

(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
2020年9月3日(03.09.2020)



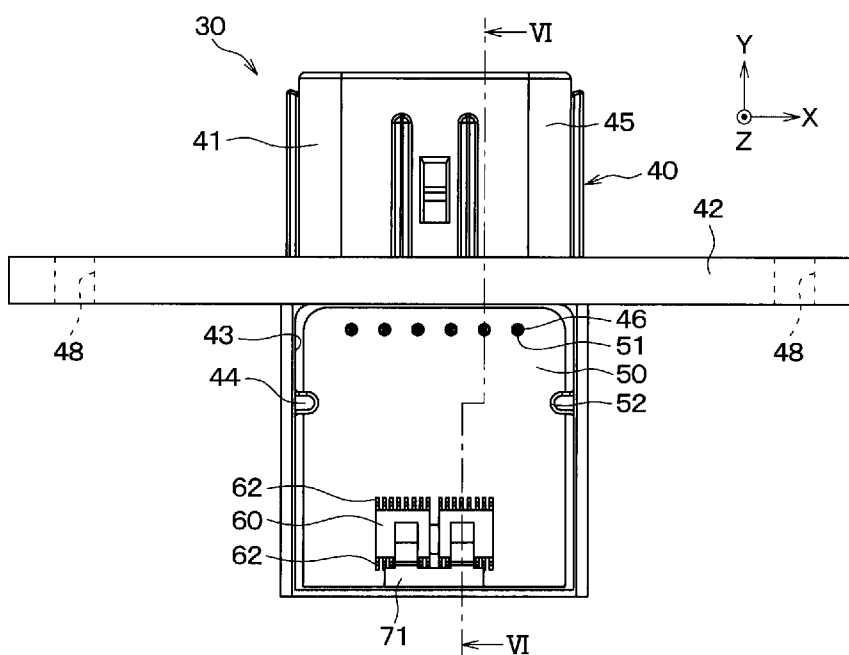
(10) 国際公開番号

WO 2020/175323 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 3/10 (2006.01) *G01R 33/02* (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) *G01R 33/07* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/006851
- (22) 国際出願日: 2020年2月20日(20.02.2020)
- (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 2019-031659 2019年2月25日(25.02.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 田中 健(TANAKA Ken); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 鈴木 俊朗(SUZUKI Toshiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 深谷 繁利(FUKAYA Shigetoshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ゆうあい特許事務所 (YOU-I PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目6番5号 名古屋錦シティビル4階 Aichi (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,

(54) Title: MAGNETIC SENSOR, TORQUE DETECTION DEVICE, AND STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 磁気センサ、トルク検出装置、ステアリング装置



(57) Abstract: A magnetic sensor provided with: magnetic detection elements (60) that output electrical signals corresponding to a magnetic flux; a sensor housing (40) comprising a main part (41) on one end side of which the magnetic detection elements (60) are positioned, said one end side being positioned so as to face a first magnetic circuit part and a second magnetic circuit part, and a flange part (42) that is anchored to the main part (41) and is positioned in contact with an accommodating wall in which the first and second magnetic circuit parts are accommodated; and a pair of magnetic flux induction members (71) that are formed by a soft magnetic body, induce a magnetic flux to the magnetic detection elements (60), and portions of which are positioned so as to face each other with the magnetic detection elements (60)

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, JO, 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))

therebetween. In addition, the flange part (42) is constituted by a more rigid material than the main part, and the pair of magnetic flux induction members (71) is positioned together with the magnetic detection elements (60).

(57) 要約: 磁束に応じた電気信号を出力する磁気検出素子(60)と、一端部側に磁気検出素子(60)が配置され、一端部側が第1磁気回路部および第2磁気回路部側に向けられて配置される主部(41)、および主部(41)に固定され、第1、第2磁気回路部が収容される収容壁に当接する状態で配置されるフランジ部(42)と、を有するセンサハウジング(40)と、軟磁性体で形成され、磁束を磁気検出素子(60)へと誘導し、一部が磁気検出素子(60)を挟んで対向するように配置される一対の磁束誘導部材(71)と、を備える。そして、フランジ部(42)は、主部よりも剛性の高い材料で構成されるようにし、一対の磁束誘導部材(71)は、主部(41)に磁気検出素子(60)と共に配置されるようにする。

明 細 書

発明の名称：磁気センサ、トルク検出装置、ステアリング装置 関連出願への相互参照

[0001] 本出願は、2019年2月25日に出願された日本特許出願番号2019-31659号に基づくもので、ここにその記載内容が参照により組み入れられる。

技術分野

[0002] 本開示は、磁気検出素子を有する磁気センサ、トルク検出装置、ステアリング装置に関する。

背景技術

[0003] 従来より、トーションバーの振れに伴って変化する磁束を検出することによってトルクを検出するトルク検出装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。具体的には、このトルク検出装置は、トーションバーの振りに応じた磁束を発生させる磁気回路部を備えている。また、トルク検出装置は、磁気回路部と磁気結合されて磁束を誘導する磁束誘導部材と、磁束誘導部材で誘導された磁束に応じた電気信号を出力する磁気検出素子を有する磁気センサとを備えている。なお、磁束誘導部材と磁気センサとは、それぞれ別部材として構成されており、磁束誘導部材の取付部が磁気センサに形成された開口部に組み付けられることで一体化されている。

そして、トルク検出装置は、取付孔が形成された収容壁内に磁気回路部等が収容され、磁束誘導部材が磁気回路部に近接するように取付孔に取り付けられることによって構成される。なお、磁気センサには、収容壁と当接するフランジ部が備えられており、当該フランジ部が金属で構成されている。このため、フランジ部が熱によって反り難く、フランジ部と収容壁との間に隙間が形成され難いようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-162541号公報

発明の概要

[0005] しかしながら、上記のようなトルク検出装置では、磁気センサと磁束誘導部材とが別体として備えられている。このため、磁気センサと磁束誘導部材とを組み付ける際に磁気検出素子と磁束誘導部材との位置関係がばらつき易く、磁気検出素子と磁束誘導部材との間隔がばらつき易い。このため、上記トルク検出装置では、感度がばらつき易くなる。

[0006] 本開示は、感度のばらつきを抑制できる磁気センサ、トルク検出装置、ステアリング装置を提供することを目的とする。

[0007] 本開示の1つの観点によれば、磁気センサは、磁束に応じた電気信号を出力する磁気検出素子と、一端部側に磁気検出素子が配置され、一端部側が第1磁気回路部および第2磁気回路部側に向けられて配置される主部、および主部に固定され、第1、第2磁気回路部が収容される収容壁に当接する状態で配置されるフランジ部と、を有するセンサハウジングと、軟磁性体で形成され、磁束を磁気検出素子へと誘導し、一部が磁気検出素子を挟んで対向するように配置される一对の磁束誘導部材と、を備えている。そして、フランジ部は、主部よりも剛性の高い材料で構成されており、一对の磁束誘導部材は、主部に磁気検出素子と共に配置されている。

[0008] これによれば、磁気検出素子および磁束誘導部材が共通のセンサハウジングに配置されるため、磁気検出素子および磁束誘導部材が別々の部材に配置されて一体化される場合と比較して、磁気検出素子と磁束誘導部材の位置関係がずれることを抑制できる。したがって、磁気センサの感度がばらつくことを抑制できる。

[0009] また、本開示の別の観点によれば、トルク検出装置は、回転中心軸を囲む周方向に交互に磁極が反転するように構成されていて相対回転に伴って回転中心軸を中心として回転するようにトーションバーと同軸的に配置された多極磁石の、回転中心軸と平行な軸方向における一方側に配置された第1磁気回路部と、多極磁石の軸方向における他方側に配置された第2磁気回路部と

、上記の磁気センサと、を備えている。そして、磁気センサは、磁束誘導部材が第1磁気回路部と第2磁気回路部とによって形成される磁気回路と磁気結合されるように配置されており、磁束誘導部材は、第1磁気回路部と対向して配置される本体部を有する第1磁束誘導部材と、第2磁気回路部と対向して配置される本体部を有する第2磁束誘導部材とを有し、第1磁束誘導部材における本体部および第2磁束誘導部材における本体部は、回転中心軸と直交しつつ本体部と交差する仮想線を基準線とすると、基準線を挟んで位置する一对の外端部位を有する形状とされ、かつ回転中心軸との間隔において、外端部位側が一对の外端部位で挟まれる中間部位側よりも長くなる形状とされ、さらに、回転中心軸と、外端部位のうちの回転中心軸側の部分とを結ぶ二本の仮想線で区画される第1シャフトの周方向範囲を磁束放射範囲とすると、磁束放射範囲に含まれる多極磁石の磁極数が所定範囲数内となる形状とされている。

[0010] これによれば、上記の磁気センサを備えているため、感度がばらつくことを抑制できる。また、磁束誘導部材の本体部が多極磁石との関係によって形状が規定されているため、ノイズの影響の低減を図ることができる。

[0011] また、本開示の別の観点によれば、ステアリング装置は、上記のトルク検出装置と、トルク検出装置で検出された電気信号に基づき、乗員が操作する操作部の操作を補助する駆動力を出力するモータと、を備えている。

[0012] これによれば、上記のトルク検出装置を備えているため、感度のばらつきを抑制したステアリング装置とできる。

[0013] なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等との対応関係の一例を示すものである。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]第1実施形態におけるトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置の概略構成図である。

[図2]図1に示されたトルク検出装置の分解斜視図である。

[図3]図2に示されたトルク検出装置の組み付け状態における、多極磁石、第1磁気回路部、および第2磁気回路部を拡大した斜視図である。

[図4A]図3に示された多極磁石、第1磁気回路部、および第2磁気回路部の相対回転状態を示す側面図である。

[図4B]図3に示された多極磁石、第1磁気回路部、および第2磁気回路部の相対回転状態を示す側面図である。

[図4C]図3に示された多極磁石、第1磁気回路部、および第2磁気回路部の相対回転状態を示す側面図である。

[図5]磁気センサの正面図である。

[図6]図5中のVI-VI線に沿った断面図である。

[図7]磁気センサを収容壁に取り付けてトルク検出装置を構成した模式図である。

[図8]第1歯部から第1リング板部への磁束の流れを説明するための図である。

[図9]第1磁束誘導部材と第1磁気回路部との配置関係を示す図である。

[図10]図9中のX方向から見た平面図である。

[図11]図9中のXI-XI線に沿った断面図である。

[図12]放射範囲磁極数と振れ回りノイズとの関係に関するシミュレーション結果を示す図であり、多極磁石の磁極数が16極である場合の図である。

[図13]トーションバーの振れ角と、磁気検出素子を通過する磁束密度との関係に関するシミュレーション結果を示す図である。

[図14]第1実施形態の変形例における磁気センサの正面図である。

[図15]第1実施形態の変形例における放射範囲磁極数と振れ回りノイズとの関係に関するシミュレーション結果を示す図であり、多極磁石の磁極数が20極である場合の図である。

[図16]第2実施形態におけるトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置の概略構成図である。

[図17]第2実施形態における磁気センサの正面図である。

[図18]磁気センサを収容壁に取り付けてトルク検出装置を構成した模式図である。

[図19]第3実施形態における第1磁束誘導部材と第1磁気回路部との配置関係を示す図である。

[図20]第4実施形態における第1磁束誘導部材と第1磁気回路部との配置関係を示す図である。

[図21]図20中のXXI方向から見た平面図である。

[図22]図20中のXXII-XXII線に沿った断面図である。

[図23]第5実施形態における第1、第2磁束誘導部材と、第1、第2磁気回路部との配置関係を示す図である。

[図24]第5実施形態の変形例における第1、第2磁束誘導部材と、第1、第2磁気回路部との配置関係を示す図である。

[図25]第6実施形態における第1磁束誘導部材と第1磁気回路部との配置関係を示す図である。

[図26]第7実施形態における第1磁束誘導部材と第1磁気回路部との配置関係を示す図である。

[図27]図26中のXXVII方向から見た平面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本開示の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

[0016] (第1実施形態)

第1実施形態について説明する。本実施形態では、磁気センサを用いて車両に備えられるトルク検出装置を構成し、当該トルク検出装置を用いて電動パワーステアリング装置を構成した例について説明する。なお、本実施形態では、いわゆるコラムタイプの電動パワーステアリング装置について説明する。

[0017] まず、電動パワーステアリング装置1は、ステアリングホイール5と、電

動モータ 6 と、ステアリングギア機構 7 と、リンク機構 8 と、トルク検出装置 10 と、図示しない制御部等を備えている。そして、電動パワーステアリング装置 1 における制御部は、ステアリングホイール 5 の操作状態に応じて電動モータ 6 を駆動することによって電動モータ 6 の駆動力をステアリングギア機構 7 に伝達させる。これにより、電動パワーステアリング装置 1 は、リンク機構 8 を介して車輪 T の向きを変更するための操舵力を補助する。なお、本実施形態では、ステアリングホイールが乗員が操作する操舵部に相当する。

[0018] トルク検出装置 10 は、ステアリングホイール 5 の操作状態に応じた電気信号（例えば、電圧）を出力するように、ステアリングホイール 5 とステアリングギア機構 7 との間に設けられている。具体的には、トルク検出装置 10 は、第 1 シャフト 11 と第 2 シャフト 12 との連結部分に配置されている。第 1 シャフト 11 は、ステアリングホイール 5 と共に回転するように、図示しない連結機構を介してステアリングホイール 5 と連結されている。第 2 シャフト 12 は、図示しない連結機構を介してステアリングギア機構 7 と連結されている。

[0019] 第 1 シャフト 11 と第 2 シャフト 12 とは、トーションバー 13 を介して、回転中心軸 C 上にて同軸的に連結されている。そして、トルク検出装置 10 は、回転中心軸 C を中心とした第 1 シャフト 11 と第 2 シャフト 12 との相対回転に起因してトーションバー 13 に発生する捩りトルクに対応した電気信号を出力するように構成されている。なお、トーションバー 13 は、後述する図 2 に示されているように、第 1 シャフト 11 および第 2 シャフト 12 に対して固定ピン 14 で固定されている。

[0020] 次に、本実施形態におけるトルク検出装置 10 の基本的な構成について、図 2 を参照しつつ説明する。なお、説明の便宜上、以下の各図では、Z 軸が回転中心軸 C と平行となる右手系 XYZ 直交座標系を適宜設定する。この際、Z 軸と平行な方向を「軸方向」とも称する。また、説明の便宜上、Z 軸正方向側を「上側」とも称し、Z 軸負方向側を「下側」とも称する。なお、回

転中心軸Cは、多くの場合、車高方向と平行とはならない。

[0021] トルク検出装置10は、多極磁石20を備えている。多極磁石20は、第1シャフト11と第2シャフト12との相対回転に伴って回転中心軸Cを中心として回転するように、トーションバー13と同軸的に配置されている。具体的には、多極磁石20は、円筒状に形成されており、第1シャフト11の下端部に固定されている。この多極磁石20は、回転中心軸Cを囲む周方向に交互に磁極が反転するように構成されている。

[0022] なお、「周方向」は、典型的には、回転中心軸CとXY平面との交点を中心としてXY平面内に形成される円の円周方向である。また、多極磁石20は、本実施形態では、N極とS極とが各8極、計16極が22.5°間隔で配置されている。

[0023] 多極磁石20の軸方向における一方側（すなわち、上端部側）には、第1磁気回路部21が配置されている。第1磁気回路部21は、第1ヨーク部材21aを有している。第1ヨーク部材21aは、軟磁性体によって形成されたリング状の部材であって、多極磁石20の軸方向における一端部（すなわち、上端部）を囲むように設けられている。

[0024] 具体的には、第1ヨーク部材21aは、第1リング板部21bと、複数の第1歯部21cとを有している。第1リング板部21bは、平板状かつリング状に形成されており、回転中心軸Cを囲むように設けられている。すなわち、第1リング板部21bには、回転中心軸Cを中心とする円形の開口部が形成されている。複数の第1歯部21cは、多極磁石20を囲むように、周方向に等間隔で配列されている。そして、複数の第1歯部21cの各々は、第1リング板部21bにおける上記の開口部の内縁から、回転中心軸Cに沿って、下側に向かって延設されている。

[0025] 多極磁石20の軸方向における他方側（すなわち、下端部側）には、第2磁気回路部22が配置されている。第2磁気回路部22は、第2ヨーク部材22aを有している。第2ヨーク部材22aは、軟磁性体によって形成されたリング状の部材であって、多極磁石20の軸方向における他端部（すなわ

ち、下端部)を囲むように設けられている。

[0026] 具体的には、第2ヨーク部材22aは、第2リング板部22bと、複数の第2歯部22cとを有している。第2リング板部22bは、平板状かつリング状に形成されており、回転中心軸Cを囲むように設けられている。すなわち、第2リング板部22bには、回転中心軸Cを中心とする円形の開口部が形成されている。複数の第2歯部22cは、多極磁石20を囲むように、周方向に等間隔で配列されている。そして、複数の第2歯部22cの各々は、第2リング板部22bにおける上記の開口部の内縁から、回転中心軸Cに沿って、上側に向かって延設されている。

[0027] 第1磁気回路部21と第2磁気回路部22とは、軸方向に配列されていて、かつ所定のギャップを介して対向配置されている。すなわち、図3に示されているように、第2リング板部22bは、第1リング板部21bと軸方向に対向するように設けられている。換言すれば、第1リング板部21bと第2リング板部22bとは、軸方向から視た場合、互いに重なるように配置されている。また、第1歯部21cと第2歯部22cとは、周方向に交互に配置されている。第1磁気回路部21および第2磁気回路部22は、第2シャフト12の上端部に結合されて第2シャフト12と一体的に回転することで、多極磁石20に対して相対的に回転するようになっている。これにより、第1磁気回路部21と第2磁気回路部22とは、多極磁石20が発生する磁界内に磁気回路を形成する。なお、本実施形態では、軸方向が第1、第2磁気回路部21、22の配列方向に相当している。

[0028] そして、トーションバー13に対して振りトルクが作用していない組み付け状態においては、多極磁石20、第1磁気回路部21、および第2磁気回路部22は、図3および図4Aに示されているように、周方向について中立状態に位相合わせされている。中立状態は、全ての第1歯部21cおよび第2歯部22cの周方向における中心位置が、N極とS極との境界と一致する状態である。そして、第1、第2磁気回路部21、22は、第1、第2シャフト11、12との相対回転に起因してトーションバー13に振りトルクが

発生すると、図4Bおよび図4Cに示されているように位相が中立状態からずれる。これにより、第1、第2磁気回路部21、22は、位相ずれ量に応じた磁束密度Bを発生させる。

[0029] そして、トルク検出装置10は、図2に示されるように、第1磁気回路部21および第2磁気回路部22と近接するように、磁気検出素子60および第1、第2磁束誘導部材71、72を有する磁気センサ30が配置されることで構成される。磁気センサ30は、第1、第2磁気回路部21、22にて発生する磁束に対応した電気信号、すなわち、トーションバー13に発生する振りトルクに対応した電気信号を出力するように構成されている。以下に、本実施形態の磁気センサ30の詳細な構成について、図5および図6を参照しつつ説明する。なお、図5および図6中の右手系XYZ直交座標系は、図2中の右手系XYZ直交座標系に対応している。また、図5では、後述する被覆材80を省略して示している。

[0030] 本実施形態の磁気センサ30は、図5および図6に示されるように、センサハウジング40と、回路基板50と、磁気検出素子60と、第1、第2磁束誘導部材71、72とを有する構成とされている。

[0031] センサハウジング40は、y軸方向に延設された柱状の主部41と、フランジ部42とを備えている。なお、以下では、センサハウジング40および主部41において、図5中の紙面下側を一端部側、図5中の紙面上側を他端部側とも称する。つまり、後述の図7では、センサハウジング40および主部41において、第1、第2磁気回路部21、22側に位置する端部を一端部側とも称し、当該一端部側と反対側の端部を他端部側とも称する。

[0032] 主部41は、本実施形態では、絶縁性の合成樹脂が型成型されることによって構成されている。そして、主部41には、一端部側に、収容凹部43が形成されている。この収容凹部43は、回路基板50を収容するものであり、回路基板50の外形に対応した形状とされている。本実施形態では、後述するように、回路基板50が平面矩形状とされているため、収容凹部43も平面矩形状とされている。そして、収容凹部43には、側面に位置決め用の

凸部44が形成されている。

[0033] 主部41のうちの他端部側は、外部機器との電氣的に接続されるコネクタ部45とされ、コネクタ部45に開口部45aが形成されている。なお、外部機器は、例えば、ECU（Electronic Control Unitの略）等である。

[0034] さらに、主部41には、複数本のターミナル46がインサート成型等によって一体化されている。具体的には、各ターミナル46は、一端部が収容凹部43から露出すると共に他端部が開口部45aから露出するように、主部41に備えられている。そして、ターミナル46のうちの収容凹部43から露出する一端部は、後述する回路基板50に形成された挿通孔51に挿通され、回路基板50と電氣的、機械的に接続される。ターミナル46のうちの開口部45aから露出する他端部は、外部機器と電氣的に接続される。

[0035] フランジ部42は、主部41よりも剛性の高い金属材料で構成されており、略中央部に貫通孔47が形成された枠状とされている。なお、フランジ部42を構成する金属材料は、鉄または鉄を主成分とする合金、あるいはアルミニウムまたはアルミニウムを主成分とする合金等が用いられる。そして、フランジ部42は、主部41が貫通孔47を貫通するように当該主部41に備えられている。本実施形態では、フランジ部42は、主部41のうちの収容凹部43が形成された部分よりも他端部側に備えられている。なお、フランジ部42は、例えば、インサート成型されることで主部41と一体化される。また、フランジ部42は、例えば、貫通孔47に主部41が挿入された後に接着剤等によって主部41に固定される。

[0036] また、フランジ部42には、外縁部に、y軸方向に沿って貫通する固定孔48が形成されている。

[0037] 回路基板50は、一面50aおよび他面50bを有する平面矩形状とされ、ターミナル46の一端部が挿入される挿通孔51が形成されている。また、回路基板50は、収容凹部43に形成された凸部44に対応する凹部52が形成されている。さらに、回路基板50は、後述する第2磁束誘導部材72の延設部72bが挿入される開口部53が形成されている。

- [0038] 磁気検出素子 60 は、第 1 磁気回路部 21 と第 2 磁気回路部 22 とによって形成される磁気回路の磁束に対応した電気信号を出力するものである。そして、本実施形態では、磁気検出素子 60 は、回路基板 50 の一面 50a 側において、x 軸方向に沿って 2 つ配置されている。本実施形態では、このように磁気検出素子 60 を 2 つ備えることにより、一方が故障等によって使用不要となったとしても、磁界の検出を継続できるようになっている。
- [0039] 各磁気検出素子 60 は、内部にホール素子等の磁気感应素子等を封止して構成されており、平面略矩形状に形成された本体部と、本体部に備えられた複数の端子部を有している。そして、各磁気検出素子 60 は、回路基板 50 の面方向に対する法線方向から視たとき、本体部が開口部 53 と重複するように、回路基板 50 に実装されている。
- [0040] そして、上記のように磁気検出素子 60 が実装された回路基板 50 は、主部 41 に形成された收容凹部 43 に配置されている。具体的には、回路基板 50 は、他面 50b が收容凹部 43 の底面と対向し、開口部 53 がセンサハウジング 40 の一端部側に位置するように配置されている。また、回路基板 50 は、凹部 52 が收容凹部 43 に形成された凸部 44 と嵌合しつつ、ターミナル 46 が挿通孔 51 に挿通されるように、收容凹部 43 に配置されている。そして、回路基板 50 は、ターミナル 46 とはんだ等で電氣的、機械的に接続されることにより、收容凹部 43 に固定されている。なお、凸部 44 を熱かしめすること等により、回路基板 50 とセンサハウジング 40 との機械的な接続強度を向上させるようにしてもよい。
- [0041] 第 1 磁束誘導部材 71 および第 2 磁束誘導部材 72 は、軟磁性体材料を用いて構成されている。本実施形態では、第 1 磁束誘導部材 71 は、図 2 に示されるように、x 軸方向を長手方向とする長方形帯状の本体部 71a と、長手方向と交差する方向に延設されつつ折り曲げられた延設部 71b とを有する構成とされている。同様に、第 2 磁束誘導部材 72 は、x 軸方向を長手方向とする長方形帯状の本体部 72a と、長手方向と交差する方向に延設されつつ折り曲げられた延設部 72b とを有する構成とされている。

- [0042] なお、第1、第2磁束誘導部材71、72における延設部71b、72bは、磁気検出素子60に対応する数だけ備えられている。つまり、本実施形態では、磁気検出素子60が2つ備えられるため、第1、第2磁束誘導部材71、72には、それぞれ2つの延設部71b、72bが備えられている。
- [0043] そして、本実施形態では、第1磁束誘導部材71は、本体部71aが収容凹部43の側面に接着剤等によって固定されている。また、第1磁束誘導部材71は、延設部71bにおける本体部71a側と反対側の端部（以下では、先端部とも称する）が磁気検出素子60における本体部と対向しつつ、近接するように折り曲げられている。
- [0044] 第2磁束誘導部材72は、第1磁束誘導部材71と軸方向において対向するように、本体部72aが収容凹部43の底面に接着剤等を介して固定されている。また、第2磁束誘導部材72は、延設部72bにおける本体部72a側と反対側の端部（以下では、先端部とも称する）が磁気検出素子60における本体部と対向しつつ、近接するように折り曲げられ、当該先端部が開口部53内に挿入されている。つまり、第2磁束誘導部材72は、少なくとも一部が開口部53に挿入されるように、収容凹部43に配置されている。
- [0045] これにより、磁気センサ30は、第1磁束誘導部材71と第2磁束誘導部材72との間に磁気検出素子60が配置された構成とされる。つまり、磁気センサ30は、第2磁束誘導部材72、磁気検出素子60、第1磁束誘導部材71を共通のセンサハウジング40に固定した状態で構成されている。このため、本実施形態の磁気センサ30は、磁気検出素子60を搭載する部材と第1、第2磁束誘導部材71、72を搭載する部材とを別々に備え、これらが一体化される場合と比較して、磁気検出素子60と第1、第2磁束誘導部材71、72との位置関係がずれることを抑制できる。
- [0046] なお、第1磁束誘導部材71の延設部71bにおける先端部、および第2磁束誘導部材72の延設部72bにおける先端部は、本体部と離れて配置されてもよいし、本体部と接着剤等によって接合されていてもよい。また、第1磁束誘導部材71および第2磁束誘導部材72は、本体部71a、72a

がセンサハウジング４０の一端部側に配置され、延設部７１ｂ、７２ｂがセンサハウジング４０の他端部側に向かって延びるように配置されている。

[0047] そして、收容凹部４３には、回路基板５０、磁気検出素子６０、第１磁束誘導部材７１、および第２磁束誘導部材７２を一体的に被覆しつつ固定する防水性の被覆材８０が配置されている。これにより、回路基板５０等が水に晒されることが抑制されると共に磁気検出素子６０、第１磁束誘導部材７１、および第２磁束誘導部材７２の位置関係が変化することを抑制でき、故障したり検出精度が低下したりすることが抑制される。なお、このような被覆材８０は、例えば、エポキシ樹脂によって構成される。

[0048] 以上が本実施形態における磁気センサ３０の構成である。そして、磁気センサ３０は、トルク検出装置１０を構成する場合には、上記のように、第１磁気回路部２１および第２磁気回路部２２側にセンサハウジング４０の一端部側が向けられて配置される。具体的には、図７に示されるように、多極磁石２０、第１磁気回路部２１、および第２磁気回路部２２は、收容壁Ｗ内に收容されている。

[0049] なお、本実施形態では、收容壁Ｗは、図１に示された電動パワーステアリング装置１におけるケーシングを構成する壁材であって、第１シャフト１１または第２シャフト１２を回転可能に支持しつつ覆うように形成されたものである。そして、收容壁Ｗには、貫通孔である取付孔Ｗ１が形成されている。また、図７では、図示の煩雑化を回避すると共に理解をし易くするため、第１磁気回路部２１および第２磁気回路部２２を簡略化して示し、Ｎ極、トーションバー１３、および第１歯部２１ｃにハッチングを施している。また、後述の対応する各図では、図示の煩雑化を回避すると共に理解をし易くするため、第１磁気回路部２１および第２磁気回路部２２を簡略化して示し、Ｎ極、トーションバー１３、第１歯部２１ｃにハッチングを施している。

[0050] そして、磁気センサ３０は、センサハウジング４０における一端部側が取付孔Ｗ１から收容壁Ｗの内部に挿入されるように、收容壁Ｗに固定されている。具体的には、磁気センサ３０は、フランジ部４２の下端面が取付孔Ｗ１

の周囲における収容壁Wの外壁面（すなわち、図7における上側の表面）に当接するように配置される。なお、フランジ部42における下端面とは、フランジ部42のうちのセンサハウジング40における一端部側の面のことである。そして、磁気センサ30は、図示しないボルト等が固定孔48を通じて収容壁Wに固定されることにより、収容壁Wに固定される。

[0051] また、磁気センサ30は、第1磁束誘導部材71が第1磁気回路部21と磁気結合されると共に、第2磁束誘導部材72が第2磁気回路部22と磁気結合されるように配置される。本実施形態では、磁気センサ30は、軸方向において、第1磁束誘導部材71が第1磁気回路部21と対向すると共に、第2磁束誘導部材72が第2磁気回路部22と対向するように配置される。

[0052] そして、上記のように、トーションバー13に捩りトルクが発生すると、当該捩りに応じた磁束が第1、第2磁気回路部21、22の間に発生し、当該磁束が第1、第2磁束誘導部材71、72を通じて磁気検出素子60に誘導される。このため、磁気検出素子60から磁束に応じた電気信号が出力される。

[0053] この際、フランジ部42は、金属で構成されており、主部41よりも剛性の高い金属材料で構成されている。このため、例えば、フランジ部42が主部41と同じ樹脂材料で構成されている場合と比較して、フランジ部42が反ることを抑制できる。したがって、フランジ部42と収容壁Wとの密着性が低下することを抑制できる。なお、フランジ部42を鉄または鉄を主成分とする合金で構成した場合、フランジ部42は、外部磁界が磁気検出素子60に達することを抑制する磁気シールドとしての効果も発揮する。

[0054] ここで、上記のようなトルク検出装置10では、多極磁石20と第1、第2磁気回路部21、22とが同期して回転する際、磁気回路を通る磁束が周期的に変動するため、この周期的変動が磁気検出素子60から出力される電気信号に対してノイズとなる。以下、周期的に変動するノイズを振れ回りノイズと称し、振れ回りノイズについて説明する。

[0055] まず、第1磁気回路部21における第1歯部21cから第1リング板部2

1 b への磁束の流れについて、図 8 を参照しつつ説明する。なお、第 2 磁気回路部 2 2 における第 2 歯部 2 2 c から第 2 リング板部 2 2 b への磁束の流れについては、第 1 磁気回路部 2 1 と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0056] 図 8 に示されるように、磁束密度は、磁束源となる多極磁石 2 0 と、当該多極磁石 2 0 に面する第 1 磁気回路部 2 1 の第 1 歯部 2 1 c との間の距離によって変化する。そして、第 1 磁気回路部 2 1 における磁束密度は、第 1 歯部 2 1 c に近い部分では高くなり、第 1 歯部 2 1 c から離れた部分では小さくなる。

[0057] このため、多極磁石 2 0 と第 1 磁気回路部 2 1 とが同期して回転する場合、磁気検出素子 6 0 が第 1 磁気回路部 2 1 における第 1 リング板部 2 1 b の特定箇所と対向して配置されていると、磁気検出素子 6 0 にて回転に伴った磁束の変動が検知される。さらに、回転に伴い、第 1 歯部 2 1 c と第 2 歯部 2 2 c との間から漏れる漏れ磁束が加わり、磁束の変動が大きくなる。これが振れ回りノイズとして磁気検出素子 6 0 で検出される。そして、磁気検出素子 6 0 で検出される信号が相対的に大きくなると、信号とノイズとの比である S/N 比が低下することとなる。

[0058] したがって、本実施形態は、振れ回りノイズを抑制して S/N 比を向上できるようにしている。以下に、S/N 比を向上させる具体的な構成について、図 9～図 11 を参照して説明する。なお、図 9 は、図 11 中の I-X 方向から見た平面図に相当する。また、図 9 は、トーションバー 1 3 に振れ変位が加わっていない中立状態の図である。そして、後述の図 9 に対応する各図では、トーションバー 1 3 に振れ変位が加わっていない中立状態を示している。

[0059] まず、本実施形態の第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、上記のように、本体部 7 1 a、7 2 a が長方形帯状に形成されている。そして、図 9 に示されるように、磁気センサ 3 0 が収容壁 W に取り付けられた際において、軸方向から見たとき、回転中心軸 C と直交しつつ、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 における本体部 7 1 a、7 2 a の中心位置と交差する仮想線を基準

線Kとする。より詳しくは、軸方向から視たとき、回転中心軸Cと直交しつつ、2つの磁気検出素子60の中間位置と交差する仮想線を基準線Kとする。そして、第1、第2磁束誘導部材71、72は、長辺が基準線Kと直交するように構成されている。

[0060] また、第1、第2磁束誘導部材71、72における延設部71b、72bは、基準線Kに対して対称に配置されている。このため、各延設部71b、72bの間に配置される2つの磁気検出素子60も、基準線Kに対して対称に配置されることになる。これにより、各磁気検出素子60に第1、第2磁束誘導部材71、72から同様の磁束が誘導される。

[0061] なお、第1、第2磁束誘導部材71、72は、上記のように、本体部71a、72aがセンサハウジング40の一端部側に配置され、延設部71b、72bがセンサハウジング40の他端部側に向かって延びるように配置されている。このため、磁気センサ30が収容壁Wに取り付けられた状態では、延設部71b、72bは、第1、第2磁気回路部21、22における径方向（以下では、単に径方向とも称する）に沿って延設されているともいえる。

[0062] また、第1磁束誘導部材71における本体部71aにおいて、基準線Kを挟む一对の両端部位を外端部位711とする。同様に、第2磁束誘導部材72における本体部72aにおいて、基準線Kを挟む一对の両端部位を外端部位721とする。なお、第1、第2磁束誘導部材71、72における外端部位711、721は、言い換えると、第1、第2磁束誘導部材71、72における本体部71a、72aにおいて、第1、第2磁気回路部21、22の周方向両端に位置する部位ともいえる。また、第1磁束誘導部材71および第2磁束誘導部材72は、同じ構成とされており、2つの磁気検出素子60を通る仮想面に対して対称に配置されている。

[0063] そして、本実施形態では、第1、第2磁束誘導部材71、72は、本体部71a、72aが長方形帯状とされている。このため、本体部71a、72aと回転中心軸Cとの間隔dは、外端部位711、721側が一对の外端部位711、721で挟まれる中間部位よりも長くなる。

[0064] ここで、以下では、軸方向から見たとき、回転中心軸Cと、各外端部位711、721のうちの回転中心軸C側の部分とを結ぶ二本の仮想線を仮想線OM1、OM2とする。より詳しくは、回転中心軸Cと、各外端部位711における基準線Kと反対側に位置する端部のうちの回転中心軸C側の部分とを結ぶ二本の仮想線を仮想線OM1、OM2とする。そして、二本の仮想線OM1、OM2で区画される周方向（すなわち、第1シャフト11の周方向）の範囲を磁束放射範囲とし、磁束放射範囲に含まれる多極磁石20の磁極数を放射範囲磁極数とする。この場合、図9に示す例では、放射範囲磁極数は、2.0極となる。

[0065] そして、本発明者らは、放射範囲磁極数と振れ回りノイズとの関係について検討を行い、図12に示されるシミュレーション結果を得た。すなわち、図12に示されるように、振れ回りノイズは、放射範囲磁極数が1.0極から増加するにつれて低減し、約2.0極で最小となることが確認される。そして、振れ回りノイズは、放射範囲磁極数が2.0極から3.0極に増加するにしたがって増加することが確認される。

[0066] この場合、振れ回りノイズの許容閾値をTh1に設定すると、放射範囲磁極数が1.2極～2.8極の範囲で振れ回りノイズが許容閾値Th1を下回る。なお、ここでの許容閾値Th1は、一般的な振れ回りノイズとして許容される $300\mu\text{T}$ を想定している。したがって、第1、第2磁束誘導部材71、72は、放射範囲磁極数が1.2極～2.8極の範囲に含まれるように設定されることが好ましい。

[0067] さらに、振れ回りノイズの許容閾値をTh1よりも低いTh2に設定した場合、放射範囲磁極数が1.5極～2.5極の範囲で振れ回りノイズが許容閾値Th2を下回る。なお、ここでの許容閾値Th2は、一般的に十分に小さい振れ回りノイズと認識されている $170\mu\text{T}$ を想定している。したがって、放射範囲磁極数が1.5極～2.5極となる範囲では振れ回りノイズの低減効果をより大きくできる。特に放射範囲磁極数が2.0極の場合、振れ回りノイズの低減効果を最大とできる。

- [0068] したがって、本実施形態では、第1、第2磁束誘導部材71、72は、放射範囲磁極数が1.2極～2.8極の範囲となるように構成される。そして、第1、第2磁束誘導部材71、72は、放射範囲磁極数が1.5極～2.5極の範囲となるように構成されるのがより好ましい。
- [0069] 以上説明したように、本実施形態では、フランジ部42は、主部41よりも剛性の高い材料で構成されている。このため、磁気センサ30を収容壁Wに固定した際、例えば、フランジ部42が主部41と同じ材料で構成されている場合と比較して、フランジ部42が反り難くなる。このため、第1、第2磁気回路部21、22と磁気センサ30における第1、第2磁束誘導部材71、72との位置関係が変動し難くなり、検出精度が低下することを抑制できる。なお、フランジ部42を鉄または鉄を主成分とする合金で構成した場合、フランジ部42は、外部磁界が磁気検出素子60に達することを抑制する磁気シールドとしての効果も発揮する。
- [0070] また、磁気センサ30は、磁気検出素子60および第1、第2磁束誘導部材71、72が共通のセンサハウジング40に備えられている。このため、磁気検出素子60を搭載する部材と第1、第2磁束誘導部材71、72を搭載する部材とを別々に備え、これらが一体化される場合と比較して、磁気検出素子60と第1、第2磁束誘導部材71、72の位置関係がずれることを抑制できる。したがって、磁気センサ30の感度がばらつくことを抑制できる。
- [0071] また、本実施形態では、回路基板50には、開口部53が形成されており、第2磁束誘導部材72が開口部53内に配置されている。このため、磁気検出素子60と第2磁束誘導部材72とを近接して配置でき、検出精度の向上を図ることができる。
- [0072] さらに、第1、第2磁束誘導部材71、72は、一对の外端部位711、721を有する本体部71a、72aに延設部71b、72bが備えられた構成とされている。このため、第1、第2磁束誘導部材71、72が環状とされている一般的なものと比較して、材料の削減を図ることができる。この

場合、本発明者らが検討したところ、図 13 に示されるように、第 1、第 2 磁束誘導部材 71、72 の大きさを変化させても誘導される磁束密度は、ほぼ変化しないことが確認されている。なお、図 13 中の 1/2 の磁束誘導部材は、環状の磁束誘導部材における周方向の長さに対して本体部 71a、72a の長手方向の長さを 1/2 としたものである。同様に、図 13 中の 1/3 の磁束誘導部材は、環状の磁束誘導部材における周方向の長さに対して本体部 71a、72a の長手方向の長さを 1/3 としたものである。

[0073] また、第 1、第 2 磁束誘導部材 71、72 は、環状とされている場合には、第 2 シャフト 12 を周方向に一周するように備えられる。しかしながら、本実施形態では、第 1、第 2 磁束誘導部材 71、72 が環状とされていないため、第 2 シャフト 12 を周方向に一周するようには備えられない。このため、第 1、第 2 磁束誘導部材 71、72 を着脱する際に第 2 シャフト 12 を考慮しなくてもよく、部材交換を容易に行うことができる。

[0074] さらに、第 1、第 2 磁束誘導部材 71、72 は、振れ回りノイズを低減できる放射範囲磁極数となるように構成されている。このため、振れ回りノイズを低減でき、磁気検出素子 60 における SN 比の向上を図ることができる。

[0075] また、センサハウジング 40 には、回路基板 50、磁気検出素子 60、第 1、第 2 磁束誘導部材 71、72 等を一体的に封止する防水性の被覆材 80 が配置されている。このため、これらの部材に対する防水性を向上できる。

[0076] (第 1 実施形態の変形例)

第 1 実施形態の変形例について説明する。第 1 実施形態において、フランジ部 42 が配置される位置は、適宜変更可能である。

[0077] 例えば、図 14 に示されるように、フランジ部 42 は、一部が回路基板 50 上に位置するように、主部 41 に備えられていてもよい。なお、このような磁気センサ 30 とする場合には、収容凹部 43 に回路基板 50 が配置された後にフランジ部 42 を主部 41 に配置するようにすればよい。

[0078] また、上記第 1 実施形態では、多極磁石 20 の磁極数が 16 である場合に

ついて説明したが、多極磁石 20 の磁極数は適宜変更可能であり、例えば、多極磁石 20 の磁極数が 20 とされていてもよい。

[0079] この場合、図 15 に示されるように、上記第 1 実施形態と同等サイズの磁気検出素子 60 を使用する前提では、放射範囲磁極数が 2.5 極以下の範囲となると、第 1、第 2 磁束誘導部材 71、72 の形状が成立し難くなる。但し、より小さいサイズの磁気検出素子 60 を使用することを想定すると、振れ回りノイズは、破線で示すように、放射範囲磁極数が 2.0 極～2.5 極の範囲において、磁極数が 16 極の場合と同様に低下すると想定される。このため、このように多極磁石 20 の磁極数を変化させたとしても、放射範囲磁極数が 2.0 極に近づくほど振れ回りノイズを低減できる。

[0080] (第 2 実施形態)

第 2 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対し、ラックタイプの電動パワーステアリング装置 1 を構成したものである。その他に関しては、第 1 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0081] まず、本実施形態におけるラックタイプの電動パワーステアリング装置 1 は、図 16 に示されるように、ステアリングシャフト 3 と、ステアリングコラム 4 と、ステアリングホイール 5 とを備えている。また、ラックタイプの電動パワーステアリング装置 1 は、電動モータ 6 と、ステアリングギア機構 7 と、リンク機構 8 と、ゴムブーツ 9 と、トルク検出装置 10 とを備えている。なお、ステアリングシャフト 3、ステアリングコラム 4、およびゴムブーツ 9 は、図 1 に示されているコラムタイプにおいても設けられているが、図 1 においては、符号による明示または図示が省略されている。

[0082] ステアリングシャフト 3 は、ステアリングコラム 4 によって回転可能に支持されている。そして、ステアリングシャフト 3 は、一端部がステアリングホイール 5 と連結され、ステアリングホイール 5 の操作に応じて回転するように設けられている。

[0083] 電動モータ 6 は、ステアリングホイール 5 の操作状態に応じて駆動されることで、車輪 T の向きを変更するための操舵力をアシストするアシスト力を

ステアリングギア機構 7 に入力するように設けられている。図 16 に示されるように、ラックタイプの電動パワーステアリング装置 1 においては、電動モータ 6 は、ステアリングギア機構 7 のケーシングに装着されている。なお、上記のように、図 1 に示されているコラムタイプでは、電動モータ 6 は、ステアリングコラム 4 に装着されている。

[0084] ステアリングギア機構 7 の両端部におけるリンク機構 8 との連結箇所には、ゴムブーツ 9 が装着されている。ゴムブーツ 9 は、ステアリングギア機構 7 とリンク機構 8 との連結箇所からステアリングギア機構 7 の内部に水が浸入することを防止するために設けられている。

[0085] そして、ラックタイプの電動パワーステアリング装置 1 においては、トルク検出装置 10 は、ステアリングギア機構 7 のケーシングに装着されている。なお、図 1 に示されているコラムタイプにおいては、トルク検出装置 10 は、ステアリングコラム 4 に装着されている。すなわち、図 1 に示されているコラムタイプでは、収容壁 W は、上記のように、ステアリングコラム 4 のケーシングを構成する壁材である。一方、ラックタイプにおいては、収容壁 W は、ステアリングギア機構 7 のケーシングを構成する壁材となる。

[0086] ここで、ラックタイプの電動パワーステアリング装置 1 では、トルク検出装置 10 がゴムブーツと同様の搭載高さに備えられている。このため、ラックタイプの電動パワーステアリング装置 1 では、コラムタイプの電動パワーステアリング装置 1 より、トルク検出装置 10 が被水環境となり易い。つまり、磁気センサ 30 と収容壁 W との間において、収容壁 W の外部から内部に水が浸入し易い。

[0087] このため、本実施形態では、図 17 に示されるように、主部 41 とフランジ部 42 との間には、エポキシ樹脂等で構成されるシール材 90 が配置されている。これにより、主部 41 とフランジ部 42 との間の隙間を通じて収容壁 W 内に水が浸入することを抑制できる。

[0088] 以上が本実施形態における磁気センサ 30 の構成である。そして、このような磁気センサ 30 は、図 18 に示されるように、収容壁 W に取り付けられ

る場合には、図中の矢印で示されるように、シール材としてのＯリング１００が収容壁Ｗに対してシールされた状態に取り付けられる。つまり、本実施形態では、収容壁Ｗには、Ｏリング１００をシールできるように取付孔Ｗ１が形成されている。これにより、磁気センサ３０と収容壁Ｗとのシール性を向上できる。なお、図１８では、理解をし易くするため、収容壁ＷおよびＯリング１００を断面図として示している。

[0089] 以上説明したように、上記第１実施形態の構成をラックタイプの電動パワーステアリング装置１に適用することもできる。そして、本実施形態では、主部４１とフランジ部４２との間には、シール材９０が配置されている。このため、主部４１とフランジ部４２との間の隙間を通じて収容壁Ｗ内に水が浸入することを抑制できる。

[0090] また、本実施形態では、磁気センサ３０と収容壁Ｗの間には、Ｏリング１００が配置されている。このため、磁気センサ３０と収容壁Ｗとの間から水が浸入することも抑制できる。

[0091] （第３実施形態）

第３実施形態について説明する。本実施形態は、第１実施形態に対し、第１、第２磁束誘導部材７１、７２の構成を変更したものである。その他に関しては、第１実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0092] 本実施形態では、図１９に示されるように、磁気センサ３０を用いてトルク検出装置１０を構成した際、第１磁束誘導部材７１は、軸方向から視たとき、本体部７１ａが基準線Ｋに対して対称な同心円弧を対辺とする円弧帯状に形成されている。具体的には、本体部７１ａは、基準線Ｋ上で回転中心軸Ｃを挟んで磁気検出素子６０とは反対側に位置する点Ｑを中心とし、回転中心軸Ｃを中心とする円弧よりも曲率が小さい同心円弧を有する円弧帯状とされている。

[0093] なお、特に図示しないが、第２磁束誘導部材７２は、第１磁束誘導部材７１と同様の形状とされている。

[0094] 以上説明したように、本体部７１ａ、７２ａを円弧帯状としても、上記第

1 実施形態と同様の効果を得ることができる。なお、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の回転中心軸 C 側の辺が直線である第 1 実施形態は、本実施形態の点 Q が無限遠に存在し、円弧の曲率が無限小となる特殊な形態としても解釈され得る。

[0095] (第 4 実施形態)

第 4 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対し、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の構成を変更したものである。その他に関しては、第 1 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0096] 本実施形態では、図 20～図 22 に示されるように、磁気センサ 30 を用いてトルク検出装置 10 を構成した際、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は次のように配置されている。具体的には、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、軸方向から視たとき、本体部 7 1 a、7 2 a が第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 の外形より径方向外側に位置するように配置されている。より詳しくは、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、径方向において、第 1、第 2 リング板部 2 1 b、2 2 b の側面と対向するように配置されている。

[0097] 以上説明したように、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 が第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 の径方向外側に配置されるようにしても、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0098] (第 5 実施形態)

第 5 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対し、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の構成を変更したものである。その他に関しては、第 1 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0099] 本実施形態では、図 23 に示されるように、磁気センサ 30 を用いてトルク検出装置 10 を構成した際、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 の軸方向の外側に位置するように配置されている。つまり、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、軸方向の外側において第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 における第 1、第 2 リング板部 2 1 b、2 2 b の環状面と対向するように配置されている。言い換えると、第 1、第 2

磁束誘導部材 7 1、7 2 は、軸方向の外側において、本体部 7 1 a、7 2 a が第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 と対向するように構成されている。

[0100] 以上説明したように、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 が第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 の軸方向外側に配置されるようにしても、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。なお、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、上記第 3 実施形態のように、円弧を対辺とする円弧帯状とされていてもよい。

[0101] (第 5 実施形態の変形例)

第 5 実施形態の変形例について説明する。第 6 実施形態において、図 2 4 に示されるように、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、軸方向の外側および径方向において、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 における第 1、第 2 リング板部 2 1 b、2 2 b の環状面および側面と対向するようにしてもよい。なお、このような構成とする場合には、本体部 7 1 a、7 2 a は、第 1、第 2 リング板部 2 1 b、2 2 b の側面とも対向するように、略断面 L 字状とされる。

[0102] (第 6 実施形態)

第 6 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対し、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の構成を変更したものである。その他に関しては、第 1 実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0103] まず、上記各実施形態では、磁気検出素子 6 0 を 2 つ備える構成としたが、磁気検出素子 6 0 を 1 つのみ備える構成としてもよい。この場合、図 2 5 に示されるように、第 1 磁束誘導部材 7 1 には、1 つのみ延設部 7 1 b が備えられる。なお、第 2 磁束誘導部材 7 2 は、第 1 磁束誘導部材 7 1 と同様の形状とされている。また、このような構成では、基準線 K は、1 つの磁気検出素子 6 0 と回転中心軸 C を結ぶ仮想直線となる。

[0104] このように、2 つの延設部 7 1 b、7 2 b を備えず、磁気検出素子 6 0 を 1 つのみ備える構成としても、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0105] (第7実施形態)

第7実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態に対し、第1、第2磁束誘導部材71、72の構成を変更したものである。その他に関しては、第1実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0106] 本実施形態では、図26および図27に示されるように、第1、第2磁束誘導部材71、72は、長方形帯状とされた本体部71a、72aのみで構成され、延設部71b、72bを有していない。そして、第1、第2磁束誘導部材71、72には、本体部71a、72aのうちの磁気検出素子60と対向する部分が軸方向に折り曲げられた折り曲げ部712、722が構成されている。つまり、第1、第2磁束誘導部材71、72は、各本体部71a、72aが互いの本体部71a、72a側に折り曲げられた折り曲げ部712、722を有している。

[0107] なお、本実施形態では、第2磁束誘導部材72における折り曲げ部722が開口部53内に配置される。

[0108] このように、本体部71a、72aに折り曲げ部712、722を形成するようにしても、上記第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0109] (他の実施形態)

本開示は、実施形態に準拠して記述されたが、本開示は当該実施形態や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

[0110] 例えば、上記各実施形態において、各方向は、実施形態の説明の便宜上設定したものである。このため、回転中心軸Cは、多くの場合、車高方向と交差する方向となる。

[0111] また、第1、第2磁束誘導部材71、72の本体部71a、72aが長方形帯状に形成されている上記各実施形態では、本体部71a、72aは略長方形帯状とされていればよい。そして、第1、第2磁束誘導部材71、72

の本体部 7 1 a、7 2 a が円弧帯状に形成されている上記各実施形態では、本体部 7 1 a、7 2 a は略円弧帯状態とされていればよい。

[0112] また、上記各実施形態において、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の本体部 7 1 a、7 2 a は、放射範囲磁極数が 1.2 極～2.8 極となるように構成されていなくてもよい。このような構成としても、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の本体部 7 1 a、7 2 a が環状とされている場合と比較すれば、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 を構成する材料の削減を図ることができる。

[0113] また、上記各実施形態において、回路基板 5 0 は、一面 5 0 a が収容凹部 4 3 の底面と対向するように配置されていてもよい。そして、回路基板 5 0 の開口部 5 3 には、他面 5 0 b 側から第 1 磁束誘導部材 7 1 の一部が配置されるようにしてもよい。

[0114] さらに、上記各実施形態において、回路基板 5 0 に形成される開口部 5 3 の形状は、適宜変更可能である。例えば、開口部 5 3 は、一部が回路基板 5 0 の外縁部まで達するように形成されていてもよい。

[0115] そして、上記各実施形態において、フランジ部 4 2 は、主部 4 1 よりも剛性の高い材料で構成されるのであれば、金属材料ではない別の材料を用いてもよい。

[0116] また、上記第 1、第 2 実施形態では、回路基板 5 0 に形成された開口部 5 3 に第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の一部が配置されるのであれば、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の形状は適宜変更可能である。例えば、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 を囲むリング状の部分の有する構成としてもよい。

[0117] さらに、上記各実施形態において、回路基板 5 0 をセンサハウジング 4 0 に搭載しないようにし、磁気検出素子 6 0 を直接センサハウジング 4 0 に配置するようにしてもよい。また、上記各実施形態において、回路基板 5 0 には、開口部 5 3 が形成されていなくてもよい。

[0118] また、上記各実施形態のトルク検出装置 1 0 は、電動パワーステアリング

装置 1 に限らず、軸トルクを検出する様々な装置に適用することができる。

[0119] そして、上記各実施形態を適宜組わせてもよい。例えば、トルク検出装置 10 を構成する場合には、次のようにしてもよい。すなわち、上記第 3 ～ 第 7 実施形態を適宜第 2 実施形態に組み合わせ、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 の形状や、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 と第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 との位置関係を変更するようにしてもよい。また、上記各実施形態を組み合わせたもの同士をさらに組み合わせるようにしてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 対向して配置された第1磁気回路部（21）と第2磁気回路部（22）との間に発生する磁束に応じた電気信号を出力する磁気センサであって、
- 前記磁束に応じた電気信号を出力する磁気検出素子（60）と、
- 一端部側に前記磁気検出素子が配置され、前記一端部側が前記第1磁気回路部および前記第2磁気回路部側に向けられて配置される主部（41）、および前記主部に固定され、前記第1、第2磁気回路部が収容される収容壁（W）に当接する状態で配置されるフランジ部（42）と、を有するセンサハウジング（40）と、
- 軟磁性体で形成され、前記磁束を前記磁気検出素子へと誘導し、一部が前記磁気検出素子を挟んで対向するように配置される一対の磁束誘導部材（71、72）と、を備え、
- 前記フランジ部は、前記主部よりも剛性の高い材料で構成されており、
- 前記一対の磁束誘導部材は、前記主部に前記磁気検出素子と共に配置されている磁気センサ。
- [請求項2] 前記磁気検出素子を搭載する回路基板（50）を有し、
- 前記回路基板が前記主部に固定されることで前記磁気検出素子が前記主部に配置されている請求項1に記載の磁気センサ。
- [請求項3] 前記回路基板には、開口部（53）が形成されており、
- 前記磁気検出素子は、前記回路基板の面方向に対する法線方向において、前記開口部と重複するように配置され、
- 前記一対の磁束誘導部材は、一方の磁束誘導部材が前記開口部内に配置されている請求項2に記載の磁気センサ。
- [請求項4] 前記フランジ部と前記主部との間には、シール材（90）が配置されている請求項1ないし3のいずれか1つに記載の磁気センサ。
- [請求項5] 前記主部には、前記磁気検出素子および前記磁束誘導部材を一体的

に被覆する防水性の被覆材（８０）が配置されている請求項１ないし４のいずれか１つに記載の磁気センサ。

[請求項6] 前記フランジ部は、金属材料で構成されている請求項１ないし５のいずれか１つに記載の磁気センサ。

[請求項7] 前記フランジ部は、鉄または鉄を主成分とする合金で構成されている請求項６に記載の磁気センサ。

[請求項8] 第１シャフト（１１）と第２シャフト（１２）とを回転中心軸（Ｃ）上にて同軸的に連結するトーションバー（１３）に、前記回転中心軸を中心とした前記第１シャフトと前記第２シャフトとの相対回転に起因して発生する、振りトルクに対応した電気信号を出力するように構成されたトルク検出装置（１０）であって、

前記回転中心軸を囲む周方向に交互に磁極が反転するように構成されていて前記相対回転に伴って前記回転中心軸を中心として回転するように前記トーションバーと同軸的に配置された多極磁石（２０）の、前記回転中心軸と平行な軸方向における一方側に配置された前記第１磁気回路部と、

前記多極磁石の前記軸方向における他方側に配置された前記第２磁気回路部と、

請求項１ないし７のいずれか１つに記載の磁気センサと、を備え、

前記磁気センサは、前記磁束誘導部材が前記第１磁気回路部と前記第２磁気回路部とによって形成される磁気回路と磁気結合されるように配置されており、

前記磁束誘導部材は、前記第１磁気回路部と対向して配置される本体部（７１ａ）を有する第１磁束誘導部材（７１）と、前記第２磁気回路部と対向して配置される本体部（７２ａ）を有する第２磁束誘導部材（７２）とを有し、

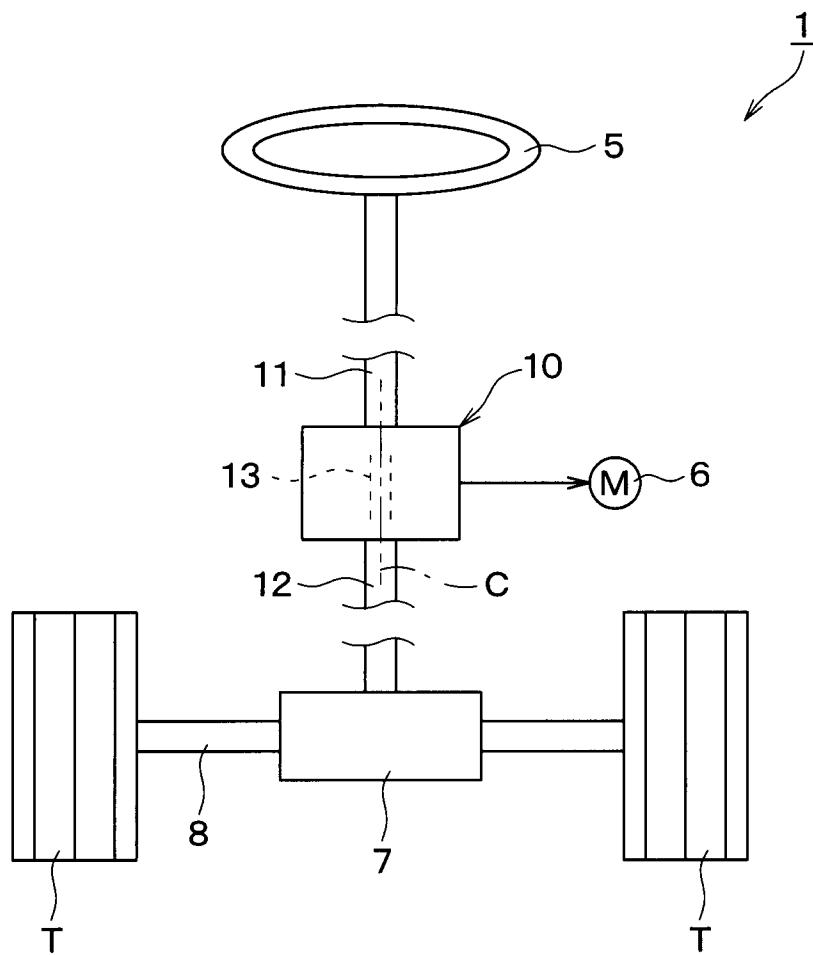
前記第１磁束誘導部材における本体部および前記第２磁束誘導部材における本体部は、

前記回転中心軸と直交しつつ前記本体部と交差する仮想線を基準線（K）とすると、前記基準線を挟んで位置する一对の外端部位（7 1 1、7 2 1）を有する形状とされ、かつ前記回転中心軸との間隔（d）において、前記外端部位側が前記一对の外端部位で挟まれる中間部位側よりも長くなる形状とされ、さらに、前記回転中心軸と、前記外端部位のうちの前記回転中心軸側の部分とを結ぶ二本の仮想線（OM 1、OM 2）で区画される前記第 1 シャフトの周方向範囲を磁束放射範囲とすると、前記磁束放射範囲に含まれる前記多極磁石の磁極数が所定範囲数内となる形状とされているトルク検出装置。

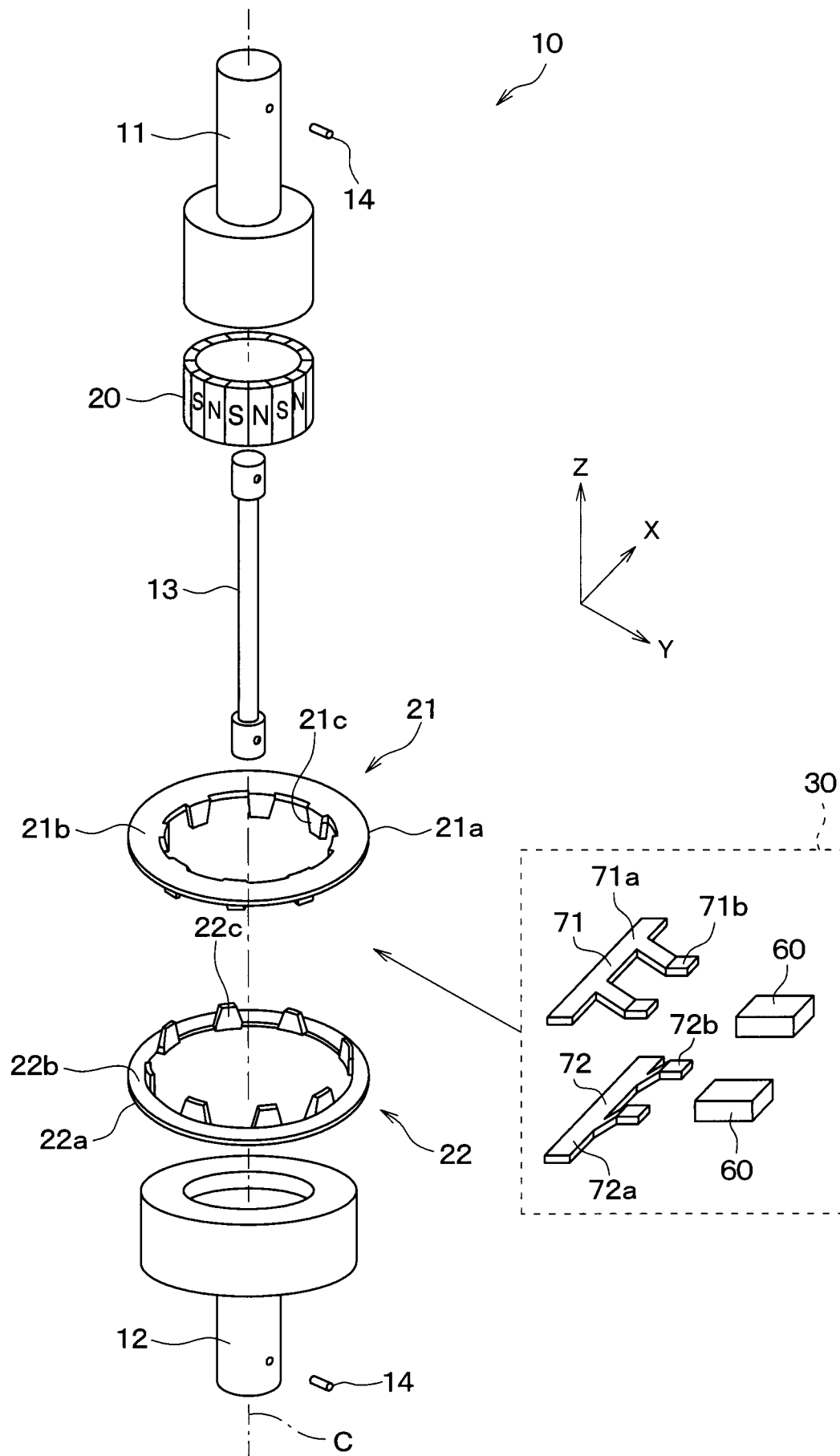
[請求項9] 前記第 1 磁束誘導部材における本体部および前記第 2 磁束誘導部材における本体部は、前記磁束放射範囲に含まれる前記多極磁石の磁極数が 1. 2 ～ 2. 8 極となる構成とされている請求項 8 に記載のトルク検出装置。

[請求項10] 車両に設けられるステアリング装置であって、
請求項 8 または 9 に記載のトルク検出装置と、
前記トルク検出装置で検出された前記電気信号に基づき、乗員が操作する操舵部（5）の操作を補助する駆動力を出力するモータ（6）と、を備えるステアリング装置。

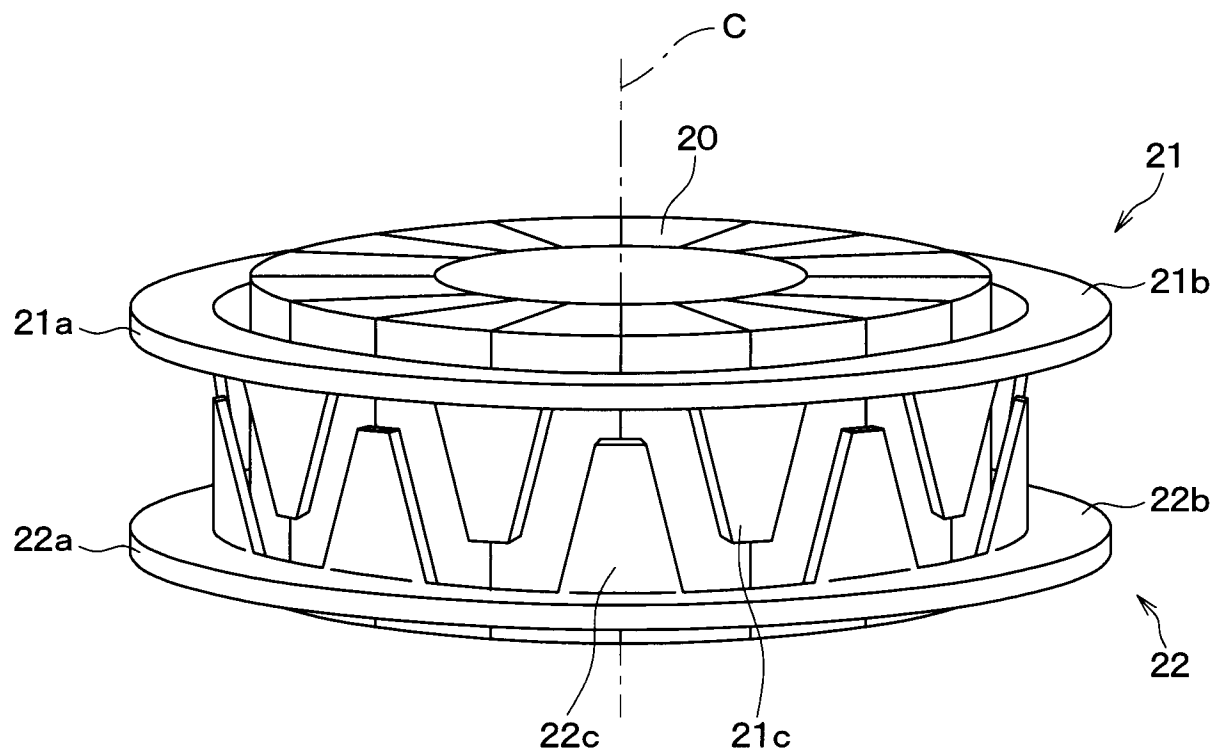
[図1]



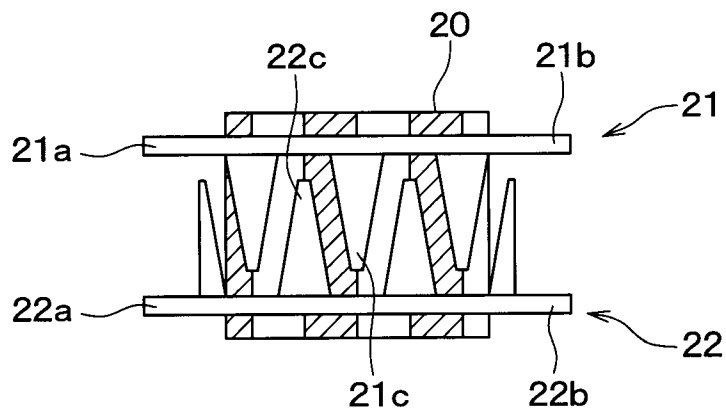
[図2]



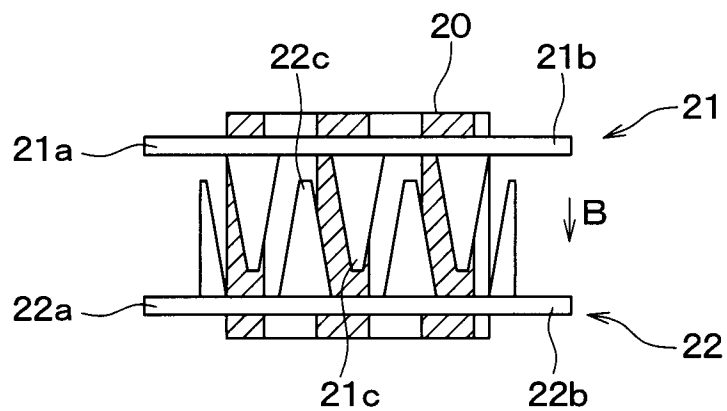
[図3]



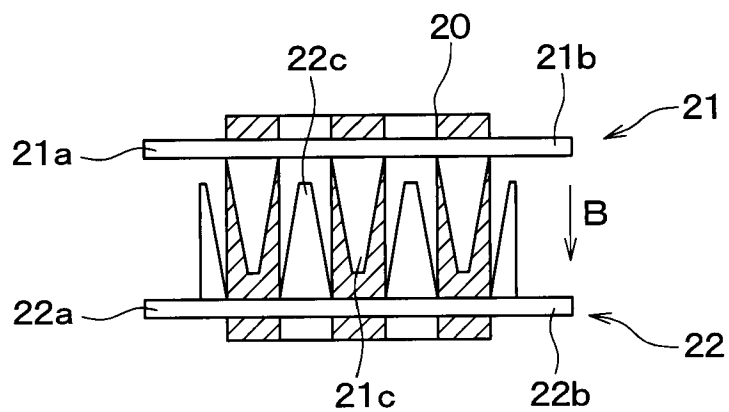
[図4A]



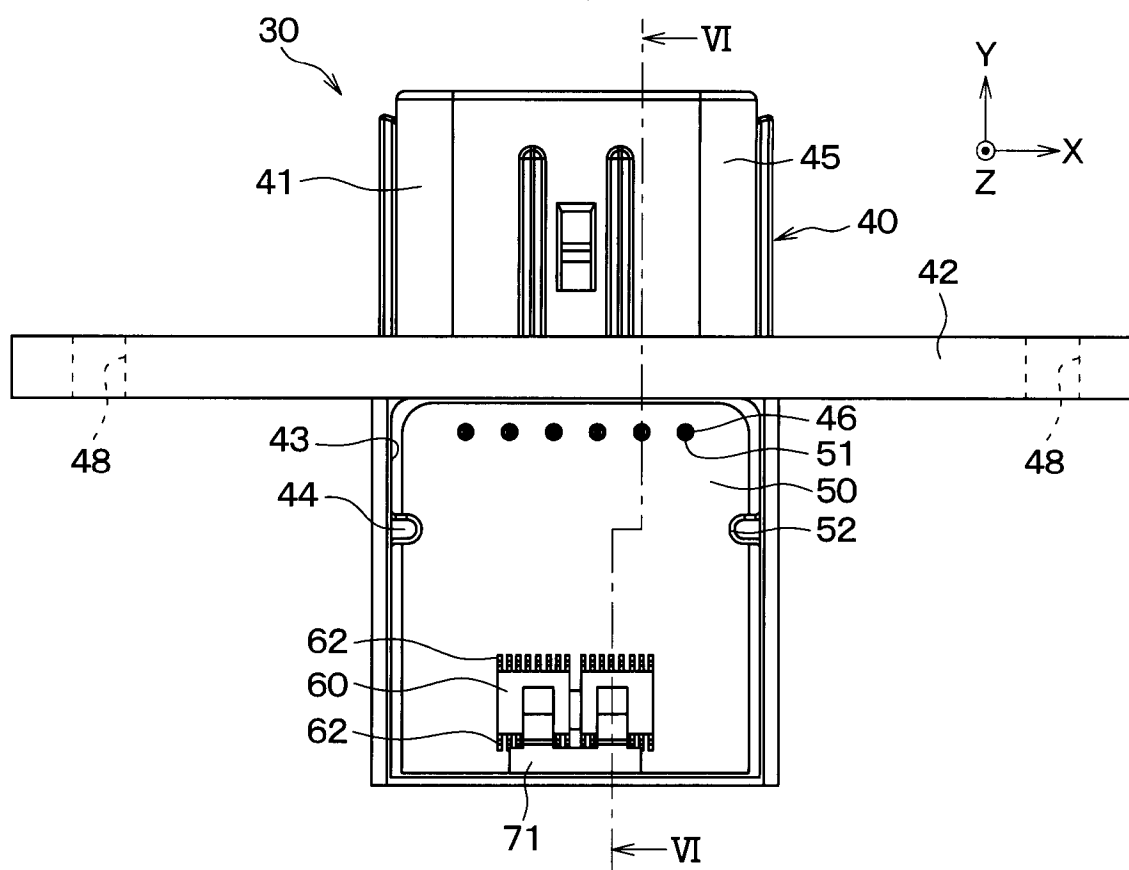
[図4B]



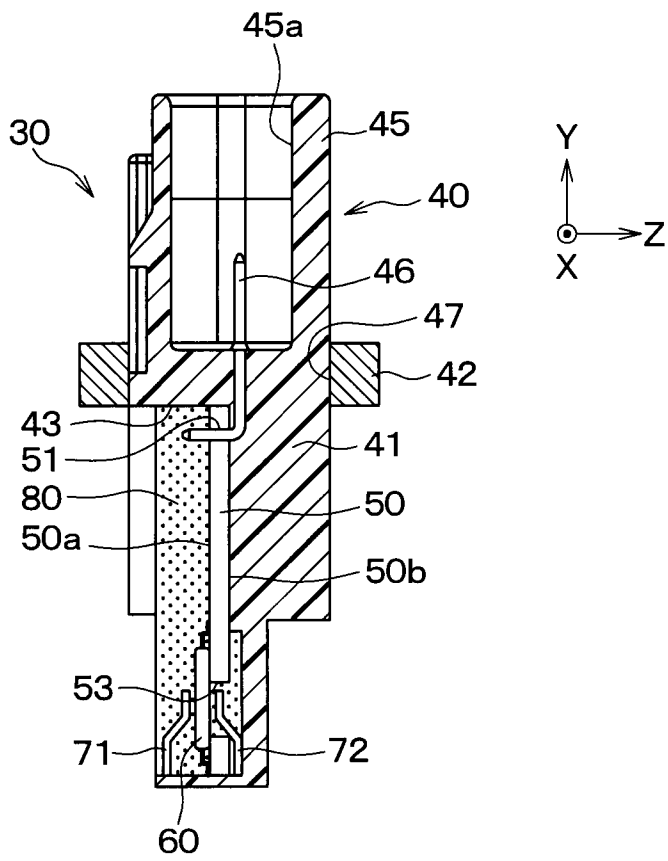
[図4C]



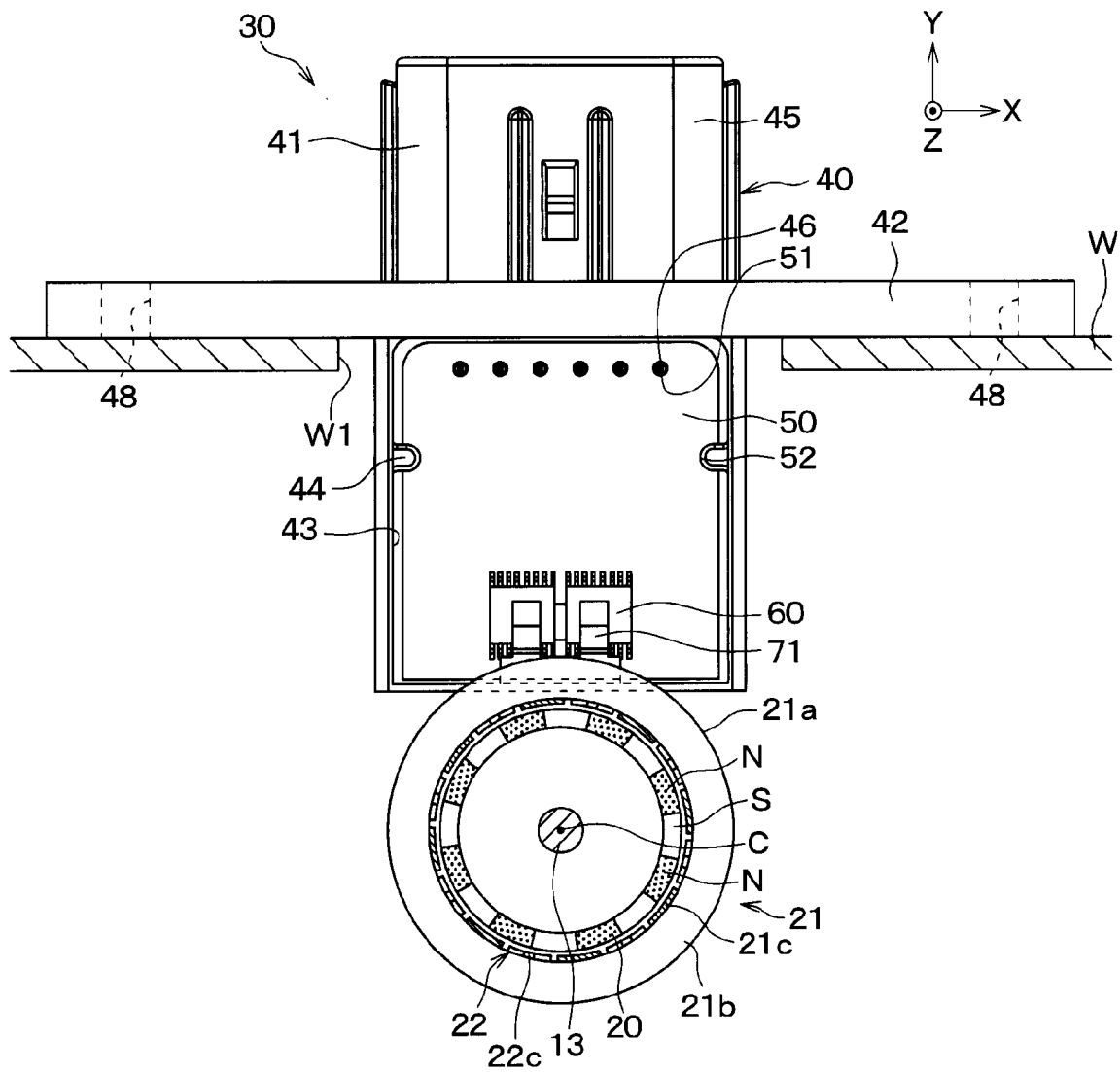
[図5]



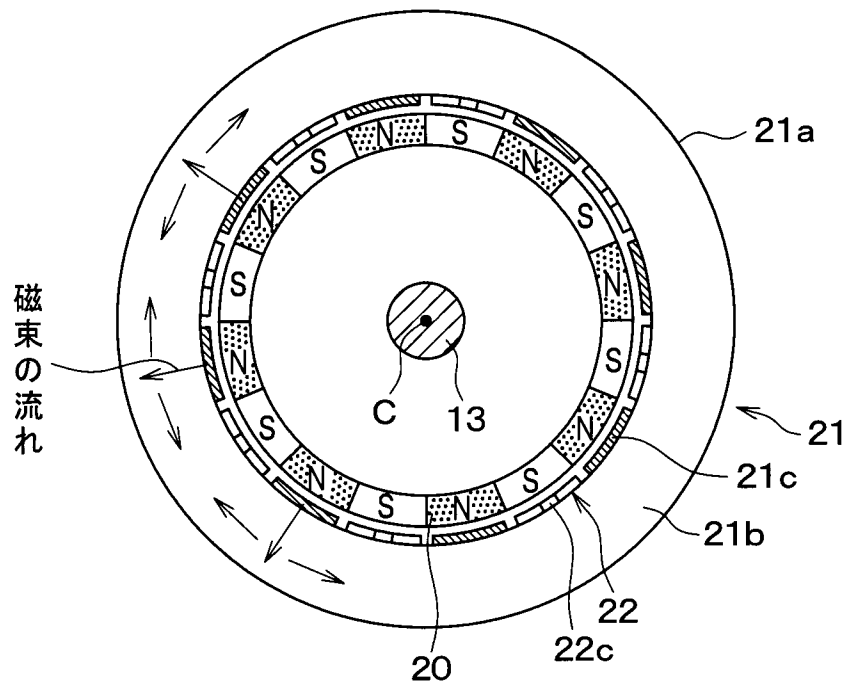
[図6]



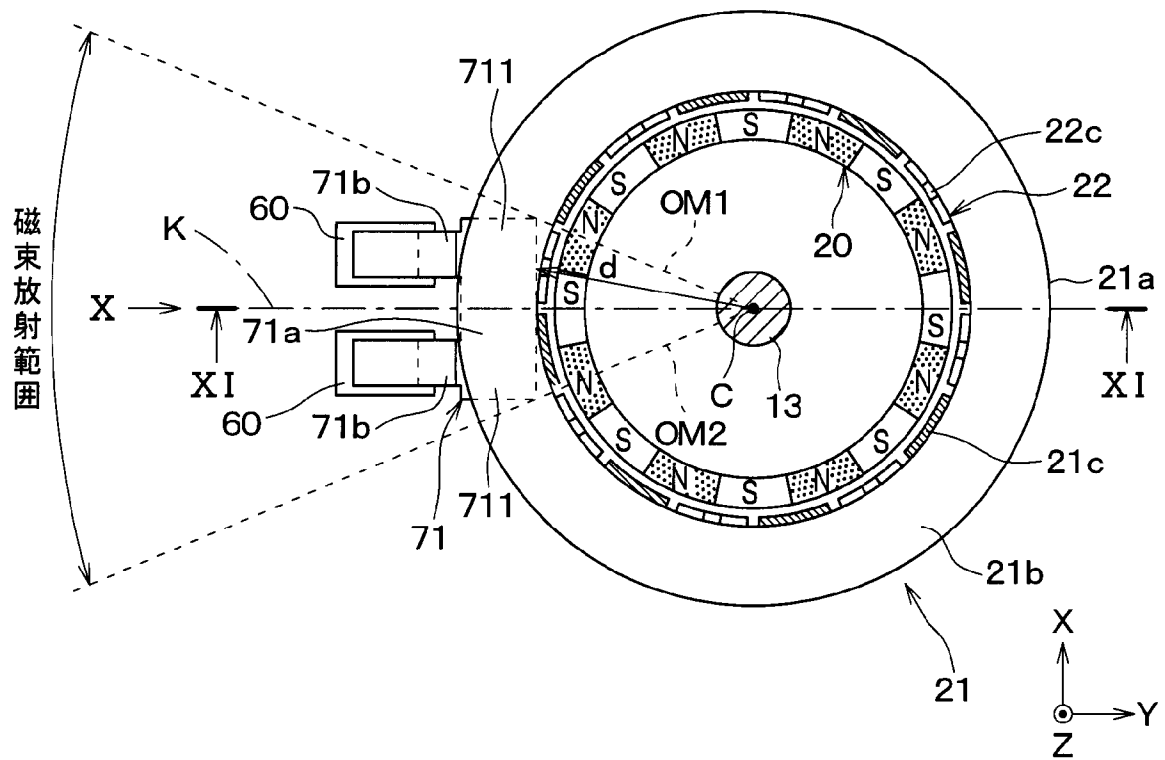
[図7]



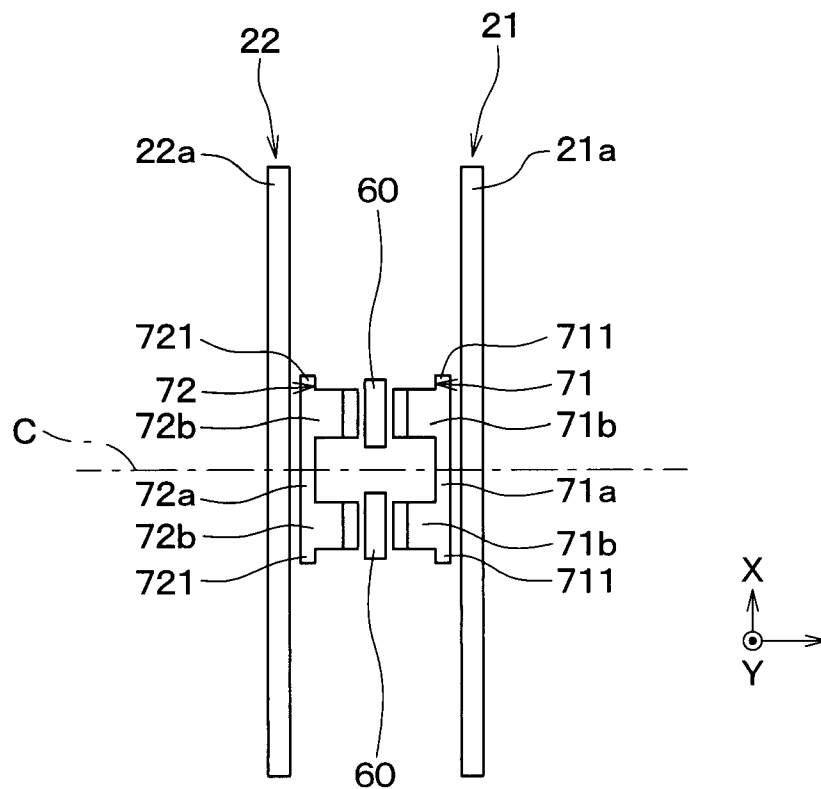
[図8]



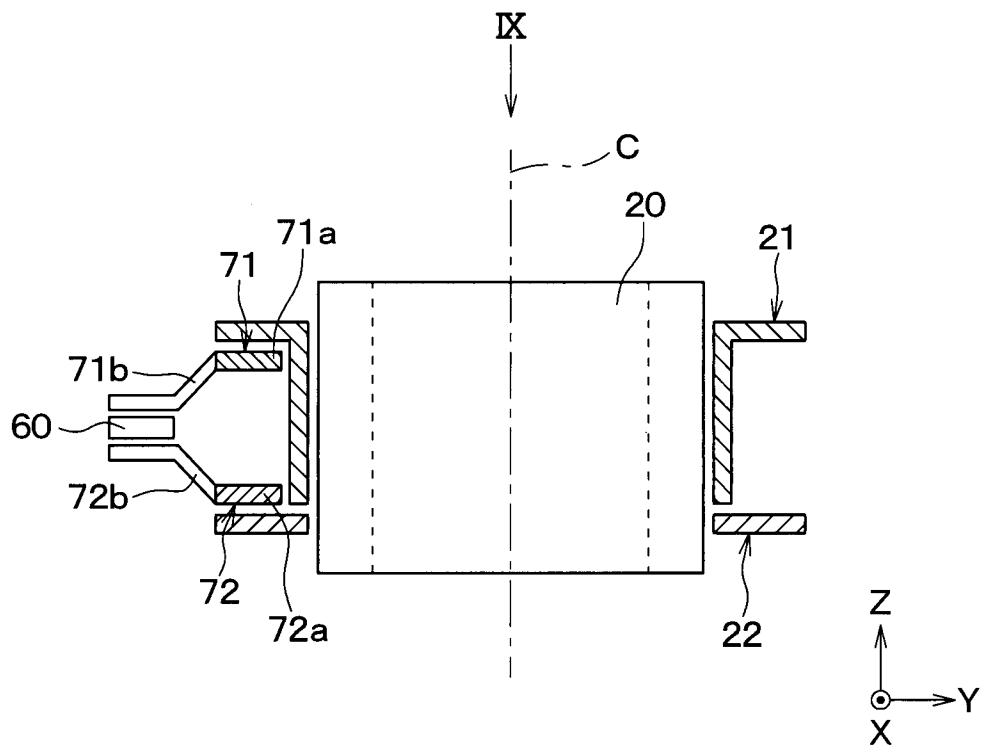
[図9]



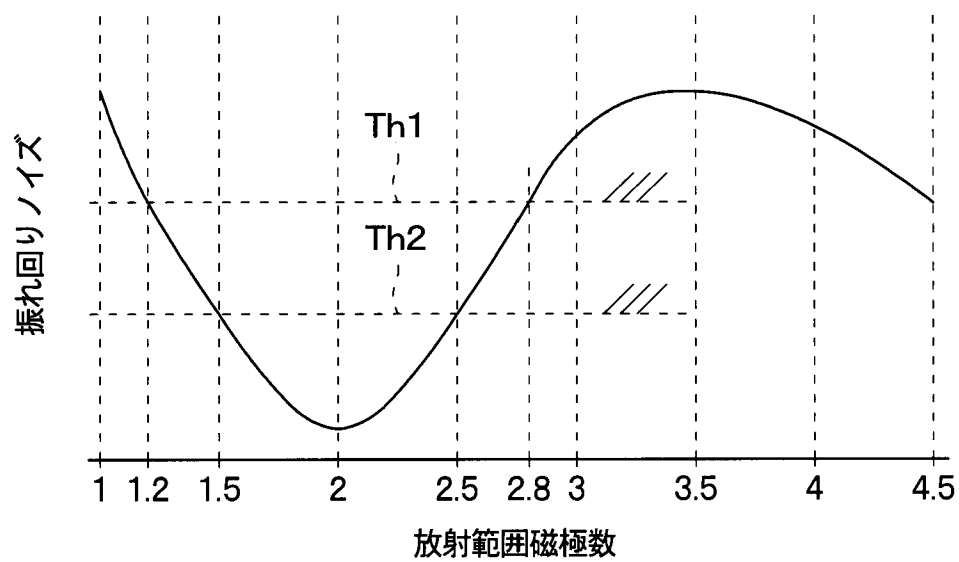
[図10]



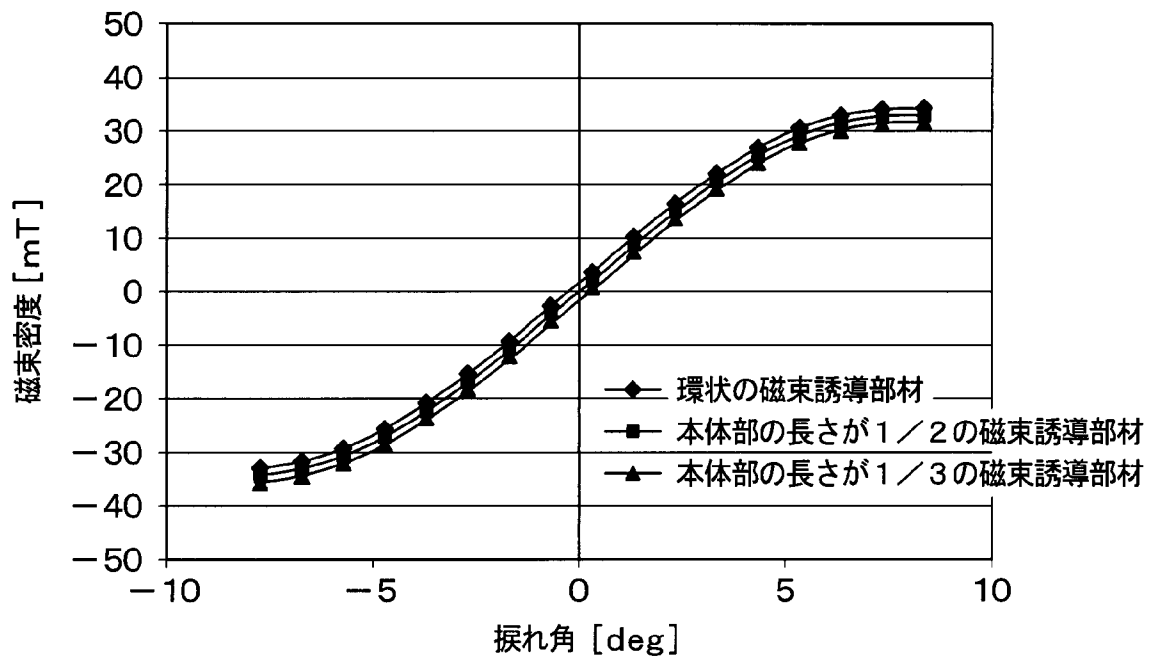
[図11]



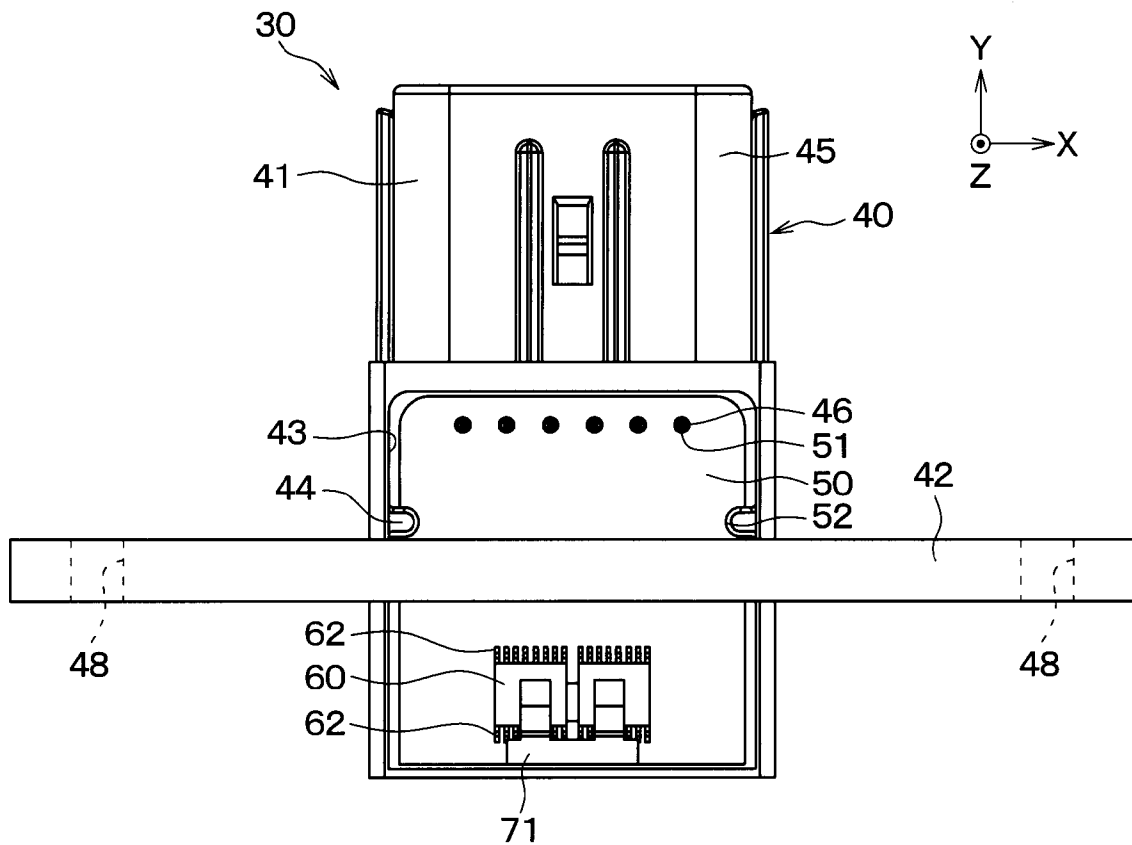
[図12]



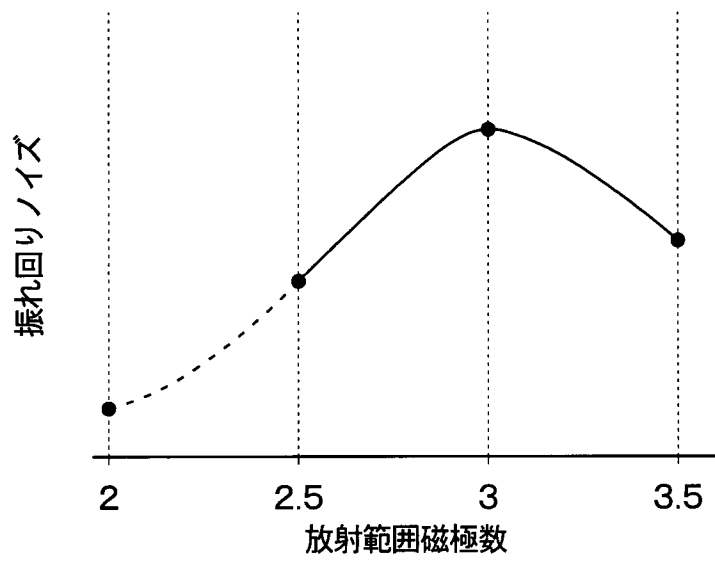
[図13]



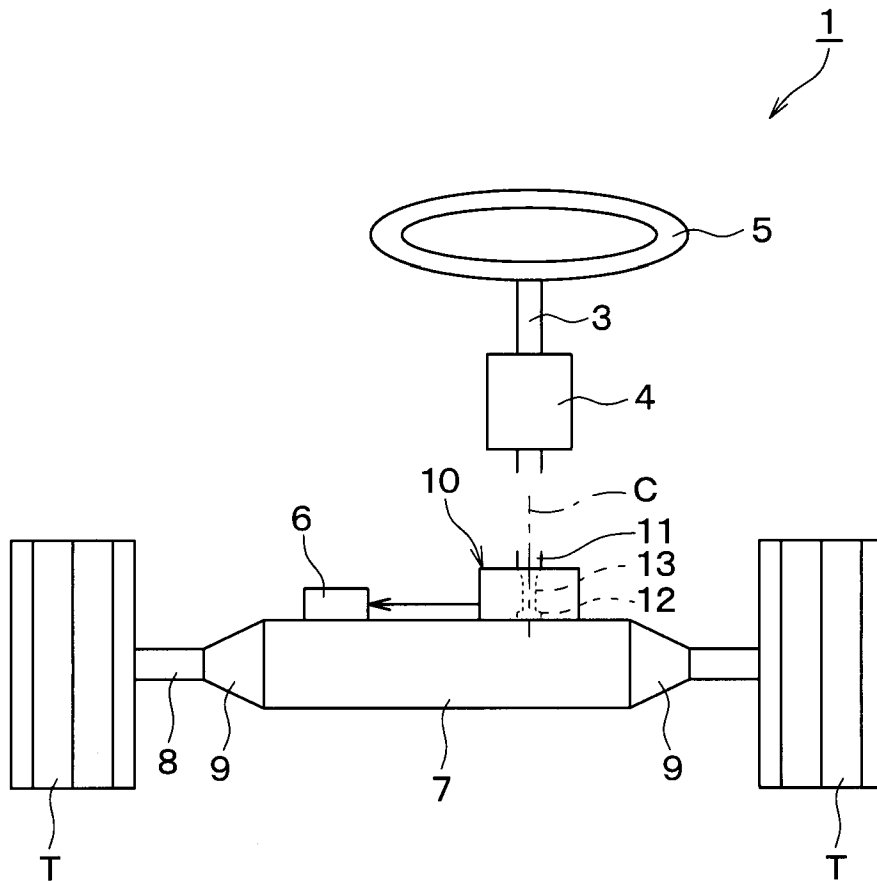
[図14]



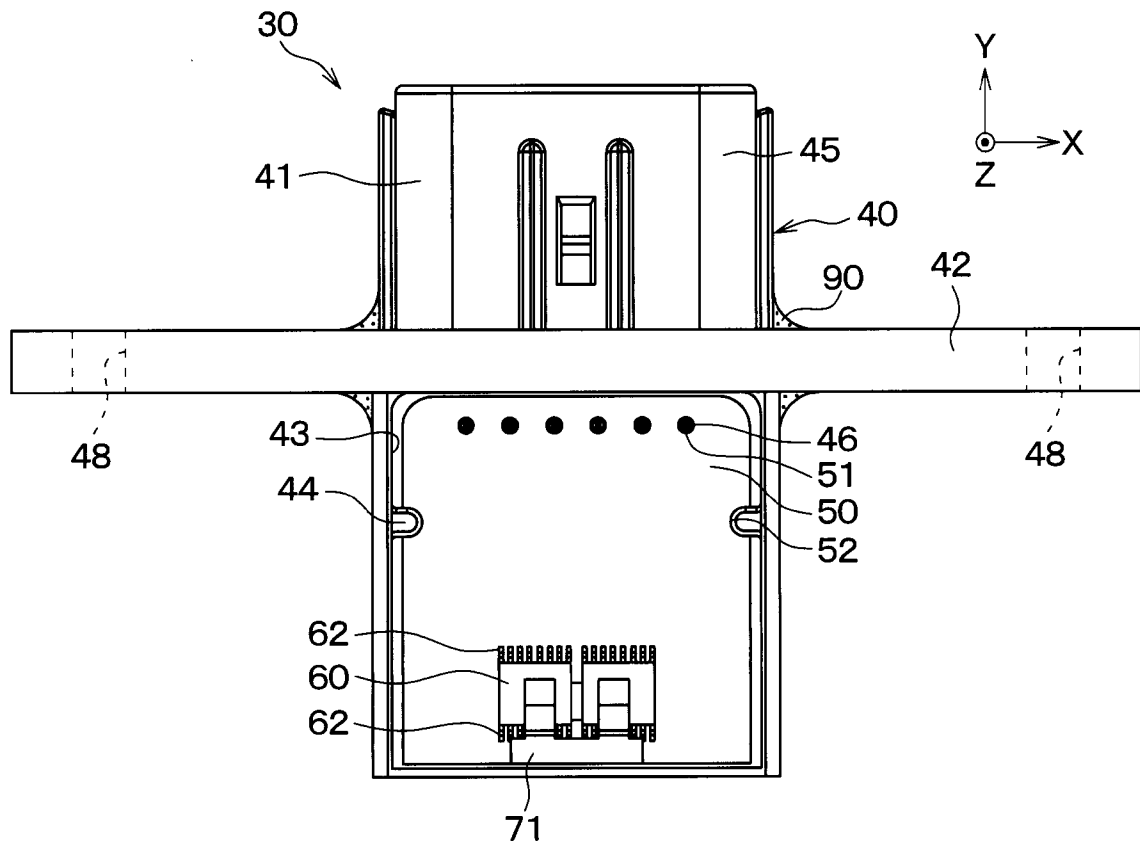
[図15]



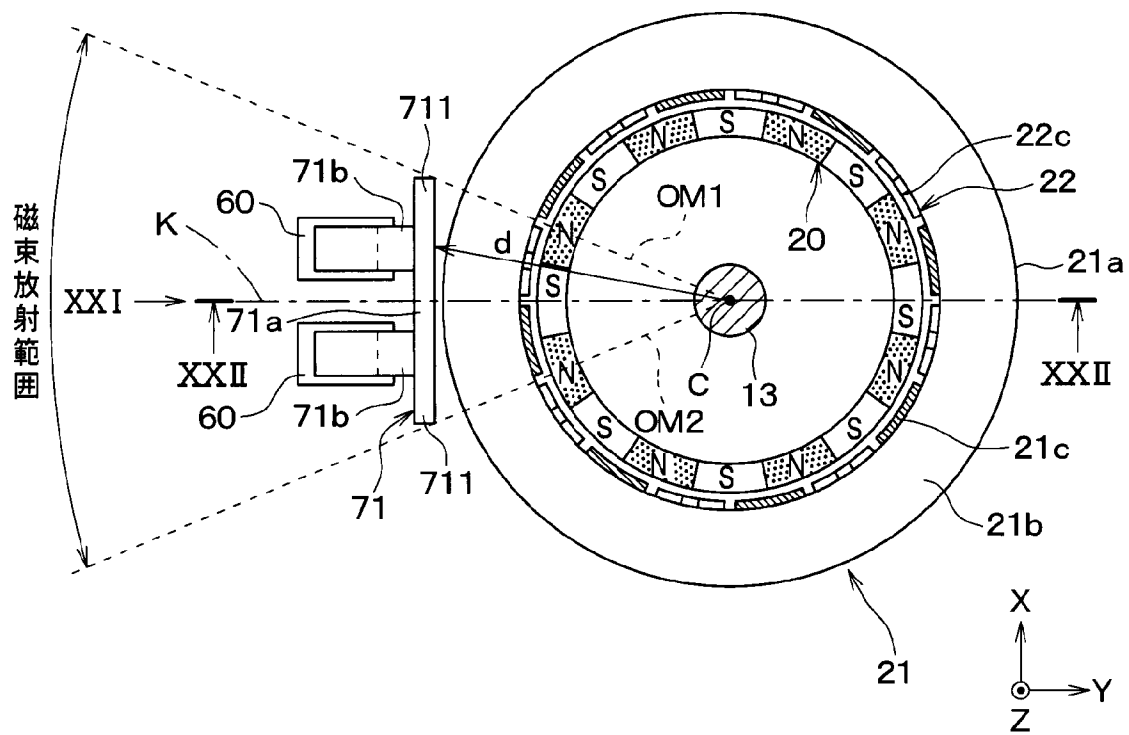
[図16]



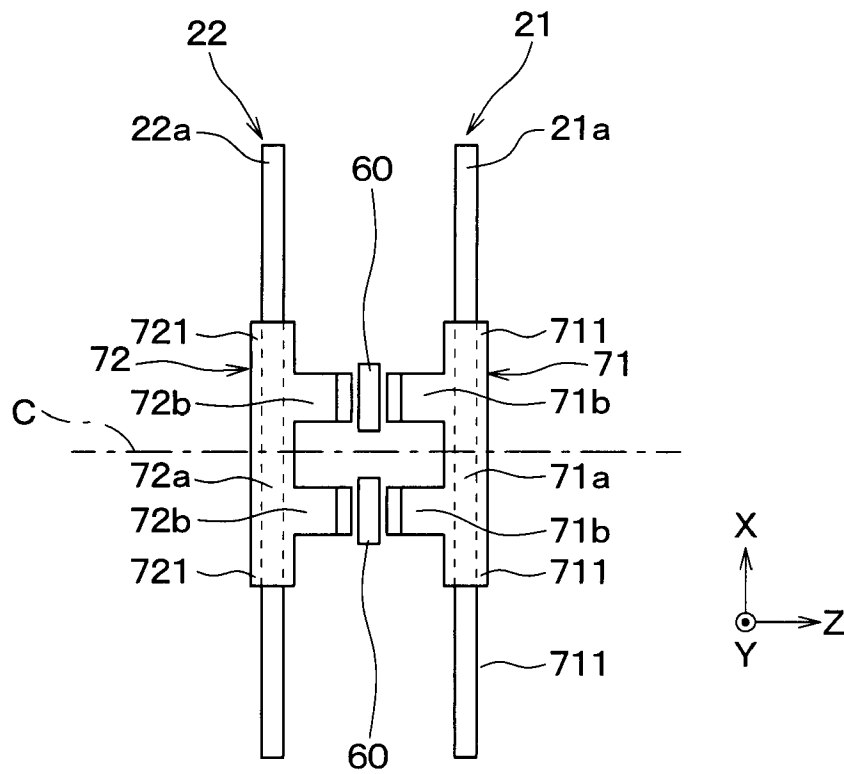
[図17]



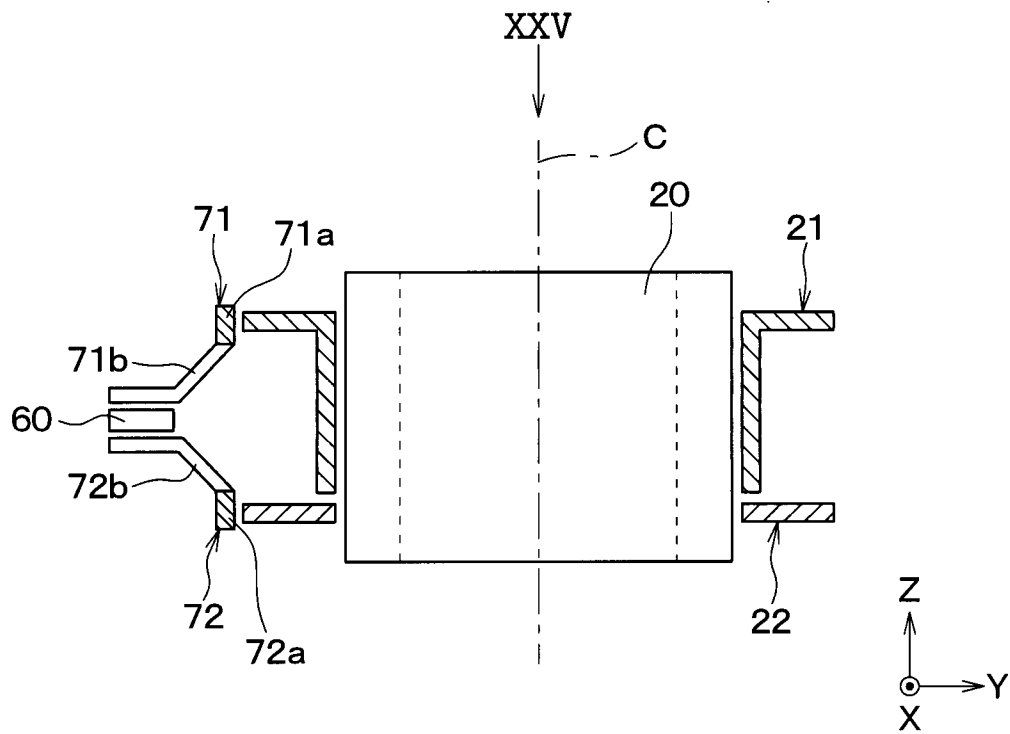
[図20]



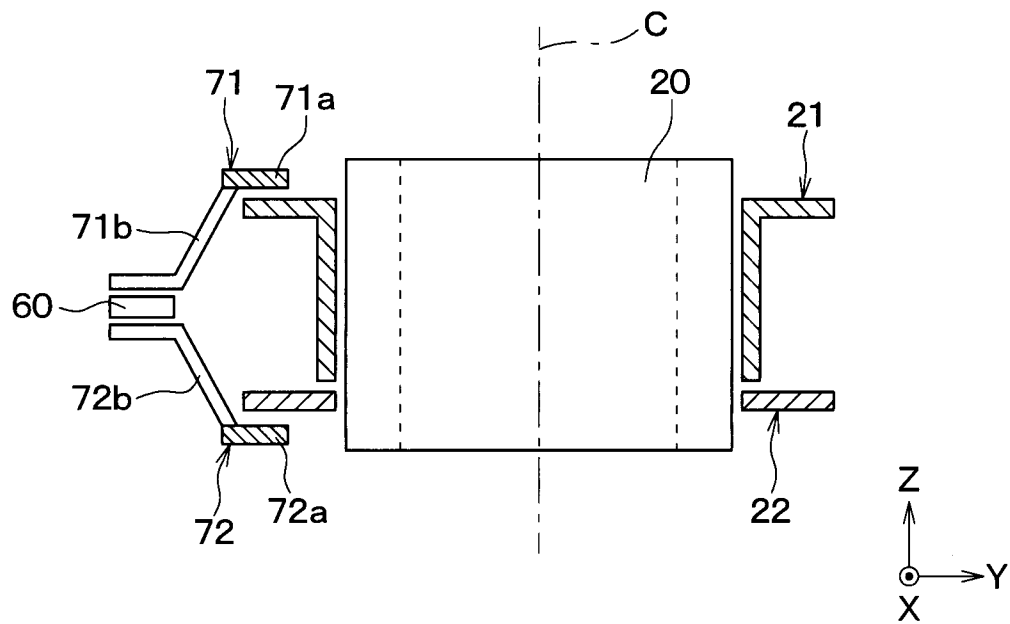
[図21]



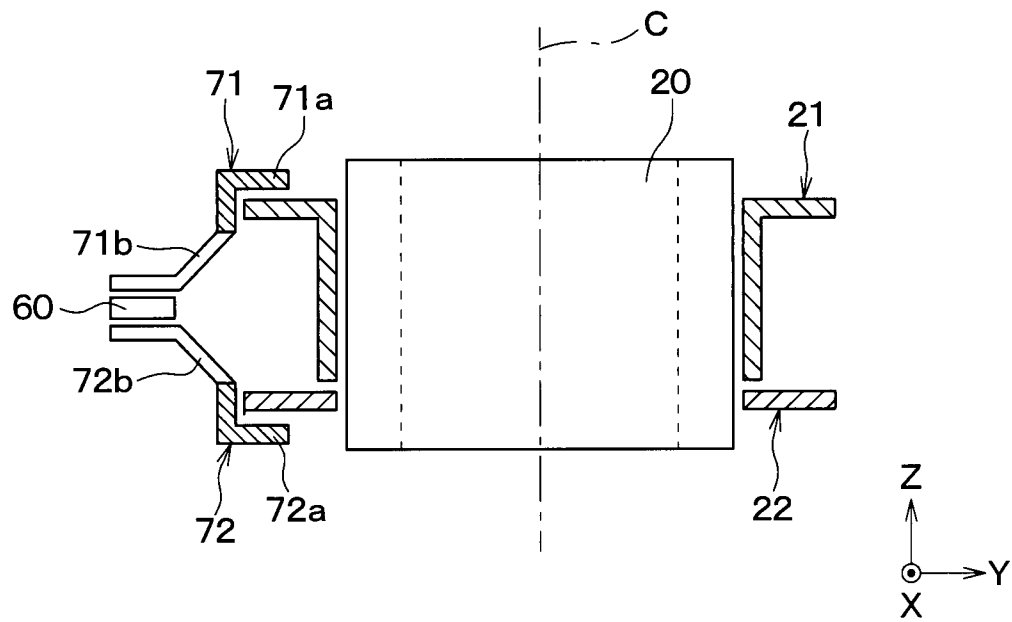
[図22]



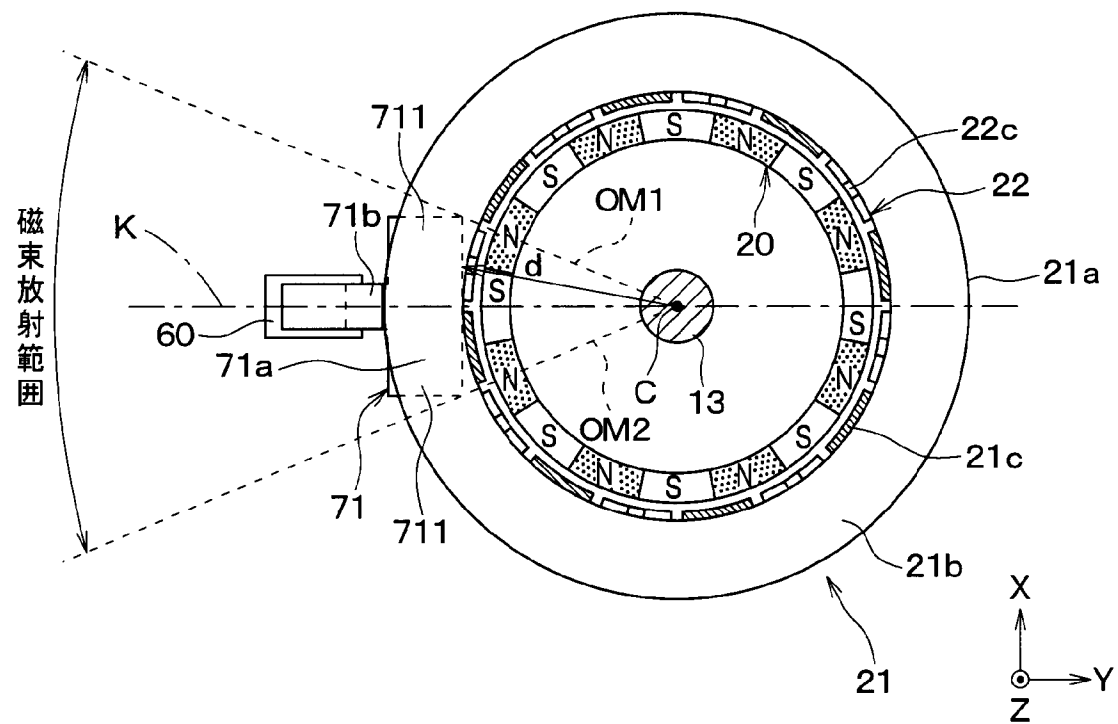
[図23]



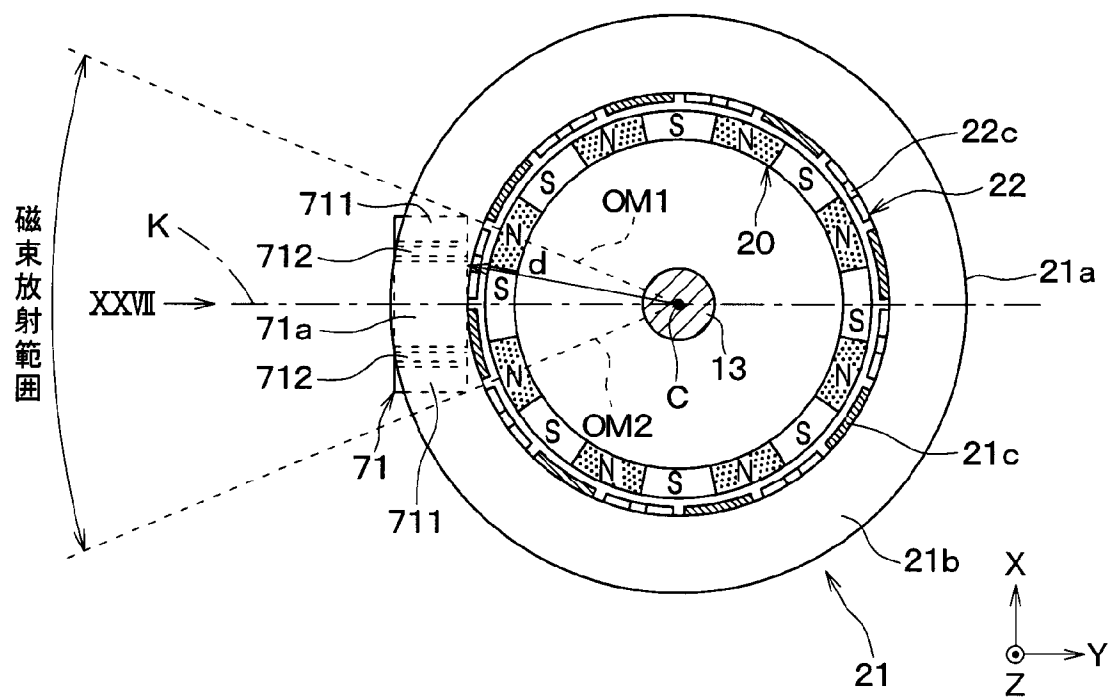
[図24]



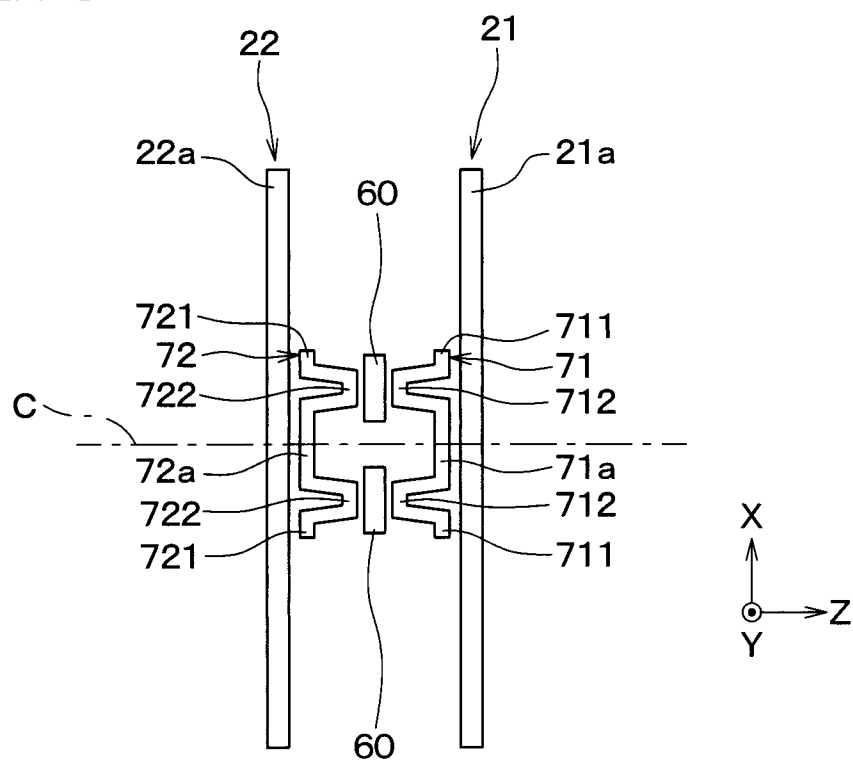
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/006851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 3/10 (2006.01) i; B62D 5/04 (2006.01) i; G01R 33/02 (2006.01) i; G01R 33/07 (2006.01) i

FI: G01L3/10 305; B62D5/04; G01R33/02 U; G01R33/02 V; G01R33/07

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)

G01L3/10; B62D5/04; G01R33/02; G01R33/07

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	WO 2018/190185 A1 (KYB CORPORATION) 18.10.2018 (2018-10-18) fig. 5	1-10

☐ 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

"I" 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

05 March 2020 (05.03.2020)

Date of mailing of the international search report

17 March 2020 (17.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
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/JP2020/006851

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/190185 A1	18 Oct. 2018	JP 2018-179701 A fig. 5	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01L 3/10(2006.01)i; B62D 5/04(2006.01)i; G01R 33/02(2006.01)i; G01R 33/07(2006.01)i FI: G01L3/10 305; B62D5/04; G01R33/02 U; G01R33/02 V; G01R33/07														
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）） G01L3/10; B62D5/04; G01R33/02; G01R33/07														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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	WO 2018/190185 A1 (K Y B株式会社) 18.10.2018 (2018 - 10 - 18) 図 5	1-10												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 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、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 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、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 05.03.2020	国際調査報告の発送日 17.03.2020													
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） 森 雅之 2F 8505 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

PCT/JP2020/006851

様式 PCT/ISA/210 (パテントファミリー用別紙) (2015年1月)