

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-85371
(P2013-85371A)

(43) 公開日 平成25年5月9日(2013.5.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
HO2N 2/00 (2006.01) HO2N 2/00 C 5H680

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-223352 (P2011-223352)
(22) 出願日 平成23年10月7日 (2011.10.7)

(71) 出願人 899000057
学校法人日本大学
東京都千代田区九段南四丁目8番24号
(74) 代理人 100110629
弁理士 須藤 雄一
(74) 代理人 100166615
弁理士 須藤 大輔
(72) 発明者 内山 賢治
東京都千代田区九段南四丁目8番24号
学校法人 日本大学
内
(72) 発明者 増田 開
東京都千代田区九段南四丁目8番24号
学校法人 日本大学
内

最終頁に続く

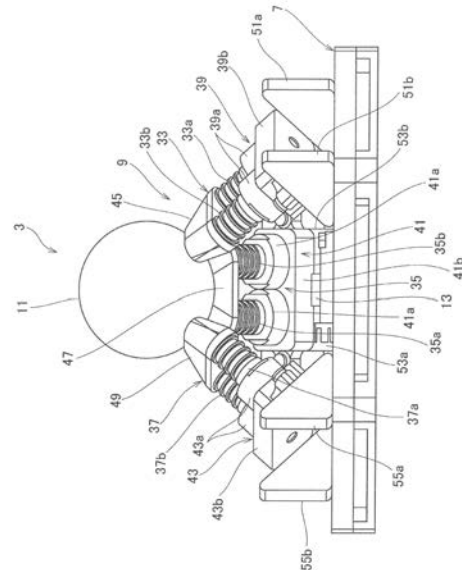
(54) 【発明の名称】 球形ホイール・モータ及びシステム

(57) 【要約】

【課題】一組の圧電ユニットに要する圧電素子の数を減らし、構造を簡単にすることを可能とする球形ホイール・モータ及びシステムを提供する。

【解決手段】各圧電ユニット33、35、37は、ステータ45、47、49に対し基端部39、41、43からステータ45、47、49へ向かい傾斜設定されて基端部39、41、43とステータ45、47、49との各間にそれぞれ相互に並列配置された各一对の圧電素子33a、33b、35a、35b、37a、37bを備え、各一对の圧電素子33a、33b、35a、35b、37a、37bに、駆動波形の位相をずらして電圧を印加することを特徴とする。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基端部がベース側に支持され相互に周回方向へ一定間隔で離間設置され先端側の接触駆動部で被動球体を安定に接触保持して 3 自由度方向に回転駆動可能とする複数の圧電ユニットと、

前記被動球体に前記複数の圧電ユニットの各接触駆動部に対する接触力を付与する保持部と、

を備えた球形ホイール・モータであって、

前記各圧電ユニットは、前記被動球体に対し前記基端部から接触駆動部へ向い傾斜設定されて前記基端部と接触駆動部との各間にそれぞれ相互に並列配置された各一对の圧電素子を備え、

前記各一对の圧電素子に、駆動波形の位相をずらして電圧を印加する、ことを特徴とする球形ホイール・モータ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の球形ホイール・モータであって、

前記圧電ユニットは、前記周回方向へ 120° 間隔で 3 組備えられた、ことを特徴とする球形ホイール・モータ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の球形ホイール・モータであって、

前記圧電ユニットは、前記傾斜により前記接触駆動部の中央を通る中立線が被動球体の中心で交差する、

ことを特徴とする球形ホイール・モータ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項記載の球形ホイール・モータであって、

前記保持部は、前記中立線上で前記接触駆動部に取り付けられた永久磁石である、ことを特徴とする球形ホイール・モータ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項記載の球形ホイール・モータを用いた球形ホイール・モータのシステムであって、

センサによる前記被動球体の回転角度の検出値に基づき前記被動球体の回転角速度を制御するために前記印加電圧を制御する制御部、

を備えたことを特徴とする球形ホイール・モータのシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人工衛星の姿勢制御等に供される球形ホイール・モータ及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より球形ホイール・モータは、人工衛星の姿勢制御、監視カメラ等の指向方向制御、ロボットの関節部などに用いられ得る多自由度回転駆動制御装置として期待されている。

【0003】

かかる多自由度回転駆動制御装置としては、例えば特許文献 1 に記載された圧電モータがある。

【0004】

この圧電モータは、球状の被駆動体と、略環状の基台と、この基台に設置され、Z 軸を中心として周方向に 120 度で等配された第 1 ~ 第 3 の圧電ユニットと、Z 軸上に被駆動体と所定の隙間を持って配設された環状磁石とを備えている。

【0005】

10

20

30

40

50

環状磁石は、被駆動体を非接触状態で磁気吸引することにより、第1～第3の圧電ユニットに対して接触予圧力を付与している。

【0006】

第1～第3の各圧電ユニットは、それぞれ第1～第3の圧電素子を備えている。第1～第3の圧電素子は、その中立軸線が互いに略直角に交差し、交点を有するように配設されている。水平な第1及び第2の圧電素子はそれらの振動方向が基台に略水平方向となるように設けられている。Z軸方向の第3の圧電素子は、その振動方向が基台に略垂直方向となるように設けられている。被駆動体に接触する駆動部には、第1～第3の圧電素子の各頂部が連結され、第1～第3の圧電素子の合成振動が各駆動部の接触点での摩擦を介して被駆動体に駆動力を伝達する。

10

【0007】

したがって、第1～第3の各圧電ユニットにより、被駆動体を3自由度で回転駆動させることができる。

【0008】

しかし、かかる従来の構造では、圧電素子が、水平方向と垂直方向とに配置されて駆動部に結合される構造であるため、第1～第3の各圧電ユニットが、各3個の圧電素子を必要とし、部品点数が多く、電圧を印加するシステムも複雑になるという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

20

【特許文献1】特開2009-247211号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

解決しようとする問題点は、3自由度の回転駆動をさせるために圧電素子が多く、構造が複雑であった点である。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、一組の圧電ユニットに要する圧電素子の数を減らし、構造を簡単にすることを可能にするために、基端部がベース側に支持され相互に周回方向へ一定間隔で離間設置され先端側の接触駆動部で被動球体を安定に接触保持して3自由度方向に回転駆動可能とする複数の圧電ユニットと、前記被動球体に前記複数の圧電ユニットの各接触駆動部に対する接触力を付与する保持部とを備えた球形ホイール・モータであって、前記各圧電ユニットは、前記被動球体に対し前記基端部から接触駆動部へ向い傾斜設定されて前記基端部と接触駆動部との各間にそれぞれ相互に並列配置された各一对の圧電素子を備え、前記各一对の圧電素子に、駆動波形の位相をずらして電圧を印加することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明は、上記構成であるから、駆動波形の位相をずらした電圧の印加により被動球体を3自由度方向に回転駆動させることにより、一組の圧電ユニットに要する圧電素子の数を減らし、構造を簡単にすることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】球形ホイール・モータのシステム概略図である。(実施例1)

【図2】球形ホイール・モータの側面図である。(実施例1)

【図3】球形ホイール・モータの平面図である。(実施例1)

【図4】球形ホイール・モータの斜視図である。(実施例1)

【図5】各ステータの位相差ごとの楕円運動を示すグラフである。(実施例1)

【図6】球形ホイールに働く角速度ベクトルの説明図である。(実施例1)

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 4 】

一組の圧電ユニットに要する圧電素子の数を減らし、構造を簡単にするを可能にするという目的を、並列配置された一对の圧電素子に対し、駆動波形の位相をずらした電圧を印加することにより実現した。

【 実施例 1 】

【 0 0 1 5 】

[球形ホイール・モータのシステム]

図 1 は、球形ホイール・モータのシステム図である。

【 0 0 1 6 】

図 1 のように、球形ホイール・モータのシステム 1 は、球形ホイール・モータ 3 と制御部 5 とからなっている。 10

【 0 0 1 7 】

球形ホイール・モータ 3 は、金属製などのベース 7 上に圧電ユニット組 9 により、被動球体として磁性体ボール状の球形ホイール 1 1 を支えている。

【 0 0 1 8 】

制御部 5 は、ベース 7 上のセンサ 1 3 による球形ホイール 1 1 の回転角度の検出値に基づき球形ホイール 1 1 の回転角速度を制御するために圧電ユニット組 9 への印加電圧を制御する。このため、制御部 5 は、センサ 1 3 からの信号を受ける角度・角速度検出器 1 5、制御マイコン 1 7、6 相スイッチング回路 1 9、増幅器 2 1、2 3、2 5、2 7、2 9、3 1 を備えている。各増幅器 2 1、2 3、2 5、2 7、2 9、3 1 は、圧電ユニット組 9 側に接続され、圧電ユニット組 9 側に制御した電圧を印加できるようになっている。 20

【 0 0 1 9 】

すなわち、制御部 5 が、センサ 1 3 による球形ホイール 1 1 の回転角度の検出値に基づき球形ホイール 1 1 の回転角速度を制御するために印加電圧を制御するようになっている。

[球形ホイール・モータ]

図 2 は、球形ホイール・モータの側面図、図 3 は、球形ホイール・モータの平面図、図 4 は、球形ホイール・モータの斜視図である。

【 0 0 2 0 】

図 2 ~ 図 4 のように、球形ホイール・モータ 3 は、圧電ユニット組 9 が、3 組の圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 を備える他、保持部として 3 個の永久磁石 3 4、3 6、3 8 (図 3) を備えている。 30

【 0 0 2 1 】

3 組の圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 は、ベース 7 の平面から見て周回方向へ 1 2 0 ° 間隔で備えられ、基端部 3 9、4 1、4 3 がベース 7 側に支持されている。これらの圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 は、ベース 7 の平面から見て相互に周回方向へ一定間隔、例えば 1 2 0 ° 間隔で離間設置され、先端側の接触駆動部としてのステータ 4 5、4 7、4 9 により球形ホイール 1 1 を安定に接触保持して 3 自由度方向に回転駆動可能とする。

【 0 0 2 2 】

3 組の圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 は、同一構造に形成されている。各圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 は、基端部 3 9、4 1、4 3 とステータ 4 5、4 7、4 9 との各間にそれぞれ相互に並列配置された各一对の圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 5 a、3 5 b、3 7 a、3 7 b 備えている。各圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 5 a、3 5 b、3 7 a、3 7 b は、円形板状の圧電素子片を積層して柱状に一体的に構成したものであり、柱状の各端部が基端部 3 9、4 1、4 3 とステータ 4 5、4 7、4 9 とに固定されている。 40

【 0 0 2 3 】

基端部 3 9、4 1、4 3 は、非磁性体、例えばアルミニウムで形成され、各圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 5 a、3 5 b、3 7 a、3 7 b の一端部を結合する各一对の台座部 3 9 a、4 1 a、4 3 a と、この台座部 3 9 a、4 1 a、4 3 a を支え矩形台部 3 9 b、4 1 b、4 3 b とからなっている。 50

【 0 0 2 4 】

ステータ 4 5、4 7、4 9 は、非磁性体、例えばアルミニウムで台形状に形成され、先端がフラットな駆動面 4 5 a、4 7 a、4 9 a となっている。静止状態では、駆動面 4 5 a、4 7 a、4 9 a の各中央点に球形ホイール 1 1 が点接触し、3 点支持となっている。駆動面 4 5 a、4 7 a、4 9 a が面何で楕円運動すると球形ホイール 1 1 が相対回転する。

【 0 0 2 5 】

ベース 7 には、各圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 毎に一对の三角板形状のブラケット 5 1 a、5 1 b、5 3 a、5 3 b、5 5 a、5 5 b が立設され、各ブラケット 5 1 a、5 1 b、5 3 a、5 3 b、5 5 a、5 5 b の斜面 5 1 a a、5 1 b a、5 3 a a、5 3 b a、5 5 a a、5 5 b a に矩形台部 3 9 b、4 1 b、4 3 b の締結部 3 9 b a、4 1 b a、4 3 b a をビス 5 7 により締結固定している。

10

【 0 0 2 6 】

斜面 5 1 a a、5 1 b a、5 3 a a、5 3 b a、5 5 a a、5 5 b a は、ベース 7 の平面に対して例えば 4 5 ° の角度を成し、この角度により、各圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 が、球形ホイール 1 1 に対し基端部 3 9、4 1、4 3 からステータ 4 5、4 7、4 9 へ向かって傾斜設定される。

【 0 0 2 7 】

したがって、圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 は、前記傾斜によりステータ 4 5、4 7、4 9 の中央を通る中立線が球形ホイール 1 1 の中心で交差し、中立線は、球形ホイール 1 1 の 3 軸と共通する。

20

【 0 0 2 8 】

永久磁石 3 4、3 6、3 8 は、矩形体形状に形成され、各圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 の中立線上で各ステータ 4 5、4 7、4 9 内に埋め込むように取り付けられている。すなわち、各ステータ 4 5、4 7、4 9 の底面側に矩形の挿入穴が形成され、この挿入穴に各永久磁石 3 4、3 6、3 8 が挿入により各別に着脱自在に取り付けられている。

【 0 0 2 9 】

永久磁石 3 4、3 6、3 8 は、各ステータ 4 5、4 7、4 9 に対する接触力を球形ホイール 1 1 に付与するものであり、各ステータ 4 5、4 7、4 9 の駆動面 4 5 a、4 7 a、4 9 a に球形ホイール 1 1 を引き付けている。引き付けの強さは、印加電圧との関係で予め決定されている。

30

【 0 0 3 0 】

なお、保持部としての永久磁石 3 4、3 6、3 8 は、電磁石に代えることもでき、印加電圧及び角度情報の両方を用いて引付力を設定するように構成することができる。また、使用環境や使用状況及び要求精度等により、印加電圧及び角度情報の一方のみを用いて引付力を設定することもできる。保持部は、ばね部材で球形ホイール 1 1 に力を与え、圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 に押し付ける構成することも可能である。

【 0 0 3 1 】

圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 のそれぞれの各圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 5 a、3 5 b、3 7 a、3 7 b には、図 1 の増幅器 2 1、2 3、2 5、2 7、2 9、3 1 が給電可能に接続されている。

40

[球形ホイールの回転]

制御マイコン 1 7 により制御される 6 相スイッチング回路 1 9 から増幅器 2 1、2 3、2 5、2 7、2 9、3 1 を介して各圧電ユニット 3 3、3 5、3 7 毎に電圧が印加される。この場合、各圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 5 a、3 5 b、3 7 a、3 7 b の各一对間で位相をずらした駆動波形の電圧が印加される。

【 0 0 3 2 】

この位相をずらした電圧印加により、各ステータ 4 5、4 7、4 9 の駆動面 4 5 a、4 7 a、4 9 a が面内方向で楕円運動する。

【 0 0 3 3 】

50

この楕円運動は、図 5 に示すようなものである。図 5 の縦軸は Z 軸方向、横軸は X 軸方向である。図 5 のように、位相のずれ 10° (61)、 50° (63)、 90° (65)、 130° (67)、 170° (69) に応じて楕円運動が変化し、位相ずれの増大に応じて長い楕円となる。

【0034】

このような楕円運動を各ステータ 45、47、49 の駆動面 45a、47a、49a に与え、その合成により、駆動面 45a、47a、49a と球形ホイール 11 との間の摩擦力を介して球形ホイール 11 を 3 自由度で回転運動させることができる。

【0035】

このとき、センサ 13 により球形ホイール 11 の回転角度を検出して角度・角速度検出器 15 へ入力し、制御マイコン 17 が球形ホイール 11 の回転角度、角速度を読み込むことで印加電圧を制御し、球形ホイール 11 を任意の方向へ、任意の角速度で回転させることができる。

10

[任意の角速度ベクトル の生成]

図 6 は、球形ホイール 11 に働く角速度ベクトルの説明図である。

【0036】

図 6 のように、球形ホイール 11 の原点に O-xyz の直交座標系を定義する。球形ホイール 11 の角速度ベクトルを ω とすると、この角速度ベクトル ω は直交座標系の角軸方向成分に分解できる。

【0037】

20

式で書くと次のようになる。

【0038】

$$\omega = \omega_x i + \omega_y j + \omega_z k$$

i 、 j 、 k は、各軸の基底ベクトルである。逆に、各軸方向に別々の回転ベクトルが生じるような力を球形ホイール 11 に加えれば、そのベクトルの和が球形ホイール 11 の角速度ベクトル ω となり、その方向・速さで球形ホイール 11 は回転することになる。

【0039】

本願発明実施例の球形ホイール・モータ 3 では、「圧電素子 2 個一組の駆動部における楕円運動が軸まわりの角速度ベクトルを生成し、この駆動部を 3 組使うことで任意の方向・速さに球体を回転させる。」、という方式を取っている。

30

【0040】

したがって、例えば x 軸周りに球形ホイール 11 を回転させるためには、圧電素子は 2 個で十分となる。

[実施例の効果]

本願発明の実施例は、基端部 39、41、43 がベース 7 側に支持され相互に周回方向へ一定間隔で離間設置され先端側のステータ 45、47、49 の駆動面 45a、47a、49a で球形ホイール 11 を安定に接触保持して 3 自由度方向に回転駆動可能とする 3 組の圧電ユニット 33、35、37 と、球形ホイール 11 に各ステータ 45、47、49 の駆動面 45a、47a、49a に対する接触力を付与する永久磁石 34、36、38 とを備えた球形ホイール・モータ 3 である。

40

【0041】

そして、各圧電ユニット 33、35、37 は、球形ホイール 11 に対し基端部 39、41、43 からステータ 45、47、49 へ向い傾斜設定されて基端部 39、41、43 とステータ 45、47、49 との各間にそれぞれ相互に並列配置された各一对の圧電素子 33a、33b、35a、35b、37a、37b を備えている。

【0042】

各一对の圧電素子 33a、33b、35a、35b、37a、37b には、駆動波形の位相をずらして電圧を印加する。

【0043】

このため、各ステータ 45、47、49 の駆動面 45a、47a、49a に図 5 のよう

50

な楕円運動を与えることができ、その合成により球形ホイール 1 1 を 3 自由度で回転させることができる。

【 0 0 4 4 】

しかも、センサ 1 3 による球形ホイール 1 1 の回転角度の検出値に基づき印加電圧を制御することで球形ホイール 1 1 の回転角速度を任意に制御することができる。

【 0 0 4 5 】

したがって、人口衛星の姿勢制御、監視カメラ等の指向方向制御、ロボットの関節部などに用いられ得る多自由度回転駆動制御装置として、大きく期待することができながら、圧電素子 3 3 a、3 3 b、3 5 a、3 5 b、3 7 a、3 7 b が少なく、球形ホイール・モータのシステム及び球形ホイール・モータの構造が簡単となり、小型、軽量で安価に

10

【符号の説明】

【 0 0 4 6 】

1 球形ホイール・モータのシステム

3 球形ホイール・モータ

5 制御部

7 ベース

1 1 球形ホイール (被動球体)

1 3 センサ

3 3、3 5、3 7 圧電ユニット

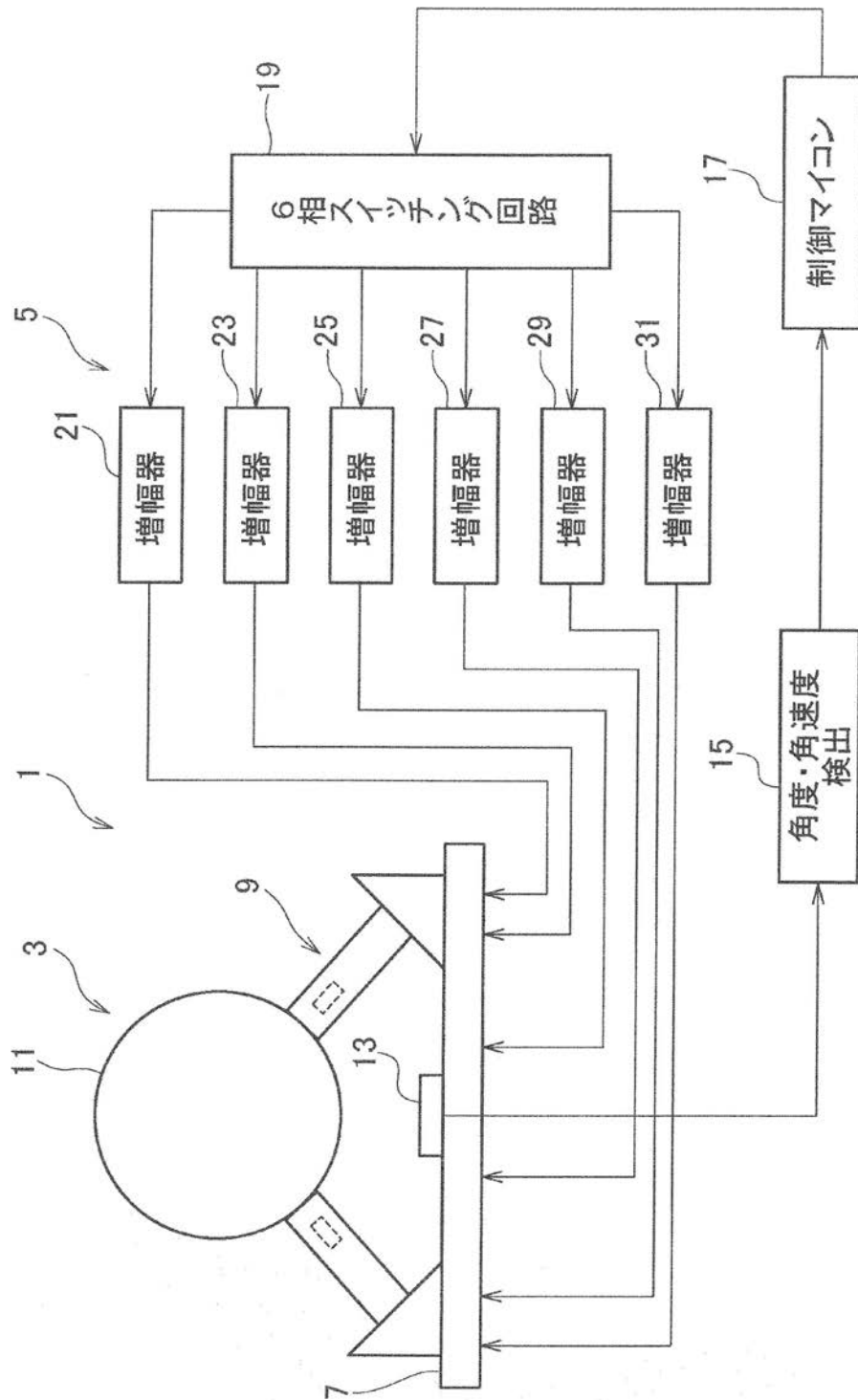
3 3 a、3 3 b、3 5 a、3 5 b、3 7 a、3 7 b 圧電素子

3 4、3 6、3 8 永久磁石 (保持部)

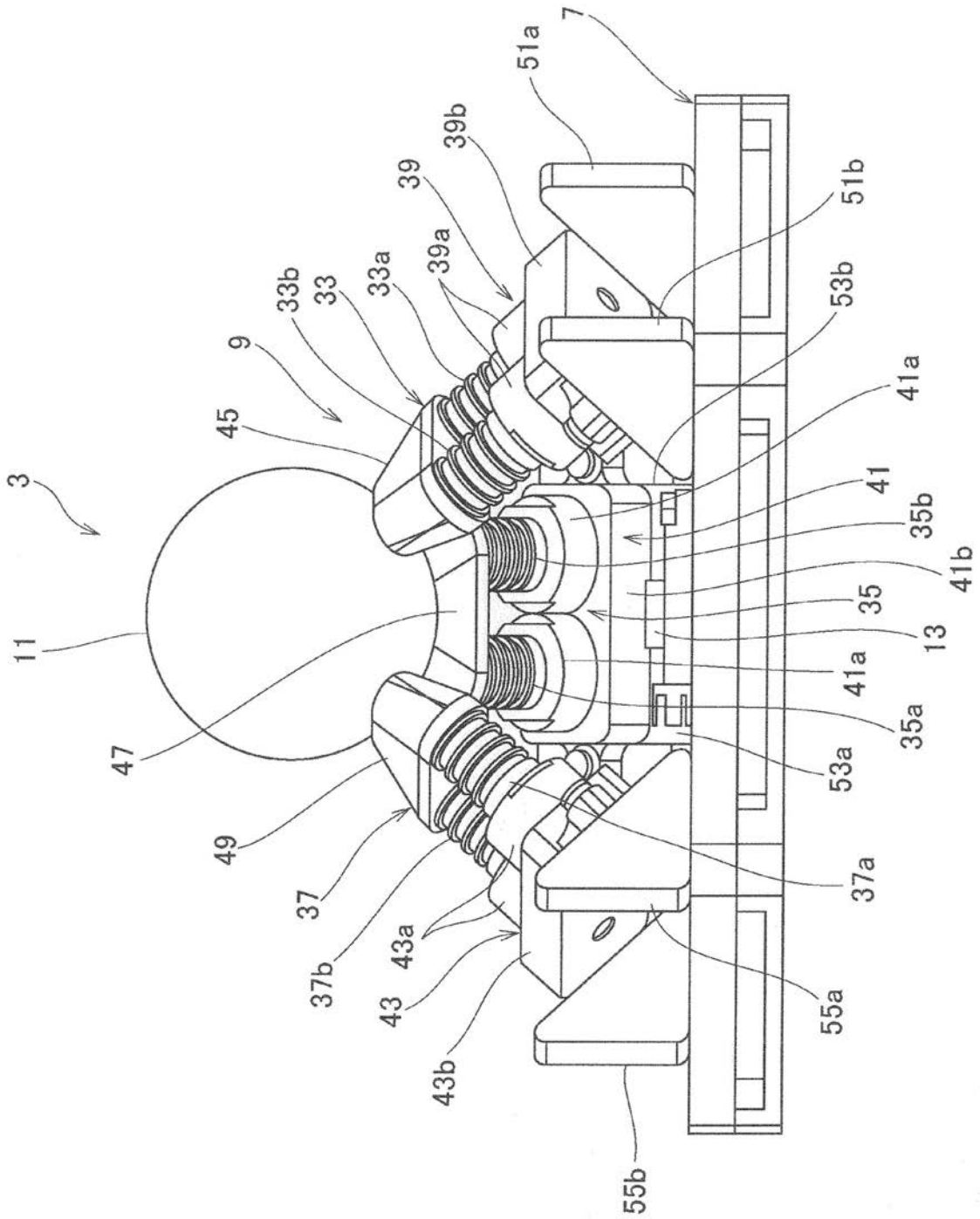
4 5、4 7、4 9 ステータ (接触駆動部)

20

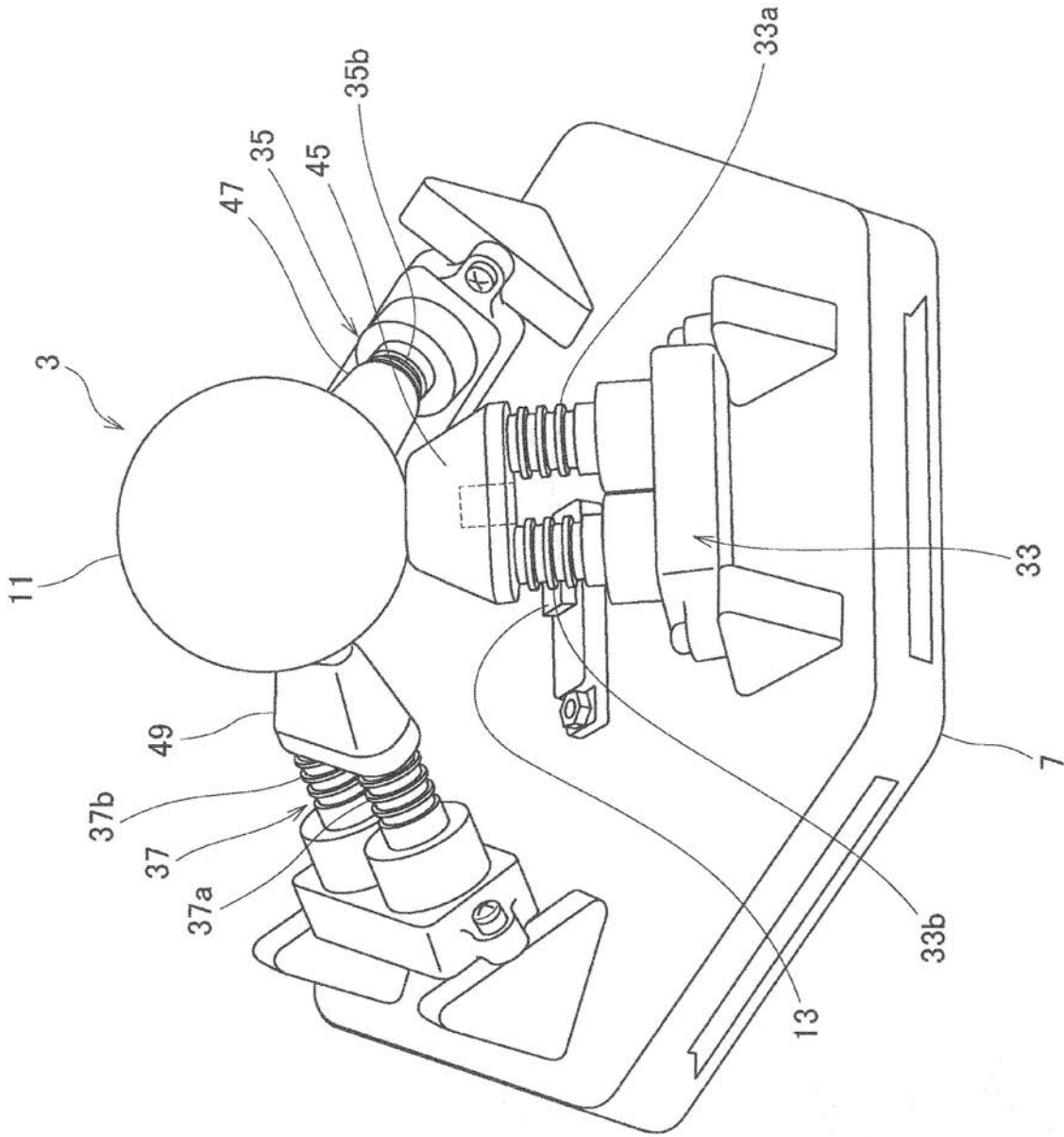
【図1】



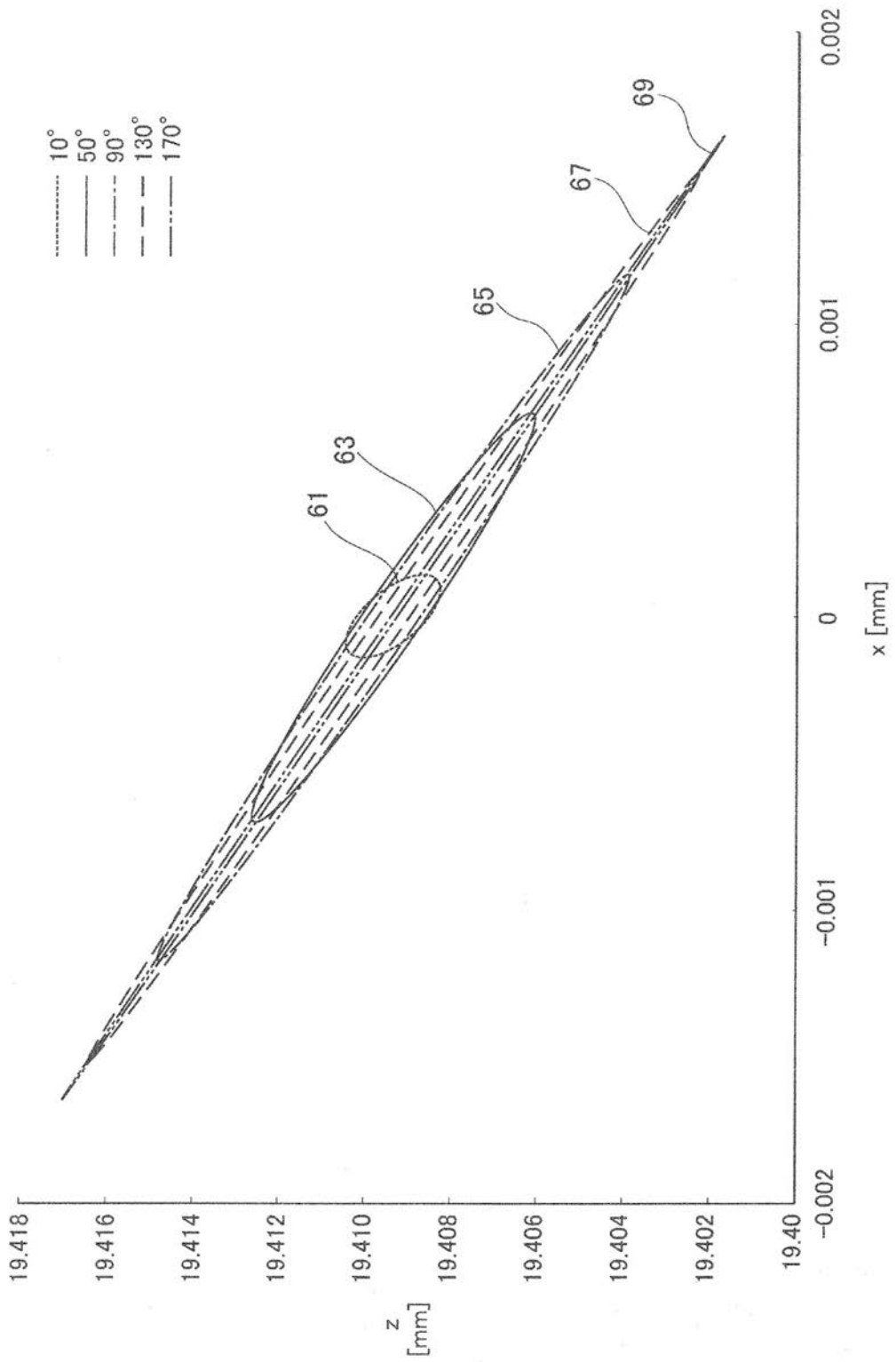
【図2】



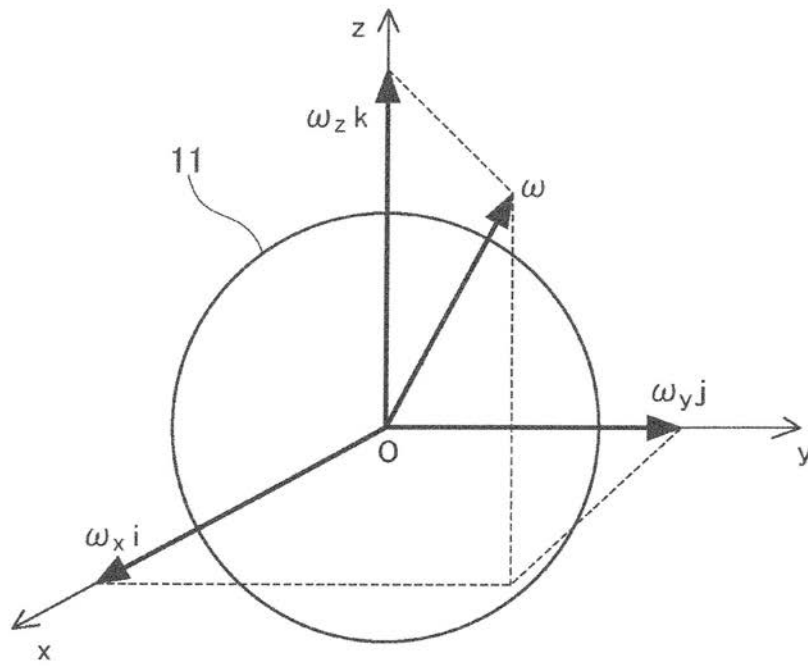
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H680 BB20 CC02 DD01 DD27 DD37 DD63 DD76 EE22 FF27 FF33
GG25