

(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 1	テーマコード (参考)
G01L 3/10 (2006.01)	G01L 3/10	303A 3D232
B62D 6/00 (2006.01)	B62D 6/00	3D333
B62D 5/04 (2006.01)	B62D 5/04	
B62D 101/00 (2006.01)	B62D 101:00	
B62D 119/00 (2006.01)	B62D 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)	(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
(22) 出願日	平成25年12月9日 (2013.12.9)	(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

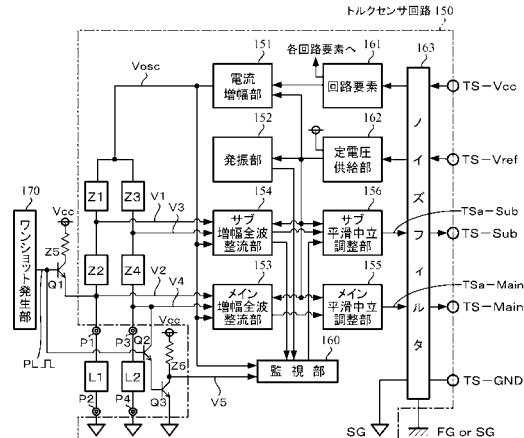
(54) 【発明の名称】トルクセンサ及びそれを搭載した電動パワーステアリング装置

(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

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（E P S）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P W M（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（E C U）30には、バッテリ13から電力（電圧V B A T）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I G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T hと車速センサ12で検出された車速V e 1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C P U（M P UやM C Uも含む）で構成されるが、そのC P U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T h及び車速センサ12で検出された（若しくはC A Nからの）車速V e 1は、電流指令値I r e f 1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T h及び車速V e 1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I r e f 1を演算する。電流指令値I r e f 1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I r e f 3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I mとの偏差I r e f 4（=I r e f 3 - I m）が演算され、その偏差I r e f 4が操舵動作の特性改善のためのP I制御部35に入力される。P I制御部35で特性改善された電圧制御指令値V r e fがP W M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P W M駆動される。モータ20の電流値I m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

【0006】

また、加算部32Aには補償部34からの補償信号C Mが加算されており、補償信号C Mの加算によってシステム系の補償を行い、收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、セルファアライニングトルク（S A T）343と慣性342を加算部344で加算し、その加算結果に更に收れん性341を加算部345で加算し、加算部345の加算結果を補償信号C Mとしている。

40

【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T h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。

10

【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。

20

【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個の長方形の窓 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個の長方形の窓 124 から成る第 2 の窓列とが設けられている。

30

【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。

40

【0013】

操舵系が直進状態にあって操舵トルク Th 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

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 111 に捩れが発生し、凸条 121 a と円筒部材 121 との間に相対回転が生ずる。

【0014】

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 121 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 121 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

【0015】

図 6 は、トルクセンサ 100 とコントロールユニット (ECU) 30 の電気的な接続関係を示しており、トルクセンサ 100 は 1 対の検出コイル L 1, L 2 とトルクセンサ回路 150 とで構成され、検出コイル L 1, L 2 とトルクセンサ回路 150 とはピン P1 ~ P4 を介して接続されている。トルクセンサ回路 150 とコントロールユニット 30 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 30 からトルクセンサ回路 150 へ回路用の電源電圧 TS - Vcc、定電圧用の基準電圧 TS - Vref が供給され、トルクセンサ回路 150 からコントロールユニット 30 へ操舵トルク T_h を示すメイントルク信号 TS - Main およびサブトルク信号 TS - Sub が入力される。

20

【0016】

図 7 はトルクセンサ回路 150 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 Z1, Z2 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 Z3, Z4 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 152 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 151 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) P1 の電圧 V_3 と、検出コイル L 2 の端部 (ピン) P3 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 Z1 と抵抗 Z2 の接合点の電圧 V_1 と、抵抗 Z3 と抵抗 Z4 の接合点の電圧 V_2 とが等しくなるように、抵抗 Z1 ~ Z4 を揃えておく。

30

【0017】

検出コイル L 1 の接合点 P1 の電圧 V_3 と、検出コイル L 2 の接合点 P3 の電圧 V_4 は、メイン増幅全波整流部 153 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 155 で出力波形が調整された後、ノイズフィルタ 163 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 Z1 と抵抗 Z2 の接合点の電圧 V_1 と、抵抗 Z3 と抵抗 Z4 の接合点の電圧 V_2 は、サブ増幅全波整流部 154 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 156 で出力波形が調整された後、ノイズフィルタ 163 を経てサブトルク信号 TS - Sub として出力される。

40

【0018】

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 30 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】

【0019】

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、マニュアルステアリングとなってしまい、運転者に不快感を与えてしまう。

【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】

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。

【0024】

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

10

20

30

40

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】

【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していないことを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。

【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。

【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。

【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)があつた

10

20

30

40

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附加している。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」とするように設計することも可能である。

20

【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TSA-Vcc、定電圧用の基準電圧TSA-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TSA-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TSA-Vrefが入力される(ステップS3)。基準電圧TSA-Vrefが入力されると、図11(E)に示すように基準電圧TSA-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)。

10

【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Vccc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。

20

【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。

30

【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。

30

【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。

40

【符号の説明】

【0046】

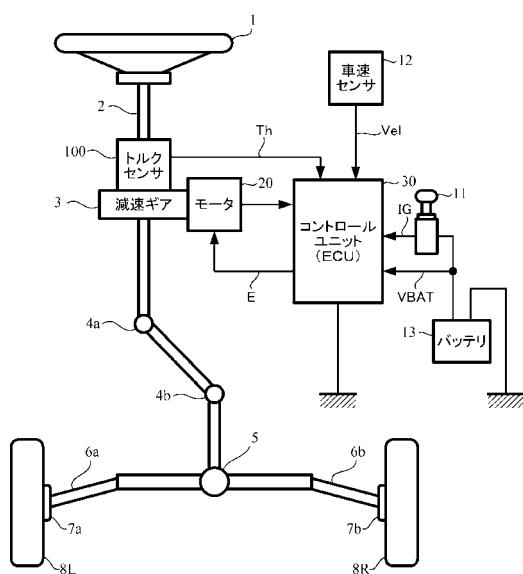
1	ハンドル(ステアリングホイール)
2	コラム軸(ステアリングシャフト、ハンドル軸)
12	車速センサ
13	バッテリ
20	モータ
30	コントロールユニット(ECU)

50

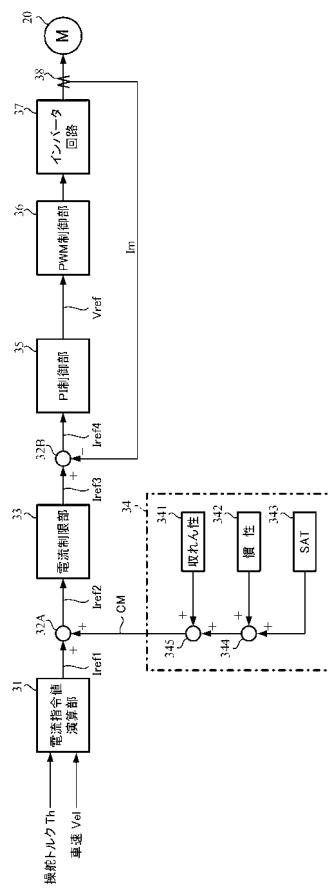
3 1	電流指令値演算部
3 3	電流制限部
3 4	補償部
3 5	P I 制御部
3 6	P W M 制御部
3 7	インバータ回路
1 0 0	トルクセンサ
1 1 1	トーションバー
1 1 3	ピニオン軸
1 1 5	ウォームホイール
1 1 6	ウォーム
1 2 0	センサシャフト部
1 5 0	トルクセンサ回路(回路基板)
1 6 0	監視部
1 7 0	ワンショット発生部
1 7 1	コンパレータ

10

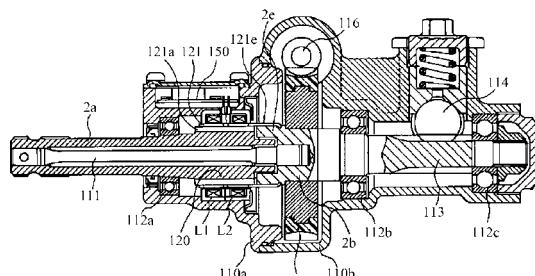
【図1】



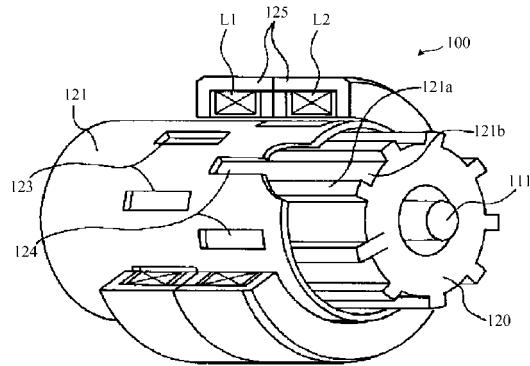
【図2】



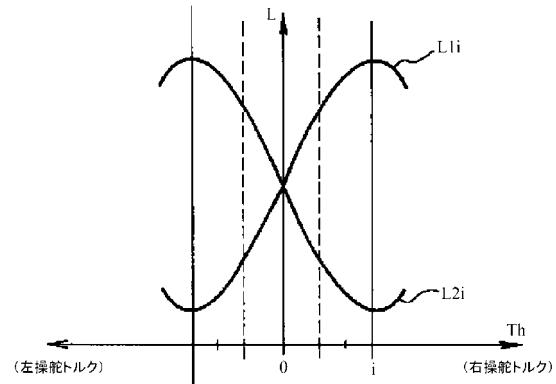
【 図 3 】



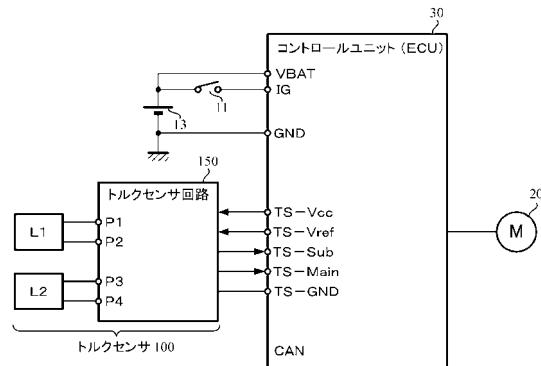
【 図 4 】



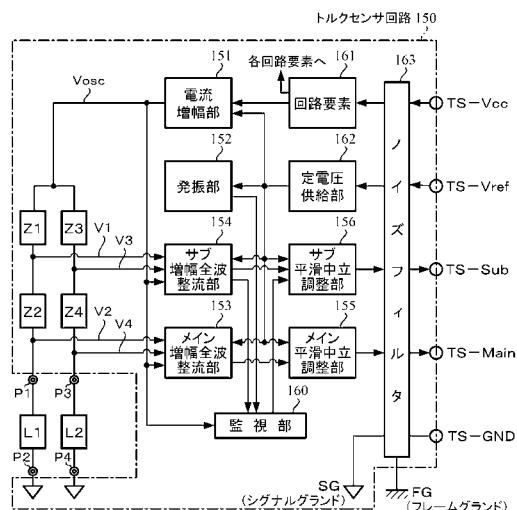
【 図 5 】



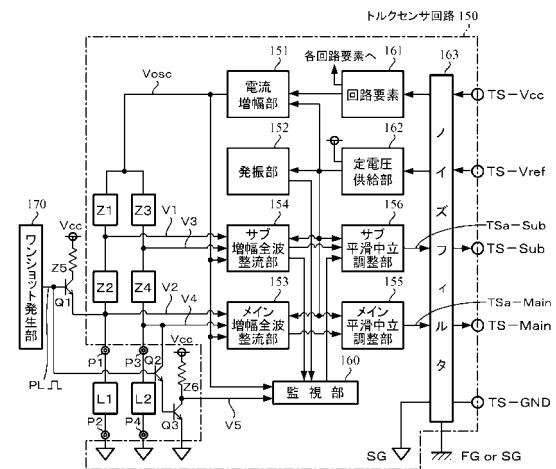
【図6】



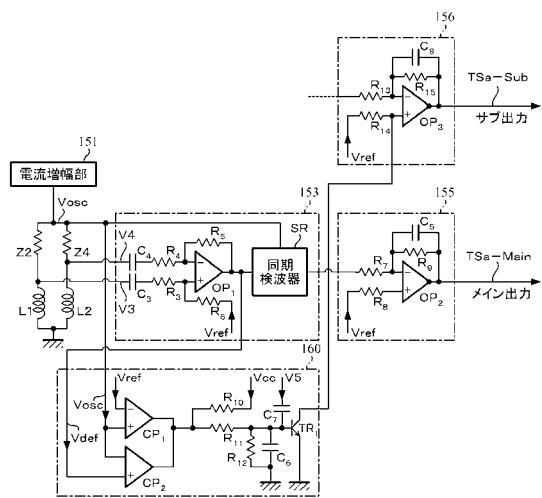
【図7】



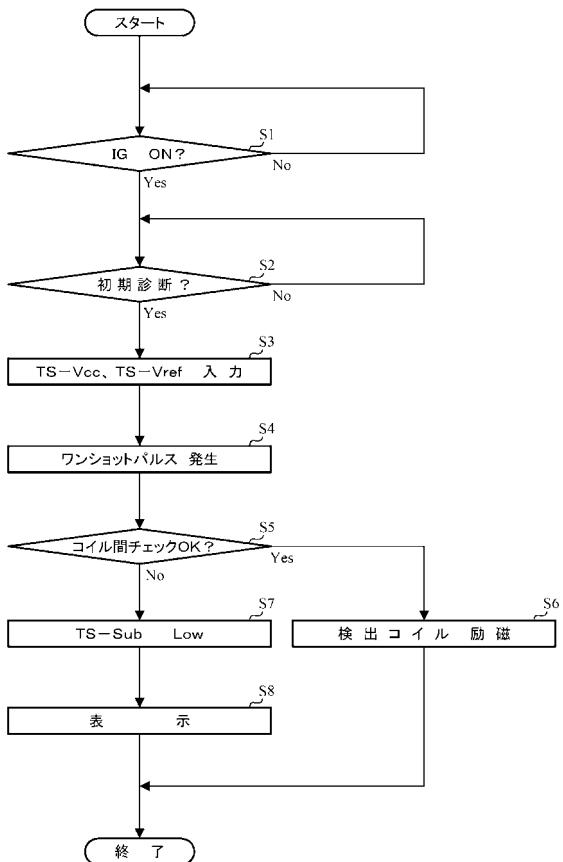
【 図 8 】



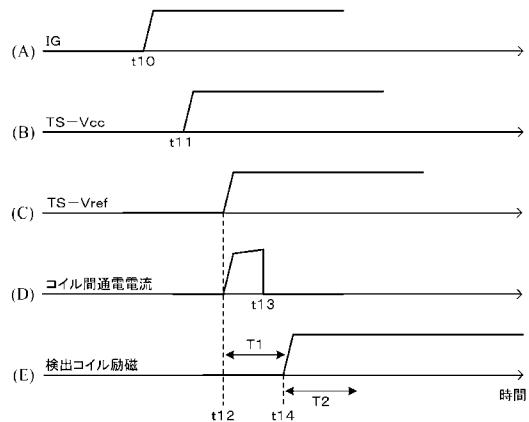
【図9】



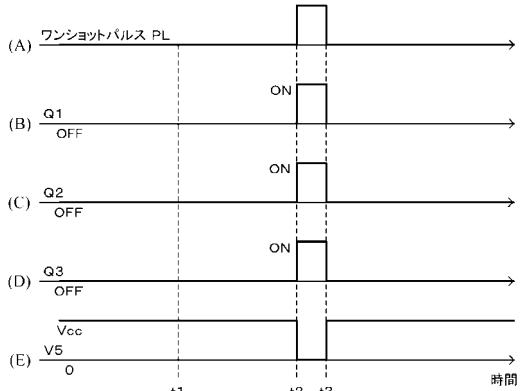
【図10】



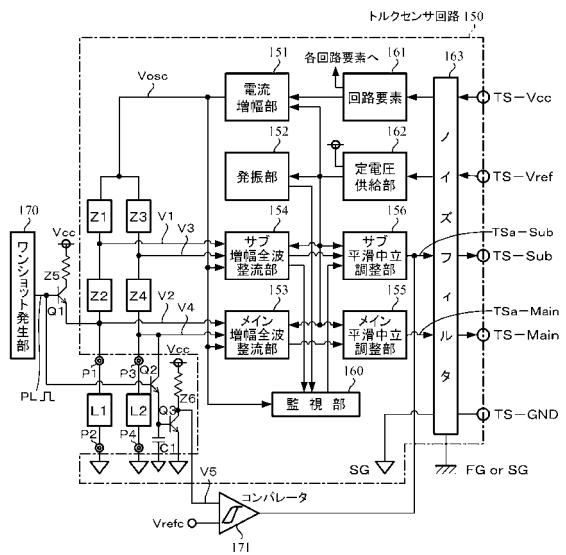
【図11】



【図12】



【図 1 3】



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