

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステアリングホイールとタイヤとを機械的に連結する連結部材と、
前記連結部材中に設けられたトーションバーと、
前記トーションバーの捩れ度合いから操舵トルクを検出するトルクセンサと、
前記連結部材に接続された電動モータと、
前記操舵トルクに応じて前記電動モータを駆動する制御手段と、
前記トルクセンサの故障を判定する故障判定手段と、
前記タイヤの角度を検出するタイヤ角検知手段と、
前記ステアリングホイールの角度を検出する操舵角センサと、
前記タイヤの角度と前記操舵角とから操舵トルクを推定する操舵トルク推定手段と、
前記トルクセンサの故障時に、前記トルクセンサからの信号から前記操舵トルク推定手段からの信号に切り替えて出力するトルク信号切替手段を備えることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

10

【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関し、特に、タイヤの向きと操舵角とから操舵トルクを推定する操舵トルク推定手段を備えた電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来の電動パワーステアリング装置において、操舵トルク信号と車速信号とに基づいて目標電流を設定し、モータを駆動するとともに、モータに流れる電流をフィードバックさせて、目標電流と等しいモータ電流でモータを駆動させステアリング系に操舵補助力を作作用させるよう構成させたものは知られている。

【0003】

電動パワーステアリング装置は、操舵トルク信号に基づいてモータを駆動するため、操舵トルクを検出するトルクセンサが故障したときモータの制御が困難になる可能性がある。

【0004】

30

そこで、特許文献 1 では、トルクセンサが故障した場合に、操舵角および操舵角の角速度と車速とに応じた操舵補助を行うことができる電動パワーステアリング装置が開示されている。その電動パワーステアリング装置は、操舵部材に加えられた操舵トルクをトルクセンサで検出し、検出した操舵トルクに基づいて操舵補助用のモータのモータ電流の目標値を決定し、決定した目標値に基づいてモータ制御手段で操舵補助用モータを駆動する電動パワーステアリング装置である。トルクセンサの異常を検出する異常検出手段と、操舵部材の操舵角を検出する舵角センサと、操舵角に対応する係数を記憶する記憶部と、異常検出手段がトルクセンサの異常を検出した場合、検出した操舵角の角速度を算出し、算出した角速度に検出した操舵角に対応する係数を乗じてモータ電流の目標値を算出する算出手段とを備えている。モータ制御手段は、異常検出手段がトルクセンサの異常を検出した場合、算出手段で算出された目標値に基づいて操舵補助用モータを駆動すべくしてある。

40

【0005】

また、ステアリング装置として、車両のタイヤの角度またはそのタイヤ角速度に基づいて操舵操作を補助する動作を行うものが知られている。この種の装置では、例えば、車両のタイヤの角度を検出するタイヤ角センサ（タイヤ角検出部）を備え、そのセンサの出力に基づいてタイヤ角速度を算出し、そのタイヤ角速度に応じて操舵操作補助動作が行われる（例えば、特許文献 2 参照）

【特許文献 1】特開 2004 - 114755 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 224187 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の電動パワーステアリング装置は、操舵トルク信号に基づいてモータを駆動するため、操舵トルクを検出するトルクセンサが故障したときモータの制御が困難になる可能性があるという問題がある。そこで、操舵角および操舵角の角速度と車速とに応じた操舵補助を行う装置があるが、本来、操舵トルクに応じてアシストを行うのがパワーステアリングの役割であるため舵角による制御を主体とした場合、大きな違和感を生じるという問題がある。

【0007】

本発明の目的は、上記問題に鑑み、トルクセンサが故障した場合に、操舵角とタイヤの角度から操舵トルクを推定して補助制御を行うことができる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】

【0008】

本発明に係る電動パワーステアリング装置は、上記の目的を達成するために、次のように構成される。

【0009】

第1の電動パワーステアリング装置（請求項1に対応）は、ステアリングホイールとタイヤとを機械的に連結する連結部材と、連結部材中に設けられたトーションバーと、トーションバーの捩れ度合いから操舵トルクを検出するトルクセンサと、連結部材に接続された電動モータと、操舵トルクに応じて電動モータを駆動する制御手段と、トルクセンサの故障を判定する故障判定手段と、タイヤの角度を検出するタイヤ角検知手段と、ステアリングホイールの角度を検出する操舵角センサと、タイヤの角度と操舵角とから操舵トルクを推定する操舵トルク推定手段と、トルクセンサの故障時に、トルクセンサからの信号から操舵トルク推定手段からの信号に切り替えて出力するトルク信号切替手段を備えることで特徴づけられる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、トルクセンサが故障した場合に、操舵角とタイヤの角度から操舵トルクを推定して補助制御を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の好適な実施形態（実施例）を添付図面に基づいて説明する。

【0012】

図1は本発明に係る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10は、ハンドル11に一体的に設けられたステアリング軸12に自在継ぎ手13a, 13bを備えた連結軸13を介してステアリングギヤボックス内に設けられたラックアンドピニオン機構15のピニオン15aに連結されることによって、手動操舵トルク発生機構16が構成されている。

【0013】

ステアリング軸12の回転運動をラックアンドピニオン機構15により往復運動するラック軸17は、その両端にタイロッド18を介して転動輪としての左右の前輪19が連結される。

【0014】

手動操舵トルク発生機構16による操舵トルクを軽減するため、操舵補助トルクを供給するモータ20をラック軸17の同軸上に配置し、また同様にボールネジ機構21を同軸上に配置し、これを介し操舵補助トルクを直進運動のための力に変換してラック軸17に作用させる。

【0015】

10

20

30

40

50

ステアリングギヤボックス内には手動トルクを検出するための手動操舵トルク検出部（トルクセンサ）２２とステアリング軸１２の回転角に対応した操舵角を検出する操舵角センサ２３をそれぞれ設け、操舵トルク信号Ｔと操舵角信号Ｄを制御装置２４に供給する。

【００１６】

また、車両の速度に対応した車速を検出するための車速センサ２５を設け、車速信号Ｖを制御装置２４に供給する。さらに、タイヤ（前輪）１９の向きに対応したタイヤ角度を検出するためのタイヤ角センサ２６を設け、タイヤ角信号を制御装置２４に供給する。

【００１７】

なお、トルクセンサ２２をトーションバのトルク量の変化に対応した捩れ変位を電圧に変換するポテンショメータ、車速センサ２５を磁石とそれに対向に配置したコイルやリードスイッチ等、操舵角センサ２３をスリットを有する回転円盤とフォトカプラ等で構成する。

10

【００１８】

制御装置２４は、マイクロプロセッサを基本に各種演算部、処理部、メモリ等で構成し、操舵トルク信号Ｔに基づいて目標電流を演算し、この目標電流に従って制御部を介してモータ２０をモータ電圧でPWM（パルス幅変調）駆動する。

【００１９】

また、制御装置２４は、操舵角信号Ｄが出力されているにも拘わらず、操舵トルク信号Ｔ（ $T = 0$ ）が出力されていない場合には、操舵トルクセンサ２２が故障と判定し、タイヤの向き（タイヤ角）と操舵角信号Ｄとに対応した推定トルク量を算出し、この推定トルク量を新たな操舵トルク信号Ｔとして、操舵トルク信号Ｔと車速信号Ｖとに基づいてモータの制御を行う。さらに、制御装置２４は、操舵トルクセンサ２２が故障したときに、故障検出を行い警報出力をする。

20

【００２０】

制御部には、モータ駆動部を備え、例えば４個のスイッチング素子（FET：パワー用電界効果型トランジスタやIGBT：絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ等）のブリッジ回路で構成し、モータ制御信号（PWM制御信号）に対応したモータ電圧を発生し、操舵トルクＴの絶対値と方向に対応した双方向のモータ電流ＩＭを流してモータ１９を正転方向または逆転方向に駆動する。

【００２１】

30

また、図示しないモータ電流検出部によって、モータ２０に実際に流れるモータ電流ＩＭを抵抗等で電位を検出し、検出した電圧に対応するモータ電流信号ＩＭに変換して制御装置２４に供給し、フィードバック制御を行う。

【００２２】

図２は、本発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置２４のブロック構成図である。なお、本発明は、操舵角信号と操舵トルク信号とから操舵トルクセンサの故障を検出し、操舵トルクセンサが故障の場合、操舵角信号とタイヤの向き（タイヤ角）とに基づいて操舵トルクを推定し、この推定した操舵トルク信号と車速信号とに基づいてモータを制御する電動パワーステアリング装置である。

【００２３】

40

制御装置２４は、マイクロプロセッサを基本に構成し、操舵トルク検出部２２、車速検出部２５、操舵角検出部２３、タイヤ角センサ２６からの信号を入力とし、トルクセンサ故障診断部２７、推定トルク演算部（操舵トルク推定部）２８、トルク信号切替部２９、目標電流演算部３０、制御部３１を備える。

【００２４】

操舵トルク検出部２２は、トルク検出信号Ｔｓと方向信号とをトルク信号切替部２９を介して目標信号演算部３０に供給するとともに、トルクセンサ故障診断部２７に供給する。

【００２５】

50

車速検出部２５は、速度量に対応させてトルク量を制御するために車速検出信号Ｖｓと

方向信号とを目標信号演算部 30 に供給する。

【0026】

操舵角検出部 23 は、速度量に対応させてトルク量を制御するために操舵角検出信号 D_s と方向信号とを操舵トルク推定部 28 とトルクセンサ故障診断部 27 に供給する。

【0027】

タイヤ角センサ 26 は、タイヤの向き（タイヤ角）を検出し、その検出信号を操舵トルク推定部 28 に供給する。なお、タイヤ角センサのかわりに、ラック位置センサやピニオン角センサでもよい。また、ブラシレスモータを利用した電動パワーステアリング装置においては、そのモータ回転角が高精度に検出できるため、それを利用してタイヤ角度を検出することが可能である。

10

【0028】

トルクセンサ故障診断部 27 は、論理和素子等で構成され、操舵トルク検出部 22 からのトルク検出信号 T_s と操舵角検出部 23 からの操舵角検出信号 D_s との論理和演算を行い、操舵角検出信号 D_s が供給されているのに拘わらずトルク検出信号 T_s の供給がない（ $T_s = 0$ ）場合に操舵トルクセンサ 22 の故障と判定し、故障信号 S_s を出力し、トルク信号切替部 29 に故障信号 S_s を供給するとともに、図示しない警報出力装置に故障信号 S_s を供給する。また、このような手法も考えられるが、基本的にトルクセンサは単体で故障診断を行う。

【0029】

操舵トルク推定部 28 は、ROM 等のメモリ素子で構成し、後で詳細に説明するようにタイヤの向きに対応する信号と操舵角検出信号 D_s から推定トルク量を出力する。

20

【0030】

トルク信号切替部 29 は、スイッチ機能を備え、トルクセンサ故障診断部 27 から供給される故障信号 S_s に基づいて、例えば正常時を検出した場合には操舵トルク信号 T_s を選択して操舵トルク信号 T_f として出力し、また、故障時を検出した場合には推定した操舵トルク信号 T_g を選択して操舵トルク信号 T_f として出力して目標電流演算部 30 に供給する。

【0031】

目標電流演算部 30 は、トルク信号切替部 29 からの操舵トルク信号 T_f と車速検出信号 V_s から、実験や理論計算等に基づいて設定した、車速 V に対応する信号と操舵トルクに対応した操舵トルク信号 T とに対応する目標電流信号 T_i のデータを予めメモリに記憶しておき、車速に対応する信号 V_s と操舵トルク量に対応する信号 T_f との入力に対応した目標電流信号 T_i を選択し、ステアリング状態に対応して目標電流信号 T_i を出力し、制御部 31 に供給する。

30

【0032】

制御部 31 は、目標電流演算部 30 からの目標電流信号 T_i から図示しないモータ電流検出部からの電流検出信号 I_M を減算し、その減算信号によりモータの駆動に適したモータ制御信号に基づいてモータ 20 を駆動制御する。

【0033】

次に、操舵トルク推定部 28 を詳細に説明する。

40

【0034】

操舵トルク推定部 28 は、トルクセンサの故障を検知した後は、操舵角とタイヤの角度の偏差とトルクセンサのトーションバーのばね定数に基づいて、操舵トルクを推定し、それを元に操舵アシスト制御を行う。具体的には、検出された操舵角を θ_{st} 、トーションバーを介した後のタイヤの角度を θ_p とし、トーションバーのばね定数を k とすると、以下の算出式にて操舵トルク T_g を推定することができる。

【0035】

（数 1）

$$-T_g = k(\theta_{st} - \theta_p)$$

【0036】

50

この推定トルク T_g は、本来トルクセンサで検出されるトルクであるため、このバックアップ制御を実施した際にも、制御切り替わりによる違和感が生じにくい。

【0037】

図3は、操舵トルク推定部28の具体例を示す構成図である。操舵トルク推定部28は、図示しないECU内に設けられ、CPU40とメモリ41を備えた構成となっている。メモリ41には、トーションバーのばね定数が記憶されている。また、メモリ41には、推定トルクを算出処理するための処理プログラムが記憶されている。

【0038】

また、入力インターフェース部42と出力インターフェース部43とCPU40とメモリ41は、バス44, 45, 46により接続されている。入力インターフェース部42には、操舵角センサ23から出力される操舵角 θ_{st} とタイヤ角センサ26から出力されるタイヤ角信号 θ_p が入力され、出力インターフェース部43からは、推定トルク信号 T_g が出力される。 10

【0039】

図4は、推定トルク算出プログラムに基づく処理のフローチャートである。まず、推定トルク演算部28の入力インターフェース部42を通して操舵角信号 θ_{st} とタイヤ角信号 θ_p が入力される(ステップS11)。CPU40は、操舵角信号 θ_{st} とタイヤ角信号 θ_p との差 ($\theta_{st} - \theta_p$) を演算する(ステップS12)。次に、CPU40は、メモリ41に記憶されたばね定数 K と差 ($\theta_{st} - \theta_p$) との積を演算する(ステップS13)。CPU40は、その信号 T_g を出力インターフェース部43を通して出力する(ステップS14)。この動作を、イグニッションスイッチがオンである限り所定の時間間隔で繰り返し実行する。 20

【0040】

以上の動作によりトルクを的確に算出し、その推定トルクをトルク信号切替部29に出力する。

【0041】

次に本実施形態の作用について図5のフローチャートを用いて説明する。トルクセンサ故障診断部によりトルクセンサの故障診断を行う(ステップS21)。次に、トルクセンサが故障かどうか判断する(ステップS22)、トルクセンサが故障していないとき、トルクセンサ故障診断装置27から正常であるという信号、例えばゼロをトルク信号切替部29に出力する(ステップS23)。正常であるという信号を受けたトルク信号切替部29は、操舵トルクセンサ22からの信号を目標電流演算部30に出力する(ステップS24)、そして、そのトルクに基づいてモータを制御する(ステップS25)。もし、ステップS22で故障と判断されたら、トルクセンサ故障診断部から異常である信号、例えば1をトルク信号切替部29に出力する(ステップS25)。異常である信号1を受けたトルク信号切替部29は、操舵トルクセンサからの信号を遮断し、推定トルク演算部28からの信号をトルク信号として目標電流演算部30に出力する(ステップS27)。そして、そのトルクに基づいてモータを制御する(ステップS25)。 30

【0042】

トルクセンサ故障診断部からの正常か異常かの信号は、図示しない故障警報装置にも供給され、異常であるという信号を受けた故障警報装置は、光の点滅や音などにより警報を運転者に知らせる。 40

【0043】

これにより、トルクセンサ22が故障したときも正常な制御を行うことができ、また、トルクセンサ22の故障を運転者に知らせることができる。

【0044】

このように、本発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリング系の操舵角を検出する操舵角センサを設けるとともに、制御装置に、タイヤの向きと操舵角信号とに基づいて操舵トルクを推定する操舵トルク推定部を備え、操舵トルクセンサが故障と判断されたときに、操舵トルク推定部からの信号に基づいてモータの駆動を制御するのでモータ 50

の駆動を継続することができる。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明は、トルクセンサが故障した場合に、操舵角と車速に応じた補助制御を行う電動パワーステアリング装置として利用される。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明に係る電動パワーステアリング装置の全体構成図である。

【図2】本発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置のブロック構成図である。

【図3】操舵トルク推定部の具体例を示す構成図である。

10

【図4】推定トルク算出プログラムに基づく処理のフローチャートである。

【図5】本実施形態の作用を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

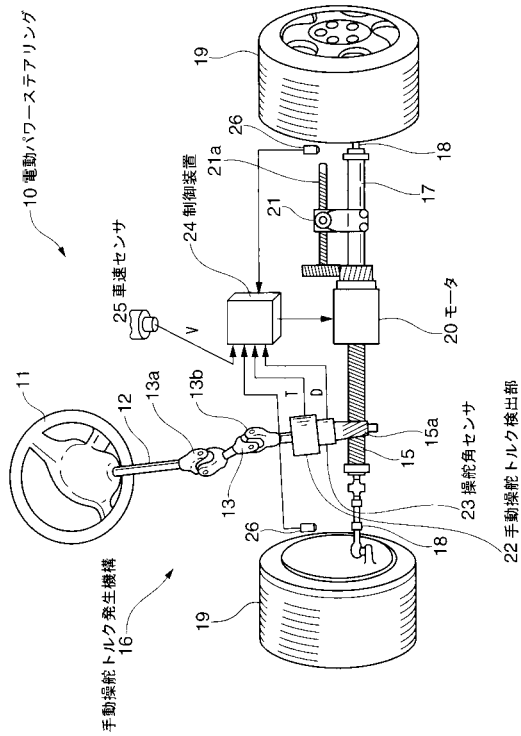
【0047】

10	電動パワーステアリング装置
11	ハンドル
12	ステアリング軸
13	連結軸
15	ラックアンドピニオン機構
16	手動操舵トルク発生機構
17	ラック軸
18	タイロッド
19	前輪
20	モータ
21	ボールネジ機構
22	手動操舵トルク検出部
23	操舵角センサ
24	制御装置
25	車速センサ
26	タイヤ角センサ
27	トルクセンサ故障診断部
28	推定トルク演算部
29	トルク信号切替部
30	目標電流演算部
31	制御部

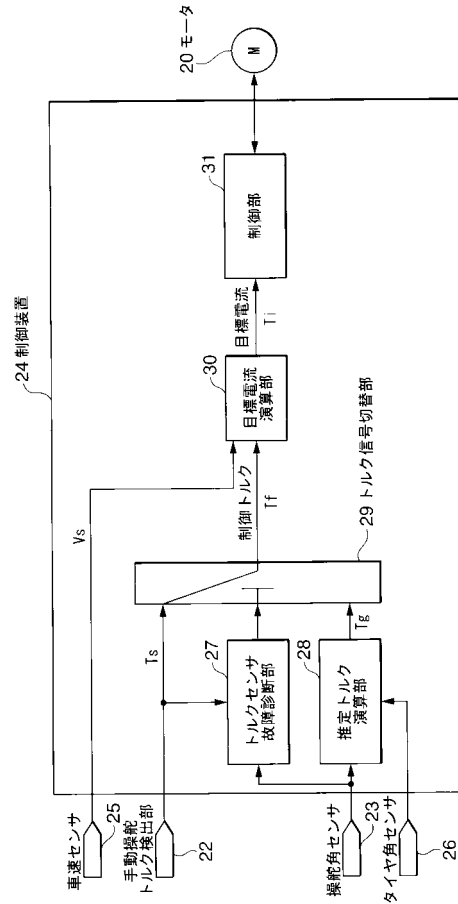
20

30

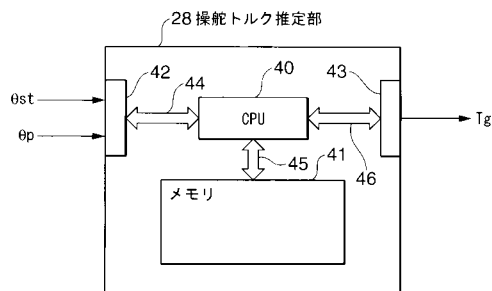
【図 1】



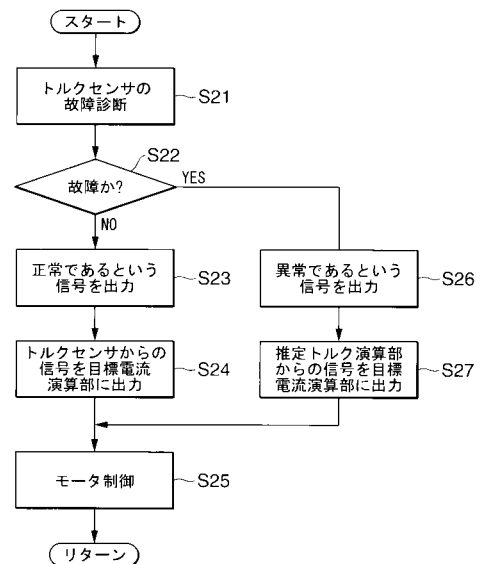
【図 2】



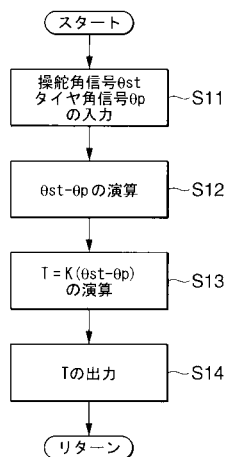
【図 3】



【図 5】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 憲雄

埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 川本 善通

埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

F ターム(参考) 3D032 CC33 CC37 CC38 CC39 DA03 DA04 DA15 DA23 DD02 GG01

3D033 CA02 CA13 CA16 CA17 CA18 CA20 CA31 CA33

3D232 CC33 CC37 CC38 CC39 DA03 DA04 DA15 DA23 DD02 GG01

3D233 CA02 CA13 CA16 CA17 CA18 CA20 CA31 CA33