

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5563549号
(P5563549)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 1 L 3/10 (2006.01) G 0 1 L 3/10 3 0 5

請求項の数 5 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-276008 (P2011-276008)</p> <p>(22) 出願日 平成23年12月16日(2011.12.16)</p> <p>(65) 公開番号 特開2013-127368 (P2013-127368A)</p> <p>(43) 公開日 平成25年6月27日(2013.6.27)</p> <p>審査請求日 平成25年4月5日(2013.4.5)</p> <p>前置審査</p>	<p>(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</p> <p>(73) 特許権者 000004695 株式会社日本自動車部品総合研究所 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地</p> <p>(74) 代理人 100123191 弁理士 伊藤 高順</p> <p>(74) 代理人 100138542 弁理士 井口 亮社</p> <p>(74) 代理人 100096998 弁理士 碓水 裕彦</p> <p>(72) 発明者 ▲高▼橋 良樹 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 トルクセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の軸と第2の軸とを同軸上に連結し、第1の軸と第2の軸との間に加わるトルクを
 捩じれ変位に変換するトーションバーと、

前記第1の軸または前記トーションバーの一端側に固定される多極磁石と、

前記多極磁石の径外側で前記第2の軸または前記トーションバーの他端側に固定され、
 かつ軸方向にギャップを介して対向し、前記多極磁石が発生する磁界内に磁気回路を形成
 する一組の磁気ヨークと、

本体部、及び、当該本体部の径外方向に突出して形成される集磁部から構成され、前記
 一組の磁気ヨークから前記集磁部に磁束を集める一組の集磁体と、

前記集磁部に搭載され、前記集磁部間の磁界の強さを検出する磁気検出部を有する磁気
 センサと、

を備え、

前記集磁部は、前記磁気センサが搭載される搭載部、及び、前記本体部から第1方向に
 延設され前記本体部と前記搭載部とを連結する連結部を有し、

前記トーションバーの軸と直交する仮想平面上で前記第1方向と直交する方向を第2方
 向とすると、前記連結部の前記第2方向の幅は、前記搭載部の前記第2方向の幅より短く

、
 前記集磁体の前記本体部は、前記連結部および前記搭載部の径方向内側において周方向
 に連続していることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 2】

前記一組の集磁体は、相対する前記搭載部が互いに近接するように、前記連結部が折り曲げられることを特徴とする請求項 1 に記載のトルクセンサ。

【請求項 3】

前記磁気センサを複数備え、複数の前記磁気センサの前記磁気検出部が前記搭載部上で前記第 2 方向に並ぶように配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のトルクセンサ。

【請求項 4】

前記搭載部は、隅部が角丸めされた多角形状、又は曲線で囲まれた形状で形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

10

【請求項 5】

前記第 1 方向は前記本体部の法線方向に相当し、前記第 2 方向は前記本体部の接線方向に相当することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転軸に加わる軸トルクを磁束密度の変化（磁界の強さ）として検出するトルクセンサに関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来、電動パワーステアリング装置等において、回転軸の回転に伴う磁界の強さの変化を一組の集磁体間に設けられた磁気センサで検出することで軸トルクを検出するトルクセンサが知られている。特に、集磁体の中で磁気抵抗の低い集磁部に磁気センサが配置される構成では、磁束が集磁部に集中する。集磁部に集められた磁束は、一方の集磁部から対向する他方の集磁部に伝播し、その磁束を磁気センサが検出する。

【0003】

例えば、特許文献 1 の図 1 には、1つの集磁リング（集磁体）に、2つの磁気センサに対応する2つの集磁部が形成される構成が開示されている。また、特許文献 2、3 の各図 1 には、1つの集磁リングに、3つの磁気センサに対応する3つの集磁部が形成される構成が開示されている。一方、特許文献 4 の図 2 には、集磁リングの径外方向に突出する1つの矩形状の集磁部が形成され、この集磁部に2つの磁気センサを隣接させて配置する構成が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 263871 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 232728 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 80020 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 38767 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、集磁部に集められた磁束は、磁気センサのみに向かって伝播するわけではなく、磁気センサ以外の空間にも放射される。例えば特許文献 1 の構成では、集磁リングが集めた磁束の一部は、2つの集磁部間の空間にも放射される。空間に放射される磁束は、磁気センサに伝播されない「漏れ磁束」となり、漏れ磁束の分、磁気センサが有効に検出可能な磁束が減少するという問題がある。さらに、集磁部を3つ有する特許文献 2、3 の構成では、集磁部間の空間が2箇所になるため、漏れ磁束がさらに増加する。

【0006】

50

一方、特許文献4の構成では、1つの集磁部に2つの磁気センサを隣接させており、集磁部間の空間への磁束の漏れは低減する。しかし、集磁リングとセンサ搭載部とを連結する連結部からも磁束は放射され、「漏れ磁束」となる。特許文献4の構成では、矩形状の集磁部は、2つの磁気センサに対応する比較的幅の広い連結部が形成されているため、この連結部からの漏れ磁束が増大する。さらに製造上の問題として、矩形状の集磁部を集磁リングに一体で形成する場合、集磁リングを円形に形成することが困難である。

【0007】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、集磁部からの漏れ磁束を低減するトルクセンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

請求項1に記載のトルクセンサは、トーションバー、多極磁石、一組の磁気ヨーク、一組の集磁体、磁気センサを備える。

トーションバーは、第1の軸と第2の軸とを同軸上に連結し、第1の軸と第2の軸との間に加わるトルクを捻じれ変位に変換する。

多極磁石は、第1の軸またはトーションバーの一端側に固定される。

一組の磁気ヨークは、多極磁石の径外側で第2の軸またはトーションバーの他端側に固定され、かつ軸方向にギャップを介して対向し、多極磁石が発生する磁界内に磁気回路を形成する。

一組の集磁体は、本体部、及び当該本体部の径外方向に突出して形成される集磁部から構成され、一組の磁気ヨークから集磁部に磁束を集める。

20

磁気センサは、集磁部に搭載され、集磁部間の磁界の強さを検出する磁気検出部を有する。

【0009】

集磁体の集磁部は、磁気センサが搭載される搭載部、及び、本体部から第1方向に延設され本体部と搭載部とを連結する連結部を有する。そして、トーションバーの軸と直交する仮想平面上で第1方向と直交する方向を第2方向とすると、連結部の第2方向の幅は、搭載部の第2方向の幅より短い。また、集磁体の本体部は、連結部および搭載部の径方向内側において周方向に連続している。

【0010】

30

磁気センサの検出感度を向上する観点から、磁気センサは可及的に本体部に近接して設けられることが望ましい。しかし、磁気センサと他の部品との干渉を避けるため、或いは配線上の理由等から、磁気センサが搭載される搭載部と本体部との間に、連結部によって必要最小限の距離を隔てる必要がある。この連結部は、磁束が漏れる箇所となる。

【0011】

そこで本発明の構成によれば、連結部の第2方向の幅は、搭載部の第2方向の幅よりも短く設定される。すなわち、連結部は、「くびれ形状」に形成される。これにより、第1方向の長さが一定値であれば、第2方向の幅を小さくすることで連結部の面積を減らし、集磁部からの漏れ磁束を可及的に低減することができる。よって、磁束が有効に検出され、磁気センサの検出磁束密度を増加させることができる。

40

なお、連結部は、第2方向に複数設けられてもよい。この場合、各連結部の第2方向の幅の合計を「連結部の第2方向の幅」と見なし、この幅が搭載部の第2方向の幅よりも短く設定されることが本発明の要件となる。

【0012】

請求項2に記載の発明によると、一組の集磁体は、相対する搭載部が互いに近接するように、連結部が折り曲げられる。ここで、「互いに近接する」方向は、軸方向に限らず、径方向或いはその他の方向であってもよい。これにより、相対する搭載部間の磁気抵抗を低減し、磁気センサの検出感度を向上することができる。

【0013】

請求項3に記載のトルクセンサは、磁気センサを複数備え、複数の磁気センサの磁気検

50

出部が搭載部上で第2方向に並ぶように配置されている。

トルクセンサが磁気センサを複数備えることで、例えば、1つをトルク検出用、もう1つを故障判定用、残りを予備用とし、磁気センサの故障を判定したり、トルク検出用センサの故障時に予備用の磁気センサを用いて検出機能を維持したりすることができる。

また、複数の磁気センサの磁気検出部が搭載部上で第2方向に並ぶように配置すれば、本体部から各磁気センサの磁気検出部までの距離を可及的に均等にすることができる。したがって、複数の磁気センサの検出ばらつきを抑制することができる。

【0014】

請求項4に記載の発明によると、搭載部は、隅部が角丸めされた多角形状、又は曲線で囲まれた形状で形成される。

10

磁束は特にエッジ部で漏れやすく、エッジの無い曲線形状部では比較的漏れにくいという性質がある。そこで、搭載部を請求項4に記載の形状とすることで、漏れ磁束をさらに低減することができる。

【0015】

請求項5に記載の発明によると、第1方向は本体部の法線方向に相当し、第2方向は本体部の接線方向に相当する。

すなわち、集磁部は、トルクセンサの回転軸から放射方向に突出して形成される。これにより、集磁体は線対称形状に形成され、磁束がバランス良く伝播される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

20

【図1】本発明の第1実施形態によるトルクセンサの分解斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態によるトルクセンサが適用される電動パワーステアリング装置の概略構成図である。

【図3】本発明の第1実施形態によるトルクセンサの(a)：動作原理を説明する要部模式図、(b)：(a)のb-b断面図である。

【図4】本発明の第1実施形態によるトルクセンサの(a)：動作原理を説明する要部模式図、(b)：(a)のb-b断面図である。

【図5】本発明の第1実施形態による集磁リングの(a)平面図、(b)側面図である。

【図6】本発明の第1実施形態および比較例の集磁リングにおける集磁部からの漏れ磁束を説明する説明図である。

30

【図7】本発明の(a)第1実施形態の変形例、(b)第2実施形態による集磁リングの平面図である。

【図8】本発明の(a)第3実施形態、(b)第4実施形態、(c)第5実施形態による集磁リングの平面図である。

【図9】本発明の(a)第6実施形態、(b)第7実施形態、(c)第8実施形態による集磁リングの平面図である。

【図10】本発明の(a)第9実施形態、(b)第10実施形態による集磁リングの平面図である。

【図11】本発明の(a)第11実施形態、(b)第12実施形態による集磁リングの側面図である。

40

【図12】本発明の実施形態による搭載部の形状の変形例の図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の複数の実施形態によるトルクセンサを図面に基づいて説明する。

(第1実施形態)

図2に示すように、本発明の第1実施形態によるトルクセンサ3は、例えば車両のステアリング操作をアシストするための電動パワーステアリング装置に適用される。

【0018】

図2は、電動パワーステアリング装置5を備えたステアリングシステムの全体構成を示す。ハンドル93に接続されたステアリングシャフト94には操舵トルクを検出するため

50

のトルクセンサ 3 が設置されている。ステアリングシャフト 9 4 の先端にはピニオンギア 9 6 が設けられており、ピニオンギア 9 6 はラック軸 9 7 に噛み合っている。ラック軸 9 7 の両端には、タイロッド等を介して一对の車輪 9 8 が回転可能に連結されている。ステアリングシャフト 9 4 の回転運動は、ピニオンギア 9 6 によってラック軸 9 7 の直線運動に変換され、一对の車輪 9 8 が操舵される。

【 0 0 1 9 】

トルクセンサ 3 は、ステアリングシャフト 9 4 を構成する入力軸 1 1 と出力軸 1 2 との間に設けられ、ステアリングシャフト 9 4 に加わる操舵トルクを検出して E C U 6 に出力する。E C U 6 は、検出された操舵トルクに応じて電動モータ 7 の出力を制御する。電動モータ 7 が発生した操舵アシストトルクは、減速ギア 9 5 を介して減速され、ステアリングシャフト 9 4 に伝達される。

10

【 0 0 2 0 】

次に、トルクセンサ 3 の構成について、図 1、図 3 ~ 図 5 を参照して説明する。

図 1 に示すように、トルクセンサ 3 は、トーションバー 1 3、多極磁石 1 4、一組の磁気ヨーク 3 1、3 2、「一組の集磁体」としての一組の集磁リング 7 0 1、及び磁気センサ 4 1 等から構成される。

トーションバー 1 3 は、一端側が「第 1 の軸」としての入力軸 1 1 に、他端側が「第 2 の軸」としての出力軸 1 2 に、それぞれ固定ピン 1 5 で固定され、入力軸 1 1 と出力軸 1 2 とを回転軸 O の同軸上に連結する。トーションバー 1 3 は、棒状の弾性部材であり、ステアリングシャフト 9 4 に加わる操舵トルクを捩じれ変位に変換する。

20

【 0 0 2 1 】

円筒状の多極磁石 1 4 は、入力軸 1 1 に固定され、N 極と S 極とが周方向に交互に着磁される。例えば本実施形態では N 極と S 極との数は 1 2 対、計 2 4 極である（図 3、図 4 参照）。なお他の実施形態では、多極磁石の磁極数は 2 4 極に限らず偶数であればよい。

【 0 0 2 2 】

一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 は、軟磁性体からなる環状体であり、多極磁石 1 4 の径外側で出力軸 1 2 に固定される。磁気ヨーク 3 1、3 2 は、それぞれ、多極磁石 1 4 の N 極および S 極と同数（本実施形態では 1 2 個）の爪 3 1 a、3 2 a がリングの内縁に沿って全周に等間隔に設けられる。一方の磁気ヨーク 3 1 の爪 3 1 a と他方の磁気ヨーク 3 2 の爪 3 2 a とは、周方向にずれて交互に配置される。こうして、一方の磁気ヨーク 3 1 と他方の磁気ヨーク 3 2 とは、軸方向にエアギャップを介して対向している。一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 は、多極磁石 1 4 が発生する磁界内に磁気回路を形成する。

30

実施形態では、図 3、図 4 に示すように、一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 は、モールド樹脂 3 3 によって一体にモールドされて、ヨークユニット 3 0 を構成している。

【 0 0 2 3 】

ここで、多極磁石 1 4 と一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 とは、トーションバー 1 3 に捩じれ変位が生じていない時、すなわち、入力軸 1 1 と出力軸 1 2 との間に操舵トルクが加わっていない時、磁気ヨーク 3 1、3 2 の爪 3 1 a、3 2 a の中心と多極磁石 1 4 の N 極と S 極との境界とが一致するように配置されている。

【 0 0 2 4 】

一組の集磁リング 7 0 1 は、軟磁性体で形成され、本体部 7 2 1 および集磁部 7 3 1 から構成される。一組の集磁リング 7 0 1 において、本体部 7 2 1 および集磁部 7 3 1 は、互いに対向するように設けられる。本実施形態では、本体部 7 2 1 は、回転軸 O を中心として、磁気ヨーク 3 1、3 2 の径外方向に環状に設けられる。

40

【 0 0 2 5 】

集磁部 7 3 1 は、本体部 7 2 1 の径外方向に突出して形成され、連結部 7 4 および搭載部 7 5 1 を有する。集磁リング 7 0 1 は、集磁部 7 3 1 に磁束を集める。

一組の集磁リング 7 0 1 の搭載部 7 5 1 の間には磁気センサ 4 1 が搭載される。連結部 7 4 は、本体部 7 2 1 と搭載部 7 5 1 とを連結する。本実施形態では、連結部 7 4 は、相対する搭載部 7 5 1 の間に磁気センサ 4 1 を挟持し得る程度に軸方向に互いに近接するよ

50

うに、折り曲げ部 7 4 a で折り曲げられている。(図 5 参照)

【 0 0 2 6 】

ここで、連結部 7 4 が本体部 7 2 1 から延設される(延設線 X の)方向を「第 1 方向」という。また、回転軸 O と直交する仮想平面 V (図 1 参照)上で第 1 方向と直交する方向を「第 2 方向」という。本実施形態では、第 1 方向は、回転軸 O からの放射方向、すなわち本体部 7 2 1 の法線方向に相当し、第 2 方向は、本体部 7 2 1 の接線方向に相当する。すると、連結部 7 4 の第 2 方向の幅 W_c は、搭載部 7 5 1 の第 2 方向の幅 W_e より短く形成される。すなわち、連結部 7 4 は、「くびれ形状」に形成される(図 5 参照)。

【 0 0 2 7 】

ところで、磁気センサ 4 1 の検出感度を向上する観点から、磁気センサ 4 1 は可及的に本体部 7 2 1 に近接して設けられることが望ましい。しかし、磁気センサ 4 1 と他の部品との干渉を避けるため、或いは配線上の理由等から、搭載部 7 5 1 と本体部 7 2 1 との間に、連結部 7 4 によって必要最小限の距離を隔てる必要がある。

10

【 0 0 2 8 】

磁気センサ 4 1 は、両集磁部 7 3 1 の搭載部 7 5 1 の間に搭載され、両集磁部 7 3 1 の間に発生する磁束密度を磁気検出部 4 1 a が検出し、電圧信号に変換してリード線 4 2 に出力する。磁気センサ 4 1 として具体的には、ホール素子、磁気抵抗素子等を使用することができる。

本実施形態では、2つの磁気センサ 4 1 は、磁気検出部 4 1 a が搭載部 7 5 1 上で第 2 方向に並ぶように配置されている。また、本実施形態では、図 3、図 4 に示すように、一組の集磁リング 7 0 1 と磁気センサ 4 1 とは、モールド樹脂 4 3 によって一体にモールドされて、センサユニット 4 0 を構成しているが、一体モールドしていなくてもよい。

20

【 0 0 2 9 】

この2つの磁気センサは、例えば一方をトルク検出用とし、他方を故障判定用とすることができる(特許文献 1 参照)。また、2つの磁気センサの検出方向を逆にし、それらの出力の差を求めることにより、振れ回り、磁気センサの温度特性及び軸方向の検出感度の各影響を相殺することができ、検出精度を高めることができる(特許文献 4 参照)。

【 0 0 3 0 】

次に、トルクセンサ 3 の作動について、図 3、図 4 を参照して説明する。図 3 は、磁気ヨーク 3 2 の爪 3 2 a が多極磁石 1 4 の N 極と対向している状態を示し、図 4 は、磁気ヨーク 3 2 の爪 3 2 a が多極磁石 1 4 の S 極と対向している状態を示している。

30

なお、図 3 (a)、図 4 (a) は、ヨークユニット 3 0 および多極磁石 1 4 については平面図を示し、センサユニット 4 0 については、集磁リング 7 0 1 に沿った断面図を示している。また、ヨークユニット 3 0 中、爪 3 2 a のみを破線で示し、爪 3 1 a の図示を省略している。

【 0 0 3 1 】

まず、入力軸 1 1 と出力軸 1 2 との間に操舵トルクが加わっておらず、トーションバー 1 3 に捩じれ変位が生じていない中立状態では、図 3 と図 4 との中間の状態となる。すなわち、磁気ヨーク 3 2 の爪 3 2 a の中心と多極磁石 1 4 の N 極と S 極との境界とが一致する。このとき、また、磁気ヨーク 3 1 の爪 3 1 a の中心と多極磁石 1 4 の N 極と S 極との境界とが一致する。

40

この状態では、磁気ヨーク 3 1、3 2 の爪 3 1 a、3 2 a には、多極磁石 1 4 の N 極と S 極から同数の磁力線が出入りするため、一方の磁気ヨーク 3 1 と他方の磁気ヨーク 3 2 の内部でそれぞれ磁力線が閉ループを形成している。したがって、磁気ヨーク 3 1 と磁気ヨーク 3 2 との間のギャップに磁束が漏れることはなく、磁気センサ 4 1 が検出する磁束密度はゼロとなる。

【 0 0 3 2 】

入力軸 1 1 と出力軸 1 2 との間に操舵トルクが印加されてトーションバー 1 3 に捩じれ変位が生じると、入力軸 1 1 に固定された多極磁石 1 4 と出力軸 1 2 に固定された一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 との相対位置が周方向に変化する。これにより、図 3 または図 4 に

50

示すように、爪 3 1 a、3 2 a の中心と多極磁石 1 4 の N 極と S 極との境界とが周方向にずれるため、磁気ヨーク 3 1 と磁気ヨーク 3 2 には、それぞれ逆の極性を有する磁力線が増加する。

【 0 0 3 3 】

図 3 に示す位置では、磁気ヨーク 3 2 に N の極性を有する磁力線が増加し、対向する磁気ヨーク 3 1 に S の極性を有する磁力線が増加する結果、磁気センサ 4 1 を図 3 (b) の下方から上方に向かって通過する磁束密度 1 が発生する。

図 4 に示す位置では、磁気ヨーク 3 2 に S の極性を有する磁力線が増加し、対向する磁気ヨーク 3 1 に N の極性を有する磁力線が増加する結果、磁気センサ 4 1 を図 4 (b) の上方から下方に向かって通過する磁束密度 2 が発生する。

10

【 0 0 3 4 】

このように、磁気センサ 4 1 を通過する磁束密度は、トーシヨンバー 1 3 の捩じれ変位量に略比例し、かつトーシヨンバー 1 3 の捩じれ方向に応じて極性が反転する。この磁束密度を磁気センサ 4 1 が検出し、電圧信号として出力することで、トルクセンサ 3 は、入力軸 1 1 と出力軸 1 2 との間の操舵トルクを検出することができる。

【 0 0 3 5 】

続いて、本実施形態のトルクセンサ 3 の効果について比較例と対比しつつ説明する。

(1) 本実施形態および比較例の集磁リングにおける集磁部からの漏れ磁束について、図 6 を参照して説明する。ここで、図 6 (a) は本実施形態、図 6 (b) は特許文献 1 に記載の従来技術に相当する比較例、図 6 (c) は特許文献 4 に記載の従来技術に相当する比較例である。

20

【 0 0 3 6 】

図 6 (b) に示す比較例の集磁リング 7 8 1 は、本体部 7 2 1 から 2 つの集磁部 7 9 1 が延設されている。各集磁部 7 9 1 には磁気センサ 4 1 が搭載されており、各集磁部 7 9 1 の幅は一定である。また、2 つの集磁部 7 9 1 間には空間 S p が形成される。

この構成では、集磁リング 7 8 1 が集めた磁束の一部は空間 S p に放射され、「漏れ磁束」となる。また、本体部 7 2 1 と磁気センサ 4 1 との間の連結部からも磁束が漏れる。磁束が漏れる領域を、「漏れ領域 L Z」として破線で図示する。漏れ領域 L Z から漏れる磁束は、磁気センサ 4 1 に伝播されない。したがって、磁気センサ 4 1 が有効に検出可能な磁束が減少する。

30

【 0 0 3 7 】

図 6 (c) に示す比較例の集磁リング 7 8 2 は、本体部 7 2 1 から 1 つの幅広の集磁部 7 9 2 が延設されている。集磁部 7 9 2 には 2 つの磁気センサ 4 1 が隣接して搭載されており、集磁部 7 9 2 の幅は一定である。

この構成では、図 6 (b) のような集磁部間の空間への磁束の漏れは低減される。しかし、磁束が通過する経路の幅に対し、本体部 7 2 1 と磁気センサ 4 1 との間の連結部の幅が過剰に広く、漏れ領域 L Z が周方向に広がる。したがって、この連結部からの漏れ磁束が増大する。

【 0 0 3 8 】

上記の比較例に対し、図 6 (a) に示す本実施形態の集磁リング 7 0 1 は、集磁部 7 3 1 の連結部 7 4 の第 2 方向の幅 W c が搭載部 7 5 1 の第 2 方向の幅 W e よりも短く形成される。そのため、磁束は、本体部 7 2 1 から比較的幅の狭い連結部 7 4 を通って、磁気センサ 4 1 に伝播される。

40

これにより、漏れ領域 L Z の面積が可及的に小さくなるため、集磁部 7 3 1 からの漏れ磁束を可及的に低減することができる。よって、一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 から集磁リング 7 0 1 に集められた磁束が有効に検出され、磁気センサ 4 1 の磁束検出密度を増加させることができる。

【 0 0 3 9 】

(2) 本実施形態の集磁リング 7 0 1 は、相対する搭載部 7 5 1 が軸方向に互いに近接するように、連結部 7 4 が本体部 7 2 1 から折り曲げられる。これにより、相対する搭載

50

部 7 5 1 間の磁気抵抗を低減し、磁気センサ 4 1 の検出感度を向上することができる。

【 0 0 4 0 】

(3) 本実施形態では、2 つの磁気センサ 4 1 は、磁気検出部 4 1 a が搭載部 7 5 1 上で第 2 方向に並ぶように配置されている。これにより、本体部 7 2 1 から各磁気センサ 4 1 の磁気検出部 4 1 a までの距離を可及的に均等にすることができる。したがって、2 つの磁気センサ 4 1 の検出ばらつきを抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

(4) 本実施形態では、集磁リング 7 0 1 の集磁部 7 3 1 は、本体部 7 2 1 の法線方向を第 1 方向として本体部 7 2 1 から延設されている。これにより、集磁リング 7 0 1 は対称形状に形成され、磁束がバランス良く伝播される。

10

【 0 0 4 2 】

次に、本発明の第 1 実施形態の変形例、第 2 ~ 第 1 2 実施形態について、図 7 ~ 図 1 2 を参照して説明する。これらの実施形態は、第 1 実施形態に対し、集磁リングにおける集磁部の形状、又は磁気センサの数や配置が異なる。その他、第 1 実施形態と実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 4 3 】

(第 1 実施形態の変形例)

図 7 (a) に示すように、第 1 実施形態の変形例の集磁リング 7 0 0 は、集磁部 7 3 0 の搭載部 7 5 0 が 2 つの磁気センサ 4 1 の全体を搭載しておらず、磁気センサ 4 1 の周縁部の一部が搭載部 7 5 2 の外縁からはみ出している。ただし、磁気センサ 4 1 の磁気検出部 4 1 a は、搭載部 7 5 0 内に配置されている。このように、磁気検出部 4 1 a が少なくとも搭載部 7 5 0 内に配置されていればよい。以下の実施形態についても同様である。

20

【 0 0 4 4 】

(第 2 実施形態)

図 7 (b) に示すように、第 2 実施形態の集磁リング 7 0 2 は、本体部 7 2 2 が半円形状に形成されている。集磁部 7 3 1 の構成は、第 1 実施形態と実質的に同一である。

これにより、集磁リング 7 0 2 に磁気センサを組み付けたセンサユニットをトルクセンサの径方向から組み付けることができるため、組み付け性が向上する。

また、集磁リング 7 0 2 を、ヨークユニット 3 0 の磁気ヨーク 3 1、3 2 のリング部の軸方向の間であって (図 3、図 4 参照)、ヨークユニット 3 0 の外径の内側に重なるように配置することができる。これにより、一組の集磁リング 7 0 2 は、半円形状の本体部 7 2 2 が磁気ヨーク 3 1、3 2 のリング部と軸方向で対向し、磁束が軸方向の比較的広い面積で伝播される。

30

【 0 0 4 5 】

(第 3 実施形態)

図 8 (a) に示すように、第 3 実施形態の集磁リング 7 0 3 は、集磁部 7 3 3 の連結部 7 4 が搭載部 7 5 3 の第 2 方向の一方に偏って設けられている。このように、連結部 7 4 と搭載部 7 5 3 とは必ずしも一軸上に対称に設けられなくてもよい。この例でも、連結部 7 4 の第 2 方向の幅 W_c は、搭載部 7 5 3 の第 2 方向の幅 W_e より短い。

【 0 0 4 6 】

(第 4 実施形態)

図 8 (b) に示すように、第 4 実施形態の集磁リング 7 0 4 は、集磁部 7 3 4 の連結部 7 4 が搭載部 7 5 4 の第 2 方向の両端に 2 箇所設けられている。第 3 実施形態では、1 つの連結部 7 4 の第 2 方向の幅 W_c' の 2 倍の値を「連結部の第 2 方向の幅 W_c 」と見なせば、この幅 W_c は、搭載部 7 5 4 の第 2 方向の幅 W_e よりも当然に短くなる。したがって、第 1 実施形態と同様、連結部 7 4 からの漏れ磁束を低減することができる。

40

【 0 0 4 7 】

(第 5 実施形態)

図 8 (c) に示すように、第 5 実施形態の集磁リング 7 0 5 は、集磁部 7 3 5 の搭載部 7 5 5 に 2 つの磁気センサ 4 1 が第 1 方向に沿って配置されている。詳しくは、2 つの磁

50

気センサ 4 1 の磁気検出部 4 1 a が第 1 方向に沿って配置されている。この例でも、連結部 7 4 の第 2 方向の幅 W_c は、搭載部 7 5 5 の第 2 方向の幅 W_e より短い。

このように、複数の磁気センサ 4 1 の磁気検出部 4 1 a は、必ずしも第 2 方向に沿って配置されなくてもよい。すなわち、例えば、複数の磁気検出部 4 1 a が第 1 方向に対して傾斜した方向に配置されてもよい。

【 0 0 4 8 】

(第 6 実施形態)

図 9 (a) に示すように、第 6 実施形態の集磁リング 7 0 6 は、集磁部 7 3 6 の搭載部 7 5 6 に 3 つの磁気センサ 4 1 が第 2 方向に一列に配置されている。

この 3 つの磁気センサは、例えば 1 つをトルク検出用、もう 1 つを故障判定用、残りの 1 つを予備用とすることができる (特許文献 2 参照)。トルク検出用センサと故障判定用センサとの出力が同じであれば、トルク検出用センサの出力は正常と判断する。トルク検出用センサと故障判定用センサとの出力が異なり、予備用センサと故障判定用センサとの出力が同じであれば、トルク検出用センサが故障したと判断し、予備用センサの出力を制御に用いる。

10

【 0 0 4 9 】

第 6 実施形態では、3 つの磁気センサ 4 1 が連結部 7 4 を基準として対称に配置されているため、本体部 7 2 1 から 3 つの磁気センサ 4 1 までの距離を可及的に均等とし、検出ばらつきを抑制することができる。

【 0 0 5 0 】

(第 7 実施形態)

図 9 (b) に示すように、第 7 実施形態の集磁リング 7 0 7 は、集磁部 7 3 7 の搭載部 7 5 7 に 3 つの磁気センサ 4 1 が、連結部 7 4 側に 2 つ、連結部 7 4 の反対側に 1 つというように配置されている。搭載部 7 5 7 は、3 つの磁気センサ 4 1 の全体を含む四角形状に形成されている。磁気センサ 4 1 が搭載されない部分は、漏れ領域 L_Z となり得る。

20

【 0 0 5 1 】

(第 8 実施形態)

図 9 (c) に示すように、第 8 実施形態の集磁リング 7 0 8 は、第 7 実施形態と同様、集磁部 7 3 8 の搭載部 7 5 8 に 3 つの磁気センサ 4 1 が、連結部 7 4 側に 2 つ、連結部 7 4 の反対側に 1 つというように配置されている。搭載部 7 5 8 は、3 つの磁気センサ 4 1 の外形に沿った階段状に形成されている。これにより、第 7 実施形態に対し、漏れ領域 L_Z を最小限とすることができる。

30

【 0 0 5 2 】

(第 9 実施形態)

図 10 (a) に示すように、第 9 実施形態の集磁リング 7 0 9 は、1 つの磁気センサ 4 1 を搭載する搭載部 7 5 9 を有する集磁部 7 3 9 が本体部 7 2 1 から 2 つ突出している。2 つの集磁部 7 3 9 の延設線 X_1 、 X_2 の方向 (第 1 方向) は、いずれも回転軸 O からの放射方向 (本体部 7 2 1 の法線方向) である。そして、連結部 7 4 の第 2 方向の幅 W_c は、搭載部 7 5 9 の第 2 方向の幅 W_e より短い。

このように、1 つの搭載部 7 5 9 に搭載される磁気センサ 4 1 の数が 1 つであっても、本発明による磁束漏れ低減効果を発揮することができる。

40

【 0 0 5 3 】

(第 10 実施形態)

図 10 (b) に示すように、第 10 実施形態の集磁リング 7 1 0 は、第 1 実施形態と実質的に同一の集磁部 7 3 1 の延設線 X の方向 (第 1 方向) が、回転軸 O からの放射方向 (本体部 7 2 1 の法線方向) とは異なる。この例でも、連結部 7 4 の第 2 方向の幅 W_c は、搭載部 7 5 1 の第 2 方向の幅 W_e より短い。

【 0 0 5 4 】

(第 11、第 12 実施形態)

上記第 1 ~ 第 10 実施形態の一組の集磁リング 7 0 1 等は、いずれも集磁部 7 3 1 等が

50

本体部 7 2 1 から仮想平面 V と平行に延び、集磁部同士が軸方向に対向するように形成されている（図 5（b）参照）。これに対し、集磁部を仮想平面 V に対して非平行に、言い換えれば、仮想平面 V に対して傾斜方向または直交方向に配置し、集磁部同士が軸方向以外の方向に対向するようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

例えば図 1 1（a）に示す第 1 1 実施形態の一組の集磁リング 7 1 1、7 1 2 は、それぞれ本体部 7 2 1 から集磁部 7 6 1、7 6 2 が軸方向の互いに近づく方向に延びている。また、磁気センサ 4 1 は、搭載面が図の縦向きになるように配置される。

なお、搭載部 7 5 1 の構成は第 1 実施形態と同様であり、2 つの磁気センサ 4 1 が第 2 方向に配列されている。また、連結部の第 2 方向の幅は、搭載部 7 5 1 の第 2 方向の幅より短い点も第 1 実施形態と同様である。

図の上側の集磁リング 7 1 1 の集磁部 7 6 1 は、搭載部 7 5 1 が磁気センサ 4 1 の径外方向に配置されるように連結部 7 4 1 がクランク状に折り曲げられる。図の下側の集磁リング 7 1 2 の集磁部 7 6 2 は、搭載部 7 5 1 が磁気センサ 4 1 の径内方向に配置されるように連結部 7 4 2 が真っ直ぐ延びる。こうして、集磁リング 7 1 1 の集磁部 7 6 1 と集磁リング 7 1 2 の集磁部 7 6 2 とは径方向に対向する。

【 0 0 5 6 】

一方、図 1 1（b）に示す第 1 2 実施形態の一組の集磁リング 7 1 3、7 1 4 は、それぞれ本体部 7 2 1 から集磁部 7 6 3、7 6 4 が一旦軸方向の互いに遠ざかる方向に突出し、そこから U ターンして軸方向の互いに近づく方向に延びている。また、磁気センサ 4 1 は、搭載面が図の縦向きになるように配置される。その他の点は、第 1 1 実施形態と同様である。

図の上側の集磁リング 7 1 3 の集磁部 7 6 3 は、搭載部 7 5 1 が磁気センサ 4 1 の径外方向に配置されるように、連結部 7 4 3 が本体部 7 2 1 から比較的離れた所で U ターンする。図の下側の集磁リング 7 1 4 の集磁部 7 6 4 は、搭載部 7 5 1 が磁気センサ 4 1 の径内方向に配置されるように、連結部 7 4 4 が本体部 7 2 1 から比較的近い所で U ターンする。こうして、集磁リング 7 1 3 の集磁部 7 6 3 と集磁リング 7 1 4 の集磁部 7 6 4 とは径方向に対向する。

【 0 0 5 7 】

これらの第 1 1、第 1 2 実施形態は、連結部 7 4 2 を除き、連結部 7 4 1、7 4 3、7 4 4 の長さが長くなる分、漏れ磁束が発生しやすくなる。しかしながら、連結部 7 4 1 ~ 7 4 4 の第 2 方向の幅は、搭載部 7 5 1 の第 2 方向の幅より短いため、この漏れ磁束は、最小限に抑制される。

【 0 0 5 8 】

また、第 1 1、第 1 2 実施形態は、第 1 ~ 第 1 0 実施形態に比べ、集磁部の回転軸 O からの最大半径を小さくすることができる。特に第 1 1 実施形態は、最大半径 D 1 を最小とすることができる。一方、第 1 2 実施形態では、最大半径 D 2 は第 1 1 実施形態の最大半径 D 1 より大きくなるものの、両本体部 7 2 1 間の軸方向距離 H 2 を第 1 1 実施形態の軸方向距離 H 1 よりも小さくすることができる。したがって、適用されるトルクセンサのスペースに応じて、より適当な実施形態を選択することが望ましい。

【 0 0 5 9 】

（その他の実施形態）

図 1 2 に搭載部の形状の変形例を示す。これらの変形例の搭載部は、隅部が角丸めされた多角形状、又は曲線で囲まれた形状で形成される。具体的には、図 1 2（a）には隅部 7 6 r が角丸めされた四角形状の搭載部 7 6 5、図 1 2（b）には隅部 7 6 r が角丸めされた三角形形状 7 6 6、図 1 2（c）には円形状の搭載部 7 6 7 がそれぞれ示される。

磁束は特にエッジ部で漏れやすく、エッジの無い曲線形状部では比較的漏れにくいという性質がある。そこで、上記変形例のような形状とすることで、漏れ磁束をさらに低減することができる。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

上記実施形態では、多極磁石 1 4 が入力軸 1 1 に、一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 が出力軸 1 2 に固定されるが、逆に、多極磁石 1 4 が出力軸 1 2 に、一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 が入力軸 1 1 に固定されてもよい。また、多極磁石 1 4 がトーシヨンバー 1 3 の一端側に、一組の磁気ヨーク 3 1、3 2 がトーシヨンバー 1 3 の他端側に固定されてもよい。

【 0 0 6 1 】

以上、本発明はこのような実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の形態で実施することができる。例えば、電動パワーステアリング装置に限らず、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。

【符号の説明】

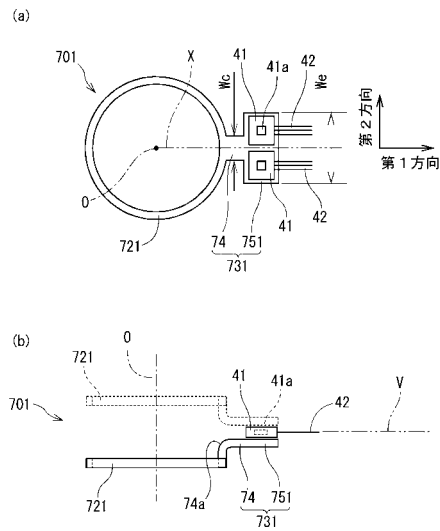
【 0 0 6 2 】

- 3 . . . トルクセンサ、
- 1 1 . . . 入力軸（第 1 の軸）、
- 1 2 . . . 出力軸（第 2 の軸）、
- 1 3 . . . トーシヨンバー、
- 1 4 . . . 多極磁石、
- 3 1、3 2 . . . 一組の磁気ヨーク、
- 4 1 . . . 磁気センサ、
- 4 1 a . . . 磁気検出部、
- 7 0 1 ~ 7 1 4 . . . 集磁リング（集磁体）、
- 7 2 1、7 2 2 . . . 本体部、
- 7 3 1 ~ 7 3 9 . . . 集磁部、
- 7 4 . . . 連結部、
- 7 5 1 ~ 7 6 7 . . . 搭載部、
- O . . . 回転軸、
- V . . . 仮想平面、
- W c . . . 連結部の第 2 方向の幅、
- W e . . . 搭載部の第 2 方向の幅。

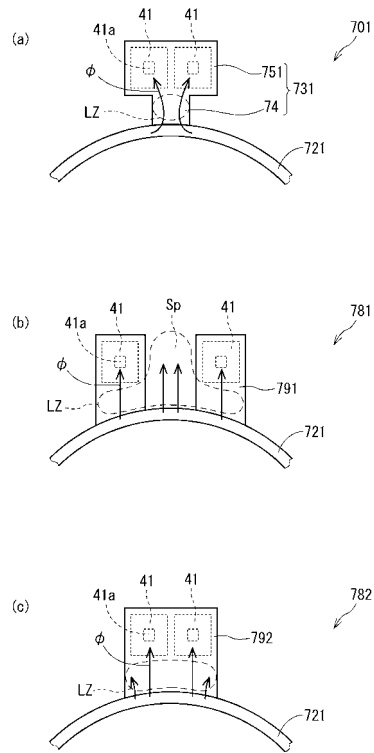
10

20

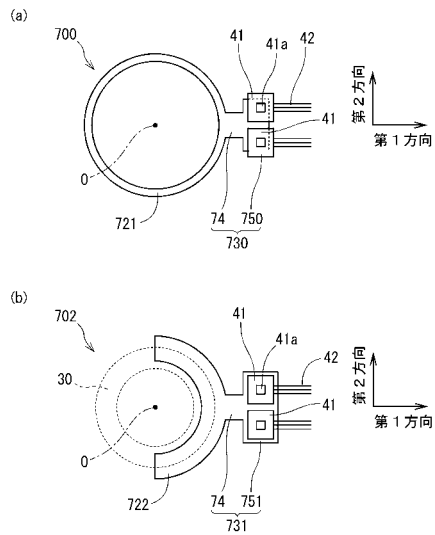
【 図 5 】



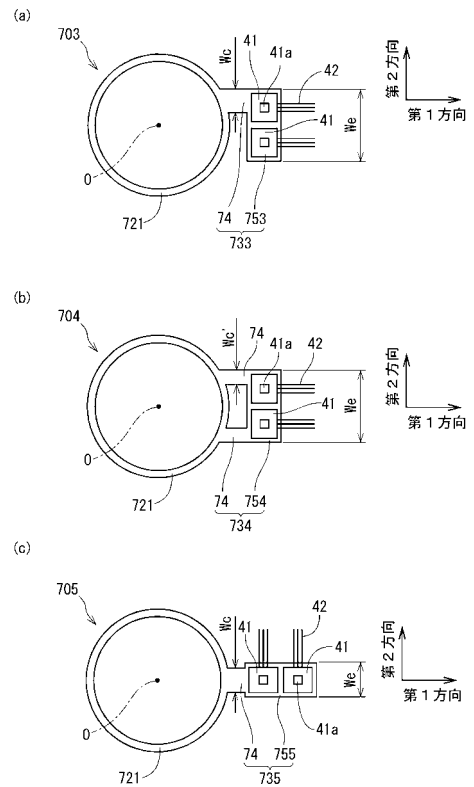
【 図 6 】



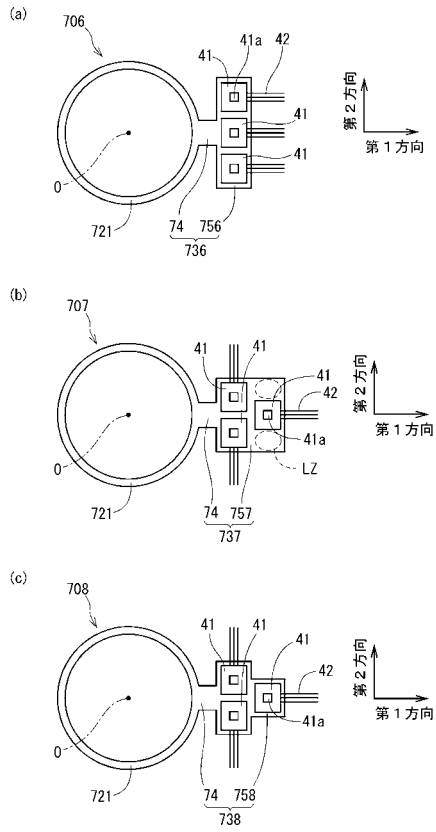
【 図 7 】



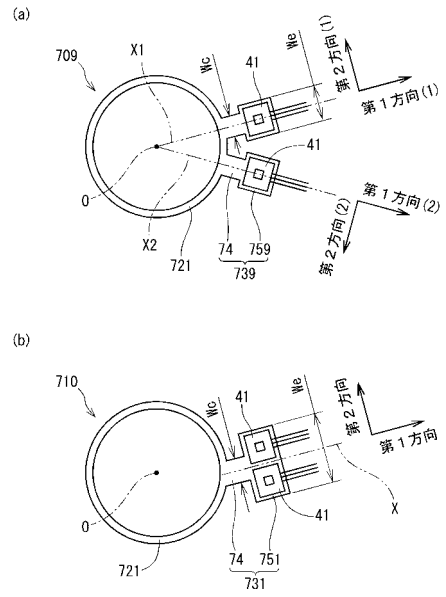
【 図 8 】



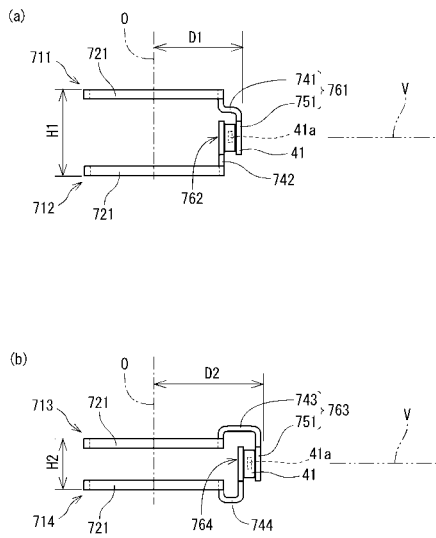
【 図 9 】



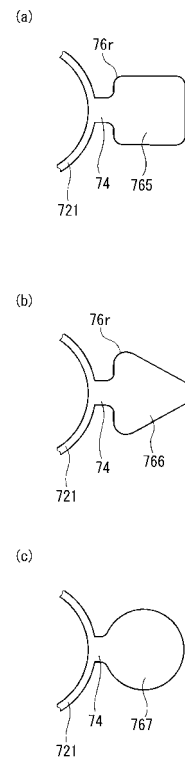
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(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

(72)発明者 下村 修

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 特開2011-232318(JP,A)

特開2007-263871(JP,A)

特開2004-125627(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L1/00~1/26; 25/00

G01L3/00~3/26

G01L5/00~5/28

G01B7/00~7/34

G01D5/00~5/252、5/39~5/62