

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5945764号  
(P5945764)

(45) 発行日 平成28年7月5日(2016.7.5)

(24) 登録日 平成28年6月10日(2016.6.10)

(51) Int. Cl. F 1  
**B 6 2 D 6/00 (2006.01)** B 6 2 D 6/00 Z Y W  
**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 113/00 (2006.01) B 6 2 D 113:00  
 B 6 2 D 117/00 (2006.01) B 6 2 D 117:00

請求項の数 6 (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-506626 (P2015-506626)  
 (86) (22) 出願日 平成26年1月20日(2014.1.20)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/050987  
 (87) 国際公開番号 W02014/148086  
 (87) 国際公開日 平成26年9月25日(2014.9.25)  
 審査請求日 平成27年4月21日(2015.4.21)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-58878 (P2013-58878)  
 (32) 優先日 平成25年3月21日(2013.3.21)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 509186579  
 日立オートモティブシステムズ株式会社  
 茨城県ひたちなか市高場2520番地  
 (74) 代理人 100086232  
 弁理士 小林 博通  
 (74) 代理人 100092613  
 弁理士 富岡 潔  
 (72) 発明者 佐々木 光雄  
 秋田県横手市安本字下御所野1-2 日立  
 オートモティブシステムズステアリング株  
 式会社内

審査官 平野 貴也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉄系金属材料により形成されると共に、ステアリングホイールの操舵操作に応じて転舵輪を転舵させる操舵機構と、

前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、

鉄系金属材料により形成されると共に、前記操舵機構と前記電動モータの間に設けられ、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機構と、

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

前記操舵トルクに基づき、前記電動モータを駆動制御するモータ指令電流を演算し、これを前記電動モータに出力するコントロールユニットと、

前記コントロールユニットに設けられ、所定期間内における前記操舵トルク、前記モータ指令電流、または前記電動モータに実際に通電するモータ実電流、のいずれかである操舵負荷相当値の平均値を演算する操舵負荷平均値演算回路と、

前記コントロールユニットに設けられ、前記操舵負荷相当値の平均値と前記コントロールユニットに保存された規定値とを比較し、前記平均値が前記規定値よりも大きいときに装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有し、

前記操舵負荷平均値演算回路は、ステアリングホイールが操舵操作されたときの前記操舵負荷相当値に基づき、前記操舵負荷相当値の平均値を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のパワーステアリング装置において、  
前記操舵負荷平均値演算回路は、操舵速度、または車両のヨーモーメント、または左右の転舵輪回転速度差に基づき、ステアリングホイールが操舵操作されている状態を判断することを特徴とするパワーステアリング装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載のパワーステアリング装置において、  
前記操舵負荷平均値演算回路は、操舵速度が所定値以上のときの前記操舵負荷相当値に基づき、前記操舵負荷相当値の平均値を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

10

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載のパワーステアリング装置において、  
前記操舵負荷平均値演算回路は、操舵角が最大となるステアリングホイールの突き当て状態のときの前記操舵負荷相当値を前記平均値の演算に用いないことを特徴とするパワーステアリング装置。

## 【請求項 5】

鉄系金属材料によって形成されると共に、ステアリングホイールの操舵操作に応じて転舵輪を転舵させる操舵機構と、

前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、

鉄系金属材料によって形成されると共に、前記操舵機構と前記電動モータの間に設けられ、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機構と、

20

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

前記操舵トルクに基づき、前記電動モータを駆動制御するモータ指令電流を演算し、これを前記電動モータに出力するコントロールユニットと、

前記コントロールユニットに設けられ、所定期間内における前記操舵トルク、前記モータ指令電流、または前記電動モータに実際に通電するモータ実電流、のいずれかである操舵負荷相当値と前記コントロールユニットに保存された規定値とを比較し、前記操舵負荷相当値が前記規定値を上回る頻度が所定値よりも大きくなったときに装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有し、

30

前記異常検出回路は、ステアリングホイールが操舵操作されたときの前記操舵負荷相当値と前記規定値とを比較することにより、前記頻度を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載のパワーステアリング装置において、  
前記異常検出回路は、操舵速度、車両のヨーモーメント、または左右の転舵輪回転速度差に基づき、ステアリングホイールが操舵操作されている状態を判断することを特徴とするパワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、例えば自動車に適用されるパワーステアリング装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

この種のパワーステアリング装置として例えば特許文献 1 に記載のものが知られている。

## 【0003】

この特許文献 1 に記載の技術では、ギアハウジング端部内周に水滴センサを設置し、この水滴センサがラックバーに付着した水滴を検知すると装置に異常が発生したとして運転者に知らせるようになっている。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-111032号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、前記従来のパワーステアリング装置では、前記水分の侵入による異常検出のために装置の構成部品とは別の部材（前記水滴センサ）を設置しており、装置のコストアップが余儀なくされてしまう。

10

【0006】

また、ラック軸に水滴が付着した場合であっても、装置の構造や運転の頻度等によっては、例えばラック軸の固着など前記水滴により発生した錆に基づく深刻な不具合を招来しない場合もある。よって、前記従来のように水滴の検出をもって直ちに異常と判断してしまうと、必ずしも必要のない部品交換（装置全体の交換）を行うことになってしまうおそれがある。

【0007】

本発明はこのような課題に鑑みて案出されたものであって、コストアップを伴うことなく装置の必要な異常のみを検出し得るパワーステアリング装置を提供するものである。

## 【課題を解決するための手段】

20

【0008】

本発明は、とりわけ、所定期間内の操舵トルク、電動モータを駆動制御するモータ指令電流、または実際に電動モータに通電するモータ実電流、のいずれかである操舵負荷相当値の平均値を演算する操舵負荷平均値演算回路と、操舵負荷相当値の平均値とコントロールユニットに保存された規定値とを比較し、前記平均値が前記規定値よりも大きいときに装置の異常を検出する異常検出回路と、を有することを特徴としている。

## 【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、装置の既存の構成により導かれる前記平均値が前記規定値よりも大きい状態を異常と定義して当該異常検出を行うようにしたことから、装置の操舵負荷をもって操舵機構に生じた錆の進行度を検出することが可能となる。これにより、別部材を用いることなく、しかも、必要な異常のみを検出することができる。

30

【0010】

すなわち、操舵機構に錆が生じたとしても、直ちに操舵機構の固着など深刻な不具合を生じるのではなく、錆の進行度に伴って操舵負荷が増大していき、その最終段階として前記操舵機構の固着など深刻な不具合が生じることになることから、前述のように錆の進行度に伴って増大する操舵負荷を検出することにより、装置において本当に危険な異常のみを検出することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【0011】

40

【図1】本発明に係るパワーステアリング装置の概略図である。

【図2】図1に示すパワーステアリング装置をA方向から見た矢視図である。

【図3】図2のB-B線に沿った断面図である。

【図4】本発明に係るパワーステアリング装置の第1実施形態を示し、図1のECUの制御ブロック図である。

【図5】図4における錆検出部の制御フローを示すフローチャートである。

【図6】図5の平均化処理の詳細を示すフローチャートである。

【図7】図5の制御に操舵角と操舵速度を考慮したものを示すフローチャートである。

【図8】図7の制御に突き当て判断を付加したものを示すフローチャートである。

【図9】図5の制御に操舵角とヨーを考慮したものを示すフローチャートである。

50

- 【図10】図5の制御に車輪速を考慮したものを示すフローチャートである。
- 【図11】図5の制御に前回イグニッションオフ直前の平均値を考慮したものを示すフローチャートである。
- 【図12】図10の平均化処理の詳細を示すフローチャートである。
- 【図13】図12の平均化処理に重み付けを加えたものを示すフローチャートである。
- 【図14】図5の制御にモータ指令電流を漸減させる処理を付加したものを示すフローチャートである。
- 【図15】本発明に係るパワーステアリング装置の第2実施形態を示し、図1のECUの制御ブロック図である。
- 【図16】図15における錆検出部の制御フローを示すフローチャートである。
- 【図17】図16の制御に異常頻度の多寡に応じた処理を付加したものを示すフローチャートである。
- 【図18】図16の制御における操舵トルクの代替としてモータ指令電流を用いたものを示すフローチャートである。
- 【図19】図18の異常範囲MAP1の詳細を示す図である。
- 【図20】図16の制御における操舵トルクの代替としてモータ実電流を用いたものを示すフローチャートである。
- 【図21】図21の異常範囲MAP2の詳細を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

〔第1実施形態〕

以下、本発明に係るパワーステアリング装置の実施形態を、図面に基づいて説明する。

【0013】

図1～図3に示すように、車両の運転室内に配置されたステアリングホイール1と、車両の前輪である転舵輪2, 3とが、操舵機構によって機械的に連結されている。この操舵機構は、中間軸4および自在継手5を介して一体的に回転可能に連結された操舵軸6と、この操舵軸6に図示外のトーションバーを介して連結された鋼材からなるピニオン軸7と、ピニオン軸7の外周に設けられたピニオン7Aに噛み合うラック8Aが外周に設けられた鋼材からなるラックバー8と、から構成されている。そして、ラックバー8の両端部は、それぞれボールジョイント9, 10、タイロッド11, 12およびナックルアーム13, 14等を介して対応する転舵輪2, 3に連結されている。

【0014】

このような構成により、運転者がステアリングホイール1を回動操作すると、これに伴って中間軸4および操舵軸6が軸回りに回転して前記トーションバーが捩られ、これにより生じるトーションバーの弾性力によって、ピニオン軸7が操舵軸6に追従して回転する。すると、このピニオン軸7の回転運動が前記のラック&ピニオン機構によりラックバー8の軸方向に沿う直線運動に変換され、ボールジョイント9, 10およびタイロッド11, 12を介してナックルアーム13, 14が車幅方向へと引っ張られることによって、転舵輪2, 3の向きが変更される。

【0015】

また、前記操舵軸6およびピニオン軸7の周囲を囲うセンサハウジング16には、各種の操舵情報を検出するセンサ部材として、操舵軸6の操舵角を検出する図4の操舵角センサ17と、前記トーションバーの捩れによる操舵軸6とピニオン軸7の相対回転角度差に基づいて操舵軸6に入力された操舵トルクを検出する図4のトルクセンサ23と、が収容されている。

【0016】

さらに、前記ラックバー8の周囲を囲うギアハウジング24の軸方向両端には、それぞれタイロッド11, 12の一端側外周に跨る蛇腹状のブーツ25, 26が設置されている。これらのブーツ25, 26は、例えば合成ゴム材料等により所定の可撓性を確保するように形成され、前記ラックバー8や後述するボールねじ機構27への水や埃等の侵入を防

10

20

30

40

50

止している。

【 0 0 1 7 】

電動モータ 1 9 は、特に図 3 に示すように、その出力軸 2 0 の先端部外周に固設された入力プーリ 2 1 と、ラックバー 8 の外周に固設された出力プーリ 2 2 と、がベルト 1 5 を介して接続されることで、前記ラックバー 8 と連係されている。なお、当該両プーリ 2 1、2 2 とベルト 1 5 をもって、伝達機構が構成されている。そして、前記プーリ 2 2 とラックバー 8 の間には減速機構である螺旋状の溝形状を有するボールねじ機構 2 7 が介装されている。

【 0 0 1 8 】

前記ボールねじ機構 2 7 は、ラックバー 8 の外周側に設けられ、螺旋状の溝形状を有するラックバー側ボールねじ溝 8 A と、ラックバー 8 を包囲するように環状に設けられ、ラックバー 8 に対し回転自在に設けられたナット 4 4 と、ナット 4 4 の内周側に設けられ、ラックバー側ボールねじ溝 8 A と共にボール循環溝 4 5 を構成する螺旋状の溝形状を有するナット側ボールねじ溝 4 4 A と、ボール循環溝 4 5 内に設けられた複数の金属製のボール 2 8 と、ナット 4 4 の径方向外側に設けられ、ボール 2 8 がボール循環溝 4 5 の一端側から他端側へ循環可能にボール循環溝 4 5 の一端側と他端側とを接続する鉄系金属製の図示外のチューブ（循環部材）と、から構成され、ベルト 1 5 を介して伝達される電動モータ 1 9 の回転が減速されながらラックバー 8 の直線運動に変換されるようになっている。

【 0 0 1 9 】

コントロールユニットとしての制御ユニット（E C U）1 8 は、電動モータ 1 9 と一体的に構成され、各種制御処理を記憶および実行する機能を有し、前記操舵角、操舵トルクおよび車速等の操舵情報に基づいて、前記操舵機構に操舵アシストトルクを付与する電動モータ 1 9 を駆動制御する。かかる制御ユニット 1 8 の具体的な制御構成については、以下に、図 4 に基づいて詳述する。

【 0 0 2 0 】

図 4 は、前記制御ユニット 1 8 の制御構成の詳細を示す制御ブロック図である。

【 0 0 2 1 】

前記制御ユニット 1 8（E C U）は、トルクセンサ 2 3 が検出した操舵トルクの信号である操舵トルク  $T_r$  信号（以下、「操舵トルク  $T_r$ 」と称する。）や、例えば図示外のデファレンシャルギアに設置された車速センサ 2 9 が検出した車速信号  $V_s$ （以下、「車速  $V_s$ 」と称する。）等に基づいて電動モータ 1 9 を駆動させる駆動電流  $I_o$  を演算し、これを電動モータ 1 9 側へと出力するアシスト電流指令部 3 0 と、操舵トルク  $T_r$  等に基づいて前記パワーステアリング装置の異常を検出して、前記アシスト電流指令部 3 0 等を制御する異常検出指令部 3 1 とから構成されている。

【 0 0 2 2 】

前記アシスト電流指令部 3 0 は、車速  $V_s$  と操舵角センサ 1 7 が検出した操舵角信号  $a n g$ （以下、「操舵角  $a n g$ 」と称する。）と操舵トルク  $T_r$  とに基づいて電動モータ 1 9 を駆動制御するモータ指令電流  $T R r$  を演算するアシスト電流演算部 3 2 と、前記モータ指令電流  $T R r$  に基づき電動モータ 1 9 に対するモータ駆動信号  $D$  を生成するモータ制御部 3 3 と、前記モータ駆動信号  $D$  に応じて電動モータ 1 9 に対してモータ駆動電流  $I_o$  を通電させるモータ駆動部 3 4 とから構成され、モータ駆動部 3 4 と電動モータ 1 9 との間に介在するモータ電流検出部 3 5 によって前記電動モータ 1 9 に実際に流れる電流であるモータ実電流  $I_r$  がモータ制御部 3 3 にフィードバックされるようになっている。

【 0 0 2 3 】

なお、前記操舵トルク  $T_r$  とモータ指令電流  $T R r$  とモータ実電流  $I_r$  は、それぞれ特許請求の範囲の記載における操舵負荷相当値に該当する。

【 0 0 2 4 】

前記異常検出指令部 3 1 は、錆検出部 3 6 と、錆検出部 3 6 の処理に応じて図示外のワーニングランプ（警告灯）に警告表示する警告指令部 3 7 と、同じく錆検出部 3 6 の処理に応じて電動モータ 1 9 の通電を遮断する電源遮断部 3 8 と、から構成され、前記ラック

10

20

30

40

50

パー 8 及びボールねじ機構 27 における錆の発生に基づく異常を検出して運転者に知らせることによって、注意を喚起するようになっている。

【0025】

前記錆検出部 36 は、操舵トルク  $T_r$  が入力され、その所定期間における平均値を演算する操舵負荷平均値演算回路 39 と、操舵負荷平均値演算回路 39 の演算結果に応じて異常の有無を判断する異常検出回路 40 と、から構成されている。

【0026】

前記操舵負荷平均値演算回路 39 及び異常検出回路 40 には、操舵トルク  $T_r$  のほか、車速  $V_s$  と、操舵角  $\text{ang}$  と、例えば車体重心部に設置されるヨーレイトセンサ 41 が検出したヨーレイト信号  $Y_w$  (以下、「ヨー  $Y_w$ 」と略称する。) と、転舵輪 2 に設置された右車輪速センサ 42 が検出した右車輪速信号である右車輪速信号  $V_{wr}$  (以下、「右車輪速  $V_{wr}$ 」と略称する。) と、転舵輪 3 に設置された左車輪速センサ 43 が検出した左車輪速信号である左車輪速信号  $V_{wl}$  (以下、「左車輪速  $V_{wl}$ 」と略称する。) と、が入力され、これらの各信号値は前記異常検出回路 40 における異常判断に供される。また、前記異常検出回路 40 は、前記平均値と ECU の不揮発性メモリ (図示外) に予め記憶された各規定値とを比較し、その結果に応じて異常の有無を判断して、前記警告指令部 37 や電源遮断部 38、前記アシスト電流演算部 32 に対して所定の指令を出力するようになっている。

【0027】

以下、前記錆検出部 36 の制御内容につき、図 5 ~ 図 14 に基づいて具体的に説明する。

【0028】

図 5 は、錆検出部 36 の制御フローを示すフローチャートである。

【0029】

すなわち、錆検出部 36 では、まず、異常確定フラグである  $F_{ler}$  に「1」が入力されているか、つまり、前回までの処理で既に異常が検出されているかを判断して (ステップ S101)、 $F_{ler}$  が「1」である (電動モータ 19 の通電が遮断されている) 場合には、フローを終了する。一方、 $F_{ler}$  が「0」である (電動モータ 19 の通電が遮断されていない) 場合には、トルクセンサ 23 からの操舵トルク  $T_r$  を読み込み (ステップ S102)、続いて、この操舵トルク  $T_r$  の絶対値を平均化処理 (詳しくは後述する) することによって操舵負荷平均値としての操舵トルク平均値  $T_{rav}$  を算出し (ステップ S103)、その後、前記不揮発性メモリに予め記憶された規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  を読み込む (ステップ S104)。なお、規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  は正常状態における操舵トルク  $T_r$  を示し、本願の特許請求の範囲の記載における規定値に相当する。

【0030】

そして、前記操舵トルク平均値  $T_{rav}$  と前記規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 1.2 倍の値との大小を判断し (ステップ S105)、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 1.2 倍の値よりも小さい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常なしと判断し、フローを終了する。

【0031】

一方、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 1.2 倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、続いて、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  と規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2.5 倍の値との大小を判断する (ステップ S106)。

【0032】

ここで、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2.5 倍の値よりも小さい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常は存在するもののその度合いは軽度であると判断して、前記警告指令部 37 に対する前記ワーニングランプの点灯指令である警告表示出力を行った後 (ステップ S110)、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2.5 倍

10

20

30

40

50

の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、「 $Trav < 2.5 Trrf$ 」の関係が成立しない場合には、異常の度合いが重度であると判断して、まず、前記電源遮断部 38 に対する電動モータ 19 への通電遮断指令であるシステム遮断処理を行い（ステップ S107）、続いて、前記警告表示出力を行い（ステップ S108）、その後、異常確定フラグ  $Flerr$  に「1」を入力して（ステップ S109）、フローを終了する。

【0033】

図 6 は、図 5 で示した平均化処理の詳細を示すフローチャートである。

【0034】

すなわち、前記平均化処理では、まず、操舵トルク  $Tr$  を読み込み（ステップ S201）、続いて、このステップ S201 にて読み込んだ操舵トルク  $Tr(1)$  に前記不揮発性メモリにストックされた前回処理までの操舵トルクの和（ $Tr(2) + Tr(3) \cdots Tr(n-1)$ ）を加算し、その値を予め記憶された所定値  $A$  から 1 を減算した値（ $A-1$ ）でもって除算することで操舵トルク平均値  $Trav$  を算出し（ステップ S202）、その後、操舵トルク  $Tr$  のストック数を示す過去データストックカウンタ値  $Cnts$  をカウントアップする（ステップ S203）。

【0035】

そして、前記ステップ S203 によって得られた過去データストックカウンタ値  $Cnts$  と所定値  $A$ （本発明の所定期間に相当する。）との大きさを判断し（ステップ S204）、過去データストックカウンタ値  $Cnts$  の値が所定値  $A$  と同じか、それよりも小さい場合、すなわち、前記ステップ 203 の処理が行われた回数が所定値  $A$ （本発明における所定期間に相当）を超えておらず、「 $Cnts > 所定値 A$ 」の関係が成立しない場合には、前記ステップ S203 でカウントアップされた過去データストックカウンタ値  $Cnts$  を  $n$  回目として入力して（ステップ S205）、前記ステップ S201 で読み込んだ操舵トルク  $Tr(1)$  を前値  $Tr(2)$  にスライドさせるかたちでストックした後（ステップ S206）、フローを終了する。

【0036】

ここで、前記ステップ S204 において、過去データストックカウンタ値  $Cnts$  が所定値  $A$  よりも大きい場合、すなわち、所定期間前記ステップ 203 の処理が繰り返され、過去データストックカウンタ値  $Cnts$  が所定値  $A$  を超え「 $Cnts > 所定値 A$ 」の関係が成立することとなった場合には、過去データストックカウンタ値  $Cnts$  をクリアして（ステップ S207）、フローを終了する。

【0037】

以上のように構成されたパワーステアリング装置によれば、装置の既存の構成により導かれる操舵トルク平均値  $Trav$  が規定操舵トルク値  $Trrf$  よりも大きい状態を異常と定義して当該異常検出を行うようにしたことから、装置の操舵負荷に基づいてラックバー 8 やボールねじ機構 27 に生じた錆の進行度を検出することが可能となる。これにより、別部材を用いることなく、しかも、必要な異常のみを検出することができる。

【0038】

すなわち、ラックバー 8 やボールねじ機構 27 に錆が生じたとしても、直ちに当該ラックバー 8 やボールねじ機構 27 の固着など深刻な不具合を生じるのではなく、錆の進行度に伴って操舵負荷が増大していき、その最終段階として前記固着など深刻な不具合が生じることになるため、前述のように錆の進行度に伴って増大する操舵負荷を検出するようにしたことで、装置において本当に危険な異常のみを検出することが可能となるのである。

【0039】

さらに、前記パワーステアリング装置では、異常を検出すると前述したようなシステム遮断処理を行うことから、ステアリングホイール 1 の操舵感により異常の発生を運転者へ確実に伝えることが可能となる。このようにして、部品交換等のメンテナンスの必要を促すことで、錆の進行による前記深刻な不具合を未然に回避することができる。

【0040】

加えて、かかる異常検出の処理に際して、検出された異常が軽度の場合には、前記シス

10

20

30

40

50

テム遮断処理の前段階として、警告表示出力を行うようにしたことで、異常が重大なものに発展する前に予め注意を喚起し、前記メンテナンスの必要を促すことができる。この結果、運転者は、前記システム遮断処理に基づいて操舵負担が増大する前に装置の異常に対処することができる。

【0041】

さらに、前記異常の検出にあたり、瞬間的な操舵トルク $T_r$ ではなく、ある程度の回数（所定期間）における複数の操舵トルク $T_r$ の平均値（操舵トルク平均値 $T_{rav}$ ）に基づいて検出を行うようにしたことから、例えば転舵輪2, 3が路肩に乗り上げた状態や、いわゆるステアリングホイール1の突き当て状態のような、前記錆の発生に起因しない瞬間的に操舵トルク $T_r$ が増大した場合まで異常として検出してしまふ誤判断を抑制することができる。

10

【0042】

しかも、かかる所定回数（所定期間）に区切った判断に際して、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ の算出に伴って過去データストックカウンタ値 $Cnts$ をカウントアップすることとし、該カウンタ値が所定値 $A$ よりも大きくなったときに過去データストックカウンタ値 $Cnts$ をクリアするようにしたことで、前記錆の発生に起因しない瞬間的な操舵トルク $T_r$ の増大による異常判断の蓄積を防止し、より適切な異常検出を行うことができる。

【0043】

図7は、本発明に係るパワーステアリング装置の第1変形例であって、図5の制御内容に操舵角と操舵速度を考慮したフローチャートである。

20

【0044】

すなわち、このフローにおける錆検出部36では、まず、異常確定フラグである $Fler$ に「1」が入力されているかを判断し（ステップS301）、 $Fler$ が「1」である場合には、フローを終了する。一方、 $Fler$ が「0」である場合には操舵角センサ17からの操舵角 $ang$ を読み込み（ステップS302）、続いて、この操舵角 $ang$ を時間微分することにより操舵角速度を算出するか、または、図示外のセンサを介して操舵角速度を読み込んだ後に（ステップS303）、後記のステップS304にて所定判断を行う。

【0045】

ステップS304では、前記操舵角 $ang$ の絶対値が予め記憶された所定値 $B$ よりも小さいか、または、前記操舵角速度の絶対値が予め記憶された所定値 $D$ よりも小さいかを判断し、すなわち、「 $|ang| < \text{所定値} B$ 」または「 $| \quad | < \text{所定値} D$ 」の関係が成立するかを判断して（ステップS304）、当該関係が成立する場合には、フローを終了する。

30

【0046】

一方、前記関係が成立しない場合、すなわち、例えばステアリングホイール1がある程度回転している状態でかつ、操舵角速度がある程度生じている状態に該当し、「 $|ang| < \text{所定値} B$ 」または「 $| \quad | < \text{所定値} D$ 」の関係が成立しない場合には、操舵トルク $T_r$ を読み込み（ステップS305）、続いて、このステップS305にて読み込んだ操舵トルク $T_r$ の絶対値に前述したような平均化処理を行うことによって操舵トルク平均値 $T_{rav}$ を算出した後（ステップS306）、規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ を読み込む（ステップS307）。

40

【0047】

その後、前記ステップS306によって算出した操舵トルク平均値 $T_{rav}$ と前記ステップS307で読み込んだ規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値との大小を判断し（ステップS308）、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値よりも小さい場合、すなわち「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常なしと判断し、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、異常ありと判断して、後記のステップ

50

S 3 0 9にて所定判断を行う。

【 0 0 4 8 】

ステップS 3 0 9では、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  と規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2 . 5 倍の値との大小を判断する (ステップS 3 0 9)。そして、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2 . 5 倍の値よりも小さい場合、すなわち「 $T_{rav} < 2 . 5 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常は存在するもののその度合いは軽度であると判断して、前記警告表示出力を行った後 (ステップS 3 1 3)、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2 . 5 倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「 $T_{rav} < 2 . 5 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、異常の度合いが重度であると判断して、まず、前記システム遮断処理を行い (ステップS 3 1 0)、続いて、前記警告表示出力を行い (ステップS 3 1 1)、最後に、異常確定フラグ  $F_{ler}$  に「1」を入力して (ステップS 3 1 2)、フローを終了する。

10

【 0 0 4 9 】

以上のように構成された第1変形例によれば、ステップS 3 0 2 ~ ステップS 3 0 4の構成が図5のものに付加されたものであって、その他の構成は同一であることから、図5ものと同様の作用効果が奏せられることは勿論、特に本変形例では、「 $| \text{ang} | < \text{所定値 B}$ 」または「 $| \text{ang} | < \text{所定値 D}$ 」の関係が成立する場合には処理を終了する構成となっていることから、例えば車両の直進状態や、いわゆる保舵状態に該当する場合など、操舵トルクが殆ど発生しないような走行状態を異常検出の判断対象から除くことができる。言い換えると、ステアリングホイール1がある程度回転している状態であつ、操舵速度がある程度生じている状態のみを異常検出判断の対象とすることができるため、錆の発生による操舵異常を感知できる状態のみを異常検出の判断対象に含めることができ、異常検出精度の向上を図ることができる。

20

【 0 0 5 0 】

図8は、本発明に係るパワーステアリング装置の第2変形例であつて、図7の制御内容に突き当て判断を付加したものを示すフローチャートである。

【 0 0 5 1 】

すなわち、このフローにおける錆検出部36では、まず、異常確定フラグである  $F_{ler}$  に「1」が入力されているかを判断し (ステップS 4 0 1)、ここで、 $F_{ler}$  が「1」である場合には、フローを終了する。一方、 $F_{ler}$  が「0」である場合には操舵角  $\text{ang}$  を読み込み (ステップS 4 0 2)、続いて、この操舵角  $\text{ang}$  を時間微分することにより操舵角速度  $\dot{\text{ang}}$  を算出するか、または、図示外のセンサを介して操舵速度  $\dot{\text{ang}}$  を読み込んだ後に (ステップS 4 0 3)、後記のステップS 4 0 4にて所定判断を行う。

30

【 0 0 5 2 】

ステップS 4 0 4では、前記操舵角  $\text{ang}$  の絶対値が予め記憶された所定値Bよりも小さいか、または、前記操舵速度  $\dot{\text{ang}}$  の絶対値が予め記憶された所定値Dよりも小さいかを判断し、すなわち、例えば車両の直進状態や、いわゆる保舵状態に該当することによって「 $| \text{ang} | < \text{所定値 B}$ 」または「 $| \dot{\text{ang}} | < \text{所定値 D}$ 」の関係が成立するかを判断して (ステップS 4 0 4)、当該関係が成立する場合には、フローを終了する。

【 0 0 5 3 】

一方、前記関係が成立しない場合、すなわち、「 $| \text{ang} | < \text{所定値 B}$ 」または「 $| \dot{\text{ang}} | < \text{所定値 D}$ 」の関係が成立しない場合には、続いて、操舵角  $\text{ang}$  の絶対値と所定値Rとの大小を判断する (ステップS 4 0 5)。

40

【 0 0 5 4 】

ステップS 4 0 5では、操舵角  $\text{ang}$  の絶対値がステアリングホイール1の突き当て付近の値を示す所定値Rよりも大きい場合、すなわち、「 $| \text{ang} | > \text{所定値 R}$ 」の関係が成立する場合には、フローを終了する。一方、操舵角  $\text{ang}$  の絶対値が所定値Rと同じか、それよりも小さい場合、すなわち、「 $| \text{ang} | > \text{所定値 R}$ 」の関係が成立しない場合には、操舵トルク  $T_r$  を読み込み (ステップS 4 0 6)、続いて、このステップS 4 0 6にて読み込んだ操舵トルク  $T_r$  の絶対値に前述したような平均化処理を行うこと

50

によって操舵トルク平均値  $T_{rav}$  を算出した後（ステップ S 4 0 7）、規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  を読み込む（ステップ S 4 0 8）。

【 0 0 5 5 】

その後、前記ステップ S 4 0 7 にて算出した操舵トルク平均値  $T_{rav}$  と前記ステップ S 4 0 8 にて読み込んだ規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 1.2 倍の値との大小を判断し（ステップ S 4 0 9）、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 1.2 倍の値よりも小さい場合、すなわち「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常なしと判断し、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 1.2 倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、異常ありと判断して、後記のステップ S 4 1 0 にて所定判断を行う。

10

【 0 0 5 6 】

ステップ S 4 1 0 では、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  と規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2.5 倍の値との大小を判断する（ステップ S 4 1 0）。そして、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2.5 倍の値よりも小さい場合、すなわち「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常は存在するもののその度合いは軽度であると判断して、前記警告表示出力を行った後（ステップ S 4 1 4）、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値  $T_{rav}$  が規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  の 2.5 倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、まず、前記システム遮断処理を行い（ステップ S 4 1 1）、続いて、前記警告表示出力を行い（ステップ S 4 1 2）、最後に、異常確定フラグ  $F_{ler}$  に「1」を入力して（ステップ S 4 1 3）、フローを終了する。

20

【 0 0 5 7 】

以上のように構成された第 2 変形例によれば、ステップ S 4 0 5 を前記第 1 変形例に付加したものであって、その他の構成は前記第 1 変形例と同様であることから、前記第 1 変形例と同様の作用効果が奏せられることは勿論のこと、特に、ステップ S 4 0 5 の判断において「 $| \text{ang} | > \text{所定値 R}$ 」の関係が成立する場合にはフローを終了する構成となっていることから、所定値 R を例えばステアリングホイール 1 の突き当て付近位置に設定することで、錆の発生に起因しないステアリングホイール突き当てにより操舵トルクが増大した場合についても異常判断から除外することができ、異常検出精度の更なる向上を図ることができる。

30

【 0 0 5 8 】

図 9 は、本発明に係るパワーステアリング装置の第 3 変形例であって、図 5 の制御内容に操舵角とヨーを考慮したものを示すフローチャートである。

【 0 0 5 9 】

すなわち、このフローにおける錆検出部 3 6 では、まず、異常確定フラグである  $F_{ler}$  に「1」が入力されているかを判断し（ステップ S 5 0 1）、ここで、 $F_{ler}$  が「1」である場合には、フローを終了する。一方、 $F_{ler}$  が「0」である場合には操舵角  $\text{ang}$  を読み込み（ステップ S 5 0 2）、続いて、ヨーレイトセンサ 4 1 からヨー  $Y_w$  を読み込む（ステップ S 5 0 3）。

40

【 0 0 6 0 】

そして、前記操舵角  $\text{ang}$  の絶対値が予め記憶された所定値 B よりも小さいか、または、前記ヨー  $Y_w$  の絶対値が予め記憶された所定値 J よりも小さいか、すなわち、例えば車両の直進状態やタイヤのグリップしていない走行状態（いわゆるドリフト状態）に該当することによって「 $| \text{ang} | < \text{所定値 B}$ 」または「 $| Y_w | < \text{所定値 J}$ 」の関係が成立するかを判断して（ステップ S 5 0 4）、当該関係が成立する場合には、異常なしと判断し、フローを終了する。一方、前記関係が成立しない場合には、まず、操舵トルク  $T_r$  を読み込み（ステップ S 5 0 5）、続いて、この読み込んだ操舵トルク  $T_r$  の絶対値に前述のような平均化処理を行うことにより操舵トルク平均値  $T_{rav}$  を算出し（ステップ S 5 0 6）、その後、規定操舵トルク値  $T_{rrf}$  を読み込む（ステップ S 5 0 7）。

50

## 【0061】

そして、前記ステップS506により算出した操舵トルク平均値 $T_{rav}$ と前記ステップS507で読み込んだ規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値との大小を判断し(ステップS508)、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値よりも小さい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常なしと判断し、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、続いて、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ と規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値との大小を判断する(ステップS509)。

## 【0062】

さらに、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値よりも小さい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常は存在するもののその度合いは軽度であると判断して、前記警告表示出力を行った後(ステップS513)、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、異常の度合いが重度であると判断して、まず、前記システム遮断処理を行い(ステップS510)、続いて、前記警告表示出力を行い(ステップS511)、最後に、異常確定フラグ $F_{ler}$ に「1」を入力して(ステップS512)、フローを終了する。

## 【0063】

以上のように構成された第3変形例によれば、前記第1実施形態にステップS502～ステップS504を付加したものであって、その他の構成は前記第1実施形態と同一であることから、前記第1実施形態と同様の作用効果が奏せられることは勿論のこと、特に本実施例では、「 $| \text{ang} | < \text{所定値} B$ 」または「 $| Yw | < \text{所定値} J$ 」の関係が成立するかを判断し、前記関係が成立する場合には、処理を終了する構成となっているため、車両の直進状態のほか、前記ドリフト状態のようなタイヤのグリップしていない特殊な走行状態における操舵トルクの増大についても異常判断の対象から除くことができ、異常精度の更なる向上を図ることができる。

## 【0064】

図10は、本発明に係るパワーステアリング装置の第4変形例であって、図5の制御内容に車輪速を考慮したものを示すフローチャートである。

## 【0065】

すなわち、このフローにおける錆検出部36では、まず、異常確定フラグである $F_{ler}$ に「1」が入力されているかを判断し(ステップS601)、 $F_{ler}$ が「1」である場合には、フローを終了する。一方、 $F_{ler}$ が「0」である場合には、右車輪速センサ42から右車輪速 $V_{wr}$ を、左車輪速センサ43から左車輪速 $V_{wl}$ をそれぞれ読み込み(ステップS602)、右車輪速 $V_{wr}$ から左車輪速 $V_{wl}$ を減算することによりフロント車輪速左右差 $V_w$ を算出する(ステップS603)。

## 【0066】

そして、前記フロント車輪速左右差 $V_w$ の絶対値が予め記憶された所定値 $K$ よりも小さいか、すなわち、「 $| V_w | < \text{所定値} K$ 」の関係が成立するかを判断し(ステップS604)、前記関係が成立する場合には、異常なしと判断し、フローを終了する。

## 【0067】

一方、前記関係が成立しない場合には、まず、操舵トルク $T_r$ を読み込み(ステップS605)、続いて、この読み込んだ操舵トルク $T_r$ の絶対値に前述のような平均化処理を行うことによって操舵トルク平均値 $T_{rav}$ を算出し(ステップS606)、その後、規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ を読み込む(ステップS607)。

## 【0068】

そして、前記ステップS606によって算出した操舵トルク平均値 $T_{rav}$ と前記ステップS607で読み込んだ規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値との大小を判断し(

10

20

30

40

50

ステップS608)、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値よりも小さい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常なしと判断し、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、続いて、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ と規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値との大小を判断する(ステップS609)。

【0069】

このステップS609において、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値よりも小さい場合、すなわち、「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常は存在するもののその度合いは軽度であると判断して、前記警告表示出力を行った後(ステップS613)、フローを終了する。一方、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、異常の度合いが重度であると判断して、まず、前記システム遮断処理を行い(ステップS610)、続いて、前記警告表示出力を行い(ステップS611)、最後に、異常確定フラグ $F_{ler}$ に「1」を入力して(ステップS612)、フローを終了する。

【0070】

以上のように構成された第4変形例によれば、前記第1実施形態にステップS602～ステップS604を付加したものであって、その他の構成は前記第1実施形態と同一であることから、前記第1実施形態と同様の作用効果が奏せられることは勿論のこと、特に本実施例では、操舵角 $\alpha_{ng}$ を読み込む代わりに左右の車輪速 $V_{wr}$ 、 $V_{wl}$ からフロント車輪速左右差 $V_w$ を算出し、「 $|V_w| < \text{所定値} K$ 」の関係が成立する場合には処理を終了する構成となっていることから、車両の直進状態に相当する走行状態を異常判断の対象から除くことができる。なお、前記第1変形例のように舵角速度 $\dot{\alpha}_{ng}$ を組み合わせることでいわゆる保舵状態についても異常判断から除いてもよく、また、前記第3変形例のようにヨー $Y_w$ を組み合わせることでドリフト状態等を異常判断の対象から除いてもよい。

【0071】

図11は、本発明に係るパワーステアリング装置の第5変形例であって、図5の制御内容に前回イグニッションオフ直前の平均値を考慮したものを示すフローチャートである。

【0072】

すなわち、このフローにおける錆検出部36では、まず、イグニッションオン時における初回通過に該当するかを判断し(ステップS701)、初回通過でないと判断した場合、すなわち、イグニッションオンされてから1回以上当該フローの処理がなされている場合は、続けて異常確定フラグである $F_{ler}$ に「1」が入力されているかを判断して(ステップS702)、 $F_{ler}$ が「1」であると判断した場合には、後述するステップS712に移行する。

【0073】

一方、前記ステップ701において、初回通過であると判断した場合、すなわち、イグニッションオンされてから当該フローの処理が一度もなされていない場合には、後記のステップS716にてメモリに保存された前回イグニッションオフ直前の操舵トルク平均値 $T_{rav}$ を読み込み(ステップS713)、続いて、これを初期値として後述する操舵トルクの直前回値 $T_r(n)$ を設定し(ステップS714)、その後、前記ステップS702に移行する。

【0074】

前記ステップS702にて $F_{ler}$ が「0」であると判断した場合には、まず、操舵トルク $T_r$ を読み込み(ステップS703)、続いて、この読み込んだ操舵トルク $T_r$ の絶対値に後述の平均化処理を行うことによって操舵トルク平均値 $T_{rav}$ を算出し(ステップS704)、その後、規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ を読み込む(ステップS705)。

【0075】

10

20

30

40

50

そして、前記ステップS704によって算出した操舵トルク平均値 $T_{rav}$ と前記ステップS705にて読み込んだ規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値との大小を判断し(ステップS706)、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値よりも小さい場合、すなわち「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、続いて、後述するステップS712に移行する。

【0076】

一方、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の1.2倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「 $T_{rav} < 1.2 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、異常ありと判断し、続いて、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ と規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値との大小を判断する(ステップS707)。

10

【0077】

そして、前記ステップS707において、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値よりも小さいと判断した場合、すなわち「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立する場合には、異常は存在するもののその度合いは軽度であると判断して、前記警告表示出力を行った後(ステップS711)、後述のステップS712に移行する。

【0078】

一方、前記ステップS707において、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ が規定操舵トルク値 $T_{rrf}$ の2.5倍の値と同じか、それよりも大きいと判断した場合、すなわち、「 $T_{rav} < 2.5 T_{rrf}$ 」の関係が成立しない場合には、異常の度合いが重度であると判断して、まず、前記システム遮断処理を行い(ステップS708)、続いて、前記警告表示出力を行った後(ステップS709)、異常確定フラグ $F_{lerr}$ に「1」を入力する(ステップS710)。その後、ステップS712において、イグニッションスイッチIGNがオフになっているかの判断を行う(ステップS712)。

20

【0079】

そして、イグニッションスイッチIGNがオフになっている場合には、まず、マイコン電源の自己保持を開始し(ステップS715)、続いて、操舵トルク平均値 $T_{rav}$ を前記不揮発性メモリに記憶し(ステップS716)、最後にマイコン電源をオフし(ステップS717)、フローを終了する。一方、前記ステップS712において、前記イグニッションスイッチIGNがオフになっていないと判断した場合には、直ちにフローを終了する。

30

【0080】

図12は、図11で示した平均化処理の詳細を示すフローチャートである。

【0081】

すなわち、このフローにおける錆検出部36では、まず、イグニッションオン時における初回通過に該当するかを判断し(ステップS801)、初回通過でないと判断した場合は、続いて、操舵トルク $T_r$ を読み込む(S802)。

【0082】

一方、初回通過の場合は、まず、前記不揮発性メモリに保存された前回イグニッションオフ直前の操舵トルク平均値 $T_{rav}$ を読み込み(ステップS808)、続いて、これを初期値として操舵トルクの直前回値 $T_r(n)$ に設定した後(ステップS809)、前記ステップS802に移行する。

40

【0083】

そして、前記ステップS808にて読み込んだ前回イグニッションオフ直前の操舵トルク平均値 $T_{rav}$ (初回通過の場合)あるいは前回通過時における処理で算出した操舵トルク平均値 $T_{rav}$ とイグニッションオンされた以降の操舵トルクの和( $T_r(1) + T_r(2) + T_r(3) \cdots T_r(n-1)$ )を予め記憶された所定値Aで除算することによって操舵トルク平均値 $T_{rav}$ を算出した後(ステップS803)、操舵トルク $T_r$ のストック数を示す過去データストックカウンタ値 $Cnts$ をカウントアップする(ステップS804)。

50

## 【0084】

続いて、前記ステップS803にて得られた過去データストックカウンタ値Cntsと所定値Aとの大小を判断し(ステップS805)、過去データストックカウンタ値Cntsが所定値Aよりも大きい場合、すなわち、前記ステップS804の処理が繰り返され、過去データストックカウンタ値Cntsが所定値Aを超えたことによって「Cnts > 所定値A」の関係が成立することとなった場合には、過去データストックカウンタ値Cntsをクリアした後(ステップS810)、フローを終了する。

## 【0085】

一方、過去データストックカウンタ値Cntsが所定値Aと同じか、それよりも小さい場合、すなわち、前記ステップS804の処理が行われた回数が所定値A(所定期間)を超えておらず、「Cnts > 所定値A」の関係が成立しない場合には、前記ステップS804にてカウントアップされた過去データストックカウンタ値Cntsをn回目として入力して(ステップS806)、前記ステップS802にて読み込まれた操舵トルクTrを前回値Tr(2)にストック(ステップS807)した後、フローを終了する。

10

## 【0086】

以上のように構成された第5変形例によれば、前記第1実施形態にステップS712～ステップS717の構成を付加したものであって、その他の構成は前記第1実施形態と同一であることから、前記第1実施形態と同様の作用効果が奏せられることは勿論、特に本実施形態では、イグニッションオフによってマイコン電源がオフになる直前の操舵トルク平均値Travを不揮発性メモリに記憶していることから、次のイグニッションオン時においてイグニッションオフ前の操舵トルク平均値Travの情報を利用することができ、例えば一定期間車両を放置して錆が進行することとなった場合には、早期にその錆による異常を検出することが可能となるため、異常検出精度の更なる向上を図ることができる。

20

## 【0087】

図13は、本発明に係るパワーステアリング装置の第6変形例であって、図12のステップS803の平均化処理に重み付けを加えたものを示すフローチャートである。

## 【0088】

すなわち、このフローにおける錆検出部36では、まず、イグニッションオン時における初回通過に該当するかを判断し(ステップS901)、初回通過でないと判断した場合は、続けて操舵トルクTrを読み込む(S902)。

30

## 【0089】

一方、初回通過の場合は、まず、前記不揮発性メモリに保存された前回イグニッションオフ直前の操舵トルク平均値Travを読み込み(ステップS908)、続いて、これを初期値として操舵トルクの直前回値Tr(n)に設定した後(ステップS909)、前記ステップS902に移行する。

## 【0090】

そして、重み付け係数K1に前記ステップS908にて読み込んだ前回イグニッションオフ直前の操舵トルク平均値Trav(初回通過の場合)あるいは前回通過時における処理で算出した操舵トルク平均値Travを乗じて得た値と、重み付け係数K2にイグニッションオンされた以降の操舵トルクの和( $Tr(1) + Tr(2) + Tr(3) \cdots Tr(n-1)$ )を乗じて得た値と、の和を前記K1とK2との和に予め記憶された所定値Aを乗じて得た値で除算することによって操舵トルク平均値Travを算出し(ステップS903)、その後、操舵トルクTrのストック数を示す過去データストックカウンタ値Cntsをカウントアップする(ステップS904)。

40

## 【0091】

続いて、前記ステップS904によって得られた過去データストックカウンタ値Cntsと所定値Aとの大小を判断し(ステップS905)、過去データストックカウンタ値Cntsが所定値Aよりも大きい場合、すなわち、所定期間前記ステップS904の処理が繰り返され、過去データストックカウンタ値Cntsが所定値Aを超え「Cnts > 所定値A」の関係が成立することとなった場合には、過去データストックカウンタ値Cnts

50

をクリアした後（ステップS910）、フローを終了する。

【0092】

一方、過去データストックカウンタ値C n t sが所定値Aと同じか、それよりも小さい場合、すなわち、前記ステップ904の処理が行われた回数が所定値A（所定期間）を超えておらず、「C n t s > 所定値A」の関係が成立しない場合には、前記ステップS904にてカウントアップされた過去データストックカウンタ値C n t sをn回目として入力して（ステップS906）、前記ステップS902にて読み込んだ操舵トルクT rを前回値T r（2）にストックした後（ステップS907）、フローを終了する。

【0093】

以上のように構成された第6変形例によれば、特に前回イグニッションオフ直前とイグニッションオフ以降の操舵トルク平均値T r a vに前述のような重み付けを行うようにしたことで、長期間サンプリングされた前回イグニッションオフ直前の操舵トルク平均値T r a vをより効果的に活用できるため、より正確な操舵トルク平均値T r a vを算出することができる。

10

【0094】

図14は、本発明に係るパワーステアリング装置の第7変形例であって、図5の制御内容にモータ指令電流T R rを漸減させる処理を付加したものを示すフローチャートである。

【0095】

すなわち、このフローにおける錆検出部36では、まず、異常確定フラグであるF l e r rに「1」が入力されているかを判断し（ステップS1001）、F l e r rが「1」である場合には、フローを終了する。一方、F l e r rが「0」である場合には、まず、操舵トルクT rを読み込み（ステップS1002）、続いて、この読み込んだ操舵トルクT rの絶対値に図6の説明において述べたような平均化処理を行うことによって操舵トルク平均値T r a vを算出した後（ステップS1003）、規定操舵トルク値T r r fを読み込む（ステップS1004）。

20

【0096】

そして、前記ステップS1003によって算出した操舵トルク平均値T r a vと前記ステップS1004によって読み込んだ規定操舵トルク値T r r fの1.2倍の値との大きさを判断し（ステップS1005）、操舵トルク平均値T r a vが規定操舵トルク値T r r fの1.2倍の値と同じか、それよりも大きい場合、すなわち「T r a v < 1.2 T r r f」の関係が成立しない場合には、異常ありと判断し、続いて、操舵トルク平均値T r a vと規定操舵トルク値T r r fの2.5倍の値との大きさを判断する（ステップS1006）。

30

【0097】

前記ステップS1006の判断において、操舵トルク平均値T r a vが規定操舵トルク値T r r fの2.5倍の値と同じか、それよりも大きいと判断した場合、すなわち「T r a v < 2.5 T r r f」の関係が成立しない場合には、異常の度合いが重度であると判断して、まず、前記システム遮断処理を行い（ステップS1007）、続いて、前記警告表示出力を行い（ステップS1008）、最後に、異常確定フラグF l e r rに「1」を入力して（ステップS1009）、フローを終了する。

40

【0098】

一方、前記ステップS1006の判断において、操舵トルク平均値T r a vが規定操舵トルク値T r r fの2.5倍の値よりも小さいと判断した場合、すなわち、「T r a v < 2.5 T r r f」の関係が成立する場合には、異常は存在するもののその度合いは軽度であると判断して、まず、前記警告表示出力を行った後（ステップS1010）、モータ指令電流T R rを漸減処理して（ステップS1011）、フローを終了する。

【0099】

また、前記ステップS1005の判断において、操舵トルク平均値T r a vが規定操舵トルク値T r r fの1.2倍の値よりも小さいと判断した場合、すなわち、「T r a v <

50

「1.2 Tr r f」の関係が成立する場合には、異常なしまたは異常は解消したと判断して、モータ指令電流  $T R r$  を漸増処理した後（ステップ S 1 0 1 2）、フローを終了する。

【0100】

以上のように構成された第7変形例によれば、前記第1実施形態にステップ S 1 0 1 1 とステップ S 1 0 1 2 の構成を付加したものであって、その他の構成は前記第1実施形態と同様であることから、前記第1実施形態と同様の作用効果が奏せられるのは勿論のこと、特に本実施形態では、異常は存在するものの軽度であると判断した場合には、モータ指令電流  $T R r$  を漸減処理することにより、直ちにシステム遮断を行う場合のように、運転者に急激な負荷を与えることなく異常を知らせることが可能となるメリットがある。

【0101】

しかも、本変形例では、操舵トルク平均値  $T r a v$  に応じてモータ指令電流  $T R r$  を漸減処理していることから、例えば時間に応じてモータ指令電流  $T R r$  を漸減処理した場合と比べて、直進走行状態の前後における運転者への急激な操舵負荷の増大も防止できる。なお、モータ指令電流  $T R r$  を漸減処理する代わりに、モータトルクの上限值を規定のものから漸減処理してもよい。

【0102】

以上、前記第1実施形態及びこれに係る各変形例では、操舵トルク平均値  $T r a v$  を算出し、該操舵トルク平均値  $T r a v$  と規定操舵トルク値  $T r r f$  とを比較することによって異常を検出しているが、当該異常判断のパラメータは装置の仕様等に応じて適宜自由に設定することができることは言うまでもない。また、操舵トルク  $T r$  に替えてモータ指令電流  $T R r$  やモータ実電流  $I r$  を用いてもよく、この場合には、前記操舵トルク平均値  $T r a v$  に替えて、モータ指令電流  $T R r$  ないしモータ実電流  $I r$  の平均値を用いるものとする。

〔第2実施形態〕

図15は、図1で示した制御ユニット（ECU）18の制御構成のうち、本発明の第2実施形態に係るものの詳細を示す制御ブロック図である。

【0103】

この制御ユニット18において、錆検出部50は、異常検出回路51のみによって構成され、この異常検出回路51には、操舵トルク  $T r$  のほかにモータ指令電流  $T R r$  やモータ実電流  $I r$  が入力されるようになっている点が第1実施形態のものとは相違しており、これらの値（操舵負荷相当値）と規定値とを比較し、操舵負荷相当値が既定値を上回る頻度が所定値よりも大きくなったとき、装置の異常を検出するようになっている。また、異常検出回路51は所定の条件下でモータ19のトルク上限値を制限するトルク制御信号  $T s$  をモータ制御部33に出力するようになっている。

【0104】

以下、前記錆検出部50の制御内容につき、図16～図21に基づいて具体的に説明する。

【0105】

図16は、図5の制御内容における前記平均化処理の代替として、異常となる頻度（以下、異常頻度と称する。）を算出することによって異常を判断する処理内容を示すフローチャートである。

【0106】

すなわち、このフローにおける錆検出部50では、まず、異常確定フラグである  $F l e r r$  に「1」が入力されているかを判断し（ステップ S 1 1 0 1）、 $F l e r r$  が「1」である場合には、フローを終了する。一方、 $F l e r r$  が「0」である場合には、操舵トルク  $T r$  を読み込み（ステップ S 1 1 0 2）、続いて、予め記憶され、操舵トルク  $T r$  の異常判断の基準となる既定値としての異常操舵トルク値  $T e r r$  を読み込み（ステップ S 1 1 0 3）、その後、所定のサンプリング回数（本発明における所定期間に相当）の間で異常頻度の確認に供するタイマーカウンタ値  $T n t s$  をカウントアップ（タイマーカウンタ値  $T n t s$  に「1」を加算）する（ステップ S 1 1 0 4）。

10

20

30

40

50

## 【0107】

続いて、前記ステップS1104によって得られたタイマーカウンタ値T n t sと予め記憶された所定値Eとの大小を判断して(ステップS1105)、タイマーカウンタ値T n t sが所定値Eよりも小さい場合、すなわち、「T n t s < 所定値E」の関係が成立する場合には、前記ステップS1102にて読み込んだ操舵トルクTrと予め記憶された異常操舵トルク値T e r rとの大小を判断する(ステップS1106)。

## 【0108】

ここで、前記操舵トルクTrが異常操舵トルク値T e r rと同じか、それよりも大きい場合、すなわち、「Tr < T e r r」の関係が成立しない場合には、異常カウンタ値C e r rをカウントアップ(異常カウンタ値C e r rに「1」を加算)し(ステップS1111)、続いて、異常カウンタ値C e r rと予め記憶された所定値Hとの大小を判断する(ステップS1107)。一方で、前記ステップS1106において、前記操舵トルクTrが異常操舵トルク値T e r rよりも小さい場合、すなわち、「Tr < T e r r」の関係が成立する場合には、正常であると判断して、そのまま前記ステップS1107へと移行する。

10

## 【0109】

また、前記ステップS1105において、タイマーカウンタ値T n t sが所定値Eと同じか、それよりも大きい場合、すなわち、所定のサンプリング回数Eに達して「T n t s < 所定値E」の関係が成立しない場合には、まず、異常カウンタ値C e r rをクリアし(ステップS1112)、続いて、タイマーカウンタ値T n t sをクリアした後(ステップS1113)、フローを終了する。

20

## 【0110】

そして、前記ステップS1107において、異常カウンタ値C e r rが所定値Hと同じか、それよりも小さい場合、すなわち、「C e r r > 所定値H」の関係が成立しない場合には、異常はないと判断して、フローを終了する。一方、異常カウンタ値C e r rが所定値Hよりも大きい場合、すなわち、「C e r r > 所定値H」の関係が成立する場合には、異常が生じていると判断して、まず、異常確定フラグF l e r rに「1」を入力し(ステップS1108)、続いて、前記システム遮断処理を行い(ステップS1109)、最後に、前記警告表示出力を行った後(ステップS1110)、フローを終了する。

30

## 【0111】

以上のように当該第2実施形態によれば、操舵負荷相当値としての操舵トルクTrが既定値としての異常操舵トルク値T e r rを上回る頻度が所定値Hよりも大きくなったときに異常を検出するようにしたことで、前記第1実施形態のものと同様、従来のような別部材を必要とせず、必要な異常のみを検出することができる。

## 【0112】

また、本実施形態では、操舵トルク平均値T r a vの代わりに前記異常頻度をもって装置の異常の有無を判断するため、例えばステアリングホイール1の突き当て時や、タイヤが縁石に乗り上げた場合など、錆の発生に起因しない、いわば運転状態により操舵トルクTrが瞬間的に大きくなる事態が生じた場合にも、異常判断全体に与える影響は前記第1実施形態のものと比較して小さく、より精度の高い異常検出を行うことができる。

40

## 【0113】

さらに、タイマーカウンタ値T n t sが所定のサンプリング回数(所定値E)に達した際には、異常カウンタ値C e r rをクリアし、その後、タイマーカウンタ値T n t sもクリアするようにしたことから、前記錆の発生に起因しない運転状態によって生じる操舵トルクTrの累積的な増大が異常判断に与える影響についても更に低減されることとなる。

## 【0114】

図17は、第2実施形態の第1変形例であって、図16の制御に異常頻度の多寡に応じた処理を付加したものを示すフローチャートである。

## 【0115】

すなわち、このフローにおける錆検出部50では、まず、異常確定フラグであるF l e

50

rrに「1」が入力されているかを判断し(ステップS1201)、Flerrが「1」である場合には、フローを終了する。一方、Flerrが「0」である場合には、まず、操舵トルクTrを読み込み(ステップS1202)、続いて、異常操舵トルク値Terrを読み込み(ステップS1203)、その後、タイマーカウンタ値Tntsをカウントアップ(タイマーカウンタ値Tntsに「1」を加算)する(ステップS1204)。

**【0116】**

そして、前記ステップS1204によって得られたタイマーカウンタ値Tntsと予め記憶された所定値Eとの大小を判断して(ステップS1205)、タイマーカウンタ値Tntsが所定値Eよりも小さい場合、すなわち、「 $Tnts < \text{所定値} E$ 」の関係が成立する場合には、前記ステップS1202にて読み込んだ操舵トルクTrと予め記憶された異常操舵トルク値Terrとの大小を判断する(ステップS1206)。

10

**【0117】**

ここで、前記操舵トルクTrが異常操舵トルク値Terrと同じか、それよりも大きい場合、すなわち、「 $Tr < Terr$ 」の関係が成立しない場合には、異常カウンタ値Cerrをカウントアップ(異常カウンタ値Cerrに「1」を加算)し(ステップS1211)、続いて異常カウンタ値Cerrと予め記憶された所定値H1との大小を判断する(ステップS1207)。一方で、前記ステップS1206において、前記操舵トルクTrが異常操舵トルク値Terrよりも小さい場合、すなわち、「 $Tr < Terr$ 」の関係が成立する場合には、そのまま前記ステップS1207へと移行する。

**【0118】**

そして、前記ステップS1207において、異常カウンタ値Cerrが所定値H1よりも大きい場合、すなわち、「 $Cerr > \text{所定値} H1$ 」の関係が成立する場合には、重度の異常が生じているものと判断して、まず、異常確定フラグFlerrに「1」を入力し(ステップS1208)、続いて、前記システム遮断処理を行い(ステップS1209)、最後に、前記警告表示出力を行った後(ステップS1210)、フローを終了する。

20

**【0119】**

一方、前記ステップS1207において、異常カウンタ値Cerrが所定値H1と同じか、それよりも小さい場合、すなわち、「 $Cerr > \text{所定値} H1$ 」の関係が成立しない場合には、少なくとも重大な異常は生じていないと判断し、続いて、異常カウンタ値Cerrと所定値H2との大小を判断する(ステップS1212)。

30

**【0120】**

そして、前記ステップS1212において、異常カウンタ値Cerrが所定値H2よりも大きい場合、すなわち、「 $Cerr > \text{所定値} H2$ 」の関係が成立する場合には、中程度の異常であると判断して、まず、前記警告表示出力を行い(ステップS1213)、続いて、モータトルクの上限を規定の30%に設定して(ステップS1214)、フローを終了する。

**【0121】**

一方、前記ステップS1212において、異常カウンタ値Cerrが所定値H2と同じか、それよりも小さい場合、すなわち、「 $Cerr > \text{所定値} H2$ 」の値が成立しない場合には、少なくとも中程度の異常も生じていないと判断し、続いて、異常カウンタ値Cerrと所定値H3との大小を判断する(ステップS1215)。

40

**【0122】**

そして、前記ステップS1215において、異常カウンタ値Cerrが所定値H3よりも大きい場合、すなわち、「 $Cerr > \text{所定値} H3$ 」の関係が成立する場合には、軽度の異常であると判断して、まず、警告表示出力を行い(ステップS1216)、続いて、モータトルクの上限を規定の50%にして(ステップS1217)、フローを終了する。

**【0123】**

一方、前記ステップS1215において、異常カウンタ値Cerrが所定値H3と同じか、それよりも小さい場合、すなわち、「 $Cerr > \text{所定値} H3$ 」の関係が成立しない場合には、特に異常は生じていないと判断して、フローを終了する。

50

## 【0124】

また、前記ステップS1205において、タイマーカウンタ値 $Tnt s$ が所定値 $E$ と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、所定のサンプリング回数 $E$ に達して「 $Tnt s < \text{所定値} E$ 」の関係が成立しない場合には、まず、異常カウンタ値 $Cerr$ をクリアし(ステップS1218)、続いて、タイマーカウンタ値 $Tnt s$ をクリアした後(ステップS1219)、フローを終了する。

## 【0125】

以上のように構成された本変形例によれば、前記第2実施形態にステップS1215～ステップS1217を付加したものであって、その他の構成は前記第2実施形態と同様であることから、前記第2実施形態と同様の作用効果が奏せられることは勿論、特に軽度の異常が生じていると判断した場合にはモータトルクの上限を規定の50%にし、中程度の異常が生じていると判断した場合にはモータトルクの上限を規定の30%にし、重度の異常が生じていると判断した場合には前記システム遮断処理を行う、といった段階的な処理を行うようにしたことで、装置の異常を操舵負荷の段階的な増大をもって運転者へとより明確に伝えることが可能となり、注意の喚起と運転者の急激な操舵負荷の増大防止の両方が可能となる。

## 【0126】

なお、前記段階的な負荷に替えて、図14で説明したようなモータ指令電流 $TRr$ の漸減処理をしてもよい。

## 【0127】

図18は、第2実施形態の第2変形例であって、図16の制御における操舵トルク $Tr$ の代替としてモータ指令電流 $TRr$ を用いたものを示すフローチャートである。

## 【0128】

すなわち、このフローにおける錆検出部50では、まず、異常確定フラグである $Fler$ に「1」が入力されているかを判断し(ステップS1301)、 $Fler$ が「1」である場合には、フローを終了する。一方、 $Fler$ が「0」である場合には、まず、アシスト電流演算部32からのモータ指令電流 $TRr$ を読み込み(ステップS1302)、続いて、予め記憶された異常範囲 $MAP1$ を読み込み(ステップS1303)、さらに、車速センサ29からの車速 $Vs$ を読み込んだ後(ステップS1304)、タイマーカウンタ値 $Tnt s$ をカウントアップ(タイマーカウンタ値 $Tnt s$ に「1」を加算)する(ステップS1305)。

## 【0129】

そして、前記ステップS1305によって得られたタイマーカウンタ値 $Tnt s$ と予め記憶された所定値 $E$ との大小を判断して(ステップS1306)、タイマーカウンタ値 $Tnt s$ が所定値 $E$ よりも小さい場合、すなわち、「 $Tnt s < \text{所定値} E$ 」の関係が成立する場合には、前記ステップS1302にて読み込んだモータ指令電流 $TRr$ と前記ステップS1303にて読み込んだ異常範囲 $MAP1$ 内の異常範囲値 $Trerr$ との大小を判断する(ステップS1307)。

## 【0130】

ここで、前記異常範囲 $MAP1$ の詳細について説明すると、図19に示すように、車速 $Vs$ に対するモータ指令電流 $TRr$ が曲線C1にて示す異常範囲値 $Trerr$ を境界に図中の下側を正常範囲とし、図中の上側を異常範囲としている。なお、前記車速 $Vs$ に対するモータ指令電流 $TRr$ が異常範囲値 $Trerr$ 上にあるときは、前記異常範囲に含まれる。

## 【0131】

そして、図18の前記ステップS1307において、モータ指令電流 $TRr$ が異常操舵トルク値 $Trerr$ と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、車速 $Vs$ に対するモータ指令電流 $TRr$ が図19の異常範囲にあることで「 $TRr < Trerr$ 」の関係が成立しない場合には、異常が生じていると判断して、異常カウンタ値 $Cerr$ をカウントアップ(異常カウンタ値 $Cerr$ に「1」を加算)し(ステップS1312)、続いて異常カ

10

20

30

40

50

ウンタ値  $C_{err}$  と予め記憶された所定値  $H$  との大小を判断する (ステップ  $S1308$ )。一方で、前記ステップ  $S1307$  において、モータ指令電流  $T_{rr}$  が異常操舵トルク値  $T_{rerr}$  よりも小さい場合、すなわち、車速  $V_s$  に対するモータ指令電流  $T_{rr}$  が図 19 の異常範囲内でないことで「 $T_{rr} < T_{rerr}$ 」の関係が成立する場合には、正常であると判断して、そのまま前記ステップ  $S1308$  へと移行する。

【0132】

また、前記ステップ  $S1306$  において、タイマーカウンタ値  $T_{nts}$  が所定値  $E$  と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、所定のサンプリング回数  $E$  に達して「 $T_{nts} < \text{所定値 } E$ 」の関係が成立しない場合には、まず、異常カウンタ値  $C_{err}$  をクリアし (ステップ  $S1313$ )、続いて、タイマーカウンタ値  $T_{nts}$  をクリアした後 (ステップ  $S1314$ )、フローを終了する。

10

【0133】

そして、前記ステップ  $S1308$  において、異常カウンタ値  $C_{err}$  が所定値  $H$  と同じか、それよりも小さい場合、すなわち、「 $C_{err} > \text{所定値 } H$ 」の関係が成立しない場合には、異常はないと判断して、フローを終了する。一方、異常カウンタ値  $C_{err}$  が所定値  $H$  よりも大きい場合、すなわち、「 $C_{err} > \text{所定値 } H$ 」の関係が成立する場合には、異常が生じていると判断して、まず、異常確定フラグ  $F_{ler}$  に「1」を入力して (ステップ  $S1309$ )、続いて、前記システム遮断処理を行い (ステップ  $S1310$ )、最後に、前記警告表示出力を行った後 (ステップ  $S1311$ )、フローを終了する。

【0134】

20

以上のように、当該第 2 変形例によれば、操舵負荷相当値としてのモータ指令電流  $T_{rr}$  が既定値としての異常範囲値  $T_{rerr}$  を上回るときの頻度が所定値  $H$  よりも大きくなったときに異常を検出するようにしたことで、前記第 2 実施形態と同様、従来のような別部材を必要とせず、必要な異常のみを検出することができる。

【0135】

図 20 は、第 2 実施形態の第 3 変形例であって、図 16 の制御における操舵トルク  $T_r$  の代替としてモータ実電流  $I_r$  を用いたものを示すフローチャートである。

【0136】

すなわち、このフローにおける錆検出部 50 では、まず、異常確定フラグである  $F_{ler}$  に「1」が入力されているかを判断し (ステップ  $S1401$ )、 $F_{ler}$  が「1」である場合には、フローを終了する。一方、 $F_{ler}$  が「0」である場合には、まず、モータ駆動部 34 からのモータ実電流  $I_r$  を読み込み (ステップ  $S1402$ )、続いて、予め記憶された異常範囲  $M_{AP2}$  を読み込み (ステップ  $S1403$ )、さらに、車速センサ 29 からの車速  $V_s$  を読み込んだ後に (ステップ  $S1404$ )、タイマーカウンタ値  $T_{nts}$  をカウントアップ (タイマーカウンタ値  $T_{nts}$  に「1」を加算) する (ステップ  $S1405$ )。

30

【0137】

そして、前記ステップ  $S1405$  によって得られたタイマーカウンタ値  $T_{nts}$  と予め記憶された所定値  $E$  との大小を判断して (ステップ  $S1406$ )、タイマーカウンタ値  $T_{nts}$  が所定値  $E$  よりも小さい場合、すなわち、「 $T_{nts} < \text{所定値 } E$ 」の関係が成立する場合には、前記ステップ  $S1402$  にて読み込んだモータ実電流  $I_r$  と前記ステップ  $S1403$  にて読み込んだ異常範囲  $M_{AP2}$  内の異常範囲値  $I_{err}$  との大小を判断する (ステップ  $S1407$ )。

40

【0138】

ここで、前記異常範囲  $M_{AP2}$  の詳細について説明すると、図 21 に示すように、車速  $V_s$  に対するモータ実電流  $I_r$  が曲線  $C2$  にて示す異常範囲値  $I_{err}$  を境界に図中の下側を正常範囲とし、図中の上側を異常範囲としている。なお、前記車速  $V_s$  に対するモータ実電流  $I_r$  が異常範囲値  $I_{err}$  上にあるときは、前記異常範囲に含まれる。

【0139】

そして、図 20 の前記ステップ  $S1407$  において、モータ実電流  $I_r$  が異常範囲値  $I$

50

$err$ と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、車速 $V_s$ に対するモータ実電流 $I_r$ が図21の異常範囲にあることで「 $I_r < I_{err}$ 」の関係が成立しない場合には、異常が生じていると判断して、異常カウンタ値 $C_{err}$ をカウントアップ（異常カウンタ $C_{err}$ に「1」を加算）し（ステップS1412）、続いて、異常カウンタ値 $C_{err}$ と予め記憶された所定値 $H$ との大小を判断する（ステップS1408）。一方で、前記ステップS1407において、モータ実電流 $I_r$ が異常範囲値 $I_{err}$ よりも小さい場合、すなわち、車速 $V_s$ に対するモータ実電流 $I_r$ が図21の異常範囲内にないことで「 $I_r < I_{err}$ 」の関係が成立する場合には、正常であると判断して、そのまま前記ステップS1408へと移行する。

【0140】

10

また、前記ステップS1406において、タイマーカウンタ値 $T_{nts}$ が所定値 $E$ と同じか、それよりも大きい場合、すなわち、所定のサンプリング回数 $E$ に達して「 $T_{nts} < \text{所定値} E$ 」の関係が成立しない場合には、まず、異常カウンタ値 $C_{err}$ をクリアし（ステップS1413）、続いて、タイマーカウンタ値 $T_{nts}$ をクリアした後（ステップS1414）、フローを終了する。

【0141】

そして、前記ステップS1408において、異常カウンタ値 $C_{err}$ が所定値 $H$ と同じか、それよりも小さい場合、すなわち、「 $C_{err} > \text{所定値} H$ 」の関係が成立しない場合には、異常はないと判断して、フローを終了する。一方、異常カウンタ $C_{err}$ の値が所定値 $H$ よりも大きい場合、すなわち、「 $C_{err} > \text{所定値} H$ 」の関係が成立する場合には、異常が生じていると判断して、まず、異常確定フラグ $F_{ler}$ に「1」を入力して（ステップS1409）、続いて、前記システム遮断処理を行い（ステップS1410）、最後に、前記警告表示出力を行った後（ステップS1411）、フローを終了する。

20

【0142】

以上のように、当該第3変形例によれば、操舵負荷相当値としてのモータ実電値 $I_r$ が既定値としての異常範囲値 $I_{err}$ を上回るときの頻度が所定値 $H$ よりも大きくなったときに異常を検出するようにしたことで、前記第2実施形態と同様、従来のような別部材を必要とせず、必要な異常のみを検出することができる。

【0143】

なお、前記第2実施形態及びこれに係る各変形例においても、図7～図9において説明したような処理を付加することで、直進状態や保舵状態を異常判断から除くことが可能となる。

30

【0144】

以上、本発明は、前記各実施形態等に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で自由な構成変更が可能である。

【0145】

特に、前記各実施形態等では、本発明をいわゆるラックアシスト型のパワーステアリング装置に適用したものを例に説明したが、これに限定されるものではない。すなわち、ラックアシスト型以外であっても、例えばコラムアシスト型やピニオンアシスト型のパワーステアリング装置にも適用することができ、この場合には、操舵機構を構成するコラム軸やピニオン軸が鋼材で形成されることによって前述した錆による不具合を招来する可能性があり、かかる形式のパワーステアリング装置であっても、本発明の適用によって、前述したような異常判断によるメリットを享受できる。

40

【0146】

以下、前記各実施形態から把握される発明であって、特許請求の範囲に記載していないものを以下に記載する。

【0147】

〔請求項a〕請求項1に記載のパワーステアリング装置において、

前記操舵負荷平均値演算回路は、車両のイグニッションスイッチがオフされるとき、前記操舵負荷相当値の平均値の最新値を不揮発性メモリに保存することを特徴とするパワー

50

ステアリング装置。

【0148】

この発明によれば、イグニッションスイッチがオフされるときは、コントロールユニットへの通電もオフされるが、操舵負荷相当値の平均値の最新値を不揮発性メモリに保存することにより、再イグニッション時において、イグニッションオフ前の情報を利用することができる。

【0149】

〔請求項b〕請求項aに記載のパワーステアリング装置において、前記操舵負荷平均値演算回路は、車両のイグニッションスイッチがオンされたとき、前記不揮発性メモリに保存された前記操舵負荷相当値の平均値の情報と、前記イグニッションスイッチがオンされた以降の前記操舵負荷相当値とに基づき、前記操舵負荷相当値の平均値を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

10

【0150】

この発明によれば、操舵負荷相当値の平均値を、イグニッションオン前後両方の情報に基づき演算することができ、より精度の高い平均値演算を行うことができる。

【0151】

〔請求項c〕請求項bに記載のパワーステアリング装置において、前記操舵負荷平均値演算回路は、前記イグニッションスイッチがオンされた以降の前記操舵負荷相当値よりも、前記不揮発性メモリに保存された前記操舵負荷相当値の平均値の重み付けを大きくして前記操舵負荷相当値の平均値を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

20

【0152】

この発明によれば、不揮発性メモリに保存された操舵負荷相当値の平均値は、長時間サンプリングされた操舵負荷相当値の平均値であるため、平均値演算時に前記平均値に重み付けを大きくすることにより、より正確な平均値演算を行うことができる。

【0153】

〔請求項d〕請求項1に記載のパワーステアリング装置において、前記異常検出回路は、装置の異常を検出したとき、車両に設けられた警告灯を点灯させることを特徴とするパワーステアリング装置。

【0154】

この発明によれば、警告灯の点灯により装置の異常を運転者に知らせ、注意を喚起することができる。

30

【0155】

〔請求項e〕請求項dに記載のパワーステアリング装置において、前記コントロールユニットは、前記異常検出回路が装置の異常を検出したとき、前記モータ指令電流として、装置の異常が生じていないときよりも小さい値を出力することを特徴とするパワーステアリング装置。

【0156】

この発明によれば、異常時に操舵アシストを停止させるのではなく、モータ指令電流を減少させて操舵アシストを行うようにしたことにより、運転者の操舵負荷の急激な増大を回避しながら、運転者に装置の異常を知らせることができる。

40

【0157】

〔請求項f〕請求項eに記載のパワーステアリング装置において、前記コントロールユニットは、前記異常検出回路が装置の異常を検出したとき、前記モータ指令電流を漸減させるかたちで該モータ指令電流を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

【0158】

この発明によれば、運転者の操舵負荷の急激な増大を回避しつつ、運転者に装置の異常を知らせることができる。

【0159】

50

〔請求項 g〕請求項 f に記載のパワーステアリング装置において、前記コントロールユニットは、前記操舵負荷相当値に応じて、前記モータ指令電流を漸減させることを特徴とするパワーステアリング装置。

【0160】

この発明によれば、急な操舵負荷の増大による操舵フィーリングの悪化を抑制することができる。

【0161】

〔請求項 h〕請求項 d に記載のパワーステアリング装置において、前記コントロールユニットは、前記モータ指令電流を漸減させた後、該モータ指令電流を 0 にすることを特徴とするパワーステアリング装置。

10

【0162】

この発明によれば、モータ指令電流を最終的に 0 とすることにより、負荷を漸減しつつもより確実な注意喚起を可能とし、装置に異常が生じている状態で運転者が長時間に亘って運転を継続することを抑制することができる。

【0163】

〔請求項 i〕請求項 1 に記載のパワーステアリング装置において、前記操舵機構は、ステアリングホイールの回転に伴い軸方向に移動することにより転舵輪を転舵させるラックバーを備え、

前記減速機構は、前記ラックバーの外周側に設けられ、螺旋状の溝形状を有するラックバー側ボールねじ溝と、

20

前記ラックバーを包囲するように環状に設けられ、前記ラックバーに対し回転自在に設けられたナットと、

前記ナットの内周側に設けられ、螺旋状の溝形状を有し、前記転舵軸側ボールねじと共にボール循環溝を構成するナット側ボールねじ溝と、

前記ボール循環溝内に設けられた複数のボールと、

前記ナットの径方向外側に設けられ、前記複数のボールが前記ボール循環溝の一端側から他端側へ循環可能に前記ボール溝の一端側と他端側とを接続する循環部材と、

から構成されるボールねじ機構と、

前記電動モータの回転を前記ナットに伝達する伝達機構と、

から構成されることを特徴とするパワーステアリング装置。

30

【0164】

この発明によれば、ボールねじ機構のボール循環溝に錆が生じた場合であっても、操舵負荷相当値の平均値に基づき、錆の発生（進行）を検出することができる。

【0165】

〔請求項 j〕請求項 6 に記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、ステアリングホイールが操舵操作されたときの前記操舵負荷相当値と前記規定値とを比較することにより、前記頻度を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

【0166】

直進状態のような操舵負荷が発生しない状況を含めて操舵負荷相当値が規定トルクを超えた頻度を演算してしまうと、錆が発生している場合であっても頻度が低く認識されてしまい、錆の進行の検出が遅れてしまうおそれがあるが、この発明によれば、操舵操作されないときの操舵負荷を頻度演算から除外することで、より正確な頻度演算が可能となって、早期に錆の発生（進行）を検出することができる。

40

【0167】

〔請求項 k〕請求項 j に記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、操舵速度、車両のヨーモーメント、または左右の転舵回転速度差に基づき、ステアリングホイールが操舵操作されている状態を判断することを特徴とするパワーステアリング装置。

【0168】

50

この発明によれば、前記任意のパラメータに基づいて、操舵操作状態を判断することができる。

【0169】

〔請求項1〕請求項6に記載のパワーステアリング装置において、前記コントロールユニットは、前記異常検出回路が装置の異常を検出したとき、前記モータ指令電流として、装置の異常が生じていないときよりも小さい値を出力することを特徴とするパワーステアリング装置。

【0170】

この発明によれば、異常時に操舵アシストを停止するのではなく、指令電流を減少させて操舵アシストを行うようにしたことにより、運転者の操舵負荷の急激な増大を回避しつつ、運転者に装置の異常を知らせることができる。

10

【0171】

〔請求項m〕請求項1に記載のパワーステアリング装置において、前記コントロールユニットは、前記異常検出回路が装置の異常を検出したとき、前記モータ指令電流を漸減させるかたちで該モータ指令電流を演算することを特徴とするパワーステアリング装置。

【0172】

この発明によれば、運転者の操舵負荷の急激な増大を回避しつつ、運転者に装置の異常を知らせることができる。

【符号の説明】

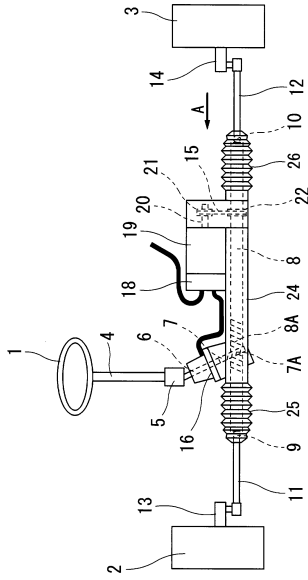
20

【0173】

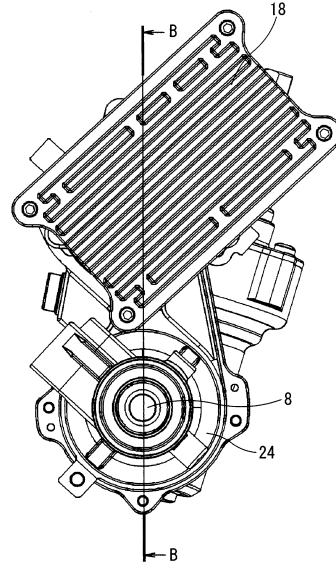
- 1 ...ステアリングホイール
- 2 ... 転舵輪
- 3 ... 転舵輪
- 18 ... ECU (コントロールユニット)
- 19 ... 電動モータ
- 23 ... トルクセンサ
- 27 ... ボールねじ機構 (減速機構)
- 39 ... 操舵負荷平均値演算回路
- 40 ... 異常検出回路
- Tr ... 操舵トルク
- TRr ... モータ指令電流
- Ir ... モータ実電流
- Trav ... 操舵トルク平均値 (平均値)
- Trrf ... 規定操舵トルク値 (規定値)

30

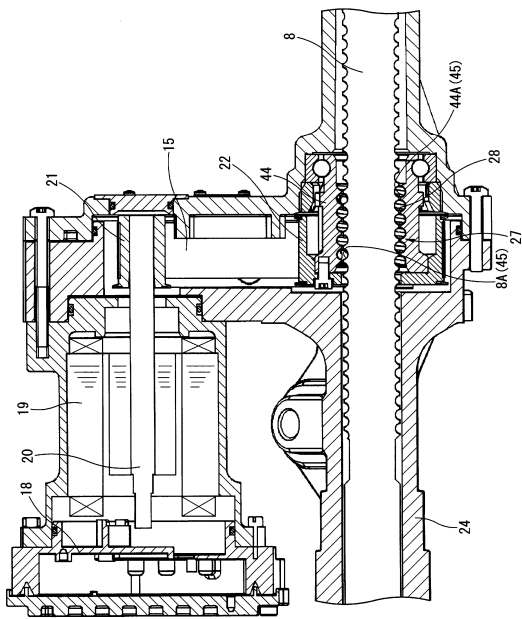
【図1】



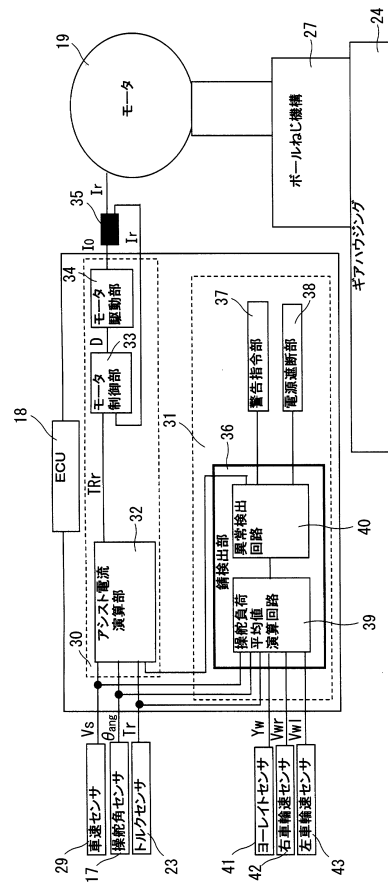
【図2】



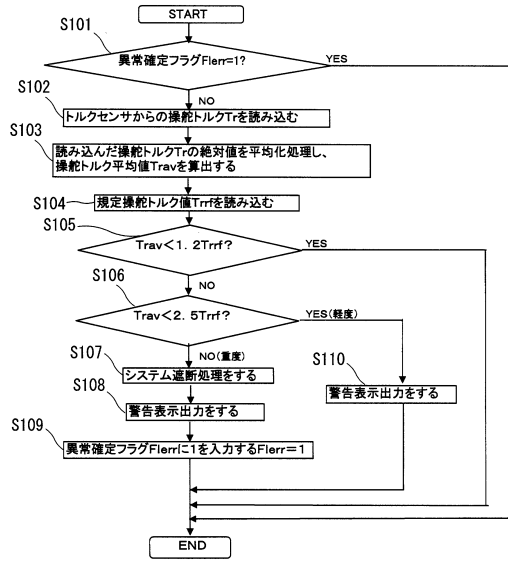
【図3】



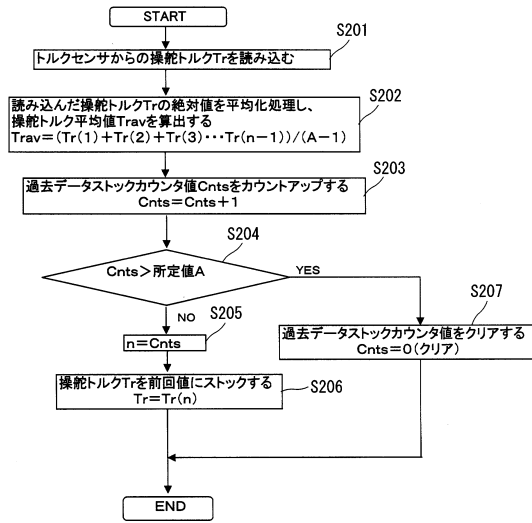
【図4】



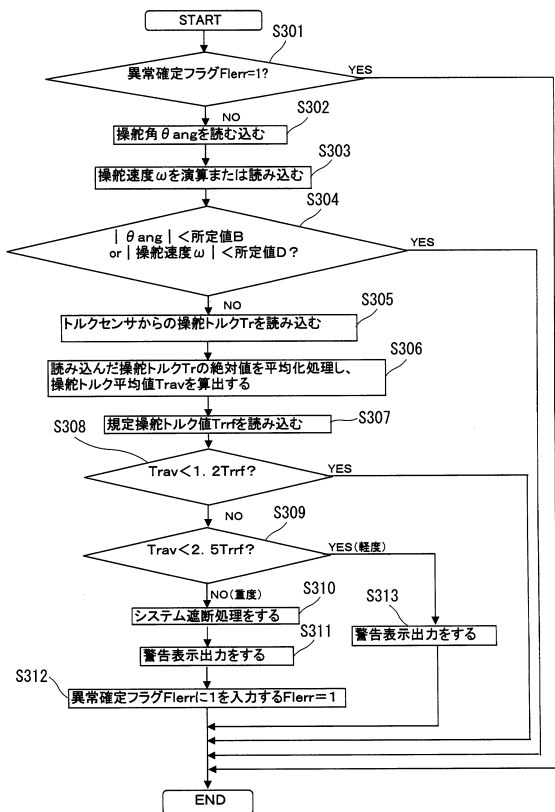
【図5】



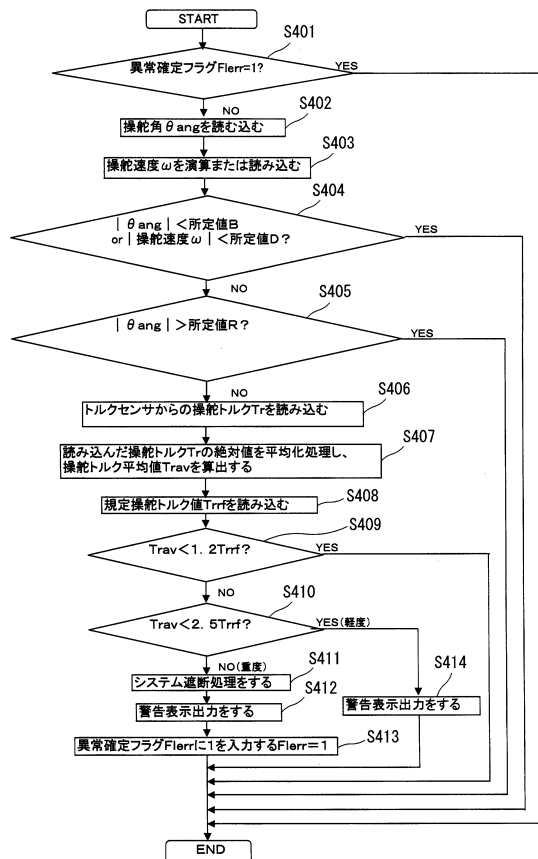
【図6】



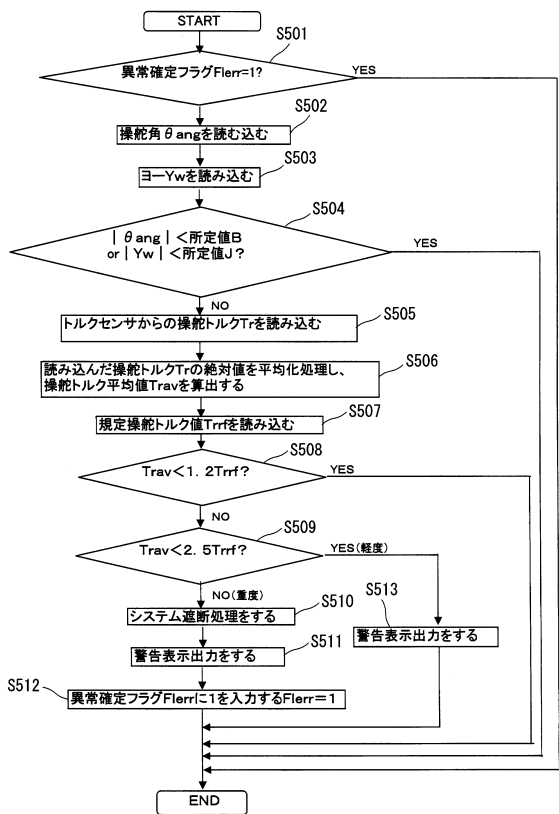
【図7】



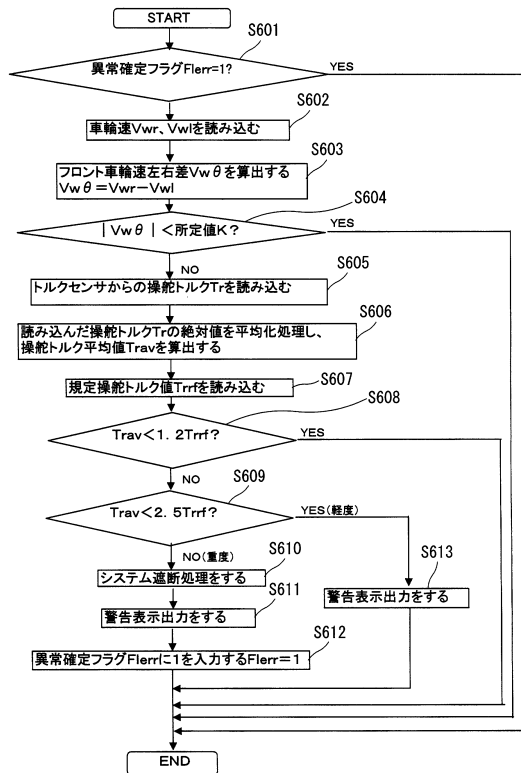
【図8】



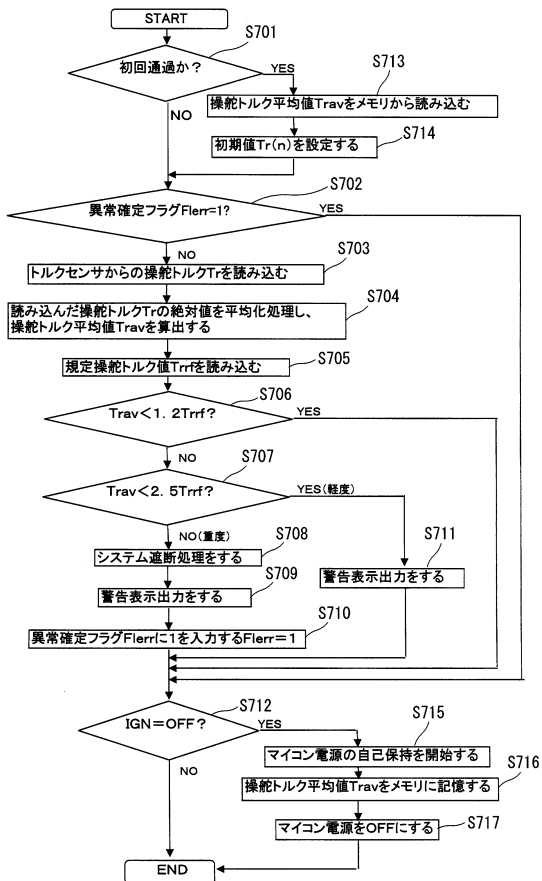
【図9】



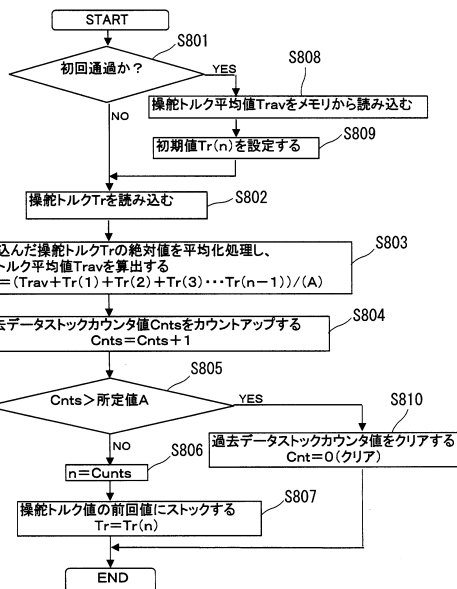
【図10】



【図11】

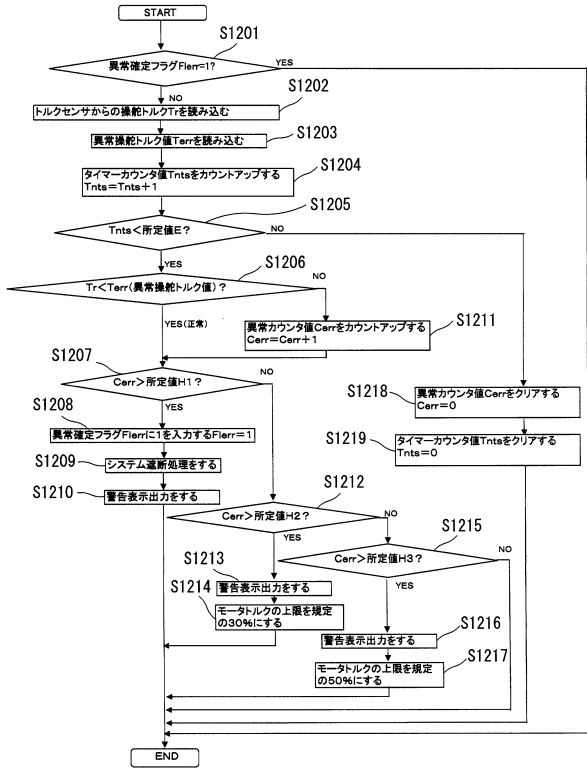


【図12】

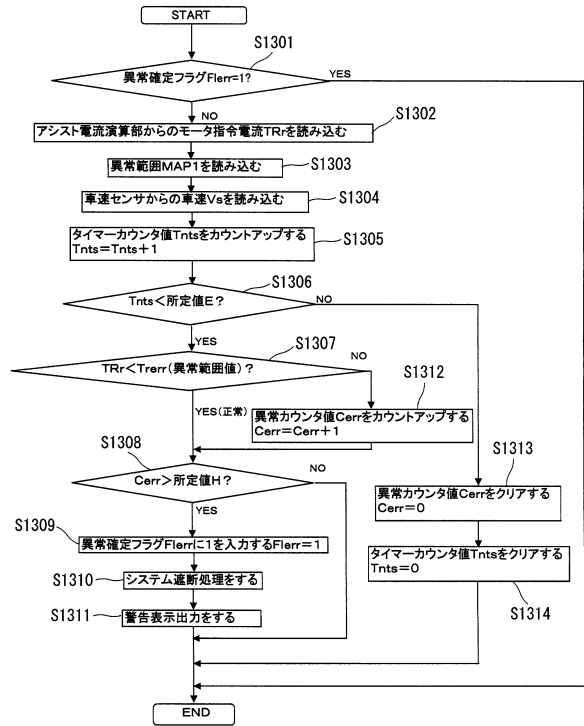




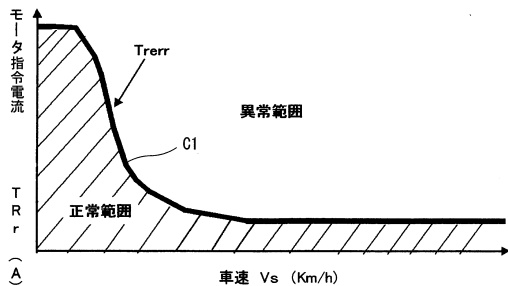
【図17】



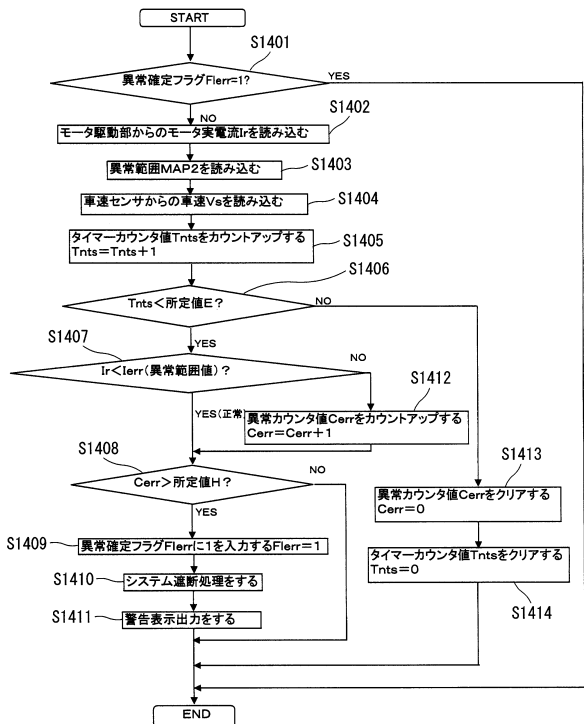
【図18】



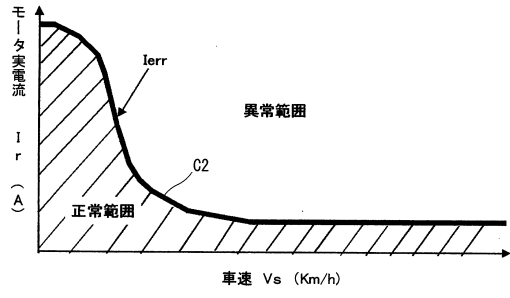
【図19】



【図20】



【図 21】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 6 2 D 119/00 (2006.01) B 6 2 D 119:00  
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(56)参考文献 特開2008-168728(JP,A)  
特開平07-002135(JP,A)  
特開2003-276624(JP,A)  
特開2006-044284(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 6 2 D 5 / 0 0 - 6 / 1 0