

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-114113

(P2015-114113A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 L 3/10 (2006.01)	G 0 1 L 3/10 3 0 3 A	3 D 2 3 2
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00	3 D 3 3 3
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04	
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-254006 (P2013-254006)
 (22) 出願日 平成25年12月9日 (2013.12.9)

(71) 出願人 000004204
 日本精工株式会社
 東京都品川区大崎1丁目6番3号
 (74) 代理人 100078776
 弁理士 安形 雄三
 (74) 代理人 100121887
 弁理士 菅野 好章
 (72) 発明者 角田 幹彦
 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内
 (72) 発明者 近江 保
 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

最終頁に続く

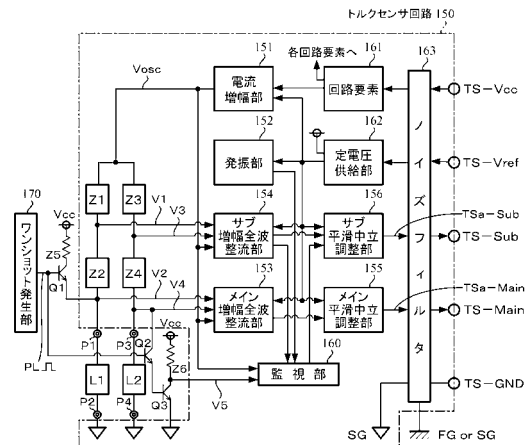
(54) 【発明の名称】 トルクセンサ及びそれを搭載した電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】初期始動時に異常を判別することができるトルクセンサ及びそれを搭載した安全性の高い電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】トルクに応じて互いに逆方向にインピーダンスが変化する1対の検出コイルL1、L2と、1対の検出コイルに直列接続されてブリッジ回路を形成する1対の抵抗を具備し、ブリッジ回路の電圧に基づいてトルクを検出するトルクセンサ回路150とで構成され、トルクセンサ回路に回路用電源電圧及び定電圧用基準電圧が供給され、トルクセンサ回路が、1対の検出コイルを励磁する励磁部と、励磁の電圧波形及びブリッジ回路の電圧波形を比較し、1対の検出コイルの異常を検出する監視部160とを具備しているトルクセンサにおいて、トルクセンサ回路に回路用電源電圧及び定電圧用基準電圧が入力されるタイミングで処理を行う付加回路部と、初期診断時に1対の検出コイルの間の短絡を検出する監視回路部とを備える。

【選択図】図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回転軸に生じるトルクに応じて互いに逆方向にインピーダンスが変化する 1 対の検出コイルと、前記 1 対の検出コイルに直列接続されてブリッジ回路を形成する 1 対の抵抗を具備し、前記ブリッジ回路の電圧に基づいて前記トルクを検出するトルクセンサ回路とで構成され、

前記トルクセンサ回路に回路用電源電圧及び定電圧用基準電圧が供給され、前記トルクセンサ回路が、前記 1 対の検出コイルを励磁する励磁部と、前記励磁の電圧波形及び前記ブリッジ回路の電圧波形を比較し、前記 1 対の検出コイルの異常を検出する監視部とを具備しているトルクセンサにおいて、

前記トルクセンサ回路に前記回路用電源電圧及び定電圧用基準電圧が入力されるタイミングで処理を行う付加回路部と、初期診断時に前記 1 対の検出コイルの間の短絡を検出する監視回路部とを備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 2】

前記付加回路部が、ワンショットパルスが発生するワンショットパルス発生部と、前記ワンショットパルスに基づいて ON / OFF 動作を行い、前記監視回路部に診断信号を入力するスイッチング部とで構成されている請求項 1 に記載のトルクセンサ。

【請求項 3】

前記トルクセンサ回路がメイン回路部及びサブ回路部で構成されており、前記監視回路部で前記短絡が検出されたときに、前記サブ回路部から短絡検出信号を出力する請求項 1 又は 2 に記載のトルクセンサ。

【請求項 4】

前記スイッチング部が、前記 1 対の検出コイルの間に接続され、前記ワンショットパルスを入力する 1 対のスイッチング素子と、前記 1 対のスイッチング素子の一方に接続された出力用スイッチング素子とで構成され、前記出力用スイッチング素子から前記診断信号を出力し、前記サブ回路部を介して前記短絡検出信号を生成するようになっている請求項 2 又は 3 に記載のトルクセンサ。

【請求項 5】

前記スイッチング部が、前記 1 対の検出コイルの間に接続され、前記ワンショットパルスを入力する 1 対のスイッチング素子と、前記 1 対のスイッチング素子の一方に接続された出力用スイッチング素子と、前記出力用スイッチング素子の出力信号及び基準電圧を比較して前記診断信号を生成するコンパレータとで構成され、前記コンパレータからの前記診断信号に基づき、前記サブ回路部を介して前記短絡検出信号を生成するようになっている請求項 2 又は 3 に記載のトルクセンサ。

【請求項 6】

前記 1 対のスイッチング素子及び前記出力用スイッチング素子がトランジスタである請求項 4 又は 5 に記載のトルクセンサ。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 に記載のトルクセンサを搭載していることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、トルクセンサ及びそれを搭載し、車両の操舵系にモータによるアシスト力を付与するようにした電動パワーステアリング装置に関する。特に、発生するトルクに応じて互いに逆方向にインピーダンスが変化する 1 対の検出コイルと、1 対の検出コイルに直列接続されてブリッジ回路を形成する 1 対の抵抗を具備し、ブリッジ回路の電圧差に基づいて操舵トルクを検出すると共に、検出コイルの異常（故障）を検出するトルクセンサ回路とで構成されたトルクセンサにおいて、初期診断で、1 対の検出コイル同士が短絡した異常をも検出できるようにしたトルクセンサ及びそれを搭載した安全性の高い電動パワー

10

20

30

40

50

ステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両のステアリング機構にモータの回転力で操舵補助力（アシスト力）を付与する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に操舵補助力を付与するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置（EPS）は、操舵補助力のトルクを正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、操舵補助指令値（電流指令値）とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的にPWM（パルス幅変調）制御のデューティの調整で行っている。

10

【0003】

電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図1に示して説明すると、ハンドル（ステアリングホイール）1のコラム軸（ステアリングシャフト、ハンドル軸）2は減速ギア3、ユニバーサルジョイント4a及び4b、ピニオンラック機構5、タイロッド6a、6bを経て、更にハブユニット7a、7bを介して操向車輪8L、8Rに連結されている。また、コラム軸2には、ハンドル1の操舵トルクを検出するトルクセンサ100が設けられており、ハンドル1の操舵力を補助するモータ20が減速ギア3を介してコラム軸2に連結されている。電動パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット（ECU）30には、バッテリー13から電力（電圧VBAT）が供給されると共に、イグニションキー11を経てイグニションキー信号IGが入力される。コントロールユニット30は、トルクセンサ100で検出された操舵トルクThと車速センサ12で検出された車速Velとに基づいてアシスト（操舵補助）指令の電流指令値の演算を行い、電流指令値に補償等を施した電流制御値Eによってモータ20に供給する電流を制御する。

20

【0004】

コントロールユニット30は主としてCPU（MPUやMCUも含む）で構成されるが、そのCPU内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと図2のようになる。

【0005】

図2を参照してコントロールユニット30の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ100で検出された操舵トルクTh及び車速センサ12で検出された（若しくはCANからの）車速Velは、電流指令値Iref1を演算する電流指令値演算部31に入力される。電流指令値演算部31は、入力された操舵トルクTh及び車速Velに基づいてアシストマップ等を用いて、モータ20に供給する電流の制御目標値である電流指令値Iref1を演算する。電流指令値Iref1は加算部32Aを経て電流制限部33に入力され、過熱保護条件で最大電流を制限された電流指令値Iref3が減算部32Bに入力され、フィードバックされているモータ電流値Imとの偏差Iref4（=Iref3-Im）が演算され、その偏差Iref4が操舵動作の特性改善のためのPI制御部35に入力される。PI制御部35で特性改善された電圧制御指令値VrefがPWM制御部36に入力され、更に駆動部としてのインバータ回路37を介してモータ20がPWM駆動される。モータ20の電流値Imはモータ電流検出器38で検出され、減算部32Bにフィードバックされる。

30

40

【0006】

また、加算部32Aには補償部34からの補償信号CMが加算されており、補償信号CMの加算によってシステム系の補償を行い、収れん性や慣性特性等を改善するようになっている。補償部34は、セルフアライニングトルク（SAT）343と慣性342を加算部344で加算し、その加算結果に更に収れん性341を加算部345で加算し、加算部345の加算結果を補償信号CMとしている。

【0007】

このように電動パワーステアリング装置では、操舵トルクThを検出するためのトルク

50

センサ１００を搭載しており、トルクセンサ（例えば特開２００１－１５９５７０号公報（特許文献１）、特許第３６４９０５７号公報（特許文献２））の概略の構造及び動作を以下に説明する。

【０００８】

図３はトルクセンサ１００を含む電動パワーステアリング装置の主要部を示す断面図であり、図４はトルクセンサ１００の一部断面斜視図である。図３及び図４において、１１０a及び１１０bはハウジングであり、入力軸側１１０a及び出力軸側１１０bの２分割構造となっている。ハウジング１１０a及び１１０bの内部には、コラム軸２の入力軸２a、その内部に配置されたトーションバー１１１、トーションバー１１１を介して入力軸２aに連結された出力軸２bが、軸受１１２a、１１２b及び１１２cによって回転自在に支持されている。入力軸２a、トーションバー１１１及び出力軸２bは同軸に配置されており、入力軸２aとトーションバー１１１とはスプライン結合し、また、トーションバー１１１と出力軸２bもスプライン結合している。また、出力軸２bにはピニオン軸１１３が一体的に形成されており、ピニオン軸１１３はラック１１４と噛合してラックアンドピニオン式ステアリング機構を構成している。

【０００９】

なお、コラム式電動パワーステアリング装置においても、ピニオン軸１１３がコラム軸を呈しており、ほぼ同様な構造である。

【００１０】

出力軸２bには、これと同軸で且つ一体に回転するウォームホイール１１５が固着されており、モータ２０で駆動されるウォーム１１６と噛合している。モータ２０の回転力は、ウォーム１１６及びウォームホイール１１５を介して出力軸２bに伝達され、モータ２０の回転方向を適宜切り換えることにより、出力軸２bに任意の方向の操舵補助トルクが付与される。

【００１１】

次に、トルクセンサ１００のトルク検出部の構成を説明する。トルク検出部は入力軸２aのセンサシャフト部１２０と、ハウジング１１０aの内側に配置された１対の検出コイルＬ１、Ｌ２と、両者の間に配置された円筒部材１２１とから構成される。センサシャフト部１２０の表面には、軸方向に延びた複数の凸条１２１aが円周方向に沿って等間隔に形成されており、凸条１２１aの間にはその幅よりも幅広の溝部１２１bが形成されている。また、センサシャフト部１２０の外側には、導電性で且つ非磁性の材料で構成された円筒部材１２１が同軸に配置されており、円筒部材１２１の延長部１２１eは出力軸２bの端部２eの外側に固定されている。円筒部材１２１には、凸条１２１aに対向する位置に、円周方向に等間隔に配置された複数の長方形の窓１２３から成る第１の窓列と、第１の窓列から軸方向にずれた位置に、円周方向の位相が異なる複数の長方形の窓１２４から成る第２の窓列とが設けられている。

【００１２】

円筒部材１２１の外周は、検出コイルＬ１及びＬ２が捲回されたヨーク１２５で包囲されている。即ち、検出コイルＬ１及びＬ２は円筒部材１２１と同軸に配置され、検出コイルＬ１は第１の窓列部分を包囲し、検出コイルＬ２は第２の窓列部分を包囲する。ヨーク１２５はハウジング１１０aの内部に固定され、検出コイルＬ１及びＬ２のリード線は、ハウジング１１０aの内部に配置されたトルクセンサ回路（回路基板）１５０に接続される。

【００１３】

操舵系が直進状態にあって操舵トルク T_h が零である場合はトーションバー１１１には捩れが発生せず、入力軸２aと出力軸２bとは相対回転しない。従って、入力軸２aの側にあるセンサシャフト部１２０の表面の凸条１２１aと、出力軸２bの側にある円筒部材１２１との間にも相対回転が生じない。一方、ハンドル１を操舵して入力軸２aに回転力が加わると、その回転力はトーションバー１１１を経て出力軸２bに伝達される。このとき、出力軸２bには舵輪と路面との間の摩擦力や出力軸２bに結合されているギアの噛み

10

20

30

40

50

合い等の摩擦力が作用するから、入力軸 2 a と出力軸 2 b との間を結合するトーションバ
ー 1 1 1 に捩れが発生し、凸条 1 2 1 a と円筒部材 1 2 1 との間に相対回転が生ずる。

【 0 0 1 4 】

図 5 は、操舵トルク T_h の大きさと検出コイル L_1 のインダクタンス L_{1i} 及び検出コ
イル L_2 のインダクタンス L_{2i} の変化例を示す特性図であり、互いに逆方向にインピー
ダンスが変化する。つまり、右操舵トルク発生時は、円筒部材 1 2 1 が時計方向に回転す
るから、操舵トルク T_h が増大するに従って検出コイル L_1 のインダクタンス L_{1i} は増
加し、検出コイル L_2 のインダクタンス L_{2i} は減少する。また、左操舵トルク発生時は
、円筒部材 1 2 1 が反時計方向に回転するから、操舵トルク T_h が増大するに従って検出
コイル L_1 のインダクタンス L_{1i} は減少し、検出コイル L_2 のインダクタンス L_{2i} は
増加する。

10

【 0 0 1 5 】

図 6 は、トルクセンサ 1 0 0 とコントロールユニット (E C U) 3 0 の電気的な接続関
係を示しており、トルクセンサ 1 0 0 は 1 対の検出コイル L_1 , L_2 とトルクセンサ回路
1 5 0 とで構成され、検出コイル L_1 , L_2 とトルクセンサ回路 1 5 0 とはピン $P_1 \sim P_4$
を介して接続されている。トルクセンサ回路 1 5 0 とコントロールユニット 3 0 とは接
地部 $TS - GND$ (グランド) で共通接続されると共に、コントロールユニット 3 0 から
トルクセンサ回路 1 5 0 へ回路用の電源電圧 $TS - V_{cc}$ 、定電圧用の基準電圧 $TS - V_{ref}$
が供給され、トルクセンサ回路 1 5 0 からコントロールユニット 3 0 へ操舵トルク
 T_h を示すメイントルク信号 $TS - Main$ 及びサブトルク信号 $TS - Sub$ が入力さ
れる。

20

【 0 0 1 6 】

図 7 はトルクセンサ回路 1 5 0 の構成例を示しており、操舵トルク T_h を検出するブリ
ッジ回路は、検出コイル L_1 及び抵抗 Z_1 , Z_2 が直列に接続された第 1 アームと、検出
コイル L_2 及び抵抗 Z_3 , Z_4 が直列に接続された第 2 アームとから構成されている。発
振部 1 5 2 は所定周波数の交流電圧を発振出力し、交流電圧は電流増幅部 1 5 1 で増幅さ
れ、増幅された交流電圧 V_{osc} が第 1 のアーム及び第 2 のアームに供給される。なお、ト
ルクが作用していない状態で、ブリッジ回路の第 1 アーム及び第 2 アームに等しい電流が
流れて検出コイル L_1 の端部 (ピン) P_1 の電圧 V_3 と、検出コイル L_2 の端部 (ピン)
 P_3 の電圧 V_4 とが等しくなるように、予め検出コイル L_1 及び L_2 の特性を揃え、また
、抵抗 Z_1 と抵抗 Z_2 の接合点の電圧 V_3 と抵抗 Z_3 と抵抗 Z_4 の接合点の電圧 V_4 とが
等しくなるように、抵抗 $Z_1 \sim Z_4$ を揃えておく。

30

【 0 0 1 7 】

検出コイル L_1 の接合点 P_1 の電圧 V_3 と、検出コイル L_2 の接合点 P_3 の電圧 V_4 は
、メイン増幅全波整流部 1 5 3 に入力され、その差分の電圧信号に変換されて増幅され
ると共に整流され、更にメイン平滑中立調整部 1 5 5 で出力波形が調整された後、ノイズフ
ィルタ 1 6 3 を経てメイントルク信号 $TS - Main$ として出力される。また、抵抗 Z_1
と抵抗 Z_2 の接合点の電圧 V_1 と、抵抗 Z_3 と抵抗 Z_4 の接合点の電圧 V_2 は、サブ増幅
全波整流部 1 5 4 に入力され、その差分の電圧信号に変換されて増幅されると共に整流さ
れ、更にサブ平滑中立調整部 1 5 6 で出力波形が調整された後、ノイズフィルタ 1 6 3 を
経てサブトルク信号 $TS - Sub$ として出力される。

40

【 0 0 1 8 】

メイントルク信号 $TS - Main$ 及びサブトルク信号 $TS - Sub$ はコントロールユニ
ット 3 0 に入力され、その差が零であるか零以外であるかを診断する。そして、零の場
合はブリッジ回路を構成する回路要素は正常であると診断し、差が零以外の信号の場
合は、ブリッジ回路を構成する回路要素が故障していると診断して、必要な処置、例
えば警告表示をするほか、操舵トルク T_h を無効にするなどの処理をする。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 9 】

50

【特許文献１】特開２００１－１５９５７０号公報

【特許文献２】特許第３６４９０５７号公報

【特許文献３】特開２０００－１１１４２８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００２０】

上述した従来のトルクセンサ（特許文献１及び２）ではブリッジ回路を構成しているの
で、ピンＰ１とピンＰ３が短絡した場合には電圧Ｖ３及びＶ４が同一になってしまい、全
体のインピーダンス変化が発生しても一定値となってしまう。このようなピン間が短絡し
たようなトルクセンサを搭載した電動パワーステアリング装置では、トルク入力が一定の
アシスト制御になってしまい、運転者がハンドルを操舵してもアシストされず、マニユ
アルステアリングとなってしまう、運転者に不快感を与えてしまう。

10

【００２１】

また、ピン間の短絡を検出するトルクセンサとして、特開２０００－１１１４２８号公報
（特許文献３）に開示されたものがある。特許文献３のトルクセンサでは、コイル同士が
短絡した異常（故障）を検出する手法を示しているが、コントロールユニット（ＥＣＵ）
の構成を大幅に変更しなくてはならない問題がある。つまり、特許文献３のトルクセンサ
では、従来のコントロールユニット（ＥＣＵ）をそのまま使用することができないので、
コストアップにもなる。

【００２２】

20

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、従来のトルクセ
ンサ回路のＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit、カスタムＩＣ）で構
成された部分には一切手を加えず、コントロールユニット（ＥＣＵ）のハードウェア構成
、フェールセーフ構成を変えず、極めて簡易な構成（付加回路部）の付加により検出コイ
ル同士の短絡を検出することができ、初期始動時に異常（故障）を判別することができる
トルクセンサ及びそれを搭載した安全性の高い電動パワーステアリング装置を提供するこ
とにある。

【課題を解決するための手段】

【００２３】

本発明は、回転軸に生じるトルクに応じて互いに逆方向にインピーダンスが変化する１
対の検出コイルと、前記１対の検出コイルに直列接続されてブリッジ回路を形成する１対
の抵抗を具備し、前記ブリッジ回路の電圧に基づいて前記トルクを検出するトルクセンサ
回路とで構成され、前記トルクセンサ回路に回路用電源電圧及び定電圧用基準電圧が供給
され、前記トルクセンサ回路が、前記１対の検出コイルを励磁する励磁部と、前記励磁の
電圧波形及び前記ブリッジ回路の電圧波形を比較し、前記１対の検出コイルの異常を検出
する監視部とを具備しているトルクセンサに関し、本発明の上記目的は、前記トルクセン
サ回路に前記回路用電源電圧及び定電圧用基準電圧が入力されるタイミングで処理を行う
付加回路部と、初期診断時に前記１対の検出コイルの間の短絡を検出する監視回路部とを
備えることにより達成される。

30

【００２４】

40

本発明の上記目的は、前記付加回路部が、ワンショットパルスを発生するワンショット
パルス発生部と、前記ワンショットパルスに基づいてＯＮ／ＯＦＦ動作を行い、前記監視
回路部に診断信号を入力するスイッチング部とで構成されていることにより、或いは前記
トルクセンサ回路がメイン回路部及びサブ回路部で構成されており、前記監視回路部で前
記短絡が検出されたときに、前記サブ回路部から短絡検出信号を出力することにより、或
いは前記スイッチング部が、前記１対の検出コイルの間に接続され、前記ワンショットパ
ルスを入力する１対のスイッチング素子と、前記１対のスイッチング素子の一方に接続さ
れた出力用スイッチング素子とで構成され、前記出力用スイッチング素子から前記診断信
号を出力し、前記サブ回路部を介して前記短絡検出信号を生成するようになっていること
により、或いは前記スイッチング部が、前記１対の検出コイルの間に接続され、前記ワン

50

ショットパルスを入力する１対のスイッチング素子と、前記１対のスイッチング素子の一方に接続された出力用スイッチング素子と、前記出力用スイッチング素子の出力信号及び基準電圧を比較して前記診断信号を生成するコンパレータとで構成され、前記コンパレータからの前記診断信号に基づき、前記サブ回路部を介して前記短絡検出信号を生成するようになっていることにより、或いは前記１対のスイッチング素子及び前記出力用スイッチング素子がトランジスタであることにより、より効果的に達成される。

【００２５】

また、上記トルクセンサを搭載することにより、安全性の高い電動パワーステアリング装置を達成できる。

【発明の効果】

10

【００２６】

本発明のトルクセンサによれば、従来のトルクセンサ回路のＡＳＩＣで構成された部分には一切手を加えず、コントロールユニット（ＥＣＵ）のハードウェア構成、フェールセーフ構成を変えず、極めて簡易な構成（付加回路部）の付加により検出コイル同士の短絡を検出することができるので、フェールに入らない固着モード（操舵トルク入力が一一定）から逸脱できると共に、コストアップを最小限に抑えることができる。

【００２７】

また、本発明のトルクセンサを搭載した電動パワーステアリング装置によれば、初期始動時に異常（故障）を判別することができ、エンジン始動時の初期診断で検出し、車両のインジケータ等に表示して運転者へ通知し、ＥＰＳに故障（異常）、アシスト制御がＯＮ

20

【図面の簡単な説明】

【００２８】

【図１】電動パワーステアリング装置の概要を示す構成図である。

【図２】電動パワーステアリング装置の制御系の構成例を示すブロック図である。

【図３】トルクセンサを搭載した電動パワーステアリング装置の断面構造図である。

【図４】トルクセンサの一部断面斜視図である。

【図５】トルクセンサのインダクタンスの出力例を示す特性図である。

【図６】トルクセンサとコントローラの接続関係を示すブロック図である。

30

【図７】従来のトルクセンサ回路の一例を示すブロック図である。

【図８】本発明の構成例（第１実施形態）を示すブロック結線図である。

【図９】トルクセンサ回路の一部を詳細に示す回路図である。

【図１０】本発明の動作例を示すフローチャートである。

【図１１】本発明の動作例を示すタイミングチャートである。

【図１２】ワンショットパルスに対する応答例を示すタイミングチャートである。

【図１３】本発明の構成例（第２実施形態）を示すブロック結線図である。

【発明を実施するための形態】

【００２９】

本発明のトルクセンサによれば、従来のトルクセンサ回路のＡＳＩＣで構成された部分には一切手を加えず、しかもコントロールユニット（ＥＣＵ）のハードウェア構成、フェールセーフ構成を変えず、ワンショットパルスを発生するワンショット発生部と、数個のスイッチング素子（例えばトランジスタ）等のスイッチング部とで成る極めて簡易な構成の付加回路部の付加により、初期診断時に検出コイル同士の短絡を、監視回路部を介して検出することができる。

40

【００３０】

また、本発明のトルクセンサを搭載した電動パワーステアリング装置によれば、初期始動時に検出コイル同士の短絡といった重大な異常（故障）を検知することができるので、エンジン始動時の初期診断時に検出コイルのコイル短絡を検出し、車両のインジケータ等に表示することにより運転者へ通知できる。これにより、ＥＰＳに故障（異常）があった

50

り、アシスト制御がONしていないことを運転者に報知できる安全性の高い電動パワーステアリング装置を得ることができる。

【0031】

以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。

【0032】

図8は本発明に係るトルクセンサの構成例を、従来の図7と対応させて示している。本発明では、ASICのトルクセンサ回路150に、回路用電源電圧(Vcc)及び定電圧用基準電圧(Vref)が入力されるタイミングで処理を行う付加回路部を付加している。付加回路部は、上記タイミングでワンショットパルスPLを発生するワンショット発生部(例えばモノマルチ)170と、ワンショットパルスPLに基づいてON/OFF動作を行い、診断信号V5を出力するスイッチング部とで構成されている。スイッチング部は、本実施形態では、スイッチング素子としての1対のトランジスタQ1及びQ2と、出力用スイッチング素子としての出力用トランジスタQ3とで構成されている。

10

【0033】

ワンショット発生部170からのワンショットパルスPLは、1対のトランジスタQ1及びQ2の各ベースに入力される。トランジスタQ1のコレクタは抵抗Z5を経て電源電圧Vccに接続され、エミッタはピンP1部分(検出コイルL1と抵抗Z2の接続点)に接続され、トランジスタQ2のコレクタはピンP2部分(検出コイルL2と抵抗Z4の接続点)に接続されている。また、トランジスタQ2のエミッタは出力用トランジスタQ3のベースに接続され、出力用トランジスタQ3のコレクタは抵抗Z6を経て電源電圧Vccに接続され、エミッタは接地されている。出力用トランジスタQ3のコレクタ出力V5が診断信号として監視部160に入力されている。

20

【0034】

また、本発明の監視部160はピンP1とピンP3との間の短絡が検出されたとき、短絡検出信号として、サブ平滑中立調整部156の出力であるサブ出力TSa-Subを論理「L」とするようになっている。なお、論理回路を逆とし、短絡が検出されたときに論理「H」とするよう設計することも可能である。

【0035】

図9はトルクセンサ回路150の一部を詳細に示す回路図であり、監視部160内のCP₁及びCP₂は比較結果を論理「H」又は「L」で出力するコンパレータであり、メイン増幅全波整流部153内のOP₁、メイン平滑中立調整部155内のOP₂、サブ平滑中立調整部156内のOP₃はいずれも演算増幅器であり、演算増幅器OP₂からメイン出力TSa-Mainが出力され、演算増幅器OP₃からサブ出力TSa-Subが出力される。

30

【0036】

このような構成において、その動作例を図10のフローチャートに従って説明する。

【0037】

イグニッションキー11がON(ステップS1)された初期状態(図11(A)の時点t10)においては、コントロールユニット30よりトルクセンサ回路150に回路用の電源電圧TS-Vcc、定電圧用の基準電圧TS-Vrefが入力されていないので、ワンショット発生部170からはワンショットパルスPLは発生されておらず、トランジスタQ1及びQ2はいずれもOFFとなっている。

40

【0038】

時点t10にイグニッションキー11がONされ、初期診断が開始されると(ステップS2)、図11(B)に示す時点t11にコントロールユニット30より回路用の電源電圧TS-Vccが入力され、図11(C)に示す時点t11に定電圧用の基準電圧TS-Vrefが入力される(ステップS3)。基準電圧TS-Vrefが入力されると、図11(E)に示すように基準電圧TS-Vrefの入力時点t12から、検出コイルL1、L2の励磁開始時点t14までの間にワンショット発生部170よりワンショットパルスPLを発生し(ステップS4)、図11(D)に示すようにコイル間(ピンP1とピンP3

50

の間)を通電電流させてコイル間短絡の有無をチェックする(ステップS5)。

【0039】

コイル間の短絡チェックがOKであれば、図11(E)に示すように検出コイルL1、L2を時点t14以降励磁して診断を終了する(ステップS6)。つまり、時点t12から時点t14までの時間T1内にコイル間の短絡チェックを終了する。

【0040】

上記ステップS5におけるコイル間の短絡チェックがOKでない場合、つまり検出コイル間(ピンP1とピンP3)の短絡がある場合には、出力用トランジスタQ3がONすることによってコレクタ出力V5が接地電位となり、監視部160を経てサブ信号TSa-Subが論理「L」となり(ステップS7)、コントロールユニット30側でこれを検知し、インジケータ等で表示する(ステップS8)。

【0041】

図12のタイミングチャートは、コイル間が短絡している場合のワンショットパルスPLと、トランジスタQ1~Q3のON/OFFと、トランジスタQ3のコレクタ出力V5との関係を示している。

【0042】

ワンショットパルスPLが出力されていないとき、例えば時点t1においてはトランジスタQ1及びQ2はいずれもOFFとなっており、出力用トランジスタQ2のエミッタがトランジスタQ3のベースに接続されているので出力用トランジスタQ3はOFFであり、出力用トランジスタQ3のコレクタ出力は基準電圧Vccと同じ論理「H」となる。一方、時点t2にワンショットパルスPLが入力されるとトランジスタQ1及びQ2はいずれもONとなり、これにより出力用トランジスタQ3がONとなるので、トランジスタQ3のコレクタ出力V5が接地レベルの論理「L」となる。

【0043】

図13は本発明の他の実施形態を示しており、本実施形態では、付加回路部のスイッチング部が、1対のトランジスタQ1及びQ2と、出力用トランジスタQ3と、トランジスタQ3のコレクタに接続されたコンパレータ171とで構成されている。出力用トランジスタQ3のコレクタ出力V5をコンパレータ171の入力とし、コンパレータ171は基準電圧Vrefcと比較し、診断信号として論理「H」又は「L」のサブ信号TSa-Subを出力するようにしている。

【0044】

本実施形態においては、短時間チェックを行う始動時はコントロールユニット(ECU)30側で、トルクメイン信号TS-Main及びサブトルク信号TS-Subを取り込んでいないため、ある程度の状態保持回路が必要である。そのため、出力用トランジスタQ3のベースと接地との間にキャパシタC1が接続され、ベース電位を保持するようになっている。また、本実施形態では検出コイルの励磁開始後に信号が出力されるタイミングでサブ信号TSa-Subを強制的に論理「L」としている。そのため、図11(E)に示す時間T2内に、つまり検出コイルの励磁後にコイル間短絡チェックを行う。

【0045】

上述ではスイッチング素子としてトランジスタを用いているが、他の半導体素子を使用しても良い。また、上述の実施形態では半導体素子としてトランジスタをPNP型で説明しているが、NPN型で構成することも可能である。

【符号の説明】

【0046】

1	ハンドル(ステアリングホイール)
2	コラム軸(ステアリングシャフト、ハンドル軸)
12	車速センサ
13	バッテリー
20	モータ
30	コントロールユニット(ECU)

10

20

30

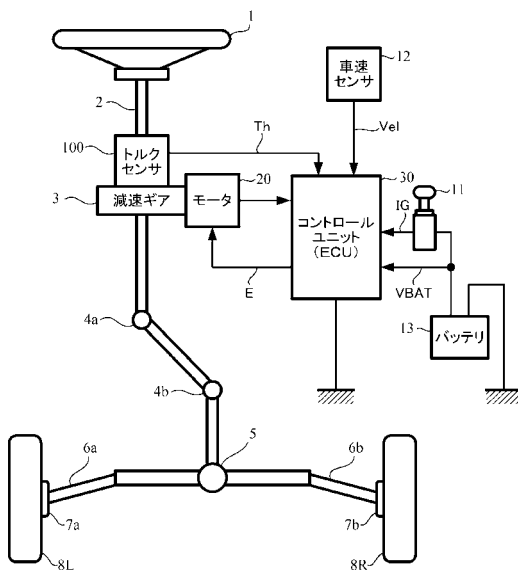
40

50

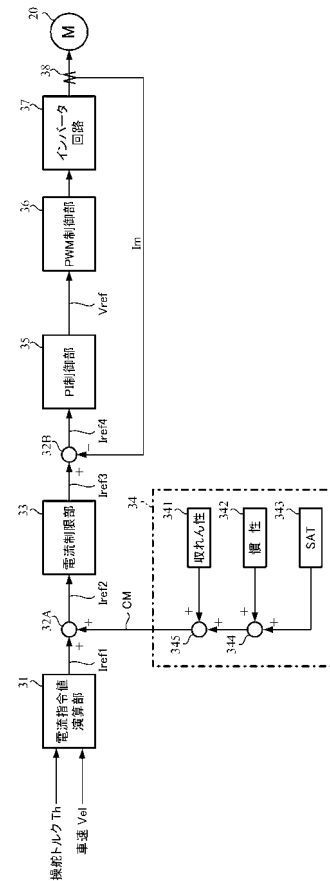
3 1	電流指令値演算部
3 3	電流制限部
3 4	補償部
3 5	P I 制御部
3 6	P W M 制御部
3 7	インバータ回路
1 0 0	トルクセンサ
1 1 1	トーションバー
1 1 3	ピニオン軸
1 1 5	ウォームホイール
1 1 6	ウォーム
1 2 0	センサシャフト部
1 5 0	トルクセンサ回路 (回路基板)
1 6 0	監視部
1 7 0	ワンショット発生部
1 7 1	コンパレータ

10

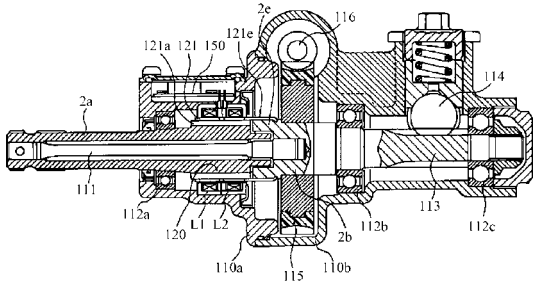
【図 1】



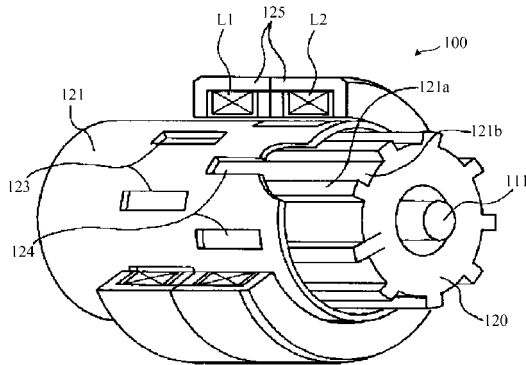
【図 2】



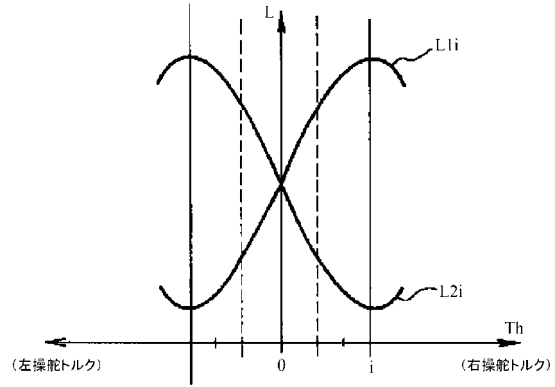
【図 3】



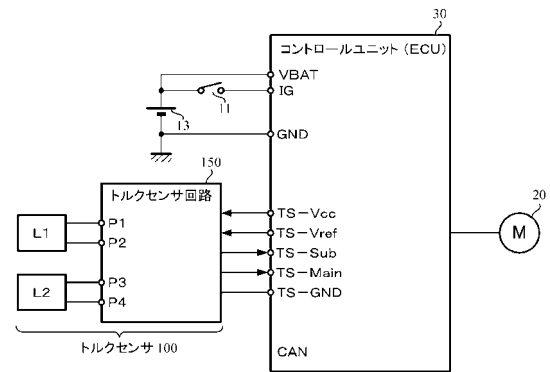
【図 4】



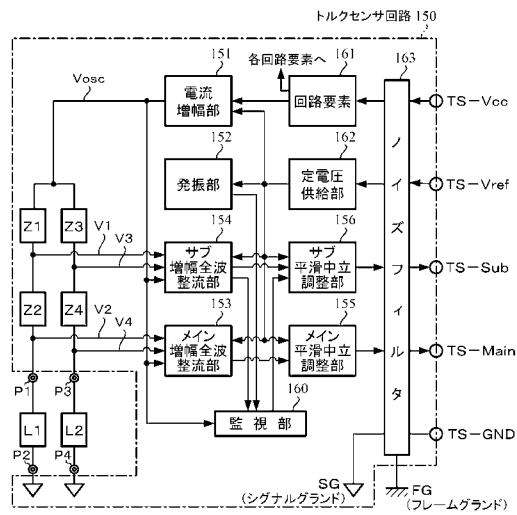
【図 5】



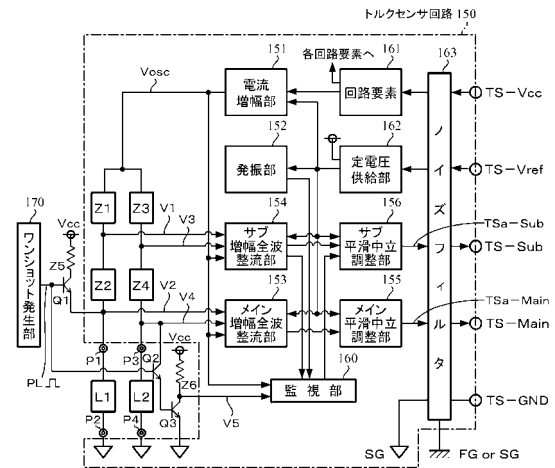
【図 6】



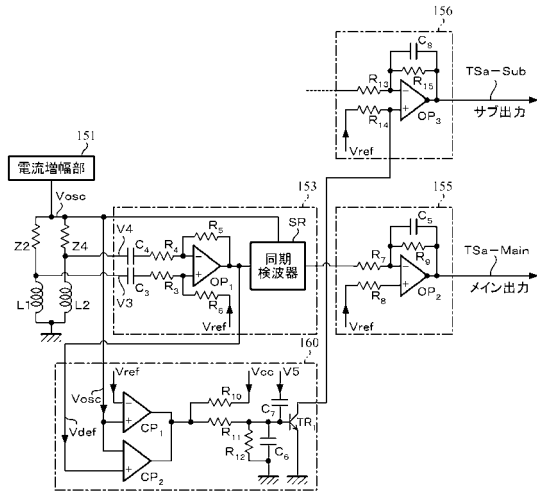
【図 7】



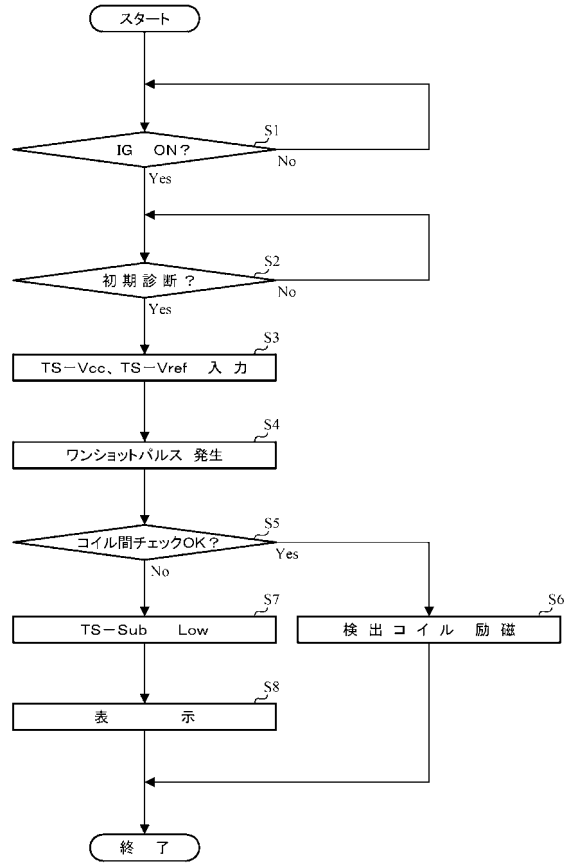
【図 8】



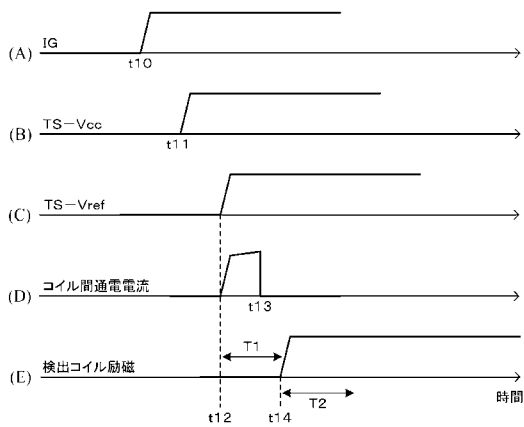
【図 9】



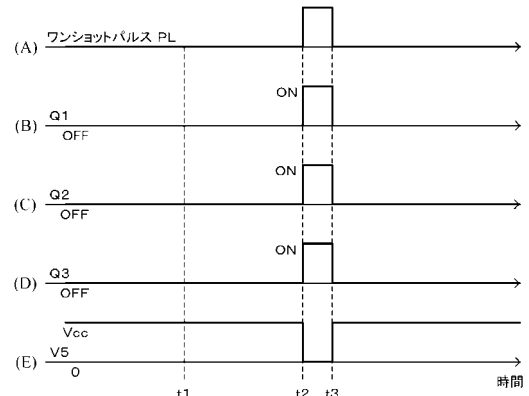
【図 10】



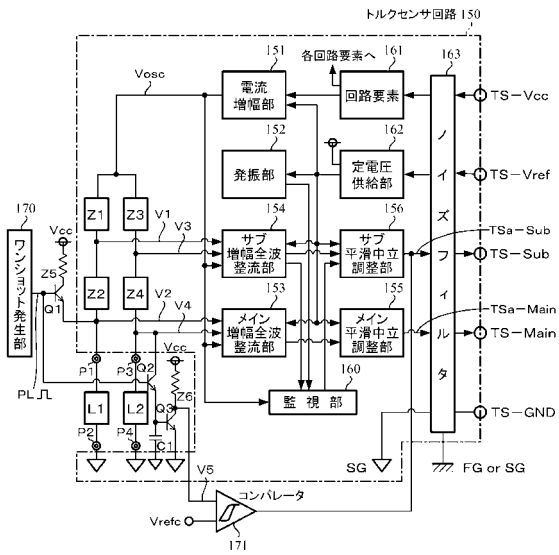
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3D232 CC33 CC38 CC39 CC40 DA15 DA23 DA64 DC01 DC02 DC08
DC11 DD01 DD10 DD17 EA01 EB11 EC23 GG01
3D333 CB02 CB13 CC30 CD05 CD06 CD09 CD10 CD16 CE03 CE30
CE31 CE39 CE40 CE41