

(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
2022年9月1日(01.09.2022)



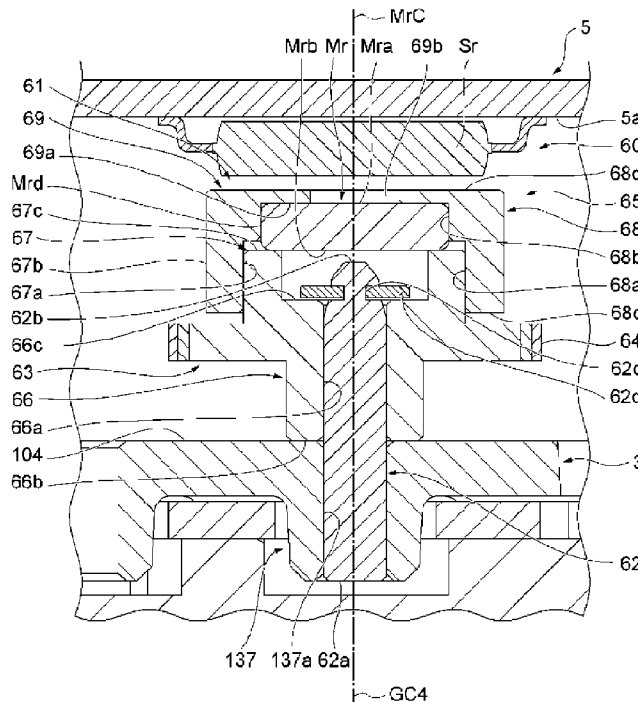
(10) 国際公開番号

WO 2022/181699 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/245 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/007639
- (22) 国際出願日: 2022年2月24日(24.02.2022)
- (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 2021-031227 2021年2月26日(26.02.2021) JP
- (71) 出願人: ミネベアミツミ株式会社 (MINEBEA MITSUMI INC.) [JP/JP]; 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 Nagano (JP).
- (72) 発明者: 長田 靖夫 (OSADA Yasuo); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP). 齋藤 勝典 (SAITO Katsunori); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP). 崎枝 健 (SAKIEDA Takeshi); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP). 佐藤 徳和 (SATO Norikazu); 〒3890293 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: アインゼル・フェリックス＝ラインハルト, 外 (EINSEL Felix-Reinhard et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 2

(54) Title: MAGNETIC DETECTION DEVICE AND ABSOLUTE ENCODER

(54) 発明の名称: 磁気検出装置及びアブソリュートエンコーダ



(57) Abstract: The present invention reduces the effect that usage position has on detection accuracy. A magnetic detection device (60) comprises: a magnet (Mr) that has been magnetized; an angle sensor (Sr) that is a magnetic sensor detecting the magnetic flux from the magnet (Mr); a magnet holder (61) that retains the magnet (Mr); and a second layshaft gear shaft (62). The magnet holder (61) is rotatably supported by the second layshaft gear shaft (62). The second layshaft gear shaft (62) is formed from a magnetic body, and is configured such that an attraction force is produced by magnetism



WO 2022/181699 A1

号 新丸の内センタービルディング ソンデルホフ & アインゼル法律特許事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

between the magnet (Mr) and the second layshaft gear shaft (62) in the rotational axis direction of the magnet holder (61).

(57) 要約 : 使用姿勢が検出精度に与える影響を低減する。磁気検出装置 (60) は、着磁されたマグネット (Mr) と、マグネット (Mr) からの磁束を検知する磁気センサである角度センサ (Sr) と、マグネット (Mr) を保持するマグネットホルダ (61) と、第2副軸ギア軸 (62) とを備えている。マグネットホルダ (61) は第2副軸ギア軸 (62) に回転可能に支持されている。第2副軸ギア軸 (62) は磁性体から形成されており、マグネットホルダ (61) の回転軸線方向において、マグネット (Mr) と第2副軸ギア軸 (62) との間で磁力による吸引力が生じるようになっている。

明 細 書

発明の名称：磁気検出装置及びアブソリュートエンコーダ

技術分野

[0001] 本発明は、磁気検出装置及びアブソリュートエンコーダに関する。

背景技術

[0002] 従来から、磁石（マグネット）からの磁束を磁気センサによって検知する磁気検出装置は種々の技術に利用されている。各種の制御機械装置において、可動要素の位置や角度を検出するために用いられるロータリエンコーダにも磁気検出装置が用いられているものがある。ロータリエンコーダには、相対的な位置又は角度を検出するインクリメンタル型のエンコーダと、絶対的な位置又は角度を検出するアブソリュート型のアブソリュートエンコーダとが存在している。このようなアブソリュートエンコーダには磁気検出装置を備えるものがあり、磁気検出装置を備えるアブソリュートエンコーダとしては、着磁された磁石を測定対象となる回転軸（主軸）に取り付け、磁気センサによって磁石の回転角を検出することにより、測定対象となる主軸の回転量を検出する磁気式エンコーダ装置が知られている。また、この主軸の複数回転にわたる回転量を、主軸の回転に伴い減速回転する回転体の回転角を取得することによって特定する方法が知られている。

[0003] このようなアブソリュートエンコーダにおいては、特定可能な主軸の回転量の分解能を維持しつつ、特定可能な主軸の回転量の範囲を広げるために、複数の磁石の回転量を、これに対応する角度センサとしての磁気センサによって検出する構造が提案されている。例えば、主軸と副軸或いはそれ以降の軸とを減速機構によって連結し、各軸に取り付けられた磁石の回転量を、これに対応する磁気センサによって検出し、主軸の回転量を特定する構造が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-15536号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] このような磁石の回転量を検出するアブソリュートエンコーダにおいては、回転軸が回転する際に磁気センサが検知する磁石の磁束が周期的に変化し、回転軸の所定の回転周期におけるこの磁束の変化に基づいて回転軸の回転量を検出している。このため、所定の回転周期における磁気センサが検知する磁束の変化に違いが発生すると、回転軸の回転量の正確な検出ができなくなってしまう。例えば、磁気センサと永久磁石との間の間隔が変化すると、上述のように所定の回転周期における磁束の変化に違いが発生する場合がある。具体的には、アブソリュートエンコーダの使用姿勢に応じて、磁気センサと磁石との間の鉛直方向における位置関係が変わってくるため、これにより磁気センサと磁石との間の間隔が変化する場合があり、回転軸の回転量の正確な検出ができなくなる場合がある。このため、この種のアブソリュートエンコーダにおいては、検出精度を向上させるために、アブソリュートエンコーダの使用姿勢に応じて磁気センサが検知する磁石の磁束が変わることを防止することができる構造が求められている。

[0006] 本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、使用姿勢が検出精度に与える影響を低減することができる磁気検出装置及びアブソリュートエンコーダを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明に係る磁気検出装置は、着磁されたマグネットと、該マグネットからの磁束を検知する磁気センサと、前記マグネットを保持するマグネットホルダと、軸とを備え、前記マグネットホルダは前記軸に回転可能に支持され、前記軸は磁性体から形成されており、前記マグネットホルダの回転軸線方向において、前記マグネットと前記軸との間で磁力による吸引力が生じていることを特徴とする。

[0008] 上記目的を達成するために、本発明に係るアブソリュートエンコーダは、

本発明に係る磁気検出装置を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明に係る磁気検出装置及びアブソリュートエンコーダによれば、使用姿勢が検出精度に与える影響を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態に係るアブソリュートエンコーダの構成を概略的に示す斜視図である。

[図2]図1に示すアブソリュートエンコーダの構成を、ケース及びシールドを除いた状態で概略的に示す斜視図である。

[図3]図2に示すアブソリュートエンコーダの構成を、基板、コネクタ及び支持プレートを除いた状態で概略的に示す斜視図である。

[図4]図3に示すアブソリュートエンコーダの構成を、別の角度から見た状態を概略的に示す斜視図である。

[図5]図3に示すアブソリュートエンコーダの構成を、モータを除いた状態で概略的に示す斜視図である。

[図6]図5に示すアブソリュートエンコーダの構成を概略的に示す平面図である。

[図7]図1に示すアブソリュートエンコーダを主軸の中心軸に平行な面で切断した状態を示す断面図である。

[図8]図1に示すアブソリュートエンコーダの構成において、モータを除いた状態で主軸ギアの中心軸を通り、かつ、第1中間ギアの中心軸と直交する面で切断した状態を概略的に示す断面図である。

[図9]図8に示すアブソリュートエンコーダの構成において、マグネット、主軸ギア、主軸アダプタ及びモータの主軸の構成を概略的に示す分解縦断面図である。

[図10]図8に示す主軸アダプタの一端部を示す拡大断面図である。

[図11]図6に示すアブソリュートエンコーダの構成において、第1中間ギアの中心軸を通り、かつ、XY平面と平行な面で切断した状態を概略的に示す

断面図である。

[図12]図11に示す断面図を別の角度から見た拡大斜視図である。

[図13]図6に示すアブソリュートエンコーダの構成において、第1中間ギアの中心軸を通り、かつ、XY平面と直交する面で切断した状態を概略的に示す部分断面図である。

[図14]図12に示すアブソリュートエンコーダの構成において、ベース、第1中間ギア、第1中間ギア軸、板バネ、及びねじを分解した状態を概略的に示す分解斜視図である。

[図15]図2に示すアブソリュートエンコーダの構成において、第1副軸ギアの中心軸を通り、かつ、第1中間ギアの中心軸と直交する面で切断した状態を概略的に示す部分断面図である。

[図16]図15に示すアブソリュートエンコーダの構成において、マグネット、マグネットホルダ、第1副軸ギア、及びベアリングを分解した状態を概略的に示す分解斜視図である。

[図17]図2に示すアブソリュートエンコーダの構成において、第2中間ギア及び第2副軸ギアの中心軸を通る面で切断した状態を概略的に示す部分断面図である。

[図18]図17に示す第2中間ギアを拡大して示す拡大断面図である。

[図19]図17に示す第2副軸ギアを有するマグネットホルダを拡大して示す拡大断面図である。

[図20]図19に示すマグネットホルダを分解した状態を概略的に示す分解斜視図である。

[図21]図19に示すマグネットホルダのマグネットとして適応可能な円筒状のマグネットを示す概略斜視図である。

[図22]図18に示す第2副軸ギア軸の下側端側の一端部を示す拡大断面図である。

[図23]ベースの基部の軸支持部に第2副軸ギア軸が圧入される様子を示す模式図である。

[図24]ベースの基部の軸支持部に第2副軸ギア軸が圧入される様子を示す模式図である。

[図25]アブソリュートエンコーダにおける第1中間ギア軸の主軸側端部を支持する支持突起の一変形例を概略的に示すための図である。

[図26]アブソリュートエンコーダにおける第1中間ギア軸の主軸側端部を支持する支持突起の一変形例を概略的に示すための図である。

[図27]アブソリュートエンコーダにおける第1中間ギア軸の主軸側端部を支持する支持突起の一変形例を概略的に示すための図である。

[図28]図2に示される基板を下面側から見た図である。

[図29]図1に示すアブソリュートエンコーダの機能的構成を概略的に示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、各図面における部材の寸法は、理解を容易にするために適宜拡大、縮小されて示されている。また、各図面において、本発明の実施の形態を説明する上で重要ではない部材の一部は省略されている。また、図面において歯車は歯部形状が省略して示されている。また、第1、第2などの序数を含む用語は多様な構成要素を説明するために用いられるが、この用語は一つの構成要素を他の構成要素から区別する目的でのみ用いられ、この用語によって構成要素が限定されるものではない。なお、本実施の形態により本発明は限定されない。

[0012] 本発明の実施の形態に係る磁気検出装置60は、着磁されたマグネットMrと、マグネットMrからの磁束を検知する磁気センサである角度センサSrと、マグネットMrを保持するマグネットホルダ61と、軸としての第2副軸ギア軸62とを備えている。マグネットホルダ61は第2副軸ギア軸62に回転可能に支持されている。第2副軸ギア軸62は磁性体から形成されており、マグネットホルダ61の回転軸線方向において、マグネットMrと第2副軸ギア軸62との間で磁力による吸引力が生じるようになっている。

また、本発明の実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2は、上記本発明の実施の形態に係る磁気検出装置60を備えている。以下、アブソリュートエンコーダ2及び磁気検出装置60の構造を具体的に説明する。

[0013] 図1は、本発明の実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2の構成を概略的に示す斜視図である。図2は、図1に示すアブソリュートエンコーダ2の構成を、ケース4及びシールドを除いた状態で示す斜視図である。図1では、アブソリュートエンコーダ2のシールド、ケース4及び基板5が透過されて示されており、図2では、アブソリュートエンコーダ2の基板5が透過されて示されている。

[0014] 本説明においては、便宜上、アブソリュートエンコーダ2についてXYZ直交座標系をもとに説明する。X軸方向は水平な左右方向に対応し、Y軸方向は水平な前後方向に対応し、Z軸方向は鉛直な上下方向に対応する。Y軸方向及びZ軸方向は夫々X軸方向に直交する。本説明において、X軸方向を左側或いは右側と、Y軸方向を前側或いは後側と、Z軸方向を上側或いは下側ともいう。図1、2に示すアブソリュートエンコーダ2の姿勢（正立姿勢）において、X軸方向における左側が左側であり、X軸方向における右側が右側である。また、図1、2に示すアブソリュートエンコーダ2の姿勢において、Y軸方向における手前側が前側であり、Y軸方向における奥側が後側である。また、図1、2に示すアブソリュートエンコーダ2の姿勢において、Z軸方向における上側が上側であり、Z軸方向における下側が下側である。Z軸方向で上側から見た状態を平面視と、Y軸方向で前側から見た状態を正面視と、X軸方向で見た状態を側面視という。このような方向の表記はアブソリュートエンコーダ2の使用姿勢を制限するものではなく、アブソリュートエンコーダ2は任意の姿勢で使用され得る。

[0015] アブソリュートエンコーダ2は、既述したように、モータ1の主軸1aの複数回転にわたる回転量を特定して出力するアブソリュート型のエンコーダである。本発明の実施の形態では、アブソリュートエンコーダ2はモータ1のZ軸方向の上側の端部に設けられている。本発明の実施の形態では、アブ

ソリユートエンコーダ2は、平面視で略矩形状を有しており、正面視及び側面視で主軸1 aの延在方向である上下方向に薄い横長の矩形状を有している。つまり、アブソリユートエンコーダ2は上下方向よりも水平方向に長い扁平な直方体形状を有している。

[0016] アブソリユートエンコーダ2は内部構造を収容するケース4を備えている。ケース4は、少なくともモータ1の主軸1 aの一部と、主軸ギア10と、第1中間ギア20と、第1副軸ギア30と、第2中間ギア70と、マグネットホルダ61とを包囲する複数（例えば4つ）の外壁部4 aを有している。さらに、ケース4は、4つの外壁部4 aの上側の開口を塞ぐ蓋部4 bを有している。蓋部4 bはシールドに覆われている。

[0017] モータ1は、一例として、ステッピングモータやDCブラシレスモータであってもよい。一例として、モータ1は波動歯車装置等の減速機構を介して産業用等のロボットを駆動する駆動源として適用されるモータであってもよい。モータ1の主軸1 aは上下方向の両側がモータのケースから突出している。アブソリユートエンコーダ2はモータ1の主軸1 aの回転量をデジタル信号として出力する。

[0018] モータ1の形状は、平面視で略矩形状を有し、上下方向においても略矩形状を有している。つまり、モータ1は略立方体形状を有している。平面視においてモータ1の外形を構成する4つの外壁部の夫々の長さは例えば25 mmであり、すなわち、モータ1の外形は、平面視で25 mm角である。また、モータ1に設けられるアブソリユートエンコーダ2は、例えばモータ1の外形形状に合わせて平面視25 mm角である。

[0019] 図1, 2に示すように、基板5がケース4と共にアブソリユートエンコーダ2内部を覆うように設けられている。基板5は、平面視で略矩形状を有し、上下方向に薄い板状のプリント配線基板である。また、コネクタ6が基板5に接続されており、コネクタ6はアブソリユートエンコーダ2を外部装置（不図示）に接続するためのものである。

[0020] 図3は、図2に示すアブソリユートエンコーダ2の構成を、基板5、及び

コネクタ 6 を除いた状態で概略的に示す斜視図である。図 4 は、図 3 に示すアブソリュートエンコーダ 2 の構成を、別の角度から見た状態を概略的に示す斜視図である。図 5 は、図 3 に示すアブソリュートエンコーダ 2 の構成を、モータ 1 を除いた状態で概略的に示す斜視図である。図 6 は、図 5 に示すアブソリュートエンコーダ 2 の構成を概略的に示す平面図である。

[0021] アブソリュートエンコーダ 2 は、第 1 ウォームギア部 1 1 (第 1 駆動歯車) を有する主軸ギア 1 0 と、第 1 ウォームホイール部 2 1 (第 1 従動歯車) 及び第 2 ウォームギア部 2 2 (第 2 駆動歯車) を有する第 1 中間ギア 2 0 と、第 2 ウォームホイール部 3 1 (第 2 従動歯車) 及びギア部 3 2 (第 3 駆動歯車) を有する第 1 副軸ギア 3 0 と、第 2 中間ギア 7 0 と、第 2 副軸ギア 6 3 を有するマグネットホルダ 6 1 と、マグネット M p と、マグネット M p に対応する角度センサ S p と、マグネット M q と、マグネット M q に対応する角度センサ S q と、マグネット M r と、マグネット M r に対応する角度センサ S r と、マイコン 5 1 とを含んでいる。

[0022] モータ 1 の主軸 1 a は、モータ 1 の出力軸であり、アブソリュートエンコーダ 2 に回転力を伝達する入力軸である。主軸ギア 1 0 は、モータ 1 の主軸 1 a に固定されており、主軸 1 a と一体にモータ 1 の軸受部材によって回転可能に支持されている。第 1 ウォームギア部 1 1 は、モータ 1 の主軸 1 a の回転に従って回転するように、主軸ギア 1 0 の外周に設けられている。主軸ギア 1 0 において、第 1 ウォームギア部 1 1 は、その中心軸が主軸 1 a の中心軸と一致又は略一致するように設けられている。第 1 ウォームホイール部 2 1 は第 1 中間ギア 2 0 の外周に設けられており、第 1 ウォームホイール部 2 1 は、第 1 ウォームギア部 1 1 と噛み合い、第 1 ウォームギア部 1 1 の回転に従って回転するように設けられている。第 1 ウォームホイール部 2 1 と第 1 ウォームギア部 1 1 との軸角は 90° 又は略 90° に設定されている。

[0023] 第 1 ウォームホイール部 2 1 の外径に特別な制限はないが、図示の例では、第 1 ウォームホイール部 2 1 の外径は第 1 ウォームギア部 1 1 の外径より小さく設定されており (図 8 参照)、第 1 ウォームホイール部 2 1 の外径が

小さくなっている。これにより、アブソリュートエンコーダ2では、上下方向の寸法の小型化が図られている。

[0024] 第2ウォームギア部22は第1中間ギア20の外周に設けられており、第1ウォームホイール部21の回転に伴って回転するようになっている。第1中間ギア20において、第2ウォームギア部22は、その中心軸が第1ウォームホイール部21の中心軸と一致又は略一致するように設けられている。第2ウォームホイール部31は、第1副軸ギア30の外周に設けられており、第2ウォームギア部22と噛み合い、第2ウォームギア部22の回転に従って回転するように設けられている。第2ウォームホイール部31と第2ウォームギア部22との軸角は 90° 又は略 90° に設定されている。第2ウォームホイール部31の回転軸線は、第1ウォームギア部11の回転軸線と平行又は略平行に設けられている。ギア部32は、第1副軸ギア30の外周に設けられており、第2ウォームホイール部31の回転に伴って回転するようになっている。第1副軸ギア30において、ギア部32は、その中心軸が第2ウォームホイール部31の中心軸と一致又は略一致するように設けられている。

[0025] ここで、第1ウォームホイール部21が第1ウォームギア部11に噛み合うために、第1ウォームホイール部21が第1ウォームギア部11に向かう方向を第1噛み合い方向（図12の矢印P1方向）とする。同様に、第2ウォームギア部22が第2ウォームホイール部31に噛み合うために、第2ウォームギア部22が第2ウォームホイール部31に向かう方向を第2噛み合い方向（図12の矢印P2方向）とする。本実施の形態においては、第1噛み合い方向P1及び第2噛み合い方向P2は共に水平面（XY平面）に沿う方向となっている。

[0026] 第2中間ギア70は、ギア部71（第3従動歯車）とギア部72（第4駆動歯車）とを有している。ギア部71は、第2中間ギア70の外周に設けられており、第1副軸ギア30のギア部32に噛み合い、ギア部32の回転に従って回転するようになっている。ギア部72は、第2中間ギア70の外周

に設けられており、ギア部71の回転に伴って回転するようになっている。第2中間ギア70において、ギア部72は、その中心軸がギア部71の中心軸と一致又は略一致するように設けられている。ギア部71, 72の回転軸線は、第1副軸ギア30のギア部32の回転軸線と平行又は略平行に設けられている。

[0027] マグネットホルダ61は、第2副軸ギア63を有しており、後述するように、第2副軸ギア63に設けられたギア部64（第4従動歯車）を有している。ギア部64は、第2副軸ギア63の外周に設けられており、第2中間ギア70のギア部72に噛み合い、ギア部72の回転に従って回転するようになっている。ギア部64の回転軸線は、第2中間ギア70のギア部72の回転軸線と平行又は略平行に設けられている。

[0028] 角度センサS_qは、第2ウォームホイール部31の回転角度、すなわち第1副軸ギア30の回転角度を検知する。マグネットM_qは、第1副軸ギア30の上面に双方の中心軸が一致又は略一致するように固定されている。マグネットM_qは、第1副軸ギア30の回転軸線に対して垂直又は略垂直な方向に並んだ2極の磁極を有している。角度センサS_qは、第1副軸ギア30の回転角度を検知するために、その下面が隙間を介してマグネットM_qの上面に上下方向に対向するように設けられる。

[0029] 一例として、角度センサS_qは、アブソリュートエンコーダ2の後述するベース3に配設された基板支柱110によって支持されている基板5に固定されている。角度センサS_qは、マグネットM_qの磁束を検知し、検知情報をマイコン51に出力する。マイコン51は、入力された磁束に関する検知情報に基づいてマグネットM_qの回転角度、つまり第1副軸ギア30の回転角度を特定する。

[0030] 角度センサS_rは、マグネットホルダ61の回転角度、すなわち第2副軸ギア63の回転角度を検知する。マグネットM_rは、第2副軸ギア63の上面に双方の中心軸が一致又は略一致するように固定されている。マグネットM_rは、第2副軸ギア63の回転軸線に対して垂直な方向に並んだ2極の磁

極を有している。角度センサS_rは、第2副軸ギア63の回転角度を検知するために、その下面が隙間を介してマグネットM_rの上面に上下方向に対向するように設けられる。

[0031] 一例として、角度センサS_rは、角度センサS_qが固定された基板5に、角度センサS_qが固定される面と同一の面において固定されている。角度センサS_rは、マグネットM_rの磁束を検知し、検知情報をマイコン51に出力する。マイコン51は、入力された磁束に関する検知情報に基づいてマグネットM_rの回転角度、つまり第2副軸ギア63の回転角度を特定する。

[0032] マグネットM_pは、主軸ギア10の上面に双方の中心軸が一致又は略一致するように固定される。マグネットM_pは、主軸ギア10の回転軸線に対して垂直な方向に並んだ2極の磁極を有している。角度センサS_pは、主軸ギア10の回転角度を検知するために、その下面が隙間を介してマグネットM_pの上面に上下方向に対向するように設けられる。

[0033] 一例として、角度センサS_pは、角度センサS_qが固定された基板5に、角度センサS_qが固定される面と同一の面において固定されている。角度センサS_pは、マグネットM_pの磁束を検知し、検知情報をマイコン51に出力する。マイコン51は、入力された磁束に関する検知情報に基づいてマグネットM_pの回転角度を特定することにより、主軸ギア10の回転角度、つまり主軸1aの回転角度を特定する。主軸1aの回転角度の分解能は角度センサS_pの分解能に対応する。マイコン51は、後述するように、特定された第1副軸ギア30の回転角度、第2副軸ギア63の回転角度、及び特定された主軸1aの回転角度に基づいて主軸1aの回転量を特定し、これを出力する。マイコン51は、一例としてモータ1の主軸1aの回転量をデジタル信号として出力するようにしてもよい。

[0034] このように構成されたアブソリュートエンコーダ2は、角度センサS_qの検知情報に基づいて特定された第1副軸ギア30の回転角度、及び角度センサS_rの検知情報に基づいて特定された第2副軸ギア63の回転角度に応じて主軸1aの回転数を特定すると共に、角度センサS_pの検知情報に基づい

て主軸 1 a の回転角度を特定することができる。そして、マイコン 5 1 は、特定された主軸 1 a の回転数及び主軸 1 a の回転角度に基づいて、主軸 1 a の複数回の回転にわたる回転量を特定する。

[0035] 主軸 1 a に設けられた主軸ギア 1 0 の第 1 ウォームギア部 1 1 の条数は例えば 5 であり、第 1 ウォームホイール部 2 1 の歯数は例えば 2 0 である。つまり、第 1 ウォームギア部 1 1 と第 1 ウォームホイール部 2 1 とは、減速比が $20 / 5 = 4$ の第 1 変速機構 R 1 を構成する（図 6 参照）。第 1 ウォームギア部 1 1 が 4 回転するとき第 1 ウォームホイール部 2 1 は 1 回転する。第 1 ウォームホイール部 2 1 と第 2 ウォームギア部 2 2 とは同軸上に設けられて第 1 中間ギア 2 0 を構成しており、一体となって回転することから、第 1 ウォームギア部 1 1 が 4 回転するとき、すなわち主軸 1 a 及び主軸ギア 1 0 が 4 回転するとき、第 1 中間ギア 2 0 は 1 回転し、第 2 ウォームギア部 2 2 は 1 回転する。

[0036] 第 2 ウォームギア部 2 2 の条数は例えば 2 であり、第 1 副軸ギア 3 0 の第 2 ウォームホイール部 3 1 の歯数は例えば 2 5 である。つまり、第 2 ウォームギア部 2 2 と第 2 ウォームホイール部 3 1 とは、減速比が $25 / 2 = 12.5$ の第 2 変速機構 R 2 を構成する（図 6 参照）。第 2 ウォームギア部 2 2 が 12.5 回転するとき第 2 ウォームホイール部 3 1 は 1 回転する。第 2 ウォームホイール部 3 1 が形成された第 1 副軸ギア 3 0 は、後述するようにマグネットホルダ 3 5 及びマグネット M q と一体となって回転するようになっており、このため、第 1 中間ギア 2 0 を構成する第 2 ウォームギア部 2 2 が 12.5 回転するとき、マグネット M q は 1 回転する。

[0037] 第 1 副軸ギア 3 0 のギア部 3 2 の歯数は例えば 1 8 であり、第 2 中間ギア 7 0 のギア部 7 1 の歯数は例えば 3 6 である。つまり、ギア部 3 2 とギア部 7 1 とは、減速比が $36 / 18 = 2$ の第 3 変速機構 R 3 を構成する（図 5 参照）。第 1 副軸ギア 3 0 のギア部 3 2 が 2 回転するとき第 2 中間ギア 7 0 のギア部 7 1 は 1 回転する。また、第 2 中間ギア 7 0 のギア部 7 2 の歯数は例えば 1 9 であり、第 2 副軸ギア 6 3 のギア部 6 4 の歯数は例えば 3 8 である

。つまり、ギア部64とギア部72とは、減速比が $38/19=2$ の第4変速機構R4を構成する（図5参照）。第2中間ギア70のギア部72が2回転するとき第2副軸ギア63のギア部64は1回転する。

[0038] ギア部71とギア部72とは同軸上に設けられて第2中間ギア70を構成しており、一体となって回転することから、ギア部71が1回転する時ギア部72が1回転する。従って、第2中間ギア70全体では、減速比が4となっている。つまり、第1副軸ギア30のギア部32が4回転するとき、第2中間ギア70は2回転し、第2副軸ギア63のギア部64は1回転する。ギア部64が形成された第2副軸ギア63は、後述するようにマグネットホルダ61を構成し、マグネットMrと一体となって回転するようになっている。このため、第1副軸ギア30を構成するギア部32が4回転するとき、マグネットMrは1回転する。

[0039] 以上より、主軸1aが200回転すると、第1中間ギア20が50回転し、第1副軸ギア30及びマグネットMqが4回転し、第2中間ギア70は2回転し、第2副軸ギア63及びマグネットMrは1回転する。つまり、角度センサSqの第1副軸ギア30の回転角度に関する検知情報により、主軸1aの50回転分の回転数を特定することができ、角度センサSrの第2副軸ギア63の回転角度に関する検知情報により、主軸1aの200回転分の回転数を特定することができる。また、第1副軸ギア30は、主軸ギア10に対する減速比が第2副軸ギア63よりも小さく、第1副軸ギア30と共に回転するマグネットMqに対応する磁気センサSqの検知情報に基づく主軸1aの回転量の分解能は、第2副軸ギア63と共に回転するマグネットMrに対応する磁気センサSrの検知情報に基づく主軸1aの回転量の分解能よりも高い。このため、アブソリュートエンコーダ2においては、特定可能な主軸1aの回転量の分解能を低下させることなく、特定可能な主軸1aの回転量の範囲を拡大することができる。

[0040] 以下、アブソリュートエンコーダ2の構成についてより具体的に説明する。

[0041] 上述のように（図1～6参照）、アブソリュートエンコーダ2は、ベース3と、ケース4と、基板5と、コネクタ6とを含んでいる。また、アブソリュートエンコーダ2は、主軸ギア10と、第1中間ギア20と、第1副軸ギア30と、第2中間ギア70と、第2副軸ギア63を有するマグネットホルダ61と、付勢機構40とを含んでいる。また、アブソリュートエンコーダ2は、マグネットMp, Mq, Mr及び角度センタSp, Sq, Srを含んでおり、また、アブソリュートエンコーダ2の駆動部や検出部等を制御するためのマイコン51を含んでいる。

[0042] ベース3は、主軸ギア10、第1中間ギア20、第1副軸ギア30、第2中間ギア70、マグネットホルダ61（第2副軸ギア63）等の各回転体を回転可能に保持し、また、基板5や付勢機構40等の各部材を固定する基台である。図3から図6、図11から図14等に示すように、ベース3は、基部101と、基部101に設けられたアブソリュートエンコーダ2の各部材を支持するための後述する種々の支持部とを有している。ベース3には、図7に示すように、ケース4が、支持プレート3aを介して固定されている。支持プレート3aはベース3とモータ1との間に挟持されており、ケース4は支持プレート3aに例えば1箇所においてネジ8cによって固定されるようになっている。また、ベース3には、基板5が、例えば3箇所においてネジ8aによって固定されるようになっている。基部101は、アブソリュートエンコーダ2の上下方向に面する一対の面を有する板状の部分であり、水平方向（X軸方向及びY軸方向）に延在している。

[0043] 基部101の上側の面である上面104には、基板5を支持するための部分である基板支柱110及び基板位置決めピン120が設けられている。ベース3は、例えば、3つの基板支柱110と2つの基板位置決めピン120とを有している。

[0044] 図5等に示すように、基板支柱110は、基部101の上面104から上側に向かって突出する部分であり、例えば、円柱状又は略円柱状の部分である。基板支柱110の上側の端面（上端面111）には、下側に向かって延

びるネジ穴112が形成されている。各基板支柱110の上端面111は、同一の水平面上に延びるように、または、同一の水平面に沿って延びるように夫々形成されている。アブソリュートエンコーダ2において、基板5は、その下面5aが基板支柱110の上端面111に接し、ネジ穴112に螺合されたネジ8aによって基板支柱110に固定される。なお、後述するように、基板支柱110の1つは、1つの基板位置決めピン120及び後述する付勢機構40を構成する支持突起45と一体となっている。また、基板支柱110は、補強のためのリブを有していてもよい。

[0045] 図5等に示すように、基板位置決めピン120は、基部101の上面104から上側に向かって突出する部分であり、例えば、円柱状又は略円柱状の部分である。基板位置決めピン120の上側の端部（先端部121）は、先端部121よりも下側の部分（基部122）よりも細くなっており、先端部121と基部122との間には段差面123が形成されている。基板位置決めピン120の先端部121は、後述する図28に示すように基板5に形成された位置決め孔5bに挿入可能になっており、基板5の位置決め孔5bに基板位置決めピン120の先端部121が夫々挿入されることにより、ベース3に対して基板5が位置決めされる。

[0046] また、図5等に示すように、ベース3は、基部101の上面104に設けられた、上側に向かって突出する部分である支持突起131、132、141を有している（図3～図6等参照）。支持突起132は、後述するように、第1中間ギア20を第1中間ギア20の中心軸方向に押す板バネ9を支持する部分である。支持突起131、141は、後述するように、第1中間ギア20を回転可能に支持するための部分である。また、ベース3は、後述するように、第1副軸ギア30を回転可能に保持するベアリング135を支持するベアリングホルダ部134を有している（図15参照）。また、ベース3は、後述するように、第2副軸ギア63が形成されたマグネットホルダ61を回転可能に支持する第2副軸ギア軸62を支持する軸支持部136、及び第2中間ギア70を回転可能に支持する軸75を支持する軸支持部137

を有している（図17～19参照）。また、ベース3の基部101の上面104には、支持突起45が設けられている。支持突起45は、後述するように、第2ウォームギア部22を第2ウォームホイール部31の方向に付勢する付勢機構40を構成する部分であり、付勢バネ41を支持する部分である。

[0047] 続いて、アブソリュートエンコーダ2のベース3が支持する各部品について夫々具体的に説明する。

[0048] （主軸ギア）

図8は、図1に示すアブソリュートエンコーダ2の構成において、モータ1を除いた状態で、主軸ギア10の中心軸を通り、かつ、第1中間ギア20の中心軸と直交する面で切断した状態を概略的に示す断面図である。図9は、図8に示すアブソリュートエンコーダ2の構成において、マグネットMp、主軸ギア10、主軸アダプタ12、及びモータ1の主軸1aの構成を概略的に示す分解縦断面図である。

[0049] 図8、図9に示すように、主軸ギア10は、モータ1の主軸1a及び主軸アダプタ12と同軸又略同軸に設けられる筒状部材である。主軸ギア10は、筒状の筒状部13と、筒状部13の径方向外側に設けられた第1ウォームギア部11とを備えている。第1ウォームギア部11は主軸ギア10のギア部である。図9に示すように、モータ1の主軸1aの上端には、内周側に空間を形成する円筒面状の圧入部1bが形成されており、圧入部1bは、主軸アダプタ12が圧入されて固定されるようになっている。また、主軸ギア10の筒状部13には、内側に空間を形成する円筒面状の圧入部14が形成されており、圧入部14は、主軸アダプタ12が圧入されて固定されるようになっている。

[0050] また、図8、9に示すように、主軸ギア10の筒状部13には、マグネットMpを保持するためのマグネット保持部15が形成されている。マグネット保持部15は、筒状部13の上端面13aから下側に凹むマグネットMpの形状に対応した凹部を形成する部分であり、マグネットMpを収容可能に

なっている。マグネット保持部15は、圧入部14に連通しており、圧入部14よりも大きな径を有する円筒面状の内周面15aと、内周面15aと圧入部14とを接続する円環状の底面15bとを有している。

[0051] マグネット保持部15の内周面15aは、マグネット保持部15に収容されたマグネットMpの外周面Mpdに接するように形成されている。アブソリュートエンコーダ2において、主軸アダプタ12の上端面12aは、マグネット保持部15の底面15bよりも上側に位置している。アブソリュートエンコーダ2において、マグネットMpの下面Mpbは主軸アダプタ12の上端面12aに接触しており、主軸ギア10のマグネット保持部15の底面15bには接触していない。このように、マグネットMpの上下方向の位置決めは主軸アダプタ12の上端面12aによってなされ、水平方向の位置決めはマグネット保持部15の内周面15aによってなされる。このように位置決めされたマグネットMpの下面Mpbは、主軸アダプタ12の上端面12aに接着されて固定される。

[0052] 上述のように、マグネットMpは主軸アダプタ12に固定されており、マグネットMp、主軸ギア10、及び主軸アダプタ12は、モータ1の主軸1aと一体となって回転する。マグネットMp、主軸ギア10、及び主軸アダプタ12は、モータ1の主軸1aと同じ軸線周りに回転するようになっている。

[0053] 第1ウォームギア部11は、螺旋状に形成された歯部により構成され、第1中間ギア20の第1ウォームホイール部21と噛み合うように形成されている。第1ウォームギア部11は、例えば、ポリアセタール樹脂で形成されている。第1ウォームギア部11は、第1駆動歯車の一例である。

[0054] 図9に示すように、マグネットMpは、主軸ギア10のマグネット保持部15の内部に挿入される円盤状又は略円盤状の永久磁石であり、互いに背向する上面Mpa及び下面Mpbを有している。アブソリュートエンコーダ2において、マグネットMpの上面Mpaが角度センサSpの表面から上下方向において一定距離を隔てて向き合っているように、主軸ギア10の中心軸

GC1方向におけるマグネットMpの位置（上下方向における位置）が、上述のように主軸アダプタ12の上端面12aによって規定されている。

[0055] マグネットMpの中心軸MpC（マグネットMpの中心を表す軸又は磁極の境界の中心を通る軸）は、主軸ギア10の中心軸GC1、主軸アダプタ12の中心軸SaC、及びモータ1の主軸1aの中心軸MoCと一致又は略一致している。このように各中心軸を一致又は略一致させることで、角度センサSpがより高精度にマグネットMpの回転角又は回転量を検出することが可能となっている。

[0056] なお、本発明の実施の形態においては、マグネットMpの2つの磁極（N/S）は、マグネットMpの中心軸MpCに対して垂直な水平面（XY平面）内で隣り合うように形成されることが望ましい。これにより、角度センサSpの回転角又は回転量の検出精度をより向上させることができる。なお、マグネットMpは、例えばフェライト系、Nd（ネオジウム）-Fe（鉄）-B（ホウ素）系等の磁性材料から形成される。マグネットMpは、例えば樹脂バインダを含むゴム磁石、ボンド磁石等であってもよい。

[0057] （主軸アダプタ）

図10は、主軸アダプタ12の一端部124を示す拡大断面図である。

[0058] 主軸アダプタ12は、モータ1の主軸1a及び主軸ギア10の筒状部13を支持部材として、圧入部1b及び圧入部14に圧入される軸である。図8、図9、及び図10に示すように、主軸アダプタ12は、テーパ面部126、127と、貫通孔128とを有している。

[0059] 貫通孔128は、主軸アダプタ12において、一端部124と他端部125とを貫通する。貫通孔128は、一端部124の側から軸線方向に所定の長さの領域を占める第1孔部128aと、第1孔部128aから連通し、他端部125までの領域を占める第2孔部128cとを有する。貫通孔128において、一端部124の側から軸線方向に所定の長さの領域における第1孔部128aの孔の径は、他端部125の側に設けられている第2孔部128cの孔の径よりも大きい。なお、第1孔部128aと第2孔部128cの

間の端部128bは、第1孔部128aの加工時、刃先の先端に角度を持つドリルで加工した際に生じる部分であり、エンドミルで加工した場合、端部128bは存在しない。

[0060] アブソリュートエンコーダ2は、主軸ギア10をモータ1の主軸1aに取り付ける構造として、さまざまな径の主軸1aに対応するため、主軸1aに主軸ギア10を直接取り付けず、主軸アダプタ12を介して主軸ギア10を固定している。ここで、主軸1aについては、モータの回転軸であり、剛性が必要となる。また、主軸アダプタ12は、上述したように接着剤によりマグネットMgを固定する必要があるため、主軸1aおよび主軸アダプタ12は金属を用いることが望ましい。よって、主軸アダプタ12を主軸1aの圧入部1bに圧入する際に高い圧入力が必要となる。この場合において、圧入力により主軸1aの座屈変形や、主軸1aと主軸アダプタ12の圧入嵌合部（内径部、外径部）の削れなどの破損が発生するおそれがある。

[0061] アブソリュートエンコーダ2では、主軸アダプタ12の貫通孔128の第1孔部128aの径を第2孔部128cの径よりも大きくして肉厚を薄くすることで、主軸アダプタ12を撓み易くし、主軸1aへの圧入力を低減させ、主軸1aへの負荷を軽減することができる。一方、主軸アダプタ12の上部（先端側）には、マグネットMpを接着剤で固定するため、マグネットMpとの接触面積（主軸アダプタ12の外径と内径との間の肉厚）が必要となる。そこで、主軸アダプタ12は、軸線方向において所定の位置、例えば、一端部124側の圧入代（圧入に必要な寸法）に相当する領域を境界として、貫通孔128の径を異なるものにした。

[0062] つまり、主軸アダプタ12は、圧入代よりも一端部124側の（図9において下側）の第1孔部128aの径は、第2孔部128cよりも大きくすることで、主軸アダプタ12の周面129の変形を容易にして圧入部1bに圧入しやすくしている。また、圧入代よりも他端部125の側（図9において上側）の第2孔部128cの径は、第1孔部128aよりも小さくすることで、マグネットMpとの接着面積を確保し、接着保持力を損なうことなく圧

入力の軽減を両立させることができる。

- [0063] テーパ面部126, 127は、一端部124及び他端部125の径が周面129の径よりも小さくなるような傾斜した外周面である。テーパ面部126は、主軸アダプタ12のテーパ面部126と周面129との間の外周面の接続部126aが、曲面で接続されている。他端部125側のテーパ面部127においても、周面129との間の外周面の接続部127aが、曲面で接続されている。つまり、テーパ面部126, 127は、周面129との間の外周面の接続部126a, 127aに、曲面加工が施されている。
- [0064] 図9に示すように、主軸アダプタ12は、一端部124から軸線方向に所定の長さの領域は、モータ1の主軸1aの上端に形成されている圧入部1bに圧入される。また、主軸アダプタ12の他端部125から軸線方向に所定の長さの領域は、主軸ギア10の筒状部13に形成されている圧入部14に圧入される。
- [0065] ここで、テーパ面部126に直線的な面取り加工のみを施した場合に、主軸アダプタ12の一端部124を圧入部1bに圧入する際に、圧入部1bの孔の淵とテーパ面部126が接触すると主軸アダプタ12及び圧入部1bの双方から削りカスが出てしまう。同様に、テーパ面部127に直線的な面取り加工のみを施した場合に、主軸アダプタ12の他端部125を圧入部14に圧入する際に、圧入部14の孔の淵とテーパ面部127が接触すると主軸アダプタ12及び圧入部14の双方から削りカスが出てしまう。
- [0066] 一方、主軸アダプタ12及び圧入部1b及び圧入部14に圧入される際に、テーパ面部126, 127が圧入部1b, 14に挿入された後に、テーパ面部126, 127と周面129との間の外周面の接続部126a, 127aが圧入部1b, 14に接触する。主軸アダプタ12は、テーパ面部126, 127と周面129との間の外周面の接続部126a, 127aに曲面加工が施されていることにより、主軸アダプタ12が円滑に圧入部1b, 14に圧入されるため、主軸アダプタ12及び圧入部1b, 14の双方が削れてしまうことを防止することができる。このため、主軸アダプタ12によれば

、削りカス等の飛び散りを抑制することができる。また、主軸アダプタ 1 2 によれば、部材が削れることに起因する、主軸アダプタ 1 2 が倒れて（傾いて）圧入されてしまうことを抑制することができる。さらに、主軸アダプタ 1 2 によれば、主軸アダプタ 1 2 の傾きが抑えられることにより、圧入代（圧入に必要な寸法）を低減することができる。

[0067] 接続部 1 2 6 a, 1 2 7 a の曲面加工は、例えば、半径 $R = 1$ [mm] 程度とするのが望ましい。また、主軸アダプタ 1 2 は、周面 1 2 9 及び接続部 1 2 6 a, 1 2 7 a を含むテーパ面部 1 2 6, 1 2 7 の表面の表面粗さをより滑らかにすることにより、主軸アダプタ 1 2 及び圧入部 1 4 双方の表面の材料が削れてしまうことを防止することができる。主軸アダプタ 1 2 の表面の面粗度 R_{max} （最大粗さ）は、例えば、 1.6 [μm] 以下とするとよい。なお、接続部 1 2 6 a, 1 2 7 a の曲面加工は、一端部 1 2 4 及び他端部 1 2 5 のいずれか一方であってもよい。

[0068] （第 1 中間ギア）

図 1 1 は、図 6 に示すアブソリュートエンコーダ 2 の構成において、第 1 中間ギア 2 0 の中心軸を通り、かつ、水平面（XY 平面）と平行な面で切断した状態を概略的に示す断面図である。図 1 2 は図 1 1 に示すように断面したアブソリュートエンコーダ 2 を第 1 中間ギア軸 2 3 の副軸側端部 2 3 b 側の上方から見た拡大斜視図である。図 1 3 は、図 6 に示すアブソリュートエンコーダ 2 の構成において、第 1 中間ギア 2 0 の中心軸を通り、かつ、水平面（XY 平面）と直交する面で切断した状態を概略的に示す部分断面図である。

[0069] 図 4 から図 6 及び図 1 1 から図 1 3 に示すように、第 1 中間ギア 2 0 は、ベース 3 の基部 1 0 1 の上側において、第 1 中間ギア軸 2 3 によって回転自在に支持されている。第 1 中間ギア軸 2 3 は、水平面に平行に延びている。また、第 1 中間ギア軸 2 3 は、平面視で左右方向（X 軸方向）及び前後方向（Y 軸方向）の夫々とは平行ではない。すなわち、第 1 中間ギア軸 2 3 は、左右方向及前後方向の夫々に対して斜めとなっている。第 1 中間ギア軸 2 3

が、左右方向及び前後方向の夫々に対して斜めであることは、第1中間ギア軸23がベース3の基部101の外周面105~108に対して斜めに延びていることを意味している(図11参照)。アブソリュートエンコーダ2において、第1中間ギア軸23は、主軸ギア10側に位置する支持突起131と、第1副軸ギア30側に位置する支持突起141とによってベース3の基部101に支持されている。

[0070] 図11に示すように、ベース3の外周面は、右側外周面105及びYZ平面に平行な左側外周面107と、XZ平面に平行で右側外周面105及び左側外周面107との間に延びる後側外周面106及び前側外周面108とにより構成される。右側外周面105は、ベース3の右側(X軸方向右側)に設けられる側面である。左側外周面107は、ベース3の左側(X軸方向左側)に設けられる側面である。後側外周面106は、ベース3の後側(Y軸方向後側)に設けられる側面である。前側外周面108は、ベース3の前側(Y軸方向前側)に設けられる側面である。

[0071] 図3から図6に示すように、アブソリュートエンコーダ2を平面視した寸法は、一例として25mm角のモータ1の寸法に合わせられている。そのため、ベース3の上面104に平行に配置される第1中間ギア20が、ベース3の外周面105~108に対して斜めに延びるように設けられることによって、水平方向へのアブソリュートエンコーダ2の寸法を小さくすることができる。なお、水平方向とは、モータ1の主軸1aの中心軸と直交する方向に等しく、またXY平面と平行な方向に等しい方向である。

[0072] 図5、図6及び図11~図14に示すように、第1中間ギア20は、第1中間ギア軸23を軸として回転可能に形成された筒状の部材であり、第1ウォームホイール部21、第2ウォームギア部22、筒状部24、主軸側摺動部25、及び副軸側摺動部26を有している。筒状部24は、筒状に延びる部材であり、第1中間ギア軸23が挿通可能な貫通孔24aを形成する内周面24bを有している。貫通孔24aは、筒状部24の内周面24bによって囲まれる空間である。内周面24bは、貫通孔24aに挿通された第1中

間ギア軸 23 の外周面に摺動可能に形成されており、第 1 中間ギア 20 は、第 1 中間ギア軸 23 周りに回転自在に第 1 中間ギア軸 23 に支持される。第 1 中間ギア 20 は、金属、樹脂等で一体的に成形された部材であり、ここでは一例として、ポリアセタール樹脂で形成されている。

[0073] 図 5 から図 8 に示すように、第 1 ウォームホイール部 21 は、主軸ギア 10 の第 1 ウォームギア部 11 が噛み合う歯車である。第 1 ウォームホイール部 21 は、第 1 従動歯車の一例である。第 1 ウォームホイール部 21 は、第 1 中間ギア 20 の筒状部 24 の一方の端部側に設けられており、例えば、第 1 中間ギア 20 の筒状部 24 の一方の端部側に形成された円筒面に設けられる複数の歯によって構成される。アブソリュートエンコーダ 2 において、第 1 中間ギア 20 は、第 1 ウォームホイール部 21 がベース 3 の基部 101 の中央近傍の箇所に位置するように設けられる。従って、第 1 ウォームホイール部 21 が近傍に設けられる筒状部 24 の一方の端部とは、第 1 中間ギア 20 の主軸ギア 10 側となる端部である。

[0074] 図 8 に示すように、第 1 ウォームホイール部 21 の外径は、第 1 ウォームギア部 11 の外径よりも小さくなっている。第 1 ウォームホイール部 21 の中心軸は、筒状部 24 の内周面 24b の中心軸と同軸又は略同軸となっている。アブソリュートエンコーダ 2 において、第 1 ウォームホイール部 21 の中心軸は、ベース 3 の基部 101 の上面 104 と平行又は略平行であるため、第 1 ウォームホイール部 21 の外径が小さくなることにより、アブソリュートエンコーダ 2 の上下方向（高さ方向）における小型化が可能となる。

[0075] 図 5、図 6、図 11～図 15 等 に示すように、第 2 ウォームギア部 22 は、螺旋状に形成された歯部によって構成され、第 1 ウォームホイール部 21 と同軸上又は略同軸上に並んで設けられている。第 2 ウォームギア部 22 は、第 2 駆動歯車の一例である。具体的には、第 2 ウォームギア部 22 は、筒状部 24 の他方の端部側に設けられており、例えば、筒状部 24 の他方の端部側に形成された円筒面に設けられる螺旋状に形成された歯部によって構成される。筒状部 24 の他方の端部側とは、第 1 中間ギア 20 の第 1 副軸ギア

30側となる端部の側である。また、第2ウォームギア部22の中心軸は、筒状部24の内周面24bの中心軸と同軸又は略同軸となっている。第2ウォームギア部22が、第1副軸ギア30に設けられた第2ウォームホイール部31と噛み合うことによって、第1中間ギア20の回転力が第1副軸ギア30に伝達される。

[0076] 上述のように、第1ウォームギア部11と第1ウォームホイール部21との軸角は90°又は略90°であり、第1ウォームギア部11の中心軸と第1ウォームホイール部21の中心軸とは、第1ウォームギア部11の中心軸に垂直であると共に第1ウォームホイール部21の中心軸に垂直である方向から見たとき、互いに直交又は略直交している。また、第2ウォームギア部22と第2ウォームホイール部31との軸角は90°又は略90°であり、第2ウォームギア部22の中心軸と第2ウォームホイール部31の中心軸とは、第2ウォームギア部22の中心軸に垂直であると共に第2ウォームホイール部31の中心軸に垂直である方向から見たとき、互いに直交又は略直交している。

[0077] 図15に示すように、第2ウォームギア部22の外径は、アブソリュートエンコーダ2の上下方向（高さ方向）における小型化を可能にするために、可能な範囲で小さい値に設定されている。

[0078] 図6、図11～図13に示すように、第1中間ギア20の主軸側摺動部25は、第1中間ギア20の一端、すなわち第1中間ギア20の主軸ギア10側となる端に設けられている。具体的には、主軸側摺動部25は、筒状部24の一端の端面であり、筒状部24の一端に形成された第1中間ギア20の中心軸方向に面する環状の面である。アブソリュートエンコーダ2において、第1中間ギア20の主軸側摺動部25は、後述する板バネ9の一端9aに接触する。

[0079] 板バネ9は、弾性部材の一例であり、例えば金属製である。板バネ9は、アブソリュートエンコーダ2において、第1中間ギア20を第1中間ギア軸23の中心軸方向に押すための部材である。図4～図6及び図13に示すよ

うに、板バネ9の他端9bは、ベース3の支持突起132の突起132aに支持され、また、ベース3の支持突起45にネジ8bによって固定されて、ベース3に支持されている。板バネ9の一端9aは、第1中間ギア20の主軸側摺動部25に接触するように形成されており、具体的には、図4及び図13に示すように、板バネ9の一端9aは、二股状に分かれた2つの分岐体で構成されている。板バネ9の一端9aを構成する2つの分岐体の間には、第1中間ギア軸23の直径より大きな隙間が形成されている。これにより、アブソリュートエンコーダ2において、板バネ9の一端9aの2つの分岐体は、第1中間ギア軸23を間に通して第1中間ギア20の主軸側摺動部25に接触する。

[0080] 図4、図6、図11及び図13に示すように、板バネ9は、アブソリュートエンコーダ2において、板バネ9が撓んだ状態で一端9aが第1中間ギア20の主軸側摺動部25に接触するように、他端9bにおいて、ベース3の支持突起132に支持され、また、ベース3の支持突起45に固定される。このため、板バネ9には弾性力が発生し、第1中間ギア20の主軸側摺動部25は、板バネ9の一端9aによって押圧される。この板バネ9の押圧力により、第1中間ギア20は、第1中間ギア軸23に沿って、主軸ギア10側の支持突起131から第1副軸ギア30側の支持突起141に向かう方向に付勢される。この状態で第1中間ギア20が回転したとき、第1中間ギア20の主軸側摺動部25は、板バネ9の一端9aに接触しながら回転する。

[0081] 図4、図6及び図11から図14に示すように、第1中間ギア20の副軸側摺動部26は、第1中間ギア20の他端、すなわち第1中間ギア20の第1副軸ギア30側となる端に設けられている。具体的には、副軸側摺動部26は、筒状部24の他端の端面であり、筒状部24の他端に形成された第1中間ギア20の中心軸方向に面する環状の面であり、第1中間ギア20の中心軸方向において主軸側摺動部25に背向している。

[0082] アブソリュートエンコーダ2において、第1中間ギア20の副軸側摺動部26は、支持突起141に接触しており、支持突起141は、第1中間ギア

軸 2 3 の中心軸方向における第 1 中間ギア 2 0 の位置を規定している。上述のように、第 1 中間ギア 2 0 は、板バネ 9 によって、主軸ギア 1 0 側の支持突起 1 3 1 から第 1 副軸ギア 3 0 側の支持突起 1 4 1 に向かう方向に押圧されているため、第 1 中間ギア 2 0 の副軸側摺動部 2 6 も同方向に押圧されて支持突起 1 4 1 に接触している。このように、板バネ 9 の押圧力が第 1 副軸ギア 3 0 から支持突起 1 4 1 に伝えられ、第 1 中間ギア 2 0 は、支持突起 1 3 1 から支持突起 1 4 1 に向かう方向に安定して支持されている。第 1 中間ギア 2 0 が回転した際は、第 1 中間ギア 2 0 の副軸側摺動部 2 6 は、支持突起 1 4 1 に接触しながら回転する。

[0083] 上述した、支持突起 1 3 1 及び支持突起 1 4 1 は夫々、第 1 中間ギア軸 2 3 を介して第 1 中間ギア 2 0 を回転自在に保持する第 1 軸支持部及び第 2 軸支持部の一例である。図 5、図 6 及び図 1 1 から図 1 3 に示すように支持突起 1 3 1 及び支持突起 1 4 1 は、互いに対をなしており、例えば、ベース 3 の基部 1 0 1 から上側に突出する略直方体状の部分又は略直方体の部分を有する部分である。支持突起 1 3 1 は、主軸ギア 1 0 の近傍に設けられており、平面視で（図 6， 1 1 参照）、ベース 3 の左側かつ前後方向中央付近に設けられている。また、支持突起 1 4 1 は、第 1 副軸ギア 3 0 の近傍に設けられており、平面視で、ベース 3 の右側かつ前側に設けられている。

[0084] 図 6 及び図 1 1 から図 1 3 に示すように、支持突起 1 3 1 及び支持突起 1 4 1 は、第 1 中間ギア軸 2 3 を水平面に沿って揺動可能に支持する支持部材として機能し、つまり、第 1 中間ギア 2 0 を水平面に沿って揺動可能に支持する支持部材として機能する。第 1 中間ギア軸 2 3 は、円柱棒状の部材であり、一方の端部としての主軸側端部 2 3 a と、他方の端部としての副軸側端部 2 3 b とを有している。主軸側端部 2 3 a は、アブソリュートエンコーダ 2 において、主軸ギア 1 0 側に位置する第 1 中間ギア軸 2 3 の端部であり、副軸側端部 2 3 b は、アブソリュートエンコーダ 2 において、第 1 副軸ギア 3 0 側に位置する第 1 中間ギア軸 2 3 の端部である。

[0085] 第 1 中間ギア軸 2 3 の主軸側端部 2 3 a 側に設けられた第 1 ウォームホイ

ール部21は、後述する付勢機構40によって、第1噛み合い方向（図12の矢印P1方向）に移動可能に、また、第1中間ギア軸23の延びる方向（第1中間ギア軸23の中心軸方向）及び第1噛み合い方向P1に直交する方向（上下方向）に移動不能になっている。なお、第1噛み合い方向とは、上述したように、第1ウォームホイール部21が第1ウォームギア部11に噛み合うために、第1ウォームホイール部21が第1ウォームギア部11に向かう方向である。

[0086] 図11から図14に示すように、支持突起131には、第1中間ギア軸23の主軸側端部23aが挿入される貫通孔143が形成されている。貫通孔143の延び方向に直交する断面における形状は、丸穴形状となっている。丸穴形状とは真円又は略真円の輪郭を有する形状である。

[0087] また、アブソリュートエンコーダ2は、第1中間ギア軸23の主軸側端部23aと係合可能に形成された固定部としての止め輪（不図示）を有していてもよい。止め輪は、支持突起131の貫通孔143を通り抜けられない部分を第1中間ギア軸23の主軸側端部23aに形成する部材であり、第1中間ギア軸23の主軸側端部23aの外径を部分的に大きくする部材である。止め輪は、例えば第1中間ギア軸23に形成された溝（不図示）に係合するeリング等の環状部材である。また、止め輪は、アブソリュートエンコーダ2において、止め輪が支持突起131に対して副軸側端部23b側とは反対側に位置するように、第1中間ギア軸23の主軸側端部23aに設けられる。つまり、止め輪は、支持突起131の外側面131aに接触するように設けられる。外側面131aは、支持突起131の支持突起141側とは反対側に向かう面である。これにより、止め輪の支持突起131の外側面131aとの接触により、主軸側端部23aから副軸側端部23bに向かう方向への第1中間ギア軸23の移動が制限されるようになる。

[0088] 第1中間ギア軸23の副軸側端部23b側に設けられた第2ウォームギア部22は、後述する付勢機構40によって、第2噛み合い方向（図12の矢印P2方向）に移動可能に、また、第1中間ギア軸23が第1中間ギア軸2

3の延びる方向（第1中間ギア軸23の中心軸方向）及び第2噛み合い方向P2に直交する方向（Z軸方向）に移動不能になっている。なお、第2噛み合い方向とは、上述したように、第2ウォームギア部22が第2ウォームホイール部31に噛み合うために、第2ウォームギア部22が第2ウォームホイール部31に向かう方向である。

[0089] 支持突起141には、第1中間ギア軸23の副軸側端部23bが挿入される貫通孔145が形成されている。貫通孔145の延び方向に直交する断面における形状は、長穴形状となっている。この貫通孔145の長穴形状は、長軸及び長軸に直交する短軸を有している。長軸側の幅は短軸側の幅よりも大きい。第1副軸ギア30側の支持突起141の貫通孔145の長穴形状の長軸側の幅は、第1中間ギア軸23の外周面の径よりも大きくなっている。また、貫通孔145の短軸側の幅は、第1中間ギア軸23の外周面の径と同じ又は略同じである。アブソリュートエンコーダ2において、支持突起141の貫通孔145の長軸方向は、水平面と平行又は略平行となるようになっている。第1中間ギア軸23の副軸側端部23bが支持突起141の貫通孔145に挿入された第1中間ギア軸23には、後述するように、付勢バネ41が係合し、付勢バネ41は第1中間ギア軸23の副軸側端部23bを第2噛み合い方向P2に付勢するようになっている。

[0090] このように、第1中間ギア軸23は、後述する付勢機構40、支持突起131及び支持突起141によって、主軸側端部23aを支点（＝揺動中心）とし、副軸側端部23bが水平方向に平行に又は略平行に移動できるように、また、主軸側端部23a側の第1ウォームホイール部21よりも副軸側端部23b側の第2ウォームギア部22が水平方向に平行に又は略平行に大きな幅で移動できるようになっている。これにより、付勢機構40により付勢され、支持突起131及び支持突起141に支持された第1中間ギア軸23、すなわち第1中間ギア20は、水平面（XY平面）に沿って揺動可能になっている。

[0091] このような構成において、第1中間ギア軸23の移動量（揺動量）は、支

持突起 1 3 1 に形成される貫通孔 1 4 3 の深さ、すなわち、第 1 中間ギア軸 2 3 の中心軸方向における支持突起 1 3 1 の厚さ、貫通孔 1 4 3 と第 1 中間ギア軸 2 3 との間のクリアランス、及び貫通孔 1 4 5 の長軸側の幅によって決まる。しかし、貫通孔 1 4 3 と第 1 中間ギア軸 2 3 との間のクリアランスが大きい場合、第 1 中間ギア軸 2 3 のガタつきが大きくなり位置ずれが生じるため、このクリアランスを大きくすることは避けたい。このため、支持突起 1 3 1 を薄板等で形成し、支持突起 1 3 1 の厚さを薄くすることで、つまり貫通孔 1 4 3 を浅くすることで、貫通孔 1 4 3 と第 1 中間ギア軸 2 3 との間のクリアランスを小さくしつつ、第 1 中間ギア軸 2 3 の移動量を確保することが可能となる。なお、貫通孔 1 4 5 の長軸側の幅による第 1 中間ギア軸 2 3 の移動量よりも、支持突起 1 3 1 の厚さによる第 1 中間ギア軸 2 3 の移動量が大きくなるように設計しておくことで、第 1 中間ギア軸 2 3 の移動量は貫通孔 1 4 5 の長軸側の幅によって規定することができる。

[0092] (第 1 副軸ギア)

図 1 5 は、図 2 に示すアブソリュートエンコーダ 2 の構成において、第 1 副軸ギア 3 0 の中心軸を通り、かつ、第 1 中間ギア 2 0 の中心軸と直交する面で切断した状態を概略的に示す部分断面図である。図 1 6 は、図 1 5 に示すアブソリュートエンコーダ 2 の構成において、マグネット M q、マグネットホルダ 3 5、第 1 副軸ギア 3 0、及びベアリング 1 3 5 を分解した状態を概略的に示す分解斜視図である。

[0093] 図 1 5, 1 6 に示すように、第 1 副軸ギア 3 0 は、マグネットホルダ 3 5 の軸部 3 5 b が圧入されてマグネットホルダ 3 5 に固定される円筒状の部材である。第 1 副軸ギア 3 0 は、第 2 ウォームホイール部 3 1 と、ギア部 3 2 と、貫通孔 3 3 とを備えている。第 1 副軸ギア 3 0 は、金属又は樹脂で一体的に成形された部材であり、ここでは一例として、ポリアセタール樹脂で形成されている。

[0094] 第 2 ウォームホイール部 3 1 は、第 1 中間ギア 2 0 の第 2 ウォームギア部 2 2 が噛み合う歯車である。第 2 ウォームホイール部 3 1 は、第 2 従動歯車

の一例である。第2ウォームホイール部31は、例えば、第1副軸ギア30の上側の円筒部の外周部に設けられる複数の歯によって構成されている。第1中間ギア20が回転することによって、第1中間ギア20の回転力は、第1中間ギア20の第2ウォームギア部22と第2ウォームホイール部31を介して、第1副軸ギア30に伝達される。

[0095] ギア部32は、第2中間ギア70のギア部71に噛み合う歯車である。ギア部32は、第3駆動歯車の一例である。ギア部32は、例えば、第1副軸ギア30の下側の円筒部の外周部に設けられる複数の歯によって構成されている。また、ギア部32は、図15に示すように、第2ウォームホイール部31の下側に形成されており、その歯先円直径は、第2ウォームホイール部31の歯先円直径よりも小さくなっている。第1副軸ギア30が回転することによって、第1副軸ギア30の回転力は、第1副軸ギア30のギア部32と第2中間ギア70のギア部71を介して、第2中間ギア70に伝達される。

[0096] 図15及び図16に示すように、貫通孔33は、円筒状の第1副軸ギア30の中心軸に沿って第1副軸ギア30を貫通する孔である。貫通孔33には、マグネットホルダ35の軸部35bが圧入され、第1副軸ギア30はマグネットホルダ35と一体となって回転するようになっている。

[0097] マグネットホルダ35は、マグネット保持部35aと軸部35bとを有している。マグネットホルダ35は、金属又は樹脂で一体的に成形された部材であり、ここでは一例として、非磁性のステンレス鋼で形成されている。ベース3に形成された筒状のベアリングホルダ部134の内周面には、2つのベアリング135の外輪が圧入されている。マグネットホルダ35の軸部35bは円柱状の部材である。軸部35bは、第1副軸ギア30の貫通孔33に圧入されており、軸部35bの下部は、2つのベアリング135の内輪に挿入されて固定されている。従って、マグネットホルダ35は、2つのベアリング135によってベース3に対して支持され、第1副軸ギア30と一体となって回転する。マグネットホルダ35は、ベアリング135を介してベ

アリングホルダ部134に、Z軸に平行又は略平行な回転軸線周りに回転可能に保持される。なお、マグネットホルダ35の軸部35bにはベアリングストッパー35cが圧入されている。第1副軸ギア30の組み立てにおいては、まず、ベース3の上面104側に設置されるベアリング135の外輪をベアリングホルダ部134に圧入し、その後、マグネットホルダ35の軸部35bをこのベアリング135の内輪に挿入する。次に、ベアリングストッパー35cをマグネットホルダ35の軸部35bに、ベアリング135の内輪の下側に当接するまで圧入する。その後、ベース3の下面102側に設置されるベアリング135の内輪にマグネットホルダ35の軸部35bを挿入しつつ、外輪をベアリングホルダ部134に圧入して固定する。よって、このベアリングストッパー35cによって、ベアリング135に挿入された状態のマグネットホルダ35がベアリング135から抜けることを防止し、ベアリング135とマグネットホルダ35を隙間なく固定することができるため、マグネットMgの上下方向のがたつきを可能な限り小さくすることが可能となる。2つのベアリング135については、ベース3に設けられたベアリング位置決め部材35dに当接することによって、それぞれ圧入される位置が定められるが、ベアリング位置決め部材35dを設けず、ベース3の上面104および下面102の表面と、ベアリング135の表面がそれぞれ同じ高さになるように位置決めしてもよい。

[0098] また、マグネット保持部35aはマグネットホルダ35の上端に設けられている。マグネット保持部35aは、有底円筒状の部材である。マグネット保持部35aは、マグネットホルダ35の上端面から下側に向かって窪む窪みを有している。このマグネット保持部35aの窪みの内周面は、マグネットMqの外周面Mqdに接するように形成されている。これにより、アブソリュートエンコーダ2において、マグネットMqは、マグネット保持部35aの窪みに収容されることにより、マグネット保持部35aに固定されている。

[0099] ベース3に形成されたベアリングホルダ部134に配設された2つのベア

リング135によってマグネットホルダ35の軸部35bが支持されることで、マグネットホルダ35の傾きを防止することができる。そして、2つのベアリング135は、軸部35bの上下方向においてできるだけ距離を離して配置すると、よりマグネットホルダ35の傾きを防止する効果が大きくなる。

[0100] 図16に示すように、マグネットMqは、マグネットホルダ35のマグネット保持部35aの内部に圧入される円盤状又は略円盤状の永久磁石であり、上面Mqa及び下面Mqbを有している。アブソリュートエンコーダ2において、マグネットMqの上面Mqaは、角度センサSpの下面から一定距離を隔てて向き合っている。マグネットMqの中心軸MqC（マグネットMqの中心を表す軸又は磁極の境界の中心を通る軸）は、マグネットホルダ35の中心軸SC、第1副軸ギア30の中心軸GC2及びベアリング135の中心軸BCと一致している。このように各中心軸を一致させることで、より高精度に回転角又は回転量を検出することが可能となっている。

[0101] なお、本発明の実施の形態においては、マグネットMqの2つの磁極（N/S）は、マグネットMqの中心軸MqCに対して垂直な水平面（XY平面）内で隣り合うように形成されることが望ましい。これにより、角度センサSqの回転角又は回転量の検出精度をさらに向上させることができる。なお、マグネットMqは、例えばフェライト系、Nd（ネオジウム）-Fe（鉄）-B（ホウ素）系等の磁性材料から形成される。マグネットMqは、例えば樹脂バインダを含むゴム磁石、ボンド磁石等であってもよい。

[0102] （第2中間ギア）

図17は、図2に示すアブソリュートエンコーダ2の構成において、第2中間ギア70及び第2副軸ギア63の中心軸を通る面で切断した状態を概略的に示す部分断面図である。図18は、図17に示す第2中間ギア70を拡大して示す拡大断面図である。

[0103] 図17、18に示すように、第2中間ギア70は、ベース3の軸支持部136に固定された軸75に回転可能に支持された部材であり、ギア部71と

、ギア部72と、本体部73とを備えている。第2中間ギア70は、例えば摺動抵抗の低い樹脂材料から一体的に成形された部材であり、第2中間ギア70の樹脂材料の一例としては、ポリアセタール樹脂がある。軸75は、第2中間ギア70の中心軸GC3が第1副軸ギア30の中心軸GC2に平行又は略平行となるようにベース3の軸支持部136に固定されており、例えば、軸75の下側の端（下端面75a）側の部分がベース3の軸支持部136の貫通孔136aに圧入されて固定されている。

[0104] 本体部73は、円筒又は略円筒状の部分であり、内部に貫通孔74を有している。貫通孔74は、軸75に対して摺動可能に軸75が挿入可能に形成されている。ギア部71は、第1副軸ギア30のギア部32が噛み合う歯車である。ギア部71は、第3従動歯車の一例である。ギア部71は、例えば、本体部73の下側の外周部に設けられる複数の歯によって構成されている。第1副軸ギア30が回転することによって、第1副軸ギア30の回転力は、第1副軸ギア30のギア部32を介して第2中間ギア70のギア部71に伝達される。これにより第2中間ギア70が回転する。

[0105] ギア部72は、第2副軸ギア63のギア部64に噛み合う歯車である。ギア部72は、第4駆動歯車の一例である。ギア部72は、例えば、本体部73の上側の外周部に設けられる複数の歯によって構成されており、ギア部71の上側に設けられている。第2中間ギア70が回転することによって、第2中間ギア70の回転力は、ギア部72を介して第2副軸ギア63のギア部64に伝達される。これにより第2副軸ギア63が回転する。

[0106] 図17, 18に示すように、第2中間ギア70において貫通孔74は、貫通孔74の中心軸が、ギア部71及びギア部72の各々の中心軸夫々と一致又は略一致するように本体部73を貫通して延びる孔である。また、貫通孔74は、第2中間ギア70の中心軸GC3が軸75の中心軸と一致又は略一致するように形成されている。

[0107] 本体部73の下側の端面（下端面73a）は、ベース3の上面104に接触して、上面104に対して摺動可能に形成されている。本体部73の下端

面73aは、例えば、第2中間ギア70の中心軸GC3に直交又は略直交する平面又は略平面となっている。また、本体部73の上側の端面（上端面73b）は、上端面73bが面する部材に接触して、この部材に対して摺動可能に形成されている。本体部73の上端面73bは、例えば、第2中間ギア70の中心軸GC3に直交又は略直交する平面又は略平面となっている。

[0108] 軸75の上側の端（上端面75b）側の部分には、軸75の軸線周りに環状の溝75cが形成されており、溝75cには止め輪76が係合可能に形成されている。止め輪76は、第2中間ギア70が軸75に回転可能な支持された状態を保持するための部材であり、軸75の上端面75b側の部分の外径を部分的に大きくする部材である。図18に示すように、止め輪76は、例えば、cリングやeリング等の環状部材である。アブソリュートエンコーダ2において、溝75cは、止め輪76が第2中間ギア70の本体部73の上端面73bに対向するように、軸75に設けられている。アブソリュートエンコーダ2において、溝75cに取り付けられた止め輪76が、第2中間ギア70の上端面73bに接触するようになっていてもよく、また、第2中間ギア70の上端面73bに隙間を空けて対向するようになっていてもよい。止め輪76により、第2中間ギア70の軸75の軸線方向における移動が制限されるようになっている。

[0109] 上述のように第2中間ギア70は構成されており、アブソリュートエンコーダ2において、第2中間ギア70の貫通孔74に軸75が挿入され、軸75の溝75cに止め輪76が取り付けられ、アブソリュートエンコーダ2において、第2中間ギア70は取り付けられる。アブソリュートエンコーダ2において、第2中間ギア70は、軸75を回転軸として、第1副軸ギア30の中心軸GC2と平行又は略平行な回転軸線周りに回転可能になっている。また、第2中間ギア70は、ベース3の上面104と軸75に取り付けられた止め輪76と摺動可能になっており、軸75の軸線方向における移動が制限されている。

[0110] （第2副軸ギア）

図19は、図17に示す第2副軸ギア63を有するマグネットホルダ61を拡大して示す拡大断面図であり、図20は、図19に示すマグネットホルダ61を分解した状態を概略的に示す分解斜視図である。

[0111] 図17, 19, 20に示すように、マグネットホルダ61は、ベース3の軸支持部137に固定された第2副軸ギア軸62に回転可能に支持された部材であり、第2副軸ギア63と、マグネットホルダ部65と、マグネットMrとを備えている。マグネットホルダ部65は、第2副軸ギア63との間にマグネットMrを挟持してマグネットホルダ61においてマグネットMrを固定するための部材である。第2副軸ギア軸62は、その軸線（中心軸GC4）が第2中間ギア70の中心軸GC3に平行又は略平行となるようにベース3の軸支持部137に固定されており、例えば、第2副軸ギア軸62の下側の端（下端面62a）側の部分がベース3の軸支持部137の貫通孔137aに圧入されて固定されている。また、第2副軸ギア軸62は、アブソリュートエンコーダ2において、マグネットホルダ61のマグネットMrが、基板5に取り付けられた角度センサSrに中心軸GC3方向において対向するように、ベース3に固定されている。

[0112] 第2副軸ギア63は、ギア部64と、本体部66と、マグネット支持部67とを備えている。第2副軸ギア63は、例えば摺動抵抗の低い樹脂材料から一体的に成形された部材である。つまり、ギア部64、本体部66、及びマグネット支持部67は、同一の材料から互いに一体的に形成されており、夫々第2副軸ギア63の一部を成している。第2副軸ギア63の樹脂材料の一例としては、ポリアセタール樹脂がある。本体部66は、円筒又は略円筒状の部分であり、内部に貫通孔66aを有している。貫通孔66aは、第2副軸ギア軸62に対して摺動可能に第2副軸ギア軸62が挿入可能に形成されている。ギア部64は、第2中間ギア70のギア部72が噛み合う歯車である。ギア部64は、第4従動歯車の一例である。ギア部64は、例えば、本体部66の外周部に設けられる複数の歯によって構成されている。図示の例においては、ギア部64は、本体部66の外周面から外周方向に突出した

円盤状の部分を形成しており、この円盤状の部分の外周面に複数の歯が設けられて形成されている。第2中間ギア70が回転することによって、第2中間ギア70の回転力は、第2中間ギア70のギア部72を介して第2副軸ギア63のギア部64に伝達される。これにより第2副軸ギア63が回転する。

- [0113] 図17, 19に示すように、第2副軸ギア63において貫通孔66aは、貫通孔66aの中心軸が、ギア部64の中心軸夫々と一致又は略一致するように本体部66を貫通して延びる孔である。また、貫通孔66aは、第2副軸ギア63の中心軸GC4が第2副軸ギア軸62の中心軸と一致又は略一致するように形成されている。
- [0114] 本体部66の下側の端面（下端面66b）は、ベース3の上面104に接触して、上面104に対して摺動可能に形成されている。本体部66の下端面66bは、例えば、第2副軸ギア63の中心軸GC4に直交又は略直交する平面又は略平面となっている。また、本体部66の上側の端面（上端面66c）は、上端面66cが面する部材に接触して、この部材に対して摺動可能に形成されている。本体部66の上端面66cは、例えば、第2副軸ギア63の中心軸GC4に直交又は略直交する平面又は略平面となっている。
- [0115] マグネット支持部67は、本体部66においてギア部64よりも上側の部分から上側に延びる部分であり、第2副軸ギア63の中心軸GC4に沿って延びる筒状の部分である。マグネット支持部67は、本体部66の上端面66cを超えて上側に延びており、本体部66の上端面66cとマグネット支持部67の内周側に面する面（内周面67a）とによってマグネット支持部67の内部に筒状の空間を形成している。マグネット支持部67の外周面67bは、ギア部64の先端よりも内周側に位置するようになっている。マグネット支持部67は、例えば、第2副軸ギア63の中心軸GC4を中心又は略中心とする円筒状又は略円筒状の部材である。図19に示すように、マグネット支持部67の内周面67aには本体部66の上端面66cが接続しており、本体部66は、マグネット支持部67と接続する部分において、ギア

部64よりも下の部分より外周側に大きくなっていてもよく、また、マグネット支持部67と接続する部分において、ギア部64よりも下の部分より外周側に大きくなっていなくてもよい。なお、マグネット支持部67の形状は、円筒状又は略円筒状に限られず他の形状であってもよい。例えば、マグネット支持部67の形状は角筒状等の形状であってもよい。

[0116] マグネット支持部67の上側の端面（上端面67c）は、第2副軸ギア63の中心軸GC4に直交又は略直交する平面又は略平面となっている。アブソリュートエンコーダ2において、上端面67cの全周にマグネットMrが接触可能になるように、マグネット支持部67の内周面67aは、マグネットMrの外周側に面する面（外周面Mrd）よりも内周側に位置するようになっている。また、アブソリュートエンコーダ2において、上端面67cが第2副軸ギア軸62の上側の端面（上端面62b）よりも上側に位置するように、マグネット支持部67は形成されている。なお、マグネット支持部67の上端面67cは、ベース3の上面104に対して平行又は略平行になっており、第2副軸ギア63が回転した時に、上端面67cがベース3の上面104に対して面ブレせずに回転するようになっている。

[0117] マグネットホルダ部65は、有底筒状の樹脂材料から形成された部材である。マグネットホルダ部65の樹脂材料は、例えば接着剤が着く樹脂材料である。マグネットホルダ部65は、具体的には、筒状に延びる筒部68と、筒部68の一端側の端から内周側に延びる底部69とを有している。筒部68は、第2副軸ギア63のマグネット支持部67を内部に収容して、マグネットホルダ部65をマグネット支持部67に嵌着可能にする嵌着部65aを形成し、筒部68及び底部69は、マグネットMrを内部に収容して保持可能にするマグネット収容部65bを形成している。

[0118] マグネットホルダ部65の筒部68は、アブソリュートエンコーダ2において、第2副軸ギア63の中心軸MC4に一致又は略一致する中心軸に沿って延びる円筒面状又は略円筒面状の内周面68aを有している。内周面68aは、内周側に面する面であり、筒部68の底部69側の端とは反対側の端

(開口端68c)から底部69側に延びる面であり、筒部68の開口端68cにおいて開口を形成している。内周面68aが内部に形成する空間が嵌着部65aとなる。内周面68aは、第2副軸ギア63のマグネット支持部67が嵌着部65aに收容された際に、マグネット支持部67がマグネットホルダ部65に締め込み嵌めとなるように、マグネット支持部67の外周面67bに接触するように形成されている。なお、筒部68の内周面68aの形状は、円筒状又は略円筒状に限られず他の形状であってもよい。筒部68の内周面68aの形状は、收容されるマグネット支持部67の形状に対応する形状となる。

[0119] また、マグネットホルダ部65の筒部68は、アブソリュートエンコーダ2において、第2副軸ギア63の中心軸MC4に一致又は略一致する中心軸に沿って延びる、また、マグネットMrの中心軸MrCに一致又は略一致する中心軸に沿って延びる、円筒面状又は略円筒面状の内周面68bを有している。内周面68bは、内周側に面する面であり、内周面68aと底部69の底面69aとの間に延びる面である。内周面68bと底部69の底面69aとが内部に形成する空間がマグネット收容部65bとなる。内周面68bは、マグネットMrがマグネット收容部65bに收容された際に、マグネットMrの外周面Mrdに径方向において対向するように形成されている。内周面68bは、内周面68aよりも内周側に位置しており、内周面68aと内周面68bとの間には段差が形成されている。また、内周面68bは、中心軸方向の幅がマグネットMrの中心軸MrC方向の幅よりも小さくなっている。内周面68bは、マグネットMrがマグネット收容部65bに收容された際に、マグネットMrの外周面Mrdに径方向において空間を空けて対向するように形成されていてもよく、マグネットMrの外周面Mrdに径方向において空間を空けないで対向するように形成されていてもよい。

[0120] マグネットホルダ部65の底部69は、筒部68の開口端68cとは反対側の端(閉鎖端68d)から内周側に向かって延びる円盤状の部分であり、上述の底面69aを有している。底面69aは、マグネット收容部65bに

面する面であり、筒部68の中心軸に対して直交又は略直交する平面又は略平面の沿う面である。また、底部69には、底部69を筒部68の中心軸方向において貫通する貫通孔である開口部69bが形成されている。底部69の底面69aは、マグネットMrがマグネット収容部65bに収容された際に、マグネットMrの中心軸MrCが筒部68の中心軸と平行又は略平行となるマグネットMrの姿勢で、マグネットMrの上面Mraに接触するように形成されている。また、底部69の開口部69bは、マグネットMrがマグネット収容部65bに収容された際に、マグネットMrの磁束が開口部69bを通過するように形成されている。

[0121] 第2副軸ギア軸62は、上述のように、磁性体から形成されており、マグネットホルダ61の回転軸線方向においてマグネットMrと第2副軸ギア軸62との間で磁力による吸引力が生じるようになっている。具体的には、第2副軸ギア軸62は、第2副軸ギア軸62の方向にマグネットMrを付勢する磁力を発生するようになっている。

[0122] また、第2副軸ギア軸62の上側の端（上端面62b）側の部分には、第2副軸ギア軸62の軸線周りに環状の溝62cが形成されており、溝62cには止め輪62dが係合可能に形成されている。止め輪62dは、マグネットホルダ61の第2副軸ギア軸62の軸線方向の移動を制限するための部材であり、第2副軸ギア軸62の上端面62b側の部分の外径を部分的に大きくする部材である。図19に示すように、止め輪62dは、例えば、cリングやeリング等の環状部材である。アブソリュートエンコーダ2において、溝62cは、止め輪62dが第2副軸ギア63の本体部66の上端面66cに空間を空けて対向するように、第2副軸ギア軸62に設けられている。

[0123] 図19, 20に示すように、マグネットMrは、マグネットホルダ部65のマグネット収容部65b内に収容される円盤状又は略円盤状の永久磁石であり、上面Mra、下面Mrb、及び外周面Mrdを有している。なお、本発明の実施の形態においては、マグネットMrの2つの磁極（N/S）は、マグネットMrの中心軸MrCに対して垂直な水平面（XY平面）内で隣り

合うように形成されることが望ましい。これにより、角度センサ S_r の回転角又は回転量の検出精度をさらに向上させることができる。なお、マグネット M_r は、例えばフェライト系、Nd（ネオジウム）-Fe（鉄）-B（ホウ素）系等の磁性材料から形成される。マグネット M_r は、例えば樹脂バインダを含むゴム磁石、ボンド磁石等であってもよい。また、図21は、本発明の実施の形態に適応可能な円筒状のマグネット M_r を示す概略斜視図である。図示の例のマグネット M_r では、第1磁極部分Nと第2磁極部分Sとが、マグネット M_r の径方向 D_1 における中央又は略中央を境に、径方向 D_1 に並んで隣接して設けられている。また、図示の例のマグネット M_r では、第1磁極部分Nと第2磁極部分Sとが、軸（中心軸 M_rC ）方向 D_2 の中央又は略中央を境に、軸方向 D_2 に並んで隣接して設けられている。なお、図21に示される矢印 DM は磁化方向を表す。このような着磁方向は、一般的に面方向着磁と呼ばれ、マグネット M_r には面方向着磁された磁石が用いられている。

[0124] 上述のようにマグネットホルダ61は構成されており、アブソリュートエンコーダ2において、第2副軸ギア63の本体部66の貫通孔66aに第2副軸ギア軸62が挿入され、第2副軸ギア軸62の溝62cに止め輪62dが取り付けられ、アブソリュートエンコーダ2において、第2副軸ギア63は取り付けられる。アブソリュートエンコーダ2において、マグネットホルダ61は、回転軸線周りに回転可能となっている。マグネットホルダ61の回転軸線は、第2副軸ギア軸62の中心軸 GC_4 に一致又は略一致している。止め輪62d及び第2副軸ギア軸62の上端面62b側の部分は、第2副軸ギア63のマグネット支持部67が内周側に形成する空間に收容される。

[0125] また、アブソリュートエンコーダ2において、マグネットホルダ部65のマグネット收容部65bにマグネット M_r が收容され、マグネットホルダ部65にマグネット M_r が固定される。マグネットホルダ部65へのマグネット M_r の固定は、接着剤による接着によって成される。例えば、マグネットホルダ部65のマグネット收容部65bを形成する内周面68bとマグネッ

トM rの外周面M r dとの間を接着材によって接着する。マグネットホルダ部6 5のマグネット收容部6 5 bを形成する底面6 9 aにマグネットM rの下面M r bが接触した状態でマグネットM rがマグネットホルダ部6 5に固定されることにより、マグネットM rの中心軸M r Cと第2副軸ギア軸6 2の中心軸との一致を図ることができ、マグネットM rの中心軸M r Cと第2副軸ギア軸6 2の回転軸線との一致を図ることができ、角度センサS rによるマグネットM rの回転量又は回転角の検知をより高精度にすることができる。なお、マグネットM rのマグネット收容部6 5 bへの固定は、接着剤によるものに限らず、第1副軸ギア3 0のようなマグネットM rのマグネット收容部6 5 bへの圧入による嵌着等の他の固定方法によるものであってもよい。

[0126] また、アブソリュートエンコーダ2において、上述のように、マグネットM rが固定されたマグネットホルダ部6 5が、第2副軸ギア6 3のマグネット支持部6 7に嵌着されて、マグネットホルダ部6 5が第2副軸ギア6 3に固定され、マグネットホルダ6 1が組立られる。具体的には、マグネットホルダ部6 5の嵌着部6 5 aにマグネット支持部6 7が圧入され、マグネットホルダ部6 5の嵌着部6 5 aを形成する内周面6 8 aがマグネット支持部6 7の外周面6 7 bを内周側に押圧し、また、マグネット支持部6 7の外周面6 7 bがマグネットホルダ部6 5の内周面6 8 aを外周側に押圧し、マグネットホルダ部6 5が第2副軸ギア6 3に固定される。なお、マグネットホルダ部6 5の第2副軸ギア6 3への固定は、嵌着によるものに限らず、他の固定方法によるものであってもよい。

[0127] マグネットホルダ部6 5が第2副軸ギア6 3に固定されて組み立てられたマグネットホルダ6 1において、マグネットM rは、第2副軸ギア6 3とマグネットホルダ部6 5との間に挟持されて固定される。具体的には、マグネット支持部6 7の上端面6 7 cがマグネットM rの下面M r bに接触し、マグネット支持部6 7の上端面6 7 cとマグネットホルダ部6 5の底部6 9の底面6 9 aとの間にマグネットM rは挟まれて、マグネットM rはその中心

軸M_rC方向において固定される。一方、マグネットM_rのその中心軸M_rCに直交する径方向の固定は、マグネットM_rの外周面M_rdとマグネットホルダ部65の内周面68bとの間の接着によって成される。

[0128] また、アブソリュートエンコーダ2において、マグネットM_rの上面M_raは、マグネットホルダ部65の底部69に形成された開口部69bを介してマグネットM_rの中心軸M_rC方向において角度センサS_rと対向する。これにより、角度センサS_rがマグネットM_rからの磁束を検知可能になっている。

[0129] 上述のように、アブソリュートエンコーダ2に取り付けられたマグネットホルダ61は、第2副軸ギア軸62を回転軸として、第2中間ギア70の中心軸G_C3と平行又は略平行な回転軸線周りに回転可能になっている。

[0130] また、第2副軸ギア軸62は、磁性体から形成されており、第2副軸ギア軸62の方向にマグネットM_rを付勢する磁力を発生するようになっている。このため、アブソリュートエンコーダ2において、マグネットM_rには第2副軸ギア軸62からの磁力が作用しており、第2副軸ギア軸62からの磁力は、マグネットM_rを第2副軸ギア軸62に向かって引き付けている。アブソリュートエンコーダ2が図示の姿勢（正立状態）においては、第2副軸ギア63の本体部66の下端面66bがベース3の上面104に摺動可能に接触しており、第2副軸ギア軸62からの軸力により、マグネットホルダ61は、第2副軸ギア63の下端面66bがベース3の上面104に接触する方向に付勢されている。ここで、面方向着磁されたマグネットは、径方向着磁されたマグネットに比べて、磁束密度がマグネット中央に集約されているという特性がある。上述のように、マグネットM_rは面方向着磁されたマグネットであり、また、第2副軸ギア軸62は磁性体で形成されている。このため、マグネットM_rの磁束密度は、第2副軸ギア軸62の磁性体によって、よりマグネットM_rの中央付近に集約されることになり、これにより、アブソリュートエンコーダ2においては、角度センサS_rが精度よく磁束を検出することが可能となる。

[0131] 一方、アブソリュートエンコーダ2が図示の正立状態から反転して上下方向が逆になった状態（倒立状態）においては、止め輪62dと第2副軸ギア63の本体部66の上端面66cとの間の隙間により、マグネットホルダ61が第2副軸ギア63の中心軸MC4方向に、第2副軸ギア軸62に対して移動し得る。つまり、マグネットMrが角度センサSr側に移動し、マグネットMrと角度センサSrとの間の間隔が変化し得る。しかしながら、アブソリュートエンコーダ2においては、第2副軸ギア軸62が磁性体から形成されており、第2副軸ギア軸62がその磁力によってマグネットMrを第2副軸ギア軸62に向かって引き付けている。このため、アブソリュートエンコーダ2が倒立状態になったとしても、マグネットホルダ61は第2副軸ギア63の下端面66bがベース3の上面104に接触した状態に保持され、マグネットホルダ61が正立状態における中心軸MC4方向における位置を保ち、マグネットMrが角度センサSr側に移動することが防止されている。このため倒立状態においても、マグネットMrと角度センサSrとの間の間隔は、正立状態における間隔に保持される。

[0132] このように、アブソリュートエンコーダ2においては、アブソリュートエンコーダ2の使用姿勢によってマグネットMrと角度センサSrとの間の間隔が変わることがなく、アブソリュートエンコーダ2の使用姿勢が検出精度に与える影響を低減することができる。

[0133] また、第2副軸ギア63は、第2副軸ギア軸62に取り付けられた止め輪62dによって、第2副軸ギア軸62の軸線方向における移動が制限されている。つまり、マグネットホルダ61は、第2副軸ギア軸62の軸線方向における移動が制限されている。このため、アブソリュートエンコーダ2に大きな衝撃が加わり、第2副軸ギア軸62の磁力に抗してマグネットホルダ61を第2副軸ギア軸62の軸線方向上側に移動させる力が加わった場合であっても、止め輪62dによってマグネットホルダ61の移動が制限される。このため、マグネットホルダ61が第2副軸ギア軸62から外れる等の不具合の発生を防止することができる。

- [0134] 上述のように、第2副軸ギア63におけるマグネット支持部67は、上側の端面である上端面67cがマグネットMrを第2副軸ギア63の上側に支持する磁石支持部としても機能する。マグネットホルダ部65は、マグネットMr及び第2副軸ギア63を、上側から覆いマグネットMrをマグネット支持部67の上端面67cに保持する磁石保持部として機能する。
- [0135] そして、マグネットホルダ部65は、第2副軸ギア63よりも破断伸び特性が大きい樹脂材料により形成されている。マグネットホルダ部65は、磁石接合部として機能する底部69の底面69aと、嵌着部65aとして機能する内周面68aとを有する。
- [0136] 圧入による組付け構造は、組み付ける部材同士の同芯を確保するという点において、特殊な設備も必要なく、比較的簡易に行える工法の一つである。マグネットホルダ部65及び第2副軸ギア63のような樹脂同士の圧入構造においては、部材の形状の一部、具体的にはマグネット支持部67の外周面67bをガイドとして、組み付けられる部品の保持及び芯出しの確保、圧入部材同士の保持強度の確保を考慮する必要がある。このため、マグネットホルダ部65及び第2副軸ギア63の樹脂材料には、フィラーを加えた強化材にし、低線膨張係数化、高弾性率化の傾向を有する材質を選択することが必要となる。しかしながら、このような低線膨張係数化、高弾性率化された樹脂材料は、強度の面において圧入時に割れが発生しやすく、かつ、圧入された状態を保持する耐久性を得ることが難しかった。
- [0137] 嵌着部65aを有するマグネットホルダ部65は、外周方向に圧入後の変形の逃げ場があり、引張応力を受けやすい。一方、圧入される軸側の第2副軸ギア63は、マグネットホルダ部65が圧入された後の変形の逃げ場がないため、マグネットホルダ部65と比較すると応力による破損リスクが低い。そこで、アブソリュートエンコーダ2において、材料の破断伸び特性に着目し、マグネットホルダ部65において、強化フィラー含有率を変えることなく、第2副軸ギア63よりも破断伸びの大きい特性のものを採用することで、圧入時の破損を防止することができる。ここで、破断伸び特性（破断時

伸び)とは、引張り試験における試験片の破断時の伸び、決められた標点間での破断直前の伸びである。

[0138] (第2副軸ギア軸)

上述の第2副軸ギア軸62の具体的な形状について以下に説明する。図22は、第2副軸ギア軸62の下端面62a側の一端部62fを示す拡大断面図である。

[0139] 第2副軸ギア63の第2副軸ギア軸62は、上述のように、ベース3の基部101の軸支持部137の貫通孔137aに圧入されて固定される軸である。図22に示すように、第2副軸ギア軸62は、テーパ面部62eを有している。テーパ面部62eは、一端部62fの径が周面62gの径よりも小さくなるような傾斜した外周面である。テーパ面部62eは、第2副軸ギア軸62のテーパ面部62eと周面62gとの間の外周面の接続部62hが、曲面で接続されている。つまり、テーパ面部62eは、周面62gとの間の外周面の接続部62hに、曲面加工が施されている。

[0140] 図23, 24は、ベース3の基部101の貫通孔137aに第2副軸ギア軸62が圧入される様子を示す模式図である。

[0141] 図23, 24に示すように、第2副軸ギア軸62は、ベース3の貫通孔137aに圧入される際に、テーパ面部62eが貫通孔137aに挿入された後に、テーパ面部62eと周面62gとの間の外周面の接続部62hが貫通孔137aに接触する。主軸アダプタ12のテーパ面部126, 127の接続部126a, 127aと同様に、接続部62hにも曲面加工が施されていることにより、第2副軸ギア軸62が円滑に貫通孔137aに圧入されるため、第2副軸ギア軸62及び貫通孔137aの双方が削れてしまうことを防止することができる。また、主軸アダプタ12の表面の面粗度 R_{max} (最大粗さ)は、例えば、 $1.6[\mu m]$ 以下とするとよい。このため、第2副軸ギア軸62によれば、主軸アダプタ12と同様に、削りカス等の飛び散りを抑制することができる。また、第2副軸ギア軸62によれば、部材が削れることに起因する、第2副軸ギア軸62が倒れて(傾いて)圧入されてしま

うことを抑制することができる。さらに、第2副軸ギア軸62によれば、第2副軸ギア軸62の傾きが抑えられることにより、圧入代（圧入に必要な寸法）を低減することができる。

[0142] なお、アブソリュートエンコーダ2において、支持部材に圧入される軸において、テーパ面部と周面との間の外周面の接続部に曲面加工が施されている例は、上述した主軸アダプタ12や第2副軸ギア軸62には限定されない。アブソリュートエンコーダ2において、例えば、第1副軸ギア30の支持軸における、テーパ面部と周面との間の外周面の接続部に曲面加工が施されていてもよい。

[0143] アブソリュートエンコーダ2において、主軸ギア10、第1中間ギア20、第1副軸ギア30、第2中間ギア70、及び第2副軸ギア63は上述のように設けられており、主軸ギア10及び第1副軸ギア30の回転軸線は互いに平行であり、第1中間ギア20の回転軸線は、主軸ギア10及び第1副軸ギア30の夫々の回転軸線に対してねじれの位置にある。また、第1副軸ギア30、第2中間ギア70、及び第2副軸ギア63の回転軸線は互いに平行である。この各ギアの配置により、角度センサ S_q 、 S_r の検出結果に応じて主軸ギア10の複数回の回転にわたる回転量を特定することができる。第1中間ギア20の回転軸線が、主軸ギア10及び第1副軸ギア30の回転軸線に対してねじれの位置にあり正面視で直交するため、アブソリュートエンコーダ2は屈曲した伝達経路を構成して薄型化することができる。

[0144] （バックラッシュ低減機構）

上述のように、アブソリュートエンコーダ2は、第2ウォームギア部22を第2ウォームホイール部31の方向に付勢する付勢機構40を有しており、付勢機構40は、第2ウォームギア部22と第2ウォームホイール部31との間のバックラッシュを低減するバックラッシュ低減機構である。図5、図6、図11、図14等を示すように、付勢機構40は、付勢バネ41と、支持突起45と、付勢バネ41を支持突起45に固定するためのネジ8bとを有している。また、上述のベース3の支持突起131の貫通孔143及び

支持突起 141 の貫通孔 145 も、付勢機構 40 を構成する。

[0145] 付勢バネ 41 は、第 2 ウォームギア部 22 を第 2 ウォームホイール部 31 の方向に押圧する押圧力を発生するための部材であり、弾性部材である。付勢バネ 41 は、例えば板バネであり、金属板から形成されている。図 12, 14 に示すように、付勢バネ 41 は、具体的には、弾性変形して押圧力を発生する部分であるバネ部 42 と、バネ部 42 を挟んで対向する部分である係合部 43 及び固定部 44 とを有している。係合部 43 と固定部 44 とは、付勢バネ 41 において一对の端部を形成する部分である。

[0146] 固定部 44 は、ベース 3 の基部 101 の上面 104 から突出する支持突起 45 にネジ 8b によって固定可能に形成されている。ネジ 8b は固定部材の一例であり、固定部 44 には、ネジ 8b が挿通される孔 44a が形成されている。固定部 44 は、平面状に延びており、支持突起 45 の平面状の支持面 45a に接触した状態でネジ 8b により支持突起 45 に固定されるようになっている。

[0147] 係合部 43 は、第 1 中間ギア軸 23 の副軸側端部 23b に係合可能な形状を有している。係合部 43 は、例えば、図 13, 図 14 に示すように、係合部 43 のバネ部 42 からの延び方向に沿って延びる隙間を形成する係合溝 43a を有している。係合溝 43a は、係合部 43 のバネ部 42 との接続部 43c と背向する端縁である先端縁 43b 側に開放する溝であり、上述の板バネ 9 の一端 9a のように二俣状に分かれた分岐体を形成している。係合部 43 も平面状に延びている。第 1 中間ギア軸 23 の副軸側端部 23b には、第 1 中間ギア軸 23 の中心軸に直交又は略直交する方向に延びる環状の溝である被係合溝 23d が形成されており、係合部 43 の係合溝 43a はこの被係合溝 23d に係合可能になっている。この係合溝 43a の上下方向に平行な一辺が被係合溝 23d において第 1 中間ギア軸 23 を押圧することで、第 2 ウォームギア部 22 が第 2 ウォームホイール部 31 に向かう方向に第 1 中間ギア 20 が付勢されている。また、係合溝 43a の左右方向に平行な二辺が被係合溝 23d において第 1 中間ギア軸 23 に接触しており、第 1 中間ギア

軸 2 3 によって付勢バネ 4 1 の上下方向の移動は規制されている。

[0148] バネ部 4 2 は、係合部 4 3 の第 1 中間ギア軸 2 3 への係合方向に弾性変形しやすい形状を有しており、具体的には、図 1 4 に示すように、係合溝 4 3 a の延び方向に撓みやすい形状を有している。例えば、バネ部 4 2 は、第 1 中間ギア 2 0 を付勢する方向とは反対方向に突出するように湾曲している。

[0149] バネ部 4 2 が支持突起 4 5 とは反対側に固定部 4 4 から立ち上がる姿勢で付勢バネ 4 1 は固定部 4 4 においてネジ 8 b により支持突起 4 5 に固定される。この固定状態において、係合部 4 3 の係合溝 4 3 a が第 1 中間ギア軸 2 3 の被係合溝 2 3 d に係合するように、また、この係合状態においてバネ部 4 2 が係合部 4 3 を第 1 中間ギア軸 2 3 に押圧する押圧力を発生するように、バネ部 4 2 や係合部 4 3 の寸法、係合部 4 3 の延び方向のバネ部 4 2 の延び方向に対する角度等が設定されている。上述の止め輪（不図示）が第 1 中間ギア軸 2 3 に取り付けられている場合、この付勢バネ 4 1 の固定及び係合状態において、止め輪は、支持突起 1 4 1 の外側面に接触している。後述するバックラッシュ低減機能から、係合部 4 3 の係合溝 4 3 a は、付勢バネ 4 1 の固定状態において、第 1 中間ギア軸 2 3 の中心軸に直交又は略直交する方向に延びるように形成されていることが好ましい。なお、この付勢バネ 4 1 は、第 1 中間ギア軸 2 3 の中心軸方向への移動を規制することも可能なため、上述のように止め輪を省略してもよい。

[0150] 図 5, 6, 1 1, 1 4 等に示すように、板バネ 9 と付勢バネ 4 1 とは 1 つの部材として一体に形成されている。具体的には、板バネ 9 の他端 9 b と付勢バネ 4 1 の固定部 4 4 とは一体に形成されており、同一の部材からなっている。つまり、板バネ 9 及び付勢バネ 4 1 は、一続きの弾性部材から形成されており、板バネ 9 及び付勢バネ 4 1 は夫々、この一続きの弾性部材の一部であり、板バネ 9 の他端 9 b と付勢バネ 4 1 の固定部 4 4 とは、この一続きの弾性部材の同一の部分に形成されている。

[0151] 次いで、アブソリュートエンコーダ 2 の付勢機構 4 0 の作用について説明する。

- [0152] アブソリュートエンコーダ2において、第1中間ギア軸23は、主軸側端部23aがベース3の支持突起131に形成された貫通孔143に挿通され、副軸側端部23bがベース3の支持突起141に形成された貫通孔145に挿通され、ベース3において支持されている。このように、第1中間ギア軸23は、支持突起131、141に支持されている。
- [0153] 第1中間ギア20は、このように第1中間ギア軸23に回転可能に支持されている。また、板バネ9の作用により、第1中間ギア20は、支持突起141に向かって付勢されており、第1中間ギア20の副軸側摺動部26が支持突起141の内側面141aに当接している（図13参照）。
- [0154] 上述のように、第1中間ギア軸23の副軸側端部23bを支持する長穴形状の貫通孔145は、長軸が短軸より長く、副軸側端部23bが貫通孔145の長軸に沿って、つまり水平面に沿って貫通孔145の長軸の幅の範囲で移動可能に支持されている。一方、第1中間ギア軸23の主軸側端部23aを支持する貫通孔143は、丸穴形状となっており、このため、アブソリュートエンコーダ2において、第1中間ギア軸23は、支持突起131、141の貫通孔143、145及び付勢機構40により、主軸側端部23aの支持部分を中心又は略中心として、水平面に沿って揺動可能になっている。
- [0155] また、このように支持された第1中間ギア軸23には、副軸側端部23bの被係合溝23dに付勢バネ41の係合部43が係合されており、付勢バネ41は、第1中間ギア軸23の副軸側端部23bに、第1中間ギア20の第2ウォームギア部22が第1副軸ギア30の第2ウォームホイール部31方向（第2噛み合い方向P2）に向かって押圧されるように、付勢力を与えている。これにより、第1中間ギア20の第2ウォームギア部22が第1副軸ギア30の第2ウォームホイール部31に押し付けられ、第2ウォームギア部22と第2ウォームホイール部31とは、所謂底突き現象を起こし、ギア間のバックラッシュはゼロとなっている。
- [0156] また、揺動可能に支持された第1中間ギア軸23の運動側の副軸側端部23bが付勢バネ41によって付勢されているため、揺動時に第1中間ギア軸

23は絶えず第2ウォームギア部22が第2ウォームホイール部31に向かう方向に付勢されている。このため、第1中間ギア軸23が揺動することによりギア間の回転に不具合を発生させることなく、第2ウォームギア部22と第2ウォームホイール部31のバックラッシュを常にゼロにすることができる。

[0157] 例えば、アブソリュートエンコーダ2の周辺温度が高温になった場合、第1副軸ギア30は材質の線膨張係数に従って膨張し、第2ウォームホイール部31のギアのピッチ円が拡大する。この時、ベース3の支持突起141に形成された貫通孔145が本実施の形態のように長穴ではなく丸穴であった場合、第1中間ギア軸23の副軸側端部23bは貫通孔145によって固定されてしまい、第1中間ギア軸23は本実施の形態のように揺動することができない。このため、温度上昇によってギアのピッチ円が拡大した第1副軸ギア30の第2ウォームホイール部31は、第1中間ギア20の第2ウォームギア部22に強い力で接触し、ギアが回転しなくなる場合がある。

[0158] また、逆にアブソリュートエンコーダ2の周囲温度が低温になった場合、第1副軸ギア30は材質の線膨張係数に従って収縮し、第2ウォームホイール部31のギアのピッチ円が縮小する。この時、ベース3の支持突起141に形成された貫通孔145が本実施の形態のように長穴ではなく丸穴であった場合、第1中間ギア軸23の副軸側端部23bは貫通孔145によって固定されてしまい、第1中間ギア軸23は本実施の形態のように揺動することができない。この場合は、第1中間ギアの22の第2ウォームギア部22と第1副軸ギア30の第2ウォームホイール部31との間のバックラッシュが大きくなり、第1中間ギアの22の回転が精度良く第1副軸ギア30に伝わらなくなる。

[0159] これに対し、本実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2においては、上述のように、第1中間ギア軸23は、主軸側端部23aの支持部分を中心又は略中心として、水平面に沿って揺動可能に支持されており、また、付勢機構40によって第1中間ギア20は、第2ウォームギア部22側から第

2ウォームホイール部31側に常に付勢されている。また、第1中間ギア軸23に支持された第1中間ギア20は、板バネ9によって支持突起141に向かって付勢されている。このため、上述のように周囲温度の変化が起き、第1副軸ギア30の第2ウォームホイール部31のギアのピッチ円が変化した場合でも、第2ウォームギア部22と第2ウォームホイール部31との歯面同士が常に適切な押圧力で接触した状態で、バックラッシュがゼロになる。このため、温度変化によってギアが回転しなくなったり、第1中間ギア20から第1副軸ギア30へ伝達する回転の精度が悪化することを避けることができる。

[0160] このため、アブソリュートエンコーダ2においては、減速機構のバックラッシュが検出精度に与える影響を低減することができる。これにより、特定可能な主軸1aの回転量の分解能を維持しつつ、特定可能な主軸1aの回転量の範囲を広げることができる。

[0161] なお、揺動による第1中間ギア軸23の副軸側端部23bの位置に拘わらず、付勢バネ41から一定又は略一定の押圧力が発生するように、付勢機構40を設定することが好ましい。

[0162] 上述のように、第1中間ギア軸23の主軸側端部23aを支持する支持突起131の貫通孔143は丸穴形状となっており、副軸側端部23bを支持する支持突起141の貫通孔145は長軸側の幅が短軸側の幅よりも大きい長穴形状となっており、第1中間ギア軸23は支持突起131の貫通孔143を支点に水平方向に平行に又は略平行に揺動できるようになっている。このため、第1中間ギア軸23の揺動において、第1ウォームギア部11に対する第1ウォームホイール部21の移動量よりも、第2ウォームホイール部31に対する第2ウォームギア部22の移動量の方が大きくなり、第2ウォームギア部22と第2ウォームホイール部31が底突きをした場合でも、第1ウォームギア部11部と第1ウォームホイール部21とは底突きしない。

[0163] 図10～13に示すように、副軸側端部23bにおいて第1中間ギア軸23を支持する貫通孔145は、筒面又は略円筒面を形成しているが、貫通孔

145は、このような形状を有するものに限られない。例えば、貫通孔145は、図25に示すように、断面形状が長穴ではなく長方形又は略長方形であるものであってもよい。つまり、貫通孔145は、互いに対向する一对の面145a及び互いに対向する一对の面145bを形成する、四角柱状に延びる貫通孔であってもよい。貫通孔145を形成する一对の面145a及び一对の面145bは、平面であってもよく、曲面であってもよい。アブソリュートエンコーダ2において、一对の面145aが水平方向に延び、一对の面145bが上下方向に延びている。面145aの水平方向の幅は面145bの上下方向の幅よりも長くなっている。図25に示す貫通孔145においても、上述の貫通孔145と同様に第1中間ギア軸23を揺動可能にすることができる。

[0164] 同様に貫通孔143は上述の形状を有するものに限られない。例えば、貫通孔143は、所謂ナイフエッジ構造を有するものであってもよい。具体的には、貫通孔143は、線接触又は点接触によって第1中間ギア軸23に接触するものであってもよい。例えば、貫通孔143は、図26(a)、(b)に示すように、貫通孔143の延び方向において内部側に向かうにつれて縮径する一对の円錐面状又は略円錐面状の傾斜面143cによって形成されているものでもよい。この場合、一对の傾斜面143cが接続する部分の丸穴を描く環状の線（接続線143d）において貫通孔143は第1中間ギア軸23と接触してこれを支持する。接続線143dの丸穴形状は、上述の貫通孔143の丸穴形状と平面視で同様の形状を有している。貫通孔143は線接触又は点接触によって第1中間ギア軸23を支持するため、貫通孔143の丸穴の径を第1中間ギア軸23の直径により近付けたとしても、第1中間ギア軸23を揺動可能にすることができる。このため、貫通孔143の断面形状を、貫通孔143と第1中間ギア軸23との間の間隙を有さない形状に近づけることができる。これにより、第1中間ギア軸23の揺動の際に貫通孔143と接触する第1中間ギア軸23の部分の移動を抑制することができ、第1中間ギア軸23の揺動によって、第1ウォームギア部11と第1ウ

オームホイール部 2 1 と間の距離の変動を抑制することができる。なお、支持突起 1 4 1 の貫通孔 1 4 5 についても、上述の支持突起 1 3 1 の貫通孔 1 4 3 のように所謂ナイフエッジ構造を有するものであってもよい、例えば長穴を描く環状の線を形成する一対の円錐面状又は略円錐面状の傾斜面によって形成されているものでもよい。

[0165] また、貫通孔 1 4 5 は、図 2 7 (a) , (b) に示すように、貫通孔 1 4 5 の延び方向において内部側に向かうに連れて細くなる一対の四角錐面状又は略四角錐面状の傾斜面 1 4 5 e によって形成されているものでもよい。この場合、一対の傾斜面 1 4 5 e が接続する部分の四角形若しくは略四角形を描く環状の線（接続線 1 4 5 f）において貫通孔 1 4 5 は第 1 中間ギア軸 2 3 と接触してこれを支持する。接続線 1 4 5 f は、互いに対向する一対の部分である線部 1 4 5 g 及び互いに対向する一対の部分である線部 1 4 5 h を有している。一対の線部 1 4 5 g 及び一対の線部 1 4 5 h は、直線であってもよく、曲線であってもよい。アブソリュートエンコーダ 2 において、一対の線部 1 4 5 g が水平に沿って延び、一対の線部 1 4 5 h が上下方向に延びている。線部 1 4 5 g の長さは線部 1 4 5 h の上下方向の長さよりも長くなっている。なお、支持突起 1 3 1 の貫通孔 1 4 3 についても、上述の支持突起 1 4 2 の貫通孔 1 4 5 のように、四角形若しくは略四角形を描く環状の線を形成する一対の四角錐面状又は略四角錐面状の傾斜面によって形成されているものであってもよい。この場合、環状の線は正方形又は略正方形となる。この場合も、上述の図 2 6 の場合と同様に、貫通孔 1 4 3 は線接触又は点接触によって第 1 中間ギア軸 2 3 を支持するため、上下方向に延びる線部（図 2 7 の線部 1 4 5 h に対応）の長さ及び水平方向に延びる線部（図 2 7 の線部 1 4 5 g に対応）の長さを第 1 中間ギア軸 2 3 の直径により近付けたとしても、第 1 中間ギア軸 2 3 を揺動可能にすることができる。このため、貫通孔 1 4 3 の形状を、貫通孔 1 4 3 と第 1 中間ギア軸 2 3 との間の上下方向及び水平方向の間隙を有さない形状に近づけることができる。これにより、第 1 中間ギア軸 2 3 の揺動の際に貫通孔 1 4 3 と接触する第 1 中間ギア軸 2

3の部分の移動を抑制することができ、第1中間ギア軸23の揺動によって、第1ウォームギア部11と第1ウォームホイール部21と間の距離の変動を抑制することができる。

[0166] (制御部)

次いで、アブソリュートエンコーダ2の制御部について説明する。図28は、図2に示される基板5を下面5a側から見た図である。マイコン51、ラインドライバ52、双方向性ドライバ53、及びコネクタ6は、基板5に実装されている。マイコン51、ラインドライバ52、双方向性ドライバ53、及びコネクタ6は、基板5上のパターン配線によって電氣的に接続されている。

[0167] 双方向性ドライバ53は、コネクタ6に接続される外部装置との間で双方向の通信を行う。双方向性ドライバ53は、操作信号等のデータを差動信号に変換して外部装置との間で通信を行う。ラインドライバ52は、回転量を表すデータを差動信号に変換し、差動信号をコネクタ6に接続される外部装置にリアルタイムで出力する。コネクタ6には、外部装置のコネクタが接続される。

[0168] 図29は、図1に示すアブソリュートエンコーダ2の機能的構成を概略的に示すブロック図である。図29に示すマイコン51の各ブロックは、マイコン51としてのCPU (Central Processing Unit: 中央演算処理装置) がプログラムを実行することによって実現されるファンクション (機能) を表したものである。

[0169] マイコン51は、回転角取得部51p、回転角取得部51q、回転角取得部51r、テーブル処理部51b、回転量特定部51c、及び出力部51eを備えている。回転角取得部51pは、角度センサSpから出力された信号をもとに主軸ギア10の回転角度Apを取得する。回転角度Apは、主軸ギア10の回転角度を示す角度情報である。回転角取得部51qは、磁気センサSqから出力された信号をもとに第1副軸ギア30の回転角度Aqを取得する。回転角度Aqは、第1副軸ギア30の回転角度を示す角度情報である。

。回転角取得部51rは、磁気センサS_rから出力された信号をもとにマグネットホルダ61、つまり第2副軸ギア63の回転角度A_rを取得する。回転角度A_rは、第2副軸ギア63の回転角度を示す角度情報である。

[0170] テーブル処理部51bは、第1副軸ギア30の回転角度A_q及び第2副軸ギア63の回転角度A_rに対応する主軸ギア10の回転数を格納した第1対応関係テーブルを参照して、取得した回転角度A_q、A_rに対応する主軸ギア10の回転数を特定する。回転量特定部51cは、テーブル処理部51bによって特定された主軸ギア10（主軸1a）の回転数と、取得した回転角度A_pとに応じて、主軸ギア10の複数回転にわたる回転量を特定する。出力部51eは、回転量特定部51cによって特定された主軸ギア10の複数回転にわたる回転量を、この回転量を示す情報に変換して出力する。

[0171] 上述のように、本実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2によれば、第2副軸ギア軸62が磁性体から形成されており、第2副軸ギア軸62がその磁力によってマグネットM_rを第2副軸ギア軸62側に付勢し、マグネットM_rと角度センサS_rとの相対位置の固定が図られている。このため、アブソリュートエンコーダ2の使用姿勢によってマグネットM_rと角度センサS_rとの間隔が変わることがなく、アブソリュートエンコーダ2の使用姿勢が検出精度に与える影響を低減することができる。

[0172] また、本実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2においては、マグネットホルダ61は、止め輪62dによって第2副軸ギア軸62の軸線方向における移動が制限されている。このため、アブソリュートエンコーダ2に大きな衝撃が加わり、第2副軸ギア軸62の磁力に抗してマグネットホルダ61を第2副軸ギア軸62の軸線方向に移動させる力が加わった場合であっても、マグネットホルダ61の移動を制限することができる。このため、マグネットホルダ61が第2副軸ギア軸62から外れる等の不具合の発生を防止することができる。これによっても、マグネットM_rと角度センサS_rとの間隔が変わることが抑制でき、アブソリュートエンコーダ2の検出精度の低下を抑制することができる。

- [0173] また、本実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2においては、水平面に沿って配置される第1中間ギア20が、ベース3の外周面105～108に対して斜めに延びるように設けられることによって、前後方向及び左右方向へのアブソリュートエンコーダ2の寸法を小さくすることができる。
- [0174] また、本実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2において、ウォームホイール部21, 31の外径と、ウォームギア部11, 22の外径とは、可能な範囲で小さな値に設定されている。これにより、アブソリュートエンコーダ2の上下方向（高さ方向）における寸法を小さくできる。
- [0175] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記本発明の実施の形態に係るアブソリュートエンコーダ2に限定されるものではなく、本発明の概念及び請求の範囲に含まれるあらゆる態様を含む。また、上述した課題及び効果の少なくとも一部を奏するように、各構成を適宜選択的に組み合わせてもよく、公知の技術と組み合わせてもよい。例えば、上記実施の形態における、各構成要素の形状、材料、配置、サイズ等は、本発明の具体的使用態様によって適宜変更され得る。
- [0176] 例えば、上述のアブソリュートエンコーダ2においては、マグネットホルダ61は、互いに別体の第2副軸ギア63とマグネットホルダ部65とを有するとしたが、マグネットホルダ61の第2副軸ギア63とマグネットホルダ部65とは、同一の材料から一体に形成されるものであってもよい。この場合、例えば、成形型内に予めマグネットMrを配置し、射出成形により、マグネットMrが上記位置に配置されるように第2副軸ギア63とマグネットホルダ部65とを一体に成形し、マグネットホルダ61を形成することができる。
- [0177] また、上述のアブソリュートエンコーダ2においては、第2副軸ギア軸62が磁性体から成っているとしたが、主軸ギア10や、第1副軸ギア30についても、第2副軸ギア63及び第2副軸ギア軸62と同様の構成として、マグネットMp, Mqの夫々に対応する軸を磁性体から形成し、マグネットMp, Mqが夫々軸から軸の方向に付勢される磁力を受けるようにしてもよ

い。

符号の説明

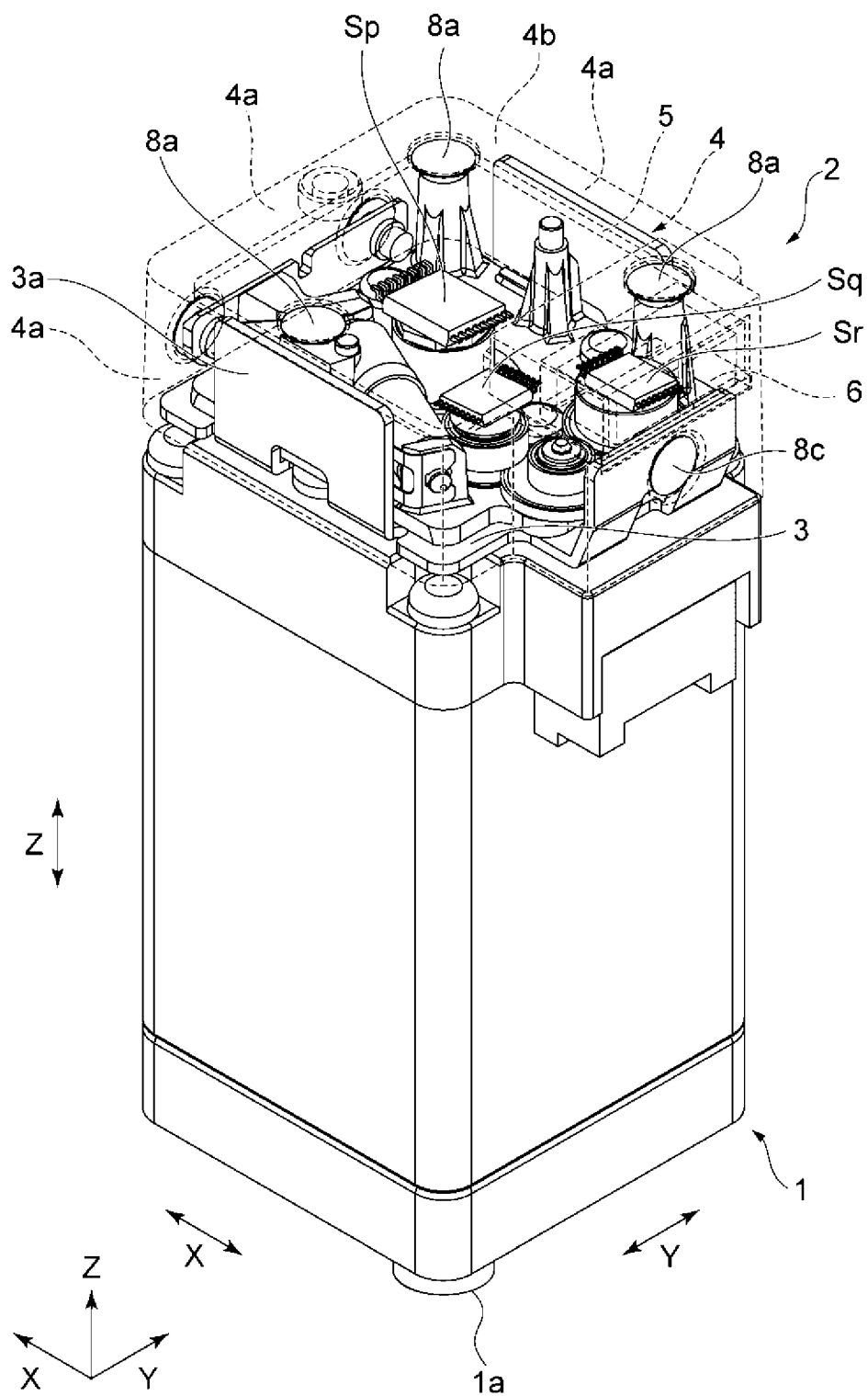
[0178] 1…モータ、1 a…主軸、1 b…圧入部、2…アブソリュートエンコーダ、3…ベース、3 a…支持プレート、4…ケース、4 a…外壁部、4 b…蓋部、4 c…ツメ部、5…基板、5 a…下面、5 b…位置決め孔、6…コネクタ、8 a, 8 b, 8 c…ネジ、9…板バネ、9 a…一端、9 b…他端、10…主軸ギア、11…第1ウォームギア部、12…主軸アダプタ、12 a…上端面、13…筒状部、13 a…上端面、14…圧入部、15…マグネット保持部、15 a…内周面、15 b…底面、20…第1中間ギア、21…第1ウォームホイール部、22…第2ウォームギア部、23…第1中間ギア軸、23 a…主軸側端部、23 b…副軸側端部、23 c…溝、23 d…被係合溝、24…筒状部、24 a…貫通孔、24 b…内周面、25…主軸側摺動部、26…副軸側摺動部、30…第1副軸ギア、31…第2ウォームホイール部、32…ギア部、33…貫通孔、35…マグネットホルダ、35 a…マグネット保持部、35 b…軸部、35 c…ベアリングストッパー、35 d…ベアリング位置決め部材、40…付勢機構、41…付勢バネ、42…バネ部、43…係合部、43 a…係合溝、43 b…先端縁、43 c…接続部、44…固定部、44 a…孔、45…支持突起、45 a…支持面、51…マイコン、51 b…テーブル処理部、51 c…回転量特定部、51 e…出力部、51 p, 51 q, 51 r…回転角取得部、52…ラインドライバ、53…双方向性ドライバ、60…磁気検出装置、61…マグネットホルダ、62…第2副軸ギア軸、62 a…下端面、62 b…上端面、62 c…溝、62 d, …止め輪、62 e…テーパ面部、62 f…一端部、62 g…周面、62 h…接続部、63…第2副軸ギア、64…ギア部、65…マグネットホルダ部、65 a…嵌着部、65 b…マグネット収容部、66…本体部、66 a…貫通孔、66 b…下端面、66 c…上端面、67…マグネット支持部、67 a…内周面、67 b…外周面、67 c…上端面、68…筒部、68 a, 68 b…内周面、68 c…開口端、68 d…閉鎖端、68 e…外周面、69…底部、69 a…底面

、 69 b…開口部、 70…第2中間ギア、 71, 72…ギア部、 73…本体部、 73 a…下端面、 73 b…上端面、 74…貫通孔、 75…軸、 75 a…下端面、 75 b…上端面、 75 c…溝、 76…止め輪、 101…基部、 102…下面、 103…凹部、 104…上面、 105~108…外周面、 110…基板支柱、 111…上端面、 112…ネジ穴、 120…基板位置決めピン、 121…先端部、 122…基部、 123…段差面、 124…一端部、 125…他端部、 126…テーパ面部、 126 a…接続部、 127…テーパ面部、 127 a…接続部、 128…貫通孔、 128 a…第1孔部、 128 b…端部、 128 c…第2孔部、 129…周面、 131, 132, 141…支持突起、 131 a…外側面、 132 a…突起、 134…ベアリングホルダ部、 135…ベアリング、 136, 137…軸支持部、 141 a…内側面、 143, 145…貫通孔、 145 a, 145 b…面、 143 c, 145 e…傾斜面、 143 d, 145 f…接続線、 145 g, 145 h…線部、 Ap, Aq…角度情報、 BC…ベアリングの中心、 GC1…主軸ギアの中心軸、 GC2…第2副軸ギアの中心軸、 GC3, GC4…中心軸、 MoC…モータの主軸の中心軸、 Mp, Mq, Mr…マグネット、 Mpa, Mqa, Mra…上面、 Mpb, Mqb, Mrb…下面、 Mpd, Mqd, Mrd…外周面、 MpC, MqC, MrC…マグネットの中心軸、 P…付勢方向、 P1…第1噛み合い方向、 P2…第2噛み合い方向、 R1…第1変速機構、 R2…第2変速機構、 SaC…主軸アダプタの中心軸、 SC…マグネットホルダの中心軸、 Sp, Sq, Sr…角度センサ、 XYZ…直交座標系

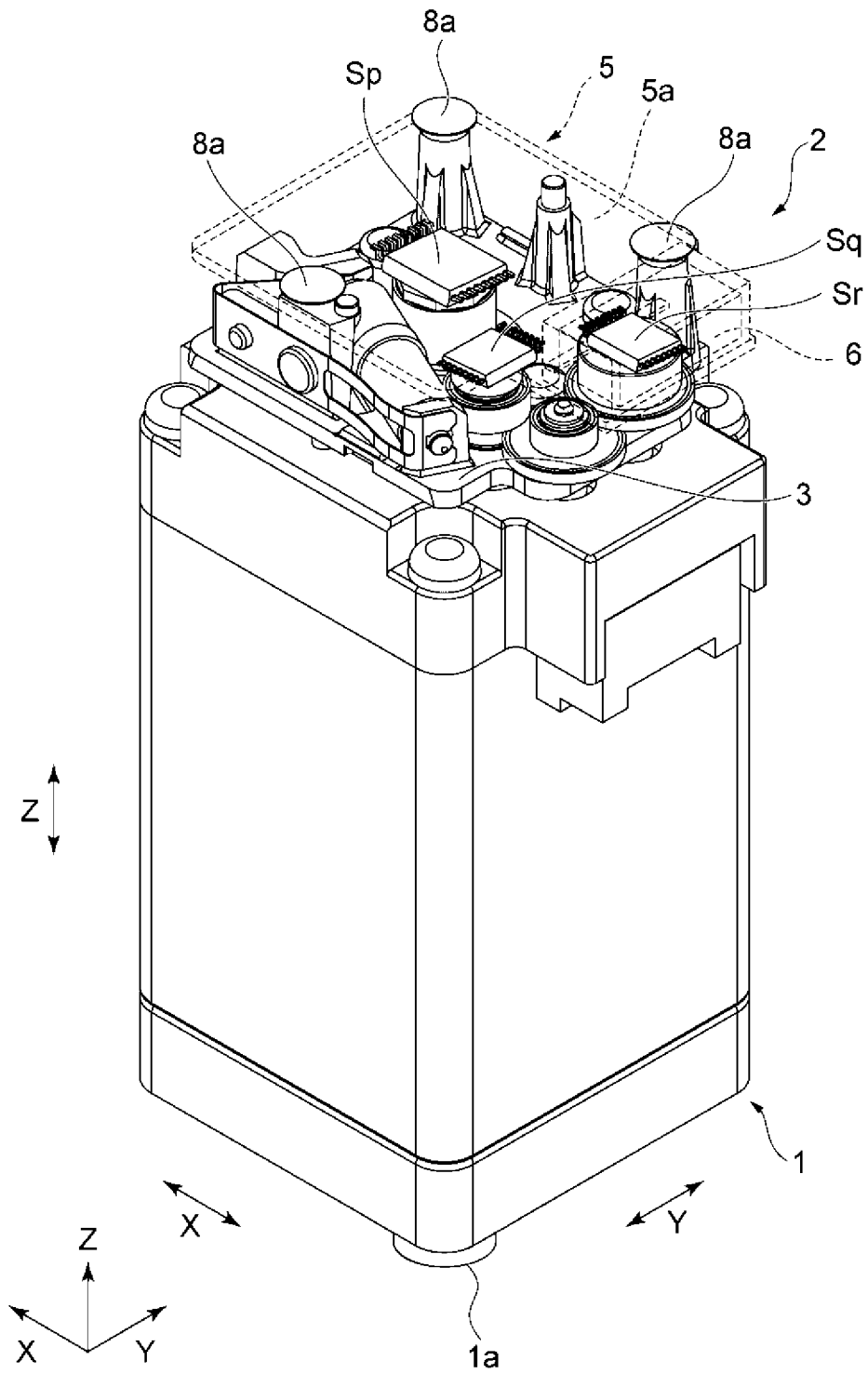
請求の範囲

- [請求項1] 着磁されたマグネットと、
該マグネットからの磁束を検知する磁気センサと、
前記マグネットを保持するマグネットホルダと、
軸とを備え、
前記マグネットホルダは前記軸に回転可能に支持され、
前記軸は磁性体から形成されており、前記マグネットホルダの回転軸線方向において、前記マグネットと前記軸との間で磁力による吸引力が生じていることを特徴とする磁気検出装置。
- [請求項2] 前記軸は、該軸の方向に前記マグネットを付勢する磁力を発生するようになっていることを特徴とする請求項1に記載の磁気検出装置。
- [請求項3] 前記軸からの磁力が前記マグネットに作用する方向とは反対側への前記マグネットの移動を制限するようになっている制限機構を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気検出装置。
- [請求項4] 前記マグネットホルダは、前記回転軸線周りに回転するように形成されたギアを有するギア部と、該ギア部との間に前記マグネットを挟持して前記マグネットホルダに前記マグネットを固定するように形成されたホルダ部とを有していることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の磁気検出装置。
- [請求項5] 前記ホルダ部及び前記ギア部は夫々同一の部材の一部である、または、前記ホルダ部と前記ギア部とは互いに別の部材であることを特徴とする請求項4に記載の磁気検出装置。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれか1項に記載の磁気検出装置を備えることを特徴とするアブソリュートエンコーダ。

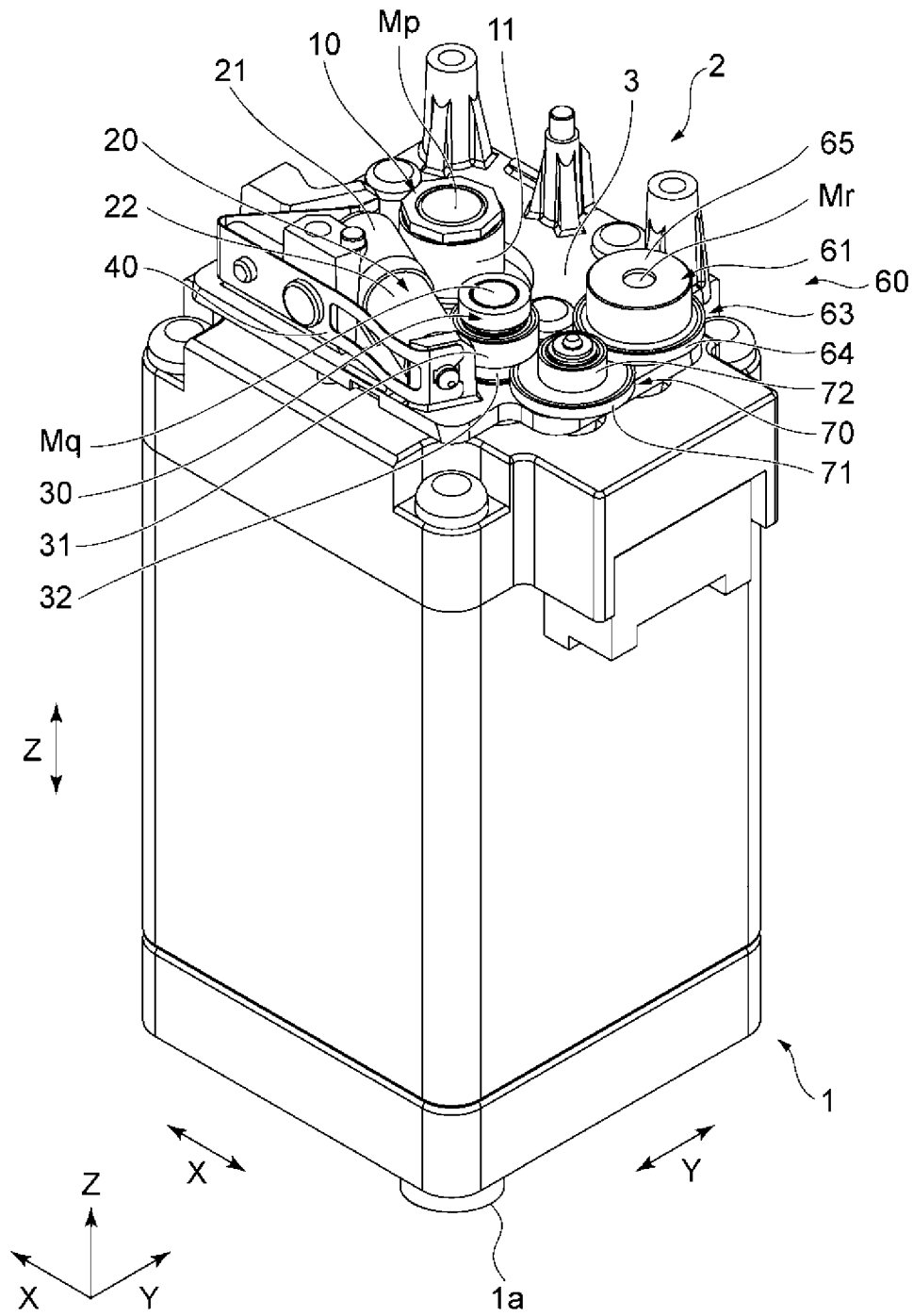
[図1]



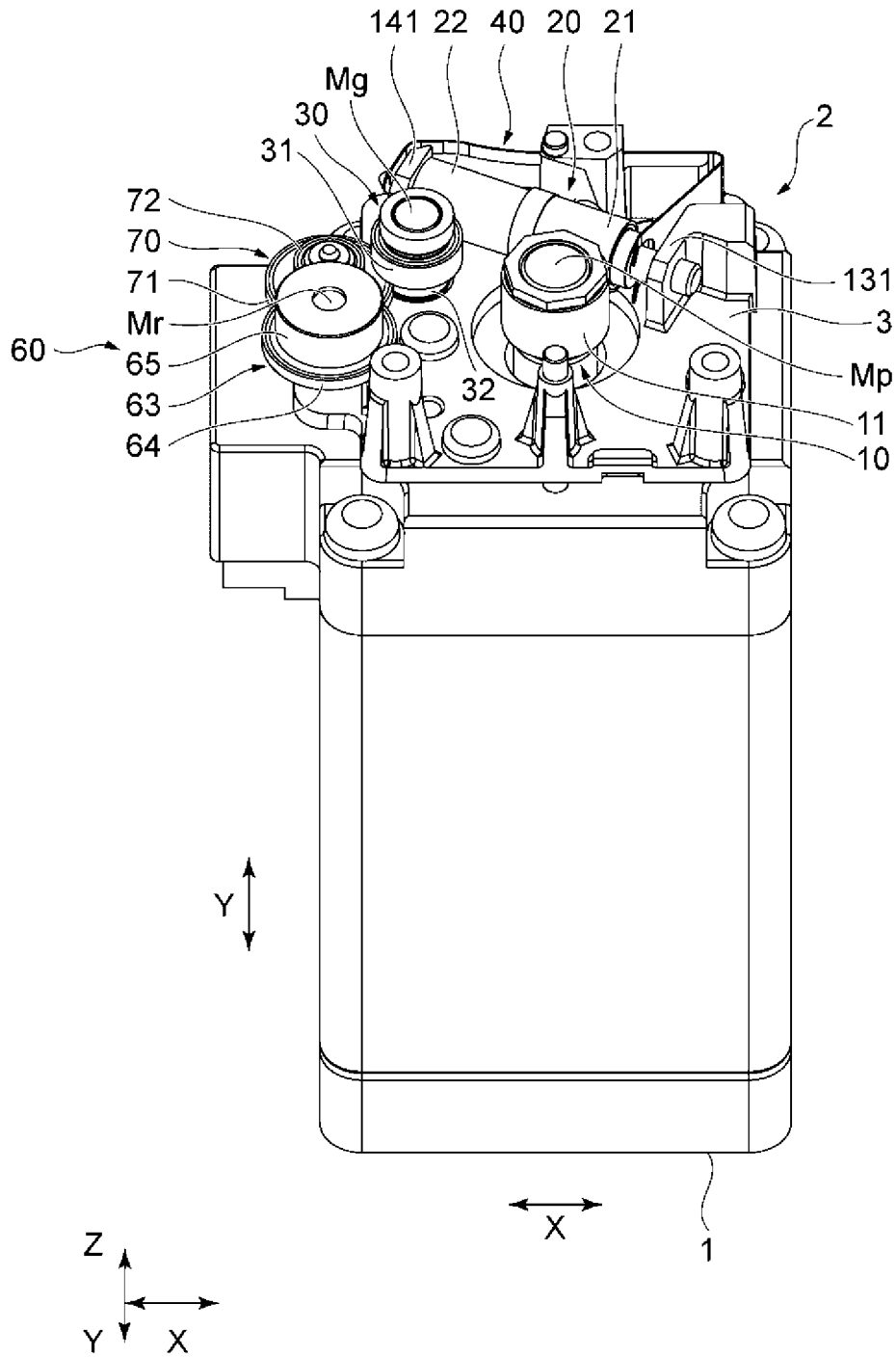
[図2]



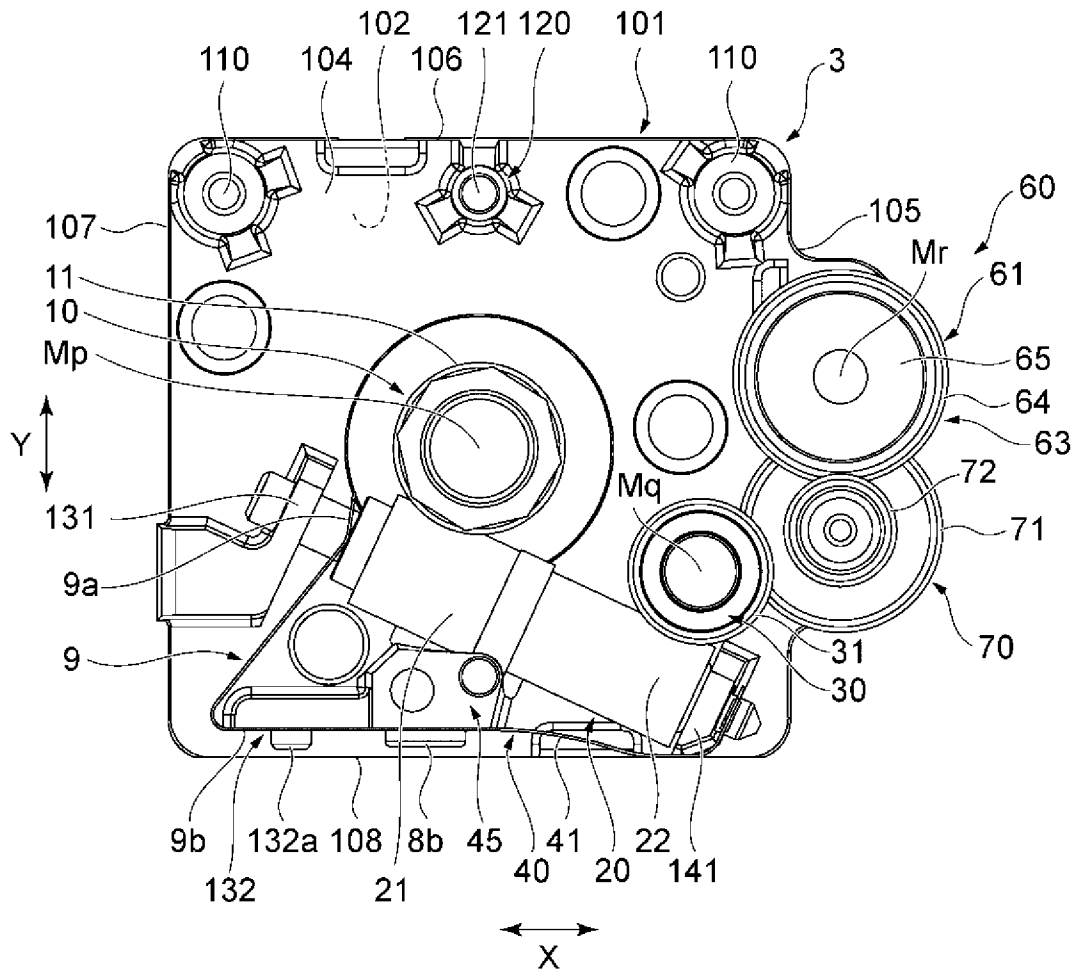
[図3]



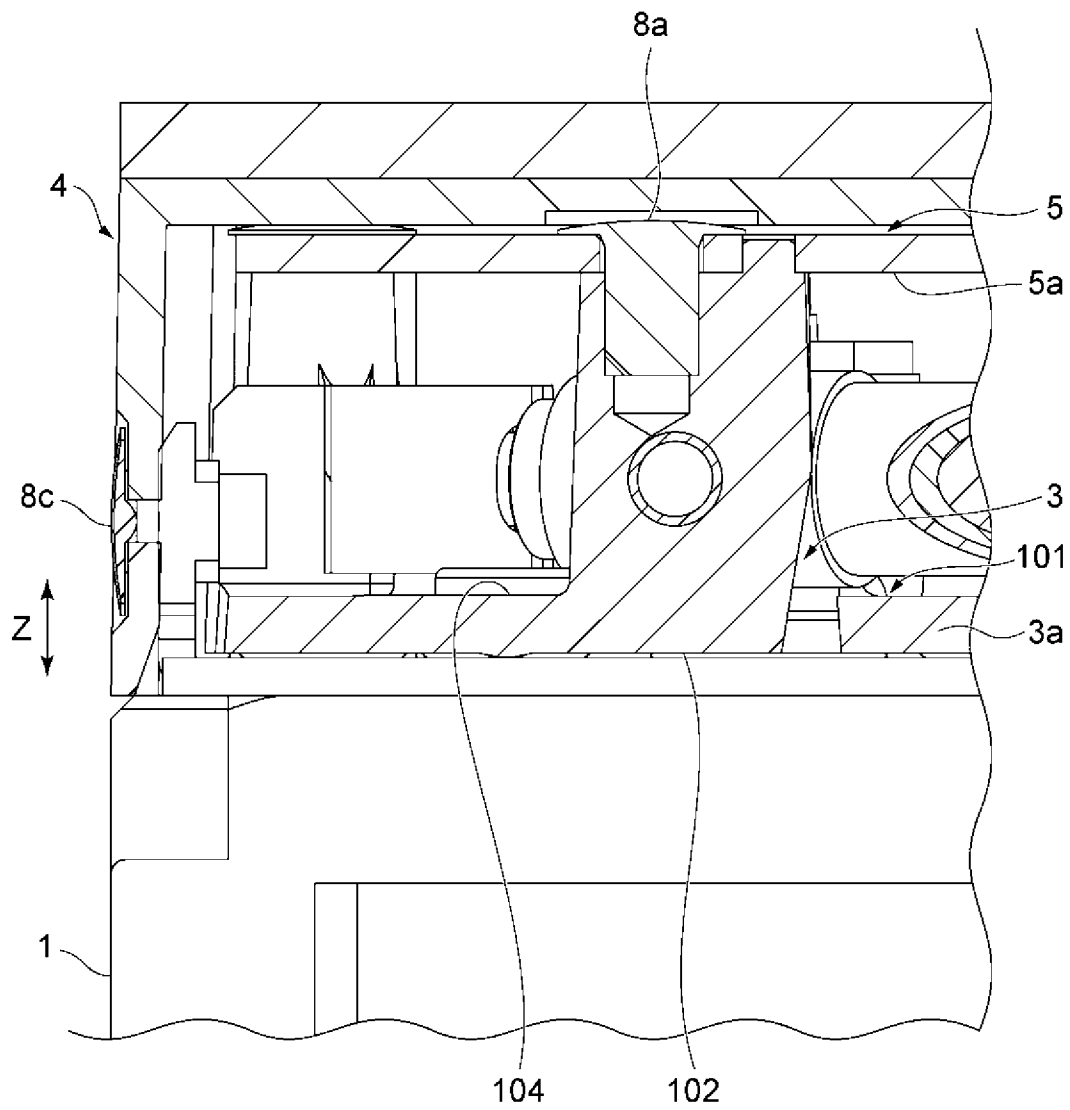
[図4]



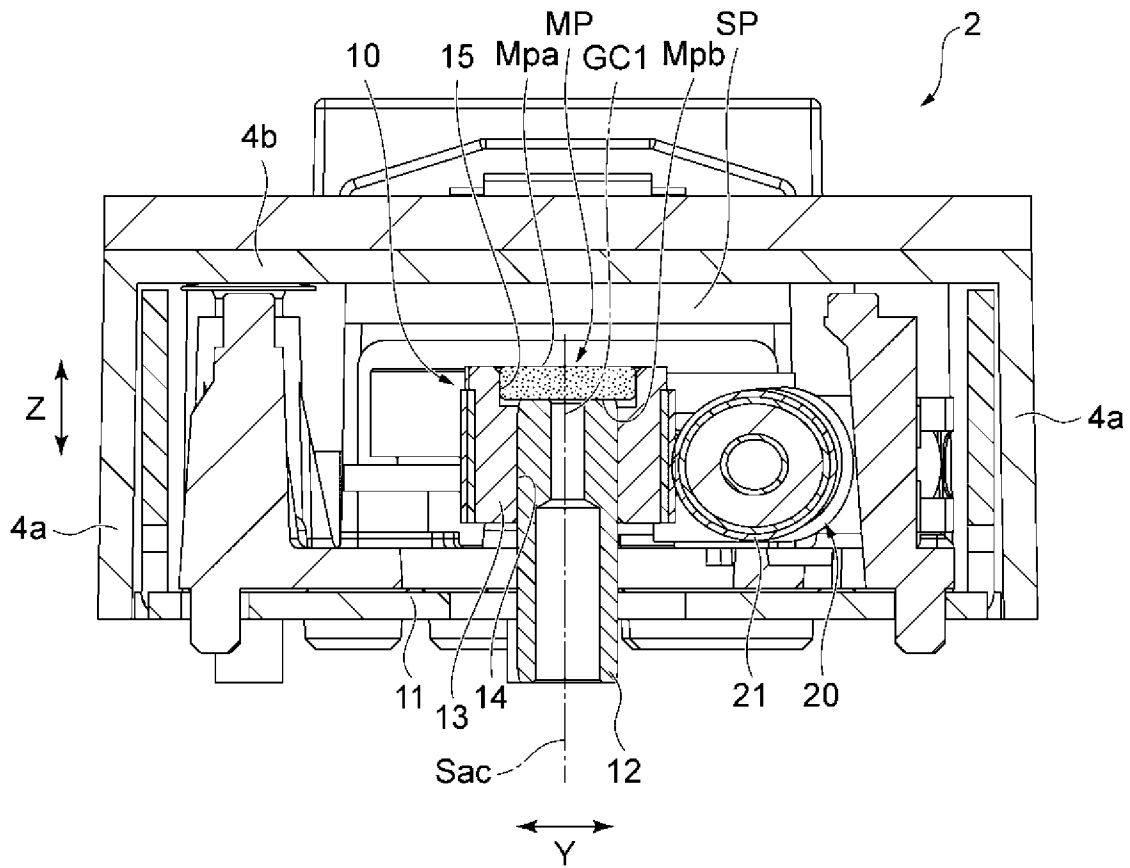
[図6]



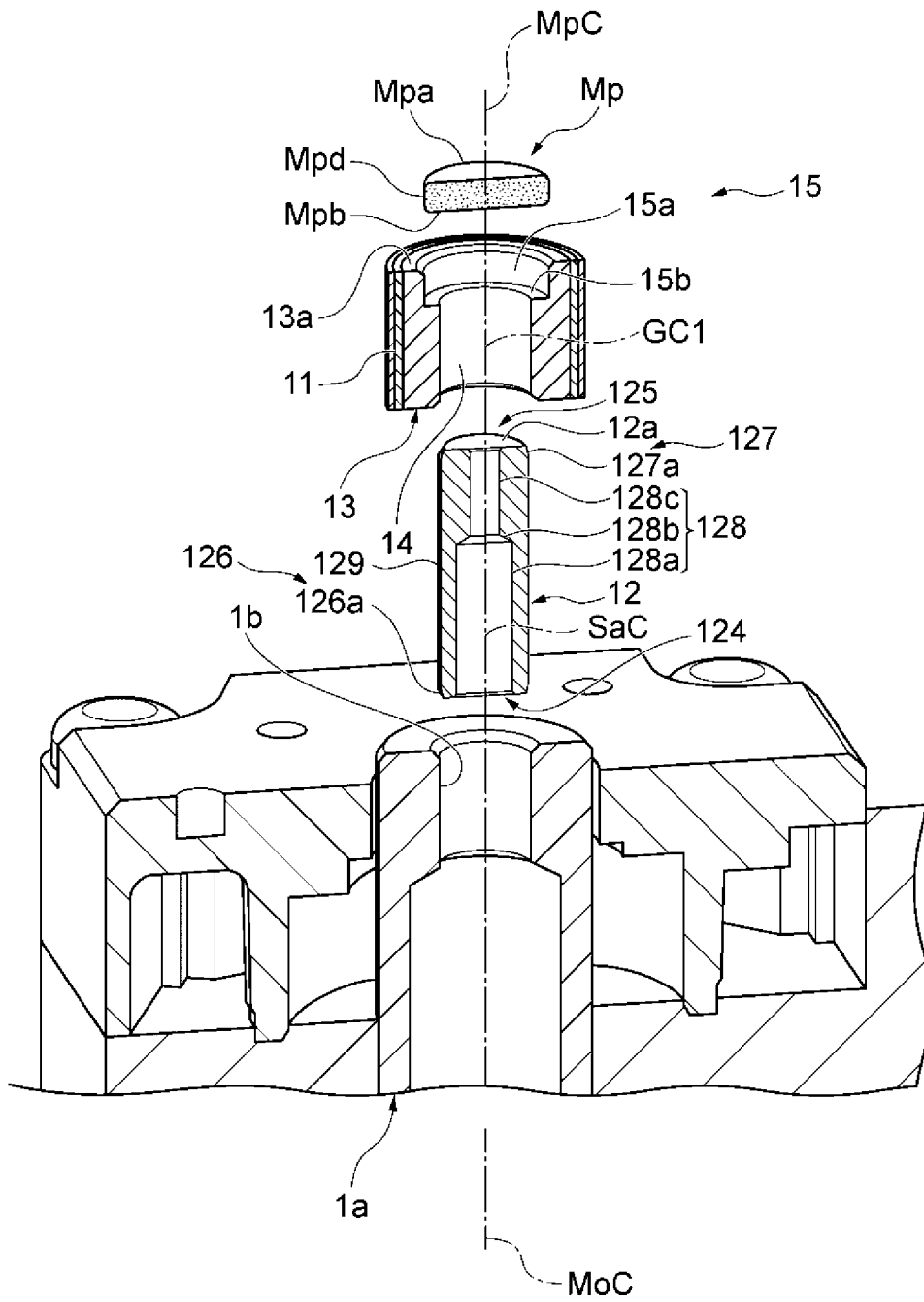
[図7]



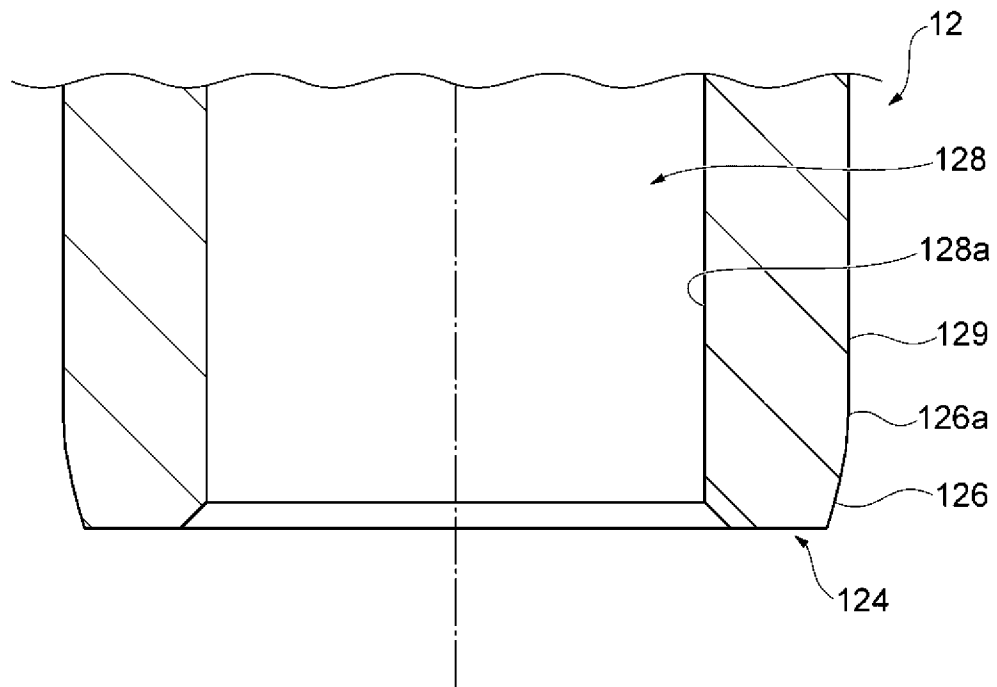
[図8]



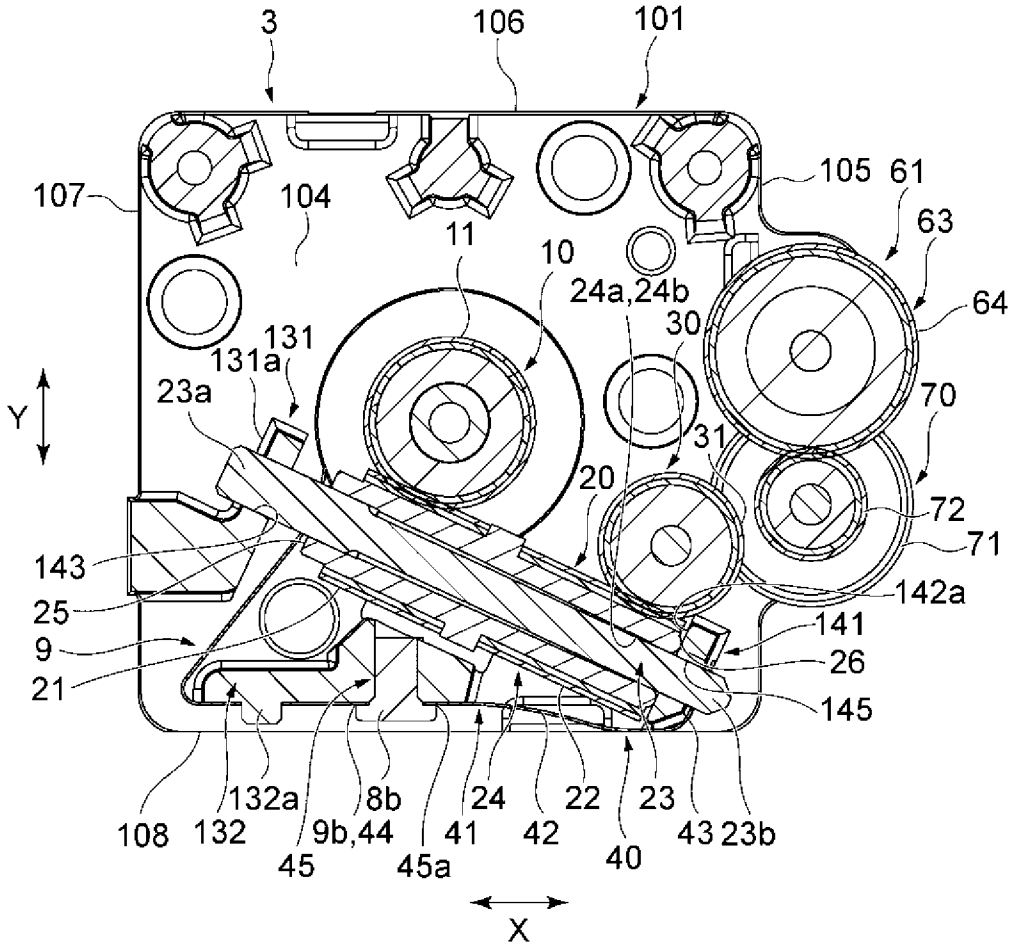
[図9]



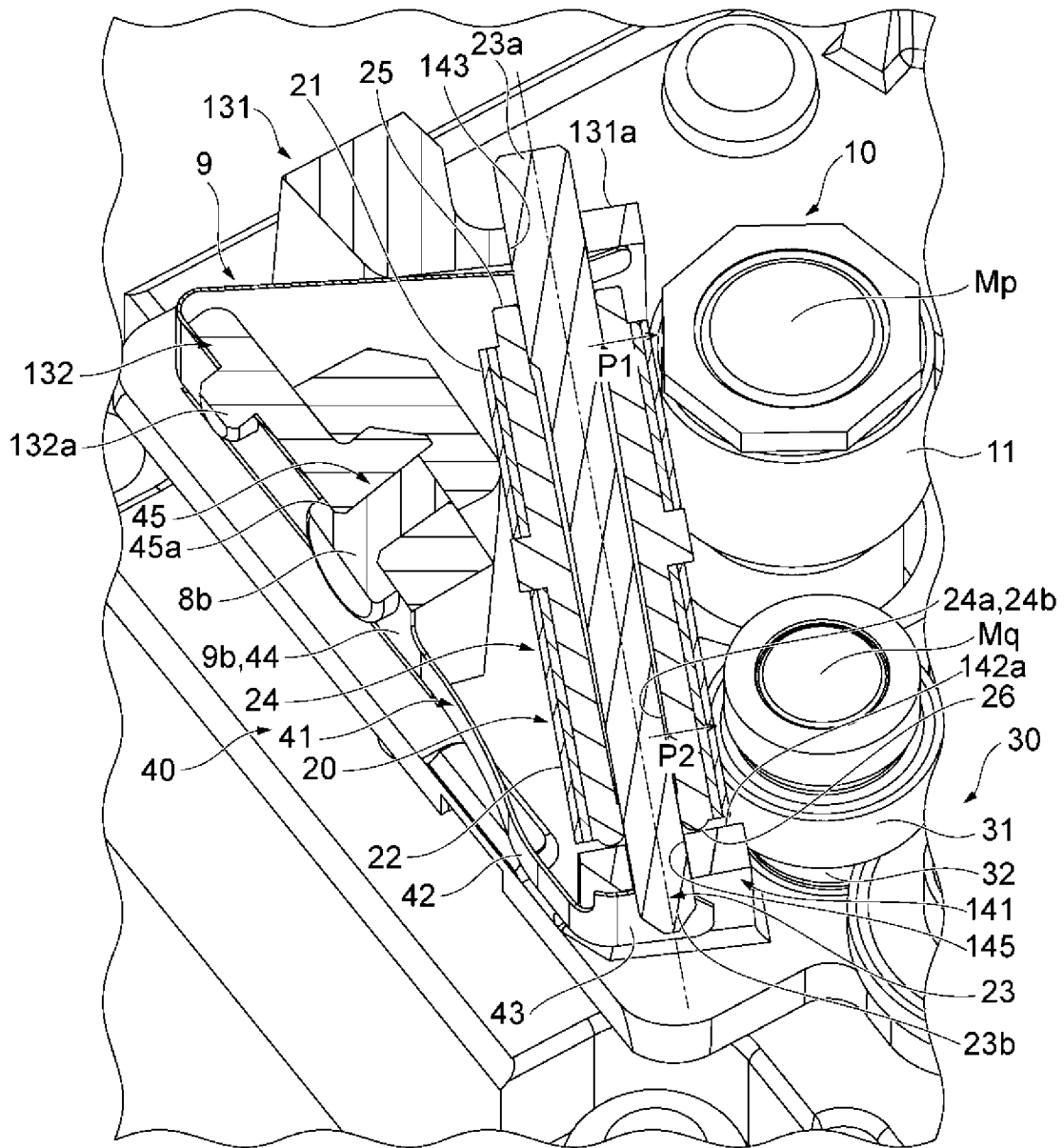
[図10]



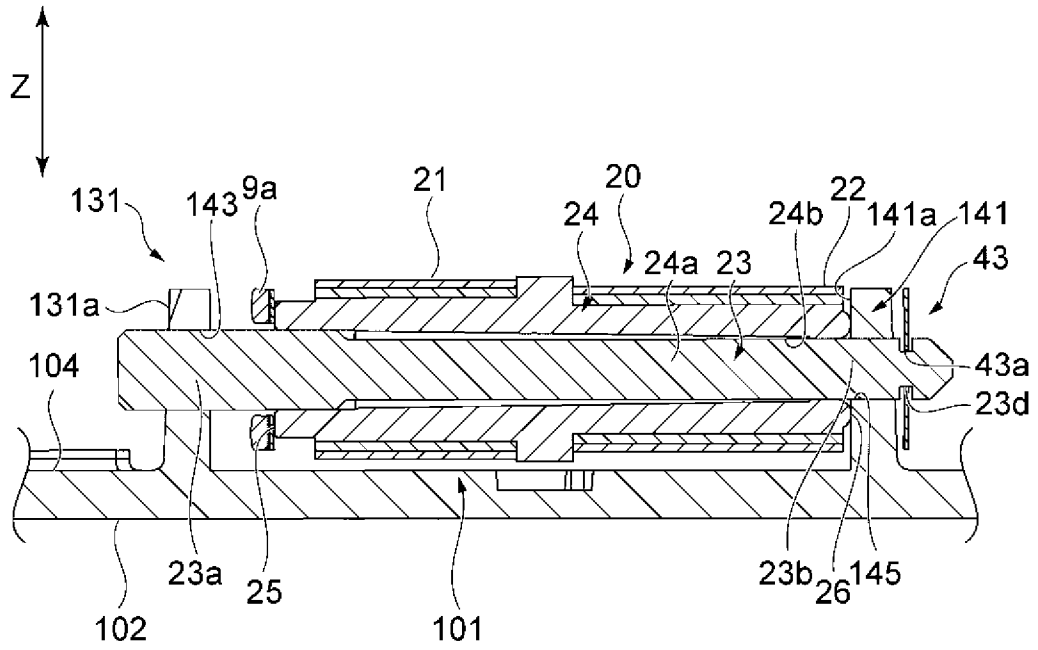
[図11]



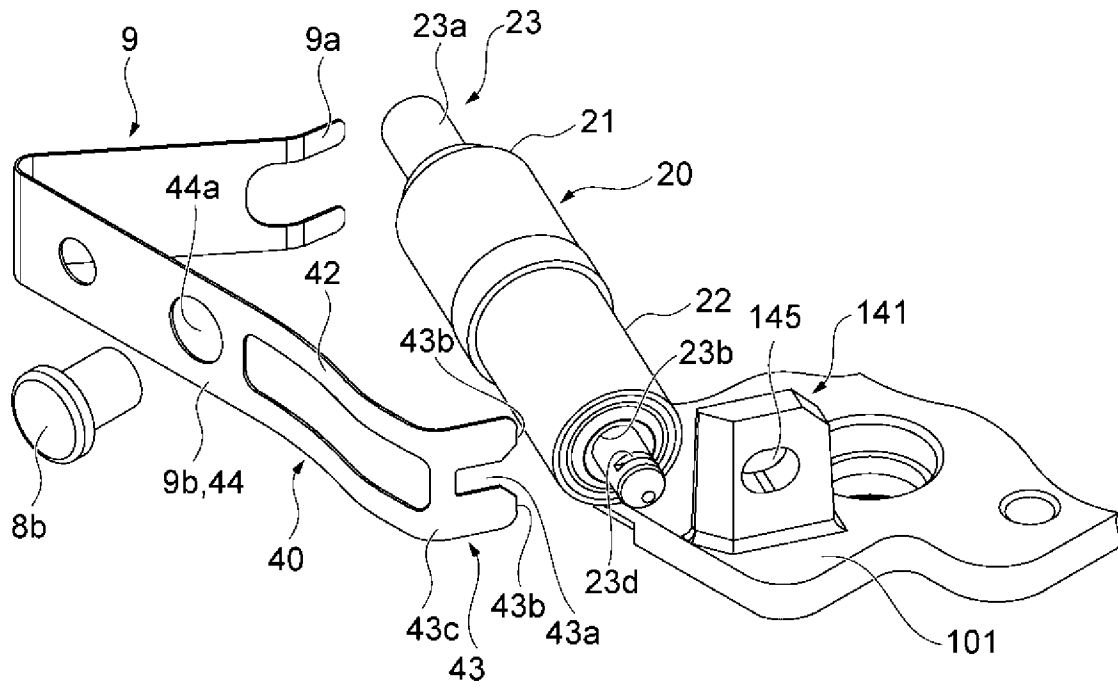
[図12]



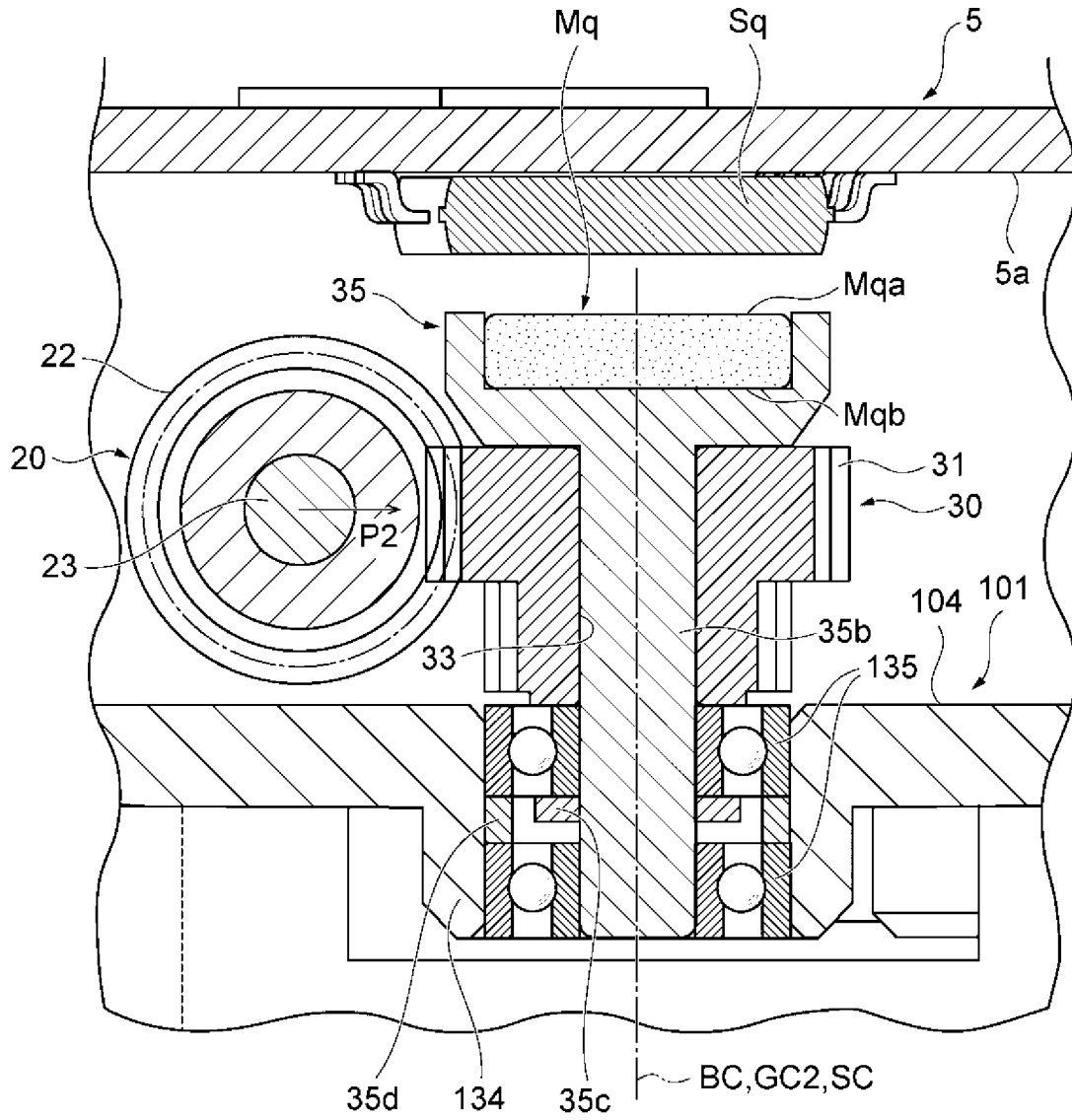
[図13]



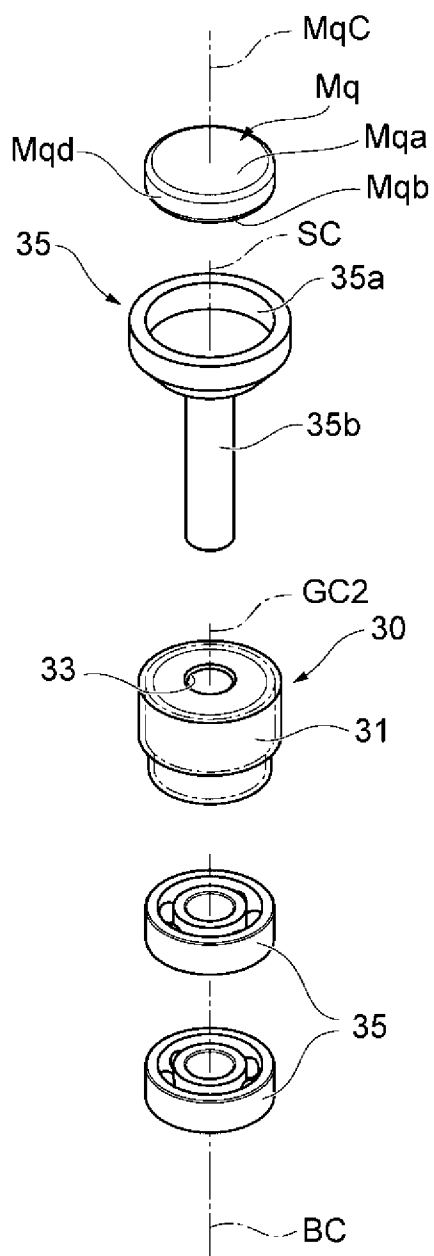
[図14]



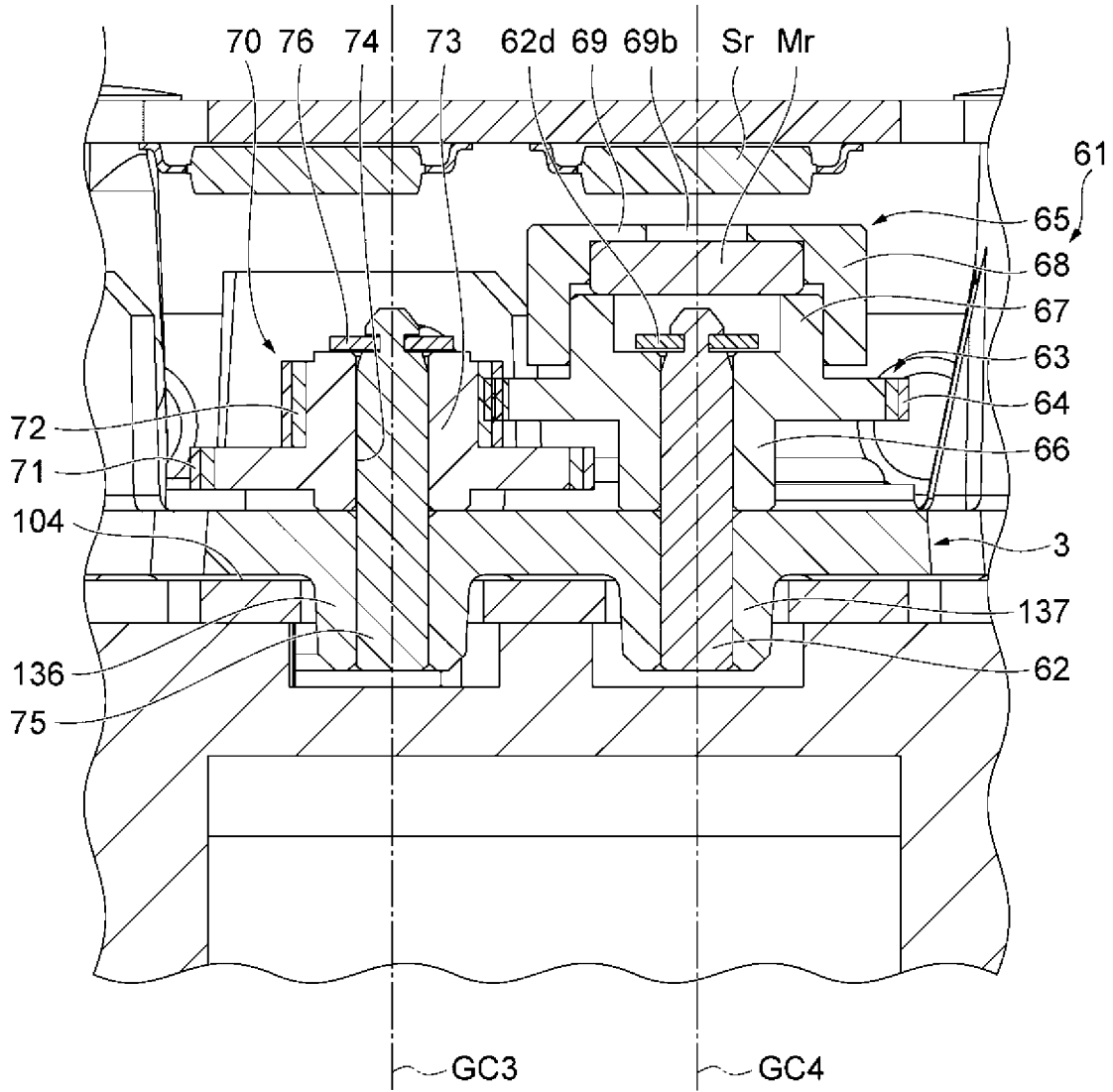
[図15]



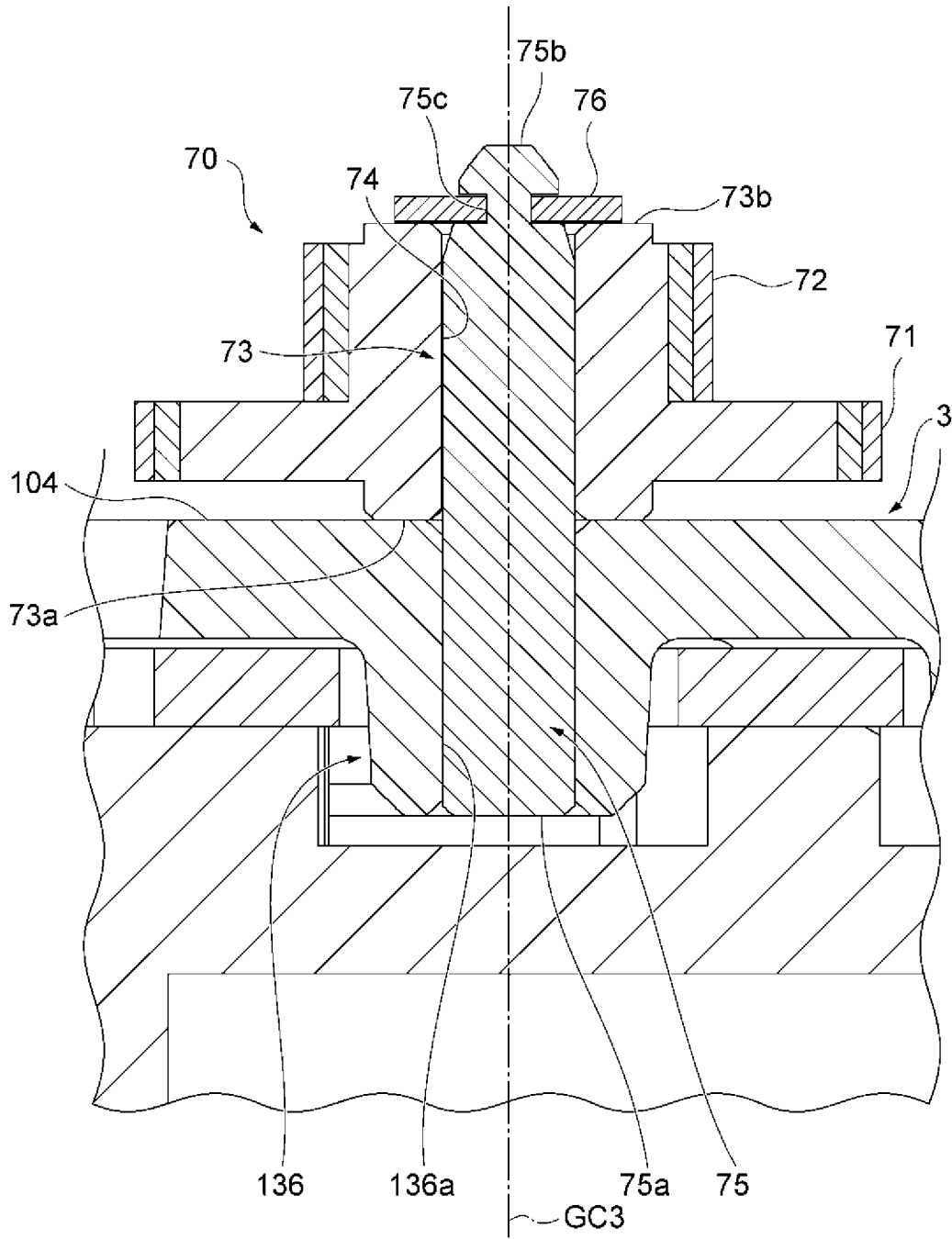
[図16]



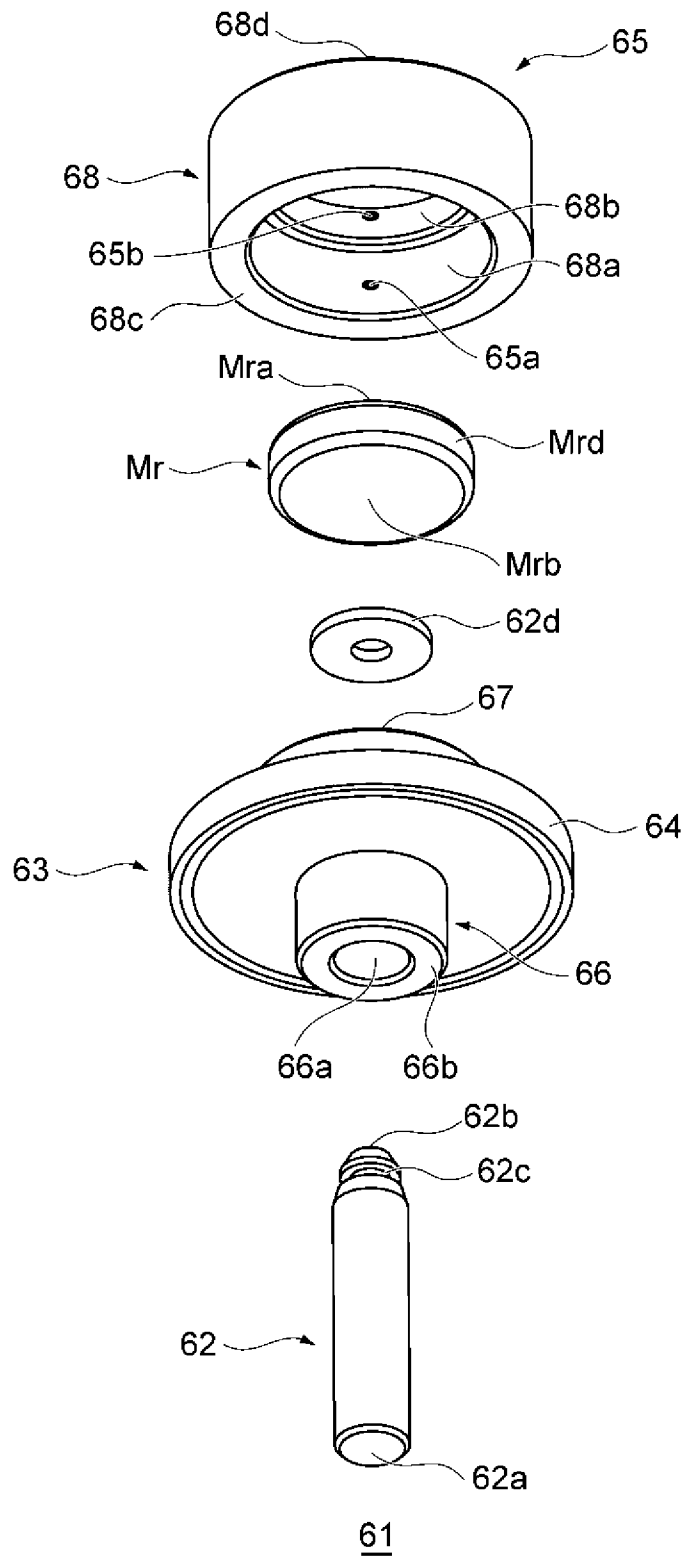
[図17]



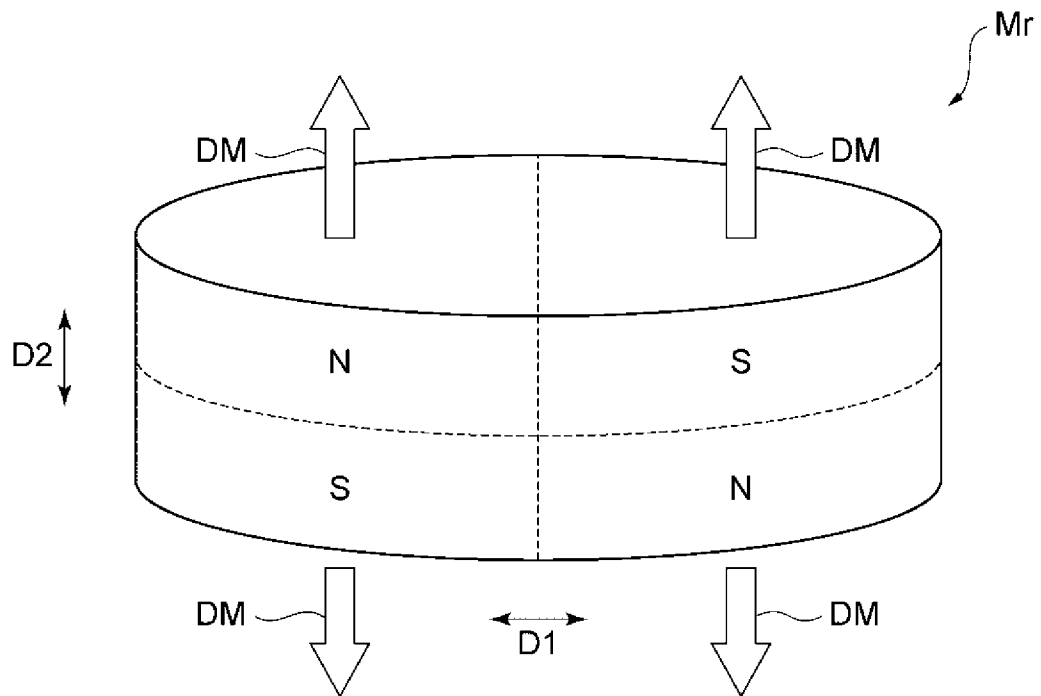
[図18]



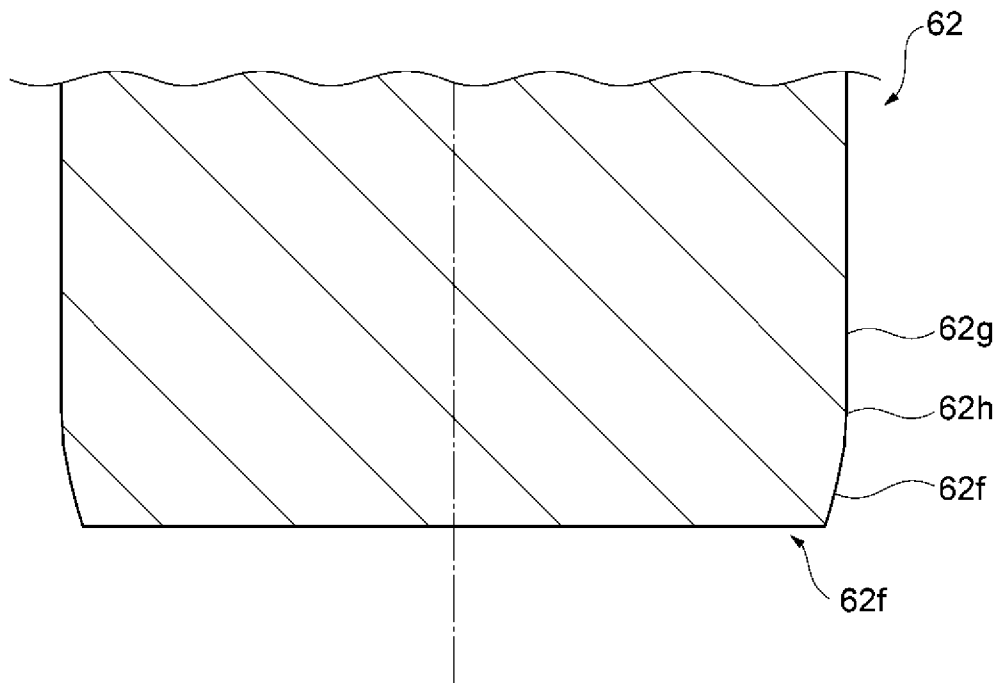
[図20]



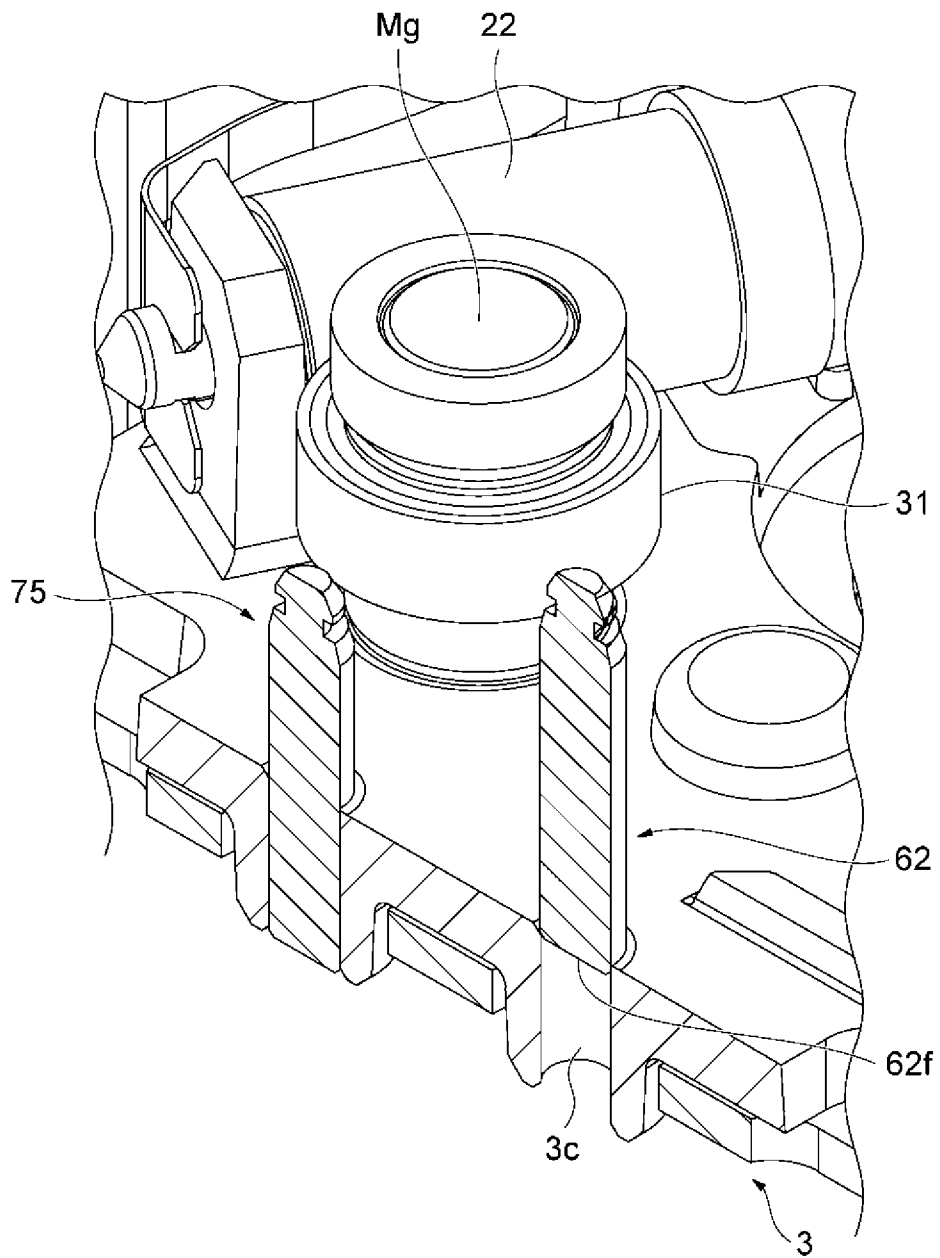
[図21]



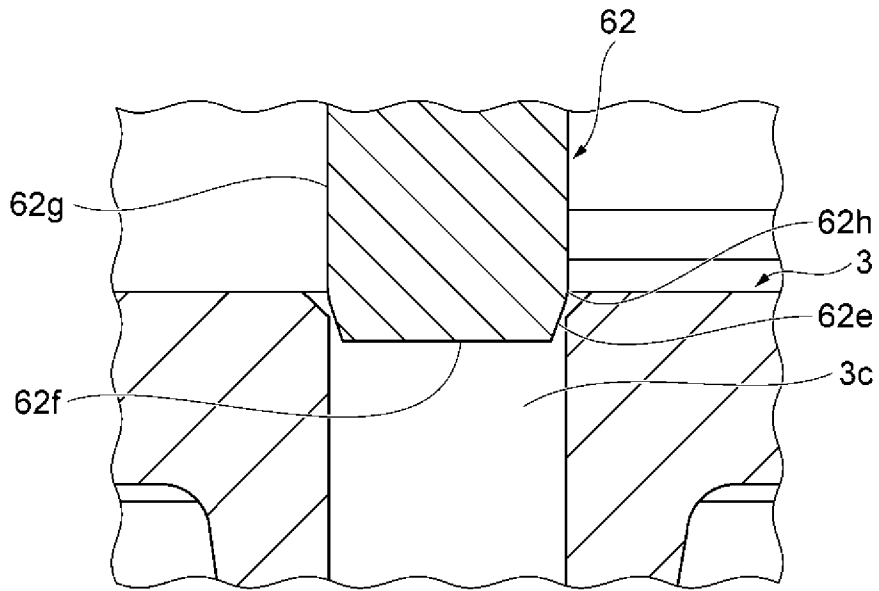
[図22]



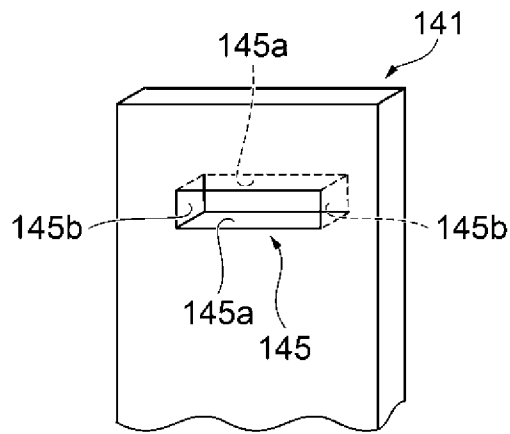
[図23]



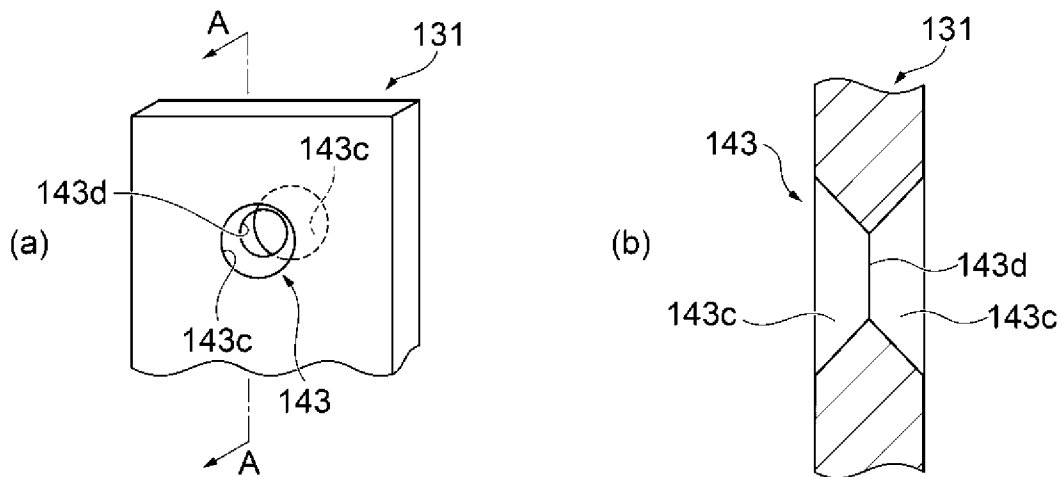
[図24]



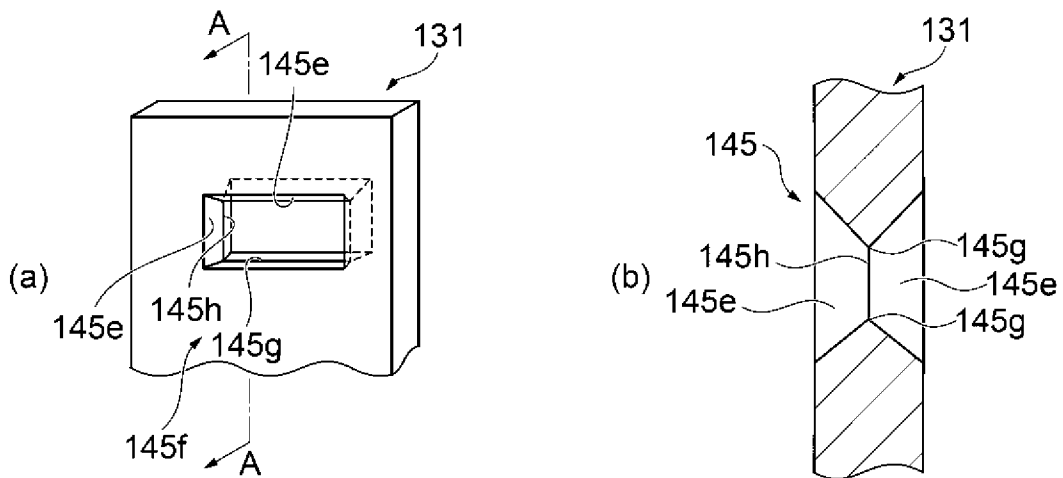
[図25]



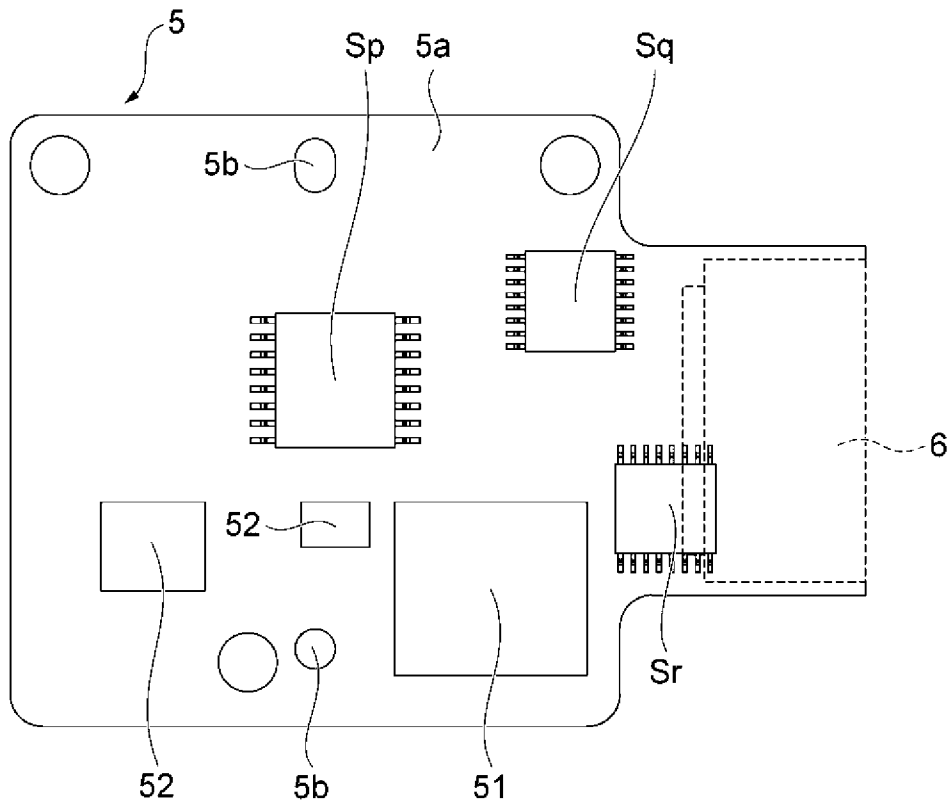
[図26]



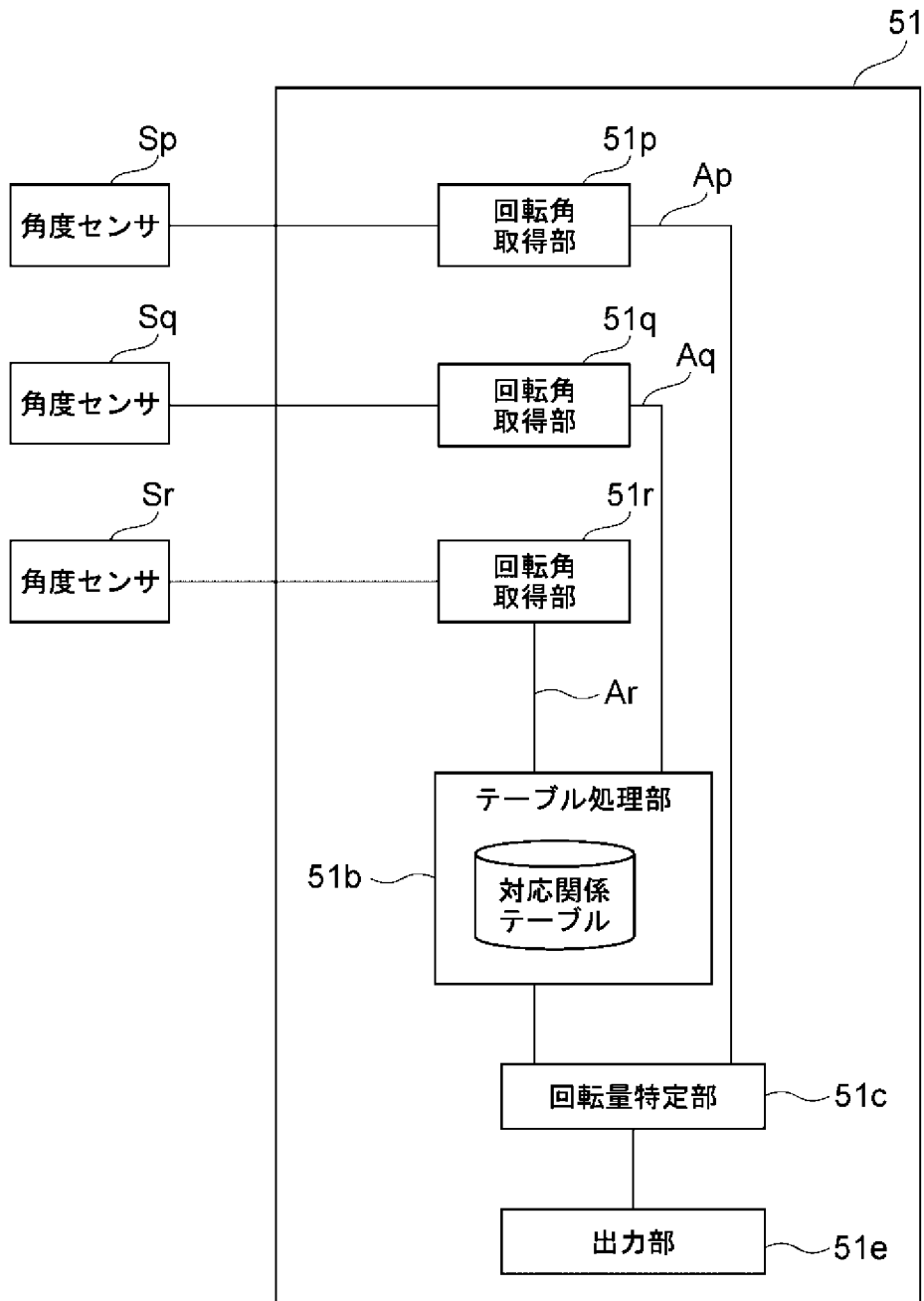
[図27]



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/007639

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01D 5/245 (2006.01) FI: G01D5/245 110W		
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) G01D5/00-5/252; G01B7/00-7/34; H02K11/00-11/40; G01P3/00-3/80; G01R33/00-33/18		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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.
Y	JP 2012-5260 A (DENSO CORP.) 05 January 2012 (2012-01-05) paragraphs [0005], [0021]-[0043], [0070], [0071], fig. 1, 9	1-6
Y	US 2009/0072816 A1 (SCHRUBBE, Carl D.) 19 March 2009 (2009-03-19) paragraph [0081], fig. 23	1-6
Y	JP 2019-180201 A (NIHON DENSAN KK) 17 October 2019 (2019-10-17) paragraphs [0023]-[0052], fig. 3-9	3-6
Y	WO 2020/203474 A1 (MINEBEAMITSUMI INC.) 08 October 2020 (2020-10-08) paragraphs [0010]-[0021], [0043]-[0057], fig. 1-8	4-6
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 1682/1988 (Laid-open No. 107917/1989) (RICOH CO., LTD.) 20 July 1989 (1989-07-20), page 2, line 18 to page 5, line 17, fig. 1, 2	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 14 April 2022		Date of mailing of the international search report 26 April 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/007639

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2012-5260 A	05 January 2012	(Family: none)	
US 2009/0072816 A1	19 March 2009	WO 2009/033127 A2	
JP 2019-180201 A	17 October 2019	CN 110323900 A CN 209659101 U	
WO 2020/203474 A1	08 October 2020	JP 2020-165913 A TW 202104846 A	
JP 1-107917 U1	20 July 1989	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01D 5/245(2006.01)i FI: G01D5/245 110W		
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）） G01D5/00-5/252; G01B7/00-7/34; H02K11/00-11/40; G01P3/00-3/80; G01R33/00-33/18 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
Y	JP 2012-5260 A（株式会社デンソー）05.01.2012（2012-01-05） 段落[0005], [0021]-[0043], [0070]-[0071], [0074], 図1,9	1-6
Y	US 2009/0072816 A1（SCHRUBBE Carl D.）19.03.2009（2009-03-19） 段落[0081], FIG. 23	1-6
Y	JP 2019-180201 A（日本電産株式会社）17.10.2019（2019-10-17） 段落[0023]-[0052], 図3-9	3-6
Y	WO 2020/203474 A1（ミネベアミツミ株式会社）08.10.2020（2020-10-08） 段落[0010]-[0021], [0043]-[0057], 図1-8	4-6
A	日本国実用新案登録出願63-1682号（日本国実用新案登録出願公開1-107917号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社リコー）20.07.1989（1989-07-20）第2頁第18行-第5頁第17行，第1-2図	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 “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 “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） “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 “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “&” 同一パテントファミリー文献 “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	
国際調査を完了した日	14.04.2022	国際調査報告の発送日 26.04.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 吉田 久 2F 3902 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/007639

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-5260 A	05.01.2012	(ファミリーなし)	
US 2009/0072816 A1	19.03.2009	WO 2009/033127 A2	
JP 2019-180201 A	17.10.2019	CN 110323900 A	
		CN 209659101 U	
WO 2020/203474 A1	08.10.2020	JP 2020-165913 A	
		TW 202104846 A	
JP 1-107917 U1	20.07.1989	(ファミリーなし)	