

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7081528号

(P7081528)

(45)発行日 令和4年6月7日(2022.6.7)

(24)登録日 令和4年5月30日(2022.5.30)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 L	3/10 (2006.01)	G 0 1 L	3/10	3 0 5
B 6 2 D	5/04 (2006.01)	B 6 2 D	5/04	
G 0 1 R	33/02 (2006.01)	G 0 1 R	33/02	U
G 0 1 R	33/07 (2006.01)	G 0 1 R	33/02	V
		G 0 1 R	33/07	

請求項の数 8 (全26頁)

(21)出願番号 特願2019-31659(P2019-31659)  
 (22)出願日 平成31年2月25日(2019.2.25)  
 (65)公開番号 特開2020-134441(P2020-134441  
 A)  
 (43)公開日 令和2年8月31日(2020.8.31)  
 審査請求日 令和3年7月28日(2021.7.28)

(73)特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74)代理人 110001128弁理士法人ゆうあい特許事  
 務所  
 (72)発明者 田中 健  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式  
 会社デンソー内  
 (72)発明者 鈴木 俊朗  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式  
 会社デンソー内  
 (72)発明者 深谷 繁利  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式  
 会社デンソー内  
 審査官 森 雅之

最終頁に続く

(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)【特許請求の範囲】

## 【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对の磁束誘導部材(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、  
 前記一对の磁束誘導部材は、前記主部に前記磁気検出素子と共に配置されており、  
 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お  
 り、  
 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から見たとき、前記開口部と重複するように配置され、  
 さらに、前記一对の磁束誘導部材は、一方の磁束誘導部材が前記開口部内に配置されてい

る磁気センサ。

【請求項 2】

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に記載の磁気センサ。

【請求項 3】

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または2に記載の磁気センサ。

【請求項 4】

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3のいずれか1つに記載の磁気センサ。

【請求項 5】

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4に記載の磁気センサ。

【請求項 6】

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、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5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(711、721)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(OM1、OM2)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 7】

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6に記載のトルク検出装置。

【請求項 8】

車両に設けられるステアリング装置であって、

請求項6または7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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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

10

20

30

40

50

るものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、トーションバーの捩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、トーションバーの捩れ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。

10

【0003】

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】

【文献】特開2009-162541号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【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】

本発明は上記点に鑑み、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。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するための請求項1の磁気センサは、磁束に応じた電気信号を出力する磁気検出素子（60）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（41）、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（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、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（71、72）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おり、磁気検出素子を搭載する回路基板（50）を有し、回路基板が主部に固定されることで磁気検出素子が主部に配置されており、回路基板には、開口部（53）が形成されており、磁気検出素子は、回路基板の面方向に対する法線方向から見たとき、開口部と重複するように配置され、さらに、一对の磁束誘導部材は、一方の磁束誘導部材が開口部内に配置されている。

40

【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

50

、磁気センサの感度がばらつくことを抑制できる。

【0009】

また、請求項6に記載のトルク検出装置は、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(20)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、請求項1ないし5のいずれか1つに記載の磁気センサと、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(71a)を有する第1磁束誘導部材(71)と、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、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(K)とすると、基準線を挟んで位置する一对の外端部位(711、721)を有する形状とされ、かつ回転中心軸との間隔(d)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(OM1、OM2)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。

10

【0010】

これによれば、請求項1ないし5のいずれか1つに記載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。

20

【0011】

また、請求項8に記載のステアリング装置は、請求項6または7に記載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(5)の操作を補助する駆動力を出力するモータ(6)と、を備えている。

【0012】

これによれば、請求項6または7に記載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。

30

【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。

40

【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】磁気センサを收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。

50

【図 1 0】図 9 中の X 方向から見た平面図である。

【図 1 1】図 9 中の XI - XI 線に沿った断面図である。

【図 1 2】放射範囲磁極数と触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 1 3】トーションバーの捩れ角と、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 1 4】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 1 5】第 1 実施形態の変形例における放射範囲磁極数と触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。

10

【図 1 6】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 1 7】第 2 実施形態における磁気センサの正面図である。

【図 1 8】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 1 9】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 2 0】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 2 1】図 2 0 中の XXI 方向から見た平面図である。

【図 2 2】図 2 0 中の XXII - XXII 線に沿った断面図である。

20

【図 2 3】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 2 4】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 2 5】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 2 6】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 2 7】図 2 6 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】

30

【0015】

以下、本発明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】

40

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

50

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。

10

#### 【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 X Y Z 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。

20

#### 【0022】

なお、「周方向」は、典型的には、回転中心軸 C と X Y 平面との交点を中心として X Y 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  $22.5^\circ$  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 21 a を有している。第 1 ヨーク部材 21 a 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。

30

#### 【0024】

具体的には、第 1 ヨーク部材 21 a は、第 1 リング板部 21 b と、複数の第 1 歯部 21 c とを有している。第 1 リング板部 21 b 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 21 b 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 21 c 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 21 c の各々は、第 1 リング板部 21 b 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。

40

#### 【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 22 a を有している。第 2 ヨーク部材 22 a 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 22 a は、第 2 リング板部 22 b と、複数の第 2 歯部 22 c とを有している。第 2 リング板部 22 b 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 22 b には、回転中心

50

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 2 2 c は、多極磁石 2 0 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 2 2 c の各々は、第 2 リング板部 2 2 b 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。

【 0 0 2 7 】

第 1 磁気回路部 2 1 と第 2 磁気回路部 2 2 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 2 2 b は、第 1 リング板部 2 1 b 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 2 1 b と第 2 リング板部 2 2 b とは、軸方向から見た場合、互いに重なるように配置されている。また、第 1 歯部 2 1 c と第 2 歯部 2 2 c とは、周方向に交互に配置されている。第 1 磁気回路部 2 1 および第 2 磁気回路部 2 2 は、第 2 シャフト 1 2 の上端部に結合されて第 2 シャフト 1 2 と一体的に回転することで、多極磁石 2 0 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 2 1 と第 2 磁気回路部 2 2 とは、多極磁石 2 0 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 2 1、2 2 の配列方向に相当している。

10

【 0 0 2 8 】

そして、トーシヨンバー 1 3 に対して捩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 2 0、第 1 磁気回路部 2 1、および第 2 磁気回路部 2 2 は、図 3 および図 4 A 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 2 1 c および第 2 歯部 2 2 c 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 2 1、2 2 は、第 1、第 2 シャフト 1 1、1 2 との相対回転に起因してトーシヨンバー 1 3 に捩りトルクが発生すると、図 4 B および図 4 C 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 2 1、2 2 は、位相ずれ量に応じた磁束密度 B を発生させる。

20

【 0 0 2 9 】

そして、トルク検出装置 1 0 は、図 2 に示されるように、第 1 磁気回路部 2 1 および第 2 磁気回路部 2 2 と近接するように、磁気検出素子 6 0 および第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 を有する磁気センサ 3 0 が配置されることで構成される。磁気センサ 3 0 は、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 にて発生する磁束に対応した電気信号、すなわち、トーシヨンバー 1 3 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。以下に、本実施形態の磁気センサ 3 0 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 X Y Z 直交座標系は、図 2 中の右手系 X Y Z 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 8 0 を省略して示している。

30

【 0 0 3 0 】

本実施形態の磁気センサ 3 0 は、図 5 および図 6 に示されるように、センサハウジング 4 0 と、回路基板 5 0 と、磁気検出素子 6 0 と、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 とを有する構成とされている。

【 0 0 3 1 】

センサハウジング 4 0 は、y 軸方向に延設された柱状の主部 4 1 と、フランジ部 4 2 とを備えている。なお、以下では、センサハウジング 4 0 および主部 4 1 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 4 0 および主部 4 1 において、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 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。

40

【 0 0 3 2 】

主部 4 1 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 4 1 には、一端部側に、収容凹部 4 3 が形成されている。この収容凹部 4 3 は、回路基板 5 0 を収容するものであり、回路基板 5 0 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 5 0 が平面矩形形状とされているため、収容凹部 4 3 も平面矩形形状とされている。そして、収容凹部 4 3 には、側面に位置決

50

め用の凸部 4 4 が形成されている。

【 0 0 3 3 】

主部 4 1 のうち他端部側は、外部機器との電氣的に接続されるコネクタ部 4 5 とされ、コネクタ部 4 5 に開口部 4 5 a が形成されている。なお、外部機器は、例えば、E C U ( Electronic Control Unit の略 ) 等である。

【 0 0 3 4 】

さらに、主部 4 1 には、複数本のターミナル 4 6 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 4 6 は、一端部が収容凹部 4 3 から露出すると共に他端部が開口部 4 5 a から露出するように、主部 4 1 に備えられている。そして、ターミナル 4 6 のうちの収容凹部 4 3 から露出する一端部は、後述する回路基板 5 0 に形成された挿通孔 5 1 に挿通され、回路基板 5 0 と電氣的、機械的に接続される。ターミナル 4 6 のうちの開口部 4 5 a から露出する他端部は、外部機器と電氣的に接続される。

10

【 0 0 3 5 】

フランジ部 4 2 は、主部 4 1 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 4 7 が形成された棒状とされている。なお、フランジ部 4 2 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 4 2 は、主部 4 1 が貫通孔 4 7 を貫通するように当該主部 4 1 に備えられている。本実施形態では、フランジ部 4 2 は、主部 4 1 のうちの収容凹部 4 3 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 4 2 は、例えば、インサート成型されることで主部 4 1 と一体化される。また、フランジ部 4 2 は、例えば、貫通孔 4 7 に主部 4 1 が挿入された後に接着剤等によって主部 4 1 に固定される。

20

【 0 0 3 6 】

また、フランジ部 4 2 には、外縁部に、y 軸方向に沿って貫通する固定孔 4 8 が形成されている。

【 0 0 3 7 】

回路基板 5 0 は、一面 5 0 a および他面 5 0 b を有する平面矩形状とされ、ターミナル 4 6 の一端部が挿入される挿通孔 5 1 が形成されている。また、回路基板 5 0 は、収容凹部 4 3 に形成された凸部 4 4 に対応する凹部 5 2 が形成されている。さらに、回路基板 5 0 は、後述する第 2 磁束誘導部材 7 2 の延設部 7 2 b が挿入される開口部 5 3 が形成されている。

30

【 0 0 3 8 】

磁気検出素子 6 0 は、第 1 磁気回路部 2 1 と第 2 磁気回路部 2 2 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 6 0 は、回路基板 5 0 の一面 5 0 a 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 6 0 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。

【 0 0 3 9 】

各磁気検出素子 6 0 は、内部にホール素子等の磁気感応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 6 0 は、回路基板 5 0 の面方向に対する法線方向から見たとき、本体部が開口部 5 3 と重複するように、回路基板 5 0 に実装されている。

40

【 0 0 4 0 】

そして、上記のように磁気検出素子 6 0 が実装された回路基板 5 0 は、主部 4 1 に形成された収容凹部 4 3 に配置されている。具体的には、回路基板 5 0 は、他面 5 0 b が収容凹部 4 3 の底面と対向し、開口部 5 3 がセンサハウジング 4 0 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 5 0 は、凹部 5 2 が収容凹部 4 3 に形成された凸部 4 4 と嵌合しつつ、ターミナル 4 6 が挿通孔 5 1 に挿通されるように、収容凹部 4 3 に配置されている。そして、回路基板 5 0 は、ターミナル 4 6 とはんだ等で電氣的、機械的に接続されることにより、収容凹部 4 3 に固定されている。なお、凸部 4 4 を熱かしめすること

50

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、収容凹部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

10

20

30

40

50

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 2 1 および第 2 磁気回路部 2 2 側にセンサハウジング 4 0 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 2 0、第 1 磁気回路部 2 1、および第 2 磁気回路部 2 2 は、収容壁 W 内に收容されている。

【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態では、収容壁 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 1 1 または第 2 シャフト 1 2 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、収容壁 W には、貫通孔である取付孔 W 1 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 2 1 および第 2 磁気回路部 2 2 を簡略化して示し、N 極、トーションバー 1 3、および第 1 歯部 2 1 c 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 2 1 および第 2 磁気回路部 2 2 を簡略化して示し、N 極、トーションバー 1 3、第 1 歯部 2 1 c にハッチングを施している。

10

【 0 0 5 0 】

そして、磁気センサ 3 0 は、センサハウジング 4 0 における一端部側が取付孔 W 1 から収容壁 W の内部に挿入されるように、収容壁 W に固定されている。具体的には、磁気センサ 3 0 は、フランジ部 4 2 の下端面が取付孔 W 1 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 4 2 における下端面とは、フランジ部 4 2 のうちのセンサハウジング 4 0 における一端部側の面のことである。そして、磁気センサ 3 0 は、図示しないボルト等が固定孔 4 8 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。

20

【 0 0 5 1 】

また、磁気センサ 3 0 は、第 1 磁束誘導部材 7 1 が第 1 磁気回路部 2 1 と磁気結合されると共に、第 2 磁束誘導部材 7 2 が第 2 磁気回路部 2 2 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 3 0 は、軸方向において、第 1 磁束誘導部材 7 1 が第 1 磁気回路部 2 1 と対向すると共に、第 2 磁束誘導部材 7 2 が第 2 磁気回路部 2 2 と対向するように配置される。

【 0 0 5 2 】

そして、上記のように、トーションバー 1 3 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 2 1、2 2 の間に発生し、当該磁束が第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 を通じて磁気検出素子 6 0 に誘導される。このため、磁気検出素子 6 0 から磁束に応じた電気信号が出力される。

30

【 0 0 5 3 】

この際、フランジ部 4 2 は、金属で構成されており、主部 4 1 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 4 2 が主部 4 1 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 4 2 が反ることを抑制できる。したがって、フランジ部 4 2 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 4 2 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 4 2 は、外部磁界が磁気検出素子 6 0 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。

40

【 0 0 5 4 】

ここで、上記のようなトルク検出装置 10 では、多極磁石 2 0 と第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 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 6 0 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。

【 0 0 5 5 】

まず、第 1 磁気回路部 2 1 における第 1 歯部 2 1 c 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。

50

## 【 0 0 5 6 】

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。

## 【 0 0 5 7 】

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。

10

## 【 0 0 5 8 】

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 1 1 を参照して説明する。なお、図 9 は、図 1 1 中の I X 方向から見た平面図に相当する。また、図 9 は、トーシヨンパー 1 3 に捩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、トーシヨンパー 1 3 に捩れ変位が加わっていない中立状態を示している。

20

## 【 0 0 5 9 】

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、軸方向から見たとき、回転中心軸 C と直交しつつ、2 つの磁気検出素子 6 0 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 7 1、7 2 は、長辺が基準線 K と直交するように構成されている。

## 【 0 0 6 0 】

また、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 における延設部 7 1 b、7 2 b 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 7 1 b、7 2 b の間に配置される 2 つの磁気検出素子 6 0 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 6 0 に第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 から同様の磁束が誘導される。

30

## 【 0 0 6 1 】

なお、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 がセンサハウジング 4 0 の一端部側に配置され、延設部 7 1 b、7 2 b がセンサハウジング 4 0 の他端部側に向かって伸びるように配置されている。このため、磁気センサ 3 0 が収容壁 W に取り付けられた状態では、延設部 7 1 b、7 2 b は、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 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。

40

## 【 0 0 6 2 】

また、第 1 磁束誘導部材 7 1 における本体部 7 1 a において、基準線 K を挟む一对の両端部位を外端部位 7 1 1 とする。同様に、第 2 磁束誘導部材 7 2 における本体部 7 2 a において、基準線 K を挟む一对の両端部位を外端部位 7 2 1 とする。なお、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 における外端部位 7 1 1、7 2 1 は、言い換えると、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 において、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 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 7 1 および第 2 磁束誘導部材 7 2 は、同じ構成とされており、2 つの磁気検出素子 6 0 を通る仮想面に対して対称に配置されている。

50

## 【 0 0 6 3 】

そして、本実施形態では、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 は、本体部 7 1 a、7 2 a が長方形帯状とされている。このため、本体部 7 1 a、7 2 a と回転中心軸 C との間隔 d は、外端部位 7 1 1、7 2 1 側が一对の外端部位 7 1 1、7 2 1 で挟まれる中間部位よりも長くなる。

## 【 0 0 6 4 】

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 7 1 1、7 2 1 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 O M 1、O M 2 とする。より詳しくは、回転中心軸 C と、各外端部位 7 1 1 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 O M 1、O M 2 とする。そして、二本の仮想線 O M 1、O M 2 で区画される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 2 0 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。

10

## 【 0 0 6 5 】

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 1 2 に示されるシミュレーション結果を得た。すなわち、図 1 2 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。

## 【 0 0 6 6 】

この場合、振れ回りノイズの許容閾値を T h 1 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 T h 1 を下回る。なお、ここでの許容閾値 T h 1 は、一般的な振れ回りノイズとして許容される 3 0 0 μ T を想定している。したがって、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 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。

20

## 【 0 0 6 7 】

さらに、振れ回りノイズの許容閾値を T h 1 よりも低い T h 2 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 T h 2 を下回る。なお、ここでの許容閾値 T h 2 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 1 7 0 μ 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。

30

## 【 0 0 6 8 】

したがって、本実施形態では、第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 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 7 1、7 2 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。

## 【 0 0 6 9 】

以上説明したように、本実施形態では、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ている。このため、磁気センサ 3 0 を収容壁 W に固定した際、例えば、フランジ部 4 2 が主部 4 1 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 4 2 が反り難くなる。このため、第 1、第 2 磁気回路部 2 1、2 2 と磁気センサ 3 0 における第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 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 4 2 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 4 2 は、外部磁界が磁気検出素子 6 0 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。

40

## 【 0 0 7 0 】

また、磁気センサ 3 0 は、磁気検出素子 6 0 および第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 が共通のセンサハウジング 4 0 に備えられている。このため、磁気検出素子 6 0 を搭載する部材と第 1、第 2 磁束誘導部材 7 1、7 2 を搭載する部材とを別々に備え、これらが一体

50

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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】

50

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で取り付けられる。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。

10

【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。

20

【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、軸方向から見たとき、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。

30

【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 71、72 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 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。

40

【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 71、72 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 71、72 は、軸方向から見たとき、本体部 71a、72a が第 1、第 2 磁気回路部 21、22 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 71、72 は、径方向において、第 1、第 2 リング板部 21b、22b 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 71、72 が第 1、第 2 磁気回路部 21、22 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

50

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。

【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71、72は、第1、第2磁気回路部21、22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71、72は、軸方向の外側において第1、第2磁気回路部21、22における第1、第2リング板部21b、22b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71、72は、軸方向の外側において、本体部71a、72aが第1、第2磁気回路部21、22と対向するように構成されている。

10

【0100】

以上説明したように、第1、第2磁束誘導部材71、72が第1、第2磁気回路部21、22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71、72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24に示されるように、第1、第2磁束誘導部材71、72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21、22における第1、第2リング板部21b、22b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71a、72aは、第1、第2リング板部21b、22bの側面とも対向するように、略断面L字状とされる。

20

【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。

30

【0103】

まず、上記各実施形態では、磁気検出素子60を2つ備える構成としたが、磁気検出素子60を1つのみ備える構成としてもよい。この場合、図25に示されるように、第1磁束誘導部材71には、1つのみ延設部71bが備えられる。なお、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。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60と回転中心軸Cを結ぶ仮想直線となる。

【0104】

このように、延設部71b、72bを備えず、磁気検出素子60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。

40

【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、7

50

2 a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)

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

【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けばよい。そして、第1、第2磁束誘導部材71、72の本体部71a、72a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71a、72aは略円弧帯状とされていけばよい。

【0112】

また、上記各実施形態において、第1、第2磁束誘導部材71、72の本体部71a、72a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71、72の本体部71a、72a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71、72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50は、一面50aが収容凹部43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50の開口部53には、他面50b側から第1磁束誘導部材71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50に形成される開口部53の形状は、適宜変更可能である。例えば、開口部53は、一部が回路基板50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42は、主部41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50に形成された開口部53に第1、第2磁束誘導部材71、72の一部が配置されるのであれば、第1、第2磁束誘導部材71、72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71、72は、第1、第2磁気回路部21、22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50をセンサハウジング40に搭載しないようにし、磁気検出素子60を直接センサハウジング40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50には、開口部53が形成されていなくてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 8 】

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。

## 【 0 1 1 9 】

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 1 0 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。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 2 0 】

2 1        第 1 磁気回路部  
 2 2        第 2 磁気回路部  
 4 0        センサハウジング  
 4 2        フランジ部  
 6 0        磁気検出素子  
 7 1、7 2   磁束誘導部材  
 W        収容壁

10

20

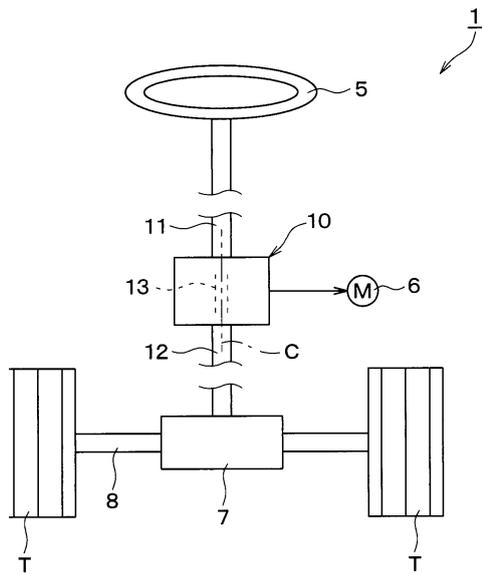
30

40

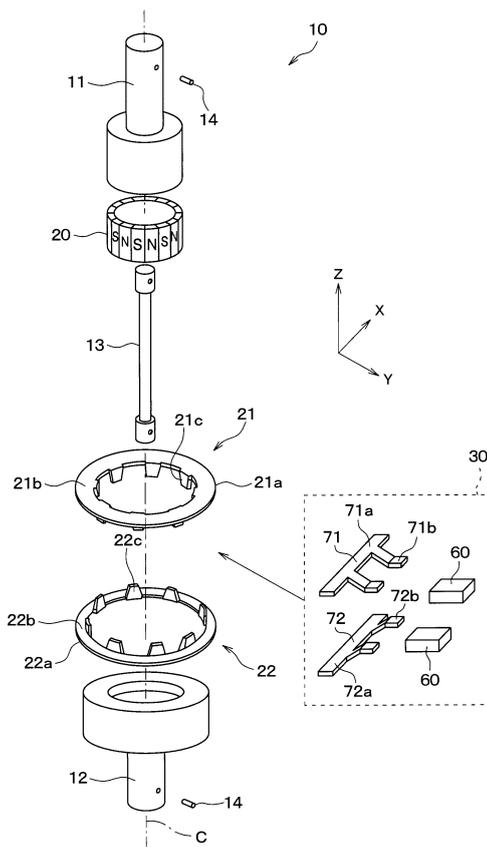
50

【図面】

【図 1】



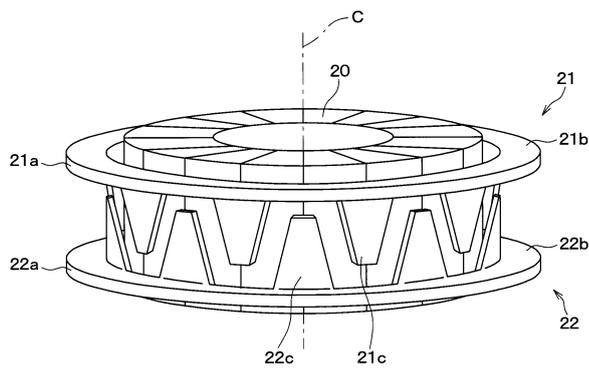
【図 2】



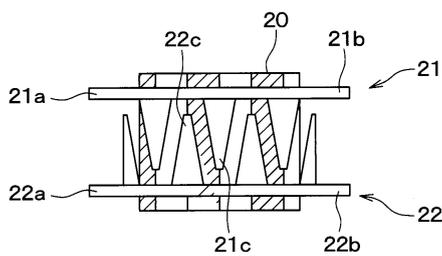
10

20

【図 3】



【図 4 A】

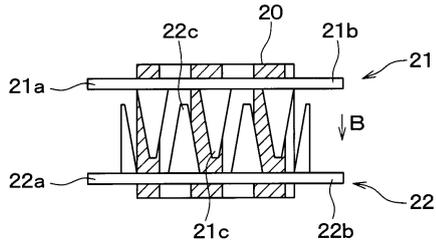


30

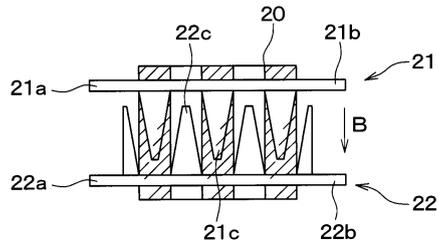
40

50

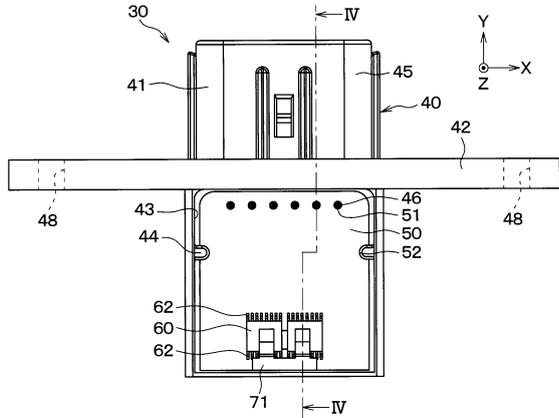
【図4B】



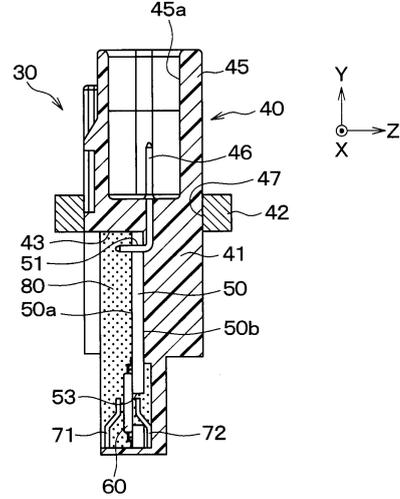
【図4C】



【図5】



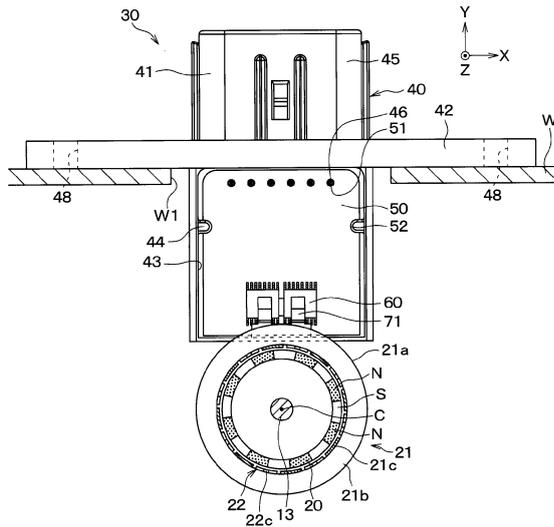
【図6】



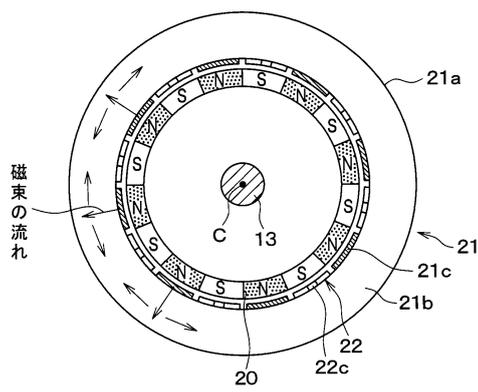
10

20

【図7】



【図8】

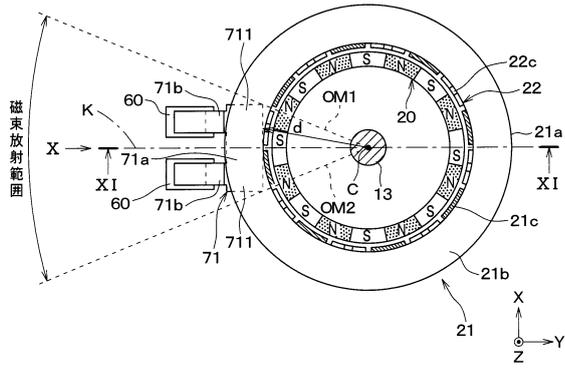


30

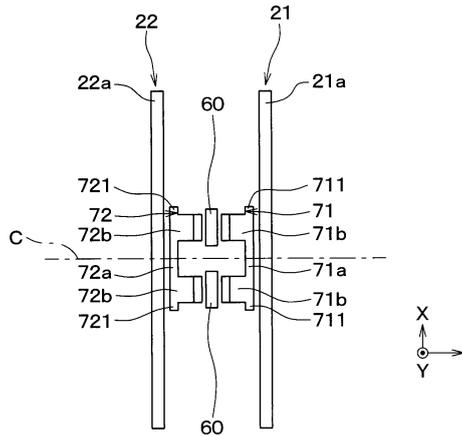
40

50

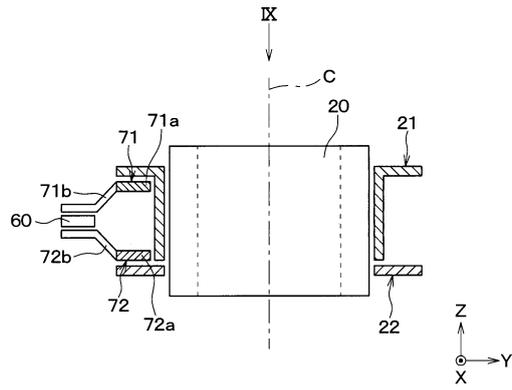
【図9】



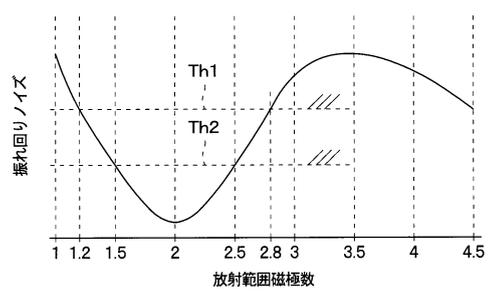
【図10】



【図11】



【図12】



10

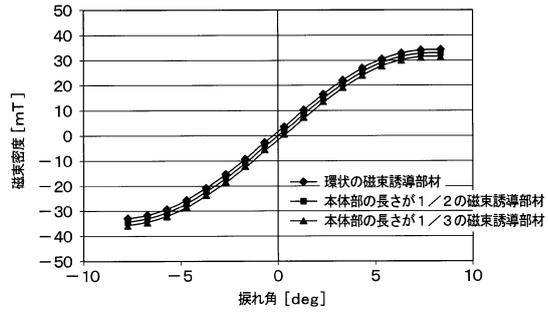
20

30

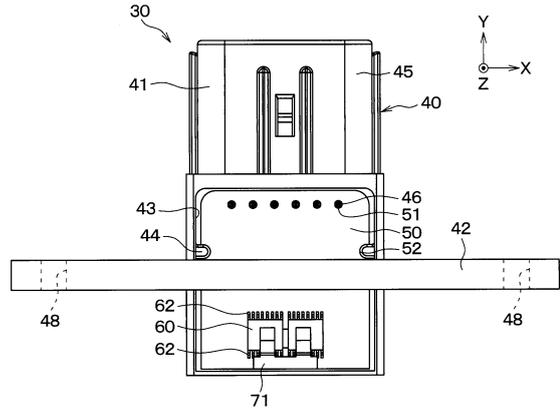
40

50

【図13】

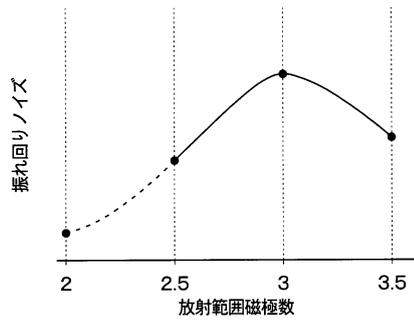


【図14】

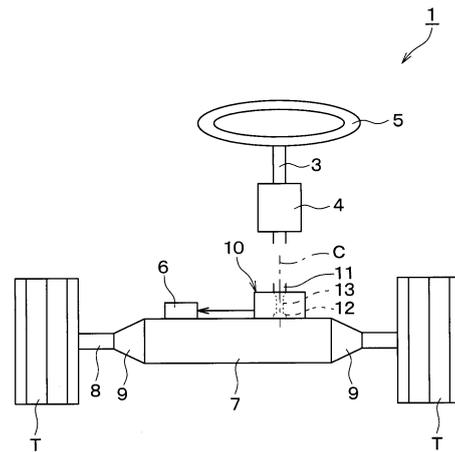


10

【図15】



【図16】



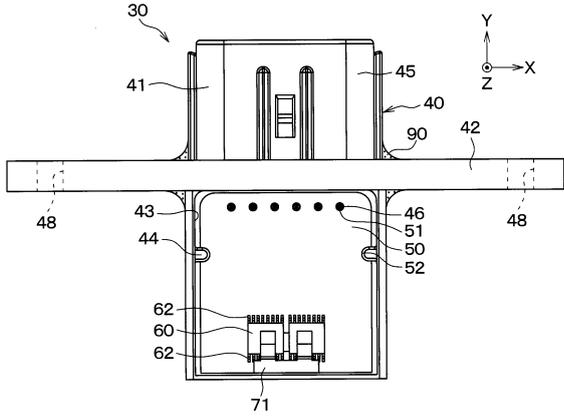
20

30

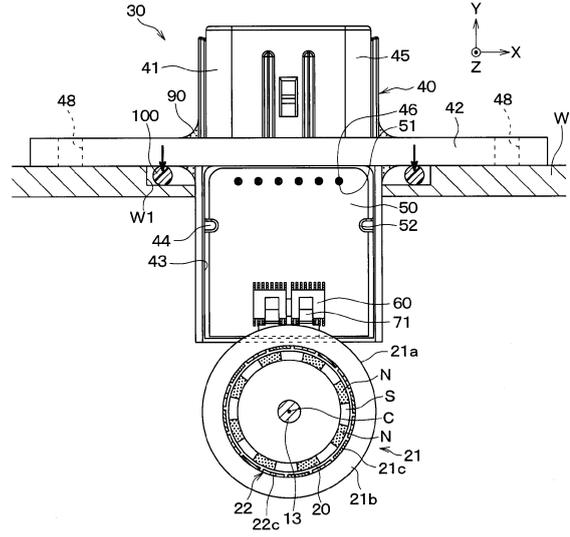
40

50

【図17】

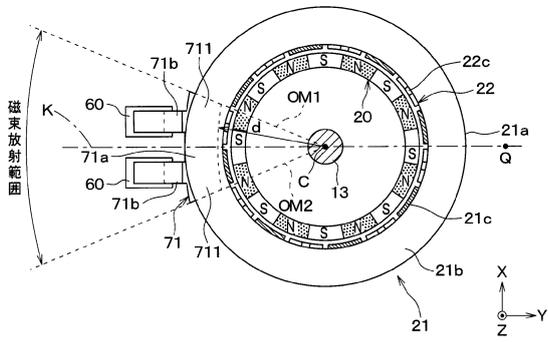


【図18】

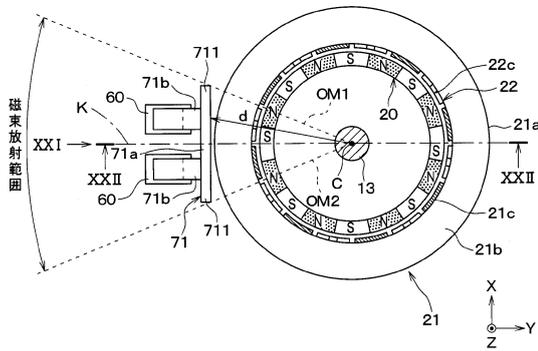


10

【図19】



【図20】



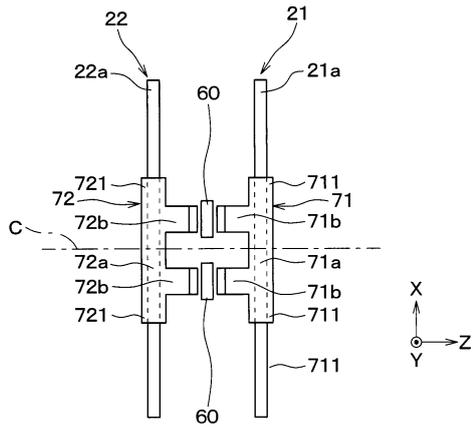
20

30

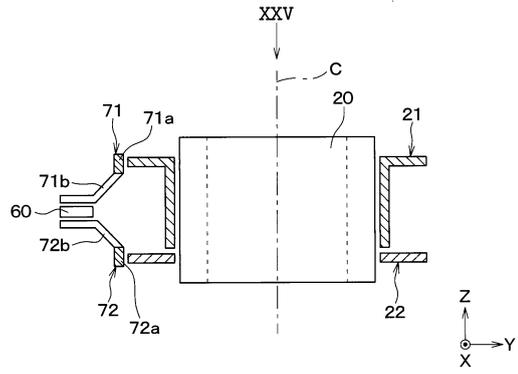
40

50

【図 2 1】

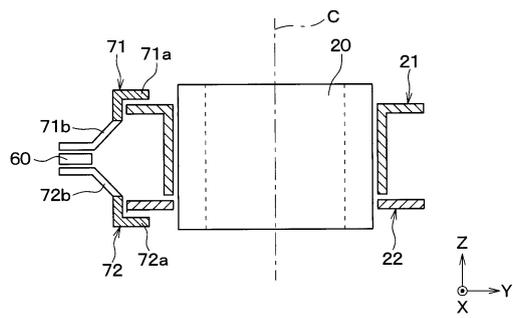


【図 2 2】

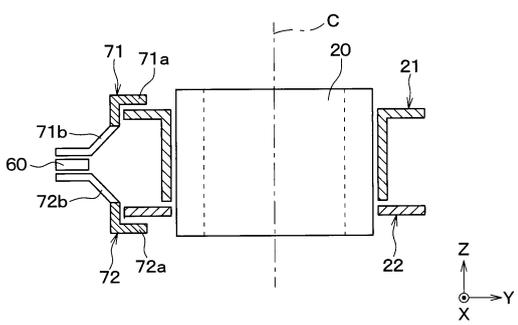


10

【図 2 3】

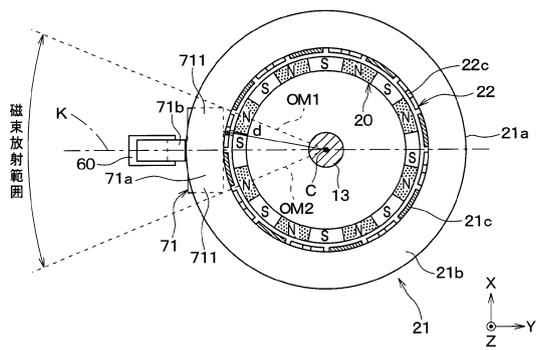


【図 2 4】

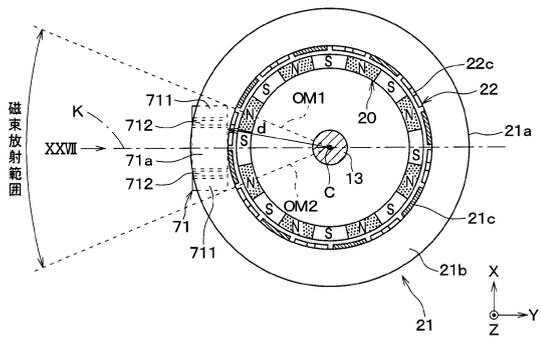


20

【図 2 5】



【図 2 6】

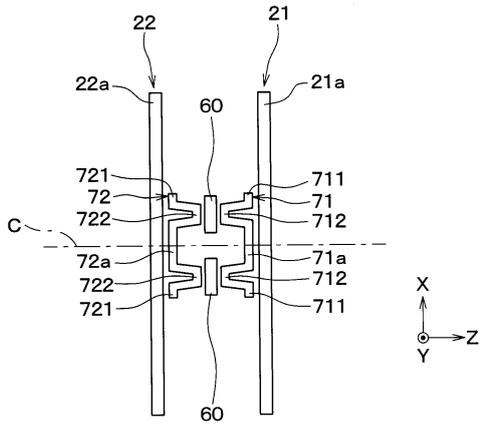


30

40

50

【図 27】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2018/190185(WO,A1)  
特開2019-28030(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01L3/10

B62D5/04

G01R33/02

G01R33/07

-----  
本件出願を優先基礎とする国際特許出願PCT/JP2020/006851  
の調査結果が利用された。