

(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
2017年3月16日(16.03.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/043213 A1

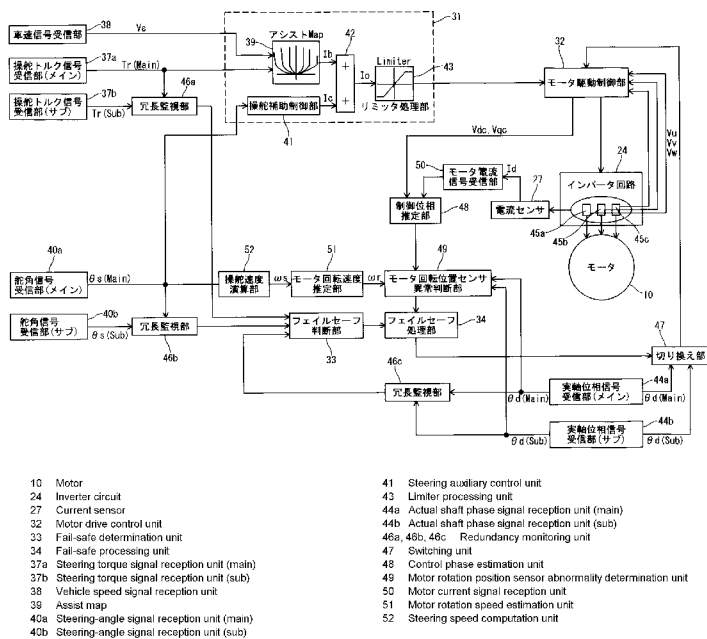
- (51) 国際特許分類:
H02P 6/16 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072288
- (22) 国際出願日: 2016年7月29日(29.07.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-178051 2015年9月10日(10.09.2015) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 光雄(SASAKI, Mitsuo); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 久積 巧(HISAZUMI, Takumi); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 青柳 滋久(AOYAGI, Shigehisa); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小林 博通, 外(KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町1番29号 桜井会ビル S H I G A 内外国特許事務所内 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR POWER STEERING DEVICE, AND POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: パワーステアリング装置の制御装置及びパワーステアリング装置

[図5]



(57) Abstract: A control device for a power steering device comprising a steering mechanism 1 which transmits rotation of a steering wheel to a steered wheel, an electric motor 10 which provides the steering mechanism with a steering assist force, a transmission mechanism 9 which transmits the rotating force of the electric motor to the steering mechanism, and a motor rotation position sensor PS1 which detects an actual shaft phase which is the rotational position of a rotor of the electric motor. The control device is provided with: a control phase estimation unit 48 which, on the basis of a signal of the value of a current flowing through the electric motor, estimates a control phase which is the phase of an induced voltage generated in the electric motor; and a sensor abnormality determination unit 49 which, on the basis of the difference between the actual shaft phase and the control phase, determines the presence or absence of an abnormality in the motor rotation position sensor.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/043213 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

ステアリングホイールの回転を転舵輪に伝達する操舵機構 1 と、操舵機構に操舵アシスト力を付与する電動モータ 10 と、電動モータの回転力を操舵機構に伝達する伝達機構 9 と、電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出するモータ回転位置センサ P S 1 と、を有するパワーステアリング装置の制御装置において、電動モータに流れる電流値の信号に基づき電動モータに発生する誘起電圧の位相である制御位相を推定する制御位相推定部 48 と、実軸位相と制御位相の差に基づきモータ回転位置センサの異常の有無を判断するセンサ異常判断部 49 と、を設けた。

明 細 書

発明の名称：

パワーステアリング装置の制御装置及びパワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両に適用されるパワーステアリング装置の制御装置及びパワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002] 従来のパワーステアリング装置の制御装置としては、以下の特許文献 1 に記載されたものが知られている。

[0003] この制御装置は、ステアリングホイールの回転を転舵輪に伝達する操舵機構と、該操舵機構に操舵アシスト力を付与する電動モータと、該電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出するモータ回転位置センサと、を有するパワーステアリング装置に用いられ、前記電動モータの巻線の抵抗やインダクタンス、電流検出値、電圧指令値及び操舵速度に基づき推定される制御位相と前記実軸位相との位相差を検出し、この位相差を補正することによって電動モータの駆動効率を向上させている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 6 - 1 6 6 6 7 7 号公報

発明の概要

[0005] しかしながら、前記従来の制御装置においては、前述したように、前記実軸位相を前記モータ回転位置センサによって検出していることから、該モータ回転位置センサに故障等の異常が生じた場合に、前記位相差を正常に算出できなくなるおそれがある。

[0006] 本発明は、前述した技術的課題に鑑みて案出されたもので、モータ回転位置センサの異常を検出し得るパワーステアリング装置の制御装置及び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。

[0007] 本発明は、とりわけ、ステアリングホイールの回転を転舵輪に伝達する操舵機構と、該操舵機構に操舵アシスト力を付与する電動モータと、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伝達機構と、前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出するモータ回転位置センサと、を備えたパワーステアリング装置の制御装置であって、前記電動モータに流れる電流値の信号に基づき前記電動モータに発生する誘起電圧の位相である制御位相を推定する制御位相推定部と、前記実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記モータ回転位置センサの異常の有無を判断するセンサ異常判断部と、を有することを特徴としている。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、モータ回転位置センサの異常を検出することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1実施形態にかかるパワーステアリング装置を示す斜視図である。

[図2]同パワーステアリング装置の縦断面図である。

[図3]図2のA-A線断面図である。

[図4]本実施形態の制御装置に係る電気システムの構成を示すブロック図である。

[図5]本実施形態に係る制御装置の演算回路構成を示す制御ブロック図である。

[図6]実軸位相と制御位相との関係性及び位相差の定義を示す図である。

[図7]第1実施形態におけるモータ回転位置センサの異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図8]第2実施形態におけるモータ回転位置センサの異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図9]第3実施形態におけるモータ回転位置センサの異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図10]第4実施形態におけるモータ回転位置センサの異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図11]第5実施形態に係る制御装置の演算回路構成を示す制御ブロック図である。

[図12]第5実施形態におけるモータ回転位置センサの異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図13]図12中のフローチャートにおいて、2つあるモータ回転位置センサのうち一方に異常が発生した場合における制御内容を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明に係るパワーステアリング装置及びパワーステアリング装置の制御装置の各実施形態を図面に基づいて詳述する。

〔第1実施形態〕

前記パワーステアリング装置は、図1～図3に示すように、図示外のステアリングホイールの回転を図示外の転舵輪に伝達する操舵機構1と、操舵情報等に基づき操舵機構1に操舵アシスト力を付与して運転者のステアリング操作を補助する操舵アシスト機構2と、を備えている。

[0011] 前記操舵機構1は、一端側が前記ステアリングホイールと一体回転可能に連係された入力軸3と、一端側がトーションバー4を介して入力軸3に相対回転可能に連結された出力軸5と、外周に形成されたラック歯6aが出力軸5の他端部外周のピニオン歯5aと噛合して軸方向に移動するラックバー6と、から主として構成されている。そして、前記ラックバー6の両端部には、それぞれタイロッド7、7及び図示外のナックルアーム等を介して前記転舵輪が連係されており、運転者が前記ステアリングホイールを回転操作すると、ラックバー6の軸方向移動に伴い前記各ナックルアームが引っ張られることにより、前記各転舵輪の向きが変更されるようになっている。

[0012] また、前記入力軸3及び出力軸5を収容するセンサハウジングの内部には、運転者の操舵操作によって操舵機構1に発生する操舵トルクを検出するト

ルクセンサTSと、前記ステアリングホイールの中立位置からの回転量である舵角を検出する舵角センサASと、が設けられている。

[0013] 前記トルクセンサTSは、トーションバー4の捩れによる入力軸3と出力軸5の相対回転角度差に基づき操舵トルクを演算するものであって、前記ステアリングホイールからラックバー6までの一連の操舵力伝達経路のうち、トーションバー4よりもステアリングホイール側となる入力軸3に一体回転可能に設けられている。また、前記トルクセンサTSは、メインとサブからなる一对のトルクセンサTS1, TS2を有し（図4参照）、該両トルクセンサTS1, TS2によってメイン及びサブの操舵トルクを検出した後、これら操舵トルクの信号であるメイン及びサブの操舵トルク信号Tr(Main), Tr(Sub)を後述する制御装置11内の操舵トルク信号受信部37a, 37bに出力する。

[0014] 前記舵角センサASは、メインとサブからなる一对の舵角センサAS1, AS2を有し（図4参照）、該両舵角センサAS1, AS2によってメイン及びサブの舵角を検出した後、これら舵角の信号であるメイン及びサブの舵角信号 θ_s (Main), θ_s (Sub)を制御装置11内の舵角信号受信部40a, 40bに出力する。

[0015] 前記操舵アシスト機構2は、図2に示すように、トルクセンサTSや舵角センサASの検出結果等に基づき操舵アシスト力を出力するモータユニット8と、該モータユニット8が出力した操舵アシスト力（回転力）を減速しつつラックバー6の軸方向移動力に変換して該ラックバー6に伝達する伝達機構9と、を備えている。

[0016] 前記モータユニット8は、後述する入力プーリ12を回転駆動することによって伝達機構9を介してラックバー6へ操舵アシスト力を付与する電動モータ10と、該電動モータ10に付設され、前記操舵トルクや車両速度等のパラメータに応じて電動モータ10を駆動制御する制御装置11と、が一体的に構成されたものである。

[0017] 前記電動モータ10は、いわゆる永久磁石界磁式の3相ブラシレスモータ

であって、該電動モータ 10 を收容するハウジングには、電動モータ 10 の図示外の回転子の回転位置である実軸位相を検出する第 1, 第 2 のモータ回転位置センサであるメインとサブからなる一対のモータ回転位置センサ P S 1, P S 2 (図 4 参照) が付設されている。

[0018] ここで、図 6 に基づき実軸及び実軸位相の定義について説明する。

[0019] すなわち、本実施形態では、前記回転子の永久磁石の磁極方向である d 軸と、該 d 軸に直交する軸である q 軸とからなる d - q 軸を単に実軸と定義すると共に、電動モータ 10 の固定子 (図示外) の U 相巻線軸を基準とした場合における d 軸の位相を実軸位相と定義する。なお、前記実軸位相の極性は、実軸が図 6 の反時計方向 (正転方向) に回転している場合を正とし、時計方向 (逆転方向) に回転している場合を負とする。

[0020] 前記各モータ回転位置センサ P S 1, P S 2 は、それぞれ前述した実軸位相を検出可能に形成されており、これら検出した第 1, 第 2 の実軸位相の信号であるメインとサブからなる一対の実軸位相信号 θd (Main), θd (Sub) を制御装置 11 内の後述する実軸位相信号受信部 44 a, 44 b にそれぞれ出力する。

[0021] 前記伝達機構 9 は、図 2 に示すように、電動モータ 10 の出力軸 10 a の外周側に一体回転可能に設けられ、該出力軸 10 a の軸線を中心に回転する入力プーリ 12 と、ラックバー 6 の外周側に相対回転可能に設けられ、入力プーリ 12 の回転力に基づきラックバー 6 の軸線を中心に回転する出力プーリ 13 と、該出力プーリ 13 とラックバー 6 との間に介装され、出力プーリ 13 の回転を減速しつつラックバー 6 の軸方向運動へと変換する減速機構としてのボールねじ機構 14 と、両プーリ 12, 13 間に跨って巻回され、該両プーリ 12, 13 の同期回転に供するベルト 15 と、から主として構成されている。

[0022] 次に、図 4 及び図 5 に基づいて、本実施形態に係る制御装置 11 の具体的な構成について説明する。

[0023] 前記制御装置 11 は、図 4 に示すように、該制御装置 11 における電源の

役割を有する電源回路 21 と、該電源回路 21 から電力が供給されることにより起動して種々の演算処理を行う演算装置（マイクロプロセッサユニット）22 と、該演算装置 22 から指令信号が入力される集積回路（IC）であるプリドライバ 23 と、該プリドライバ 23 からの指令信号に基づいて駆動制御されるインバータ回路 24 と、を備えている。

[0024] 前記電源回路 21 は、車両のイグニッションスイッチ I G N - S W のオン動作に伴いバッテリー V B から電力が供給されると、この電力を適宜降圧させつつ演算装置 22 や、各トルクセンサ T S 1, T S 2、各舵角センサ A S 1, A S 2、各モータ回転位置センサ P S 1, P S 2 及びプリドライバ 23 に供給する。

[0025] 前記演算装置 22 には、図示外のディファレンシャルギア等に設置された車速センサ 25 が電氣的に接続され、該車速センサ 25 から車速信号 V s が入力される。

[0026] また、前記演算装置 22 は、各トルクセンサ T S 1, T S 2 や、各舵角センサ A S 1, A S 2 及び各モータ回転位置センサ P S 1, P S 2 とともに電氣的に接続されている。そして、前記各トルクセンサ T S 1, T S 2 からメインとサブの操舵トルク信号 T r (M a i n), T r (S u b)、各舵角センサ A S 1, A S 2 からメインとサブの舵角信号 θs (M a i n), θs (S u b)、各モータ回転位置センサ P S 1, P S 2 からメインとサブの実軸位相信号 θd (M a i n), θd (S u b) が入力されるようになっている。

[0027] 前記インバータ回路 24 は、プリドライバ 23 から指令信号を受けると、該指令信号に応じてバッテリー V B からの電力を直流から 3 相交流に変換して電動モータ 10 へ供給する。なお、バッテリー V B とインバータ回路 24 との間には、前記パワーステアリング装置に故障等が生じた場合に演算装置 22 からの指令に基づきバッテリー V B からインバータ回路 24 へ送られる電力を遮断するフェイルセーフ回路 26 が介装されている。

[0028] また、前記インバータ回路 24 の下流側には、電動モータ 10 に流れる実電流であるモータ実電流 I d を検出するためのモータ電流センサ 27 が設け

られている。このモータ電流センサ 27 が検出したモータ実電流 I_d は、制御装置 11 に設けられた電流監視回路 28 に入力された後、モータ制御用のメインとサブからなる一対の電流検出回路 29 a, 29 b によって高応答フィルタ処理が行われた状態で演算装置 22 にフィードバックされると共に、過電流検知用のメインとサブからなる一対の電流検出回路 29 c, 29 d によって低応答フィルタ処理が行われた状態で同じく演算装置 22 にフィードバックされる。

[0029] また、前記制御装置 11 は、図 5 に示すように、メインの操舵トルク信号 T_r (Main) 等に基づき、電動モータ 10 を駆動制御させるモータ指令信号 I_o を演算するモータ指令信号演算部 31 と、モータ指令信号 I_o 等に基づきインバータ回路 24 に指令電圧を出力し、もって電動モータ 10 を駆動制御するモータ駆動制御部 32 と、前記各種センサから出力されるメイン及びサブの検出信号の比較に基づきフェイルセーフ処理が必要か否かを判断するフェイルセーフ判断部 33 と、該フェイルセーフ判断部 33 等による判断結果に基づき、各種フェイルセーフ処理を行うフェイルセーフ処理部 34 と、を備えている。

[0030] 前記モータ指令信号演算部 31 は、メインのトルクセンサ TS1 から操舵トルク信号受信部 37 a を介して入力されたメインの操舵トルク信号 T_r (Main) と、車速センサ 25 から車速信号受信部 38 を介して入力された車速信号 V_s とから、予め用意されたアシスト Map 39 に基づき基本信号 I_b を算出する。また、前記モータ指令信号演算部 31 は、これと併行してメインの舵角センサ AS1 から舵角信号受信部 40 a を介して入力されたメインの舵角信号 θ_s (Main) に基づき、操舵補助制御部 41 で補正信号 I_c を算出しており、加算器 42 によって基本信号 I_b に補正信号 I_c を加算することでモータ指令信号 I_o を演算する。

[0031] さらに、前記モータ指令信号演算部 31 は、モータ指令信号 I_o の上限値を可変制御するリミッタ処理部 43 を有しており、該リミッタ処理部 43 によって、例えば電動モータ 10 に過熱が生じた場合等にモータ指令信号 I_o

の上限値を通常時よりも低く設定されている。

[0032] 前記モータ駆動制御部32は、基本的にモータ指令信号演算部31（リミッタ処理部43）から入力されたモータ指令信号 I_o と、メインのモータ回転位置センサPS1から実軸位相信号受信部44a及び後述する切り換え部47を介して入力されるメインの実軸位相信号 θ_d （Main）と、インバータ回路24に設けられた電圧センサ45a～45cが検出した3相の電圧値 V_u 、 V_v 、 V_w と、に基づき電動モータ10を駆動制御する。

[0033] ここで、前記メインのモータ回転位置センサPS1が後述するセンサ異常判断部49により異常と判断された場合等にあつては、メインの実軸位相信号 θ_d （Main）の代替信号としてサブのモータ回転位置センサPS2から実軸位相信号受信部44b及び後述する切り換え部47を介して入力されるサブの実軸位相信号 θ_d （Sub）を用いて電動モータ10を制御する。

[0034] 前記フェイルセーフ判断部33には、操舵トルク信号受信部37a、37bを介して入力されるメイン及びサブの操舵トルク信号 T_r （Main）， T_r （Sub）を監視する第1冗長監視部46aと、舵角信号受信部40a，40bを介して入力されるメイン及びサブの舵角信号 θ_s （Main）， θ_s （Sub）を監視する第2冗長監視部46bと、実軸位相信号受信部44a，44bを介して入力されるメイン及びサブの実軸位相信号 θ_d （Main）， θ_d （Sub）を監視する第3冗長監視部46cと、がそれぞれ接続されている。

[0035] 前記各冗長監視部46a～46cは、それぞれ入力されるメイン及びサブの信号の差を算出しており、この差が所定値以上になると、対応するセンサに異常が発生したものとして、フェイルセーフ判断部33に異常が発生したことを示す信号を出力する。

[0036] 前記フェイルセーフ処理部34は、フェイルセーフ判断部33から入力される異常発生信号や後述するセンサ異常判断部49の判断結果に応じて、車両のインストルメントパネルに設けられた図示外の警告灯を点灯させることによる運転者への警告通知処理や、切り換え部47を作動させることによる

モータ駆動制御部 32 に入力される実軸位相信号 θd (Main), θd (Sub) の切り換え処理、操舵アシスト制御システムの遮断処理といったフェイルセーフ処理を適宜行う。

[0037] そして、前記制御装置 11 は、電動モータ 10 に発生する誘起電圧（制御軸）の位相である制御位相を推定する制御位相推定部 48 と、実軸位相及び制御位相推定部 48 により推定された制御位相の差に基づきメイン及びサブのモータ回転位置センサ PS1, PS2 の異常の有無を判断するセンサ異常判断部 49 と、をさらに備えている。

[0038] ここで、図 6 に基づき制御軸及び制御位相の定義について説明する。

[0039] すなわち、本実施形態では、制御上の仮想回転子の磁極方向である dc 軸と、該 dc 軸に直交する軸である qc 軸とからなる dc-qc 軸を制御軸と定義すると共に、電動モータ 10 の固定子（図示外）の U 相巻線軸を基準とした場合における dc 軸の位相を制御位相と定義する。なお、前記制御位相の極性は、制御軸が図 6 の反時計方向（正転方向）に回転している場合を正とし、時計方向（逆転方向）に回転している場合を負とする。

[0040] 前記制御位相推定部 48 は、モータ駆動制御部 32 内で演算される指令電圧の dc 軸成分及び qc 軸成分である電圧 V_{dc} , V_{qc} と、モータ電流信号受信部 50 を介して入力されたモータ実電流 I_m の dc 軸成分及び qc 軸成分である電流 I_{dc} , I_{qc} 、電動モータ 10 に印加される電圧の周波数に基づき算出される制御位相の回転速度 ω_1 、電動モータ 10 の巻線の抵抗 r 、及び電動モータ 10 のインダクタンス L_q に基づき制御位相を推定し、この制御位相の信号である制御位相信号 θ_{dc} をセンサ異常判断部 49 に出力する。

[0041] 前記センサ異常判断部 49 は、モータ駆動制御部 32 がメインの実軸位相信号 θd (Main) に基づいて電動モータ 10 を駆動制御している場合には、メインのモータ回転位置センサ PS1 の異常を判断する一方、サブの実軸位相信号 θd (Sub) に基づいて電動モータ 10 を駆動制御している場合には、サブのモータ回転位置センサ PS2 の異常を判断する。

[0042] 具体的には、前記センサ異常判断部49は、制御位相推定部48から入力される制御位相信号 θ_{dc} と、モータ回転位置センサPS1, PS2が検出したメインの実軸位相信号 θ_d (Main)あるいはサブの実軸位相信号 θ_d (Sub)との差であるメイン及びサブの位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub)を演算する機能を有し、具体的には以下の(1)式に基づいてメイン及びサブの位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub)を算出する。

[0043] [数1]

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \left[\frac{V_{dc} - r \cdot I_{dc} + \omega L_q \cdot I_{qc}}{V_{qc} - r \cdot I_{qc} - \omega L_q \cdot I_{dc}} \right] \quad (1)$$

[0044] なお、(1)式は、電動モータ10をセンサレスの状態で高精度に制御する場合等に用いられる周知の演算式であって、その導出方法は前述した特許文献1(特開2006-166677)にて具体的に開示されている。

[0045] また、(1)式は、厳密には電動モータ10の正転時におけるメイン及びサブの位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub)の演算式であり、電動モータ10の逆転時には以下の(2)式に基づき各位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub)を演算することとなるが、演算結果は(1)式と同値となる。

[0046] [数2]

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \left[\frac{(-1) \cdot (V_{dc} - r \cdot I_{dc} + \omega L_q \cdot I_{qc})}{(-1) \cdot (V_{qc} - r \cdot I_{qc} - \omega L_q \cdot I_{dc})} \right] \quad (2)$$

[0047] また、前記メイン及びサブの位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub)は、以下の(3)式によっても算出することが可能である。

[0048] [数3]

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \left[\frac{I_{dc} - r \cdot V_{dc} + \omega L_q \cdot V_{qc}}{I_{qc} - r \cdot V_{qc} - \omega L_q \cdot V_{dc}} \right] \quad (3)$$

- [0049] このようにして演算されたメイン及びサブの位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub) は、モータ回転位置センサPS1, PS2が電動モータ10に対して正常に取り付けられ、かつ正常に作動している場合においては、若干の演算誤差や取り付け誤差が生じたとしても、基本的に所定の角度範囲内に収まるようになっている。
- [0050] 前記センサ異常判断部49は、この演算した位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub) が前記所定の角度範囲を超えた場合に、対応するモータ回転位置センサPS1, PS2に異常が発生したものと判断し、この判断結果をフェイルセーフ処理部34に出力する。そして、前記フェイルセーフ処理部34によって、状況に応じた各種フェイルセーフ処理が行われることとなるが、その内容はモータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断制御フローの項目で詳細に説明する。
- [0051] ところで、前述した(1)～(3)式のような計算式によって算出される位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub) は、電動モータ10の回転速度 ω_r (以下、単に「モータ回転速度 ω_r 」と呼ぶ) が低い、すなわち制御軸の回転速度 ω_1 が低い場合において、演算誤差が大きくなることが一般に知られている。
- [0052] これに鑑みて、前記センサ異常判断部49は、モータ回転速度 ω_r を推定するモータ回転速度推定部51からモータ回転速度 ω_r が入力され、このモータ回転速度 ω_r が所定値以下である場合には、前述した各モータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断を行わないようになっている。
- [0053] 前記モータ回転速度推定部51は、操舵速度演算部52から入力されたメインの舵角信号 θ_s (Main) を時間微分して得られる操舵速度信号 ω_s に基づき、トーションバー4の捩れ量を考慮した上でモータ回転速度 ω_r を推定し、これをセンサ異常判断部49へ出力する。
- [0054] 次に、図7に示すフローチャートに基づき、本実施形態に係る制御装置11によるモータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断処理制御について具体的に説明する。

- [0055] まず、操舵速度演算部52から操舵速度信号 ω_s を取り込み（ステップS101）、さらにメインのモータ回転位置センサPS1により検出された実軸位相信号 θ_d （Main）を取り込む（ステップS102）。続いて、サブのモータ回転位置センサPS2により検出された実軸位相信号 θ_d （Sub）を取り込んだ後（ステップS103）、後述するサブセンサ診断フラグFsがセットされているか否かを判断する（ステップS104）。
- [0056] 前記ステップS104においてNoと判断された場合には、メインのモータ回転位置センサPS1の異常判断を行うものとして、前述した（1）式などに基づいてメインの実軸位相信号 θ_d （Main）と制御位相との間の位相差 $\Delta\theta$ （Main）を演算し（ステップS105）、さらに操舵速度信号 ω_s から推定されるモータ回転速度 ω_r が所定値 ω_x よりも大きいかなんかを判断する（ステップS106）。ここで、Noと判断された場合には、誤診断を抑制するために診断を行うことなく本プログラムが終了する一方、Yesと判断された場合には診断を継続するものとしてステップS107に移行する。
- [0057] ステップS107では、ステップS105で演算された位相差 $\Delta\theta$ （Main）が所定値 $\Delta\theta_x$ よりも大きいかなんかを判断する。ここで、Noと判断された場合には、メインのモータ回転位置センサPS1に異常は発生していないものとして、サブセンサ診断フラグFsをリセットした後（ステップS111）、本プログラムが終了する。
- [0058] 一方、前記ステップS107においてYesと判断された場合には、メインのモータ回転位置センサPS1に異常が発生したものとして、電動モータ10の制御に用いる実軸位相信号を、メインの実軸位相信号 θ_d （Main）からサブの実軸位相信号 θ_d （Sub）に切り換え（ステップS108）、サブのモータ回転位置センサPS2の異常判断に係るフラグであるサブセンサ診断フラグFsをセットし（ステップS109）、さらに運転者への警告出力、すなわち車両のインストルメントパネル上の警告灯を点灯させるといった注意喚起を行った後（ステップS110）、本プログラムが終了する

。

[0059] また、前記ステップS 1 0 4においてY e s（サブセンサ診断フラグF sがセットされている）と判断された場合には、サブのモータ回転位置センサP S 2の異常判断を行うものとして、前述した（1）式などに基づいてサブの実軸位相信号 θd （S u b）と制御位相との間の位相差 $\Delta \theta$ （S u b）を演算し（ステップS 1 1 2）、さらにモータ回転速度 ωr が所定値 ωx よりも大きいかなんかを判断する（ステップS 1 1 3）。ここで、N oと判断された場合には、誤診断を抑制するために診断を行うことなく本プログラムが終了する一方、Y e sと判断された場合には診断を継続するものとしてステップS 1 1 4に移行する。

[0060] ステップS 1 1 4では、ステップS 1 1 2で演算された位相差 $\Delta \theta$ （S u b）が所定値 $\Delta \theta x$ よりも大きいかなんかを判断する。ここで、N oと判断された場合には、サブのモータ回転位置センサP S 2に異常は発生していないものとして、本プログラムが終了する。

[0061] 一方、前記ステップS 1 1 4においてY e sと判断された場合には、メイン及びサブのモータ回転位置センサP S 1，P S 2の両方に異常が発生したものとして、フェイルセーフ処理部3 4によって電動モータ1 0による操舵アシスト制御システムを遮断した後（ステップS 1 1 5）、本プログラムが終了する。

〔第1実施形態の作用効果〕

したがって、以上のように構成されたパワーステアリング装置等によれば、センサ異常判断部4 9によって各モータ回転位置センサP S 1，P S 2の異常を判断することができる。この結果、各モータ回転位置センサP S 1，P S 2に基づいて電動モータ1 0を駆動制御する際の前記パワーステアリング装置の安全性を向上することができる。

[0062] また、本実施形態では、センサ異常判断部4 9による各モータ回転位置センサP S 1，P S 2の異常判断に際して、位相差 $\Delta \theta$ （M a i n）， $\Delta \theta$ （S u b）をセンサレス制御に用いるような演算式に基づいて演算しているこ

とから、高精度な異常判断を行うことができる。

[0063] 特に、本実施形態で用いた(1)～(3)式などにあつては、電動モータ10の特性値である抵抗 r やインダクタンス L_d といったモータパラメータを考慮していることから、異常判断の精度を更に向上することができる。

[0064] また、前述した特許文献1に記載の技術のようなセンサレス制御を用いて電動モータを駆動する構成に対しては、位相差 $\Delta\theta$ の算出に必要な各種パラメータを検出するセンサ等が既に設けられていることから、新たなセンサ等を設けることなく、演算装置22内の制御システム構成を変更するのみで本発明を容易に適用することができる。

[0065] また、本実施形態では、メインのモータ回転位置センサPS1に異常が発生した場合であっても、サブのモータ回転位置センサPS2によって検出された実軸位相信号 θ_d (Sub)に基づきモータ駆動制御部32による電動モータ10の駆動制御を継続できることから、運転者の操舵負荷を継続的に軽減することができる。

[0066] さらに、本実施形態では、モータ駆動制御部32がサブの実軸位相信号 θ_d (Sub)に基づいて電動モータ10を駆動制御している場合には、センサ異常判断部49によってサブのモータ回転位置センサPS2の異常を判断するようにしたことから、異常判断制御の継続性が確保されるため、前記パワーステアリング装置の安全性がより向上する。

[0067] また、本実施形態では、センサ異常判断部49を、操舵速度信号 ω_s から推定されるモータ回転速度 ω_r が所定値 ω_x 以下である場合、すなわち位相差 $\Delta\theta$ (Main)、 $\Delta\theta$ (Sub)に大きな演算誤差が生じ得る場合においては各モータ回転位置センサPS1、PS2の異常判断を行わないようにしたことから、演算誤差に基づく誤判断を抑制することができる。

[0068] さらに、本実施形態では、モータ回転速度 ω_r を、異常判断の対象となるモータ回転位置センサPS1、PS2が出力した実軸位相信号 θ_d (Main)、 θ_d (Sub)に基づいて推定するのではなく、他の信号に基づき推定するようにしたことから、異常判断を行うか否かを正しく判断することが

できる。

[0069] 特に、本実施形態では、他の信号として歯車等を介して電動モータ10と連動するステアリングホイールの舵角である舵角信号 θ_s を利用したことから、比較的容易にモータ回転速度 ω_r を推定することができる。また、この推定にあたってトーションバー4の捩れ量を考慮するようにしたことから、該トーションバー4の捩れに伴い舵角信号 θ_s と電動モータ10の回転子の回転位置の相対関係にずれが生じた場合であっても、モータ回転速度 ω_r を精度良く推定することができる。

〔第2実施形態〕

図8は本発明の第2実施形態に係るモータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断制御のフローチャートであって、基本構成は第1実施形態と同様であるが、メインのモータ回転位置センサPS1が異常と判断されて、モータ制御に用いられるセンサがサブのモータ回転位置センサPS2に切り換えられた場合に、モータ駆動制御部32がインバータ回路24に出力する電圧指令値を減少させる等の手段により、電動モータ10の出力を制限するようになっている。

[0070] すなわち、本実施形態に係るモータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断制御フローでは、ステップS114においてNo、すなわちサブの実軸位相信号 θ_d (Sub)と制御位相との間の位相差 $\Delta\theta$ (Sub)が所定値 $\Delta\theta_x$ よりも小さいと判断された場合、モータ駆動制御部32によって電動モータ10の出力が制限された後(ステップS116)、本プログラムが終了する。

[0071] このように、本実施形態では、メインのモータ回転位置センサPS1に異常が生じ、正常なモータ回転位置センサがサブのモータ回転位置センサPS2のみとなった場合には、電動モータ10の出力を常時制限することで、サブのモータ回転位置センサPS2が異常と判断されて操舵アシスト力が遮断された場合における操舵負荷の急激な上昇が緩和されることから、パワーステアリング装置の安全性を向上させることができる。

〔第3実施形態〕

図9は、本発明の第3実施形態に係るモータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断制御のフローチャートであって、第2実施形態の異常判断制御フローにおけるモータ出力制限処理（図8のステップS116）を、モータ駆動制御部32によってモータ出力を時間経過に伴い徐々に低下させるモータ出力漸減処理（ステップS117）に置き換えたものである。

[0072] したがって、本実施形態によれば、モータ出力を徐々に低下させることで、操舵アシスト力を制限する際に運転者に与えることとなる操舵違和感が大幅に緩和されることから、パワーステアリング装置の安全性をさらに向上させることができる。

〔第4実施形態〕

図10は、本発明の第4実施形態に係るモータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断制御のフローチャートであって、センサ異常判断部49による各モータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断を、位相差 $\Delta\theta$ (Main)と位相差 $\Delta\theta$ (Sub)との比較に基づいて行うようにしたものである。

[0073] すなわち、本実施形態に係る異常判断制御フローでは、まず、ステップS201～ステップS203において、第1実施形態のフローチャートにおけるステップS101～S103と同様の処理を行う。

[0074] 続いて、前述した(1)式などに基づいてメインの実軸位相信号 θ_d (Main)と制御位相信号 θ_{dc} との位相差 $\Delta\theta$ (Main)及びサブの実軸位相信号 θ_d (Sub)と制御位相信号 θ_{dc} との位相差 $\Delta\theta$ (Sub)を演算した後（ステップS204, S205）、操舵速度信号 ω_s から推定されるモータ回転速度 ω_r が所定値 ω_x よりも大きいかなんかを判断する（ステップS206）。ここで、Noと判断された場合には、誤診断を抑制するべく診断を行わずに本プログラムが終了する一方、Yesと判断された場合には診断を継続するものとしてステップS207に移行する。

[0075] ステップS207では、ステップS204, S205で演算したメインの

位相差 $\Delta\theta$ (Main) とサブの位相差 $\Delta\theta$ (Sub) との差が所定値 $\Delta\theta_y$ よりも小さいか否かを判断する。ここで、Yes と判断された場合には、各モータ回転位置センサPS1, PS2 に異常は発生していないものとして、モータ回転位置センサ異常カウンタCs をデクリメントした後 (ステップS208)、本プログラムが終了する。

[0076] 一方、前記ステップS207においてNoと判断された場合には、両モータ回転位置センサPS1, PS2の少なくともいずれか一方に異常が発生したものであるとして、ステップS209に移行する。このステップS209では、モータ回転位置センサ異常カウンタCsが所定値Cxよりも大きいかなんかを判断し、Noと判断された場合には、異常判断を継続するものとしてモータ回転位置センサ異常カウンタCsをインクリメントした後 (ステップS212)、本プログラムが終了する。

[0077] 一方、ステップS209においてYesと判断された場合においては、各モータ回転位置センサPS1, PS2の少なくともいずれか一方に異常が発生したものと確定して、フェイルセーフ処理部34による操舵アシスト制御システムの遮断処理等の安全状態に移行するための処理を行い (ステップS210)、さらに運転者への警告出力、すなわち車両のインストルメントパネル上の警告灯を点灯させるといった注意喚起を行った後 (ステップS211)、本プログラムが終了する。

[0078] このような構成から、本実施形態によっても、センサ異常判断部49によって各モータ回転位置センサPS1, PS2の異常を高精度に判断することができる。この結果、各モータ回転位置センサPS1, PS2に基づいて電動モータ10を駆動制御する際のパワーステアリング装置の安全性を向上させることができる。

〔第5実施形態〕

図11～図13は、本発明に係るパワーステアリング装置等の第5実施形態を示し、前記第1実施形態の構成に加えて、センサ異常判断部49による各モータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断に際し、メインの実軸位

相信号 θ_m (Main) とサブの実軸位相信号 θ_m (Sub) との差を考慮するようにしたものである。

[0079] 第5実施形態に係る制御装置11には、図11に示すように、前記第1実施形態の構成に加えて、メインの実軸位相信号 θ_d (Main) とサブの実軸位相信号 θ_d (Sub) とを比較する実軸位相比較部53が設けられている。

[0080] この実軸位相比較部53は、各実軸位相信号受信部44a, 44bから入力されたメインの実軸位相信号 θ_d (Main) とサブの実軸位相信号 θ_d (Sub) との差の絶対値を演算し、この演算結果(比較結果)をセンサ異常判断部49に出力する。

[0081] 本実施形態におけるセンサ異常判断部49は、メインの実軸位相信号 θ_d (Main) あるいはサブの実軸位相信号 θ_d (Sub) と制御位相信号 θ_{dc} との差と、実軸位相比較部53から出力された比較結果と、に基づいてメイン及びサブのモータ回転位置センサPS1, PS2の異常の有無を判断する。

[0082] より具体的には、前記センサ異常判断部49は、実軸位相比較部53から出力されたメインの実軸位相信号 θ_d (Main) とサブの実軸位相信号 θ_d (Sub) との差の絶対値が所定値 θ_z よりも大きく、かつ位相差 $\Delta\theta$ (Main), $\Delta\theta$ (Sub) が所定値 $\Delta\theta_x$ よりも大きい場合に、対応するモータ回転位置センサPS1 (PS2) に異常が発生したものと判断する。

[0083] また、本実施形態に係るセンサ異常判断部49は、モータ駆動制御部32がメインの実軸位相信号 θ_d (Main) に基づいて電動モータ10を駆動制御する状態から、サブの実軸位相信号 θ_d (Sub) に基づいて電動モータ10を駆動制御する状態に切り換わった場合に、サブのモータ回転位置センサPS2の異常判断を行うことなく、所定の整定時間が経過した後に速やかに異常判断を開始するようになっている。

[0084] 図12及び図13は、本実施形態に係るモータ回転位置センサPS1, PS2の異常判断制御のフローチャートである。

- [0085] すなわち、本実施形態では、図12に示すように、ステップS301～ステップS303において、第1実施形態のフローチャートにおけるステップS101～S103と同様の処理を行う。続いて、ステップS304において、後述するステップS314でセットされるメインセンサ診断フラグF_mあるいはステップS317でセットされるサブセンサ診断フラグF_sがセットされているか否かを判断し、No（どちらもセットされていない）と判断された場合にはステップS305に移行する。
- [0086] ステップS305では、実軸位相比較部53が算出したメインの実軸位相信号 θ_d (Main)とサブの実軸位相信号 θ_d (Sub)との差の絶対値が所定値 θ_z よりも大きいかなんかを判断し、Noと判断された場合には、両モータ回転位置センサPS1, PS2が共に正常であると判断して、モータ回転位置センサ異常カウンタC_sをクリアした後（ステップS321）、本プログラムが終了する。
- [0087] また、前記ステップS305においてYesと判断された場合には、モータ回転位置センサ異常カウンタC_sをインクリメントした後（ステップS306）、モータ回転位置センサ異常カウンタC_sが所定値C_xよりも大きいかなんかを判断し（ステップS307）、ここでNoと判断された場合には、異常の確定を行うことなく本プログラムが終了する。
- [0088] 一方、前記ステップS307においてYesと判断された場合には、各モータ回転位置センサPS1, PS2のうち少なくともいずれか一方に異常が発生したものと確定し、以後、各モータ回転位置センサPS1, PS2のどちらが故障しているかを確認するステップS308以降の処理を行う。
- [0089] ここでは、メインの位相差 $\Delta\theta$ (Main)を演算した後（ステップS308）、操舵速度信号 ω_s から推定されるモータ回転速度 ω_r が所定値 ω_x よりも大きいかなんかを判断する（ステップS309）。
- [0090] そして、このステップS309においてNoと判断された場合には、各モータ回転位置センサPS1, PS2のどちらが故障しているかの判別が困難であることから、フェイルセーフ処理部34によって操舵アシスト制御シス

テムの遮断処理を行い（ステップS 3 1 9）、さらに運転者への警告出力、すなわち車両のインストルメントパネル上の警告灯を点灯させるといった注意喚起を行った後（ステップS 3 2 0）、本プログラムが終了する。

[0091] 一方、前記ステップS 3 0 9においてY e sと判断された場合には、続いてメインの位相差 $\Delta \theta$ （M a i n）が所定値 $\Delta \theta \times$ よりも大きいかな否かを判断する（ステップS 3 1 0）。

[0092] ここで、Y e sと判断された場合には、メインのモータ回転位置センサP S 1が故障したものと、モータ駆動制御に用いる実軸位相信号をメインの実軸位相信号 θd （M a i n）からサブの実軸位相信号 θd （S u b）に切り換え（ステップS 3 1 1）、整定タイマカウンタT s e tをクリアし（ステップS 3 1 2）、さらにサブセンサ診断フラグF sをセットする一方（ステップS 3 1 3）、メインセンサ診断フラグF mをリセットした後（ステップS 3 1 4）、運転者への警告出力を行ったうえで（ステップS 3 1 5）、本プログラムが終了する。

[0093] 一方、前記ステップS 3 1 0においてN oと判断された場合には、サブのモータ回転位置センサP S 2が故障したものと、サブセンサ診断フラグF sをリセットし（ステップS 3 1 6）、メインセンサ診断フラグF mをセットした後（ステップS 3 1 7）、運転者への警告出力を行ったうえで（ステップS 3 1 8）、本プログラムが終了する。

[0094] また、前記ステップS 3 0 4においてY e s、すなわちメイン及びサブのモータ回転位置センサP S 1、P S 2のうち少なくともいずれか一方に異常が発生し、メインセンサ診断フラグF mまたはサブセンサ診断フラグF sがセットされている場合には、続いて図1 3に示すステップS 3 2 2へ移行する。

[0095] このステップS 3 2 2では、サブセンサ診断フラグF sがセットされているかな否かを判断し、Y e sと判断された場合には、続いて整定タイマカウンタT s e tが所定値T $\times$ よりも大きいかな否かを判断する（ステップS 3 2 3）。ここで、N oと判断された場合には、整定タイマカウンタT s e tをイ

ンクリメントした後（ステップS 3 2 8）、本プログラムが終了する。

[0096] 一方、前記ステップS 3 2 3においてY e s、すなわちモータ駆動制御に供されるモータ回転位置センサがメインのモータ回転位置センサP S 1からサブのモータ回転位置センサP S 2に変更されてから所定時間経過したと判断された場合には、サブの位相差 $\Delta \theta$ （S u b）を演算し（ステップS 3 2 4）、さらにモータ回転速度 ω_r が所定値 ω_x よりも大きいかなんかを判断する（ステップS 3 2 5）。ここで、N oと判断された場合には、誤診断を抑制するべく診断を行わずに本プログラムが終了する一方、Y e sと判断された場合には診断を継続するものとしてステップS 3 2 6に移行する。

[0097] ステップS 3 2 6では、前記ステップS 3 2 4で演算されたサブの位相差 $\Delta \theta$ （S u b）が所定値 $\Delta \theta_x$ よりも大きいかなんかを判断する。ここで、N oと判断された場合には、サブのモータ回転位置センサP S 2に異常は発生していないものとして、本プログラムが終了する。

[0098] 一方、前記ステップS 3 2 6においてY e sと判断された場合には、メイン及びサブのモータ回転位置センサP S 1、P S 2の両方に異常が発生したものとして、フェイルセーフ処理部3 4によって電動モータ1 0による操舵アシスト制御システムを遮断した後（ステップS 3 2 7）、本プログラムが終了する。

[0099] また、前記ステップS 3 2 2においてN oと判断された場合には、メインの位相差 $\Delta \theta$ （M a i n）を演算した後（ステップS 3 2 9）、モータ回転速度 ω_r が所定値 ω_x よりも大きいかなんかを判断する（ステップS 3 3 0）。ここで、N oと判断された場合には、誤診断を抑制するべく診断を行わずに本プログラムが終了する一方、Y e sと判断された場合には診断を継続するものとしてステップS 3 3 1に移行する。

[0100] ステップS 3 3 1では、前記ステップS 3 2 9で演算されたメインの位相差 $\Delta \theta$ （M a i n）が所定値 $\Delta \theta_x$ よりも大きいかなんかを判断する。ここで、N oと判断された場合には、メインのモータ回転位置センサP S 1に異常は発生していないものとして、本プログラムが終了する。

- [0101] 一方、前記ステップS 3 3 1においてY e sと判断された場合には、メイン及びサブのモータ回転位置センサP S 1, P S 2の両方に異常が発生したものであるとして、フェイルセーフ処理部3 4によって電動モータ1 0による操舵アシスト制御システムを遮断した後（ステップS 3 3 2）、本プログラムが終了する。
- [0102] 以上の構成から、本実施形態によっても、センサ異常判断部4 9によって各モータ回転位置センサP S 1, P S 2の異常を高精度に判断することができる。
- [0103] また、本実施形態では、センサ異常判断部4 9による各モータ回転位置センサP S 1, P S 2の異常判断に際して、該両モータ回転位置センサP S 1, P S 2が出力するメイン及びサブの実軸位相信号 θd (M a i n), θd (S u b)の比較結果も考慮していることから、異常判断の精度をより向上させることができる。
- [0104] 特に、本実施形態では、メインのモータ回転位置センサP S 1を、該メインのモータ回転位置センサP S 1の出力する実軸位相信号 θd (M a i n)がサブのモータ回転位置センサP S 2が出力する実軸位相信号 θd (S u b)と制御位相信号 $\theta d c$ との両方からかけ離れている場合に異常と判断するようにしたことから、モータ回転位置センサP S 1の異常をより高精度に判断することができる。
- [0105] また、この実施形態では、センサ異常判断部4 9を、電動モータ1 0の駆動制御に供されるモータ回転位置センサがメインのモータ回転位置センサP S 1からサブのモータ回転位置センサP S 2へ切り換わった直後は該モータ回転位置センサP S 2の異常判断を行わないようにしたことから、サブのモータ回転位置センサP S 2が完全に立ち上がっていない状態でのサブの実軸位相信号 θd (S u b)に基づいて異常判断を行うことが回避できるため、誤判断のさらなる抑制を図ることができる。
- [0106] 本発明は、前記各実施形態の構成に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で装置の仕様等に合わせて適宜構成を変更することが可能

である。

[0107] 以上説明した実施形態に基づくパワーステアリング装置の制御装置及びパワーステアリング装置としては、例えば以下に述べる態様のものが考えられる。

[0108] パワーステアリング装置の制御装置は、その一つの態様において、ステアリングホイールの回転を転舵輪に伝達する操舵機構と、該操舵機構に操舵アシスト力を付与する電動モータと、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伝達機構と、前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出する第1のモータ回転位置センサと、を備えたパワーステアリング装置の制御装置であって、前記第1のモータ回転位置センサから出力された第1の実軸位相の信号を受信する実軸位相信号受信部と、前記電動モータに流れる電流値の信号を受信するモータ電流信号受信部と、前記電流値の信号に基づき前記電動モータに発生する誘起電圧の位相である制御位相を推定する制御位相推定部と、前記第1の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第1のモータ回転位置センサの異常の有無を判断するセンサ異常判断部と、を有する。

[0109] 前記パワーステアリング装置の制御装置の好ましい態様において、前記パワーステアリング装置は、前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出する第2のモータ回転位置センサを有し、前記制御装置は、前記第1の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御するモータ駆動制御部を有し、該モータ駆動制御部は、前記第1のモータ回転位置センサが異常であると判断されたとき、前記第2のモータ回転位置センサの出力信号である第2の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御する。

[0110] 別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、該制御装置は、前記第1の実軸位相の信号と前記第2の実軸位相の信号とを比較する実軸位相比較部を備え、前記センサ異常判断部は、前記第1の実軸位相と前記制御位相の差および前記実軸位相比較部の比較結果に基づき前記第1のモータ回転位置センサの異常の有無を判断する。

- [0111] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記第 1 の実軸位相の信号と前記第 2 の実軸位相の信号の差が所定値よりも大きく、かつ前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差が所定値よりも大きいとき、前記第 1 のモータ回転位置センサの異常と判断する。
- [0112] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記モータ駆動制御部が前記第 2 の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御するとき、前記第 2 の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第 2 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断する。
- [0113] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記モータ駆動制御部が前記第 1 の実軸位相の信号による前記電動モータの駆動制御から前記第 2 の実軸位相の信号による前記電動モータの駆動制御に切り替えてから所定時間が経過した後に、前記第 2 のモータ回転位置センサの異常の有無の判断を開始する。
- [0114] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記モータ駆動制御部が前記第 2 の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御するとき、前記第 2 の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第 2 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断する。
- [0115] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記モータ駆動制御部は、前記第 1 の実軸位相の信号に基づく前記電動モータの駆動制御から前記第 2 の実軸位相の信号に基づく前記電動モータの駆動制御に切り替えた後、前記電動モータの出力が減少するように前記電動モータを駆動制御する。
- [0116] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記モータ駆動制御部は、前記第 1 の実軸位相の

信号に基づく前記電動モータの駆動制御から前記第 2 の実軸位相の信号に基づく前記電動モータの駆動制御に切り替えた後、前記電動モータの出力が漸減するように前記電動モータを駆動制御する。

[0117] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差、および前記第 2 の実軸位相と前記制御位相の差の比較に基づき前記第 1 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断する。

[0118] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記電動モータの回転速度が所定値以下のとき、前記第 1 のモータ回転位置センサの異常判断を行わない。

[0119] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記電動モータの回転速度は、前記第 1 のモータ回転位置センサの出力信号以外の信号に基づき推定される。

[0120] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、該制御装置は、前記ステアリングホイールの回転角である舵角の信号を受信する舵角信号受信部を備え、前記電動モータの回転速度は、前記舵角の信号に基づき推定される。

[0121] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記パワーステアリング装置は、前記操舵機構に設けられたトーションバーと、該トーションバーよりも前記ステアリングホイール側に設けられ、前記舵角を検出する舵角センサと、を備え、前記電動モータの回転速度は、前記トーションバーの捩れ量を考慮して推定される。

[0122] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記電動モータの回転子の磁極方向である d 軸の電圧 V_{dc} 、前記 d 軸と直交する q 軸の電圧 V_{qc} 、前記 d 軸の検出電流 I_{dc} 、前記 q 軸の検出電流 I_{qc} 、および前記制御位相の回転速度 ω_1 に基づき前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差を演

算し、この演算結果に基づいて前記第 1 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断する。

[0123] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、前記電動モータの巻線の抵抗 r および前記電動モータのインダクタンス L_q を更に考慮して前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差を演算する。

[0124] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、式

[0125] [数4]

$$\Delta \theta = \tan^{-1} \left[\frac{V_{dc} - r \cdot I_{dc} + \omega L_q \cdot I_{qc}}{V_{qc} - r \cdot I_{qc} - \omega L_q \cdot I_{dc}} \right]$$

[0126] に基づき前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差を演算する。

[0127] さらに別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の制御装置の態様のいずれかにおいて、前記センサ異常判断部は、式

[0128] [数5]

$$\Delta \theta = \tan^{-1} \left[\frac{I_{dc} - r \cdot V_{dc} + \omega L_q \cdot V_{qc}}{I_{qc} - r \cdot V_{qc} - \omega L_q \cdot V_{dc}} \right]$$

[0129] に基づき前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差を演算する。

[0130] パワーステアリング装置は、その一つの態様において、ステアリングホイールの回転を転舵輪に伝達する操舵機構と、前記操舵機構に操舵アシスト力を付与する電動モータと、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伝達機構と、前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出する第 1 のモータ回転位置センサと、前記電動モータを駆動制御する制御装置と、を備えたパワーステアリング装置であって、前記制御装置は、前記第 1 のモータ回転位置センサから出力された第 1 の実軸位相の信号を受信する実軸位相信号受信部と、前記

電動モータに流れる電流値の信号を受信するモータ電流信号受信部と、前記電流値の信号に基づき前記電動モータに発生する誘起電圧の位相である制御位相を推定する制御位相推定部と、前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第 1 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断するセンサ異常判断部と、を有する。

[0131] 前記パワーステアリング装置の好ましい態様において、該パワーステアリング装置は、前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出する第 2 のモータ回転位置センサを有し、前記制御装置は、前記第 1 の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御するモータ駆動制御部を有すると共に、該モータ駆動制御部は、前記第 1 のモータ回転位置センサが異常であると判断されたとき、前記第 2 のモータ回転位置センサの出力信号である第 2 の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御する。

請求の範囲

- [請求項1] ステアリングホイールの回転を転舵輪に伝達する操舵機構と、
 該操舵機構に操舵アシスト力を付与する電動モータと、
 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伝達機構と、
 前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出する第1
 のモータ回転位置センサと、
 を備えたパワーステアリング装置の制御装置であって、
 前記第1のモータ回転位置センサから出力された第1の実軸位相の
 信号を受信する実軸位相信号受信部と、
 前記電動モータに流れる電流値の信号を受信するモータ電流信号受
 信部と、
 前記電流値の信号に基づき前記電動モータに発生する誘起電圧の位
 相である制御位相を推定する制御位相推定部と、
 前記第1の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第1のモータ
 回転位置センサの異常の有無を判断するセンサ異常判断部と、
 を有することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
 前記パワーステアリング装置は、前記電動モータの回転子の回転位
 置である実軸位相を検出する第2のモータ回転位置センサを有し、
 前記制御装置は、前記第1の実軸位相の信号に基づき前記電動モー
 タを駆動制御するモータ駆動制御部を有し、
 該モータ駆動制御部は、前記第1のモータ回転位置センサが異常で
 あると判断されたとき、前記第2のモータ回転位置センサの出力信号
 である第2の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御する
 ことを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のパワーステアリング装置の制御装置は、
 前記第1の実軸位相の信号と前記第2の実軸位相の信号とを比較す

る実軸位相比較部を備え、

前記センサ異常判断部は、前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差および前記実軸位相比較部の比較結果に基づき前記第 1 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項4] 請求項 3 に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、

前記センサ異常判断部は、前記第 1 の実軸位相の信号と前記第 2 の実軸位相の信号の差が所定値よりも大きく、かつ前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差が所定値よりも大きいとき、前記第 1 のモータ回転位置センサの異常と判断することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項5] 請求項 4 に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、

前記センサ異常判断部は、前記モータ駆動制御部が前記第 2 の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御するとき、前記第 2 の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第 2 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項6] 請求項 5 に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、

前記センサ異常判断部は、前記モータ駆動制御部が前記第 1 の実軸位相の信号による前記電動モータの駆動制御から前記第 2 の実軸位相の信号による前記電動モータの駆動制御に切り替えてから所定時間が経過した後に、前記第 2 のモータ回転位置センサの異常の有無の判断を開始することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項7] 請求項 2 に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、

前記センサ異常判断部は、前記モータ駆動制御部が前記第 2 の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御するとき、前記第 2 の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第 2 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断することを特徴とするパワーステアリング装置

の制御装置。

- [請求項8] 請求項2に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記モータ駆動制御部は、前記第1の実軸位相の信号に基づく前記電動モータの駆動制御から前記第2の実軸位相の信号に基づく前記電動モータの駆動制御に切り替えた後、前記電動モータの出力が減少するように前記電動モータを駆動制御することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項9] 請求項2に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記モータ駆動制御部は、前記第1の実軸位相の信号に基づく前記電動モータの駆動制御から前記第2の実軸位相の信号に基づく前記電動モータの駆動制御に切り替えた後、前記電動モータの出力が漸減するように前記電動モータを駆動制御することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項10] 請求項2に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記センサ異常判断部は、前記第1の実軸位相と前記制御位相の差、および前記第2の実軸位相と前記制御位相の差の比較に基づき前記第1のモータ回転位置センサの異常の有無を判断することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項11] 請求項1に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記センサ異常判断部は、前記電動モータの回転速度が所定値以下のとき、前記第1のモータ回転位置センサの異常判断を行わないことを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項12] 請求項11に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記電動モータの回転速度は、前記第1のモータ回転位置センサの出力信号以外の信号に基づき推定されることを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。
- [請求項13] 請求項12に記載のパワーステアリング装置の制御装置は、前記ステアリングホイールの回転角である舵角の信号を受信する舵角信号受

信部を備え、

前記電動モータの回転速度は、前記舵角の信号に基づき推定されることを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項14] 請求項13に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記パワーステアリング装置は、前記操舵機構に設けられたトーションバーと、該トーションバーよりも前記ステアリングホイール側に設けられ、前記舵角を検出する舵角センサと、を備え、

前記電動モータの回転速度は、前記トーションバーの捩れ量を考慮して推定されることを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項15] 請求項1に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記センサ異常判断部は、前記電動モータの回転子の磁極方向であるd軸の電圧 V_{dc} 、前記d軸と直交するq軸の電圧 V_{qc} 、前記d軸の検出電流 I_{dc} 、前記q軸の検出電流 I_{qc} 、および前記制御位相の回転速度 ω_1 に基づき前記第1の実軸位相と前記制御位相の差を演算し、この演算結果に基づいて前記第1のモータ回転位置センサの異常の有無を判断することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項16] 請求項15に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記センサ異常判断部は、前記電動モータの巻線の抵抗 r および前記電動モータのインダクタンス L_q を更に考慮して前記第1の実軸位相と前記制御位相の差を演算することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項17] 請求項16に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記センサ異常判断部は、式

[数4]

$$\Delta \theta = \tan^{-1} \left[\frac{V_{dc} - r \cdot I_{dc} + \omega_1 L_q \cdot I_{qc}}{V_{qc} - r \cdot I_{qc} - \omega_1 L_q \cdot I_{dc}} \right]$$

に基づき前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差を演算することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

[請求項18] 請求項 17 に記載のパワーステアリング装置の制御装置において、
前記センサ異常判断部は、式
[数5]

$$\Delta \theta = \tan^{-1} \left[\frac{Idc - r \cdot Vdc + \omega l Lq \cdot Vqc}{Iqc - r \cdot Vqc - \omega l Lq \cdot Vdc} \right]$$

に基づき前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差を演算することを特徴とするパワーステアリング装置の制御装置。

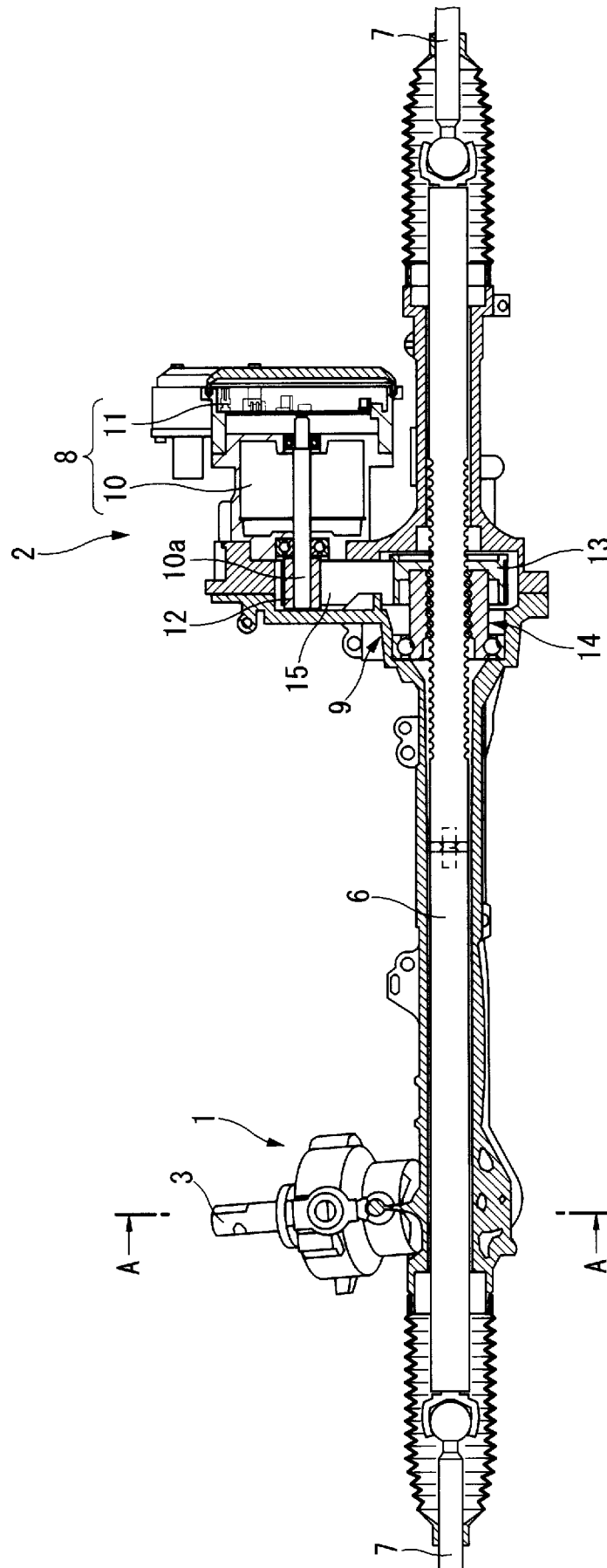
[請求項19] ステアリングホイールの回転を転舵輪に伝達する操舵機構と、
前記操舵機構に操舵アシスト力を付与する電動モータと、
前記操舵機構と前記電動モータの間に設けられ、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する伝達機構と、
前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出する第 1 のモータ回転位置センサと、
前記電動モータを駆動制御する制御装置と、を備えたパワーステアリング装置であって、
前記制御装置は、
前記第 1 のモータ回転位置センサから出力された第 1 の実軸位相の信号を受信する実軸位相信号受信部と、
前記電動モータに流れる電流値の信号を受信するモータ電流信号受信部と、
前記電流値の信号に基づき前記電動モータに発生する誘起電圧の位相である制御位相を推定する制御位相推定部と、
前記第 1 の実軸位相と前記制御位相の差に基づき前記第 1 のモータ回転位置センサの異常の有無を判断するセンサ異常判断部と、
を有することを特徴とするパワーステアリング装置。

[請求項20] 請求項19に記載のパワーステアリング装置は、前記電動モータの回転子の回転位置である実軸位相を検出する第2のモータ回転位置センサを有し、

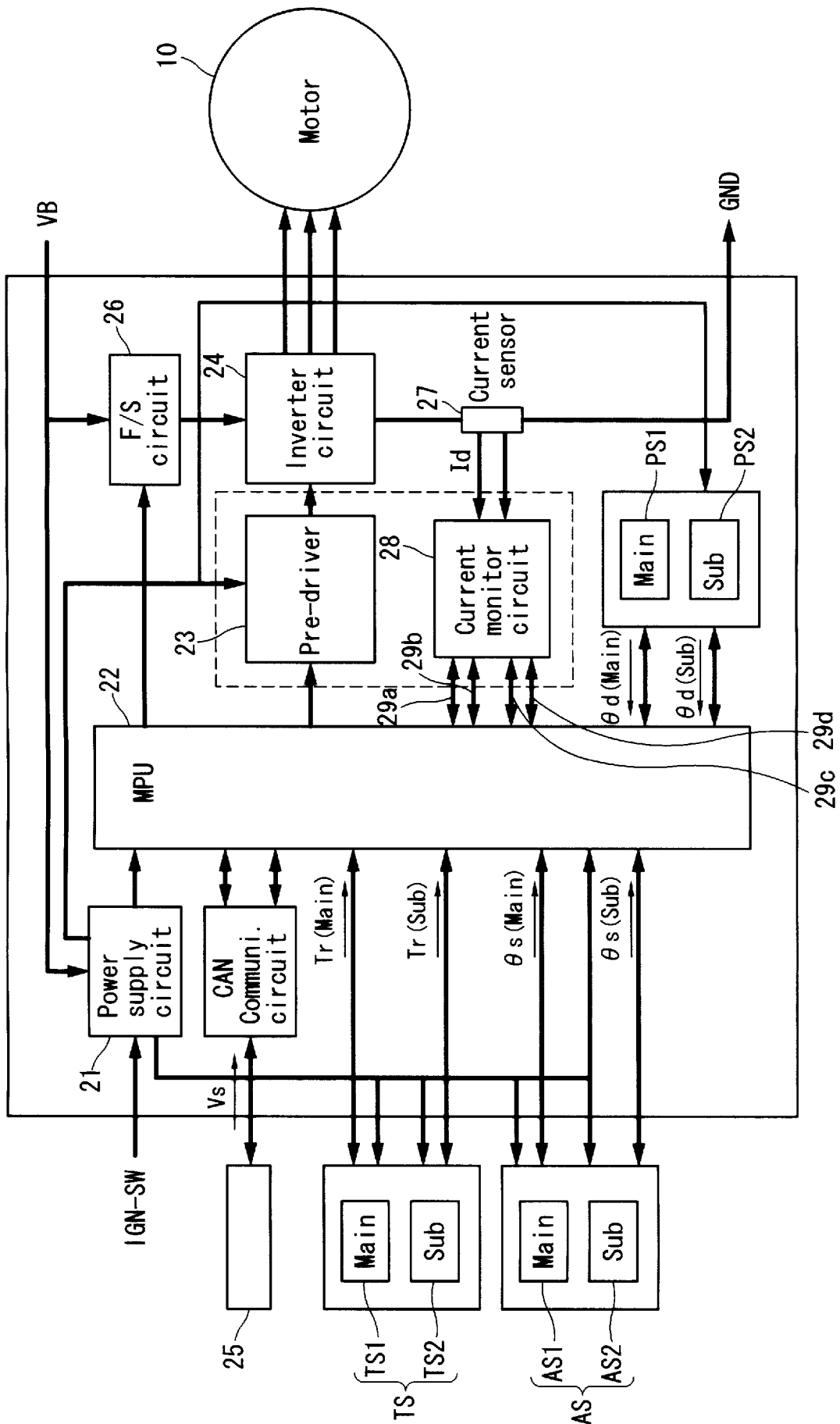
前記制御装置は、前記第1の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御するモータ駆動制御部を有すると共に、

該モータ駆動制御部は、前記第1のモータ回転位置センサが異常であると判断されたとき、前記第2のモータ回転位置センサの出力信号である第2の実軸位相の信号に基づき前記電動モータを駆動制御することを特徴とするパワーステアリング装置。

[図2]

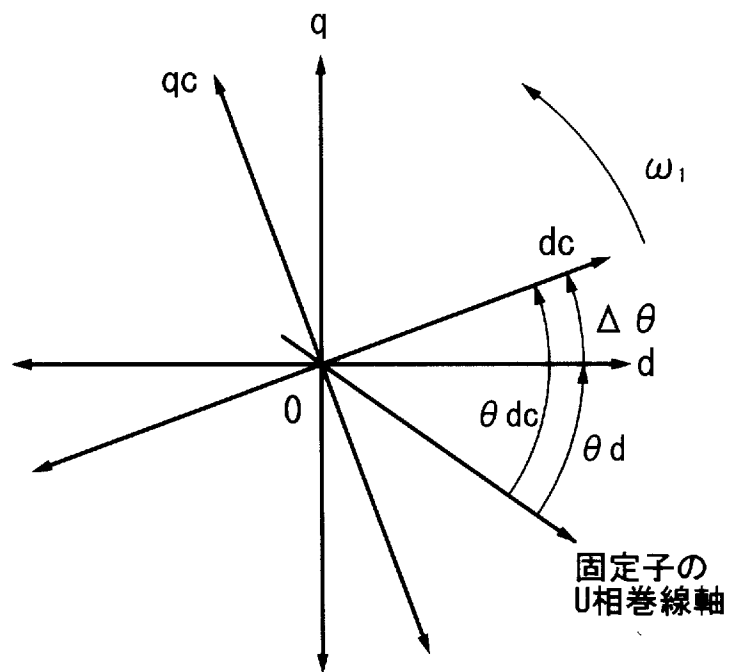


[図4]

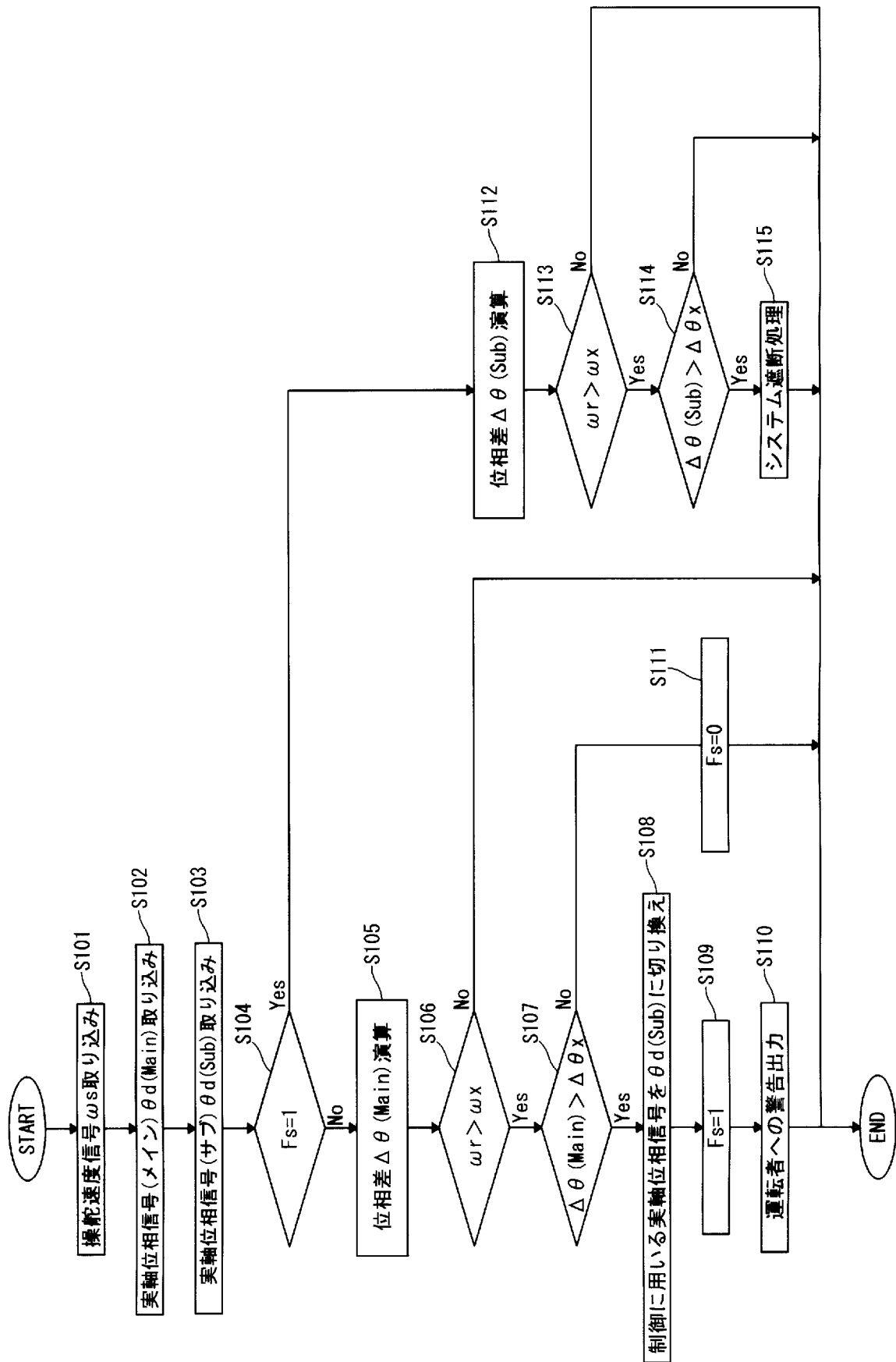


[illegible]

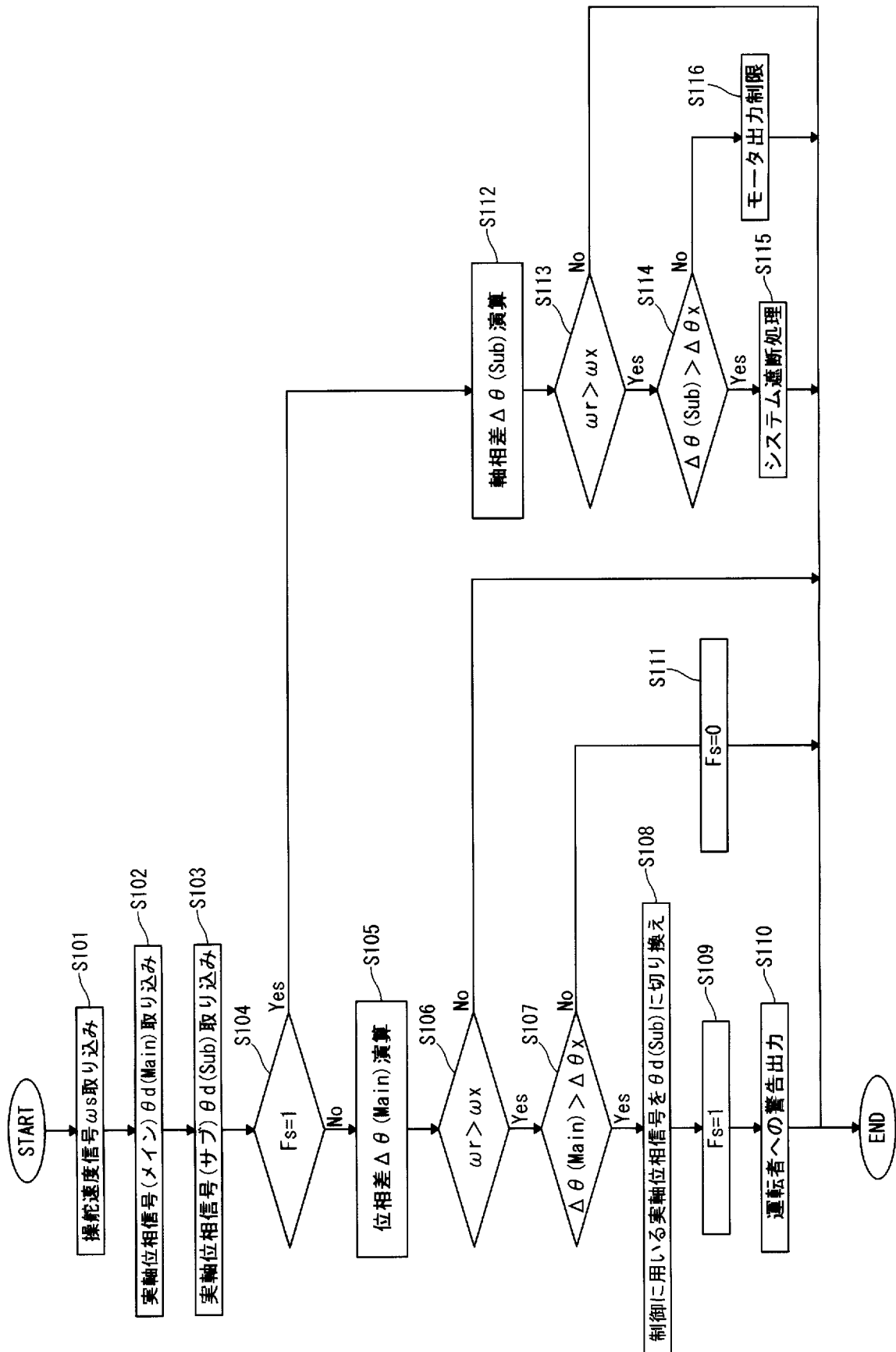
[図6]



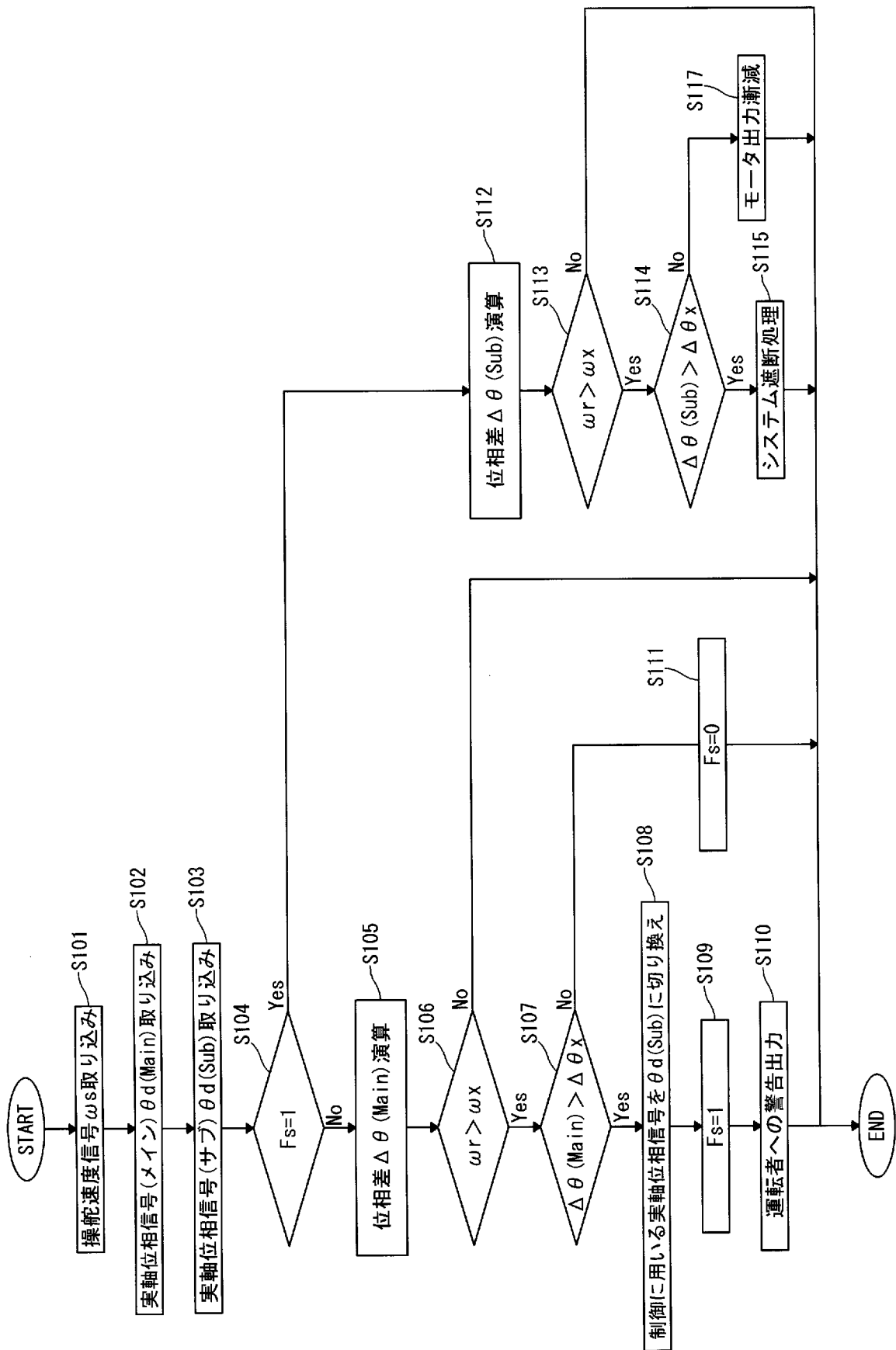
[図7]



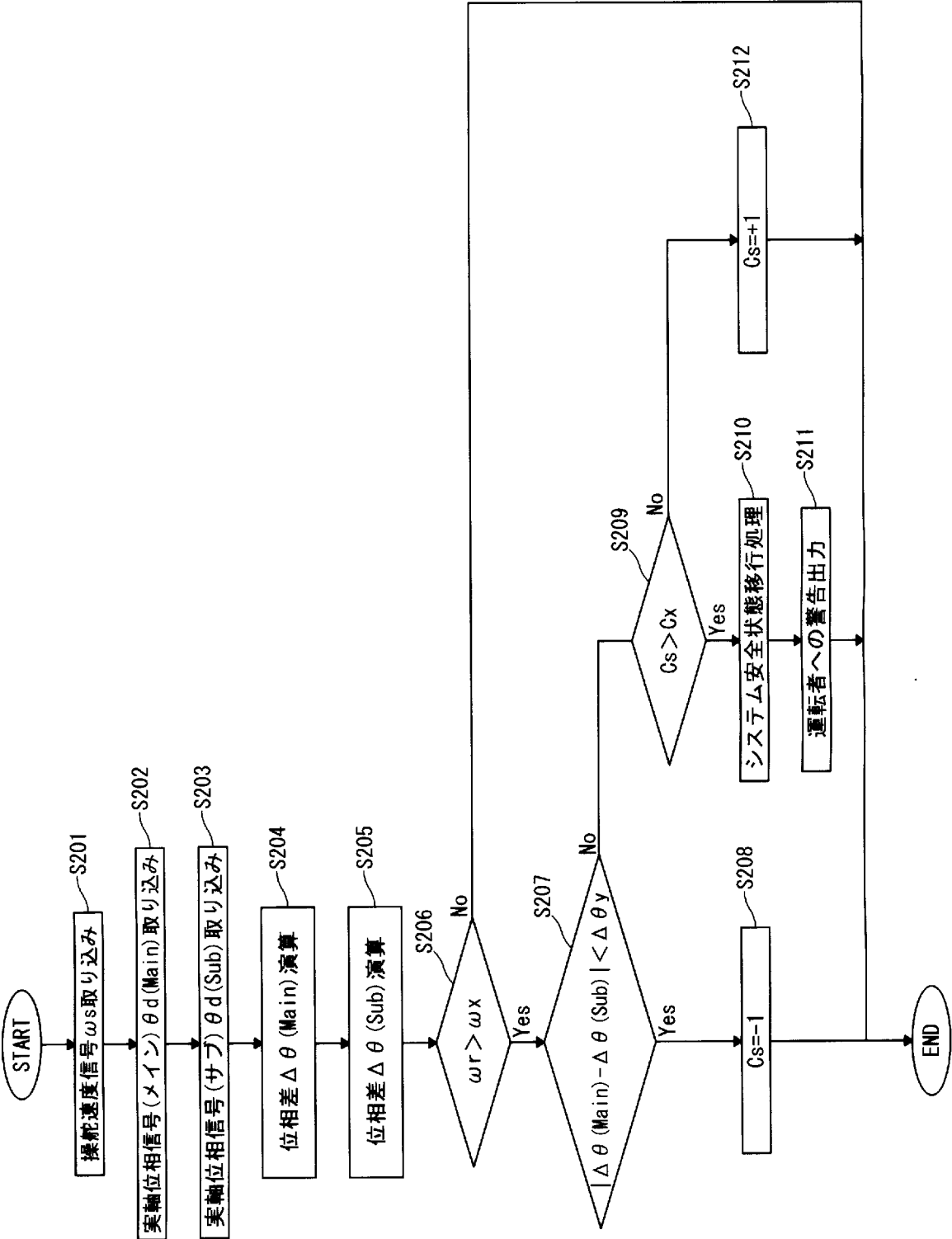
[図8]



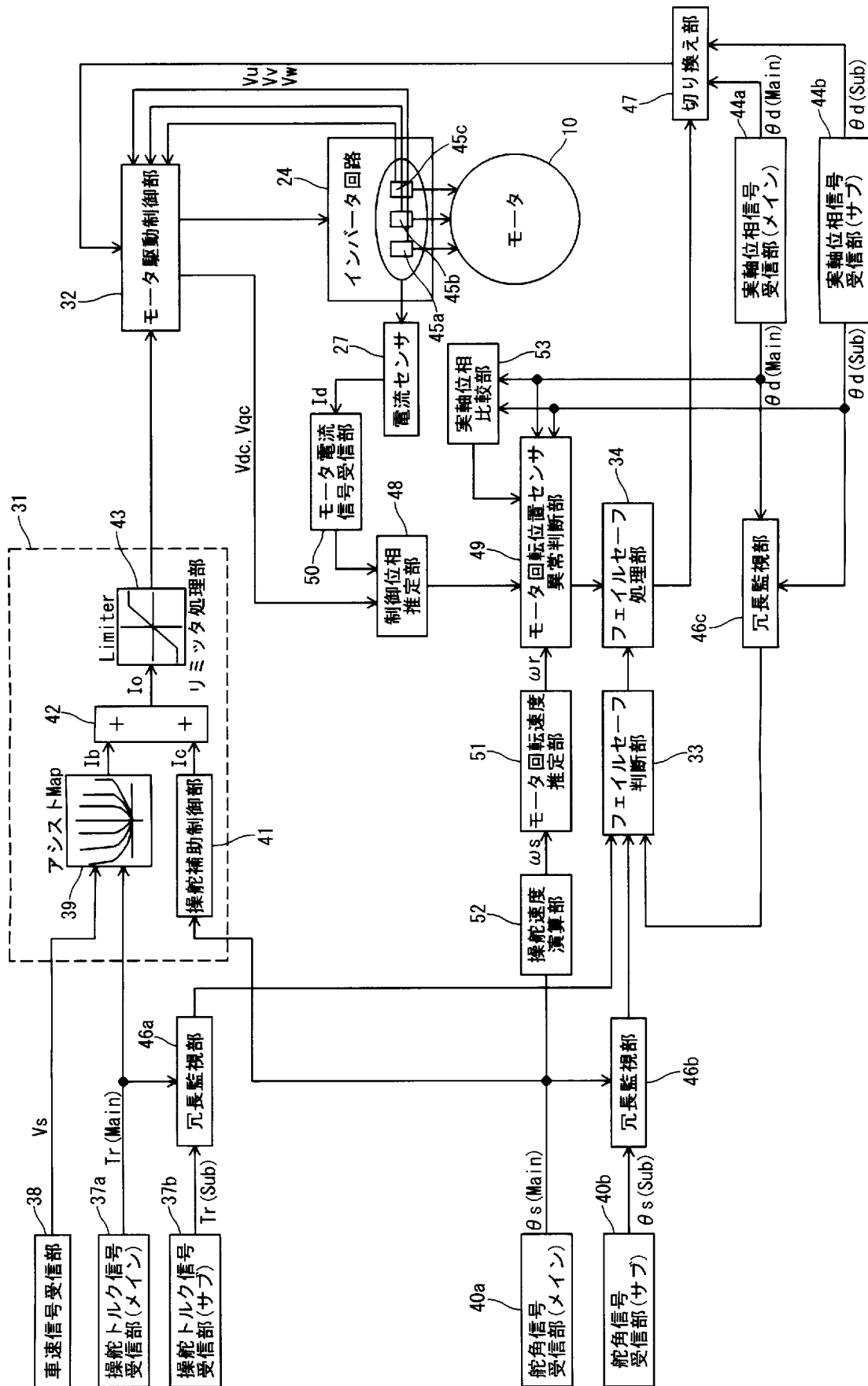
[図9]



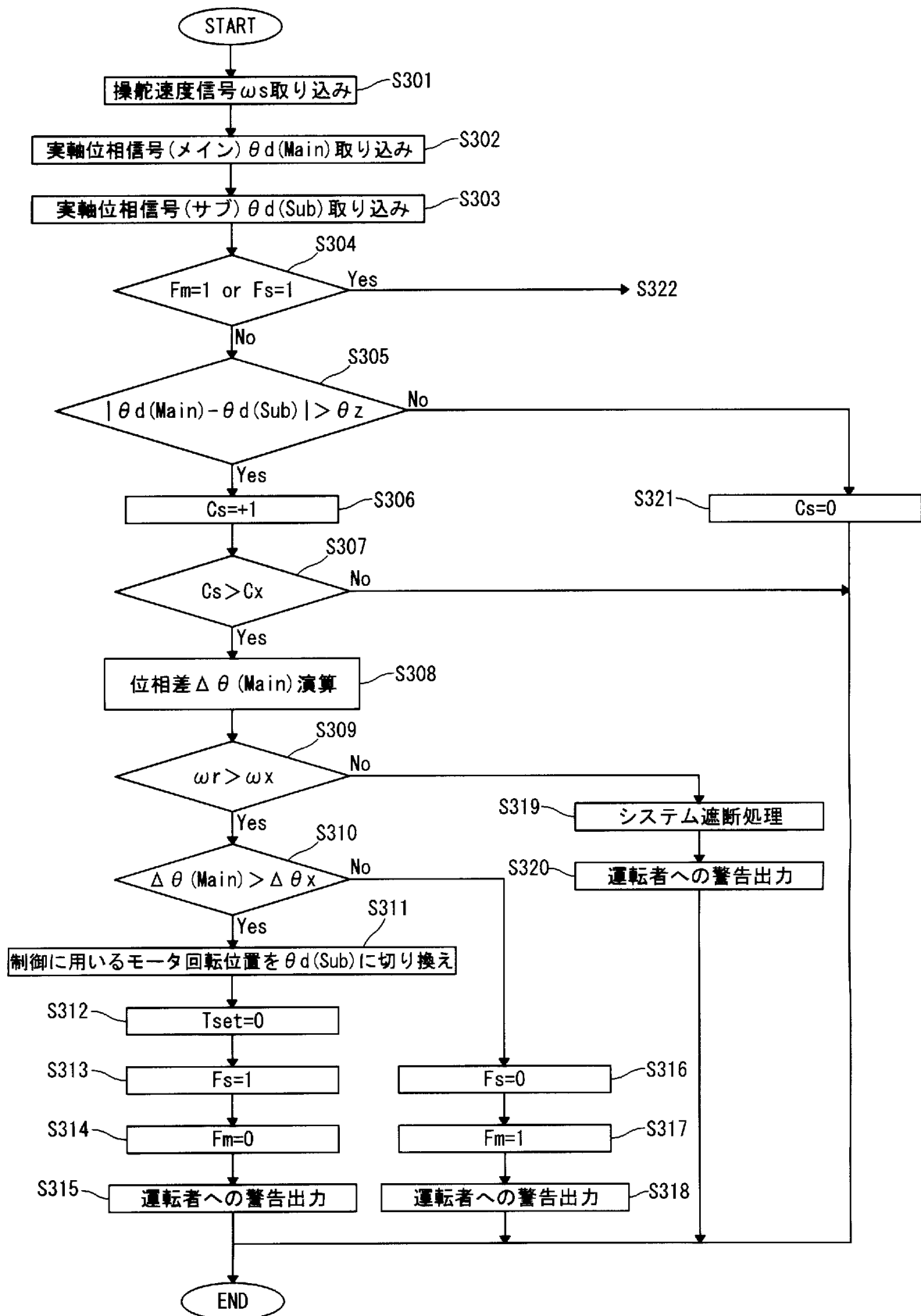
[図10]



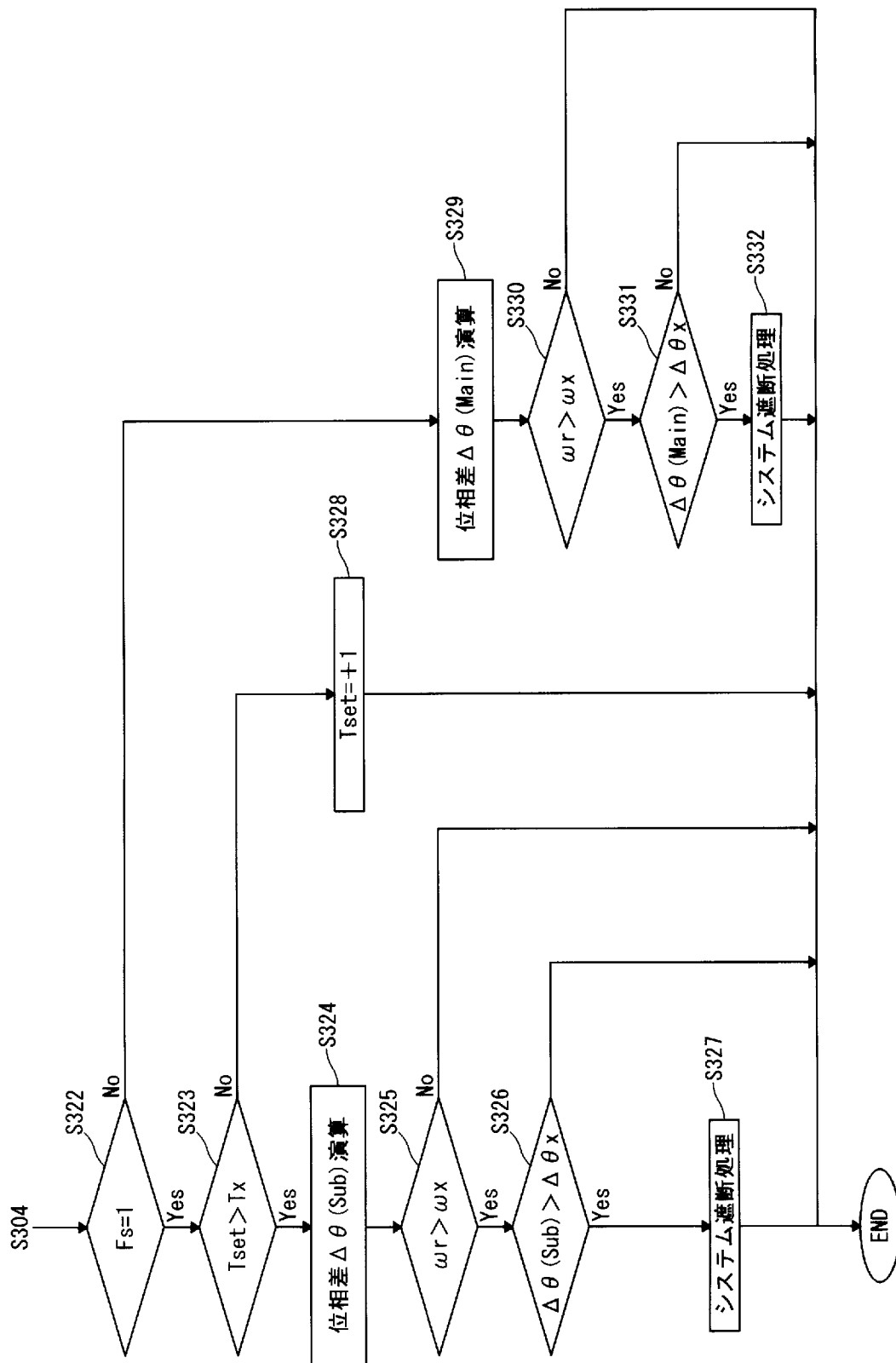
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P6/16(2016.01)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)

H02P6/16

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.
X Y A	JP 2005-335591 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraphs [0014] to [0043] (Family: none)	1, 19 2, 7, 20 3-6, 8-18
Y	JP 2004-274947 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 30 September 2004 (30.09.2004), paragraphs [0015] to [0055] (Family: none)	2, 7, 20

☐ 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
20 October 2016 (20.10.16)

Date of mailing of the international search report
01 November 2016 (01.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P6/16(2016.01)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. H02P6/16

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
X Y A	JP 2005-335591 A (日産自動車株式会社) 2005. 12. 08, 段落[0014]-[0043] (ファミリーなし)	1, 19 2, 7, 20 3-6, 8-18
Y	JP 2004-274947 A (アイシン精機株式会社) 2004. 09. 30, 段落[0015]-[0055] (ファミリーなし)	2, 7, 20

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

20. 10. 2016

国際調査報告の発送日

01. 11. 2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

尾家 英樹

3 V

9 3 3 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3357