(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 9 月 15 日(15.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/143305 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) *B62D 5/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001134

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 2 日(02.03.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-047033 2015 年 3 月 10 日(10.03.2015) JP

(71) 出願人: 日本精工株式会社(NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目６番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中村 篤志(NAKAMURA, Atsushi); 〒3718527 群馬県前橋市鳥羽町７８番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP).

(74) 代理人: 内藤 嘉昭, 外(NAITOH, Yoshiaki et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目３番１号 城山トラストタワー３２階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

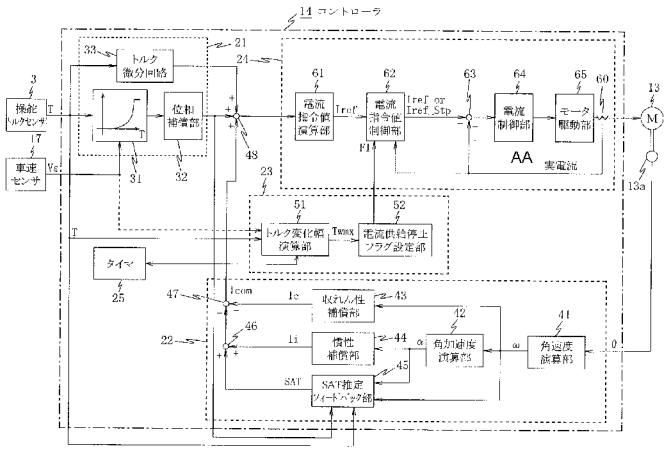
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称 : 電動パワーステアリング装置



3 Steering torque sensor
14 Controller
17 Vehicle velocity sensor
25 Timer
32 Phase compensation part
33 Torque differential circuit
41 Angular velocity calculation part
42 Angular acceleration calculation part
43 Convergence compensation part
44 Inertia compensation part
45 SAT estimation feedback part
51 Torque variation range calculation part
52 Current supply/stop flag setting part
61 Current command value calculation part
62 Current command value control part
64 Current control part
65 Motor drive part
AA Actual current

(57) **Abstract**: Provided is an electric power steering device such that an unnecessary current flowing in an electric motor during a period in which there is no change in steering torque can be suppressed. This electric power steering device is provided with: a steering torque sensor (3) for detecting a steering torque (T); a current command value calculation part (61) for calculating a current command value (Iref) on the basis of at least the steering torque (T); an electric motor (13) for generating a steering assist torque to be given to a steering shaft (2); a motor control unit (24) for performing drive control of the electric motor (13) on the basis of the current command value (Iref); and a current supply/stop control unit (23) and current command value control part (62) that carry out control for determining whether or not there is a change in the steering torque (T) on the basis of the steering torque (T) detected by the steering torque sensor (3) and stopping supply of a drive current to the electric motor (13) during a period in which no change is determined.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/143305 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

操舵トルクに変化の無い期間に電動モータに流れる不要電流の抑制が可能な電動パワーステアリング装置を提供する。電動パワーステアリング装置は、操舵トルク（Ｔ）を検出する操舵トルクセンサ（３）と、少なくとも操舵トルク（Ｔ）に基づき電流指令値（Ｉｒｅｆ）を演算する電流指令値演算部（６１）と、ステアリングシャフト（２）に与える操舵補助トルクを発生する電動モータ（１３）と、電流指令値（Ｉｒｅｆ）に基づき電動モータ（１３）を駆動制御するモータ制御部（２４）と、操舵トルクセンサ（３）で検出した操舵トルク（Ｔ）に基づき操舵トルク（Ｔ）に変化があるか否かを判定し、変化が無いと判定している期間は、電動モータ（１３）への駆動電流の供給を停止する制御を行う電流供給停止制御部（２３）及び電流指令値制御部（６２）と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、電動パワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、電動パワーステアリング装置の電流消費を抑制する技術として、例えば、特許文献１に開示された技術がある。この技術は、ハンドルを舵角中点まで自動で戻す機能を有する車両において、この機能によるハンドル戻し時に外乱等によって戻しきれなかった際に生じるハンドル戻し制御電流の残留成分を除去することで電流消費を抑制している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第４１３１４７７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記特許文献１の従来技術は、ハンドル戻し制御電流を入力とし、ハンドル角が一定となる定常状態において、その残留成分を出力電流から除去する構成となっている。そのため、ハンドル戻し時以外の定常状態で不要な電流成分が生じた場合にその電流抑制に対処できないといった問題を有する。

そこで、本発明は、このような従来の技術の有する未解決の課題に着目してなされたものであって、操舵トルクに変化の無い期間に電動モータに流れる不要電流の抑制が可能な電動パワーステアリング装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0005] ステアリング機構に入力される操舵トルクを検出する操舵トルク検出部と、少なくとも操舵トルク検出部で検出した操舵トルクに基づき電流指令値を

演算する電流指令値演算部と、ステアリング機構のステアリングシャフトに与える操舵補助トルクを発生する電動モータと、電流指令値に基づき電動モータを駆動制御するモータ制御部と、操舵トルク検出部で検出した操舵トルクに基づきこの操舵トルクに変化があるか否かを判定し、変化が無いと判定している期間は、電動モータへの駆動電流の供給を停止する制御を行う電流供給停止制御部と、を備える。

発明の効果

[0006] 操舵トルクに変化が無い期間において、電動モータへの駆動電流の供給を停止する制御を行うようにした。そのため、操舵トルクに変化が無い期間に電動モータに流れる不要電流を抑制することができるという効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明に係る電動パワーステアリング装置を示す全体構成図である。

[図2]コントローラの具体的構成を示すブロック図である。

[図3]トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘの一例を示す図である。

[図4]第１実施形態の電流供給停止制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図5]（ａ）は、第１実施形態の電流供給停止制御処理を実施した場合の操舵トルクＴと駆動電流との関係の一例を示す図であり、（ｂ）は、従来の操舵トルクＴと駆動電流との関係の一例を示す図である。

[図6]第２実施形態の電流供給停止制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図7]第２実施形態の電流供給停止制御処理を実施した場合の操舵トルクＴと駆動電流との関係の一例を示す図である。

[図8]第３実施形態の電流供給停止制御処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図9]第２実施形態の電流供給停止制御処理の変形例を実施した場合の操舵トルクＴと駆動電流との関係の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 次に、図面に基づき、本発明の第１～第３実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、寸法の関係や比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。

また、以下に示す第１～第３実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

[0009] （第１実施形態）

（構成）

第１実施形態に係る電動パワーステアリング装置は、車両に搭載され、ステアリング機構として、図１に示すように、ステアリングホイール１と、ステアリングシャフト２と、操舵トルクセンサ３と、ユニバーサルジョイント４と、を備える。加えて、中間シャフト５と、ユニバーサルジョイント６と、ピニオンシャフト７と、ステアリングギヤ８と、タイロッド９とを備える。

[0010] ステアリングホイール１に運転者から作用される操舵力はステアリングシャフト２に伝達される。このステアリングシャフト２は、図１に示すように、入力軸２ａと出力軸２ｂとを有し、入力軸２ａの一端がステアリングホイール１に連結され、入力軸２ａの他端が操舵トルクセンサ３を介して出力軸２ｂの一端に連結されている。

この出力軸２ｂに伝達された操舵力は、ユニバーサルジョイント４を介して中間シャフト５に伝達され、さらに、ユニバーサルジョイント６を介してピニオンシャフト７に伝達される。このピニオンシャフト７に伝達された操舵力はステアリングギヤ８を介してタイロッド９に伝達され、図示しない転舵輪を転舵する。ここで、ステアリングギヤ８は、ピニオンシャフト７に連

結されたピニオン８ａとこのピニオン８ａに噛合するラック８ｂとを有するラックアンドピニオン形式に構成され、ピニオン８ａに伝達された回転運動をラック８ｂで直進運動に変換している。

[0011] ステアリングシャフト２の出力軸２ｂには、操舵補助トルクを出力軸２ｂに伝達する操舵補助機構１０が連結されている。この操舵補助機構１０は、出力軸２ｂに連結された減速ギヤ１１と、この減速ギヤ１１に連結されて操舵系に対して補助操舵力を発生する電動モータ１３とを備えている。

また、操舵トルクセンサ３は、ステアリングホイール１に付与されて入力軸２ａに伝達された操舵トルクを検出するものである。第１実施形態では、操舵トルクセンサ３は、操舵トルクを入力軸２ａ及び出力軸２ｂ間に介挿した図示しないトーションバーの捩れ角変位に変換し、この捩れ角変位を磁気信号で検出し、それを電気信号に変換するように構成されている。この操舵トルクセンサ３が検出した操舵トルクＴは、コントローラ１４に入力する。

[0012] コントローラ１４は、車載電源であるバッテリ１５から電源供給されることによって作動する。ここで、バッテリ１５の負極は接地され、その正極はエンジン始動を行うイグニッションスイッチ１６を介してコントローラ１４に接続されると共に、イグニッションスイッチ１６を介さず直接、コントローラ１４に接続されている。

コントローラ１４には、操舵トルクＴの他に、車速センサ１７で検出した車速Ｖｓを入力する。そして、これらに応じた操舵補助トルクを操舵系に付与する操舵補助制御（操舵アシスト）を行う。具体的には、上記操舵補助トルクを電動モータ１３で発生するための操舵補助指令値（操舵補助トルク指令値）を公知の手順で算出し、算出した操舵補助指令値に基づいて電動モータ１３の電流指令値を算出する。そして、算出した電流指令値とモータ電流検出値とにより、電動モータ１３に供給する駆動電流をフィードバック制御する。

[0013] 次に、コントローラ１４の具体的構成について説明する。

コントローラ１４は、図２に示すように、操舵トルクＴ及び車速Ｖｓに基

づいて操舵補助指令値（操舵補助トルク指令値）を演算する指令値演算部２１と、操舵補助指令値を補償する指令値補償部２２とを備えている。加えて、操舵トルクＴに基づいて電動モータ１３への駆動電流の供給を停止するか否かを指令する電流供給停止フラグＦＩを設定する電流供給停止制御部２３を備えている。さらに、電流供給停止制御部２３で設定された電流供給停止フラグＦＩと、指令値補償部２２で補償された操舵補助指令値とに基づいて電動モータ１３を駆動制御するモータ制御部２４と、タイマ２５とを備えている。

[0014] 指令値演算部２１は、操舵補助指令値演算部３１と、位相補償部３２と、トルク微分回路３３と、を備える。

操舵補助指令値演算部３１は、操舵トルクＴ及び車速Ｖｓをもとに、操舵補助指令値算出マップを参照して操舵補助指令値（操舵補助トルク指令値）を演算する。ここで、操舵補助指令値算出マップは、横軸に操舵トルクＴ、縦軸に操舵補助指令値をとり、車速Ｖｓをパラメータとした特性線図で構成されている。操舵補助指令値は、操舵トルクＴの増加に対して最初は比較的緩やかに増加し、さらに操舵トルクＴが増加すると、その増加に対して操舵補助指令値が急峻に増加するように設定されている。この特性曲線の傾きは、車速Ｖｓの増加に従って小さくなるように設定されている。

[0015] 位相補償部３２は、操舵補助指令値演算部３１で演算した操舵補助指令値に対して位相補償を行い、位相補償後の操舵補助指令値を加算器４８に出力する。ここでは、例えば、（Ｔ１ｓ＋１）／（Ｔ２ｓ＋１）のような伝達特性を操舵補助指令値に作用させるものとする。

トルク微分回路３３は、操舵トルクＴを微分した操舵トルク変化率をもとに操舵トルクＴに対する補償値を算出し、これを加算器４８に出力する。

指令値補償部２２は、角速度演算部４１と、角加速度演算部４２と、収斂性補償部４３と、慣性補償部４４と、ＳＡＴ推定フィードバック部４５と、を少なくとも備える。

[0016] 角速度演算部４１は、回転角センサ１３ａで検出したモータ回転角θを微

分してモータ角速度ωを算出する。角加速度演算部４２は、角速度演算部４１で演算したモータ角速度ωを微分してモータ角加速度αを算出する。

収斂性補償部４３は、角速度演算部４１で演算したモータ角速度ωを入力し、車両のヨーの収斂性を改善するためにステアリングホイール１が振れ回る動作に対して、ブレーキをかけるように、収斂性補償値Ｉｃを算出する。

慣性補償部４４は、電動モータ１３の慣性により発生するトルク相当分を補償して慣性感又は制御応答性の悪化を防止するための慣性補償値Ｉｉを算出する。

[0017] ＳＡＴ推定フィードバック部４５は、操舵トルクＴ、モータ角速度ω、モータ角加速度α及び指令値演算部２１で演算した操舵補助指令値を入力し、これらに基づいてセルフアライニングトルクＳＡＴを推定演算する。

そして、加算器４６は、慣性補償部４４で算出した慣性補償値ＩｉとＳＡＴ推定フィードバック部４５で算出したセルフアライニングトルクＳＡＴとを加算し、その結果を加算器４７に出力する。

加算器４７は、加算器４６の加算結果と収斂性補償部４３で算出した収斂性補償値Ｉｃとを加算し、その結果を指令補償値Ｉｃｏｍとして加算器４８に出力する。

[0018] 加算器４８は、位相補償部３２が出力した位相補償後の操舵補助指令値に、トルク微分回路３３が出力した補償値と、指令値補償部２２が出力した指令補償値Ｉｃｏｍとを加算し、補償後の操舵補助指令値を出力する。この補償後の操舵補助指令値は、モータ制御部２４に入力する。

電流供給停止制御部２３は、トルク変化幅演算部５１と、電流供給停止フラグ設定部５２と、を備える。

トルク変化幅演算部５１は、タイマ２５のカウント値に基づき、予め設定した測定時間ｔｓ［ｍｓ］が経過する毎に、測定時間ｔｓ［ｍｓ］が経過する期間に入力された操舵トルクＴに基づき、測定時間ｔｓ［ｍｓ］の期間における操舵トルクＴの変化幅の最大値（以下、「トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘ」と称す）を演算する。具体的に、図３に示すように、測定時間ｔｓ［ｍ

ｓ］の期間に操舵トルクセンサ３から入力される操舵トルクＴのうちから、図３中の「四角印」で示す最小値Ｔｍｉｎと、図３中の「丸印」で示す最大値Ｔｍａｘとを検出する。そして、操舵トルクＴの最大値Ｔｍａｘから最小値Ｔｍｉｎを減算することで、これら２点間の幅であるトルク変化幅最大値Ｔｗｍｘを求める。

[0019] なお、図３は、操舵トルクセンサ３から出力される操舵トルクＴのアナログ信号波形を示しているが、第１実施形態のコントローラ１４では、操舵トルクＴは、不図示のＡ／Ｄ変換器によって、所定サンプリング間隔のデジタル値として取得する。

電流供給停止フラグ設定部５２は、トルク変化幅演算部５１で演算されたトルク変化幅最大値Ｔｗｍｘと、予め設定したトルク変化幅閾値Ｔｈｗとを比較する。そして、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下のときに電流供給停止フラグＦＩを「１」に設定する。即ち、操舵トルクＴの変化幅が「変化無し」と判断できる程度の大きさの場合に、電流供給停止フラグＦＩを、電動モータ１３への駆動電流の供給を停止することを示す値に設定する。一方、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗよりも大きいときに電流供給停止フラグＦＩを「０」に設定する。即ち、操舵トルクＴの変化幅が「変化無し」と判断できない程度の大きさの場合に、電流供給停止フラグＦＩを、電動モータ１３への駆動電流の供給を実施又は継続することを示す値に設定する。

[0020] モータ制御部２４は、電動モータ１３の実電流を検出する電流検出器６０と、電流指令値演算部６１と、電流指令値制御部６２と、減算器６３と、電流制御部６４と、モータ駆動部６５と、を備える。

電流指令値演算部６１は、加算器４８が出力した操舵補助指令値（操舵補助トルク指令値）から電動モータ１３の電流指令値Ｉｒｅｆを演算する。

電流指令値制御部６２は、電流供給停止制御部２３から入力された電流供給停止フラグＦＩに基づき、電流指令値演算部６１で演算した電流指令値Ｉｒｅｆを制御する。具体的に、入力される電流供給停止フラグＦＩが「１」

の期間は、電流指令値演算部６１から入力された電流指令値Ｉｒｅｆに代えて、電動モータ１３に供給する駆動電流を「０」とする指令値（例えば「０」）である電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐを減算器６３に入力する。一方、入力される電流供給停止フラグＦＩが「０」の期間は、電流指令値演算部６１から入力された電流指令値Ｉｒｅｆをそのまま減算器６３に入力する。

[0021] 減算器６３は、電流指令値制御部６２から入力された電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐ又は電流指令値Ｉｒｅｆと、電流検出器６０で検出したモータ電流検出値（実電流値Ｉｔ）との電流偏差を演算し、これを電流制御部６４に出力する。

電流制御部６４は、上記電流偏差に対して比例積分（ＰＩ）演算を行って電圧指令値を出力するフィードバック制御を行う。即ち、上記電流偏差が「０」となるように演算された電圧指令値をモータ駆動部６５に出力する。

モータ駆動部６５は、電動モータ１３に駆動電流を供給するためのインバータ回路（不図示）を備えている。モータ駆動部６５は、電流制御部６４が出力した電圧指令値に基づいてデューティ演算を行い、電動モータ１３の駆動指令となるデューティ比を演算する。そして、そのデューティ比に基づいてインバータ回路を駆動して電動モータ１３を駆動制御する。即ち、デューティ比によって制御された駆動電流を電動モータ１３に供給する。

[0022] 例えば、操舵トルクＴに変化が無いと判定された期間において、電流供給停止フラグＦＩが「１」に設定されると、電流供給停止フラグＦＩが「１」となっている期間は、駆動電流を「０」にするためにデューティ比が「０」に制御される。そのため、モータ駆動部６５のインバータ回路を構成する全てのスイッチング素子（例えば電界効果トランジスタ）の制御端子（例えばゲート）にＬｏｗレベルの信号が入力される。これにより、全てのスイッチング素子がオフ状態となって、インバータ回路に電流が流れずに、電動モータ１３への駆動電流の供給が停止される。

[0023] （電流供給停止制御処理）

次に、図４に基づき、電流供給停止制御部２３及び電流指令値制御部６２

で実行する電流供給停止制御処理について説明する。なお、第１実施形態において、電流供給停止制御処理は、予め設定した周期で繰り返し実行される処理である。

コントローラ１４において、電流供給停止制御処理が開始されると、図４に示すように、まず、ステップＳ１００に移行する。

ステップＳ１００では、トルク変化幅演算部５１において、タイマ２５のカウント値に基づき、測定時間ｔｓ［ｍｓ］の期間に入力される操舵トルクＴを取得して、ステップＳ１０２に移行する。

[0024] ステップＳ１０２では、トルク変化幅演算部５１において、ステップＳ１００で取得した操舵トルクＴのうちから、操舵トルクＴの最大値Ｔｍａｘと最小値Ｔｍｉｎとを検出する。その後、ステップＳ１０４に移行する。

ステップＳ１０４では、トルク変化幅演算部５１において、ステップＳ１０２で検出した操舵トルクＴの最大値Ｔｍａｘから最小値Ｔｍｉｎを減算して、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘを演算する。そして、算出したトルク変化幅最大値Ｔｗｍｘを電流供給停止フラグ設定部５２に出力して、ステップＳ１０６に移行する。

[0025] ステップＳ１０６では、電流供給停止フラグ設定部５２において、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘと、トルク変化幅閾値Ｔｈｗとを比較し、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下か否かを判定する。そして、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下であると判定した場合（Ｙｅｓ）は、ステップＳ１０８に移行し、そうでないと判定した場合（Ｎｏ）は、ステップＳ１１２に移行する。

ステップＳ１０８に移行した場合は、電流供給停止フラグ設定部５２において、電流供給停止フラグＦＩを「１」に設定し、設定した電流供給停止フラグＦＩを電流指令値制御部６２に出力して、ステップＳ１１０に移行する。

[0026] ステップＳ１１０では、電流指令値制御部６２において、電流指令値演算部６１から入力された電流指令値Ｉｒｅｆを、駆動電流が「０」となる指令

値である電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐに変更する。そして、変更した電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐを減算器６３に出力して、一連の処理を終了する。

一方、ステップＳ１０６において、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下では無いと判定してステップＳ１１２に移行した場合は、電流供給停止フラグ設定部５２において、電流供給停止フラグＦＩを「０」に設定する。そして、設定した電流供給停止フラグＦＩを電流指令値制御部６２に出力して、ステップＳ１１４に移行する。

[0027] ステップＳ１１４では、電流指令値制御部６２において、電流指令値演算部６１から入力された電流指令値Ｉｒｅｆを、そのまま減算器６３に出力して、一連の処理を終了する。

なお、第１実施形態において、操舵トルクセンサ３が操舵トルク検出部に対応し、車速センサ１７が車速検出部に対応している。また、指令値演算部２１が電流指令値演算部に対応し、減算器６３、電流制御部６４及びモータ駆動部６５がモータ制御部に対応している。

さらに、トルク変化幅演算部５１、電流供給停止フラグ設定部５２及び電流指令値制御部６２が電流供給停止制御部に対応している。

[0028] （動作）

次に、図５に基づき、第１実施形態の動作について説明する。

運転者がイグニッションスイッチ１６をオン状態とすると、バッテリ１５からコントローラ１４に制御電力が供給され、当該コントローラ１４が作動状態となる。このとき、コントローラ１４は、運転者によるステアリング操作に基づいて操舵補助制御を行う。

例えば、運転者が車両を発進させ、カーブ路を旋回走行している場合、コントローラ１４は、操舵トルクＴ及び車速Ｖｓに基づいて操舵補助指令値を算出し、その操舵補助指令値に基づいて電動モータ１３の電流指令値Ｉｒｅｆを算出する。

[0029] このとき、運転者がステアリングホイール１をカーブ路の変化に合わせて

切り増し操作又は切り戻し操作している場合、操舵トルクＴの変化幅は大きくなる。そのため、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗよりも大きくなり、電流供給停止フラグＦＩが「０」に設定される。これにより、電流指令値制御部６２は、電流指令値演算部６１で算出された電流指令値Ｉｒｅｆをそのまま減算器６３に出力する。その結果、電流指令値Ｉｒｅｆに応じた駆動電流が電動モータ１３に供給され、運転者の切り増し操作方向又は切り戻し操作方向への操舵補助トルクが発生する。

[0030] その後、赤信号等によって車両が停車したとする。そして、図５（ａ）の実線曲線に示すように、車両が停車状態において、運転者がステアリングホイール１に手を置くなどして、わずかな手入力がある状態になったとする。この場合、トルクセンサ機構のトーションバーの捩れが残ってしまい、その捩れ量によって、操舵トルクＴが発生する。しかし、この操舵トルクＴの変化幅は小さく、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下となる。そのため、電流供給停止フラグＦＩが「１」に設定され、電流指令値制御部６２は、電流指令値演算部６１で算出された電流指令値Ｉｒｅｆに代えて、電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐを減算器６３に出力する。その結果、目標電流値が「０」となり、図５（ａ）の破線曲線に示すように、電動モータ１３への出力電流（駆動電流）が「０」となる。即ち、電動モータ１３への駆動電流の供給が停止される。

[0031] なお、電流供給停止制御を行わない場合、図５（ｂ）の実線曲線に示すように、操舵トルクＴに変化の無い期間において、図５（ｂ）の破線曲線に示すように、電動モータ１３に駆動電流が流れる。ここで、例えばステアリングホイール１に手を置くといった程度の手入力では、操舵アシストは不要である。即ち、インバータ回路及び電動モータ１３に電流を流す必要が無い。このような状況において、不要な電流が長時間流れ続けると、無駄な電流消費に加えて、インバータ回路の回路素子（スイッチング素子）や電動モータ１３を発熱させてしまう可能性もある。第１実施形態に係る電動パワーステアリング装置では、このような状況において、電動モータ１３への駆動電流

の供給を停止することが可能である。

[0032] （第１実施形態の効果）

（１）操舵トルクセンサ３が、ステアリング機構に入力される操舵トルクＴを検出する。電流指令値演算部６１が、少なくとも操舵トルクセンサ３で検出した操舵トルクＴに基づき電流指令値Ｉｒｅｆを演算する。電動モータ１３が、ステアリング機構のステアリングシャフト２に与える操舵補助トルクを発生する。電流制御部６４及びモータ駆動部６５が、電流指令値Ｉｒｅｆに基づき電動モータ１３を駆動制御する。トルク変化幅演算部５１、電流供給停止フラグ設定部５２及び電流指令値制御部６２が、操舵トルクセンサ３で検出した操舵トルクＴに基づき該操舵トルクＴに変化があるか否かを判定し、変化が無いと判定している期間は、電動モータ１３への駆動電流の供給を停止する制御を行う。

この構成であれば、操舵トルクＴは発生するが操舵トルクＴに変化がないと判定される期間（操舵補助が不要な期間）において、電動モータ１３へと流れる不要電流を抑制することが可能となる。

[0033] （２）トルク変化幅演算部５１が、予め設定した測定時間ｔｓ［ｍｓ］における操舵トルクＴの変化幅の最大値（トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘ）を演算し、電流供給停止フラグ設定部５２が、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘが予め設定したトルク変化幅閾値Ｔｈｗよりも大きいときに操舵トルクＴに変化があると判定し、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下のときに操舵トルクＴに変化が無いと判定する。

この構成であれば、例えば、ステアリングホイール１に手を置くなどの操舵はしていないが微小な手入力が生じる状態等の、操舵トルクは生じるが操舵補助を行う必要が無い状態を操舵トルクＴに変化が無いと判定することが可能となる。これによって、電動モータ１３へと流れる不要電流をより確実に抑制することが可能となる。

[0034] （第２実施形態）

（構成）

第２実施形態に係る電動パワーステアリング装置は、上記第１実施形態に係る電動パワーステアリング装置に対して、図２に示すコントローラ１４の電流指令値制御部６２の実行する処理内容が異なる。加えて、図２中の点線矢印で示すように電流検出器６０で検出した電動モータ１３の実電流が電流指令値制御部６２に入力される点が異なる。他の構成については上記第１実施形態に係る電動パワーステアリング装置と同様となる。

[0035] 以下、上記第１実施形態と異なる点を詳細に説明し、同様の構成部には同じ符号を付して適宜説明を省略する。

第２実施形態の電流指令値制御部６２は、電流供給停止フラグＦＩが「０」に設定されている状態から「１」に設定変更されて、電動モータ１３への駆動電流の供給を停止する際に、現在の実電流値Ｉｔを「０」に向けて漸減させる処理を実行する。また、電流停止フラグＦＩが「１」に設定されている状態から「０」に設定変更されて、電動モータ１３への駆動電流の供給を再開する際に、現在の実電流値Ｉｔ＝０［Ａ］から目標電流値である電流指令値Ｉｒｅｆへと駆動電流を漸増させる処理を実行する。

[0036] （電流供給停止制御処理）

次に、図６に基づき、第２実施形態の電流供給停止制御処理について説明する。なお、上記第１実施形態と同様に、第２実施形態の電流供給停止制御処理は、予め設定した周期で繰り返し実行される処理である。

コントローラ１４において、電流供給停止制御処理が開始されると、図６に示すように、まず、ステップＳ２００に移行する。

ここで、ステップＳ２００～Ｓ２０８までの処理は、上記第１実施形態のステップＳ１００～Ｓ１０８までの処理と同様となるので説明を省略する。以下、ステップＳ２１０の処理から説明する。

[0037] ステップＳ２１０では、電流指令値制御部６２において、電流供給停止フラグＦＩが「０」から「１」に変更されたか否かを判定する。そして、変更されたと判定した場合（Ｙｅｓ）は、ステップＳ２１２に移行し、そうでない（既に「ＦＩ＝１」に設定されていた）と判定した場合（Ｎｏ）は、ステ

ップＳ２１６に移行する。

ステップＳ２１２に移行した場合は、電流指令値制御部６２において、電流検出器６０で検出した実電流値Ｉｔに基づき、変数αとして、実電流値Ｉｔから予め設定した第１電流補正値Δｉ１を減じた値を設定する。その後、ステップＳ２１６に移行する。

[0038] ここで、第１電流補正値Δｉ１は、駆動電流を漸減させる際の傾きを決定する数値であり、第２実施形態では、予め設定した周期毎に駆動電流を「０」に向けて第１電流補正値Δｉ１ずつ減少させるようになっている。

一方、ステップＳ２１４に移行した場合は、電流指令値制御部６２において、変数αとして、現在のαの値からΔｉ１を減算した値を設定する。その後、ステップＳ２１６に移行する。なお、αの最小値は「０」とする。

ステップＳ２１６では、電流指令値制御部６２において、電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐとして、ステップＳ２１２又はステップＳ２１４で設定したαを減算器６３に出力する。その後、一連の処理を終了する。ここで、αの値はΔｉ１ずつ減少していくため、駆動電流は実電流値ＩｔからΔｉ１ずつ漸減していき最終的に「０」となる。

[0039] 一方、ステップＳ２０６において、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下では無いと判定してステップＳ２１８に移行した場合は、電流供給停止フラグ設定部５２において、電流供給停止フラグＦＩを「０」に設定する。そして、設定した電流供給停止フラグＦＩを電流指令値制御部６２に出力して、ステップＳ１２０に移行する。

ステップＳ１２０では、電流指令値制御部６２において、電流供給停止フラグＦＩが「１」から「０」に変更されたか否かを判定する。そして、変更されたと判定した場合（Ｙｅｓ）は、ステップＳ２２２に移行し、そうでない（既に「ＦＩ＝０」に設定されていた）と判定した場合（Ｎｏ）は、ステップＳ２２４に移行する。

[0040] ステップＳ２２２に移行した場合は、電流指令値制御部６２において、電流指令値演算部６１で算出した電流指令値Ｉｒｅｆに基づき、変数βとして

、電流指令値Ｉｒｅｆから予め設定した第２電流補正値Δｉ２を減じた値を設定する。その後、ステップＳ２２６に移行する。

ここで、第２電流補正値Δｉ２は、駆動電流を漸増させる際の傾きを決定する数値であり、第２実施形態では、予め設定した周期毎に駆動電流を電流指令値Ｉｒｅｆに向けて第２電流補正値Δｉ２ずつ増加させるようになっている。

[0041] 一方、ステップＳ２２４に移行した場合は、電流指令値制御部６２において、変数βとして、現在のβの値からΔｉ２を減算した値を設定する。その後、ステップＳ２２６に移行する。なお、βの最小値は「０」とする。

ステップＳ２２６では、電流指令値制御部６２において、電流指令値Ｉｒｅｆとして、ステップＳ２２２又はステップＳ２２４で設定したβを減算器６３に出力する。その後、一連の処理を終了する。ここで、βの値はΔｉ２ずつ減少していくため、駆動電流は「０」からΔｉ２ずつ漸増していき最終的に電流指令値Ｉｒｅｆとなる。

なお、第２実施形態において、操舵トルクセンサ３が操舵トルク検出部に対応し、車速センサ１７が車速検出部に対応している。また、指令値演算部２１が電流指令値演算部に対応し、減算器６３、電流制御部６４及びモータ駆動部６５がモータ制御部に対応している。

さらに、トルク変化幅演算部５１、電流供給停止フラグ設定部５２及び電流指令値制御部６２が電流供給停止制御部に対応している。

[0042]（動作）

次に、図７に基づき、第２実施形態の動作について説明する。

いま、運転者の操舵が行われて、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗよりも大きくなり、電流供給停止フラグＦＩが「０」に設定されたとする。これにより、電流指令値制御部６２は、電流指令値演算部６１で算出された電流指令値Ｉｒｅｆをそのまま減算器６３に出力する。その結果、電流指令値Ｉｒｅｆに応じた駆動電流が電動モータ１３に供給され、運転者の操舵方向への操舵補助トルクが発生する。

この状態において、赤信号等によって車両が停車し、図７の実線曲線に示すように、停車状態において、運転者がステアリングホイール１に手を置くなどして、わずかな手入力がある状態になったとする。この場合、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下となり、電流供給停止フラグＦＩが「１」に設定される。

[0043] 即ち、電流供給停止フラグＦＩが現在の「０」から「１」に変更される。これにより、電流指令値制御部６２は、変数αとして、実電流値Ｉｔから第１電流補正値Δｉ１を減算した値を算出する。そして、電流指令値演算部６１で算出された電流指令値Ｉｒｅｆに代えて、電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐ＝αを減算器６３に出力する。

以降は、電流供給停止フラグＦＩが「１」と判定される毎に、変数αを、現在のαの値からΔｉ１を減算した値に更新し、電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐとして、更新したαを減算器６３に出力する。これにより、図７の破線曲線に示すように、電動モータ１３に供給される駆動電流が、実電流値Ｉｔから「０」に向かってΔｉ１ずつ漸減していき、最終的に「０」となる。以降は、電流供給停止フラグＦＩが「１」の期間、電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐ＝０が減算器６３に出力され、駆動電流が「０」（供給停止状態）のまま維持される。

[0044] その後、運転者の操舵が行われて、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗよりも大きくなり、電流供給停止フラグＦＩが「０」に設定されたとする。これにより、電流指令値制御部６２は、電流供給停止フラグＦＩが現在の「１」から「０」に変更されたと判定する。この判定により、電流指令値制御部６２は、変数βとして、電流指令値Ｉｒｅｆから第２電流補正値Δｉ２を減算した値を算出する。そして、電流指令値Ｉｒｅｆとして、電流指令値演算部６１で算出された電流指令値Ｉｒｅｆからβを減算した値を減算器６３に出力する。

[0045] 以降は、電流供給停止フラグＦＩが「０」と判定される毎に、変数βを、現在のβの値からΔｉ２を減算した値に更新し、電流停止指令値Ｉｒｅｆと

して、現在の電流指令値Ｉｒｅｆから更新したβを減算した値を減算器６３に出力する。これにより、図７の破線曲線に示すように、電動モータ１３に供給される駆動電流が、「０」から電流指令値Ｉｒｅｆに向かってΔｉ２ずつ漸増していき、最終的に電流指令値Ｉｒｅｆとなる。以降は、電流供給停止フラグＦＩが「１」の期間、電流指令値演算部６１で算出された電流停止指令値Ｉｒｅｆが減算器６３に出力され、通常の操舵補助制御が行われる。

[0046] （第２実施形態の効果）

第２実施形態は、上記第１実施形態の効果に加えて以下の効果を奏する。

（１）電流指令値制御部６２が、駆動電流の供給を停止する制御を行うときに現在の駆動電流（実電流値ｉｔ）を第１電流補正値Δｉ１ずつ０へと漸減させる制御を行う。

この構成であれば、駆動電流をいきなり「０」とせずに第１電流補正値Δｉ１ずつ漸減させていくことが可能となるので、操舵補助トルクが急変するのを抑制することが可能となる。その結果、操舵補助トルクの急変による振動の発生等の不具合の発生を抑えることが可能となる。

[0047] （２）電流指令値制御部６２が、駆動電流の供給を停止させた状態から駆動電流の供給を再開するときに駆動電流を０から電動モータ１３に供給すべき目標駆動電流（電流指令値Ｉｒｅｆ）へと漸増させる制御を行う。

この構成であれば、駆動電流をいきなり電流指令値Ｉｒｅｆとせずに第２電流補正値Δｉ２ずつ漸増させていくことが可能となるので、操舵補助トルクが急変するのを抑制することが可能となる。その結果、操舵補助トルクの急変による振動の発生等の不具合の発生を抑えることが可能となる。

[0048] （第３実施形態）

（構成）

第３実施形態に係る電動パワーステアリング装置は、上記第１実施形態に係る電動パワーステアリング装置に対して、図２に示すコントローラ１４の電流供給停止制御部２３のトルク変化幅演算部５１で実行する処理内容が異なる。加えて、図２中の破線矢印で示すように車速センサ１７で検出した車

速Ｖｓが電流供給停止制御部２３に入力される点が異なる。他の構成については上記第１実施形態に係る電動パワーステアリング装置と同様となる。

[0049] 以下、上記第１実施形態と異なる点を詳細に説明し、同様の構成部には同じ符号を付して適宜説明を省略する。

第３実施形態のトルク変化幅演算部５１は、車速センサ１７から入力される車速Ｖｓに基づき、車両が停止しているか否かを判定する。具体的に、車速Ｖｓが「０」である場合に車両が停止していると判定する。そして、車両が停止していると判定すると、測定時間ｔｓ［ｍｓ］の期間の操舵トルクＴの取得処理及び取得した操舵トルクＴに基づくトルク変化幅最大値Ｔｗｍｘの演算処理を実施する。

[0050] 一方、トルク変化幅演算部５１は、車速Ｖｓが「０」では無い場合に、車両が停止していない（走行中である）と判定する。そして、車両が走行中であると判定すると、操舵トルクＴの取得処理及びトルク変化幅最大値Ｔｗｍｘの演算処理を実施せずに、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘとして、予め設定したトルク変化幅閾値Ｔｈｗよりも大きい値γを電流供給停止フラグ設定部５２に出力する。これにより、車両走行中は、電流供給停止フラグ設定部５２において、必ず電流供給停止フラグＦＩが「０」に設定される。即ち、車両走行中は、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下であっても電流供給停止フラグＦＩが「０」に設定される。

[0051] （電流供給停止制御処理）

次に、図８に基づき、第３実施形態の電流供給停止制御処理について説明する。なお、上記第１実施形態と同様に、第３実施形態の電流供給停止制御処理は、予め設定した周期で繰り返し実行される処理である。

コントローラ１４において、電流供給停止制御処理が開始されると、図８に示すように、まず、ステップＳ３００に移行する。

ステップＳ３００では、トルク変化幅演算部５１において、車速センサ１７から入力される車速Ｖｓを取得して、ステップＳ３０２に移行する。

ステップＳ３０２では、トルク変化幅演算部５１において、ステップＳ３

００で取得した車速Ｖｓに基づき車両が停車中か否かを判定する。そして、車速Ｖｓが「０」であり停車中であると判定した場合（Ｙｅｓ）は、ステップＳ３０４に移行し、そうでないと判定した場合（Ｎｏ）は、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘとして、値γを電流供給停止フラグ設定部５２に出力して、ステップＳ３１６に移行する。

[0052] 以降のステップＳ３０４～Ｓ３１８の処理は、上記第１実施形態のステップＳ１０４～Ｓ１１８の処理と同様となるので説明を省略する。

なお、第３実施形態において、操舵トルクセンサ３が操舵トルク検出部に対応し、車速センサ１７が車速検出部に対応している。また、指令値演算部２１が電流指令値演算部に対応し、減算器６３、電流制御部６４及びモータ駆動部６５がモータ制御部に対応している。

さらに、電流供給停止制御部２３及び電流指令値制御部６２が電流供給停止制御部に対応している。

[0053] （動作）

次に、第３実施形態の動作について説明する。

車速Ｖｓが「０」よりも大きい場合、車両が走行中であると判定され、測定時間ｔｓ［ｍｓ］の期間における操舵トルクＴの取得処理及びトルク変化幅最大値Ｔｗｍｘの演算処理が実行されずに、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘとして値γが電流供給停止フラグ設定部５２に出力される。

これにより、電流供給停止フラグ設定部５２は、電流供給停止フラグＦＩを「０」に設定し、電流指令値制御部６２は、電流指令値演算部６１で算出された電流指令値Ｉｒｅｆをそのまま減算器６３に出力する。これにより、電流指令値Ｉｒｅｆに応じた駆動電流が電動モータ１３に供給され、運転者の操舵方向への操舵補助トルクが発生する。

[0054] 即ち、車両走行中は、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下となっても電動モータ１３への駆動電流の供給が停止されずに継続する。

一方、赤信号等によって車両が停車し車速Ｖｓが「０」になると、測定時

間ｔｓ［ｍｓ］の期間毎に操舵トルクＴの取得処理が実行される。そして、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘが演算される。このとき、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下と判定されると、電流供給停止フラグＦＩが「１」に設定される。これにより、電流指令値制御部６２は、電流指令値演算部６１で算出された電流指令値Ｉｒｅｆに代えて、電流停止指令値Ｉｒｅｆ＿Ｓｔｐを減算器６３に出力する。その結果、目標電流値が「０」となり、電動モータ１３への供給電流（駆動電流）が「０」となる。即ち、電動モータ１３への駆動電流の供給が停止する。

[0055]（第３実施形態の効果）

第３実施形態は、上記第１実施形態の効果に加えて以下の効果を奏する。

（１）電流供給停止制御部２３が、車速センサ１７で検出した車速Ｖｓに基づき車両が停止しているか否かを判定し、車両が停止していると判定したときに、駆動電流の供給を停止する制御を実施する。

この構成であれば、車両が停止しているときに駆動電流を停止する制御が実施されるので、車両走行中に操舵トルクＴに変化が無いと判定されても駆動電流の供給を継続することが可能となる。これによって、車両走行中の運転者の操舵に対する操舵アシストの応答性が損われることを防ぐことが可能となる。

[0056]（変形例）

（１）上記各実施形態では、操舵トルクＴの大きさに関係なく、トルク変化幅最大値Ｔｗｍｘがトルク変化幅閾値Ｔｈｗ以下のときに、電動モータ１３への駆動電流を停止する構成としたが、この構成に限らない。例えば、操舵トルクＴの大きさに基づき、操舵トルクＴが微小入力のときのみ停止制御を行う構成としてもよい。

（２）上記各実施形態では、測定時間ｔｓ［ｍｓ］ごとに電流供給停止制御処理を繰り返し行う構成としたが、この構成に限らない。例えば、最初の測定時間ｔｓ［ｍｓ］分の操舵トルクＴを測定して電流供給停止制御処理を実行した以降は、予め設定した継続時間ｔｃ［ｍｓ］（ｔｃ＜ｔｓ）分の新た

な操舵トルクＴを測定し、この最新のｔｃ［ｍｓ］分の操舵トルクＴを含む過去ｔｓ［ｍｓ］分の操舵トルクに基づき電流供給停止制御処理を実行する処理を繰り返し行う構成としてもよい。即ち、最初に測定時間ｔｓ［ｍｓ］が経過後は、継続時間ｔｃ［ｍｓ］が経過する毎に電流供給停止制御処理が繰り返し実行される。

[0057] （３）上記第２実施形態では、電動モータ１３に供給する駆動電流を、供給停止時は漸減させ、供給停止状態から復帰時は漸増させる際に、線形に漸減及び漸増させる構成としたが、この構成に限らない。例えば、図９に示すように、非線形に漸減及び漸増させる構成など他の構成としてもよい。例えば、供給電流をステップ状に急変させなければ、多段階の折れ線にするなど他の構成としてもよい。

（４）上記第３実施形態では、車速Ｖｓに基づき、車両が停車中であるか否かを判定する構成としたが、この構成に限らない。例えば、車両のシフト位置に基づき、シフト位置がパーキングである場合に車両が停車中であると判定したり、車速Ｖｓと合わせて判定したりするなど他の構成としてもよい。

[0058] （５）上記第３実施形態では、上記第１実施形態の構成に対して、車速Ｖｓに基づく処理を付加したが、この構成に限らない。上記第２実施形態の構成と、上記第３実施形態の構成とを組み合わせてもよい。

（６）上記各実施形態では、本発明をコラムアシスト式の電動パワーステアリング装置に適用した例を説明したが、この構成に限らず、例えば、ラックアシスト式又はピニオンアシスト式の電動パワーステアリング装置に適用する構成としてもよい。

以上、本願が優先権を主張する日本国特許出願Ｐ２０１５－４７０３３（２０１５年３月１０日出願）の全内容は、ここに引用例として包含される。

ここでは、限られた数の実施形態を参照しながら説明したが、権利範囲はそれらに限定されるものではなく、上記の開示に基づく各実施形態の改変は当業者にとって自明のことである。

符号の説明

[0059] １…ステアリングホイール、２…ステアリングシャフト、３…操舵トルクセンサ、８…ステアリングギヤ、１０…操舵補助機構、１３…電動モータ、１４…コントローラ、１５…バッテリ、１６…イグニッションスイッチ、１７…車速センサ、２１…指令値演算部、２２…指令値補償部、２３…電流供給停止制御部、２４…モータ制御部、２５…タイマ、３１…操舵補助指令値演算部、３２…位相補償部、３３…トルク微分回路、４１…角速度演算部、４２…角加速度演算部、４３…収斂性補償部、４４…慣性補償部、４５…ＳＡＴ推定フィードバック部、４６～４８…加算器、５１…トルク変化幅演算部、５２…電流供給停止フラグ設定部、６１…電流指令値演算部、６２…電流指令値制御部、６３…減算器、６４…電流制御部、６５…モータ駆動部

請求の範囲

[請求項1] ステアリング機構に入力される操舵トルクを検出する操舵トルク検出部と、

少なくとも前記操舵トルク検出部で検出した操舵トルクに基づき電流指令値を演算する電流指令値演算部と、

前記ステアリング機構のステアリングシャフトに与える操舵補助トルクを発生する電動モータと、

前記電流指令値に基づき前記電動モータを駆動制御するモータ制御部と、

前記操舵トルク検出部で検出した前記操舵トルクに基づき該操舵トルクに変化があるか否かを判定し、変化が無いと判定している期間は、前記電動モータへの駆動電流の供給を停止する制御を行う電流供給停止制御部と、を備える電動パワーステアリング装置。

[請求項2] 前記電流供給停止制御部は、予め設定した設定時間における前記操舵トルクの変化幅の最大値を演算し、該最大値が予め設定した閾値よりも大きいときに前記操舵トルクに変化があると判定し、前記最大値が前記閾値以下のときに前記操舵トルクに変化が無いと判定する請求項１に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項3] 前記電流供給停止制御部は、前記駆動電流の供給を停止する制御を行うときに現在の前記駆動電流を０へと漸減させる制御を行う請求項１又は２に記載の電動パワーステアリング装置。

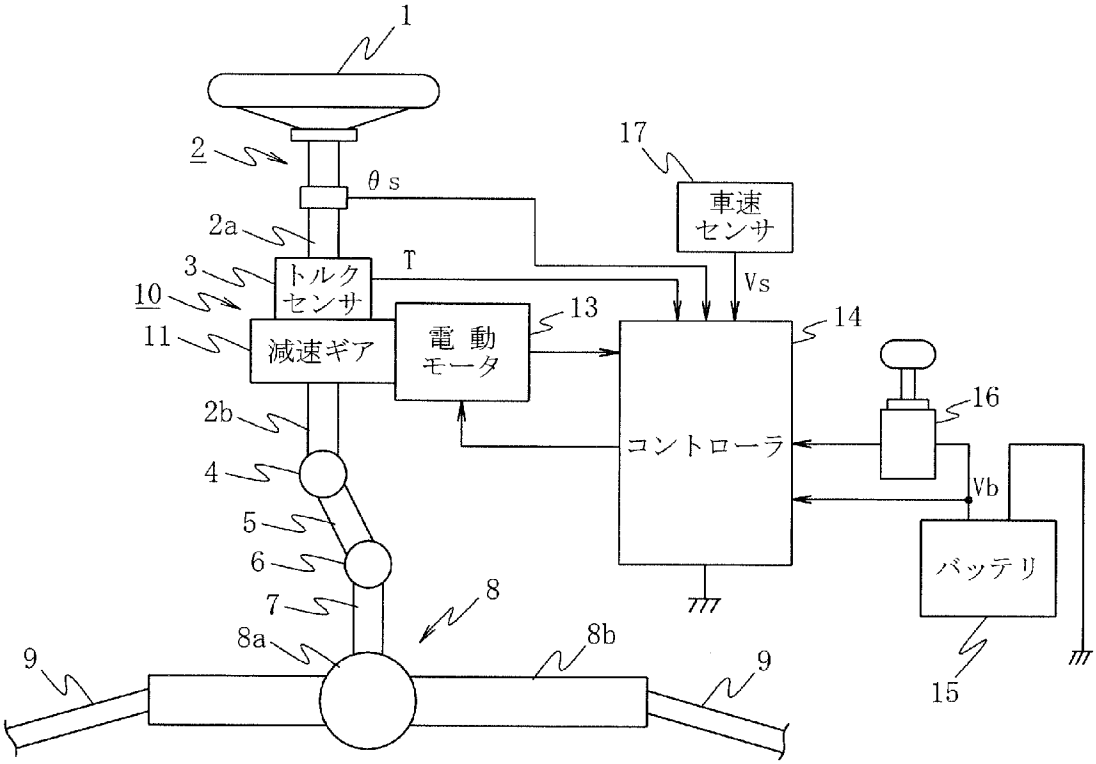
[請求項4] 前記電流供給停止制御部は、前記駆動電流の供給を停止させた状態から前記駆動電流の供給を再開するときに前記駆動電流を０から前記電動モータに供給すべき目標駆動電流へと漸増させる制御を行う請求項１乃至３のいずれか１項に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項5] 当該電動パワーステアリング装置を搭載した車両の車速を検出する車速検出部を備え、

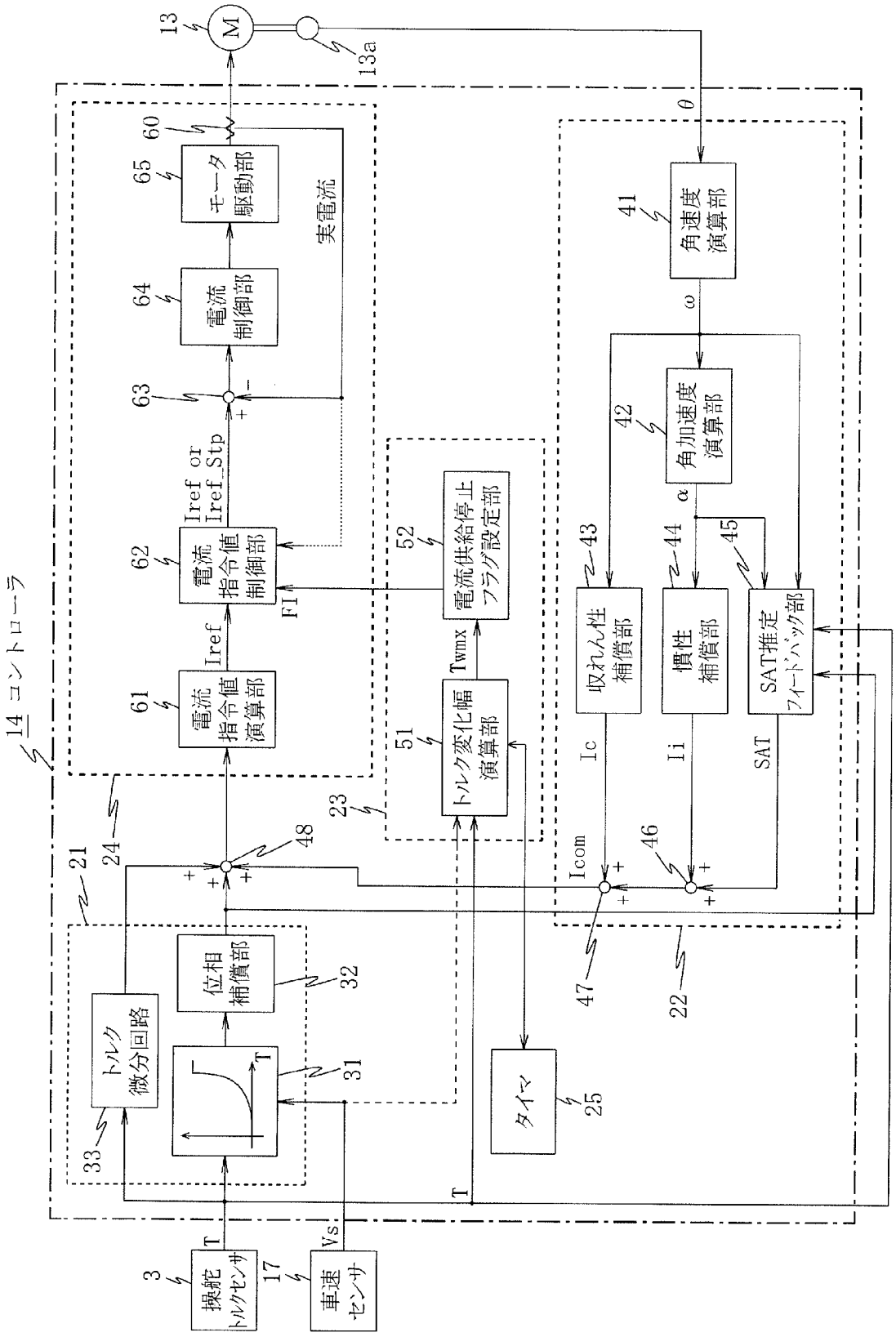
前記電流供給停止制御部は、前記車速に基づき前記車両が停止して

いるか否かを判定し、前記車両が停止していると判定したときに、前記駆動電流の供給を停止する制御を実施する請求項１乃至４のいずれか１項に記載の電動パワーステアリング装置。

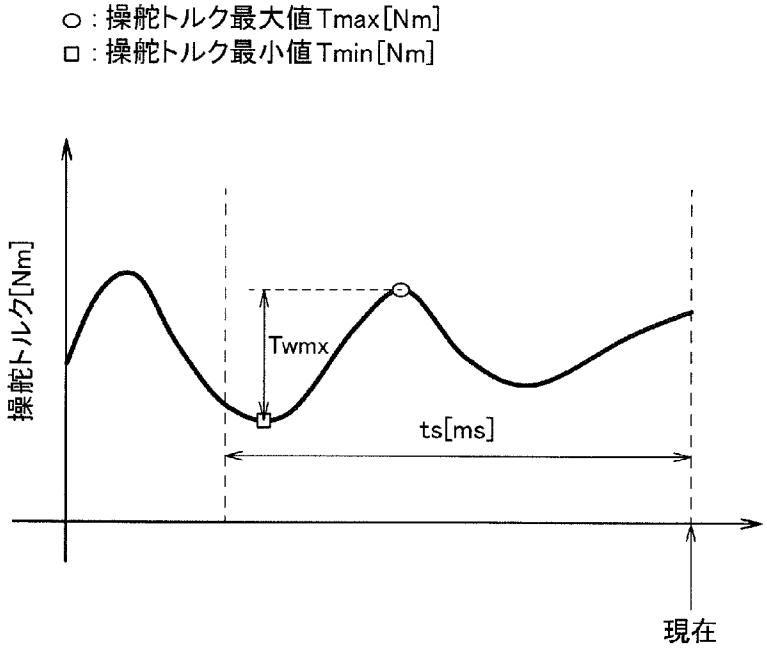
[図1]


1
2
θs
17
車速
センサ
2a
3
トルク
センサ
T
Vs
10
11
減速ギア
電 動
モータ
13
14
16
2b
4
コントローラ
Vb
5
6
バッテリ
7
8
8a
8b
9
9
15

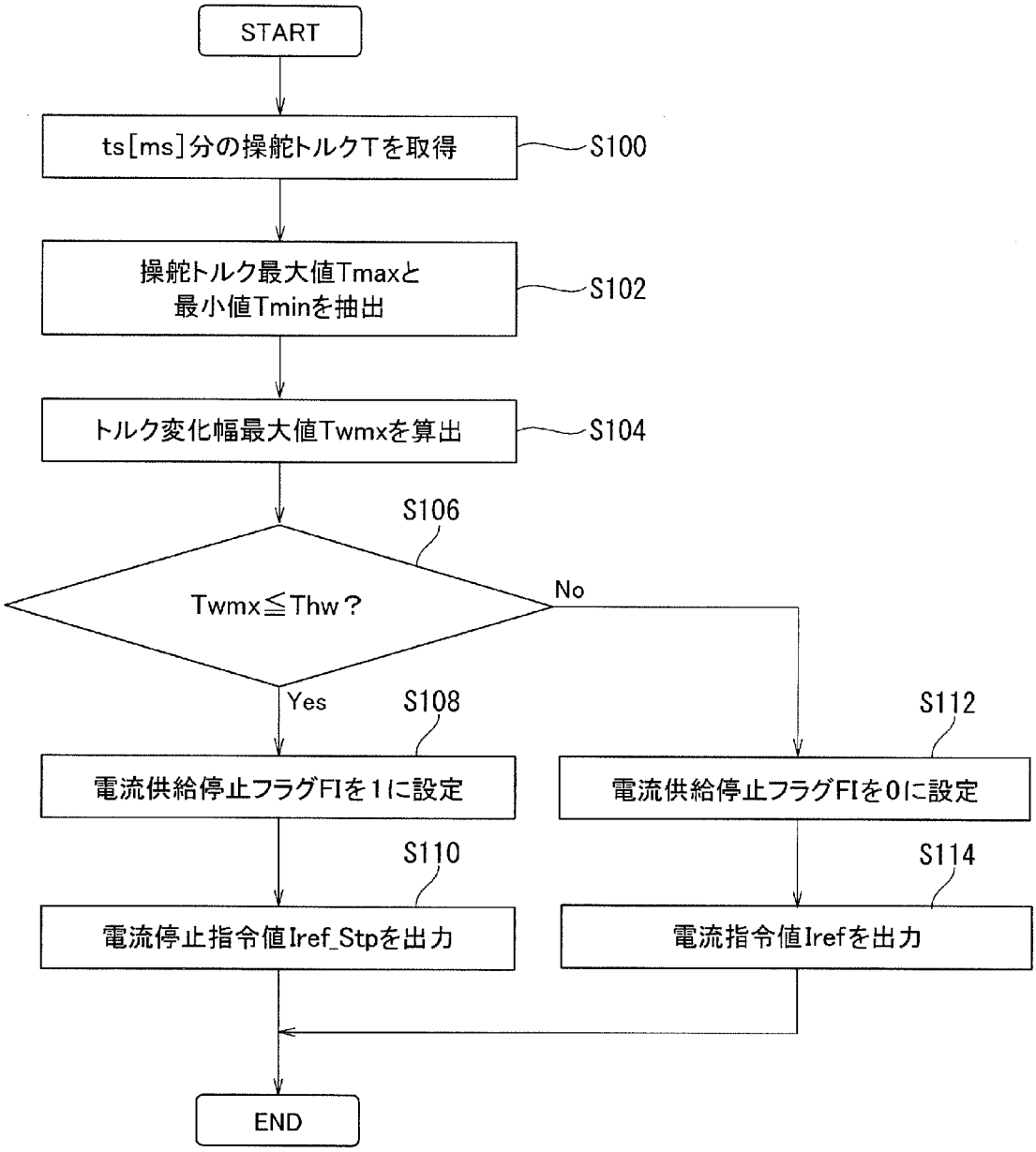
[図2]


13
M
13a
θ
60
モータ駆動部
65
実電流
64
電流制御部
63
Iref or Iref_Stp
62
電流指令値制御部
FI
61
電流指令値演算部
Iref
14 コントローラ
52
電流供給停止フラグ設定部
Twmx
51
トルク変化幅演算部
23
24
21
48
トルク微分回路
33
位相補償部
32
31
T
タイマ
25
41
角速度演算部
ω
42
角加速度演算部
α
43
収れん性補償部
Ic
44
慣性補償部
Ii
45
SAT推定フィードバック部
SAT
Icom
46
47
22
3
操舵トルクセンサ
17
車速センサ
Vs

[図3]

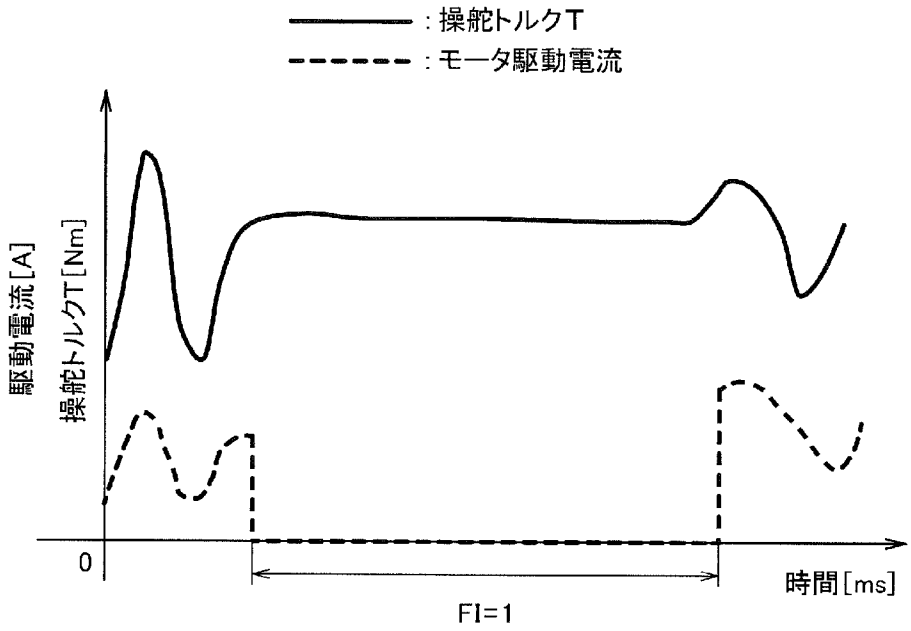


[図4]

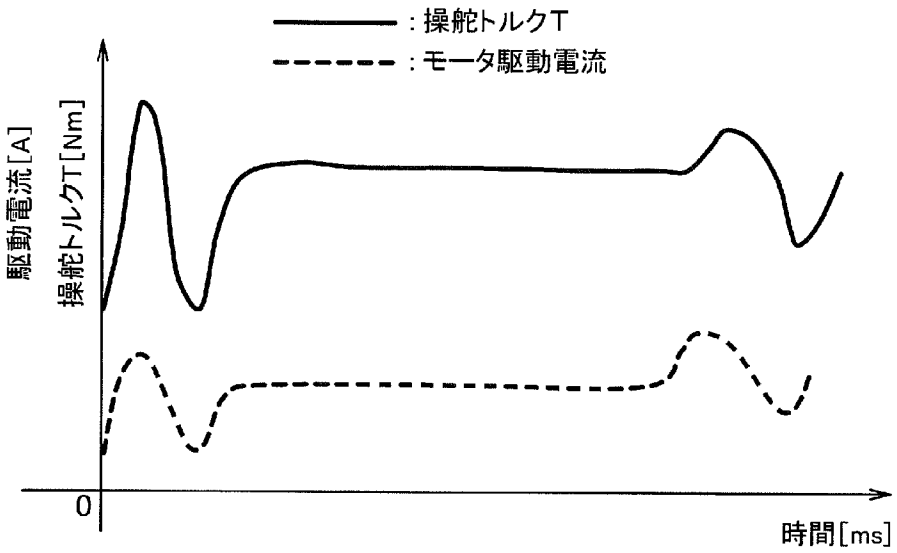

START
ts[ms]分の操舵トルクTを取得
S100
操舵トルク最大値Tmaxと
最小値Tminを抽出
S102
トルク変化幅最大値Twmxを算出
S104
S106
Twmx≦Thw？
No
Yes
S108
電流供給停止フラグFIを1に設定
S110
電流停止指令値Iref_Stpを出力
S112
電流供給停止フラグFIを0に設定
S114
電流指令値Irefを出力
END

[図5]

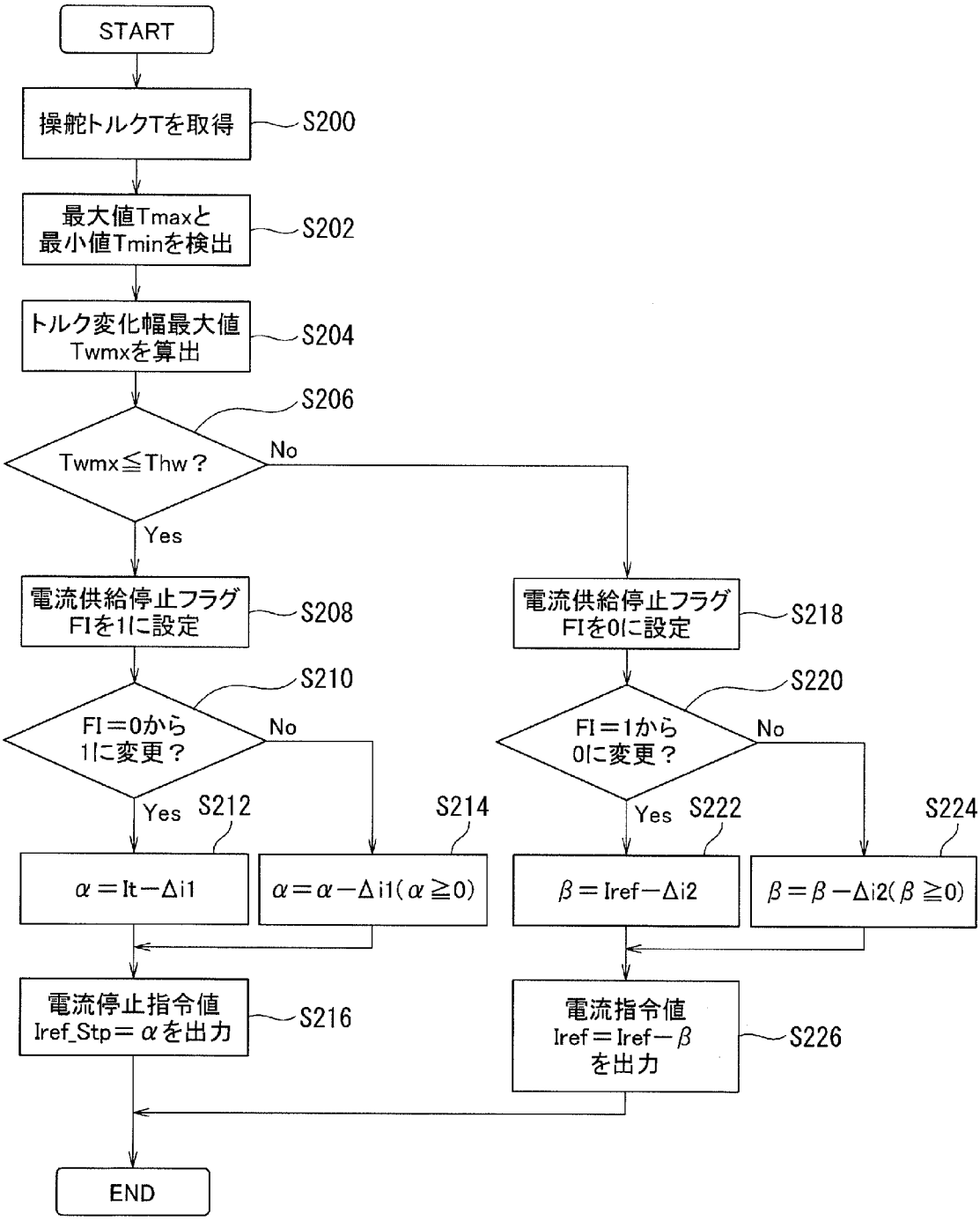
(a)


：操舵トルクT
：モータ駆動電流
駆動電流[A]
操舵トルクT[Nm]
0
時間[ms]
FI=1

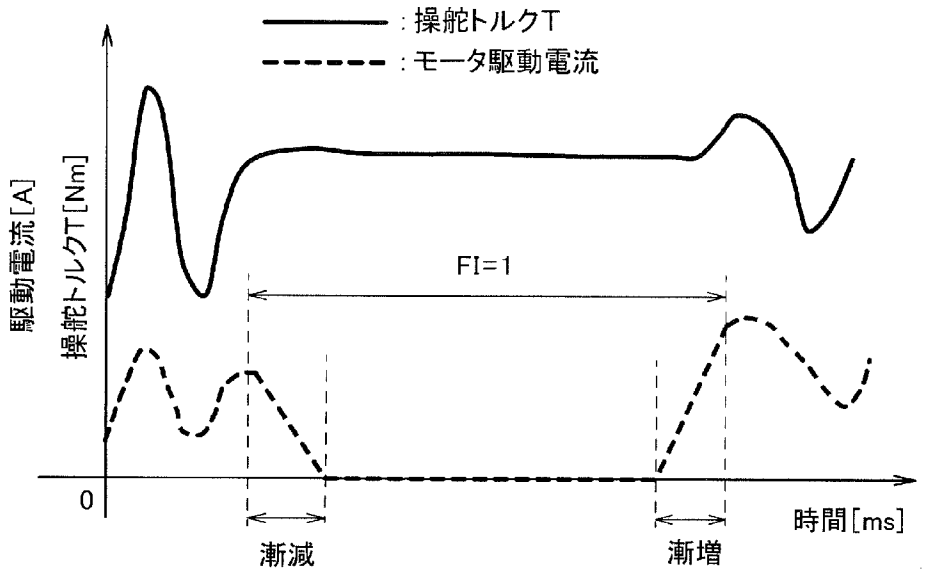
(b)


：操舵トルクT
：モータ駆動電流
駆動電流[A]
操舵トルクT[Nm]
0
時間[ms]

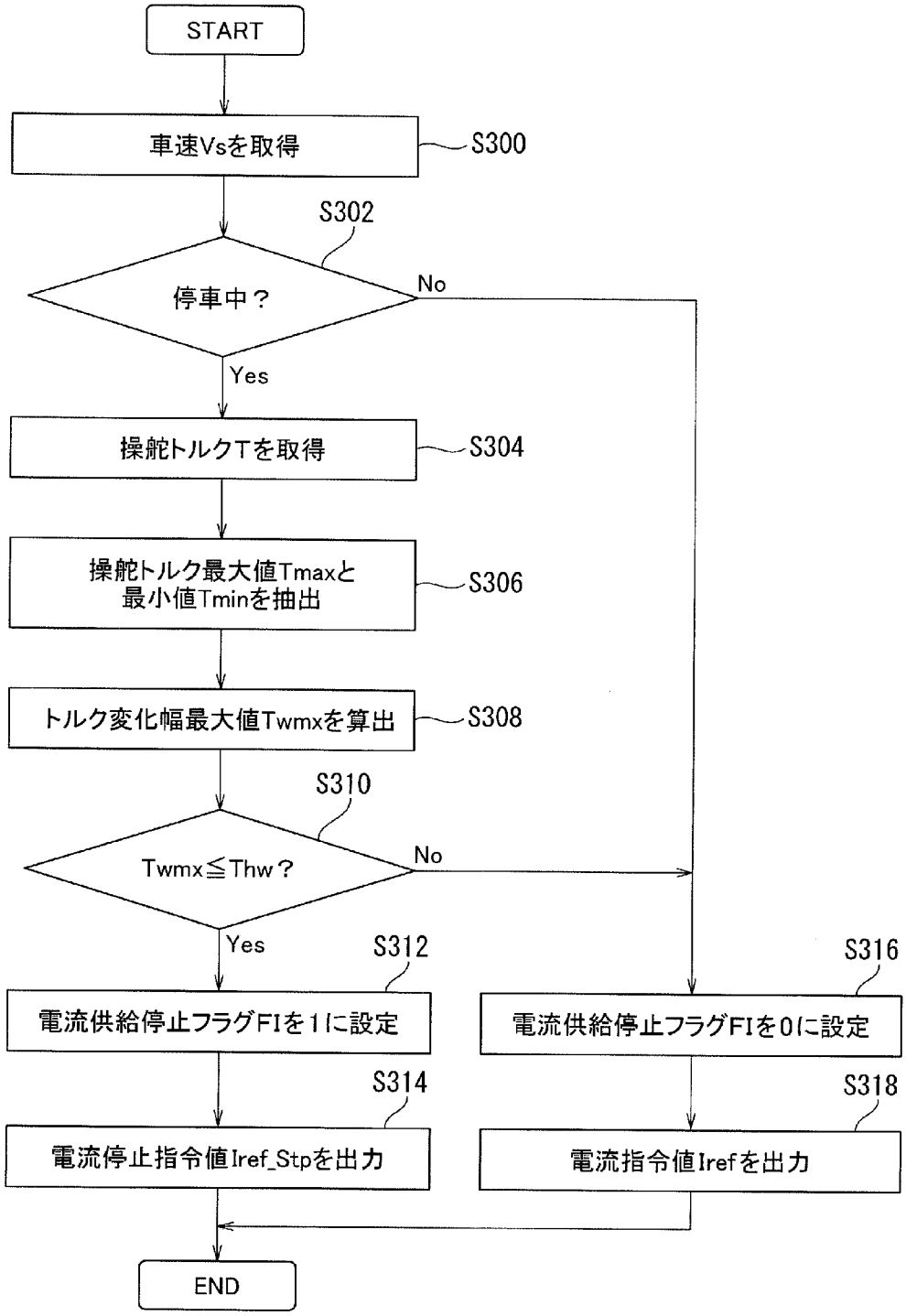
[図6]


START
操舵トルクTを取得
S200
最大値Tmaxと
最小値Tminを検出
S202
トルク変化幅最大値
Twmxを算出
S204
S206
Twmx≦Thw？
No
Yes
電流供給停止フラグ
FIを1に設定
S208
電流供給停止フラグ
FIを0に設定
S218
S210
FI＝0から
1に変更？
No
S220
FI＝1から
0に変更？
No
Yes
S212
S214
Yes
S222
S224
α＝It－Δi1
α＝α－Δi1(α≧0)
β＝Iref－Δi2
β＝β－Δi2(β≧0)
電流停止指令値
Iref_Stp＝αを出力
S216
電流指令値
Iref＝Iref－β
を出力
S226
END

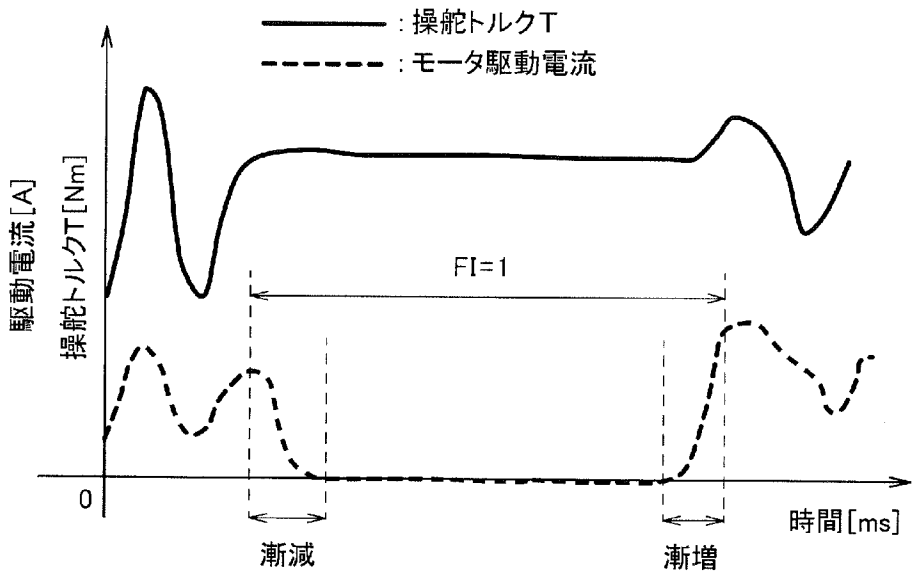
[図7]



[図8]


START
車速Vsを取得
S300
S302
停車中？
No
Yes
操舵トルクTを取得
S304
操舵トルク最大値Tmaxと
最小値Tminを抽出
S306
トルク変化幅最大値Twmxを算出
S308
S310
Twmx≦Thw？
No
Yes
S312
電流供給停止フラグFIを1に設定
S314
電流停止指令値Iref_Stpを出力
S316
電流供給停止フラグFIを0に設定
S318
電流指令値Irefを出力
END

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/001134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B62D6/00(2006.01)i, *B62D5/04*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B62D6/00, B62D5/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-097810 A (JTEKT Corp.), 12 May 2011 (12.05.2011), claims; paragraphs [0007] to [0085]; fig. 1 to 14 (Family: none)	1-5
Y	JP 2005-047376 A (Hitachi Unisia Automotive, Ltd.), 24 February 2005 (24.02.2005), paragraphs [0010] to [0037]; fig. 5 (Family: none)	1-5
Y	JP 2001-187581 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 10 July 2001 (10.07.2001), paragraphs [0014] to [0019]; fig. 2 (Family: none)	5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 May 2016 (11.05.16)	24 May 2016 (24.05.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／００１１３４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B62D6/00, B62D5/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2011-097810 A (株式会社ジェイテクト) 2011.05.12, [特許請求の範囲]、段落[０００７]－[００８５]、[図１]－[図１４] (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2005-047376 A (株式会社日立ユニシアオートモティブ) 2005.02.24, 段落[００１０]－[００３７]、[図５] (ファミリーなし)	1-5

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１１．０５．２０１６	２４．０５．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｑ　９２９８
飯島　尚郎

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３８１

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（２０１５年１月）

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2001-187581 A (光洋精工株式会社) 2001.07.10, 段落[００１４]－[００１９]、[図２] (ファミリーなし)	5