

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5569887号
(P5569887)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 1 L 3/12 (2006.01) G O 1 L 3/12
B 6 2 D 5/04 (2006.01) B 6 2 D 5/04

請求項の数 2 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-45947 (P2012-45947) (22) 出願日 平成24年2月14日 (2012.2.14) (65) 公開番号 特開2013-167615 (P2013-167615A) (43) 公開日 平成25年8月29日 (2013.8.29) 審査請求日 平成25年11月15日 (2013.11.15)</p> <p>特許権者において、実施許諾の用意がある。</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 596014254 高橋 廉 東京都町田市旭町3丁目14番3号 (72) 発明者 高橋 廉 東京都町田市旭町3丁目14番3号</p> <p>審査官 山下 雅人</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置用トルクセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トーションバーの擦れ部の軸方向の両端の2カ所に前記トーションバーの径方向に拡がる部品取付部材を固定して取り付け、その前記2カ所の部品取付部材の前記擦れ部を挟んで向かい合う2つの部品取付面の一方には2個の透過型フォトインタラプタを固定して取り付け、もう一方の部品取付面には、前記トーションバーの軸中心線を中心とした前記擦れ部の擦れによる回転移動によって対面に固定して取り付けた前記2個の透過型フォトインタラプタの出射スリットと入射スリットの間を通る2つの検出光のそれぞれを遮る量を変化させ、測定するトルク値の範囲内では、透過型フォトインタラプタ内部の前記2個の受光素子の受光量が、前記擦れ部の擦れ角度が変化することにより一方が増加する時には他方が減少し、且つ、前記擦れ部の擦れが無いときには等しくて、前記擦れ部の擦れる方向により多い方と少ない方が入れ替わるように配置した2個の遮光部材を固定して取り付けて、前記2個の受光素子による2つのトルク信号の電圧差をトルク値として用いることを特徴とする電動パワーステアリング装置用のトルクセンサ。

【請求項2】

前記2個の透過型フォトインタラプタの前記2つの検出光が通る出射スリットと入射スリットの全てを、前記トーションバーの軸中心線に直交する一つの仮想平面の上に一列に並べて配置して、そこを通る前記2つの検出光を遮る部分の外形が丸棒状の前記2個の遮光部材を、前記丸棒状の部分が互いに平行で、且つ、前記トーションバーの前記擦れ部が曲げられていない状態では、前記トーションバーの軸方向に対しても平行に前記部品取付

面に固定して取り付けて、前記出射スリットと前記入射スリットの全てが重なる位置になる方向から見て、前記2個の遮光部材が前記トーションバーの軸中心線に近い側または遠い側の何れかの同じ側から前記2つの検出光を遮ることを特徴とする請求項1に記載の電動パワーステアリング装置用のトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動パワーステアリング装置に用いる操舵トルクを測定するトルクセンサに関し、振り剛性が高いトルクセンサのトルクを検出する方法と構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の電動パワーステアリング装置における操舵トルクを測定するトルクセンサの多くは、トーションバーの捩れを磁気回路の磁気抵抗の変化やポテンシオメータの動きによる電気抵抗の変化など、各種の原理を用いて電氣的な出力としており、それらの出力を出来るだけ大きな変化として検出するために、トーションバーの捩れ部を軸径の細いものにして、操舵トルクに対するトーションバーの捩れ部の捩れ角度を大きくしている。そのため、トーションバーの捩れ部の軸径が細いトルクセンサを用いた電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールと転舵輪の動きに運転者が感じられるほどの差を生じて、操舵フィーリングが悪いものになっていた。

【0003】

また、捩れ部の軸径が細いトーションバーは、大きなトルクに対して永久変形や破断をしないように、その周りには最大捩れ角度を制限する構造や曲げられないように支持する構造が必要となるため、複雑な構造となっていた。

【0004】

そこで、これらを解決するために、[特許文献1]、[特許文献2]などでは、磁歪式トルクセンサにすることにより、トーションバーの捩れ部を軸径の太いものにして、振り剛性を高めて操舵フィーリングを改善すると共にトルクセンサ全体の構造を簡単なものとしている。

【先行技術文献】

【0005】

【特許文献1】 特開平5 - 254451号公報

【特許文献2】 特開平9 - 95247号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の磁歪式トルクセンサは、軸の歪みにより生じる透磁率の変化を電氣的に検出するものであり、検出するコイルから出力するトルク信号は極めて微弱であるので、安定したトルク値を得るには高感度の磁歪素子と高度な回路技術とが必要となるため、コストが高くなるという問題があった。

【0007】

本発明は、上述のような事情に鑑み、振り剛性の高いトルクセンサを簡単な構造で実現し、良好な操舵フィーリングが得られる電動パワーステアリング装置用のトルクセンサを安価に提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明による電動パワーステアリング装置用のトルクセンサは、上記の課題を解決するために、トーションバーの捩れ部の軸方向の両端の2カ所に前記トーションバーの径方向に広がる部品取付部材を固定して取り付け、その前記2カ所の部品取付部材の前記捩れ部を挟んで向かい合う2つの部品取付面の一方には2個の透過型フォトインタラプタを固定して取り付け、もう一方の部品取付面には、前記トーションバーの軸中心線を中心とした

10

20

30

40

50

前記擦れ部の擦れによる回転移動によって対面に固定して取り付けられた前記2個の透過型フォトインタラプタの出射スリットと入射スリットの間を通る2つの検出光のそれぞれを遮る量を変化させ、測定するトルク値の範囲内では、透過型フォトインタラプタ内部の前記2個の受光素子の受光量が、前記擦れ部の擦れ角度が変化することにより一方が増加する時には他方が減少し、且つ、前記擦れ部の擦れが無いときには等しくて、前記擦れ部の擦れる方向により多い方と少ない方が入れ替わるように配置した2個の遮光部材を固定して取り付けて、前記2個の受光素子による2つのトルク信号の電圧差をトルク値として用いるものである。

【0009】

また、前記2個の透過型フォトインタラプタの前記2つの検出光が通る出射スリットと入射スリットの全てを、前記トーションバーの軸中心線に直交する一つの仮想平面の上に一列に並べて配置して、そこを通る前記2つの検出光を遮る部分の外形が丸棒状の前記2個の遮光部材を、前記丸棒状の部分が互いに平行で、且つ、前記トーションバーの前記擦れ部が曲げられていない状態では、前記トーションバーの軸方向に対しても平行に前記部品取付面に固定して取り付けて、前記出射スリットと前記入射スリットの全てが重なる位置になる方向から見て、前記2個の遮光部材が前記トーションバーの軸中心線に近い側または遠い側の何れかの同じ側から前記2つの検出光を遮るようにしているものである。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、操舵トルクによるトーションバーの擦れ部の僅かな擦れを、擦れ部の軸方向の長さや遮光部材のトーションバーの軸中心からの径方向の距離とで拡大して、透過型フォトインタラプタの検出部での遮光部材の大きな変位にするため、トーションバーの擦れ部を擦り剛性の高い材料や太さにしても、透過型フォトインタラプタの内部の受光素子の受光量は大きく変化するから、トルク値は受光素子によるトルク信号の大きな電圧の変化値として測定することが可能となる。そして、トーションバーの擦れ部の擦れによる2個の透過型フォトインタラプタの内部の2個の受光素子の受光量が、擦れ部の擦れ角度が変化することにより一方が増加する時には他方が減少し、且つ、擦れ部の擦れが無いときには等しくて、擦れ部の擦れる方向により多い方と少ない方が入れ替わるように2個の遮光部材を配置することにより、トルク値は大きな電圧差として測定することができるようになる。

【0011】

また、2個の透過型フォトインタラプタの2つの検出光が通る出射スリットと入射スリットの全てを、トーションバーの軸中心線に直交する一つの仮想平面の上に一列に並べて配置して、そこを通る2つの検出光を遮る部分の外形が丸棒状で平行した2個の遮光部材で、出射スリットと入射スリットの全てが重なる位置になる方向から見て、トーションバーの軸中心線に近い側または遠い側の何れかの同じ側から遮るようにしているから、トーションバーの擦れ部の擦りに対しては、2個の透過型フォトインタラプタの内部の2個の受光素子の受光量は、擦れ部の擦れが無いときには等しくて、擦れ部の擦れ角度の変化により一方が増加する時には他方が減少し、トーションバーの擦れ部の曲がりに対しては、2個の透過型フォトインタラプタの内部の2個の受光素子の受光量の増減方向と変化量は同じになるので、その2個の受光素子による2つのトルク信号の電圧差をトルク値として用いることにより、トーションバーの擦れ部の曲がりの影響を受けずにトルク値を測定することが可能になる。

【0012】

そして、上述のように、トーションバーの擦れ部を擦り剛性の高い材料や太さにしてもトルク値はトルク信号の大きな電圧差として測定することが可能となり、さらに、トーションバーの擦れ部の曲がりの影響を受けずにトルク値を測定することが可能になることから、トーションバーの擦れ部をステアリングホイールを操舵することによる擦る力や曲げる力に耐える材料や太さにすることにより、トーションバーの擦れ部の周辺には最大擦れ角度を制限する構造や曲げられないように支持する構造は不要となるため、擦り剛性の高

10

20

30

40

50

いトルクセンサが簡単な構造で安価に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明のトルクセンサ30の断面図である。

【図2】本発明のトルクセンサ30の一部断面の斜視図である。

【図3】トーションバー31を挟るトルクTが無い状態での部品取付部材(A)32の部品取付面32fに取り付けられた透過型フォトインタラプタ60A、60Bと部品取付部材(B)33に固定して取り付けられた遮光部材34A、34Bとの位置関係を示す図である。

【図4】トーションバー31の挟れ部31tが図2のYD方向に曲げられた状態を図2のXX方向から見た図である。

【図5】トーションバー31の挟れ部31tが図2のXL方向に曲げられた状態を図2のYY方向から見た図である。

【図6】透過型フォトインタラプタ60の断面図である。

【図7】透過型フォトインタラプタ60の検出光64を遮る遮光部材34の位置と受光スリット幅S3を説明する図である。

【図8】本発明のトルクセンサ30の基本電気回路図である。

【図9】透過型フォトインタラプタ60の受光スリット幅S3とトルク信号VT1、VT2の関係を説明する図である。

【図10】トーションバー31の挟れ部31tが挟られた場合と曲げられた場合のトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧と電圧差dVの変化を説明する図である。

【図11】本発明のトルクセンサ30を用いた電動パワーステアリング装置の全体構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態の一例を添付図面に基づいて説明する。

【0015】

図11は、本発明のトルクセンサ30を用いた電動パワーステアリング装置の全体構成図である。電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイール10を回転させると転舵輪90R、90Lが転舵されるマニュアルの操舵機構に操舵補助装置が取り付けられている。操舵補助装置の取り付け位置は、ステアリング軸20のステアリングホイール10に近い側にトルクセンサ30が、遠い側に操舵補助機構100が取り付けられている。そして、これらの外部に制御装置40が取り付けられている。制御装置40の内部には演算部41と駆動部42とがあって、演算部41にはプログラムを実行するマイクロプロセッサを中心に各種センサからの入力インターフェース、A/D変換器、メモリー等の周辺LSIおよび駆動部42への出力インターフェースを備えている。演算部41の入力インターフェースにはスパイラルケーブル300を経由してトルクセンサ30からのトルク信号VT1、VT2と車速センサ50からの車速信号VSとが入力されている。トルク信号VT1とトルク信号VT2は電圧信号であり、A/D変換器でデジタル値に変換される。車速信号VSはパルス信号であり、入力インターフェース部で予め電圧信号に変換した後にA/D変換器でデジタル値に変換される。そして、演算部41は、それらの入力信号に応じて処理した結果により、電動機70の回転方向と電流の大きさを指示する信号を出力インターフェースから駆動部42へ出力する。駆動部42は、演算部41からの指示に応じたPWM方式の駆動電流Iを電動機70に出力することにより操舵補助を行うようになっている。

【0016】

図1は、本発明のトルクセンサ30の断面図である。本発明のトルクセンサ30は、トーションバー31がステアリング軸20の軸方向の中間の一部分となるように取り付けられており、ステアリング軸20と一体となってトーションバー31の軸中心線31cの周りを回転するようになっている。そして、そのトーションバー31の挟れ部31tの軸方

10

20

30

40

50

向の両端の端部 3 1 a、3 1 b には部品取付部材 (A) 3 2 と部品取付部材 (B) 3 3 が固定して取り付けられている。そして、その部品取付部材 (A) 3 2 のトーションバー 3 1 の軸中心線 3 1 c に直交する部品取付面 3 2 f には、透過型フォトインタラプタ 6 0 A と 透過型フォトインタラプタ 6 0 B とが固定して取り付けられている。また、部品取付部材 (B) 3 3 には、対面の 透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B と対になるように 2 個の遮光部材 3 4 A、3 4 B が固定して取り付けられている。そして、それら 透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B と遮光部材 3 4 A、3 4 B の 2 つの対は外部からの遮光と防塵をするためのゴムなどの弾性体の材料で作られたカバー 3 5 で覆われている。

【0017】

上記の 透過型フォトインタラプタ 6 0 A と 透過型フォトインタラプタ 6 0 B は同じもので、その断面を 透過型フォトインタラプタ 6 0 として図 6 に示す。透過型フォトインタラプタ 6 0 は、発光素子である LED 6 2 と受光素子であるフォトランジスタ 6 3 の一対がコの字形の断面のケース 6 1 に納められており、LED 6 2 から出た検出光 6 4 は、ケース 6 1 に開けられた出射スリット 6 1 a から出て、ケース 6 1 のコの字形の内側の検出部を通り、ケース 6 1 に開けられた入射スリット 6 1 b に入り、フォトランジスタ 6 3 が受光するようになっている。出射スリット 6 1 a と入射スリット 6 1 b は、図 7 のように、スリット長 S 1 とスリット幅 S 2 の矩形となっていて、その間を通る検出光 6 4 の片側から遮るように丸棒状の遮光部材 3 4 が配置されている。受光素子であるフォトランジスタ 6 3 を流れる電流は検出光 6 4 の受光量によって変化するが、遮光部材 3 4 はスリット長 S 1 に対して十分長く、常に片側から全長を遮った状態となっているため、遮光部材 3 4 が x L または x R の方向に移動して受光スリット幅 S 3 が変化するのみフォトランジスタ 6 3 の受光量が変化する。また、丸棒状の遮光部材 3 4 の直径寸法 3 4 d はスリット幅 S 2 よりも大きくなっていて、少なくとも測定するトルク値の範囲内では、遮光部材 3 4 は常に検出光 6 4 の片側から直線状の外形線で遮っている。尚、以下の説明では、透過型フォトインタラプタ 6 0 A に関わるものは符号の後ろに A を付けて記述し、透過型フォトインタラプタ 6 0 B に関わるものは符号の後ろに B を付けて記述する。

【0018】

図 8 は、本発明のトルクセンサ 3 0 の基本電気回路図である。透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B の内部の発光素子である LED 6 2 A、6 2 B と電流調整用の抵抗 R d とは、電源 V c c と信号グランド S G の間を直列に接続されて、共通の順方向電流 I f が流されている。そして、透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B の内部の受光素子であるフォトランジスタ 6 3 A、6 3 B のコレクタは電源 V c c に接続され、エミッタは独立した抵抗 R 1、R 2 で信号グランド S G に接続することにより、フォトランジスタ 6 3 A、6 3 B に流れる電流を電圧に変えてトルク信号 V T 1、V T 2 を出力している。図 9 は 透過型フォトインタラプタ 6 0 の受光スリット幅 S 3 とトルク信号 V T 1、V T 2 の関係を説明する図である。受光スリット幅 S 3 が拡がるとフォトランジスタ 6 3 A、6 3 B の受光量が増加してトルク信号 V T 1、V T 2 の電圧は高くなる。そして、本発明のトルクセンサ 3 0 では受光スリット幅 S 3 に対してトルク信号 V T 1、V T 2 の電圧が一次比例して変化する範囲を用いている。

【0019】

図 3 は、トーションバー 3 1 を検るトルク T が無い状態での部品取付部材 (A) 3 2 の部品取付面 3 2 f に取り付けられた 透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B と部品取付部材 (B) 3 3 に固定して取り付けられた遮光部材 3 4 A、3 4 B との位置関係を示す図である。まず、透過型フォトインタラプタ 6 0 A と 透過型フォトインタラプタ 6 0 B は、それぞれ回路基板 3 7 と回路基板 3 8 の上に固定して取り付けられ、さらに、それら回路基板 3 7、3 8 はネジ 3 9 で部品取付部材 (A) 3 2 の部品取付面 3 2 f に固定して取り付けられている。そして、その 透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B の検出部を通る検出光 6 4 A、6 4 B の片側を遮るように、遮光部材 3 4 A、3 4 B が対面の部品取付部材 (B) 3 3 に固定して取り付けられている。遮光部材 3 4 A、3 4 B が検出光 6 4 A、6 4 B を遮る位置は、部品取付面 3 2 f とトーションバー 3 1 の軸中心線 3 1 c が交差する

10

20

30

40

50

軸中心点 3 1 d を通る縦座標軸 Y からは距離 D 1 となっており、軸中心点 3 1 d を通り縦座標軸 Y に直交する横座標軸 X からは距離 D 3 A、D 3 B となっている。また、透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B の位置は、透過型フォトインタラプタ 6 0 A の出射スリット 6 1 a A と入射スリット 6 1 b A の端が縦座標軸 Y から距離 D 2 A の位置に取り付けられており、透過型フォトインタラプタ 6 0 B の出射スリット 6 1 a B と入射スリット 6 1 b B の端が縦座標軸 Y からは距離 D 2 B の位置に取り付けられている。そして、トーションバー 3 1 を捩るトルク T が無い状態では、トルク信号 V T 1 とトルク信号 V T 2 の電圧が等しくなるように、遮光部材 3 4 A、3 4 B に対して距離 D 2 A、D 2 B が調整される。調整の方法としては、回路基板 3 7、3 8 を取り付ける長穴形状の取付穴 3 7 h、3 8 h を利用して、透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B の位置を横座標軸 X に平行する方向に移動させて行う。そして、この調整によりトルク信号 V T 1 とトルク信号 V T 2 の電圧が等しくなるということは、受光スリット幅 S 3 A と受光スリット幅 S 3 B が同じになることであるから、調整後の出射スリット 6 1 a A、6 1 a B と入射スリット 6 1 b A、6 1 b B の縦座標軸 Y からの距離 D 2 A と距離 D 2 B は等しくなる。また、図 6 で示すように、透過型フォトインタラプタ 6 0 の出射スリット 6 1 a と入射スリット 6 1 b の端は、取付面 6 1 c から同じ距離 S 0 となっており、さらに、回路基板 3 7 と回路基板 3 8 とに同じ厚さのものを使っているから、図 1、図 4、図 5 で示すように、透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B の検出光 6 4 A、6 4 B が通る出射スリット 6 1 a A、6 1 a B と入射スリット 6 1 b A、6 1 b B の全ては、部品取付面 3 2 f から距離 D 4 離れて平行してトーションバー 3 1 の軸中心線 3 1 c に直交する一つの仮想平面 P の上に一列に並べて配置される。

【 0 0 2 0 】

以上のように構成されたトルクセンサ 3 0 は、ステアリング軸 2 0 の軸方向の中間の一部となるように取り付けられているが、ステアリングホイール 1 0 による操舵は、運転者の手によってステアリングホイール 1 0 の外周部を接線方向に引く、または押すという操作で行われるから、トーションバー 3 1 には捩るトルク T だけでなく、トーションバー 3 1 を曲げる力も同時に作用するようになる。そこで、トーションバー 3 1 にトルク T が作用して捩られる場合と曲げる力が作用して曲げられる場合について説明する。

【 0 0 2 1 】

先ず、トーションバー 3 1 を捩るトルク T が図 2 の時計方向 C W または反時計方向 C C W に作用した場合を図 3 を用いて説明する。トーションバー 3 1 にトルク T が図 2 の時計方向 C W に作用すると、トーションバー 3 1 の捩れ部 3 1 t が捩られて、部品取付部材 (B) 3 3 はトーションバー 3 1 の軸中心線 3 1 c の周りを部品取付部材 (A) 3 2 に対して時計方向 C W に回転移動するから、部品取付部材 (B) 3 3 に取り付けられた遮光部材 3 4 A、3 4 B は、透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B に対して、トーションバー 3 1 の軸中心点 3 1 d を中心にして時計方向 C W に回転移動する。これにより、透過型フォトインタラプタ 6 0 A の受光スリット幅 S 3 A が広がるため、フォトランジスタ 6 3 A の受光量が増加するので、トルク信号 V T 1 の電圧は高くなり、他方の透過型フォトインタラプタ 6 0 B の受光スリット幅 S 3 B は狭くなるため、フォトランジスタ 6 3 B の受光量が減少するので、トルク信号 V T 2 の電圧は低くなる。同様に、トーションバー 3 1 にトルク T が図 2 の反時計方向 C C W に作用すると、トーションバー 3 1 の捩れ部 3 1 t が捩られて、部品取付部材 (B) 3 3 はトーションバー 3 1 の軸中心線 3 1 c の周りを部品取付部材 (A) 3 2 に対して反時計方向 C C W に回転移動するから、部品取付部材 (B) 3 3 に取り付けられた遮光部材 3 4 A、3 4 B は透過型フォトインタラプタ 6 0 A、6 0 B に対してトーションバー 3 1 の軸中心点 3 1 d を中心にして反時計方向 C C W に回転移動する。これにより、透過型フォトインタラプタ 6 0 A の受光スリット幅 S 3 A は狭くなるため、フォトランジスタ 6 3 A の受光量が減少するので、トルク信号 V T 1 の電圧は低くなり、他方の透過型フォトインタラプタ 6 0 B の受光スリット幅 S 3 B は広がるため、フォトランジスタ 6 3 B の受光量が増加するので、トルク信号 V T 2 の電圧は高くなる。このように、トーションバー 3 1 の捩れ部 3 1 t の捩れによるフォトランジスタ

タ63Aとフォトランジスタ63Bの受光量は一方が増加する時には他方が減少するようになり、それに合わせてトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧が変化する方向も互いに逆方向となる。そして、図1において、部品取付部材(A)32と部品取付部材(B)33の間の擦れ部31tの軸径Dtを細くする、また、擦れ部31tの長さLtを長くする、さらに、図3において、遮光部材34A、34Bが検出光64A、64Bを遮る位置の距離D3A、D3Bを大きくしたり、距離D1を小さくするなどにより、トルクTに対してのトルク信号VT1、VT2の電圧の変化は大きくなる。

【0022】

次に、トーシヨンバー31に曲げる力が作用して擦れ部31tが曲げられる場合を説明する。

【0023】

まず、トーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のYD方向またはYU方向に曲げられる場合を説明する。図4は、トーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のYD方向に曲げられた状態を図3の横座標軸Xに対して平行する図2のXX方向から見た図である。トーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のYD方向に曲げられた場合は、遮光部材34A、34Bは透過型フォトインタラプタ60A、60Bに対してdYU方向に移動するが、その移動する方向は図7で透過型フォトインタラプタ60に対して遮光部材34がyU方向またはyD方向であるため、受光スリット幅S3A、S3Bは変化しないから、フォトランジスタ63Aとフォトランジスタ63Bの受光量は変化しないので、トルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は変化しない。図示しないが、同様にトーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のYU方向に曲げられた場合も、受光スリット幅S3A、S3Bは変化しないから、フォトランジスタ63Aとフォトランジスタ63Bの受光量は変化しないので、トルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は変化しない。

【0024】

次に、トーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のXL方向またはXR方向に曲げられる場合を説明する。図5は、トーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のXL方向に曲げられた状態を図3の縦座標軸Yに対して平行する図2のYY方向から見た図である。2個の透過型フォトインタラプタ60A、60Bの出射スリット61aA、61aBと入射スリット61bA、61bBの全ては、トーシヨンバー31の軸中心線31cに直交する一つの仮想平面Pの上に一列に並べて配置されているから、図2のYY方向から見ると、それら全ては図5では一番手前となる出射スリット61aAに重なる位置になる。また、遮光部材34Aと遮光部材34Bは平行になっており、検出光64A、64Bを前記トーシヨンバーの軸中心線に近い側から丸棒状の遮光部材34Aと遮光部材34Bで遮るようになっている。そのため、トーシヨンバー31の擦れ部31tがXL方向に曲げられた場合は、遮光部材34Aと遮光部材34Bの両方は同じdXR方向に少し斜めに移動する。そして、その移動する方向は、主に図7のxL方向またはxR方向であり、フォトランジスタ63Aとフォトランジスタ63Bの受光量は増加する方向であるが、遮光部材34Aと遮光部材34Bは丸棒状で平行して部品取付部材(B)33に固定して取り付けられているから、それらの外形線は軸周りのどの角度からも平行した直線状であるため、たとえ擦れ部31tが擦られて図2のYY方向から見た遮光部材34Aと遮光部材34Bの外形線の位置が一致しない場合でも、遮光部材34Aと遮光部材34Bは検出光64Aと検出光64Bのスリット長S1と同じとなる全幅を平行した同じ傾きの直線状の外形線で遮りながら同じ距離を移動するから、フォトランジスタ63Aとフォトランジスタ63Bの受光量は同じ量の増加をして、トルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は差を保ったまま両方が同じだけ高くなる。図示しないが、同様にトーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のXR方向に曲げられた場合は、フォトランジスタ63Aとフォトランジスタ63Bの受光量は同じ量の減少をするので、トルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は差を保ったまま両方が同じだけ低くなる。

【0025】

そして、トーシヨンバー31の擦れ部31tが図2のYD方向やYU方向またはXL方

10

20

30

40

50

向やXR方向の中間の方向に曲げられた場合は、それらの方向への影響の割合が変わるだけであるから、YD方向やYU方向の割合にはトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は変化しないで、XL方向またはXR方向の割合に応じてトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は差を保ったまま両方が同じ方向の変化をする。

【0026】

図10(1)は、本発明のトルクセンサ30のトーシヨンバー31の捩れ部31tが捩られた場合と曲げられた場合のトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧の変化を説明する図である。VT1a、VT1b、VT1cはトルク信号VT1の出力であり、VT2a、VT2b、VT2cはトルク信号VT2の出力である。既に説明したように、透過型フォトインタラプタ60Aと透過型フォトインタラプタ60Bの位置は、トーシヨンバー31の捩れ部31tを捩るトルクTが無いトルク $T=0$ のときに、トルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は等しくなるように調整されており、トーシヨンバー31の捩れ部31tの捩れによるトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は、トルクTの大きさに一次比例して変化し、また、電圧の変化する方向は互いに逆方向となっている。中段のVT1bとVT2bは、トーシヨンバー31の捩れ部31tに曲がりがない場合、または、図2のYD方向やYU方向に曲げられた場合である。上段のVT1aとVT2aは、トーシヨンバー31の捩れ部31tが図2のXL方向に曲げられた場合である。下段のVT1cとVT2cは、トーシヨンバー31の捩れ部31tが図2のXR方向に曲げられた場合である。そして、トーシヨンバー31の捩れ部31tが曲げられるとトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧は変化するが、トーシヨンバー31の捩れ部31tが曲げられても、トルク $T=t$ のときのトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧差 $dV(t)$ は、常に $dV(t)a = dV(t)b = dV(t)c$ となっている。

【0027】

そのため、制御装置40の演算部41は、トーシヨンバー31の捩れ部31tの曲がりを考慮することなく、図10(2)に示すように、そのときのトルク信号VT1とトルク信号VT2のA/D変換されたデジタル値を用いて電圧差 $dV(t)$ ($=VT1 - VT2$)を計算することにより、その符号が正(+)または負(-)であるかによってトルクTの方向が時計方向CWまたは反時計方向CCWのいずれであるかの判別ができ、電圧差 $dV(t)$ の絶対値によりトルク値tを得ることができる。

【0028】

以上のように、本発明のトルクセンサ30は、透過型フォトインタラプタ60が遮光部材34の一方の動きのみを検出することができるという特性を利用して、透過型フォトインタラプタ60A、60Bと遮光部材34A、34Bの配置を工夫することにより、トーシヨンバー31の捩れ部31tが曲げられても得られるトルク値tが影響を受けないようになっている。

尚、これまでの説明では、図2のYY方向から見て、遮光部材34A、34Bが前記トーシヨンバー31の軸中心線31cに近い側から検出光64A、64Bを遮る場合であるが、遮光部材34A、34Bが前記トーシヨンバー31の軸中心線31cに遠い側から検出光64A、64Bを遮るようにしても、トーシヨンバー31を捩る方向や曲げる方向に対するフォトランジスタ63A、63Bの受光量の増減の方向が入れ替わるだけであり、同様の特性が得られるようになる。

【0029】

また、本発明のトルクセンサ30に用いた透過型フォトインタラプタ60には、出力するトルク信号VT1、VT2の電圧の変化が大きいという特徴がある。図8の抵抗Rd、R1、R2の抵抗値を適切に設定することにより、図9のように、受光スリット幅S3が変化するとトルク信号VT1、VT2の電圧は、約0ボルトから最大トルク信号電圧 V_{Tmax} ($=電源V_{cc}$ の電圧 - コレクタ・エミッタ間飽和電圧 $V_{ce(sat)}$)まで、受光スリット幅S3にほぼ一次比例して変化する。一般的なフォトランジスタ63のコレクタ・エミッタ間飽和電圧 $V_{ce(sat)}$ は0.2~0.4ボルトであるから、電源 V_{cc} の電圧が5ボルトの場合でもトルク信号VT1、VT2の最大トルク信号電圧VT

10

20

30

40

50

maxは4.6~4.8ボルトになる。出力の一例として、トーシヨンバー31の材料が鉄のS45Cで、換れ部31tの寸法が軸径Dt=17mm、長さLt=25mmの軸方向の両端の端部31a、31bに部品取付部材(A)32と部品取付部材(B)33とを取り付けて、それらに遮光部材34A、34Bが検出光64A、64Bを遮る位置が距離D1=1mm、距離D3A=20mm、距離D3B=20mmとなるように、スリット幅S2=0.5mmの透過型フォトインタラプタ60A、60Bと遮光部材34A、34Bとを取り付けて、電源Vccの電圧=5ボルトという条件において、トルクT=10Nmの場合に、トルク値tの電圧差dVとして約0.6ボルトが得られた。そのため、増幅しないでそのまま、または小さな倍率で増幅して、制御装置40に取り込んで利用することが可能になり、外来の電気ノイズや温度変化に対しても影響を受けにくい、安定したトルクセンサが実現できる。

10

【0030】

本発明は、上記の実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載した事項の範囲内において種々変更した形態にて実施することが可能である。例えば、トルクセンサ30のトーシヨンバー31とステアリング軸20とを一体の部品としたり、部品取付部材(A)32や部品取付部材(B)33をトーシヨンバー31と一体の部品とすることなどによっても実現可能である。また、透過型フォトインタラプタ60A、60Bの検出部を通る検出光64Aと検出光64Bの進む方向の組み合わせを変えたり、遮光部材34A、34Bが検出光64A、64Bを遮る側を変えても、トーシヨンバー31の換れ部31tの換りや曲がりに対する特性は同様に実現可能である。また、トルクT=0のときにトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧を同じにする調整は、出射スリット61aA、61aBと入射スリット61bBの縦座標軸Yから距離D2Aと距離D2Bが等しくなるように固定して取り付けられた透過型フォトインタラプタ60A、60Bに対して遮光部材34A、34Bを移動させて受光スリット幅S3A、S3Bを調整する方式によっても実現可能である。さらに、トルクT=0のときにトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧を同じにする調整は、厳密に調整しないとか、調整する機構は設けなくて部品の寸法精度のみで取り付けるなどで、ほぼ電圧が等しくなる状態にしておいて、トルクT=0のときのトルク信号VT1とトルク信号VT2の電圧をA/D変換したデジタル値を予め演算部41のメモリーに記憶しておき、制御するときに演算部41の内部のプログラムがトルク値tを計算するときに記憶したデジタル値を用いて補正する方法によっても実現可能である。

20

30

【符号の説明】

【0031】

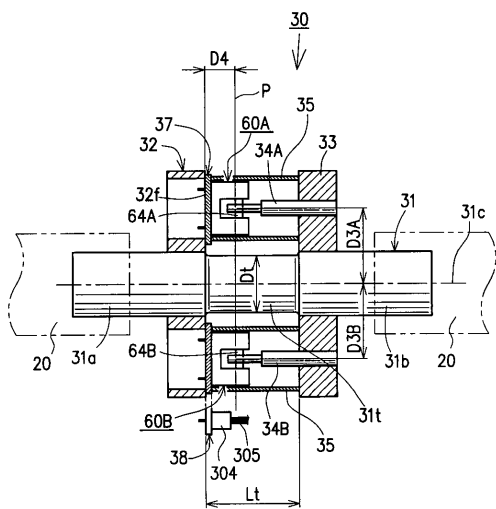
- 10 ステアリングホイール
- 20 ステアリング軸
- 30 トルクセンサ
- 31 トーシヨンバー
- 31t 換れ部
- 32 部品取付部材(A)
- 33 部品取付部材(B)
- 34 遮光部材
- 37、38 回路基板
- 40 制御装置
- 50 車速センサ
- 60 透過型フォトインタラプタ
- 61 ケース
- 61a 出射スリット
- 61b 入射スリット
- 62 LED
- 63 フォトトランジスタ

40

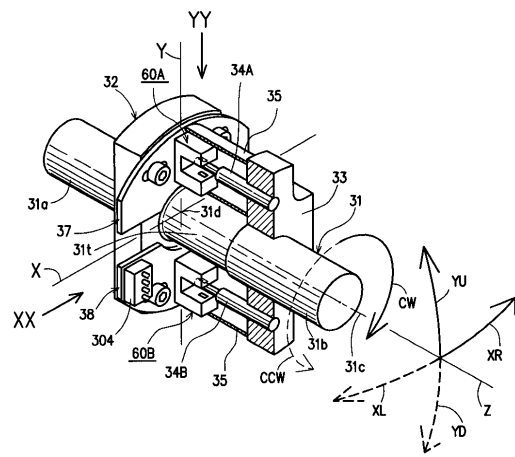
50

- 6 4 検出光
- 7 0 電動機
- 1 0 0 操舵補助機構
- 1 0 1 減速機
- 3 0 0 スパイラルケーブル
- P 仮想平面

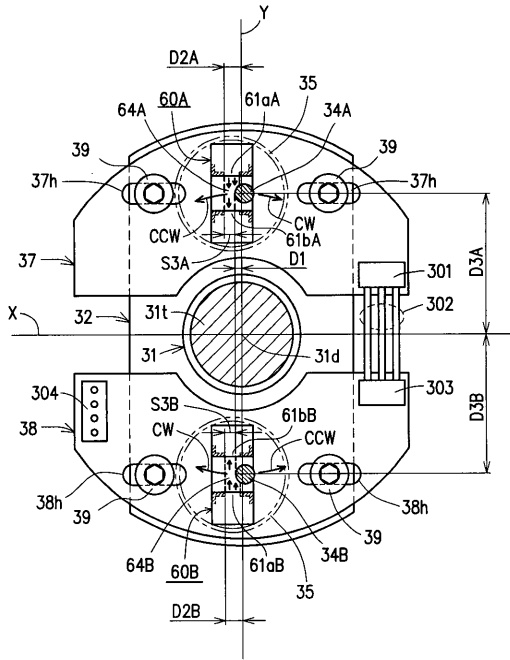
【図1】



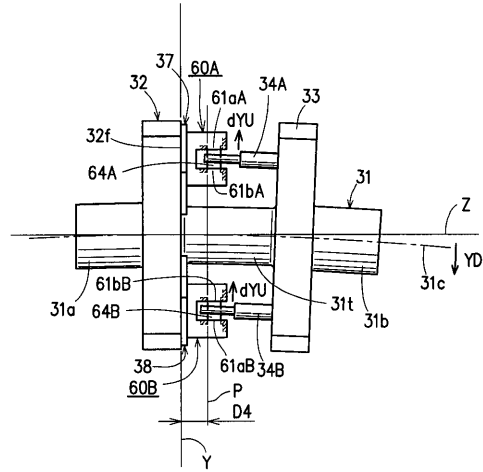
【図2】



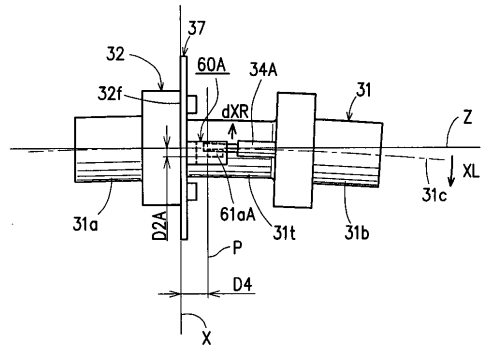
【図3】



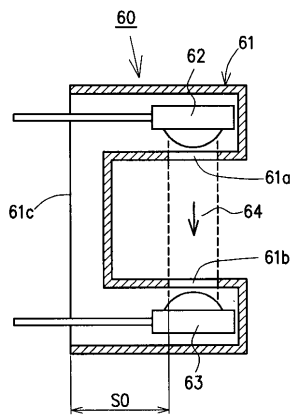
【図4】



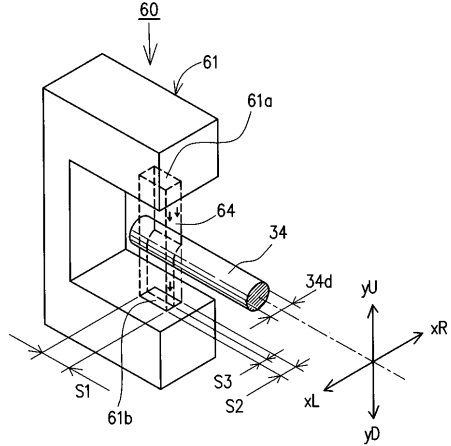
【図5】



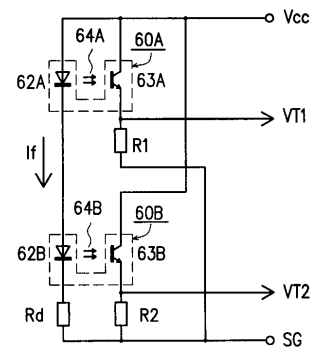
【図6】



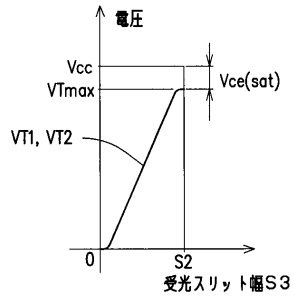
【図7】



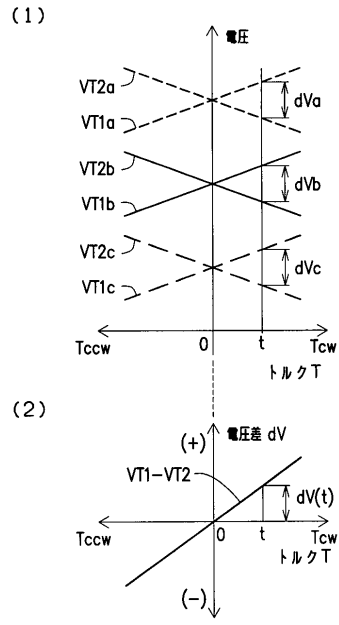
【図8】



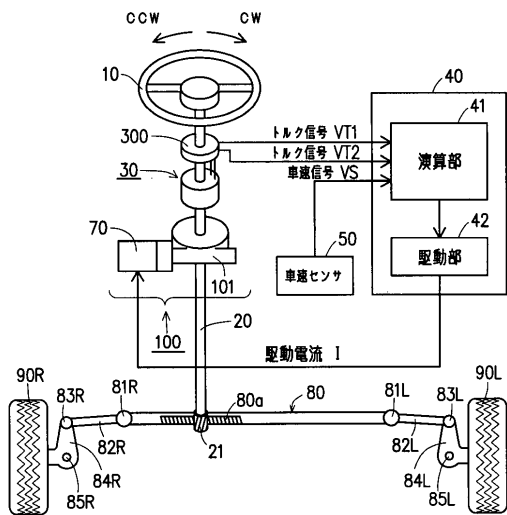
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭57-169611(JP,A)
実開昭57-004730(JP,U)
特開平08-101027(JP,A)
特開昭55-164323(JP,A)
特開昭63-180830(JP,A)
特開平04-340430(JP,A)
実開平04-109344(JP,U)
特許第3094483(JP,B2)
特開2006-162272(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 3/04 - 3/12
B62D 5/04
G01B11/26
G01D 5/00 - 5/38