

(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
2012 年 11 月 15 日(15.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/153554 A1

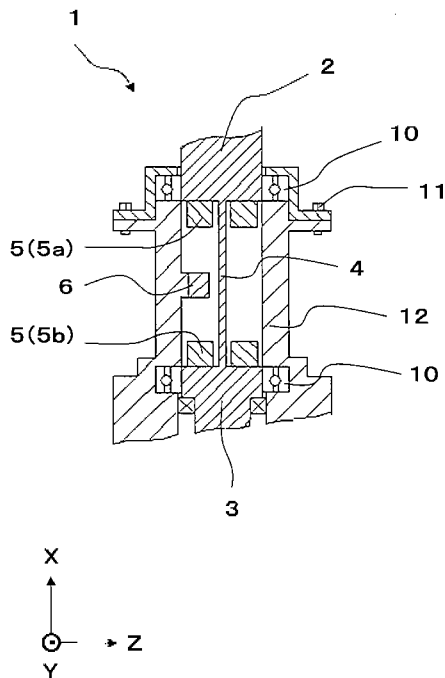
- (51) 国際特許分類:
G01L 3/10 (2006.01) *B62D 5/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053470
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 15 日(15.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-103700 2011 年 5 月 6 日(06.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中村 徳男 (NAKAMURA, Tokuo) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫, 外 (NOZAKI, Teruo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 1-2-1-1 オーク池袋ビルディング 3F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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),

[続葉有]

(54) Title: TORQUE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: トルク検出装置

[図1]



(57) Abstract: [Problem] The purpose of the present invention is to provide a torque detection device for detecting torque with high precision, and that is superior in terms of small size and low cost. [Solution] An input shaft (2) on which a force acts, a torsion bar (4) that elastically deforms, and an output shaft (3) coupled to the input shaft (2) via the torsion bar (4) are coaxially arranged; a first magnetic generator (5a) and a second magnetic generator (5b) are disposed at each end part facing the input shaft (2) and the output shaft (3), respectively; a magnetic detector (6) is disposed in the magnetic field produced between the first magnetic generator (5a) and the second magnetic generator (5b); and changes in the magnetic field are detected by the magnetic detector (6) to thereby detect torque produced by the torsion bar (4).

(57) 要約: 【課題】本発明は、小型かつ低価格に優れると共に高精度にトルクを検出するトルク検出装置を提供することを目的とする。【解決手段】力が作用する入力軸 2 と、弾性変形するトーションバー 4 と、トーションバー 4 を介して入力軸 2 に連結される出力軸 3 とを同軸に配置し、入力軸 2 と出力軸 3 との対向する端部のそれぞれに第一の磁気発生部 5 a と第二の磁気発生部 5 b を設置し、第一の磁気発生部 5 a と第二の磁気発生部 5 b の間に生じる磁界内に磁気検知部 6 を設置し、磁界の変化を磁気検知部 6 が検知することで、トーションバー 4 に生じるトルクを検出する。

WO 2012/153554 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：トルク検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、トーションバーを介して連結される入力軸と出力軸とを有する回転体に生じるトルクを検出するトルク検出装置に関する。

背景技術

[0002] 自動車の操舵を補助する機構として電動パワーステアリング装置が普及している。この電動パワーステアリング装置は、トルク検出装置がステアリングシャフトに生じるトルクを検出し、この検出されたトルクに応じて電動モータにより補助力を加え操舵を補助している。

[0003] 特許文献１に開示されるトルク検出装置１０１は、本願の図１０に示すように、トーションバーとしての外軸１０２と同心的に配置される内軸１０３とを備え、外軸１０２と内軸１０３との一方の端部にトルクが作用し、外軸１０２と内軸１０３との他方の端部でトルクを検出する。

[0004] 内軸１０３がトルクの作用する第一接続部分１０９で外軸１０２に堅固に固定され、外軸１０２及び内軸１０３の前記他方の端部にそれぞれ第二の信号発生部材（磁気発生部）１０６と第一の信号発生部材（磁気発生部）１０５が設置され、それぞれの一つの定置に第二の信号検出部材（磁気検知部）１０８と第一の信号検出部材（磁気検知部）１０７とが設置されている。

[0005] 特許文献２に開示されるトルク検出装置２０１は、本願の図１１に示すように、トルクが付与される入力軸２０２とトーションバー２０４を介して同軸に配置される出力軸２０３を備える。

[0006] 第一の被検知板（磁気発生部）２０５が入力軸２０２の外周面に偏心的に設置され、第一の被検知板２０５に対向して第一の磁気センサ（磁気検知部）２０７が設置される。第二の被検知板（磁気発生部）２０６が、出力軸２０３の外周面に偏心的に設置され、第二の被検知板２０６に対向して第二の磁気センサ（磁気検知部）２０８が設置される。そして、第一の磁気センサ

２０７と第二の磁気センサ２０８との出力の差に基づいて入力軸２０２に付与される回転トルクを検出する。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献１：特表２００３－５１５７３５号公報

特許文献２：特開２０００－３５６５５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献１に開示されるトルク検出装置１０１は、トーションバーとしての外軸１０２と外軸１０２に同心的に配置される内軸１０３とを備える二重構造であり、その構造が複雑であるためにコストが高いと共に、二重構造のために内軸１０３に直交する方向の径が大きくなり小型化が困難であった。

[0009] また、外軸１０２の他方の端部の領域において、第二の信号検出部材（磁気検知部）１０８が軸中心に配置され、内軸１０３に略直交する方向において第二の信号検出部材１０８の外側に第二の信号発生部材（磁気発生部）１０６が同心的に配置されているため、内軸１０３に直交する方向の径が大きくなり小型化が困難であった。

[0010] また、外軸１０２の外周に第二接続部分１１０が形成され、カイドロッド１１１が第二接続部分１１０に連結されて、外軸１０２の外周に設置されている。そして、回転運動が第二接続部分１１０からカイドロッド１１１に伝達される。このように、カイドロッド１１１が外軸１０２の外周に設置される構造のために、その構造が複雑であると共に、内軸１０３に直交する方向の径が大きくなり小型化が困難であった。

[0011] 特許文献２に開示されるトルク検出装置２０１は、入力軸２０２と出力軸２０３とが同軸に配置され、入力軸２０２に第一の被検知板（磁気発生部）２０５及び出力軸２０３に第二の被検知板（磁気発生部）２０６が、それぞれ入力軸２０２及び出力軸２０３の外周面に偏心して取り付けられる複雑な

構造である。そして、第一の被検知板 205 に対向して第一の磁気センサ（磁気検知部）207 及び第二の被検知板 206 に対向して第二の磁気センサ（磁気検知部）208 が、第一の被検知板 205 及び第二の被検知板 206 の外側に設置されている。

[0012] そのため、特許文献 2 に開示されるトルク検出装置 201 は、入力軸 202 及び出力軸 203 に直交する方向の径が大きくなり小型化が困難であると共に、コストが高かった。

[0013] 特許文献 1 においては、二つの磁気発生部 105、106 のそれぞれに対向して磁気検知部 107、108 を別々に設置する。そして、二つの磁気検知部 107、108 が計測した回転角度の差からトルクを検出している。同じように、特許文献 2 においても、二つの磁気発生部 205、206 のそれぞれに対向して磁気検知部 207、208 を別々に設置する。そして、二つの磁気検知部 207、208 が計測した回転角度の差からトルクを検出している。

[0014] そのため、磁気発生部と磁気検知部の組み合わせを二つ設置することが必要であり、設置コストが増大すると共に、この二つの設置に伴う二つの誤差がトルクの検出値に生じることになり、検出精度が劣っていた。

また、全周 360° 回転角度の内の数度の角度差からトルクを検出するため、検出精度が劣っていた。

[0015] 自動車には安全性、省エネ性、快適性等が求められ、自動車の電子化が進展している。このため、自動車電装部品には、各種センサ、前記各種センサからの出力をデジタル信号に変換する A/D 変換回路、また、電子制御を行うマイコン等と多数の電子部品が搭載されている。

[0016] このため、省スペース化が必須であり、前記各種センサを含めた電子部品の小型化が要求されている。また、自動車コストの数十%を電子部品が占めると言われる状況では、前記各種センサを含めた電子部品の低価格化が求められている。

[0017] 本発明は、このような課題を顧みてなされたものであり、小型かつ低価格

に優れると共にトルクを高精度に検出するトルク検出装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0018] 力が作用する入力軸と、弾性変形するトーションバーと前記トーションバーを介して前記入力軸に連結される出力軸とを有し、前記入力軸と前記トーションバーと前記出力軸とは一体的に回転可能に設けられ、前記入力軸と前記出力軸との対向する端部のそれぞれに磁気発生部が設置され、二つの前記磁気発生部の間に生じる磁界内に磁気検知部が設置され、前記磁界の変化を前記磁気検知部が検知することで、前記トーションバーに生じるトルクを検出することを特徴とする。
- [0019] 前記磁気発生部が前記入力軸と前記出力軸との対向する端部のそれぞれに設置され、前記磁気検知部が二つの前記磁気発生部の間に生じる磁界内に設置されるので、二つの前記磁気発生部と磁気検知部とは軸方向に直列に設置される。このため、前記入力軸と前記出力軸とに直交する径の大きさが抑制され、小型化に優れる。
- [0020] また、前記入力軸と前記出力軸とが前記トーションバーを介して配置され、それぞれの対向する端部に磁気発生部を設置し、二つの前記磁気発生部の間に生じる磁界内に前記磁気検知部を設置する単純な構造であるので、低価格化に優れる。
- [0021] また、トルクによって前記トーションバーが捩れ、二つの前記磁気発生部が捩れた状態で回転し、前記捩れに応じて磁界は連続的に変化する。この磁界の連続的な変化を前記磁気検知部が検知することで、トルクが検出される。このような態様で磁界の連続的な変化のみに応じてトルクを検出するため、高精度にトルクを検出することが可能である。
- [0022] よって、本発明によれば、小型かつ低価格に優れると共に高精度にトルクを検出するトルク検出装置を提供することができる。
- [0023] 前記入力軸、前記トーションバー及び前記出力軸が、同軸に配置されることが好ましい。

- [0024] 前記入力軸、前記トーションバー及び前記出力軸が同軸に配置されることは、前記同軸に直交する方向の径を抑制できるので、トルク検出装置の小型化に優れる。
- [0025] 二つの前記磁気発生部が前記入力軸と前記出力軸との対向する端部の前記同軸に直交する面のそれぞれに同心状に配列される複数の磁石部材からなることが好ましい。
- [0026] 二つの前記磁気発生部が前記入力軸と前記出力軸との対向する端部の前記同軸に直交する面内に配置されるので、前記入力軸と前記出力軸とに直交する径の大きさが抑制される。よって、小型化に優れる。また、同心状に配列される二つの前記複数の磁石部材が対向して配置されるので、その間に均一な強い磁界が生まれる、よって、高精度にトルクを検出することができる。
- [0027] 二つの前記磁気発生部が前記入力軸と前記出力軸との対向する外周面端部のそれぞれに同心状に配列される複数の磁石部材からなることが好ましい。
- [0028] 二つの前記磁気発生部が前記入力軸と前記出力軸との対向する外周面端部に配置されることで、二つの前記磁気発生部と前記磁気検知部とが軸方向に直列に配置されるので、前記入力軸と前記出力軸とに直交する径の大きさが抑制される。よって、小型化に優れる。また、同心状に配列される二つの前記複数の磁石部材が対向して配置されるので、その間に均一な強い磁界が生まれる。よって、高精度にトルクを検出することができる。
- [0029] 二つの前記複数の磁石部材が同数であり、且つ二つの前記複数の磁石部材の全てが略同形状であることが好ましい。
- [0030] このような態様であれば、二つの前記複数の磁石部材の配列の中心を結んだ軸に対し、対称的な磁場分布を得ることができる。よって、二つの前記複数の磁石部材の配列の中心を結んだ軸と同軸である前記トーションバーの振れに応じて、磁界は安定的に連続的な変化をする。
- [0031] 前記磁気検知部が二つの磁気センサからなり、前記二つの磁気センサが前記磁石部材の磁極長の略半分である間隔に配置されることが好ましい。
- [0032] トルクが生じることで前記トーションバーが振れ、二つの前記複数の磁石

部材が互いに捩れた状態で回転することで磁界の方向が変化する。二つの前記磁気センサが軸の回転方向に前記磁石部材の磁極長の半分である間隔に配置されると、二つの前記磁気センサは前記磁界の変化を互いに 90° の位相差で検知する。その結果、トルクに応じる振幅で振動する正弦波信号と余弦波信号とが得られ、両信号の二乗和を算出することでトルクを検出することができる。

[0033] 前記磁気センサが複数の GMR 素子からなることが好ましい。

[0034] このような態様であれば、トルクを高感度に検出することが可能である。

[0035] トルクがゼロの際に、対向する二つの前記磁気発生部が互いに N 磁極と S 磁極とを対向するように配置され、対向する前記 N 磁極と前記 S 磁極とが形成する磁界の方向が、前記複数の GMR 素子の位置で前記複数の GMR 素子の感度軸と同じ方向になるように、前記複数の GMR 素子の感度軸が設定されていることが好ましい。

[0036] 対向する二つの前記磁気発生部の間に形成される磁界の方向と前記複数の GMR 素子の感度軸の方向とを一致させることで、トルクを高感度に検出することが可能となる。

[0037] 前記複数の GMR 素子が、磁化方向が固定される固定磁性層と、外部磁界によって磁化方向が変動する自由磁性層と、前記固定磁性層と前記自由磁性層との間に位置する非磁性導電層とを有し、前記固定磁性層の固定磁化方向が感度軸方向である素子部を備え、前記素子部には、前記素子部の素子幅方向に直交する素子長さ方向の途中位置及び両端部に、膜厚方向に向けて凹部が形成され、この凹部内に永久磁石層が設けられ、前記素子部と前記永久磁石層とで素子連設体が構成され、前記感度軸方向が前記素子幅方向であり、外部磁界がゼロの際に前記永久磁石層によって前記自由磁性層の磁化方向が前記素子長さ方向に向けられ、前記複数の前記素子連設体が前記素子幅方向に間隔を空けて並設され、隣接する前記素子連設体の前記素子長さ方向の端部同士が接続されてミアンド状を成していることが好ましい。

[0038] このような態様であれば、外部磁界がゼロの際に前記複数の GMR 素子の

抵抗値が略中央値となり、外部磁界の変化に応じ前記中央値を中心に出力されるので、線形性の良い出力を得ることが可能となる。また、前記素子部を複数の帯状の長尺パターンが折り返してなるミアンダ形状にすることで、トルクを高感度に検出することが可能となる。

[0039] 前記複数のGMR素子が、前記感度軸方向に直交する磁界を遮蔽する構造を有することが好ましい。

[0040] 前記入力軸と前記出力軸との対向する面にそれぞれ配列される前記複数の磁石部材の近傍には、磁極間に円弧状の形状をした前記感度軸方向に略直交する磁力線が分布している。この磁力線はトルク検出に用いられず、この磁力線はノイズとして働く。よって、前記感度軸方向に直交する磁界を遮蔽する構造を有することは、S/N比の大きい出力が得られると共に、前記入力軸と前記出力軸との間隔を短くできるので小型化に優れる。

[0041] 二つの前記磁気センサと前記磁気センサの出力を二乗する二つの二乗アンプと二つの前記二乗アンプの出力を加算する加算アンプとを有し、二つの前記磁気発生部の間に生じる磁界内に設置される二つの前記磁気センサがそれぞれに二つの前記GMR素子と二つの抵抗素子とでブリッジ回路を形成してなり、前記トーションバーにトルクが生じると前記磁界が変化し、この前記磁界の変化による二つの前記磁気センサの出力がそれぞれに各前記二乗アンプによって二乗され、二つの前記二乗アンプの出力が前記加算アンプにより加算された値によって、前記トーションバーに生じるトルクを検出することが好ましい。

[0042] このような態様であれば、トルクに応じてほぼ同じ振幅で振動する余弦波信号と正弦波信号とが二つの前記磁気センサから出力され、この二つの信号がそれぞれに各前記二乗アンプによって二乗され、二つの前記二乗アンプの出力が前記加算アンプにより加算されることで、前記振幅の二乗値が得られる。そして、この二乗値によって前記トーションバーに生じるトルクを求めることができる。

発明の効果

[0043] 本発明によれば、小型かつ低価格に優れると共に高精度にトルクを検出するトルク検出装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]第一の実施形態であるトルク検出装置の断面略図を示す。

[図2]第一の実施形態である磁気発生部の平面略図を示す。

[図3]第一の実施形態である磁気発生部と磁気検知部の概略説明図を示す。

[図4]第一の実施形態である磁気検知部の電気回路の概略説明図を示す。

[図5]第一の実施形態である電動パワーステアリング装置に搭載されるトルク検出装置の説明図を示す。

[図6]第一の実施形態であるGMR素子の断面略図である。

[図7]第二の実施形態である感度軸に直交する磁界を遮蔽する構造を有するGMRセンサの平面略図である。

[図8]磁石の周囲に分布する磁力線の模式図である。

[図9]第三の実施形態であるトルク検出装置の断面略図を示す。

[図10]特許文献1に開示されるトルク検出装置の断面略図を示す。

[図11]特許文献2に開示されるトルク検出装置の断面略図を示す。

発明を実施するための形態

[0045] <第一の実施形態>

第一の実施形態について、図1から図6の図面に基づいて説明する。図5に示すように、トルク検出装置1は、自動車の電動パワーステアリング装置に搭載されて用いられる。ステアリングホイール13の操舵によりステアリングシャフト14に生じるトルクをトルク検出装置1が検出し、その出力であるトルク信号が制御器17に送信される。次に、制御器17が、前記トルク信号と車速とに応じて電動モータ16を制御することで、減速ギア15を介してステアリングシャフト14に操舵補助力が加えられる。

[0046] 本実施形態では、トルク検出装置1は電動パワーステアリング装置に搭載されて用いられるが、これに限定されるものではない。本発明は、例えば、各種機器の関節軸、特に、ロボットの指関節、または、電動アシスト自転車

及び電動工具類等のトルク検知に応用することができる。

[0047] トルク検出装置 1 は、ステアリングシャフト 14 を介してステアリングホイール 13 に接続される入力軸 2 と、ピニオンギア 18 に接続される出力軸 3 を有する。入力軸 2 と出力軸 3 とは、ベアリング 10 を介して軸周りに回転自在に筐体 12 に支持され、筐体 12 は自動車の構成部材に固定されている。

[0048] 入力軸 2 と出力軸 3 とは、同軸に配置され、弾性変形するトーションバー 4 を介して連結されている。ステアリングホイール 13 の操舵力はステアリングシャフト 14 を介して入力軸 2 に作用し、トーションバー 4 を介して出力軸 3 に作用する。そして、ピニオンギア 18、ラックギア 19 を介して車輪 20 に作用するが、車輪 20 と路面との摩擦等の反発力がある際には、出力軸 3 の回転が入力軸 2 の回転に遅れ始め、トーションバー 4 に捩れが発生する。

[0049] 図 2 に第一の実施形態である磁気発生部 5 (5 a、5 b) の平面略図を示す。本実施形態では、磁気発生部 5 は、第一の磁気発生部 5 a と第二の磁気発生部 5 b とによって構成される。この図 2 a と図 2 b は、それぞれ、トーションバー 4 側から第一の磁気発生部 5 a または第二の磁気発生部 5 b を見た際の平面略図である。ただし、トーションバー 4 は断面で図示している。図 2 に示すように、第一の磁気発生部 5 a と第二の磁気発生部 5 b とは、八个の略円弧状の磁石部材 7 が同心的に配列されている。図 3 に第一の実施形態である磁気発生部 5 と磁気検知部 6 の概略説明図を示す。図 3 a に示すように、第一の磁気発生部 5 a と第二の磁気発生部 5 b とは共に、複数の磁石部材 7 の N 極から S 極への向きがトーションバー 4 の長手方向に一致し、同一の磁気発生部 5 (5 a、5 b) 内の隣接する磁石部材 7 の磁極が交互に N 極と S 極とが繰り返すように配列されている。また、磁気検知部 6 は、二つの GMR センサ 9 によって構成されている。

[0050] 特許文献 1 では、図 10 に示すように、第二の信号検出部材 108 を中心にして、内軸 103 に略直交する方向において第二の信号検出部材 108 の

外側に第二の信号発生部材 106 が同心的に配置されている。また、特許文献 2 では、図 11 に示すように、第一の磁気センサ 207 と第二の磁気センサ 208 とが、トーションバー 204 に略直交する方向において第一の被検知板 205 と第二の被検知板 206 との外側に同心的に配置されている。よって、特許文献 1 と特許文献 2 とは、内軸 103 またはトーションバー 204 に直交する方向の径が大きくなり小型化が困難であった。

[0051] ところが、本実施形態は、図 2、図 3 に示すように、入力軸 2、第一の磁気発生部 5a、トーションバー 4、第二の磁気発生部 5b、出力軸 3 及び二つの GMR センサ 9 は、軸方向（図 2 の X 方向）に配置されている。そして、二つの GMR センサ 9 は、トーションバー 4 に略直交する方向において、第一の磁気発生部 5a 及び第二の磁気発生部 5b と同一半径近傍に重なり合っている。また、第一の磁気発生部 5a、第二の磁気発生部 5b 及び二つの GMR センサ 9 が、それぞれ入力軸 2 及び出力軸 3 の外周面より内側に配置されている。よって、特許文献 1 及び特許文献 2 に比べて、トーションバー 4 に直交する方向の径を小さくできるので小型化に優れる。

[0052] 本実施形態では、八個の略円弧状の磁石部材 7 を同心的に配列したが、これに限定されるものではない。任意の個数で、且つ任意の形状である複数の磁石部材 7 を配列することが可能であるが、最低二個の磁石部材 7 があればトルクを検出することができる。磁石部材 7 の材料として、フェライト磁石、希土類磁石、金属磁石及び焼結磁石等を用いることができる。また、ゴム磁石、プラスチック磁石、ボンド磁石等を用いることもできる。また、磁石部材 7 を複数設けずに、一つの磁石部材を軸方向（図 2 の X 方向）に交互に着磁することによって、交互に N 極と S 極とを繰り返すように配列する磁気発生部 5 を得ることもできる。

[0053] 本実施形態では、磁気検知部 6 は二つの GMR センサ 9 によって構成される。図 3a 及び図 3b（二つの GMR センサ 9 近傍の拡大図）に示すように、二つの GMR センサ 9 が軸中心から略同距離にあり第一の円周 51 の線上に配置されている。そして、二つの GMR センサ 9 の同等な点（例えば、中

心点等)を隔てる第一の円周51の線上の距離8aは、第一の円周51を第一の磁気発生部5aの表面にトーションバー4の長手方向(図2のX方向)に平行移動した第二の円周52の線上での磁極長の略半分8に等しく設定されている。

[0054] 図4に第一の実施形態である磁気検知部6の電気回路の概略説明図を示す。図4に示すように、二つのGMRセンサ9は、それぞれ二つのGMR素子9aと二つの抵抗素子9bとでブリッジ回路を形成してなる。

[0055] 図6に第一の実施形態であるGMR素子の断面略図を示す。GMR素子9aは、図6に示すように、磁化方向が固定される固定磁性層9fと、外部磁界を受けて磁化方向が変動する自由磁性層9hと、固定磁性層9fと自由磁性層9hとの間に位置する非磁性導電層9gを含むように形成され、自由磁性層9hに凹部が設けられて永久磁石層9iが形成されている。また、図示していないが、自由磁性層9hの長さ方向(図6のY方向)の両端部にも永久磁石層9iが形成されている。そして、外部磁界がゼロの際に永久磁石層9iによって自由磁性層9hの磁化方向は自由磁性層9hの長さ方向(図6のY方向)に向けられている。また、固定磁性層9fの固定磁化方向は自由磁性層9hの長さ方向に直交する素子幅方向(図6のX方向)に向けられている。

[0056] また、GMR素子9aは、固定磁性層9f、非磁性導電層9g及び自由磁性層9hを有する素子部と永久磁石層9iとで素子連設体に構成される。そして、図7に示すように、複数の素子連設体が素子幅方向(図7のX方向)に間隔を空けて並設され、隣接する素子連設体の素子長さ方向(図7のY方向)の端部同士が接続されてミアンダ状を成している。また、永久磁石層9iが、素子連設体の長さ方向(図7のY方向)の途中位置と両端部とに設けられている。そして、感度軸方向9dは素子幅方向(図7のX方向)に向けられている。永久磁石層の磁化方向9kは素子長さ方向(図7のY方向)に着磁されており、外部磁界がゼロの際には永久磁石層9iの磁界によって自由磁性層9hの磁化方向も素子長さ方向(図7のY方向)に向いている。

- [0057] 図7では、GMR素子9aの素子連設体は3本であり、1本の素子連設体に設けられた永久磁石層9iの数は4個であるが、これに限定されるものではなく、前記の数は任意に設けることができる。また、パターン形状も目的に応じて任意に設けることが可能である。
- [0058] そして、二つのGMRセンサ9は、図3に示すように、感度軸方向9dがトーションバー4の長手方向に平行にして第二の磁気発生部5bから第一の磁気発生部5aに向けられるように配置されている。よって、この方向が二つのGMRセンサ9の感度軸方向9dであり、二つのGMRセンサ9は、外部磁界が感度軸方向9dへ余弦された値に比例する信号を出力する。
- [0059] 入力軸2に作用する操舵力と出力軸3に作用する反発力とにより生じるトルクに応じてトーションバー4が振れると、第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとが振れた状態で回転する。この振れた状態での回転によって、第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとの対向する磁極が振れた状態で回転するので、この磁極間の磁界の方向も回転する。よって、二つのGMRセンサ9の出力は、この回転する磁極間の磁界の感度軸方向9dへの余弦された値に比例する信号で表わされる。
- [0060] この際、二つのGMRセンサ9は、磁極長の略半分8に等しい線上の距離8aを隔てて配置されている。この磁極長の略半分8は、磁石部材7の磁極配列周期の $1/4$ 周期に相当するので、二つのGMRセンサ9から出力される二つの信号は、互いに位相が $1/4$ 周期（ 90° ）ずれている。よって、一方のGMRセンサ9の出力を、回転する磁極間の磁界の感度軸方向への余弦された値に比例する信号、即ち、余弦波信号で表わす際は、三角関数の関係から、他方のGMRセンサ9の出力は、回転する磁極間の磁界の感度軸方向9dへの正弦された値に比例する、即ち、正弦波信号で表わせる。
- [0061] トルクに応じてトーションバー4が振れると、第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとが振れた状態で回転する。この振れによって、第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとの対向するN極とS極とが斜めになぜるので、このN極とS極との間の磁界の方向も斜めになる。よって、ト

ルクに応じて斜めになった磁界が、二つのGMRセンサ9の回りを回転するので、二つのGMRセンサ9の出力は、斜めになった磁界の感度軸方向9dへの余弦値に応じた、即ち、トルクに応じた振幅を持つ余弦波信号または正弦波信号で表わせる。

[0062] 本実施形態では、同じ形状をした第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとを、異なる極を対向させて同軸に配置している。そのため、第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとの間の磁界は、前記同軸に対称的に分布し、図8bに示すように、トルクが無い際には、対向する磁極間の中央部近傍に感度軸方向9dに平行な直線状の磁力線がほぼ均一に分布している領域を持ち、強く且つ安定的に形成される。また、トルクによって第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとが振れた状態で回転すると、磁力線は斜めに傾斜しトルクに応じて安定的に連続的な変化をする。

[0063] 本実施形態では、安定的に連続的な変化をする磁界によってトルクを検出するので、高精度なトルク検出が可能となる。

[0064] 複数の磁石を同心的に配列し、前記磁石に対抗して磁気検知部を配置する。そして、回転により前記磁気検知部を通過した磁石の数から回転角度を求める方法が、一般的に用いられている。この方法で計測した回転角度からトルクを検出すると、磁石の大きさによって検出精度が制限される。ところが、本実施形態では、連続的に変化する磁界からトルクを検出するので、検出精度に優れる。

[0065] また、直線状の磁力線がほぼ均一に分布している領域にGMRセンサ9を設置すれば、設置精度が軽減されると共にトルク検出感度ばらつきを小さく抑えることができる。よって、製造及び検査の負荷が軽減され低価格となると共に品質も向上する。また、この直線状の磁力線の方に感度軸方向を一致させると、強い磁界の変化を検知することができるので、高感度なトルク検出が可能となる。

[0066] ところが、特許文献1及び特許文献2においては、同一の磁石のN極からS極に向かう磁力線の分布中に磁気検知部107、108、207、208

を設置して磁界を検知している。この磁力線は、図 8 a に示すように円弧状の形状をしており、磁気検知部 107、108、207、208 を設置する位置により磁界の強さ及び方向が変化し易い。よって、磁気検知部 107、108、207、208 の設置精度が厳しいと共にトルク検出感度ばらつきが大きかった。よって、コストが高いと共に品質も良くなかった。

[0067] 本実施形態において、トーションバー 4 が大きく振れて、磁極の配置の一周期を超えて振れた状態で回転すると、一周期前の振れた状態と磁極の状態が同じになるため、磁極間の距離は元に戻ったと誤認する。これにより正確なトルク検出ができなくなる。よって、想定される最大トルクに対してトーションバー 4 の振れが磁極の配列の一周期を超えないように、磁極長、トーションバー 4 の長さ、径及び弾性率等を設定している。

[0068] 二つの GMR センサ 9 は、パッケージに実装されて筐体 12 に固定されている。図 4 に示すように、二つの GMR センサ 9 は、それぞれ二つの GMR 素子 9 a と二つの抵抗素子 9 b とでブリッジ回路を形成してなる。また、前記ブリッジ回路は、半導体プロセス技術によって、同時に同一の基板上に多数に形成される。よって、ブリッジ回路を構成する二つの GMR 素子 9 a は、同じ仕様で隣接して形成されるので、ほぼ同じ特性を示す。このことは、抵抗素子 9 b においても同じである。よって、二つの GMR センサ 9 は、(1) 式に示すように、それぞれにトルクによって生じる振れに応じてほぼ同じ振幅 (A) で振動する余弦波信号と正弦波信号とを出力する。この二つの信号は、それぞれ二乗アンプ 21 で二乗されて、加算アンプ 22 で加算される。正弦波信号の二乗と余弦波信号の二乗との和は 1 である。よって、加算アンプ 22 からは、トルクに応じる振幅 (A) の二乗の値が出力される。ただし、 θ は回転角度である。

[0069] [数1]

$$A^2 \cos^2 \theta + A^2 \sin^2 \theta = A^2 \quad \cdots (1)$$

[0070] よって、あらかじめトルクの値とトルクに応じる振幅の二乗の値の関係を

求めて置けば、トルク検出装置 1 は、この関係を使ってトーションバー 4 に生じるトルクを検出することが可能となる。この際に、所定のトルクを加えて、二つの二乗アンプ 21 の出力の振幅がそれぞれ所定の値になるように補正することも可能である。このような補正をすることで、トルク検出装置 1 の検出精度を向上させることができる。

[0071] 特許文献 1 では、第一の信号発生部材 105 と第二の信号発生部材 106 とのそれぞれの回転角度を、第一の信号検出部材 107 と第二の信号検出部材 108 とで計測し、それぞれの回転角度の差から相対的な回転角度を算出し、この相対的な回転角度に応じてトルクを検出している。

[0072] 特許文献 2 では、入力軸 202 の外周面に偏心して取り付けられた第一の被検知板 205 と出力軸 203 の外周面に偏心して取り付けられた第二の被検知板 206 を、それぞれに対向して配置された第一の磁気センサ 207 と第二の磁気センサ 208 との出力差によって、入力軸 202 と出力軸 203 との回転位相差が求められ、この回転位相差からトルクが検出される。

[0073] 特許文献 1 においては、二つの磁気発生部 105、106 のそれぞれに対向して磁気検知部 107、108 を別々に設置する。そして、二つの磁気検知部 107、108 が計測した回転角度の差からトルクを検出している。特許文献 2 においても、二つの磁気発生部 205、206 のそれぞれに対向して磁気検知部 207、208 を別々に設置する。そして、二つの磁気検知部 207、208 からの出力差からトルクを検出している。

[0074] そのため、磁気発生部と磁気検知部の組み合わせを二つ設置することが必要であり、この二つの設置に伴う二つの誤差がトルクの検出値に生じることになる。また、磁気検知部を設置する位置の磁力線は円弧状の形状をしており、この二つの設置に伴う二つの誤差の値は大きい。

[0075] ところが、本実施形態では、二つの GMR センサ 9 が磁極長の略半分 8 の間隔を隔てて実装されたパッケージを、第一の磁気発生部 5a と第二の磁気発生部 5b との間の中央部近傍に設置する。この中央部近傍の磁力線は、直線状でほぼ均一に分布している。そのため、このパッケージ設置に伴う誤差

は非常に小さい。よって、二つのGMRセンサ9を磁極長の略半分8の間隔に隔ててパッケージに実装する誤差のみが、有効な誤差として残る。

[0076] このように、磁気発生部に対して磁気検知部を設置することに伴う誤差は、特許文献1及び特許文献2に開示されたトルク検出装置101、201に比べて、本実施形態のトルク検出装置1は小さい。よって、本実施形態によれば、高精度にトルクを検出することが可能である。

[0077] 特許文献1に開示される、二つの磁気検知部107、108が計測した回転角度の差からトルクを検出する方式では、一般的に $\tan^{-1}\theta$ の計算が行われる。例えば、(2)式によって回転角度の差(θ)を計算することが必要である。ここで、 $\sin\theta$ と $\cos\theta$ とは、トルク検出装置の検出信号である。よって、回転角度を計算することなくトルクを検出する本実施形態に比べて、特許文献1に開示される方式は複雑な電子回路が必要となる。

[0078] [数2]

$$\theta = \tan^{-1}(\sin\theta / \cos\theta) \quad \dots (2)$$

[0079] 特許文献2に開示される回転位相差からトルクを検出する方式では、操舵角度(軸の回転角度)がある程度に大きくなければ、出力である回転位相差を検出することができない。よって、検出できるトルクの大きさが制限される。

[0080] 特許文献1に開示されるトルク検出装置101は、図10に示すように、トーションバーとしての外軸102と、外軸102に同心的に配置される内軸103とから構成される二重構造のために、その構造が複雑であるためにコストが高かった。また、特許文献2に開示されるトルク検出装置201は、図11に示すように、トーションバー204が入力軸202及び出力軸203の内部に挿入された二重構造、且つ第一の被検知板205と第二の被検知板206とが、それぞれ入力軸202または出力軸203に偏心して取り付けられる複雑な構造であるためにコストが高かった。

[0081] ところが、本実施形態は、図1、図3に示すように、入力軸2、第一の磁

気発生部 5 a、トーションバー 4、第二の磁気発生部 5 b、出力軸 3 及び二つの GMR センサ 9 が軸方向（図 1 の X 方向）に配置されている単純な構造であるので、特許文献 1 及び特許文献 2 に比べて価格を低く抑えることができる。

[0082] 特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されるトルク検出装置 101、201 では、それぞれ内軸 103 と外軸 102 との回転角度を計測し、または入力軸 202 と出力軸 203 との回転位相差が計測され、それぞれにトルクを検出している。

[0083] このような検出方法では、回転角度の最大値が 360° であることから、トルク検出装置 101、201 の検知部分の構造やトルクを算出する演算方法等を、最大値の回転角度である 360° まで設定することが必要である。

[0084] ところが、トーションバー 4 に生じるトルクによる回転角度は、 5° 程度であり、大きくても 10° 以下である。このような小さな回転角度を 360° の広いレンジで検出するために、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されるトルク検出装置 101、201 は、検出精度が劣っていた。

[0085] ところが、本実施形態では、想定される最大トルクによってトーションバー 4 の捩れが磁極の配列の一周期を超えないように設定している。そして、本実施形態では、図 2 に示すように、磁気発生部 5 を八個の磁石部材 7 で構成しているので、一周期は 90° である。よって、トーションバー 4 に生じるトルクによる 5° 程度の回転角度を、 90° である適切なレンジで検出している。よって、本実施形態によれば、トルクを高精度に検出することができる。

[0086] また、本実施形態では、回転角度によらずにトルクを検出する。よって、検出するトルクの大きさに応じて、磁気発生部 5 の磁極長を適切に設定し、自由に測定のレンジを設定することが可能である。よって、どのようなトルクの大きさに対しても適切に対応して、トルクを高精度に検出することが可能である。

[0087] 本実施形態では、磁気検知部 6 を二つの GMR センサ 9 を用いて構成した

が、これに限定されるものではない。ホール素子、MI素子（マグネトインピーダンス素子）、AMR素子（異方性磁気抵抗効果素子）等からなるセンサによっても構成可能である。

[0088] <第二の実施形態>

図7に第二の実施形態である感度軸に直交する磁界を遮蔽する構造を有するGMRセンサの平面略図を示す。図7に示すように、本実施形態であるGMRセンサは、複数の帯状の長尺パターン（ストライプ）が折り返してなるミアンド形状の平面構造を有する、二つのGMR素子9a及び二つの抵抗素子9bによってブリッジ回路を形成してなる。そして、感度軸方向9dがGMR素子9aの長さ方向に直交する素子部幅方向（図7のX方向）に向けられている。

[0089] GMR素子9aの長さ方向（図7のY方向）の両側に、非接触に長さ方向（図7のY方向）に帯状の長尺パターンである遮蔽膜9cが設けられている。この遮蔽膜9cは、軟磁性膜からなり、長さ方向（図7のY方向）の磁界成分を遮蔽する効果を発揮する。よって、長さ方向に直交する方向（図7のX方向）の磁界成分、即ち感度軸方向9dに平行な磁界成分のみが、GMR素子9aが占める領域に進入することができる。また、遮蔽膜9cは、感度軸方向9dに平行な磁界成分を増幅する効果を発揮するので、トルクを検出する感度も向上する。

[0090] 第一の実施形態と第二の実施形態との違いは、この遮蔽膜9cの有無のみであり、その他は基本的に同じである。

[0091] 本実施形態では、第一の磁気発生部5aと第二の磁気発生部5bとの対抗する磁極のほぼ中央に二つのGMRセンサ9を設置して、この位置での磁界の変化を検知してトルクを検出する。この位置の近傍には、図8bに示すように、トルクの無い際に磁力線（磁界）が感度軸方向9dに対し平行に直線状に分布し、トルクが生じると磁力線（磁界）は感度軸方向9dに対して傾斜を始め変化する。また、第一の磁気発生部5aや第二の磁気発生部5bの近傍には、図8aに示すような感度軸方向9dに略直交する磁力線（磁界）

がある。この磁力線（磁界）は、トルクが生じると感度軸方向 9 d に略直交するままに、その方向が変化する。この磁力線（磁界）はトルク検出には用いられなくノイズ成分として働くが、遮蔽膜 9 c によって遮蔽される。

[0092] また、遮蔽膜 9 c は周辺部品等からの漏洩磁場も遮断するので、これらに起因するノイズ成分も低減される。

[0093] よって、本実施形態によれば、ノイズ成分の磁界を遮蔽し、感度軸方向 9 d の磁界成分を増幅するので、S/N 比が良好な出力を得ることができる。

[0094] また、第一の磁気発生部 5 a や第二の磁気発生部 5 b の近傍の感度軸方向 9 d に略直交する磁界が遮蔽されているので、第一の磁気発生部 5 a と第二の磁気発生部 5 b との間隔を短くしても、S/N 比が劣化することが低減される。よって、本実施形態によれば、この方向（図 1 の X 方向）の小型化に優れる。

[0095] 遮蔽膜 9 c を構成する軟磁性膜は、NiFe、CoFe、CoFeSiB や CoZrNb 等で形成することができる。

[0096] <第三の実施形態>

図 9 に第三の実施形態であるトルク検出装置の断面略図を示す。第三の実施形態では、図 9 に示すように、磁気発生部 5 が、入力軸 2 と出力軸 3 との対向する外周面端部のそれぞれに同心状に配列される複数の磁石部材 7 からなる。そして、二つの磁気発生部 5 の間に生じる磁界内に磁気検知部 6 が設置される。このように、入力軸 2、磁気発生部 5（5 a）、トーシヨンバー 4、磁気検知部 6、磁気発生部 5（5 b）及び出力軸 3 が、直列、即ち同軸状に配置されるので、トーシヨンバー 4 の長手方向（図 9 の X 方向）に直交する方向の径を小さくできる。

[0097] また、入力軸 2 と出力軸 3 と対向する面のそれぞれに磁気発生部 5 を設ける第一の実施形態に対して、第二の実施形態は、入力軸 2 と出力軸 3 との対向する外周面端部に磁気発生部 5 を設けるので、相対的にトーシヨンバー 4 を短くできる。よって、第一の実施形態に比べ、トーシヨンバー 4 の長手方向（図 9 の X 方向）の寸法を小さくできる。

[0098] 第一の実施形態と第三の実施形態の違いは、磁気発生部 5 が設置された位置のみであり、その他は基本的に同じである。

符号の説明

- [0099] 1、101、201 トルク検出装置
- 2、202 入力軸
- 3、203 出力軸
- 4、204 トーションバー
- 5 磁気発生部
- 5 a 第一の磁気発生部
- 5 b 第二の磁気発生部
- 6 磁気検知部
- 7 磁石部材
- 8 磁極長の略半分
- 8 a 線上の距離
- 9 GMR センサ
- 9 a GMR 素子
- 9 b 抵抗素子
- 9 c 遮蔽膜
- 9 d 感度軸方向
- 9 e 磁界の方向
- 9 f 固定磁性層
- 9 g 非磁性導電層
- 9 h 自由磁性層
- 9 i 永久磁石層
- 9 k 永久磁石層の磁化方向
- 10 ベアリング
- 11 ネジ
- 12 筐体

- 1 3 ステアリングホイール
- 1 4 ステアリングシャフト
- 1 5 減速ギア
- 1 6 電動モータ
- 1 7 制御器
- 1 8 ピニオンギア
- 1 9 ラックギア
- 2 0 車輪
- 2 1 二乗アンプ
- 2 2 加算アンプ
- 5 1 第一の円周
- 5 2 第二の円周
- 1 0 2 外軸
- 1 0 3 内軸
- 1 0 5 第一の信号発生部材（磁気発生部）
- 1 0 6 第二の信号発生部材（磁気発生部）
- 1 0 7 第一の信号検出部材（磁気検知部）
- 1 0 8 第二の信号検出部材（磁気検知部）
- 1 0 9 第一接続部分
- 1 1 0 第二接続部分
- 1 1 1 カイドロッド
- 2 0 5 第一の被検知板（磁気発生部）
- 2 0 6 第二の被検知板（磁気発生部）
- 2 0 7 第一の磁気センサ（磁気検知部）
- 2 0 8 第二の磁気センサ（磁気検知部）

請求の範囲

- [請求項1] 力が作用する入力軸と、
弾性変形するトーションバーと
前記トーションバーを介して前記入力軸に連結される出力軸と、
を有し、
前記入力軸と前記トーションバーと前記出力軸とは一体的に回転可能
に設けられ、
前記入力軸と前記出力軸との対向する端部のそれぞれに磁気発生部が
設置され、
二つの前記磁気発生部の間に生じる磁界内に磁気検知部が設置され、
前記磁界の変化を前記磁気検知部が検知することで、前記トーシ
ョンバーに生じるトルクを検出することを特徴とするトルク検出装置。
- [請求項2] 前記入力軸、前記トーションバー及び前記出力軸が、同軸に配置さ
れることを特徴とする請求項1に記載のトルク検出装置。
- [請求項3] 二つの前記磁気発生部が前記入力軸と前記出力軸との対向する端部
の前記同軸に直交する面のそれぞれに同心状に配列される複数の磁石
部材からなることを特徴とする請求項2に記載のトルク検出装置。
- [請求項4] 二つの前記磁気発生部が前記入力軸と前記出力軸との対向する外周
面端部のそれぞれに同心状に配列される複数の磁石部材からなること
を特徴とする請求項1または請求項2に記載のトルク検出装置。
- [請求項5] 二つの前記複数の磁石部材が同数であり、且つ二つの前記複数の磁
石部材の全てが略同形状であることを特徴とする請求項3または請求
項4に記載のトルク検出装置。
- [請求項6] 前記磁気検知部が二つの磁気センサからなり、前記二つの磁気セン
サが前記磁石部材の磁極長の略半分である間隔に配置されることを特
徴とする請求項5に記載のトルク検出装置。
- [請求項7] 前記磁気センサが複数のGMR素子からなることを特徴とする請求
項6に記載のトルク検出装置。

[請求項8] トルクがゼロの際に、対向する二つの前記磁気発生部が互いにN磁極とS磁極とを対向するように配置され、対向する前記N磁極と前記S磁極とが形成する磁界の方向が、前記複数のGMR素子の位置で前記複数のGMR素子の感度軸と同じ方向になるように、前記複数のGMR素子の感度軸が設定されていることを特徴とする請求項7に記載のトルク検出装置。

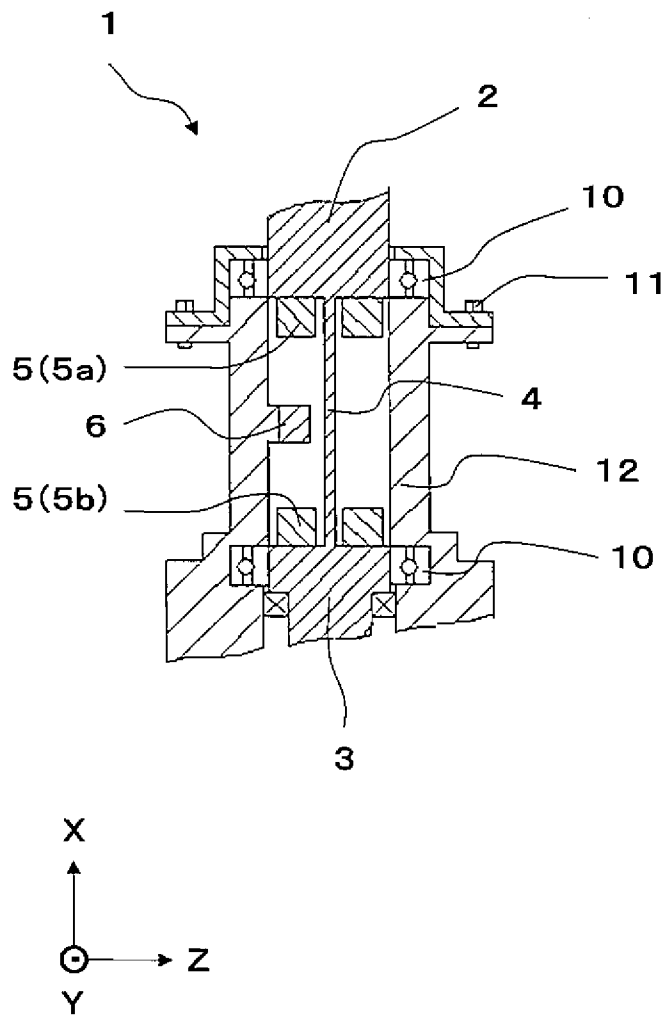
[請求項9] 前記複数のGMR素子が、磁化方向が固定される固定磁性層と、外部磁界によって磁化方向が変動する自由磁性層と、前記固定磁性層と前記自由磁性層との間に位置する非磁性導電層とを有し、前記固定磁性層の固定磁化方向が感度軸方向である素子部を備え、前記素子部には、前記素子部の素子幅方向に直交する素子長さ方向の途中位置及び両端部に、膜厚方向に向けて凹部が形成され、この凹部内に永久磁石層が設けられ、前記素子部と前記永久磁石層とで素子連設体が構成され、前記感度軸方向が前記素子幅方向であり、外部磁界がゼロの際に前記永久磁石層によって前記自由磁性層の磁化方向が前記素子長さ方向に向けられ、前記複数の前記素子連設体が前記素子幅方向に間隔を空けて並設され、隣接する前記素子連設体の前記素子長さ方向の端部同士が接続されてミアング状を成していることを特徴とする請求項7または請求項8に記載のトルク検出装置。

[請求項10] 前記複数のGMR素子が、前記感度軸方向に直交する磁界を遮蔽する構造を有することを特徴とする請求項9に記載のトルク検出装置。

[請求項11] 二つの前記磁気センサと、
前記磁気センサの出力を二乗する二つの二乗アンプと、
二つの前記二乗アンプの出力を加算する加算アンプと、
を有し、
二つの前記磁気発生部の間に生じる磁界内に設置される二つの前記磁気センサがそれぞれに二つの前記GMR素子と二つの抵抗素子とでブリッジ回路を形成してなり、前記トーションバーにトルクが生じると

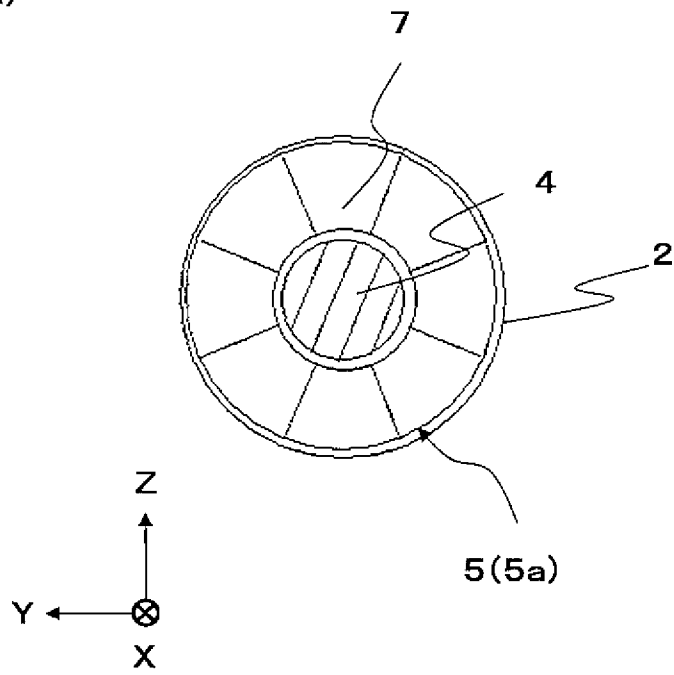
前記磁界が変化し、この前記磁界の変化による二つの前記磁気センサの出力がそれぞれに各前記二乗アンプによって二乗され、二つの前記二乗アンプの出力が前記加算アンプにより加算された値によって、前記トーションバーに生じるトルクを検出することを特徴とする請求項 6 から請求項 10 のいずれか一項に記載のトルク検出装置。

[図1]

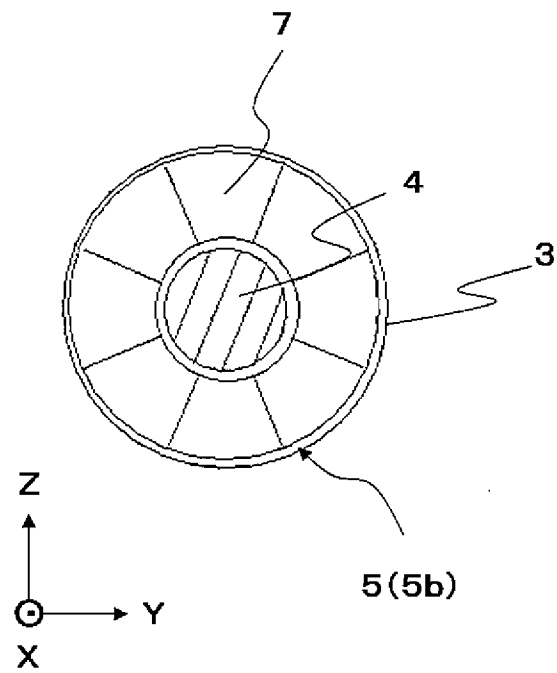


[図2]

(a)

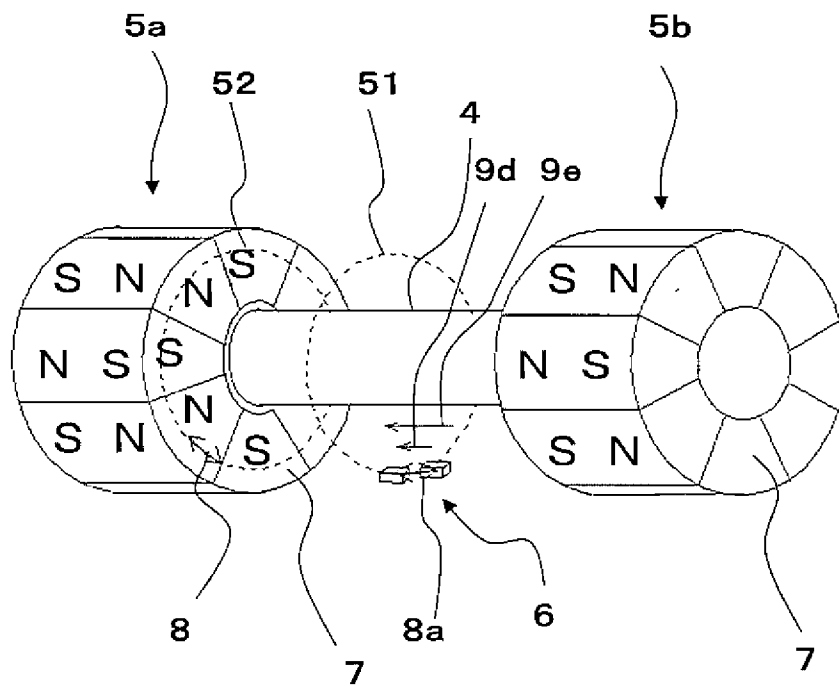


(b)

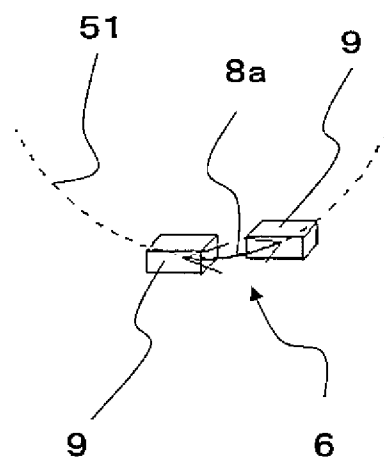


[図3]

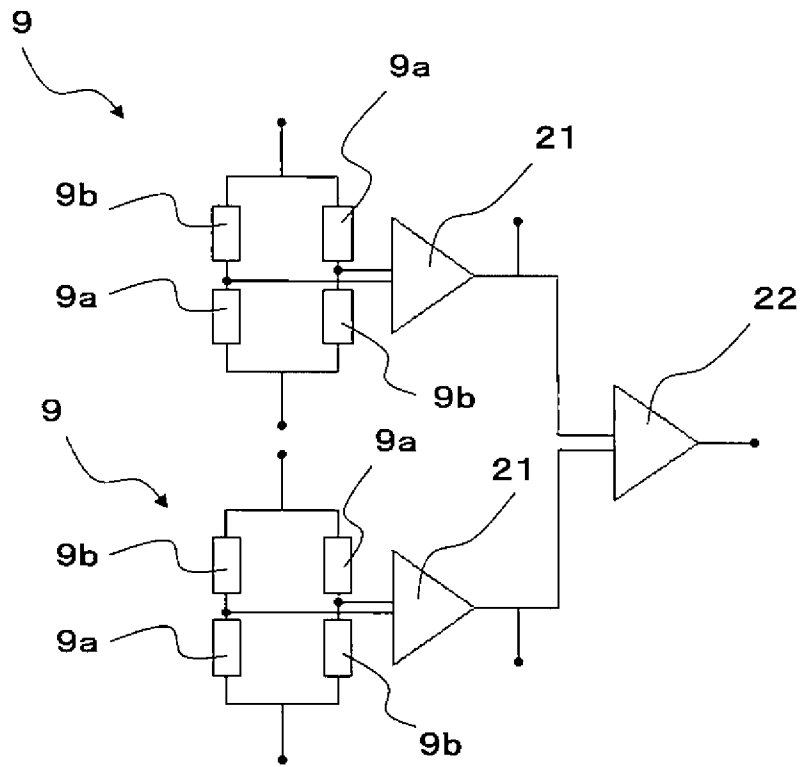
(a)



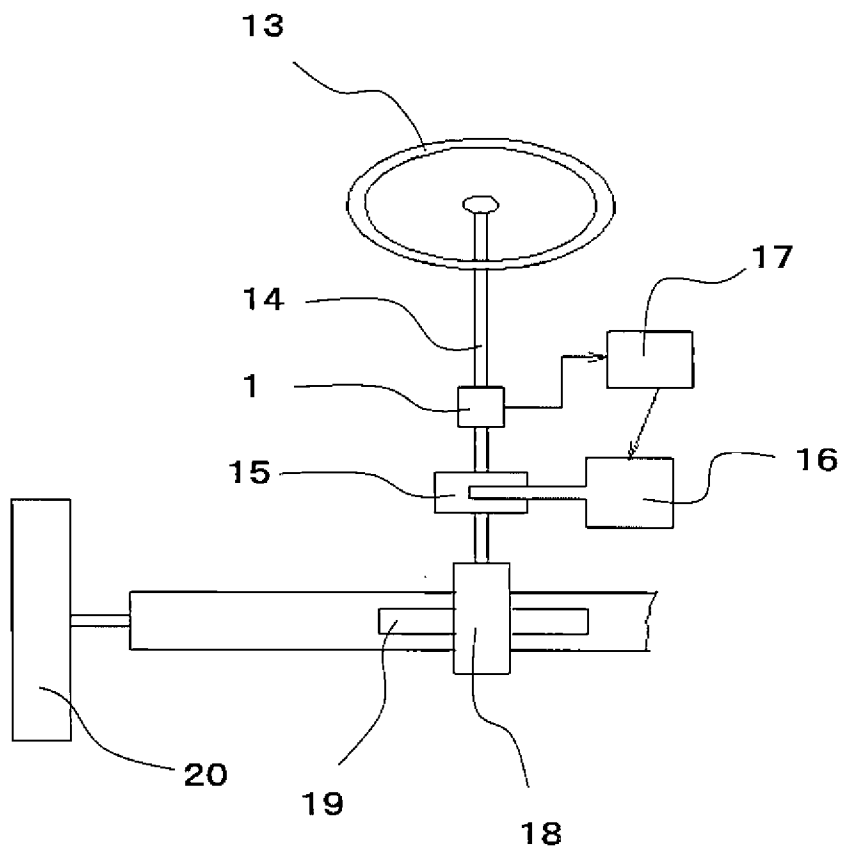
(b)



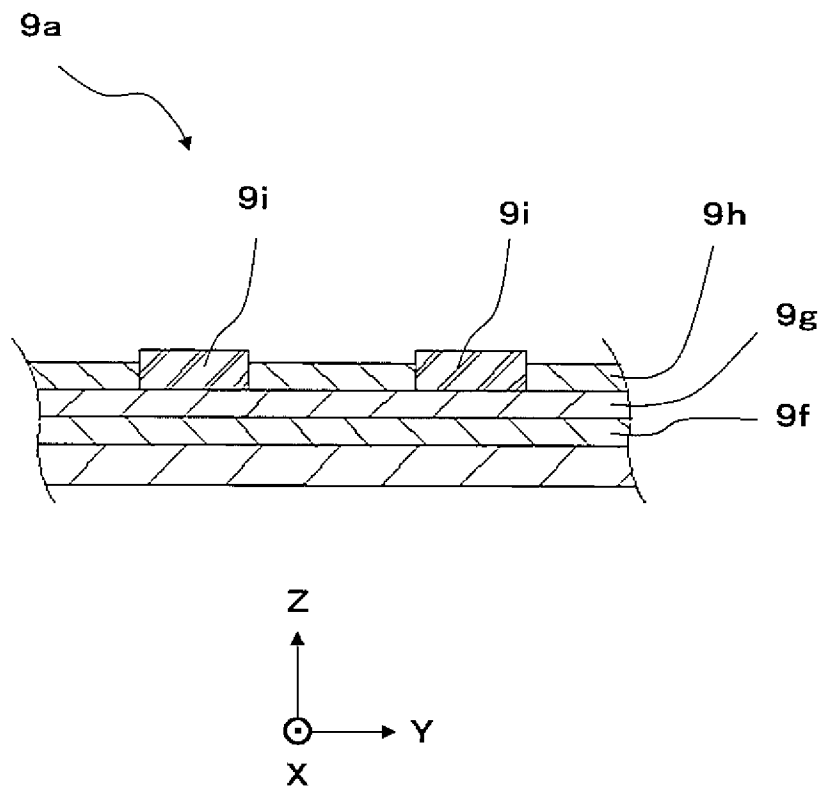
[図4]



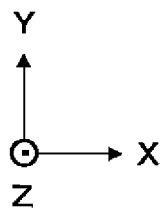
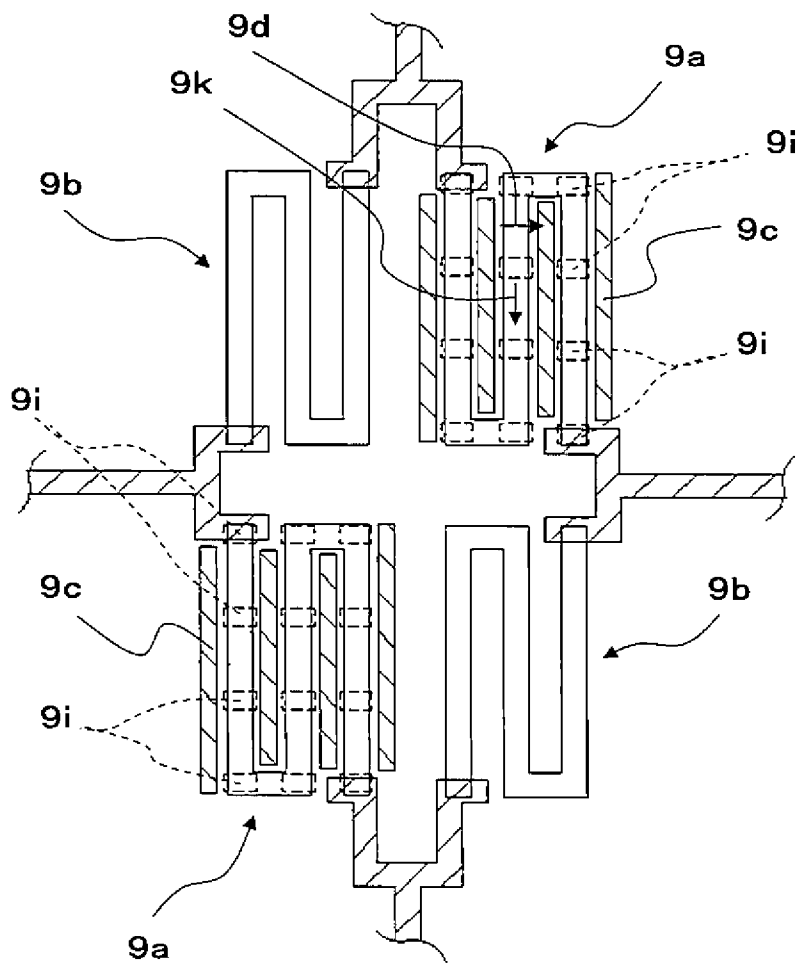
[図5]



[図6]

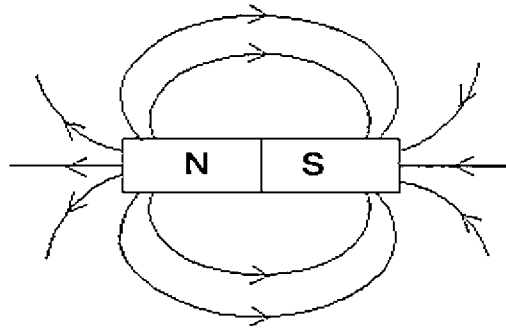


[図7]

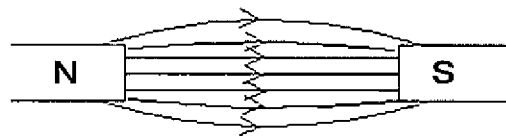


[図8]

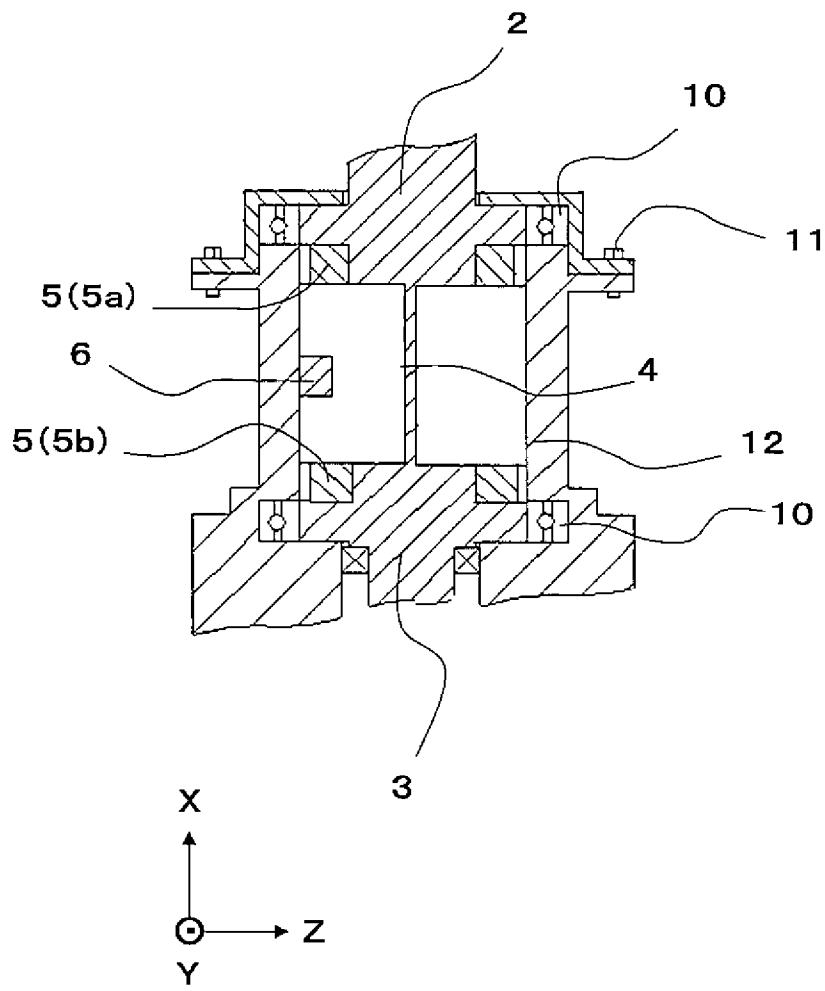
(a)



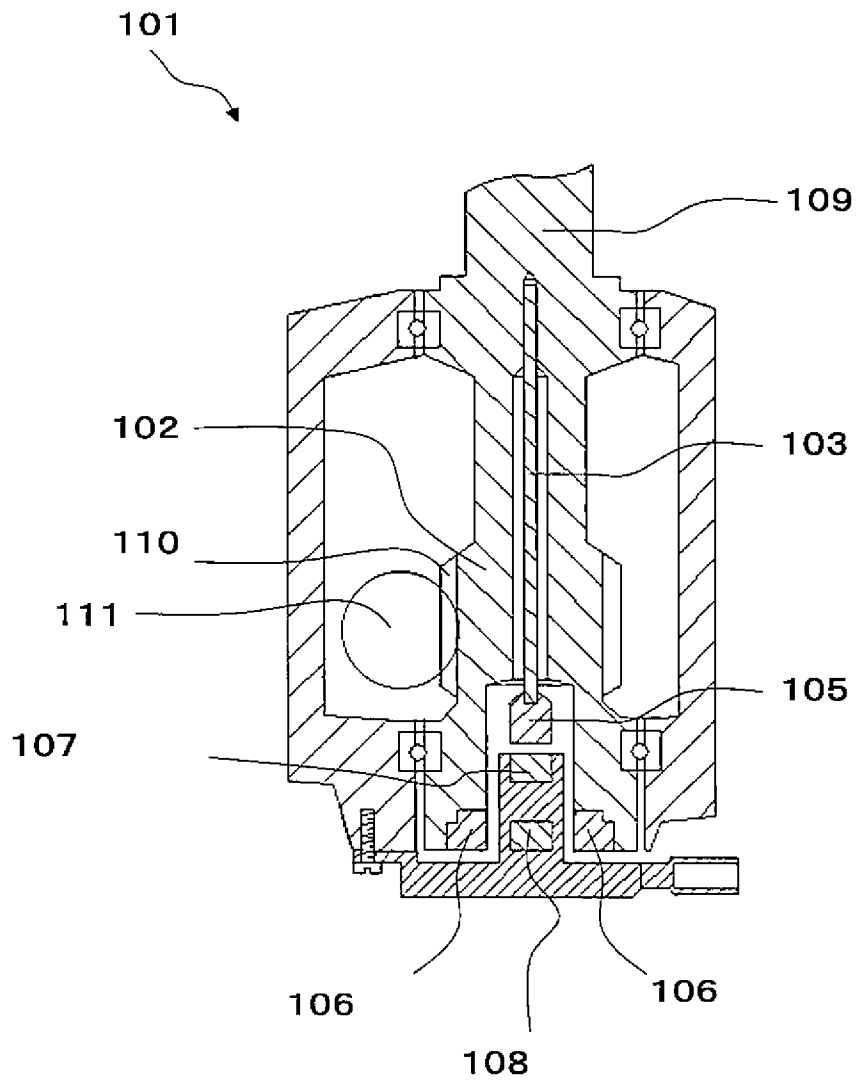
(b)



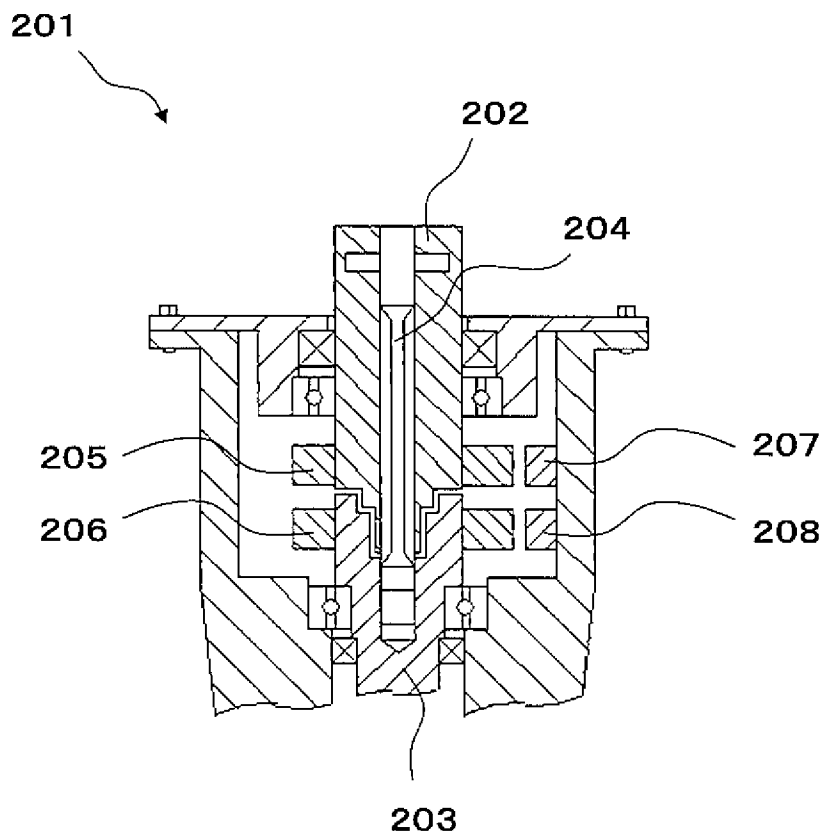
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L3/10(2006.01) i, B62D5/04(2006.01) i

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

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5195382 A (The Torrington Co.), 23 March 1993 (23.03.1993), entire text; all drawings & EP 453344 A1 & DE 69103665 C & FR 2661246 A & ES 2059074 T & RU 2061947 C & CS 9101103 A & TR 25946 A	1-11
Y	JP 2004-061149 A (Hitachi, Ltd.), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraphs [0013] to [0023]; fig. 1, 5 & US 2004/0016305 A1 & DE 10306029 A	1-11
Y	JP 2008-232981 A (JTEKT Corp.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0028] to [0036]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-11

☒ 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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 April, 2012 (11.04.12)

Date of mailing of the international search report
24 April, 2012 (24.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053470

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-007673 A (Alps Electric Co., Ltd.), 13 January 2011 (13.01.2011), paragraphs [0010], [0019] to [0043]; fig. 1 to 3 (Family: none)	9-11
P,X	JP 2011-209143 A (Honda Lock Mfg. Co., Ltd.), 20 October 2011 (20.10.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-3,5
A	JP 2011-017648 A (Showa Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 48-042662 A (Veeder Industries, Inc.), 21 June 1973 (21.06.1973), entire text; all drawings & US 3742243 A & GB 1403540 A & DE 2244935 A & FR 2155303 A & IT 967919 B	5-8,11
A	WO 2008/156628 A2 (JENTEK SENSORS, INC.), 24 December 2008 (24.12.2008), entire text; all drawings & US 2009/0001974 A1 & EP 2160582 A	9,10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01L3/10(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. G01L3/10, B62D5/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	US 5195382 A (The Torrington Company) 1993.03.23, 全文, 全図 & EP 453344 A1 & DE 69103665 C & FR 2661246 A & ES 2059074 T & RU 2061947 C & CS 9101103 A & TR 25946 A	1-11
Y	JP 2004-061149 A (株式会社日立製作所) 2004.02.26, 段落【0013】—【0023】, 図1, 図5 & US 2004/0016305 A1 & DE 10306029 A	1-11

☒ 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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「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)
「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

「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

公文代 康祐

2 F

4 7 4 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-232981 A (株式会社ジェイテクト) 2008.10.02, 段落【0028】－【0036】, 図1, 図2 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2011-007673 A (アルプス電気株式会社) 2011.01.13, 段落【0010】, 【0019】－【0043】, 図1－図3 (ファミリーなし)	9-11
P, X	JP 2011-209143 A (株式会社ホンダロック) 2011.10.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3, 5
A	JP 2011-017648 A (株式会社ショーワ) 2011.01.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 48-042662 A (ビーダー・インダストリーズ・インコーポレーテッド) 1973.06.21, 全文, 全図 & US 3742243 A & GB 1403540 A & DE 2244935 A & FR 2155303 A & IT 967919 B	5-8, 11
A	WO 2008/156628 A2 (JENTEK SENSORS, INC.) 2008.12.24, 全文, 全図 & US 2009/0001974 A1 & EP 2160582 A	9, 10