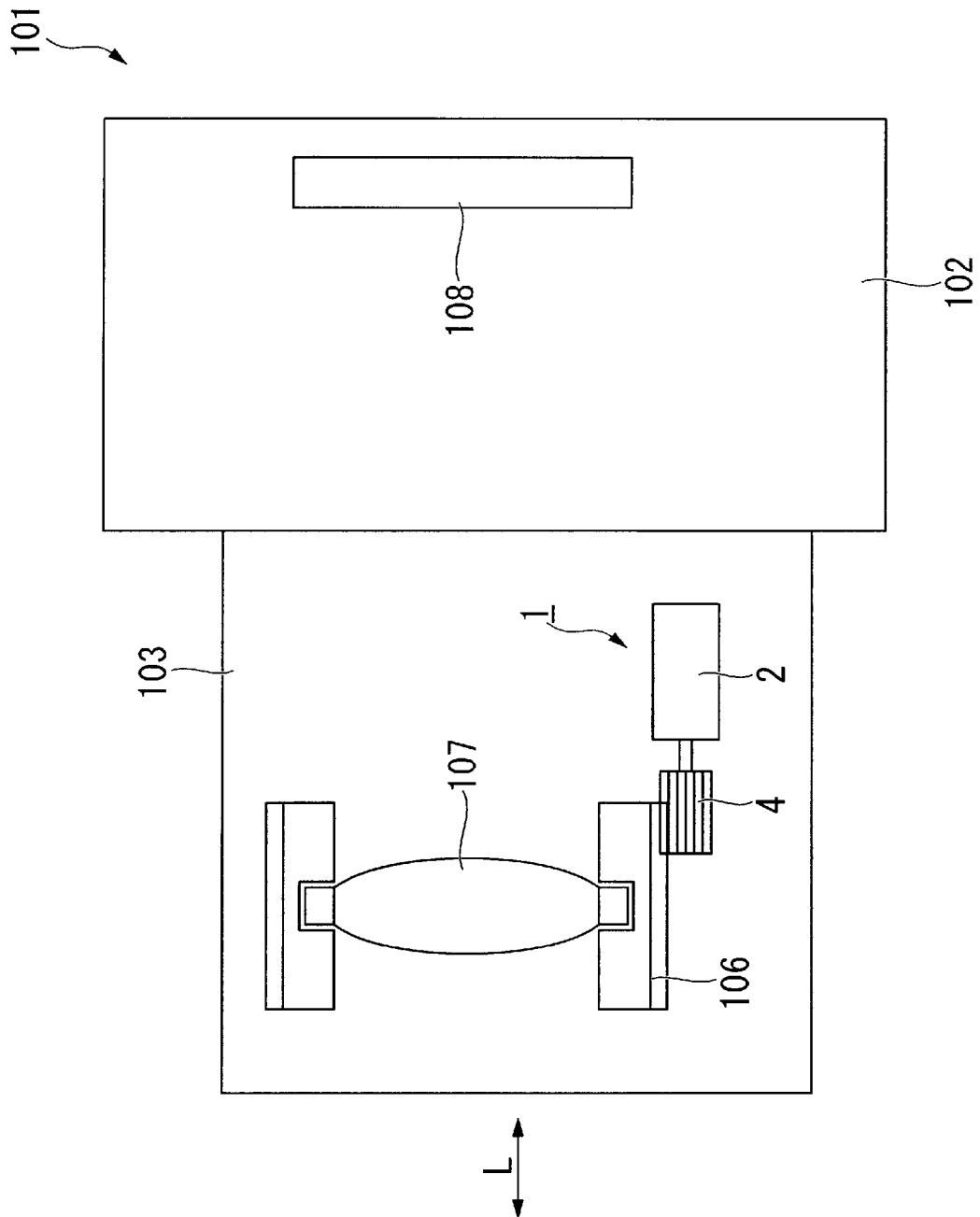
[図11]



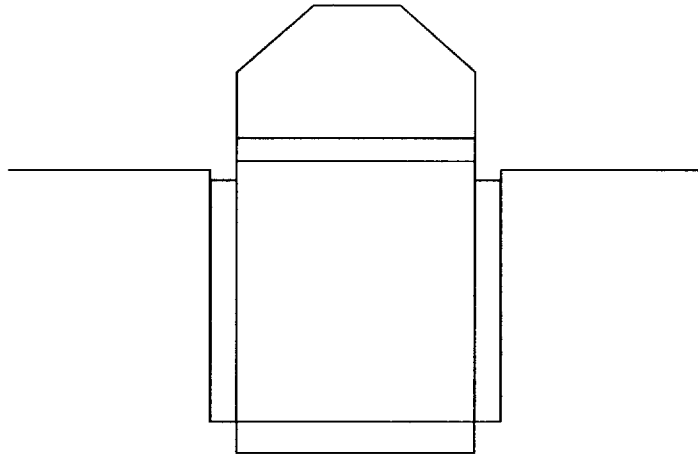
[12]



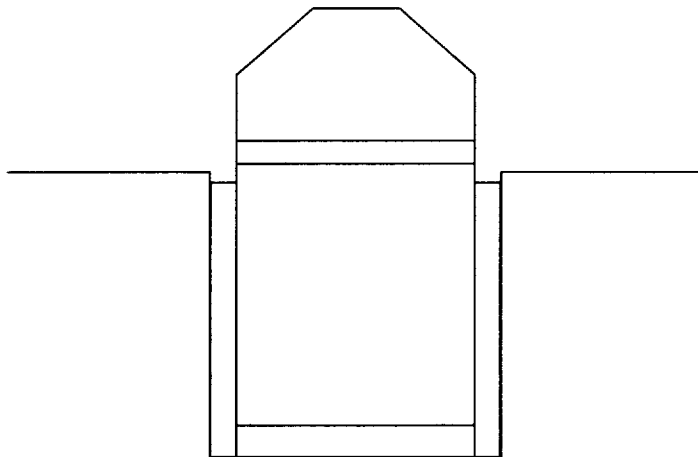
[図13]



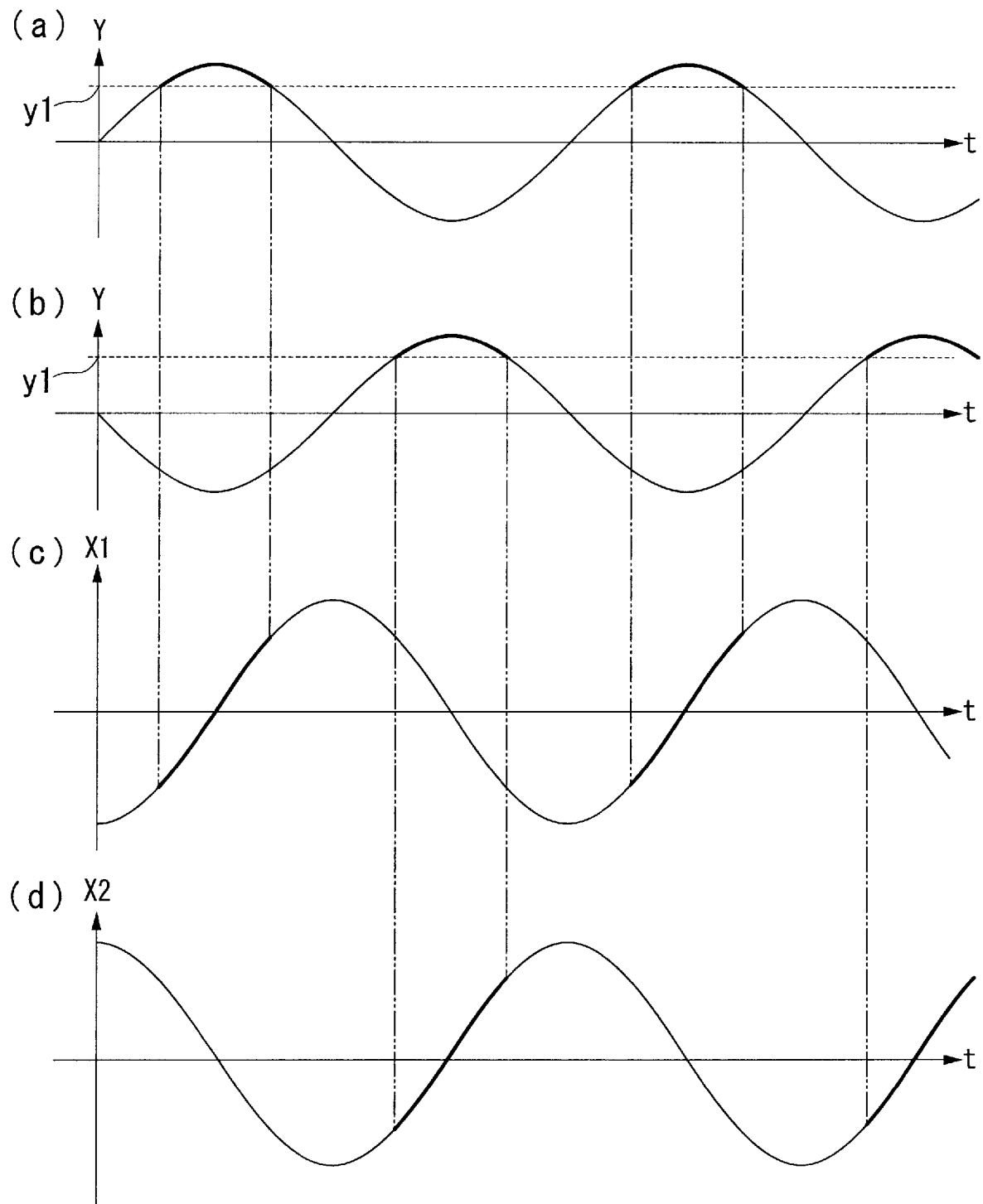
[図14A]



[図14B]

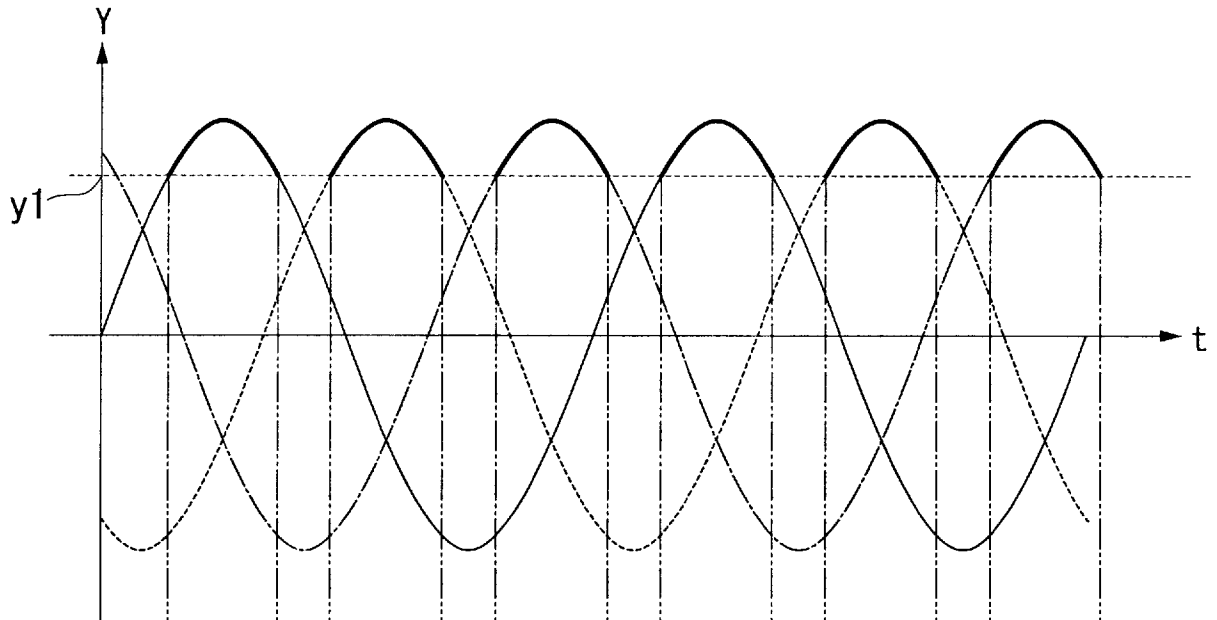


[圖15]

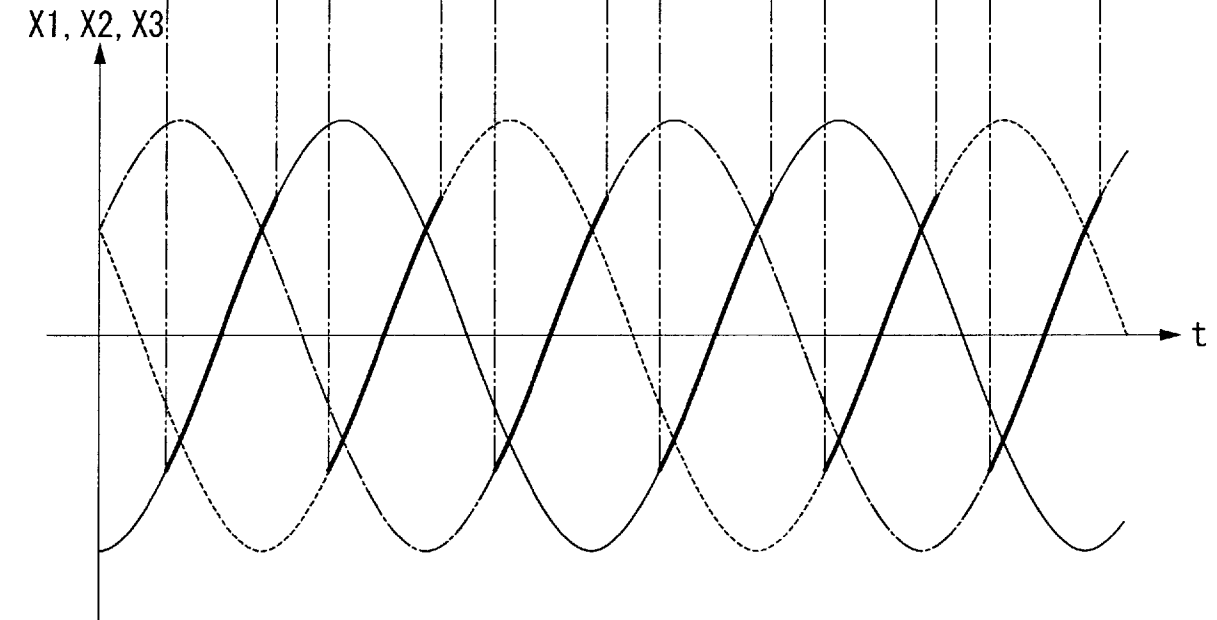


[圖16]

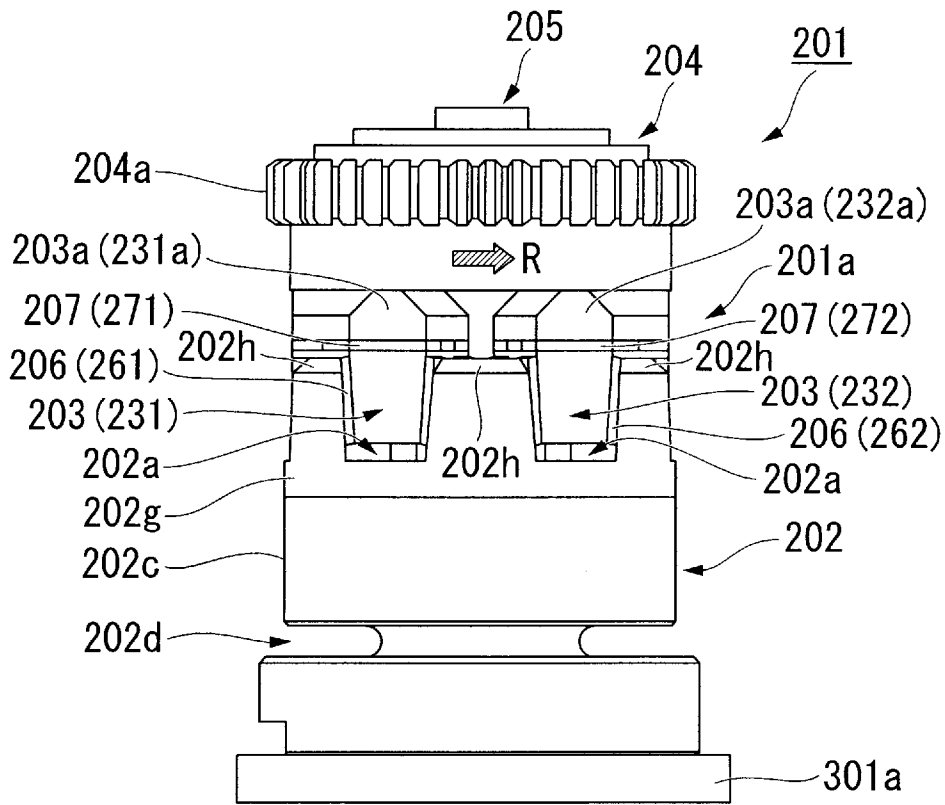
(a)



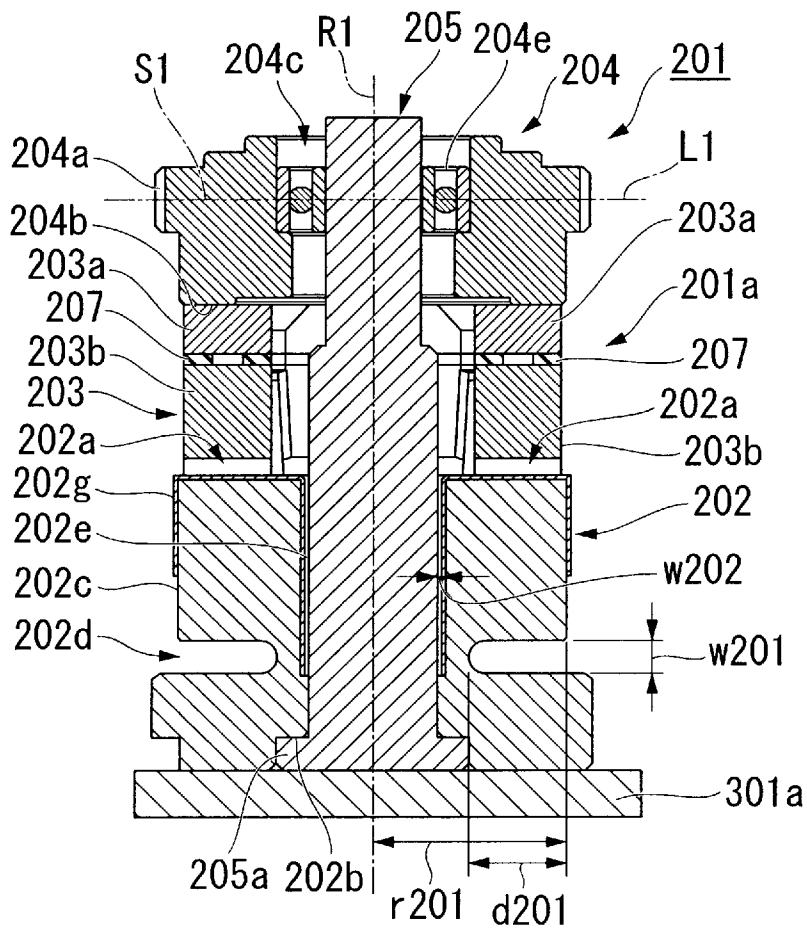
(b)



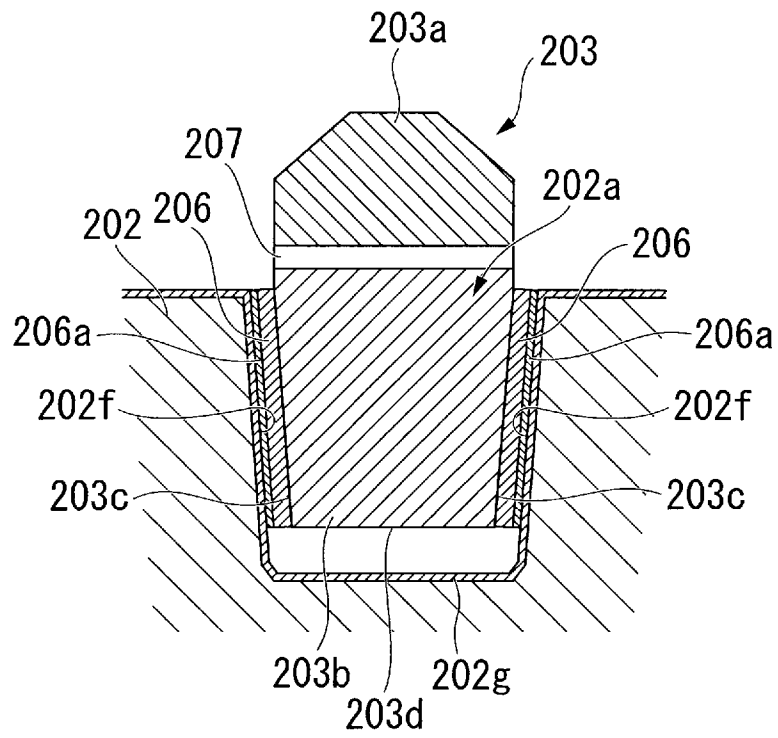
[图17]



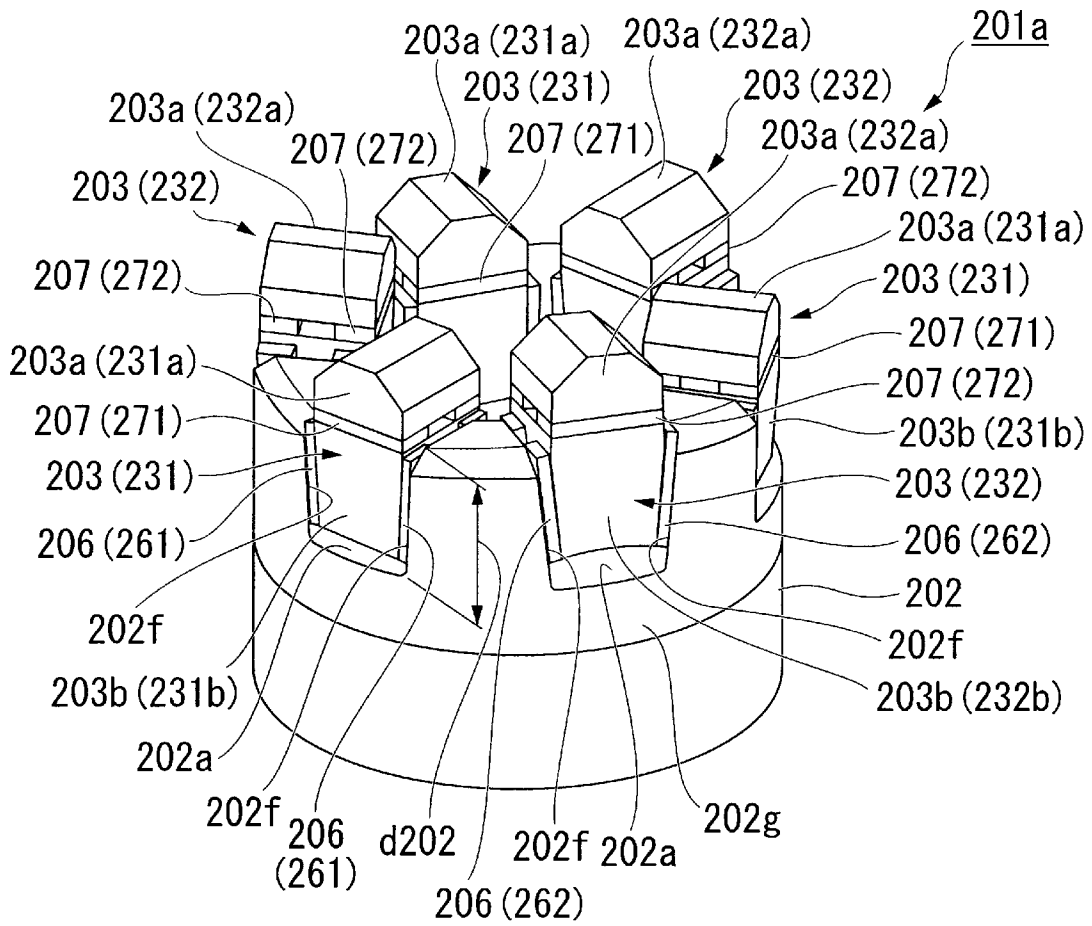
[图18]



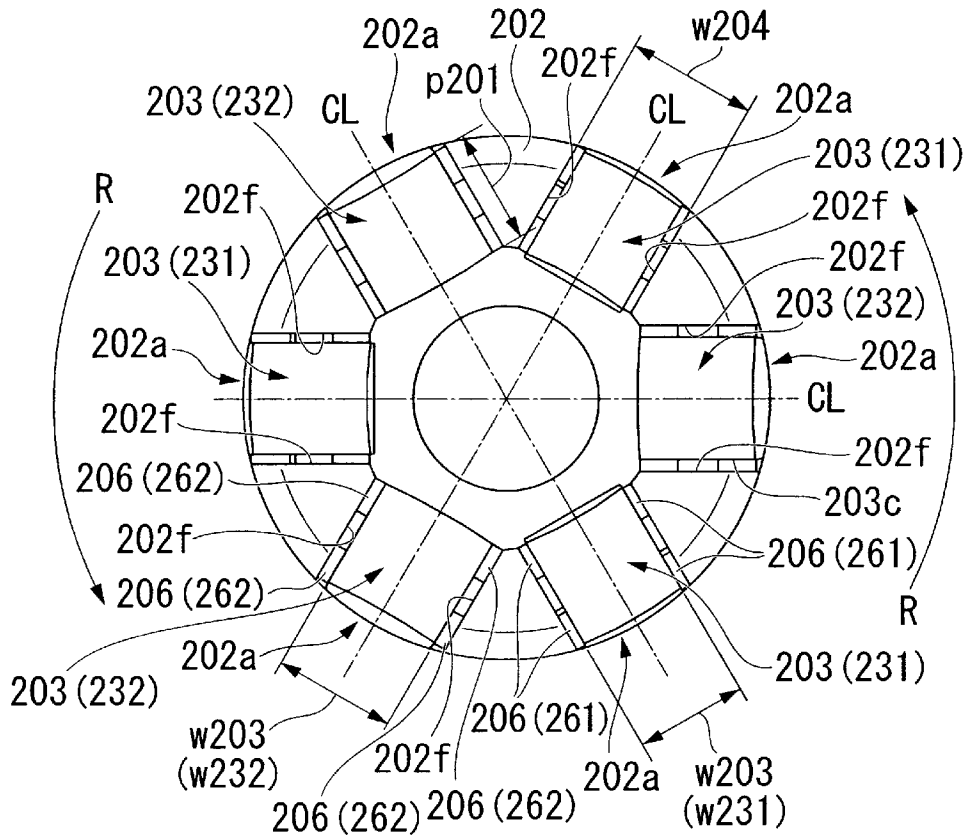
[図19]



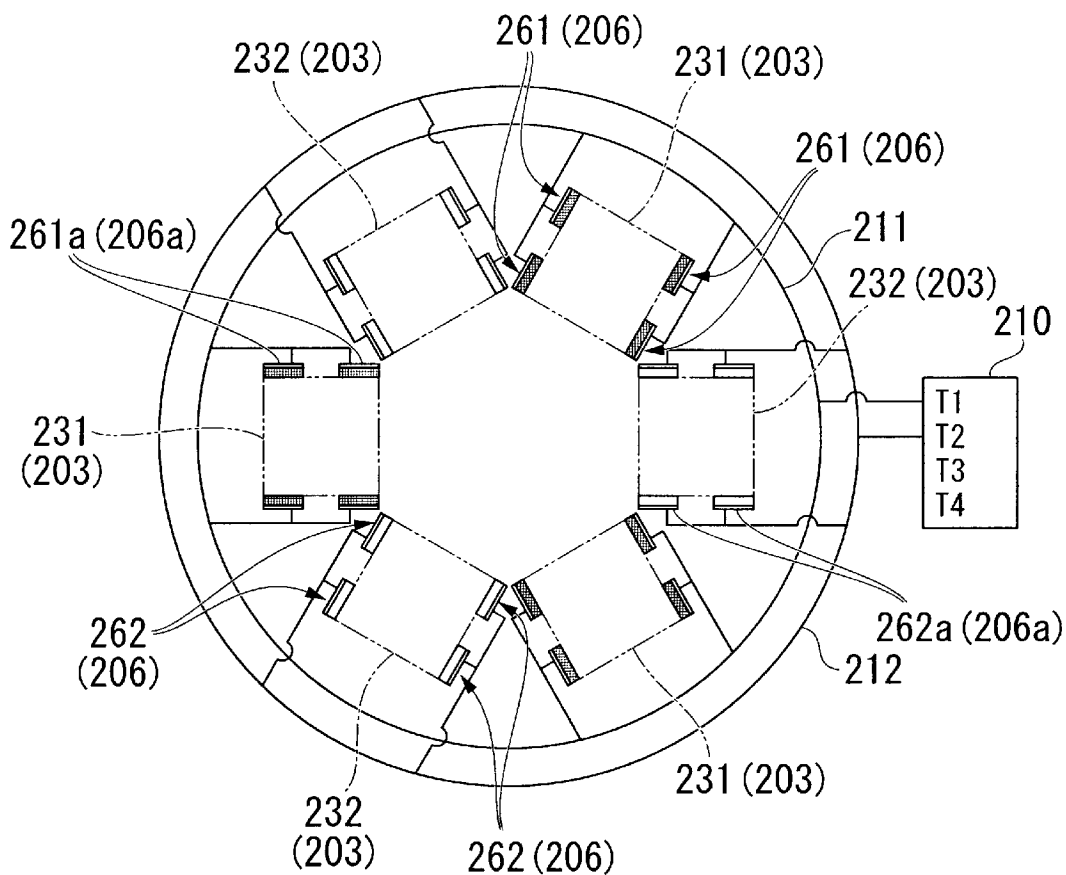
[図20A]



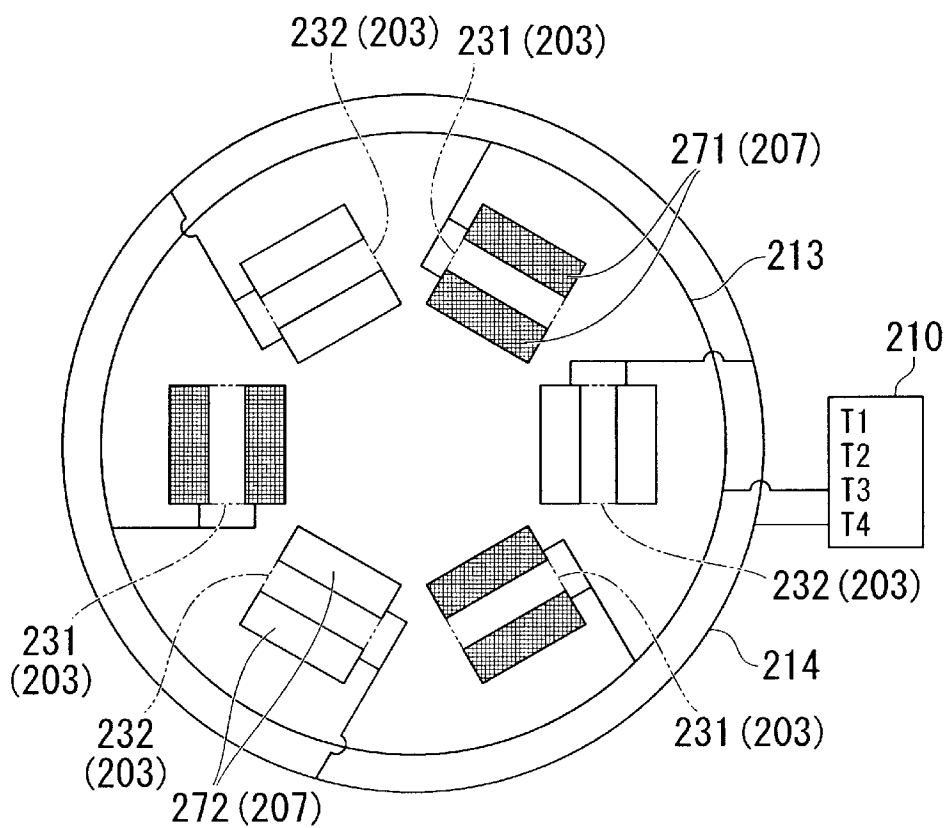
[図20B]



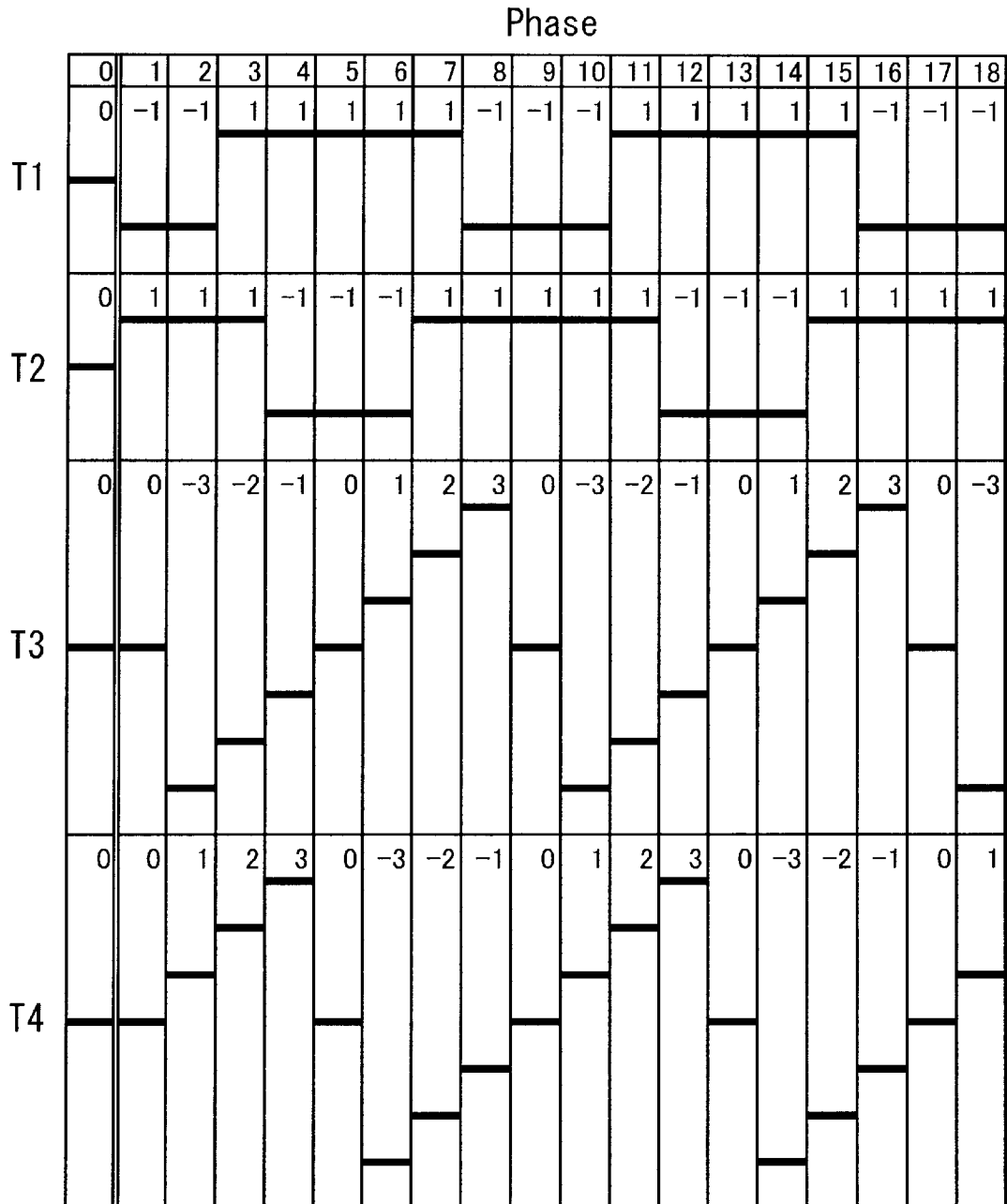
[図21A]



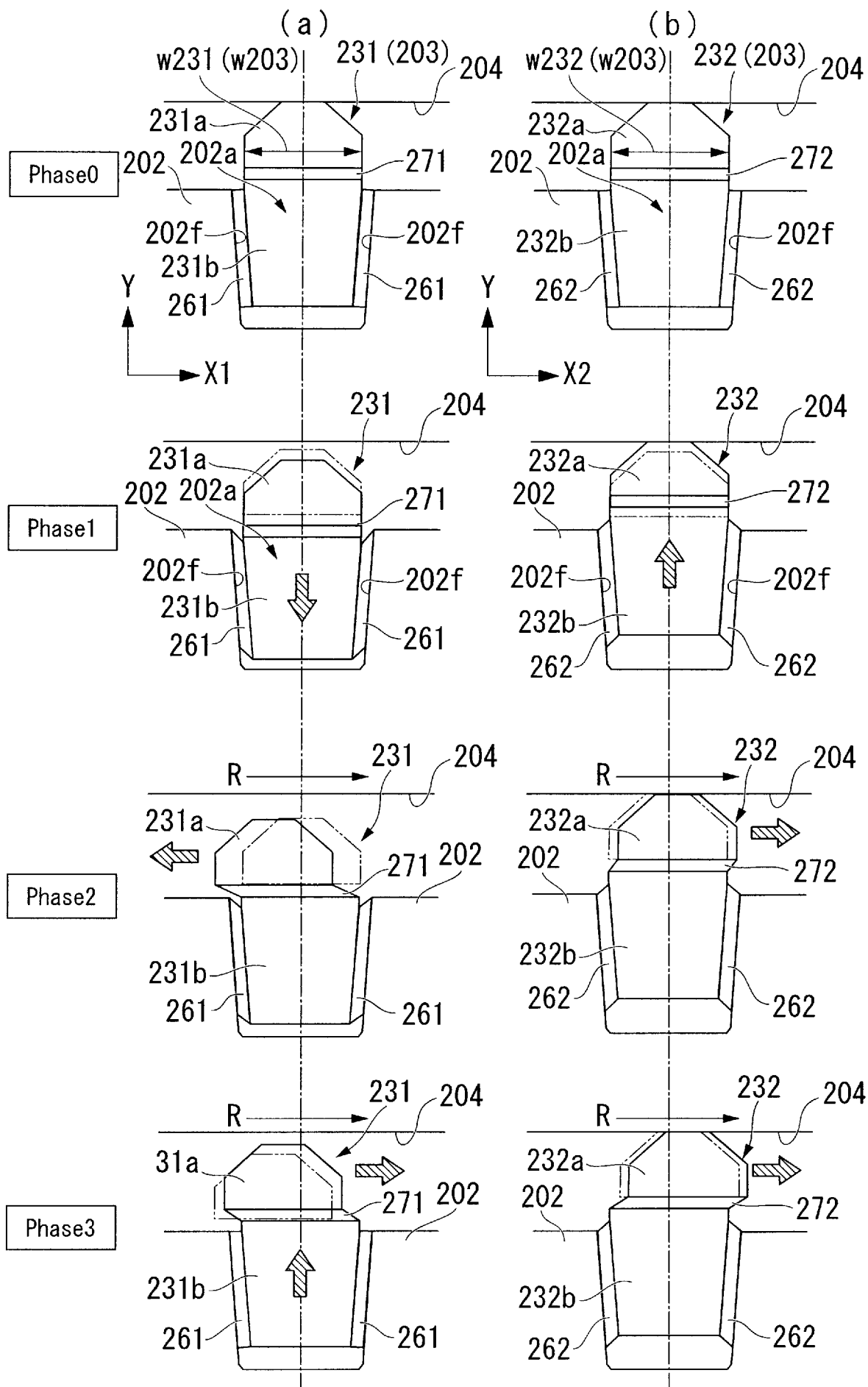
[図21B]



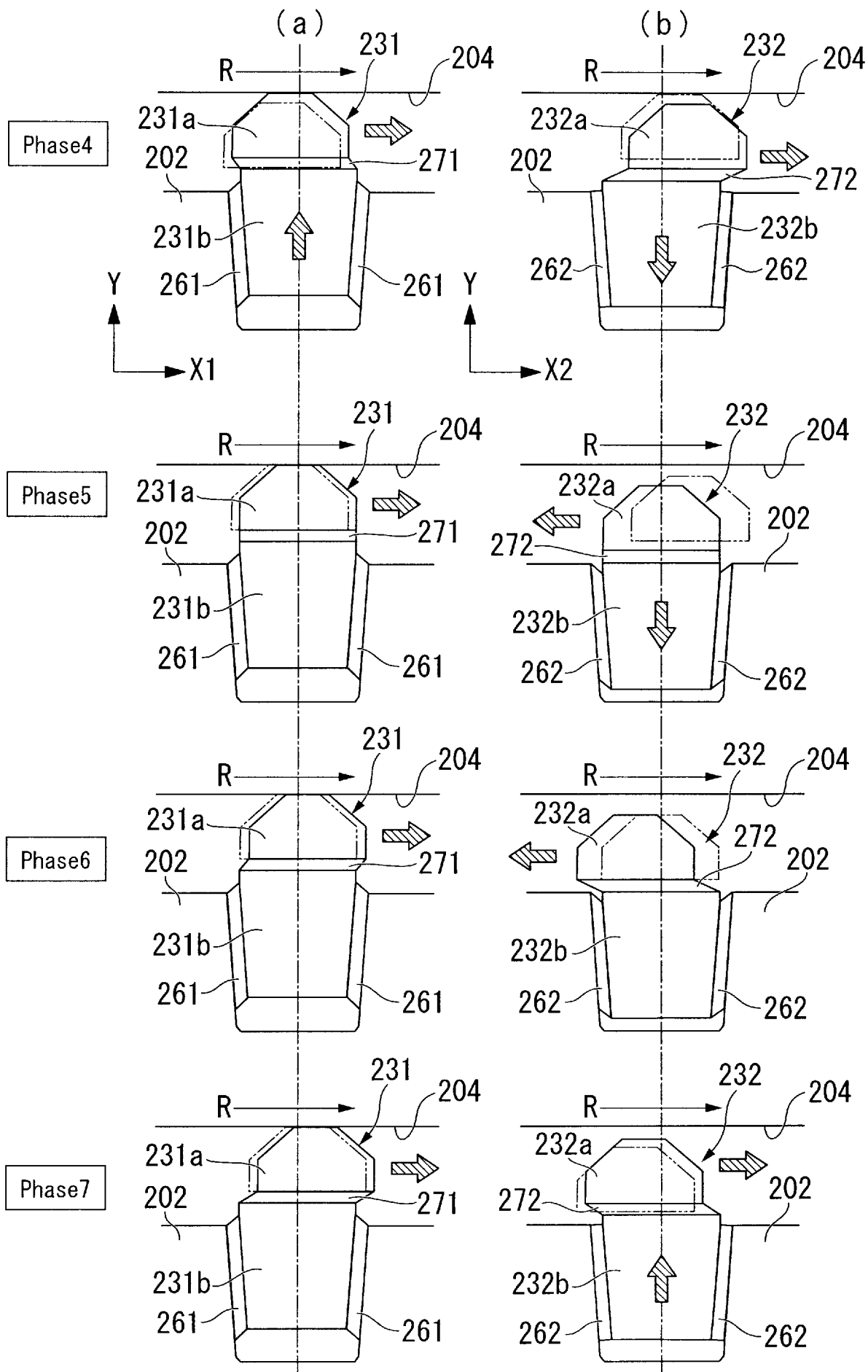
[図22]



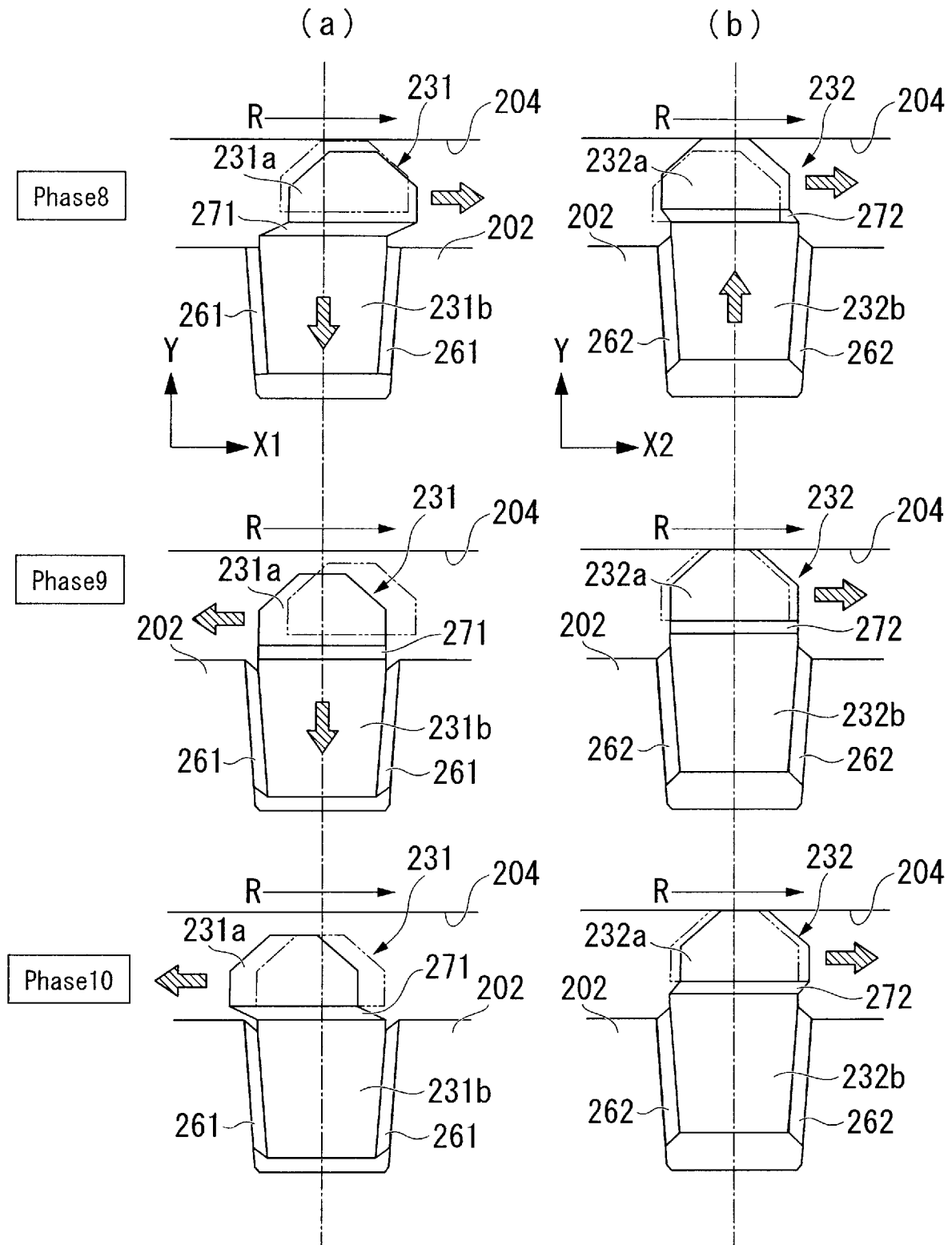
[図23]



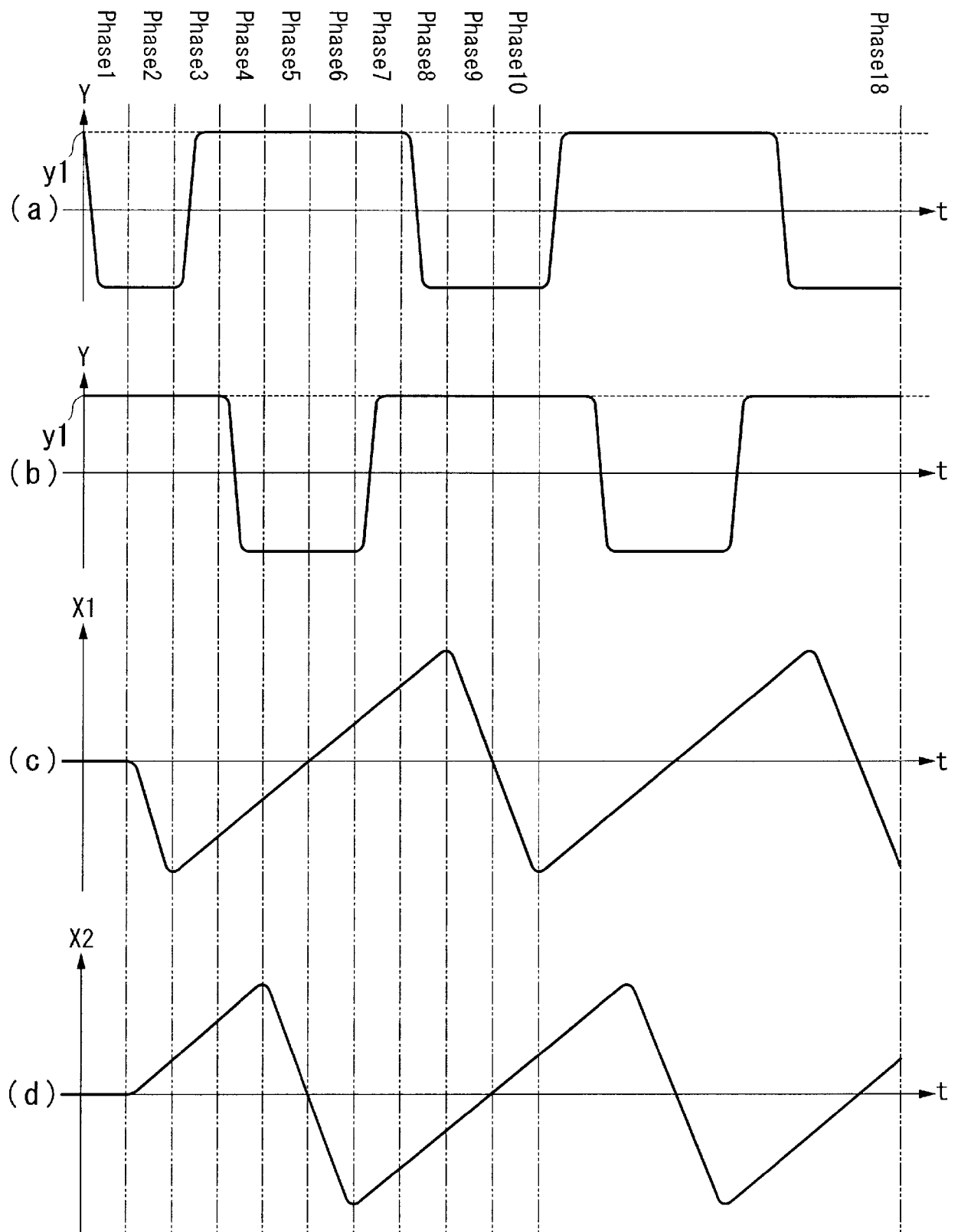
[図24]



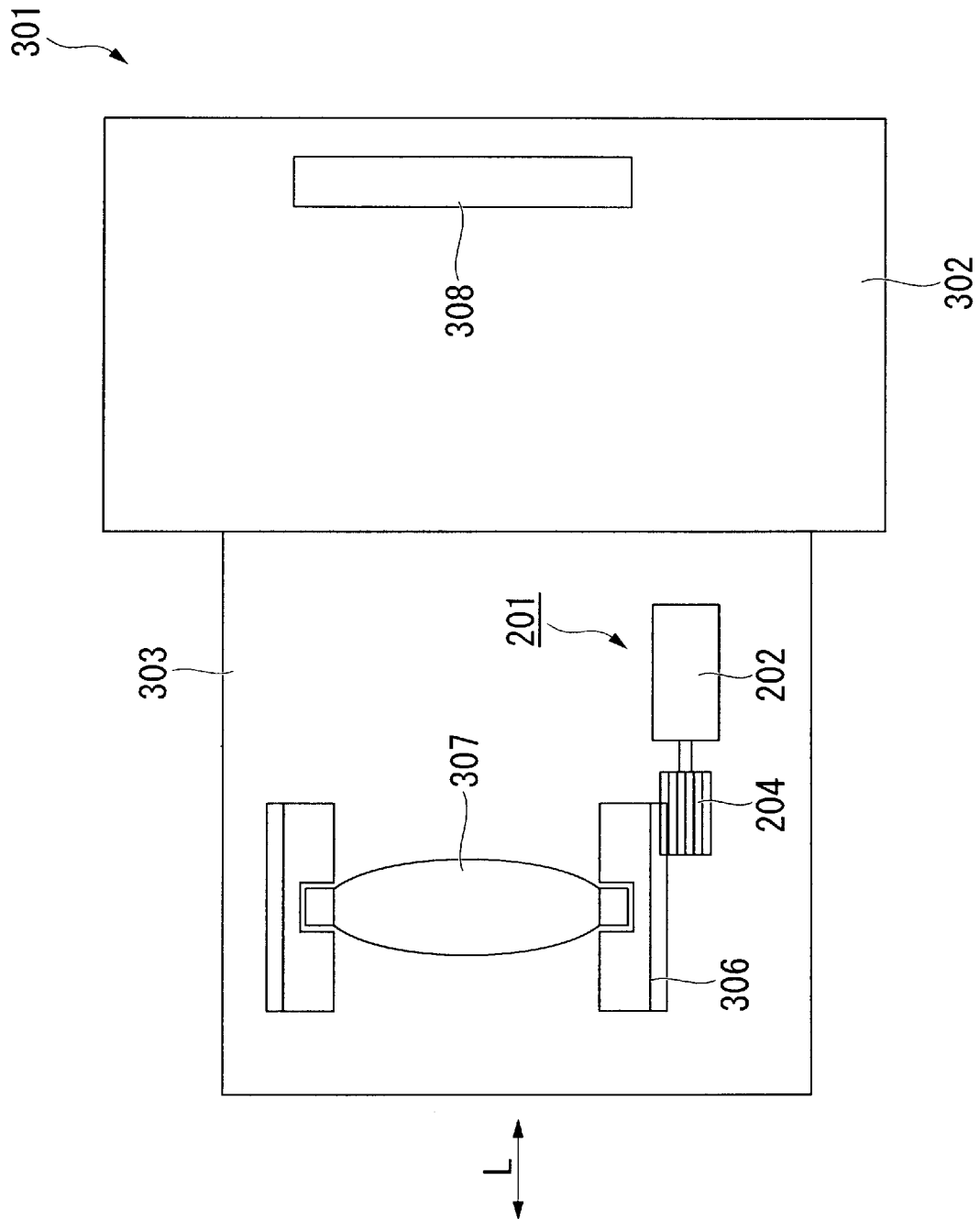
[図25]



[図26]



[図27]



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02N2/00(2006.01)i, G02B7/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02N2/00, G02B7/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A Y	JP 59-230473 A (株式会社日立製作所) 1984. 12. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし) JP 2007-264095 A (キヤノン株式会社) 2007. 10. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 8-11 2-6, 12-24 7 2-5

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.09.2010

国際調査報告の発送日

14.09.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大山 広人

3V

3026

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2-87981 A (マルコン電子株式会社) 1990.03.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	6, 19
Y	JP 1-174280 A (アイシン精機株式会社) 1989.07.10, 請求項7 (ファミリーなし)	12-24
Y	JP 2003-259667 A (京セラ株式会社) 2003.09.12, 全文、全図 (ファミリーなし)	12-24
Y	JP 2007-274790 A (太平洋セメント株式会社) 2007.10.18, 【0016】, 第2図 (ファミリーなし)	19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N2/00(2006.01) i, G02B7/04(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02N2/00, G02B7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 59-230473 A (Hitachi, Ltd.), 25 December 1984 (25.12.1984), entire text; all drawings (Family: none)	1, 8-11 2-6, 12-24 7
Y	JP 2007-264095 A (Canon Inc.), 11 October 2007 (11.10.2007), entire text; all drawings (Family: none)	2-5
Y	JP 2-87981 A (Marcon Electronics Co., Ltd.), 28 March 1990 (28.03.1990), entire text; all drawings (Family: none)	6, 19

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 September, 2010 (03.09.10)Date of mailing of the international search report
14 September, 2010 (14.09.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003875

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-174280 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 10 July 1989 (10.07.1989), claim 7 (Family: none)	12-24
Y	JP 2003-259667 A (Kyocera Corp.), 12 September 2003 (12.09.2003), entire text; all drawings (Family: none)	12-24
Y	JP 2007-274790 A (Taiheiyo Cement Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraph [0016]; fig. 2 (Family: none)	19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003875

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention described in JP 59-230473 A (Hitachi, Ltd.), 25 December 1984 (25.12.1984), entire text, all drawings, and does not have a special technical feature. Therefore, the following two inventions (invention groups) are involved in claims.

Meanwhile, the invention in claim 1 having no special technical feature is classified into invention 1.

(Invention 1) the invention in claims 1 - 11

(Invention 2) the invention in claims 12 - 24

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、JP 59-230473 A（株式会社日立製作所）1984.12.25、全文、全図に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。したがって、請求の範囲には、以下の2の発明（群）が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1に係る発明は、発明1に区分する。

（発明1）請求項1-11に係る発明

（発明2）請求項12-24に係る発明

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。