(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6617612号
(P6617612)

(45)発行日　令和1年12月11日(2019.12.11)　(24)登録日　令和1年11月22日(2019.11.22)

(51)Int.Cl.		F I		
G01L 3/10	(2006.01)	G01L	3/10	317
H02K 24/00	(2006.01)	H02K	24/00	
G01B 7/30	(2006.01)	G01B	7/30	M
B62D 5/04	(2006.01)	B62D	5/04	
B62D 1/16	(2006.01)	B62D	1/16	

請求項の数 11　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2016-42155(P2016-42155)
(22)出願日　平成28年3月4日(2016.3.4)
(65)公開番号　特開2017-120247(P2017-120247A)
(43)公開日　平成29年7月6日(2017.7.6)
審査請求日　平成31年2月15日(2019.2.15)
(31)優先権主張番号　特願2015-255201(P2015-255201)
(32)優先日　平成27年12月25日(2015.12.25)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000001247
株式会社ジェイテクト
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(72)発明者　村上　俊明
大阪府大阪市中央区南船場３丁目５番８号
株式会社ジェイテクト内

審査官　公文代　康祐

最終頁に続く

(54)【発明の名称】トルク角度検出装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
トーションバーを介して連結された第１回転軸および第２回転軸と、
前記第１回転軸に設けられた第１ロータに対向配置された第１ステータと、
前記第２回転軸に設けられた第２ロータに対向配置された第２ステータと、
前記第１回転軸および前記第２回転軸のいずれか一方に固定された回転歯車と、
前記回転歯車と係合して且つ磁石が設けられた検出用歯車と、
前記回転歯車の回転に伴った前記検出用歯車の回転による前記磁石との相対的な回転に応じた出力信号を出力する磁気検出素子と、を備え、
前記第１ステータは、第１コアと、前記第１コアを覆う第１インシュレータと、前記第１インシュレータを介して前記第１コアに巻かれる第１コイルと、を有し、
前記第２ステータは、第２コアと、前記第２コアを覆う第２インシュレータと、前記第２インシュレータを介して前記第２コアに巻かれる第２コイルと、を有し、
前記第１回転軸と前記第２回転軸との回転角度差に応じた前記第１コイルの電気信号および前記第２コイルの電気信号が前記トーションバーに加わるトルクの検出値とされ、
前記磁気検出素子の出力信号が、前記第１回転軸および前記第２回転軸の前記いずれか一方の回転角度とされ、
前記回転歯車が前記第１ステータおよび前記第２ステータの間に配置され、
前記第１インシュレータおよび前記第２インシュレータが結合されて前記第１ステータと前記第２ステータと前記回転歯車とが同軸となるように配置されているトルク角度検出

装置。
【請求項２】
前記第１コアおよび前記第２コアのそれぞれには、周方向に沿ってティースが形成されており、
前記第１インシュレータのうち前記ティースを覆う部分であるティース被覆部には、前記第１コイルが巻かれて且つ、該第１コイルが前記第１インシュレータの径方向内側に変位することを規制する突起部が形成されており、
前記第２インシュレータのうち前記ティースを覆う部分であるティース被覆部には、前記第２コイルが巻かれて且つ、該第２コイルが前記第２インシュレータの径方向内側に変位することを規制する突起部が形成されており、
前記回転歯車には、当該回転歯車の軸方向において段差を生じさせる回転側段差部が当該回転歯車の周方向の全周に渡って形成され、該回転側段差部と、前記第１ステータおよび前記第２ステータのうちの少なくとも一方の前記突起部とが、前記径方向において対向して配置されている請求項１記載のトルク角度検出装置。
【請求項３】
前記第１インシュレータおよび前記第２インシュレータの径方向外側には、前記検出用歯車を収容する収容部が結合されており、
前記磁石は、前記検出用歯車の回転中心軸線上に設けられており、
前記磁気検出素子は、前記回転中心軸線上において前記検出用歯車を挟んだ両側のそれぞれに設けられた第１磁気検出素子および第２磁気検出素子を含む請求項１または２記載のトルク角度検出装置。
【請求項４】
前記検出用歯車の径方向において前記磁石の外側に前記検出用歯車の軸受部を備える請求項３記載のトルク角度検出装置。
【請求項５】
前記収容部は、前記第１インシュレータの径方向外側に配置された第１収容部と、前記第２インシュレータの径方向外側に配置された第２収容部と、を備え、
前記検出用歯車は、当該検出用歯車の軸方向において段差を生じさせる検出側段差部が当該検出用歯車の全周に渡って形成されており、
前記第１収容部および前記第２収容部の少なくとも一方には、前記軸受部が形成されており、
前記検出側段差部と前記軸受部とが前記検出用歯車の径方向において互いに対向して配置されており、
前記第１収容部と前記第２収容部とが結合されている請求項４記載のトルク角度検出装置。
【請求項６】
前記収容部は、前記第１インシュレータの径方向外側に配置された第１収容部と、前記第２インシュレータの径方向外側に配置された第２収容部と、を備え、
前記第１収容部および前記第２収容部の少なくとも一方には、前記軸受部が形成されており、
前記軸受部は、前記検出用歯車の歯の径方向外側に位置する外周面に対向しており、
前記第１収容部と前記第２収容部とが結合されている請求項４記載のトルク角度検出装置。
【請求項７】
前記第１収容部は、前記第１インシュレータに結合されており、
前記第２収容部は、前記第２インシュレータに結合されている請求項５または６記載のトルク角度検出装置。
【請求項８】
前記第１磁気検出素子は、基板に実装されており、
前記基板は、その主面が、前記検出用歯車の軸方向において当該検出用歯車と対向して

配置されており、
前記基板は、前記第１収容部に収容されており、
前記第１収容部には、屈曲することにより前記径方向外側および前記軸方向外側に延びるコネクタ側リードが設けられており、
前記基板の前記主面から突出するようにして延びる基板側リードが、前記コネクタ側リードのうち前記軸方向外側に延びる部分に接合されている請求項７記載のトルク角度検出装置。
【請求項９】
前記磁気検出素子は、基板に実装されており、
前記基板は、その主面が、前記検出用歯車の軸方向において当該検出用歯車と対向して配置されており、
前記第１インシュレータには、前記第１ステータの径方向外側に前記検出用歯車を収容する歯車ハウジングが結合されており、
前記第２インシュレータには、前記第２ステータの径方向外側に前記基板を収容する基板ハウジングが結合されており、
前記歯車ハウジングと前記基板ハウジングとが結合されている請求項１または２記載のトルク角度検出装置。
【請求項１０】
前記回転歯車の軸と前記検出用歯車の軸とは、互いに平行に配置されている請求項９記載のトルク角度検出装置。
【請求項１１】
前記基板ハウジングには、屈曲することにより前記径方向外側および前記軸方向外側に延びるコネクタ側リードが設けられており、
前記基板の前記主面から突出するようにして延びる基板側リードが、前記コネクタ側リードのうち前記軸方向外側に延びる部分に接合されている請求項９または１０記載のトルク角度検出装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、トーションバーに加わるトルクと、トーションバーの一方の端部の回転角度とを検出するトルク角度検出装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
たとえば、特許文献１には、ステアリングに連結された磁性体と、トーションバーを介してステアリングに連結された回転体に連結された磁石との相対位置の変化を、磁性体の磁束の変化として検出し、これをトルクの検出値とするものが記載されている。この装置では、上記回転体に回転歯車が連結されており、回転歯車に検出用歯車が係合されている。そして、検出用歯車には、磁石が設けられており、磁石に対向配置された磁気検出素子が、磁気検出素子と磁石との相対的な回転角度に応じた信号を上記回転体の回転角度の検出値として出力する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１４－６５３６７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、上記装置の場合、回転歯車や検出用歯車は、トルク検出のための部材に対して外側に設けられているため、トルクを検出する装置と回転角度を検出する装置とを単に隣接配置したものとほとんど変わらない。このため、トルクを検出する装置と回転角度を

検出する装置とを一体的にすることにより、装置が大型化する。

【０００５】

本発明は、そうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、回転角度およびトルクの双方を検出可能としつつも装置の大型化を極力抑制できるようにしたトルク角度検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

以下、上記課題を解決するための手段およびその作用効果について記載する。

１．トルク角度検出装置は、トーションバーを介して連結された第１回転軸および第２回転軸と、前記第１回転軸に設けられた第１ロータに対向配置された第１ステータと、前記第２回転軸に設けられた第２ロータに対向配置された第２ステータと、前記第１回転軸および前記第２回転軸のいずれか一方に固定された回転歯車と、前記回転歯車と係合して且つ磁石が設けられた検出用歯車と、前記回転歯車の回転に伴った前記検出用歯車の回転による前記磁石との相対的な回転に応じた出力信号を出力する磁気検出素子と、を備え、前記第１ステータは、第１コアと、前記第１コアを覆う第１インシュレータと、前記第１インシュレータを介して前記第１コアに巻かれる第１コイルと、を有し、前記第２ステータは、第２コアと、前記第２コアを覆う第２インシュレータと、前記第２インシュレータを介して前記第２コアに巻かれる第２コイルと、を有し、前記第１回転軸と前記第２回転軸との回転角度差に応じた前記第１コイルの電気信号および前記第２コイルの電気信号が前記トーションバーに加わるトルクの検出値とされ、前記磁気検出素子の出力信号が、前記第１回転軸および前記第２回転軸の前記いずれか一方の回転角度とされ、前記回転歯車が前記第１ステータおよび前記第２ステータの間に配置され、前記第１インシュレータおよび前記第２インシュレータが結合されて前記第１ステータと前記第２ステータと前記回転歯車とが同軸となるように配置されている。

【０００７】

上記構成では、第１ステータと第２ステータとの間に回転歯車が配置されている。そして、第１ステータと第２ステータとは、同軸に配置されて互いのインシュレータ同士が結合されている。このため、回転歯車のハウジングを、インシュレータを流用することによって構成することができる。したがって、回転角度およびトルクの双方を検出可能としつつも装置の大型化を極力抑制できる。

【０００８】

２．上記１記載のトルク角度検出装置において、前記第１コアおよび前記第２コアのそれぞれには、周方向に沿ってティースが形成されており、前記第１インシュレータのうち前記ティースを覆う部分であるティース被覆部には、前記第１コイルが巻かれて且つ、該第１コイルが前記第１インシュレータの径方向内側に変位することを規制する突起部が形成されており、前記第２インシュレータのうち前記ティースを覆う部分であるティース被覆部には、前記第２コイルが巻かれて且つ、該第２コイルが前記第２インシュレータの径方向内側に変位することを規制する突起部が形成されており、前記回転歯車の外周面には、当該回転歯車の軸方向において段差を生じさせる回転側段差部が当該回転歯車の周方向の全周に渡って形成され、該回転側段差部と、前記第１ステータおよび前記第２ステータのうちの少なくとも一方の前記突起部とが、前記径方向において対向して配置されている。

【０００９】

上記構成では、回転歯車の回転側段差部と、突起部とが径方向において対向して配置されることによって、回転歯車が径方向に変位することが、突起部によって規制される。ここで、突起部は、コイルが径方向内側に変位するのを規制するために用いられるものであるため、回転歯車の径方向への変位を規制するために新たに部材を設けることなく、回転歯車の径方向への変位を規制することができる。

【００１０】

３．上記１または２記載のトルク角度検出装置は、前記第１インシュレータおよび前記

第２インシュレータの径方向外側には、前記検出用歯車を収容する収容部が結合されており、前記磁石は、前記検出用歯車の回転中心軸線上に設けられており、前記磁気検出素子は、前記回転中心軸線上において前記検出用歯車を挟んだ両側のそれぞれに設けられた第１磁気検出素子および第２磁気検出素子を含む。

【００１１】

上記構成では、磁気検出素子および磁石の双方を回転中心軸線上に設けるために、それらの少なくとも一方を回転中心軸線から外れた位置に設ける場合と比較して、検出用歯車の回転に伴って第１磁気検出素子および第２磁気検出素子によって検出される磁束の変化が複雑化することを抑制できる。また、第１磁気検出素子および第２磁気検出素子の双方を回転中心軸線上に配置することにより、検出用歯車の回転に伴って第１磁気検出素子で検出される磁束の変化と、第２磁気検出素子で検出される磁束の変化とを互いに近似させやすい。このため、第１磁気検出素子および第２磁気検出素子を備えた冗長設計において、それらの検出値同士の相違から少なくとも一方の異常の有無を判定しやすい。

【００１２】

４．上記３記載のトルク角度検出装置において、前記検出用歯車の径方向において前記磁石の外側に前記検出用歯車の軸受部を備える。

上記構成では、磁石の外側に軸受部を備えるため、第１磁気検出素子と磁石との距離と、第２磁気検出素子と磁石との距離とを同一としやすい。このため、第１磁気検出素子によって検出される磁束と、第２磁気検出素子によって検出される磁束とを極力同一とすることができる。

【００１３】

５．上記４記載のトルク角度検出装置において、前記収容部は、前記第１インシュレータの径方向外側に配置された第１収容部と、前記第２インシュレータの径方向外側に配置された第２収容部と、を備え、前記検出用歯車は、当該検出用歯車の軸方向において段差を生じさせる検出側段差部が当該検出用歯車の全周に渡って形成されており、前記第１収容部および前記第２収容部の少なくとも一方には、前記軸受部が形成されており、前記検出側段差部と前記軸受部とが前記検出用歯車の径方向において互いに対向して配置されており、前記第１収容部と前記第２収容部とが結合されている。

【００１４】

上記構成では、検出用歯車の検出側段差部と軸受部とが径方向において対向して配置されることによって、検出用歯車が径方向に変位することが、軸受部によって規制される。

６．上記４記載のトルク角度検出装置は、前記収容部は、前記第１インシュレータの径方向外側に配置された第１収容部と、前記第２インシュレータの径方向外側に配置された第２収容部と、を備え、前記第１収容部および前記第２収容部の少なくとも一方には、前記軸受部が形成されており、前記軸受部は、前記検出用歯車の歯の径方向外側に位置する外周面に対向しており、前記第１収容部と前記第２収容部とが結合されている。

【００１５】

上記構成では、検出用歯車の歯の外周面と軸受部とが径方向において対向して配置されることによって、検出用歯車が径方向に変位することが、軸受部によって規制される。

７．上記５または６記載のトルク角度検出装置は、前記第１収容部は、前記第１インシュレータに結合されており、前記第２収容部は、前記第２インシュレータに結合されている。

【００１６】

上記構成では、第１インシュレータに第１収容部が結合されており、第２インシュレータに第２収容部が結合されているため、第１インシュレータと第２インシュレータとを結合することによって、第１収容部と第２収容部とを結合させることが可能となる。

【００１７】

８．上記７記載のトルク角度検出装置において、前記第１磁気検出素子は、基板に実装されており、前記基板は、その主面が、前記検出用歯車の軸方向において当該検出用歯車と対向して配置されており、前記基板は、前記第１収容部に収容されており、前記第１収

容部には、屈曲することにより前記径方向外側および前記軸方向外側に延びるコネクタ側リードが設けられており、前記基板の前記主面から突出するようにして延びる基板側リードが、前記コネクタ側リードのうち前記軸方向外側に延びる部分に接合されている。

【００１８】

上記構成に代えて、コネクタ側リードを設けず、基板側リードを径方向外側に延ばす場合、基板側リードがメス端子に嵌め込まれる際に基板に応力が加わる。これに対し、上記構成では、コネクタ側リードをメス端子に嵌め込むことによって基板側リードとメス端子とを電気的に接続することができるため、基板側リードとメス端子とを電気的に接続する際、基板に応力が加わることを好適に抑制することができる。

【００１９】

９．上記１または２記載のトルク角度検出装置において、前記磁気検出素子は、基板に実装されており、前記基板は、その主面が、前記検出用歯車の軸方向において当該検出用歯車と対向して配置されており、前記第１インシュレータには、前記第１ステータの径方向外側に前記検出用歯車を収容する歯車ハウジングが結合されており、前記第２インシュレータには、前記第２ステータの径方向外側に前記基板を収容する基板ハウジングが結合されており、前記歯車ハウジングと前記基板ハウジングとが結合されている。

【００２０】

上記構成では、基板ハウジングおよび歯車ハウジングが結合されて且つ、それらがインシュレータに結合されているため、たとえばインシュレータと、基板ハウジング等とが結合されていない場合と比較すると、インシュレータおよび基板ハウジングを備えるトルク角度検出装置を小型化しやすい。

【００２１】

１０．上記９記載のトルク角度検出装置において、前記回転歯車の軸と前記検出用歯車の軸とは、互いに平行に配置されている。

上記構成では、歯車ハウジングがインシュレータの径方向外側に延びて配置されることとなり、ひいては基板ハウジングもインシュレータの径方向外側に延びて配置されることとなる。このため、インシュレータの軸方向におけるトルク角度検出装置の長さが、基板ハウジングおよび歯車ハウジングに起因して長くなることを抑制することができる。

【００２２】

１１．上記９または１０記載のトルク角度検出装置において、前記基板ハウジングには、屈曲することにより前記径方向外側および前記軸方向外側に延びるコネクタ側リードが設けられており、前記基板の前記主面から突出するようにして延びる基板側リードが、前記コネクタ側リードのうち前記軸方向外側に延びる部分に接合されている。

【００２３】

上記構成に代えて、コネクタ側リードを設けず、基板側リードを径方向外側に延ばす場合、基板側リードがメス端子に嵌め込まれる際に基板に応力が加わる。これに対し、上記構成では、コネクタ側リードをメス端子に嵌め込むことによって基板側リードとメス端子とを電気的に接続することができるため、基板側リードとメス端子とを電気的に接続する際、基板に応力が加わることを好適に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】第１の実施形態にかかるステータの構成を示す分解斜視図。

【図２】同実施形態にかかるステータおよび角度検出装置の構成を示す分解斜視図。

【図３】同実施形態にかかるステータへの歯車の組みつけ構造を示す平面図。

【図４】同実施形態にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。

【図５】第２の実施形態にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。

【図６】（ａ）および（ｂ）は、同実施形態にかかる軸受部の平面図および断面図。

【図７】同実施形態にかかる磁気検出素子による磁石の磁束の検出処理を模式的に示す断面図。

【図８】第１の実施形態の変形例にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。

【図９】第１の実施形態の変形例にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。
【図１０】第１の実施形態の変形例にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。
【図１１】第２の実施形態の変形例にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。
【図１２】第２の実施形態の変形例にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。
【図１３】第２の実施形態の変形例にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。
【図１４】（ａ）および（ｂ）は、第２の実施形態にかかる軸受部の平面図および断面図。
【図１５】第２の実施形態の変形例にかかるトルク角度検出装置の断面構成を示す断面図。
【図１６】同実施形態にかかる軸受部を示す斜視図。
【図１７】第２の実施形態の変形例にかかる磁気検出素子による磁石の磁束の検出処理を模式的に示す断面図。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
＜第１の実施形態＞
以下、トルク角度検出装置にかかる第１の実施形態について図面を参照しつつ説明する。
【００２６】
図１に、本実施形態にかかるトルク角度検出装置のステータの構成を示す。図１に示すように、トルク角度検出装置は、ステアリングに連結された回転軸である入力軸の回転角度を検出するための第１レゾルバの第１ステータＳ１と、トーションバーを介して入力軸に連結された出力軸の回転角度を検出するための第２レゾルバの第２ステータＳ２とを備えている。これら第１ステータＳ１および第２ステータＳ２は、軸方向Ｄａにおいて互いに結合される。
【００２７】
第１ステータＳ１は、電磁鋼板によって構成されている第１コア１０ａと、樹脂製の第１外側インシュレータ２０ａと、樹脂製の第１内側インシュレータ３０ａとを備えている。第１コア１０ａは、リング状のバックヨーク１４ａと、バックヨーク１４ａから径方向内側に突出したティース１２ａとを備えている。
【００２８】
第２ステータＳ２は、第１ステータＳ１の第１コア１０ａ、第１外側インシュレータ２０ａ、および第１内側インシュレータ３０ａのそれぞれに対応する第２コア１０ｂ、第２外側インシュレータ２０ｂ、および第２内側インシュレータ３０ｂを備えている。第２コア１０ｂは、リング状のバックヨーク１４ｂと、バックヨーク１４ｂから径方向内側に突出したティース１２ｂとを備えている。
【００２９】
トルク角度検出装置は、また、角度を検出するための部材として、入力軸に連結される回転歯車５０および、回転歯車５０に係合される検出用歯車６０、検出用歯車６０に係合される検出用歯車７０、および基板８０を備えている。基板８０は、検出用歯車６０，７０の回転角度を検出することによって、回転歯車５０の回転角度を検出する磁気検出素子が実装されたものである。
【００３０】
上記第１外側インシュレータ２０ａには、径方向Ｄｒに突出するようにして、樹脂製の歯車ハウジング２２ａが第１外側インシュレータ２０ａと一体的に形成されている。同様、第２外側インシュレータ２０ｂには、径方向Ｄｒに突出するようにして、樹脂製の基板ハウジング２２ｂが第２外側インシュレータ２０ｂと一体的に形成されている。

【００３１】
第１内側インシュレータ３０ａや第２内側インシュレータ３０ｂは、嵌合部４４を備え、嵌合部４４に、中空円筒状のブッシュ４２が嵌め込まれることにより、軸方向Ｄａにおいて結合される。また、第１コア１０ａおよび第２コア１０ｂには、挿入孔４６が形成されており、ブッシュ４２および挿入孔４６を貫通するようにしてボルトが挿入されることにより、第１ステータＳ１および第２ステータＳ２を備えるステータユニット４０が、ステータユニット４０を収容するハウジングに固定される。
【００３２】
図２に示すように、第１外側インシュレータ２０ａおよび第１内側インシュレータ３０ａは、上記第１コア１０ａに第１コイル１８ａが巻かれた状態において、第１コア１０ａと第１コイル１８ａとの間に介在して第１コイル１８ａが第１コア１０ａに直接接触しないようにしている。これにより、第１外側インシュレータ２０ａおよび第１内側インシュレータ３０ａは、第１コイル１８ａを保護する保護部材となっている。また、第２外側インシュレータ２０ｂおよび第２内側インシュレータ３０ｂは、上記第２コア１０ｂに第２コイル１８ｂが巻かれた状態において、第２コア１０ｂと第２コイル１８ｂとの間に介在して第２コイル１８ｂが第２コア１０ｂに直接接触しないようにしている。これにより、第２外側インシュレータ２０ｂおよび第２内側インシュレータ３０ｂは、第２コイル１８ｂを保護する保護部材となっている。
【００３３】
詳しくは、第１内側インシュレータ３０ａのうちティース１２ａを覆う部分であるティース被覆部２４ａには、第１コイル１８ａが第１内側インシュレータ３０ａの径方向内側に変位することを規制する突起部２５ａが形成されている。突起部２５ａは、軸方向Ｄａに突出した部分である。同様、第２内側インシュレータ３０ｂのうちティース１２ｂを覆う部分であるティース被覆部２４ｂには、第２コイル１８ｂが第２内側インシュレータ３０ｂの径方向内側に変位することを規制する突起部２５ｂが形成されている。突起部２５ｂは、軸方向Ｄａに突出した部分である。
【００３４】
また、検出用歯車６０には、その外周に、径方向外側に突出した歯６２が形成されており、検出用歯車７０には、その外周に、径方向外側に突出した歯７２が形成されている。そして、歯６２および歯７２が係合することによって、検出用歯車６０から検出用歯車７０に回転動力を伝達可能となっている。また、検出用歯車６０の回転中心付近には、永久磁石９０が固定されており、検出用歯車７０の回転中心付近には、永久磁石９２が固定されている。
【００３５】
永久磁石９０は、基板８０に実装された磁気検出素子８２に対向して配置され、永久磁石９２は、基板８０に実装された磁気検出素子８４に対向して配置される。
上記回転歯車５０には、その外周に径方向外側に突出した歯５２が形成されている。また、回転歯車５０には、その外周付近において、軸方向Ｄａに窪んだ溝５４が周方向Ｄｃの全周に渡って連続的に形成されている。上記検出用歯車６０の歯６２の数と、検出用歯車７０の歯７２の数とは互いに相違している。そしてこれにより、検出用歯車６０の回転角度と検出用歯車７０の回転角度とを０～３６０°の角度とした場合、回転歯車５０が時計回りや反時計回りに最大限回転するまでの間に検出用歯車６０の回転角度と検出用歯車７０の回転角度との同じ組が複数出現することがないようになっている。
【００３６】
図３に、第１内側インシュレータ３０ａの突起部２５ａが溝５４に挿入された状態を示す。この状態においては、回転歯車５０は、第１ステータＳ１の第１コア１０ａと同軸に配置される。そして、回転歯車５０の歯５２は、検出用歯車６０の歯６２と係合している。
【００３７】
図４に、第１ステータＳ１および第２ステータＳ２を結合した状態における断面図を示

す。図４に示す断面は、軸方向Ｄａおよび図１に示した径方向Ｄｒの双方に平行な断面である。

【００３８】

図４に示すように、入力軸１１２には、ロータ１１４が設けられており、第１ステータＳ１の内周面は、ロータ１１４に対向して配置されている。また、入力軸１１２にトーションバー１１０を介して連結された出力軸１１６には、ロータ１１８が設けられている。そして、第２ステータＳ２の内周面は、ロータ１１８に対向して配置されている。

【００３９】

歯車ハウジング２２ａには、コネクタ側リード１００が設けられている。詳しくは、コネクタ側リード１００は、１つの導体がＬ字状に折れ曲がって、径方向Ｄｒ外側に延びる部分と軸方向Ｄａ外側に延びる部分とを有している。ここで、コネクタ側リード１００は、径方向Ｄｒ外側の部分と、軸方向Ｄａ外側の部分とが、歯車ハウジング２２ａから露出し、それ以外の部分が、歯車ハウジング２２ａに埋め込まれている。径方向Ｄｒ外側に露出した部分は、メス端子に嵌め込まれる部分であり、メス端子に接続されたケーブルは、転舵輪を転舵させる転舵モータのトルクを制御する制御装置に接続される。本実施形態では、歯車ハウジング２２ａをインサート成形にて形成した。詳しくは、第１外側インシュレータ２０ａと歯車ハウジング２２ａとをインサート成形によって一体成型した。

【００４０】

基板ハウジング２２ｂには、コネクタ側リード１０２が設けられている。詳しくは、コネクタ側リード１０２は、１つの導体がＬ字状に折れ曲がって、径方向Ｄｒ外側に延びる部分と軸方向Ｄａ外側に延びる部分とを有している。ここで、コネクタ側リード１０２は、径方向Ｄｒ外側の部分と、軸方向Ｄａ外側の部分とが、基板ハウジング２２ｂから露出し、それ以外の部分が、基板ハウジング２２ｂに埋め込まれている。径方向Ｄｒ外側に露出した部分は、メス端子に嵌め込まれる部分であり、メス端子に接続されたケーブルは、上記制御装置に接続される。本実施形態では、基板ハウジング２２ｂをインサート成形にて形成した。詳しくは、第２外側インシュレータ２０ｂと基板ハウジング２２ｂとをインサート成形によって一体成型した。

【００４１】

なお、コネクタ側リード１００が挿入されるメス端子と、コネクタ側リード１０２が挿入されるメス端子とは、同一のコネクタに形成されるものである。

基板８０のうち磁気検出素子８２が実装される主面８０ａとは逆側の主面８０ｂからは、基板側リード８６が屈曲しつつ軸方向Ｄａ外側まで延びており、ここで、複数のコネクタ側リード１０２のうちのいくつかの軸方向Ｄａ外側に露出した部分にＴＩＧ溶接されている。なお、主面とは、板を構成する互いに対向する一対の面のうち最も面積の大きい面のこととする。

【００４２】

ここで、本実施形態の作用を説明する。

入力軸１１２にトルクが加わると、トーションバー１１０が捩れ、入力軸１１２の回転に遅れつつ出力軸１１６が回転する。この際、トーションバー１１０の捩れ量は、入力軸１１２のトルクと正の相関を有する。換言すれば、入力軸１１２の回転角度と出力軸１１６の回転角度との角度差は、入力軸１１２のトルクと正の相関を有する。入力軸１１２の回転角度は、ロータ１１４の回転角度として、第１コイル１８ａ内の電気信号の変化として検出され、コネクタ側リード１００を介して上記制御装置に出力される。出力軸１１６の回転角度は、ロータ１１８の回転角度として、第２コイル１８ｂ内の電気信号の変化として検出され、コネクタ側リード１０２を介して上記制御装置に出力される。ただし、ここでのコネクタ側リード１０２は、基板側リード８６に溶接されていないもののこととする。第１コイル１８ａおよび第２コイル１８ｂの一対の電気信号は、トーションバー１１０に加わるトルクの検出値を表現する信号として、制御装置によって処理される。

【００４３】

また、入力軸１１２が回転すると、入力軸１１２に連動して回転歯車５０が回転する。

この際、回転歯車５０は、溝５４によって径方向Ｄｒへの変位が規制される。すなわち、溝５４は、回転側段差部５１および底部５３を備えており、回転側段差部５１が突起部２５ａ，２５ｂに径方向Ｄｒにおいて対向しているため、回転側段差部５１によって、突起部２５ａ，２５ｂの径方向Ｄｒへの変位が規制される。回転歯車５０が回転すると、回転歯車５０の歯５２に歯６２が係合した検出用歯車６０が回転し、検出用歯車６０の回転によって、検出用歯車６０の歯６２に歯７２が係合した検出用歯車７０が回転する。そして、検出用歯車６０の回転角度は、永久磁石９０と磁気検出素子８２との相対回転角度に応じた磁気検出素子８２の磁気検出値として検出され、コネクタ側リード１０２のうち基板側リード８６に接続されたものを介して制御装置に出力される。また、検出用歯車７０の回転角度は、永久磁石９２と磁気検出素子８４との相対回転角度に応じた磁気検出素子８４の磁気検出値として検出され、コネクタ側リード１０２のうち基板側リード８６に接続されたものを介して制御装置に出力される。

【００４４】

以上説明した本実施形態によれば、以下に記載する効果が得られるようになる。

（１）第１ステータＳ１と第２ステータＳ２との間に回転歯車５０を配置し、第１ステータＳ１と第２ステータＳ２とを、同軸に配置して互いの第１内側インシュレータ３０ａと第２内側インシュレータ３０ｂとをブッシュ４２によって結合した。このため、回転歯車５０のハウジングを、第１ステータＳ１および第２ステータＳ２のインシュレータを流用することによって構成することができる。したがって、回転角度およびトルクの双方を検出可能としつつも装置の大型化を極力抑制できる。

【００４５】

（２）回転歯車５０に、軸方向Ｄａに窪んだ溝５４を周方向Ｄｃの全周に渡って連続的に形成し、溝５４に、突起部２５ａ，２５ｂを挿入した。これにより、回転歯車５０が径方向Ｄｒに変位することが、突起部２５ａ，２５ｂによって規制される。ここで、突起部２５ａ，２５ｂは、第１コイル１８ａや第２コイル１８ｂが径方向Ｄｒ内側に変位するのを規制するために用いられるものであるため、回転歯車５０の径方向Ｄｒへの変位を規制するために新たに部材を設けることなく、回転歯車５０の径方向Ｄｒへの変位を規制することができる。

【００４６】

（３）第１外側インシュレータ２０ａと、検出用歯車６０，７０を収容する歯車ハウジング２２ａとを一体成型し、第２外側インシュレータ２０ｂと、基板８０を収容する基板ハウジング２２ｂとを一体成型し、歯車ハウジング２２ａと基板ハウジング２２ｂとを結合した。これにより、たとえば第２外側インシュレータ２０ｂと基板ハウジング２２ｂとが結合されていない場合等と比較すると、第１外側インシュレータ２０ａおよび基板ハウジング２２ｂを備えるトルク角度検出装置を小型化しやすい。

【００４７】

（４）回転歯車５０の軸と検出用歯車６０，７０の軸とを、互いに平行に配置した。これにより、検出用歯車６０，７０が第１コア１０ａや第２コア１０ｂに対して径方向Ｄｒ外側に延びて配置されることになるため、歯車ハウジング２２ａが第１外側インシュレータ２０ａの径方向外側に延びて配置されることとなる。また、検出用歯車６０，７０の永久磁石９０，９２に対向する磁気検出素子８２，８４が実装された基板８０の主面８０ａ，８０ｂも、第１コア１０ａや第２コア１０ｂに対して径方向Ｄｒ外側に延びて配置されることになるため、基板ハウジング２２ｂも第２外側インシュレータ２０ｂの径方向外側に延びて配置されることとなる。このため、軸方向Ｄａにおけるトルク角度検出装置の長さが、基板ハウジング２２ｂおよび歯車ハウジング２２ａに起因して長くなることを抑制することができる。

【００４８】

（５）基板ハウジング２２ｂに、屈曲することにより径方向Ｄｒ外側および軸方向Ｄａ外側に延びるコネクタ側リード１０２を設け、基板８０の主面８０ｂから突出するようにして延びる基板側リード８６を、コネクタ側リード１０２のうち軸方向Ｄａ外側に延びる

部分にＴＩＧ溶接した。基板側リード８６を径方向Ｄｒ外側に延ばしてメス端子に挿入する場合、基板側リード８６がメス端子に嵌め込まれる際に基板８０に応力が加わる。これに対し、本実施形態では、コネクタ側リード１０２をメス端子に嵌め込むことによってメス端子と基板側リード８６とを電気的に導通状態とすることができるため、メス端子と基板側リード８６とを電気的に導通状態とする際、基板８０に応力が加わることを好適に抑制することができる。

【００４９】

＜第２の実施形態＞

以下、トルク角度検出装置にかかる第２の実施形態について、第１の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。

【００５０】

上記実施形態では、角度検出装置部分を、回転歯車５０と、検出用歯車６０，７０と、永久磁石９０，９２と、磁気検出素子８２とを備えて構成した。この場合、磁気検出素子８２に異常が生じたことを検知することが困難である。これに対し、検出用歯車６０，７０と、永久磁石９０，９２と、磁気検出素子８２とを、それぞれ２組ずつ備える場合には、トルク角度検出装置の大型化やコスト高を招く。そこで、本実施形態では、角度検出装置部分の信頼性を高めるために角度検出装置部分を冗長化しつつもその体格が大きくなることを抑制できるようにする。

【００５１】

図５に、第１ステータＳ１および第２ステータＳ２を結合した状態における断面図を示す。図５に示す断面は、図４に示した断面に対応する。なお、図５において、図４等に記載した部材に対応する部材については、便宜上、同一の符号を付している。

【００５２】

図５に示すように、本実施形態では、検出用歯車６０の回転中心軸線Ｌａ上であって永久磁石９０を挟む両側のそれぞれに第１磁気検出素子８２ａおよび第２磁気検出素子８２ｂのそれぞれを備えている。

【００５３】

また、第１外側インシュレータ２０ａには、第１コア１０ａの径方向外側において第１収容部２６ａが結合されている。詳しくは、第１外側インシュレータ２０ａと第１収容部２６ａとは、インサート成形によって一体成形されている。

【００５４】

第１収容部２６ａには、第１磁気検出素子８２ａが実装された基板８１が収容されている。また、第１収容部２６ａには、コネクタ側リード１００が設けられている。基板８１のうち第１磁気検出素子８２ａが実装される主面８１ａとは逆側の主面８１ｂからは、基板側リード８７が軸方向Ｄａ外側まで延びており、ここで、複数のコネクタ側リード１００のうちのいくつかの軸方向Ｄａ外側に露出した部分にＴＩＧ溶接されている。

【００５５】

一方、第２外側インシュレータ２０ｂには、第２コア１０ｂの径方向外側において第２収容部２６ｂが結合されている。詳しくは、第２外側インシュレータ２０ｂと第２収容部２６ｂとは、インサート成形によって一体成形されている。

【００５６】

第２収容部２６ｂには、第２磁気検出素子８２ｂが実装された基板８０が収容されている。また、第２収容部２６ｂには、コネクタ側リード１０２が設けられている。基板８０のうち第２磁気検出素子８２ｂが実装される主面８０ａとは逆側の主面８０ｂからは、基板側リード８６が軸方向Ｄａ外側まで延びており、ここで、複数のコネクタ側リード１０２のうちのいくつかの軸方向Ｄａ外側に露出した部分にＴＩＧ溶接されている。

【００５７】

図５に示すように、検出用歯車６０は、永久磁石９０や第１磁気検出素子８２ａ、第２磁気検出素子８２ｂよりも検出用歯車６０の径方向外側に、検出用歯車の軸方向Ｄａにおいて段差を生じさせる検出側段差部６４ａ，６４ｂが、検出用歯車６０の全周に渡って連

続的に形成されている。一方、第１収容部２６ａは、検出用歯車６０の径方向において検出側段差部６４ａと対向する軸受部２７ａが形成されている。軸受部２７ａは、検出用歯車６０の径方向内側が検出側段差部６４ａとなるようにして検出側段差部６４ａに接触している。また、第２収容部２６ｂは、検出用歯車６０の径方向において検出側段差部６４ｂと対向する軸受部２７ｂが形成されている。軸受部２７ｂは、検出用歯車６０の径方向内側が検出側段差部６４ｂとなるようにして検出側段差部６４ｂに接触している。

【００５８】

図６（ａ）に、第２収容部２６ｂのうち特に軸受部２７ｂを、図５の左側方向から見た平面図を示し、図６（ｂ）に、軸受部２７ｂの断面図を示す。

ここで、本実施形態の作用について説明する。

【００５９】

図７に示すように、永久磁石９０は、回転中心軸線Ｌａ上に、中心が位置するようにして配置されている。ここで、物体の中心とは、その物体の密度を一定とした場合の重心のこととする。そして、第１磁気検出素子８２ａと第２磁気検出素子８２ｂとは、永久磁石９０に対して対称的に配置されている。すなわち、第１磁気検出素子８２ａと第２磁気検出素子８２ｂとは、いずれもそれらの中心が回転中心軸線Ｌａ上に配置されている。しかも、第１磁気検出素子８２ａと永久磁石９０との距離と、第２磁気検出素子８２ｂと永久磁石９０との距離とは、互いに等しい。これは、検出用歯車６０の径方向において、第１磁気検出素子８２ａおよび第２磁気検出素子８２ｂの長さＤ１と、永久磁石９０の長さＤ２とのいずれよりも、図５に示した軸受部２７ａ，２７ｂの上記径方向において対向する部分同士の距離を長くしたために可能となったことである。換言すれば、検出用歯車６０の径方向において永久磁石９０の外側に軸受部２７ａ，２７ｂを備えたために可能となったことである。

【００６０】

この場合、永久磁石９０から第１磁気検出素子８２ａに入る磁束量と、永久磁石９０から第２磁気検出素子８２ｂに入る磁束量とは、互いに等しい。したがって、第１磁気検出素子８２ａと第２磁気検出素子８２ｂとのそれぞれによる磁束の検出精度を同等とすることができる。なお、図７においては、永久磁石９０の磁束をＬｍｆとして模式的に示している。

【００６１】

しかも、第１磁気検出素子８２ａおよび第２磁気検出素子８２ｂの一対の磁気検出素子によって磁束が検出される対象となる永久磁石を、単一の永久磁石９０とすることにより、一対の磁気検出素子を備えつつも部品点数を低減することができる。このため、たとえば、磁束検出のＳＮ比を向上させるうえで磁束密度が高い永久磁石９０を用いるべく、高価な希土類元素を材料として用いた永久磁石９０を用いたとしても、コストの増大を抑制することができる。

【００６２】

なお、本実施形態においては、永久磁石９２の磁束検出についても、検出用歯車７０の回転中心軸線上であって且つ検出用歯車７０の永久磁石９２を両側から挟むようにして設けられた一対の磁気検出素子によって行う。また、検出用歯車７０についても検出側段差部６４ａ，６４ｂと同様の段差部を備え、第１収容部２６ａや第２収容部２６ｂに設けられた軸受部と対向して配置されている。

【００６３】

以上説明した本実施形態によれば、第１の実施形態の上記（１），（２），（５）の効果に準じた効果に加えて、さらに以下の効果が得られる。

（６）検出側段差部６４ａ，６４ｂと軸受部２７ａ，２７ｂとを検出用歯車６０の径方向において互いに対向して配置した。これにより、検出用歯車６０が径方向に変位することを、軸受部２７ａ，２７ｂによって規制することができる。

【００６４】

（７）第１収容部２６ａを第１外側インシュレータ２０ａと一体的に形成し、第２収容

部２６ｂを第２外側インシュレータ２０ｂと一体的に形成した。これにより、第１ステータＳ１と第２ステータＳ２とを結合することによって、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとを結合させることが可能となる。

【００６５】

＜その他の実施形態＞

なお、上記実施形態の各事項の少なくとも１つを、以下のように変更してもよい。ちなみに、「課題を解決するための手段」の欄における第１回転軸は、入力軸１１２に対応し、第２回転軸は、出力軸１１６に対応し、第１ロータは、ロータ１１４に対応し、第２ロータは、ロータ１１８に対応する。

【００６６】

・「歯車ハウジングについて」

歯車ハウジング２２ａとしては、第１外側インシュレータ２０ａと一体成形されたものに限らない。たとえば、図８に示すように、検出用歯車６０，７０の収容部分２３ａを第１内側インシュレータ３０ａと一体成形し、コネクタ側リード１００の収容部分２１ａを第１外側インシュレータ２０ａに一体成形し、これら一対の収容部分２１ａ，２３ａを結合することによって、歯車ハウジング２２ａとしてもよい。

【００６７】

さらに、コネクタ側リード１００、第１コア１０ａ、歯車ハウジング２２ａ、第１外側インシュレータ２０ａ、および第１内側インシュレータ３０ａを、インサート成形にて一体成型してもよい。

【００６８】

・「基板ハウジングについて」

基板ハウジング２２ｂとしては、第２外側インシュレータ２０ｂと一体成形されたものに限らない。たとえば、図８に示すように、基板８０の収容部分２３ｂを第２内側インシュレータ３０ｂと一体成形し、コネクタ側リード１０２の収容部分２１ｂを第２外側インシュレータ２０ｂに一体成型し、これら一対の収容部分２１ｂ，２３ｂを結合することによって、基板ハウジング２２ｂとしてもよい。

【００６９】

さらに、コネクタ側リード１０２、第２コア１０ｂ、基板ハウジング２２ｂ、第２外側インシュレータ２０ｂ、および第２内側インシュレータ３０ｂを、インサート成形にて一体成型してもよい。

【００７０】

・「コネクタ側リードについて」

上記実施形態において例示したものに限らない。たとえば、図９に例示するように、２重に屈曲したものであってもよい。この場合、コネクタ側リード１００のうち検出用歯車６０に対して径方向Ｄｒ外側に突出した部分を、歯車ハウジング２２ａから露出させ、コネクタ側リード１０２のうち基板８０に対して径方向Ｄｒ外側に突出した部分を、基板ハウジング２２ｂから露出させることができる。このため、歯車ハウジング２２ａおよび基板ハウジング２２ｂを結合した状態において、それらの軸方向Ｄａの長さを極力短くすることができる。

【００７１】

・「検出用歯車について」

互いに歯数の異なる２個の検出用歯車６０，７０からなるものに限らない。たとえば、互いに歯数が等しい２個の検出用歯車からなるものであってもよい。この場合であっても、たとえば、入力軸１１２の最大回転量が、検出用歯車の１回転以内のであれば、磁気検出素子８２，８４の出力値と、入力軸１１２の回転角度とを１対１に対応付けることができる。また、検出用歯車を単一の歯車としてもよい。この場合であっても、入力軸１１２の最大回転量が、検出用歯車の１／２回転以内のであれば、検出用歯車の磁石の磁束を検出する単一の磁気検出素子の出力値を、入力軸１１２の回転角度に１対１に対応付けることができる。

【００７２】
検出用歯車としては、樹脂製に限らず、たとえば非磁性体である金属にて構成してもよい。
・「回転歯車について」
回転歯車５０としては、入力軸１１２に固定するものに限らず、出力軸１１６に固定してもよい。また、回転歯車５０を、樹脂製とする代わりに、たとえば非磁性体である金属にて構成してもよい。
【００７３】
・「回転側段差部について」
上記実施形態では、溝５４によって回転側段差部５１を形成したが、これに限らない。たとえば、図１０に例示するように、径方向Ｄｒ内側に突起部２５ａ，２５ｂが対向する回転側段差部５１を有しつつも、径方向Ｄｒ外側に突起部２５ａ，２５ｂが対向する回転側段差部５１を有しない構成であってもよい。逆に、径方向Ｄｒ外側に突起部２５ａ，２５ｂが対向する回転側段差部５１を有しつつも、径方向Ｄｒ内側に突起部２５ａ，２５ｂが対向する回転側段差部５１を有しない構成であってもよい。
【００７４】
回転側段差部５１としては、周方向Ｄｃの全周に渡って連続的に形成されているものに限らず、たとえば、図１４に例示した軸受部２７ｂのように、全周に渡って断続的に形成されているものであってもよい。ただし、この場合、隣接する回転側段差部５１間の隙間は、周方向Ｄｃにおける突起部２５ａ，２５ｂの長さよりも短くする。
【００７５】
・「軸受部について」
第２の実施形態では、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとの双方に軸受部（軸受部２７ａ，２７ｂ）を備えたが、これに限らない。たとえば、図１１に第２収容部２６ｂが軸受部２７ｂを備えて且つ第１収容部２６ａが軸受部２７ａを備えない例を示すように、いずれか一方のみが軸受部を備える構成であってもよい。なお、図１１は、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとの断面図であり、図１１において、図５に示した部材に対応する部材については、便宜上、同一の符号を付している。
【００７６】
軸受部としては、検出用歯車の径方向において検出側段差部よりも外側に位置するものに限らず、内側に位置するものであってもよい。図１２に、これについて例示する。図１２は、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとの断面図であり、図１２において、図５に示した部材に対応する部材については、便宜上、同一の符号を付している。図１２においては、検出用歯車６０の径方向において、検出側段差部６５ａ，６５ｂよりも内側に、第１収容部２６ａの軸受部２８ａと第２収容部２６ｂの軸受部２８ｂとを備える。
【００７７】
さらに、軸受部が、検出用歯車の径方向において検出側段差部よりも外側に位置するものと内側に位置するものとの双方を含んでもよい。図１３に、これについて例示する。図１３は、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとの断面図であり、図１３において、図５に示した部材に対応する部材については、便宜上、同一の符号を付している。図１３においては、検出用歯車６０の径方向において、検出側段差部６４ａ，６４ｂが内側となり軸受部２７ａ，２７ｂが外側となるようにして互いに対向しており、検出側段差部６５ａ，６５ｂが外側となり軸受部２８ａ，２８ｂが内側となるようにして互いに対向している。
【００７８】
なお、第２の実施形態や上記各変形例において、軸受部２７ａ，２７ｂ，２８ａ，２８ｂ等の軸受部を、検出用歯車６０や検出用歯車７０の周方向の全周に渡って連続的に形成する代わりに、たとえば図１４に軸受部２７ｂの変形例について例示するように、軸受部を周方向の全周に渡って断続的に形成してもよい。なお、図１４（ａ）、図１４（ｂ）は、図６（ａ）、図６（ｂ）に対応するものである。
【００７９】

軸受部としては、検出側段差部と対向するものに限らない。たとえば、図１５に示すように、検出用歯車の径方向における外周に形成された歯６２に対向しているものであってもよい。図１５に、これについて例示する。図１５は、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとの断面図であり、図１５において、図５に示した部材に対応する部材については、便宜上、同一の符号を付している。図１５に示すように、検出用歯車６０の歯６２の外周面６２ａは、第１収容部２６ａの軸受部２９ａと、第２収容部２６ｂの軸受部２９ｂとのそれぞれに対向している。図１６に、軸受部２９ａ，２９ｂの斜視図を示す。なお、軸受部が検出用歯車の歯の外周面に対向するものである場合であっても、軸受部は、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとの双方に形成されることは必須ではなく、いずれか一方のみに形成されてもよい。

【００８０】

さらに、軸受部を、第１収容部２６ａと第２収容部２６ｂとの少なくとも一方に形成するものにも限らず、たとえば、基板８０の主面８０ａから突出させたり、基板８１の主面８１ａから突出させたものであってもよい。

【００８１】

・「検出側段差部について」

上記第２の実施形態やその変形例では、検出側段差部６４ａ，６４ｂ，６５ａ，６５ｂを、検出用歯車６０の全周に渡って連続的に形成したが、これに限らない。たとえば、図１４に例示した変形例における場合を除き、検出側段差部を全周に渡って断続的に形成してもよい。

【００８２】

なお、検出用歯車７０に形成される検出側段差部についても、検出側段差部６４ａ，６４ｂ，６５ａ，６５ｂと同様の変更が可能である。

・「磁石について」

永久磁石９０，９２の配向としては、図７に例示したものに限らず、たとえば、図１７に例示したものであってもよい。

【００８３】

・「回転歯車の径方向への変位を規制する手法について」

上記実施形態では、第１ステータＳ１側の突起部２５ａおよび第２ステータＳ２側の突起部２５ｂを、ともに溝５４に挿入したが、これに限らず、たとえば、第１ステータＳ１側の突起部２５ａおよび第２ステータＳ２側の突起部２５ｂのいずれか一方のみを溝５４に挿入してもよい。

【００８４】

上記実施形態では、溝５４に、突起部２５ａが挿入されることによって、回転歯車５０が径方向Ｄｒに変位することを規制したが、これに限らない。たとえば、回転歯車５０に、その軸方向に突出した突起部を、全周に沿って設け、突起部２５ａとバックヨーク１４ａの被覆部との間に、突起部を収容してもよい。この場合、回転歯車５０の突起部によって、回転歯車５０が径方向Ｄｒに変位することを規制することができる。

【００８５】

・「歯車の配置について」

回転歯車５０の軸と検出用歯車６０，７０の軸とを平行に配置するものに限らない。たとえば、検出用歯車６０，７０の軸を回転歯車５０の軸に直交して配置してもよい。この場合、歯車ハウジング２２ａや基板ハウジング２２ｂを、回転歯車５０の軸方向に平行に延びるようにして配置すればよい。

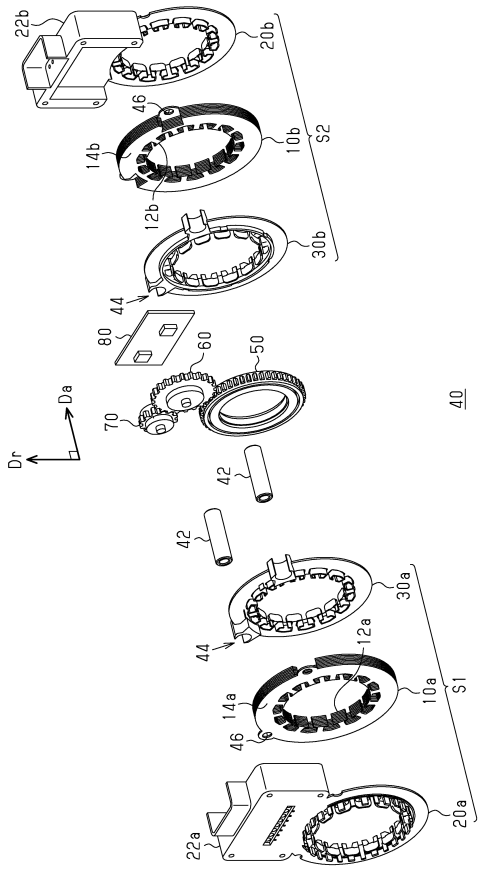
【符号の説明】

【００８６】

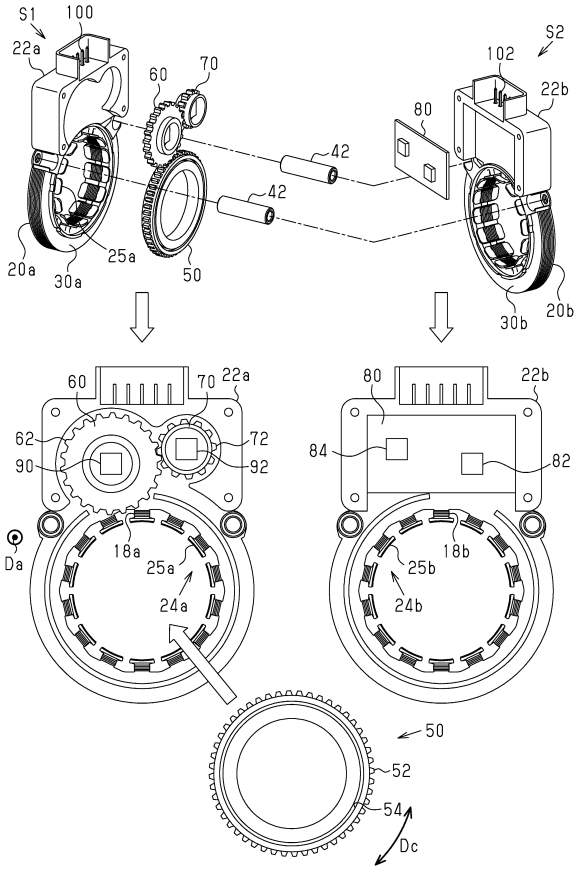
Ｓ１…第１ステータ、Ｓ２…第２ステータ、１０ａ，１０ｂ…コア、１２ａ，１２ｂ…ティース、１４ａ，１４ｂ…バックヨーク、１８ａ，１８ｂ…コイル、２０ａ，２０ｂ…外側インシュレータ、２１ａ，２１ｂ…収容部分，２２ａ…歯車ハウジング、２２ｂ…基板ハウジング、２３ａ，２３ｂ…収容部分、２４ａ，２４ｂ…ティース被覆部、２５ａ，

２５ｂ…突起部、３０ａ，３０ｂ…内側インシュレータ、４０…ステータユニット、４２…ブッシュ、４４…嵌合部、４６…挿入孔、５０…回転歯車、５２…歯、５４…溝、６０…検出用歯車、６２…歯、７０…検出用歯車、７２…歯、８０…基板、８０ａ，８０ｂ…主面、８２，８４…磁気検出素子、８６…基板側リード、９０，９２…永久磁石、１００，１０２…コネクタ側リード、１１０…トーションバー、１１２…入力軸、１１４…ロータ、１１６…出力軸、１１８…ロータ。

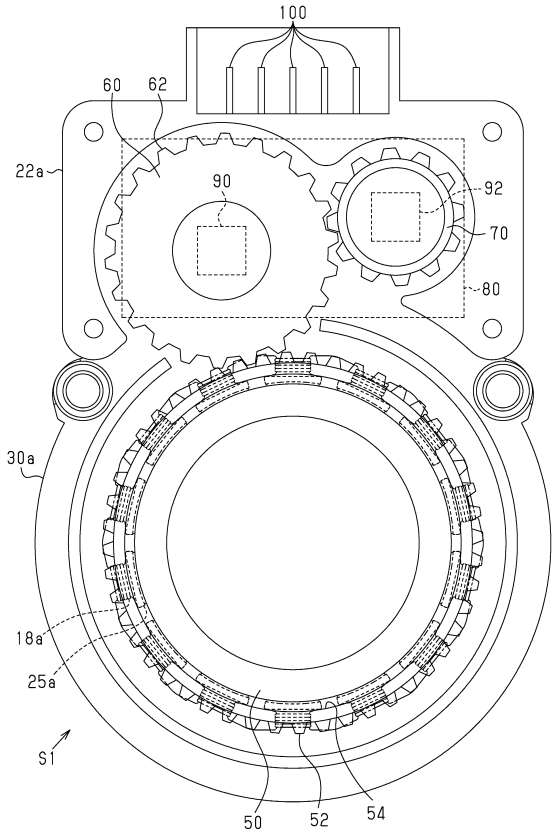
【図１】



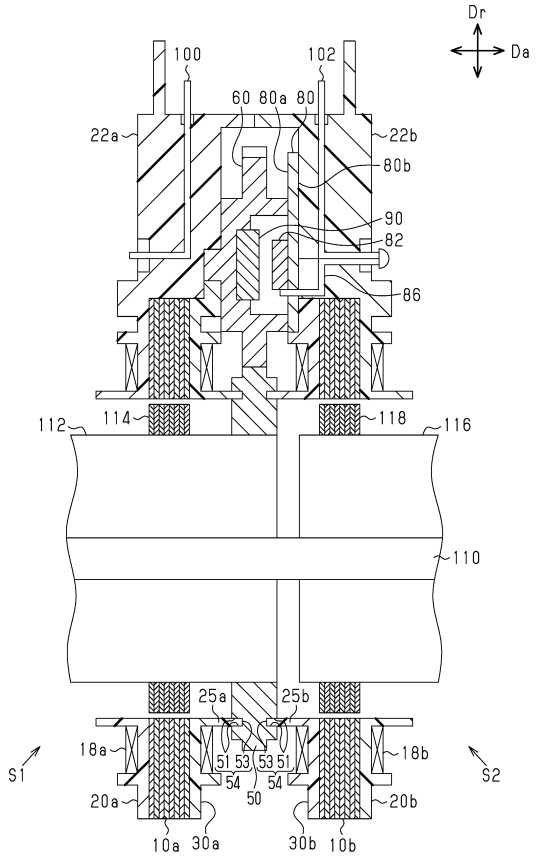
【図２】



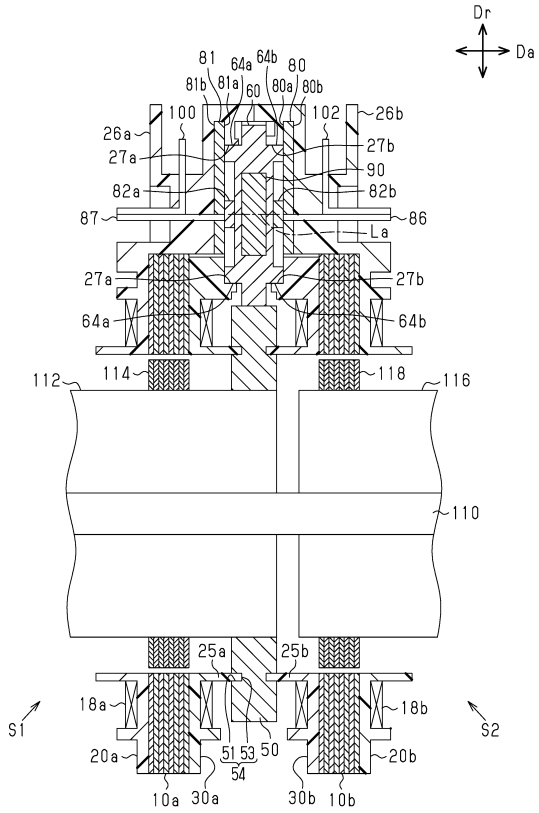
【図３】


100
60
62
22a
90
92
70
80
30a
18a
25a
S1
50
52
54

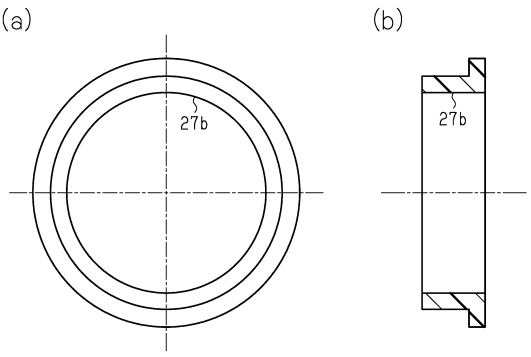
【図４】


Dr
Da
100
102
60
80a
80
22a
22b
80b
90
82
86
112
114
118
116
110
25a
25b
18a
18b
S1
S2
51
53
54
50
20a
20b
10a
30a
30b
10b

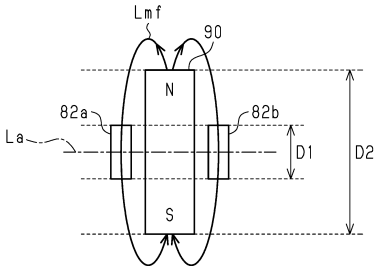
【図５】


Dr
Da
81
64a
64b
80
81b
81a
60
80a
80b
100
102
26b
26a
27b
27a
90
82a
82b
87
86
La
64a
64b
112
114
118
116
110
25a
25b
18a
18b
S1
S2
51
53
54
50
20a
20b
10a
30a
30b
10b

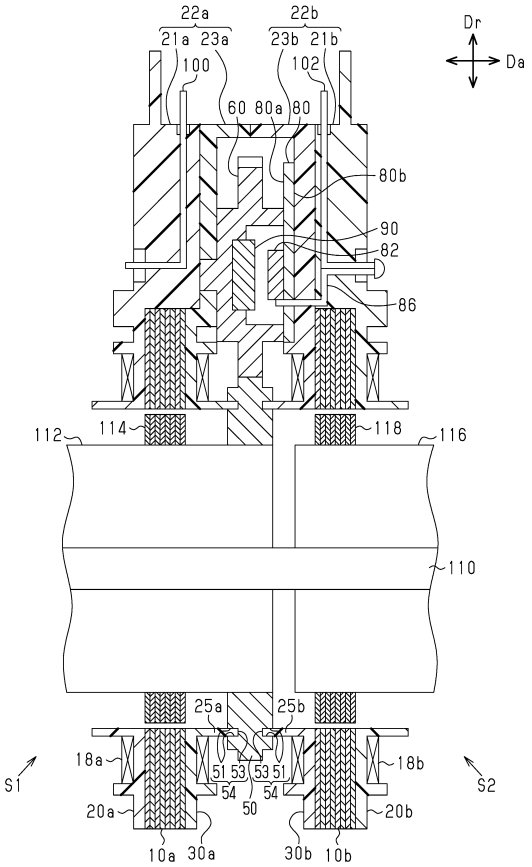
【図６】


(a)
(b)
27b
27b

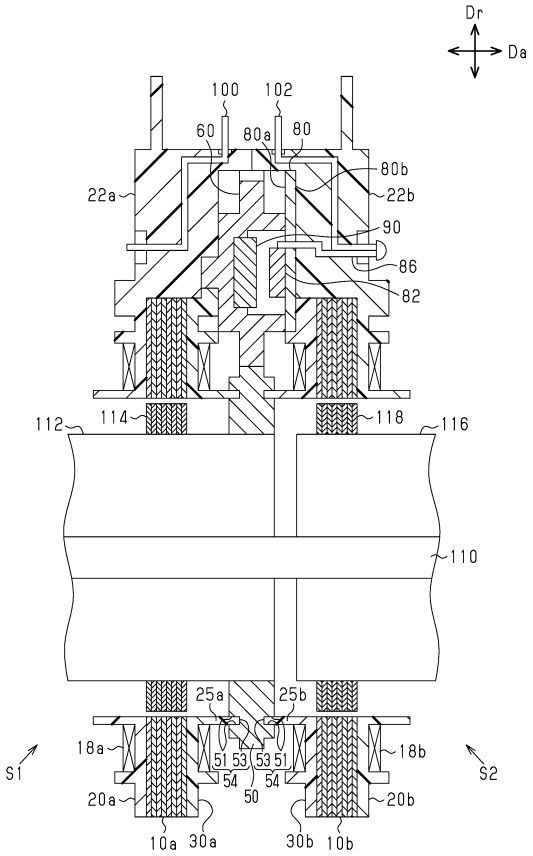
【図７】


Lmf
90
N
82a
82b
La
D1
D2
S

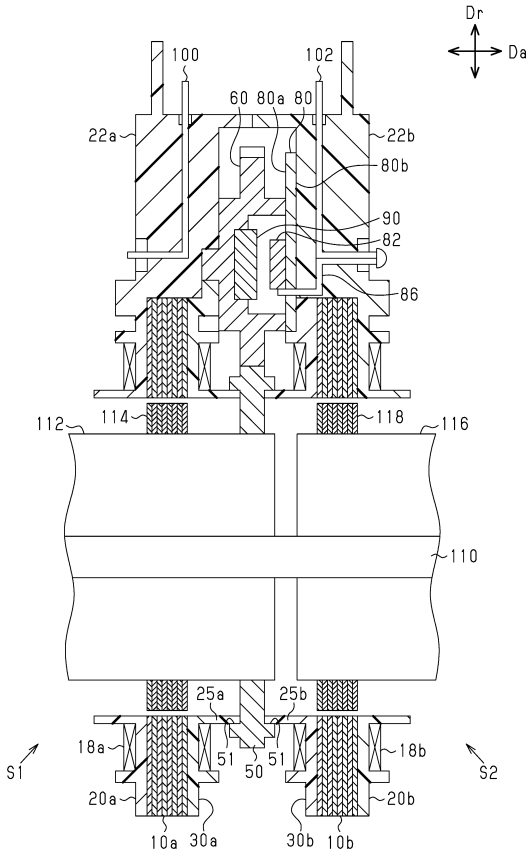
【図８】



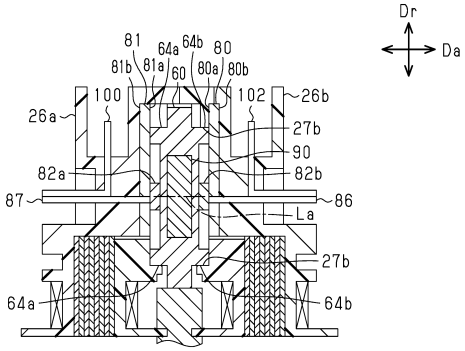
【図９】



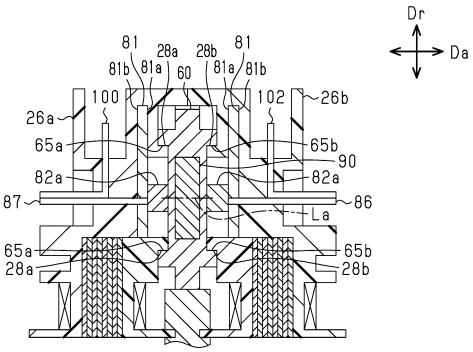
【図１０】



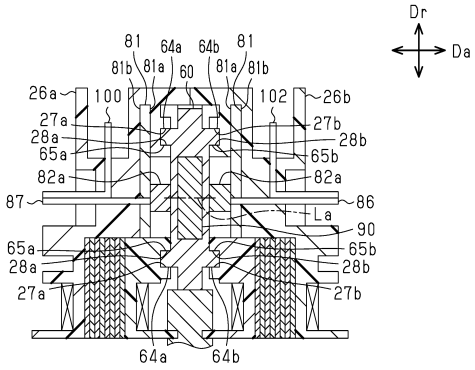
【図１１】



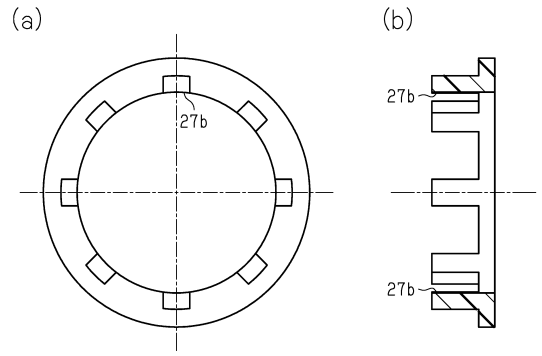
【図１２】



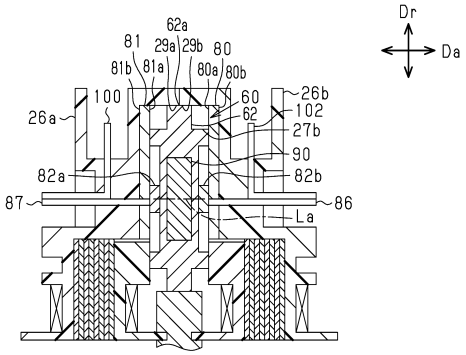
【図１３】



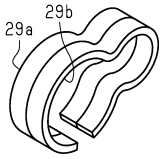
【図１４】



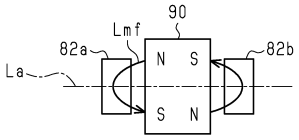
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００８－０５１７０２（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２５７３６４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０８９２５５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２６１７３９（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１２／０１５２０３４（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｌ　　３／１０
Ｇ０１Ｂ　　７／３０
Ｇ０１Ｄ　　５／２０
Ｂ６２Ｄ　　１／１６
Ｂ６２Ｄ　　５／０４
Ｈ０２Ｋ　２４／００