

(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1月12日(12.01.2017)



(10) 国際公開番号

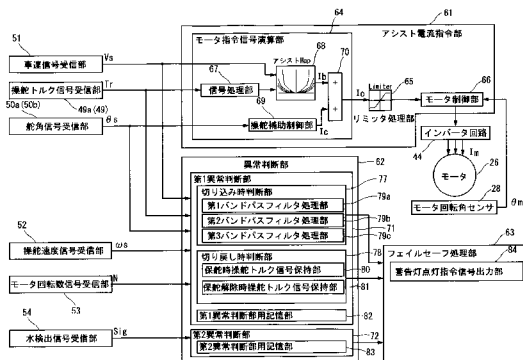
WO 2017/006623 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 137/00 (2006.01)
B62D 113/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/064478
- (22) 国際出願日: 2016年5月16日(16.05.2016)
- (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 2015-136565 2015年7月8日(08.07.2015) 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: 後藤 信(GOTO, Makoto); 〒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).
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).
- (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 SHIGA内外特許事務所内 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,

[続葉有]

(54) Title: POWER STEERING DEVICE AND DEVICE FOR CONTROLLING POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 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



- 26 Motor
28 Motor rotational angle sensor
44 Inverter circuit
49a Steering torque signal receiving unit
50a Steering angle signal receiving unit
51 Vehicle speed signal receiving unit
52 Steering speed signal receiving unit
53 Motor speed signal receiving unit
54 Water detection signal receiving unit
61 Assist current command unit
62 Fault assessment unit
63 Fail-safe processing unit
64 Motor command signal calculation unit
65 Limiter processing unit
66 Motor control unit
67 Signal processing unit
68 Assist map
69 Steering auxiliary control unit
71 First fault assessment unit
72 Second fault assessment unit
77 Switching assessment unit
78 Switch-back assessment unit
79a First band-pass filter processing unit
79b Second band-pass filter processing unit
79c Third band-pass filter processing unit
80 Steering-held steering torque signal retaining unit
81 Steering-released steering torque signal retaining unit
82 First fault assessment unit-specific storage unit
83 Second fault assessment unit-specific storage unit
84 Warning light lighting command signal output unit

(57) Abstract: A device for controlling a power steering device having: a steering mechanism 1 for transmitting the rotation of a steering wheel to steered wheels; an electric motor 26 for imparting steering force to the steering mechanism; a transmission mechanism 25 for transmitting the rotational force of the motor to the steering mechanism; a housing 3 for accommodating at least part of the steering mechanism, the transmission mechanism, and the motor; a water detection sensor 37 for detecting moisture in the housing; and a torque sensor 10 for detecting steering torque; wherein the control device is provided with a first fault assessment unit 71 for assessing faults in the power steering device on the basis of a steering torque signal Tr, etc., and a second fault assessment unit 72 for assessing faults in the power steering device when the water detection sensor has sensed moisture. It is thereby possible to assess faults in the power steering device from a multifaceted perspective.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/006623 A1



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), 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))

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、操舵機構に操舵力を付与する電動モータ 26 と、モータの回転力を操舵機構に伝達する伝達機構 25 と、操舵機構の少なくとも一部、伝達機構、およびモータを収容するハウジング 3 と、ハウジング内の水分を検知する水検出センサ 37 と、操舵トルクを検出するトルクセンサ 10 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、操舵トルク信号 T_r 等に基づきパワーステアリング装置の異常と判断する第 1 異常判断部 71 と、水検出センサが水分を検知したときパワーステアリング装置の異常と判断する第 2 異常判断部 72 と、を備えた。これによって、多面的な観点からパワーステアリング装置の異常を判断することが可能となる。

明 細 書

発明の名称：

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

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及びパワーステアリング装置の制御装置に関する。

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] このパワーステアリング装置は、電動モータの回転力をラックバーの軸方向の移動力に変換して該ラックバーに伝達する動力伝達機構を備えている。また、前記パワーステアリング装置は、前記ラックバー及び動力伝達機構の外周がハウジングによって液密的に覆われており、前記ハウジング内に水が浸入してしまった場合は、これをハウジング内部に配設された水検出センサにより検知することでパワーステアリング装置の異常と判断するようになっている。

[0004] しかしながら、前記従来のパワーステアリング装置にあっては、前記水検出センサによって前記ハウジング内への水の浸入は検知できるものの、例えば砂や埃といった水以外の異物が前記ハウジング内に侵入した場合には、これらを検知することができず、十分な異常判断を行えないという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 4 - 2 3 4 1 0 2 号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、かかる技術的課題に鑑みて案出されたもので、多面的な観点からパワーステアリング装置の異常を判断可能な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、前記操舵機構に操舵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、該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、前記操舵機構の少なくとも一部、前記伝達機構、および前記電動モータを収容するハウジングと、前記ハウジング内に設けられ、該ハウジング内の水分を検知する水分検知素子と、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、前記電動モータの回転数、または操舵速度の信号に基づきパワーステアリング装置の異常と判断する第1異常判断部と、前記水分検知素子が水分を検知したとき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第2異常判断部と、を有することを特徴としている。

[0008] 本発明によれば、多面的な観点からパワーステアリング装置の異常を判断することができる。

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]本実施形態に係るトルクセンサの部分断面図である。

[図4]本実施形態に係る舵角センサの内部構成を示す斜視図である。

[図5]図2のA-A線断面図である。

[図6]本実施形態のECUに係る電気システムの構成を示すブロック図である。

[図7]ECUとトルクセンサ、舵角センサ及び回転角センサとの接続関係を示すセンサブロック図である。

[図8]本実施形態に係るECUの演算回路構成を示す制御ブロック図である。

[図9] (a) は新品のボールねじ機構を有するパワーステアリング装置を台上に設置して実験したときのデータを示すグラフであり、(b) は錆が生じた

ボールねじ機構を有するパワーステアリング装置を台上に設置して実験したときのデータを示すグラフである。

[図10] (a) ~ (c) は、それぞれ舗装路面上で実験したときのデータを示すグラフであり、(d) ~ (f) は、それぞれ砂利を有する路面上で実験したときのデータを示すグラフである。

[図11] 第1実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図12] 図11中の切り込み時判断ロジックの詳細を示すフローチャートである。

[図13] 図11中の切り戻し時判断ロジックの詳細を示すフローチャートである。

[図14] 第2実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図15] 図14中の切り込み時判断ロジックの詳細を示すフローチャートである。

[図16] 図14中の切り戻し時判断ロジックの詳細を示すフローチャートである。

[図17] 第3実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図18] 第4実施形態に係るECUの演算回路構成を示す制御ブロック図である。

[図19] 第4実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図20] 第5実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図21] 第6実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御を示すフローチャートである。

[図22] 第7実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御を

示すフローチャートである。

[図23]第8実施形態におけるパワーステアリング装置の異常判断処理制御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〕

まず、図1～図5に基づいて前記パワーステアリング装置のシステム構成について説明する。

[0011] 前記パワーステアリング装置は、図1及び図2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前記操舵機構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、を備えていると共に、これら両機構1、2のそれぞれ一部が、ハウジング3の内部に收容されている。

[0012] 前記操舵機構1は、特に図2に示すように、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4と、一端側がトーションバー5（図3参照）を介して前記入力軸4に相対回転可能に連結された出力軸6と、外周に形成された図示外のラック歯が前記出力軸6の他端部外周のピニオン歯6a（図3及び図4参照）と噛合して軸方向に移動するラックバー7と、から主として構成されている。そして、前記ラックバー7の両端部には、それぞれタイロッド8、8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、前記ラックバー7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。

[0013] また、前記入力軸4及び出力軸6を收容するセンサハウジング9の内部には、運転者の操舵操作によって前記操舵機構1に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサ10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操舵角を検出する舵角センサ11と、が設けられている。

[0014] 前記トルクセンサ 10 は、図 3 に示すように、前記出力軸 6 に一体回転可能に設けられ、円周方向に異なる磁極が交互に配置された円環状の永久磁石 12 と、下部に前記永久磁石 12 の外周面と対向する複数の爪部 13 a, 14 a がそれぞれ形成された内外一对の円環状のヨーク部材 13, 14 と、これら両ヨーク部材 13, 14 間に設けられ、前記各爪部 13 a, 14 a を跨いで隣接する磁極間を流れる前記永久磁石 12 の磁界に基づき内部に磁界を生じさせる内外一对の第 1, 第 2 集磁リング 15, 16 と、これら両集磁リング 15, 16 間に配設され、該両集磁リング 15, 16 間の内部磁界の変化を検出するメイン、サブ一对のホール素子 17 a, 17 b (図 6 及び図 7 参照) からなる磁気センサ 17 と、を備えている。

[0015] ここで、前記永久磁石 12 は、前記各ヨーク部材 13, 14 との相対角度差が大きくなるにつれて、つまり前記トーションバー 5 の捩れ角が大きくなるにつれて前記各爪部 13 a, 14 a を跨いで隣接する磁極間を流れる磁界の磁束密度が大きくなるように設定されている。そして、この磁束密度が大きくなると、前記両集磁リング 15, 16 間の内部磁界の磁束密度も大きくなる。前記トルクセンサ 10 は、前記両集磁リング 15, 16 間の内部磁界の磁束密度の変化を前記磁気センサ 17 のホール素子によるホール効果を利用して検出することにより、操舵トルクを検出できるようになっている。

[0016] 前記舵角センサ 11 は、図 4 に示すように、前記センサハウジング 9 の一部を構成するケーシング 18 内に設けられ、前記入力軸 4 の外周に一体回転可能に設けられた大歯車 19 と、該大歯車 19 と噛合して回転する第 1 小歯車 20 と、該第 1 小歯車 20 と噛合して回転すると共に、歯数が前記第 1 の歯車と異なるように設定された第 2 小歯車 21 と、を備えている。

[0017] また、前記第 1 小歯車 20 の上方には、該第 1 小歯車 20 の回転角 (第 1 回転角) を検出するメイン、サブ一对の第 1 MR 素子 22 a, 23 a (図 7 参照) が付設され、前記第 2 小歯車 21 の上方には、該第 2 小歯車 21 の回転角 (第 2 回転角) を検出するメイン、サブ一对の第 2 MR 素子 22 b, 23 b (図 7 参照) が付設されている。そして、前記各メインの MR 素子 22

a, 22bによってメインの舵角検出素子22（図6参照）が構成されると共に、前記各サブのMR素子23a, 23bによってサブの舵角検出素子23（図6参照）が構成されている。

[0018] 前記各舵角検出素子22, 23は、それぞれ対応するMR素子22a, 22b、23a, 23bにより検出された第1, 第2回転角の角度差に基づいて、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操舵角を検出するようになっている。

[0019] 前記操舵アシスト機構2は、図2に示すように、前記トルクセンサ10や舵角センサ11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24と、該モータユニット24が出力した操舵アシスト力（回転力）を減速しつつ前記ラックバー7の軸方向移動力に変換して該ラックバー7に伝達する伝達機構（減速機）25と、を備えている。

[0020] 前記モータユニット24は、後述する入力プーリ29を回転駆動することによって前記伝達機構25を介して前記ラックバー7へ操舵アシスト力を付与する電動モータ26と、該電動モータ26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前記電動モータ26を駆動制御する制御装置であるECU27と、が一体的に構成されたものである。

[0021] 前記電動モータ26は、いわゆるブラシレスDCモータであって、前記ECU27に設けられたメイン、サブ対の角度検出素子28a, 28bを有するモータ回転角センサ28（図6及び図7参照）により図示外の回転子の回転角が検出されるようになっている。

[0022] 前記伝達機構25は、図2及び図5に示すように、前記電動モータ26の出力軸26aの外周側に一体回転可能に設けられ、該出力軸26aの軸線を中心に回転する入力プーリ29と、前記ラックバー7の外周側に相対回転可能に設けられ、前記入力プーリ29の回転力に基づき前記ラックバー7の軸線を中心に回転する出力プーリ30と、該出力プーリ30とラックバー7との間に介装され、前記出力プーリ30の回転を減速しつつ前記ラックバー7の軸方向運動へと変換するボールねじ機構31と、前記両プーリ29, 30

間に跨って巻回され、前記入力プーリ 29 の回転を出力プーリ 30 へと伝達することによって前記両プーリ 29, 30 の同期回転に供するベルト 32 と、から主として構成されている。

[0023] 前記ハウジング 3 は、図 1 及び図 2 に示すように、車両左右方向に 2 分割された第 1, 第 2 ギアハウジング構成部 33 a, 33 b からなり、内部に前記操舵機構 1 の一部であるラックバー 7 及び前記伝達機構 25 を収容するギアハウジング 33 と、内部に前記電動モータ 26 を収容するモータハウジング 34 と、内部に前記 ECU 27 を収容する ECU ハウジング 35 と、から主として構成されている。これら各ハウジング 33 ~ 35 は、隣接するハウジングとの結合箇所が互いに開口形成されており、該各開口部を介して内部空間がそれぞれ連通した状態となっている。

[0024] 前記ギアハウジング 33 は、前記ラックバー 7 の軸方向における両端部がそれぞれ開口形成されていると共に、該各開口部に蛇腹状のブーツ 36, 36 がそれぞれ設けられている。この各ブーツ 36, 36 は、それぞれ一端部 36 a が前記タイロッド 8, 8 の外周面に取り付けられている一方、他端部 36 b が前記ギアハウジング 33 の外周面に取り付けられ、前記ハウジング 3 の内部へ水や埃等が侵入するのを規制するようになっている。

[0025] そして、前記ハウジング 3 の内部には、該ハウジング 3 内に水分が浸入した際にこれを検知する水分検知素子である水検出センサ 37 が設けられている。

[0026] この水検出センサ 37 は、図 2 に示すように、前記電動モータ 26 の内部下方位置に前記出力軸 24 a とほぼ並行に配置された一対の電極 38, 39 を備えている。これら両電極 38, 39 は、僅かに離間した状態に設けられ、それぞれ前記入力プーリ 29 側の一端部 38 a, 39 a が前記モータハウジング 34 内に突出していると共に、他端側が前記 ECU 27 と電氣的に接続されている。

[0027] ここで、前記 ECU 27 は、常時あるいは一定の周期をもって両電極 38, 39 のうち一方の電極 38 に電圧を印加すると共に他方の電極 39 を監視

し、該他方の電極 39 に電圧が印加されたことをもって前記ハウジング 3 の内部に水が浸入したものと判断するようになっている。

[0028] 具体的には、前記ブーツ 36 が破損して該破損部位から水分が前記ハウジング 3 内に浸入すると、この水分が前記ベルト 32 の回転により掻き上げられて前記モータハウジング 34 内の水検出センサ 37 に到達することで、水分を介して電氣的に接続され、前記一方の電極 38 から他方の電極 39 に電圧が印加される。この電圧を前記 ECU 27 が検知することにより、前記ハウジング 3 内への水の浸入を判断している。

[0029] 次に、図 6～図 8 に基づいて、本実施形態に係る ECU 27 の具体的な構成について説明する。

[0030] 図 6 は、前記 ECU 27 に係る電気システムの構成を示すブロック図である。図示のように、前記 ECU 27 は、該 ECU 27 における電源の役割を有する電源回路 41 と、該電源回路 41 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 MPU（マイクロプロセッサ）42 と、該 MPU 42 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 43 と、該プリドライバ 43 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 44 と、を備えている。

[0031] 前記電源回路 41 は、車両のイグニッションスイッチのオン動作に伴いバッテリー VB から電力が供給されると、この電力を適宜降圧させつつ前記 MPU 42 や、トルクセンサ 10、舵角センサ 11、モータ回転角センサ 28、水検出センサ 37 及びプリドライバ 43 に供給する。

[0032] 前記 MPU 42 には、前記水検出センサ 37 と、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 45 と、が電氣的に接続され、前記水検出センサ 37 からの水検出信号 S_{ig}、前記車速センサ 45 からの車速信号 V_s が入力される。前記水検出信号 S_{ig} は、前記水検出センサ 37 による水検出の有無に伴いオン、オフ的に切り替わるものであって、水が検出されない場合には前記 MPU 42 へ「0」が入力される一方、水が検出された場合には前記 MPU 42 へ「1」が入力される。

[0033] また、前記MPU42は、前記トルクセンサ10と、舵角センサ11及びモータ回転角センサ28とも電氣的に接続され、前記トルクセンサ10からのメイン、サブの操舵トルク信号 $Tr(Main)$ 、 $Tr(Sub)$ 、前記舵角センサ11からのメイン、サブの舵角信号 $\theta s(Main)$ 、 $\theta s(Sub)$ 、前記モータ回転角センサ28からのメイン、サブのモータ回転角信号 $\theta m(Main)$ 、 $\theta m(Sub)$ が入力される。前記MPU42は、これらメイン、サブの各種信号を受信すると、このうちの一方の信号をそれぞれ操舵トルク信号 Tr 、舵角信号 θs 及びモータ回転角信号 θm として各種演算処理に利用するようになっている（図8参照）。

[0034] なお、前記MPU42に対する前記トルクセンサ10と、舵角センサ11及びモータ回転角センサ28の具体的な接続関係は後述する。

[0035] 前記インバータ回路44は、前記プリドライバ43から指令信号を受けると、該指令信号に応じて前記バッテリーVBからの電力を直流から交流に変換して前記電動モータ26へ供給する。なお、前記バッテリーVBとインバータ回路44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前記MPU42からの指令に基づき前記バッテリーVBからインバータ回路44へ送られる電力を遮断するフェイルセーフ回路56が介装されている。

[0036] また、前記インバータ回路44の下流側には、前記電動モータ26に流れる実電流であるモータ実電流 I_m を検出するためのモータ電流検出部57が設けられている。このモータ電流検出部57が検出したモータ実電流 I_m は、前記ECU27に設けられた電流監視回路58に入力された後、モータ制御用のメイン、サブ対の電流検出回路59a、59bによって高応答フィルタ処理が行われた状態で前記MPU42にフィードバックされると共に、過電流検知用のメイン、サブ対の電流検出回路59c、59dによって低応答フィルタ処理が行われた状態で同じく前記MPU42にフィードバックされる。

[0037] 図7は、前記MPU42と、前記トルクセンサ10、舵角センサ11及び回転角センサ28との具体的な接続関係を示すセンサブロック図である。

- [0038] 図示のように、前記MPU42には、前記ECU27に設けられた操舵トルク信号受信部49a、49bを介して前記トルクセンサ10のメイン、サブのホール素子17a、17bが接続され、該各ホール素子17a、17bが検出したメイン、サブの操舵トルク信号 T_r (Main)、 T_r (Sub)が入力される。
- [0039] また、前記MPU42には、前記ECU27に設けられた第1舵角信号受信部50aを介して前記舵角センサ11のメインの第1、第2MR素子22a、22bが接続され、該両MR素子が検出した前記第1、第2回転角の角度差に基づき算出された舵角信号 θ_s (Main)が入力されると共に、同じく前記ECU27に設けられた第2舵角信号受信部50bを介して前記舵角センサ11のサブの第1、第2MR素子23a、23bが接続され、該両MR素子23a、23bの角度差に基づき算出された舵角信号 θ_s (Sub)が入力される。
- [0040] さらに、MPU42には、前記回転角センサ28のメイン、サブの角度検出素子28a、28bが接続され、該各角度検出素子28a、28bからメイン、サブのモータ回転角信号 θ_m (Main)、 θ_m (Sub)が入力される。
- [0041] 図8は、前記ECU27の演算回路構成を示す制御ブロック図である。
- [0042] 前記ECU27は、前記操舵トルク信号 T_r や、車速信号受信部51に入力された車速信号 V_s 及び舵角信号 θ_s に基づき、前記電動モータ26を駆動制御させるモータ指令信号 I_o を演算し、これを前記電動モータ26に出力するアシスト電流指令部61と、前記操舵トルク信号 T_r 等に基づき前記パワーステアリング装置の異常を判断する異常判断部62と、該異常判断部62の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63と、を備えている。
- [0043] 前記アシスト電流指令部61は、前記操舵トルク信号 T_r や、車速信号 V_s 及び舵角信号 θ_s に基づき、モータ指令信号 I_o を演算するモータ指令信号演算部64と、該モータ指令信号演算部64によって演算されたモータ指

令信号 I_o が所定上限値以下となるように制限する指令信号制限部であるリミッタ処理部 65 と、該リミッタ処理部 65 によって補正されたモータ指令信号 I_o に基づき、前記電動モータ 26 に駆動電流を通電させて駆動制御するモータ制御部 66 と、から主として構成されている。

[0044] 前記モータ指令信号演算部 64 は、前記操舵トルク信号 T_r について内部の信号処理部 67 によってノイズ除去や位相補償等の処理を施す。そして、車速信号 V_s と処理後の操舵トルク信号 T_r とから、予め用意されたアシスト Map 68 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 64 は、これと併行して前記舵角信号 θ_s に基づき、操舵補助制御部 69 で補正信号 I_c を算出しており、加算器 70 によって前記基本信号 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。

[0045] さらに、前記モータ指令信号演算部 64 は、後述する第 2 異常判断部 72 によって前記パワーステアリング装置の異常が判断された場合に、前記パワーステアリング装置の正常時において車速信号 V_s 及び操舵トルク信号 T_r から演算されるモータ指令信号を上回らない範囲でモータ指令信号 I_o を出力するようになっている。

[0046] 前記リミッタ処理部 65 は、前記モータ指令信号 I_o の上限値を可変制御するもので、例えば前記電動モータ 26 の過熱等が生じた際や、所定のフェイルセーフ処理において前記モータ指令信号 I_o の上限値を通常時よりも低く設定する。

[0047] 前記モータ制御部 66 は、前記モータ指令信号演算部 64（リミッタ処理部 65）から入力されたモータ指令信号 I_o と前記モータ回転角センサ 28 から入力されたモータ回転角信号 θ_m に基づき前記電動モータ 26 を駆動制御する。

[0048] 前記異常判断部 62 は、後述する判断ロジックによって前記パワーステアリング装置の異常を判断する第 1 異常判断部 71 と、前記水検出センサ 37 からの水検出信号 Sig に基づいて前記パワーステアリング装置の異常と判断する第 2 異常判断部 72 と、を備えている。

[0049] 前記第1異常判断部71には、前記トルクセンサ10が検出した操舵トルク信号 T_r や、舵角センサ11が検出した舵角信号 θ_s 及び車速センサ45が検出した車速信号 V_s が入力される。また、この他にも、操舵速度信号受信部52を介して前記舵角信号 θ_s を時間微分して得られる操舵速度信号 ω_s が入力されると共に、モータ回転数信号受信部53を介して前記モータ回転角信号 θ_m に基づき演算されたモータ回転数 N が入力されるようになっている。

[0050] さらに、前記第1異常判断部71は、前記ステアリングホイールを切り込み方向に操舵操作するときの前記操舵トルク信号 T_r 等の信号に基づき前記パワーステアリング装置の異常を判断する切り込み時判断部77と、前記ステアリングホイールを切り込み方向から切り戻し方向へ操舵方向を切り換えたときの領域を含む所定領域における前記操舵トルク信号 T_r の変化に基づき前記パワーステアリング装置の異常を判断する切り戻し時判断部78と、を備えている。

[0051] 前記切り込み時判断部77は、前記パワーステアリング装置に異常が発生すると、前記操舵トルク信号 T_r の所定の周波数範囲内にのみにおいて周期的な変化が生じるといった特性を利用して異常判断を行うものである。

[0052] 図9は、前記特性を立証する実験を行った際の実験結果を示すグラフである。

[0053] この実験では、新品のラックバー7及びボールねじ機構31を有する正常状態のパワーステアリング装置（以下、「正常状態の装置」という。）と、塩水に9日間浸して錆を生じさせた異常状態のパワーステアリング装置（以下、「異常状態の装置」という。）を、それぞれ台上に設置して操舵速度30度／秒で操舵を行い、その際に生じた操舵トルク信号 T_r の特定の周波数範囲におけるピークレベル T_{rp1} の値を比較した。

[0054] ここで、前記ピークレベル T_{rp1} とは、操舵トルク信号 T_r の特定の周波数範囲でバンドパスフィルタ処理してトルク変動に係る周波数成分を抽出し、この周波数成分のピーク値の平均を取ったもので、ピークレベル T_{rp}

l の値が高いほど前記特定の周波数範囲内の周波数成分が多く含まれていることになる。

[0055] なお、本実験では、前記特定の周波数範囲として、8～12 Hz、20～25 Hz 及び、40～50 Hz の3つの周波数範囲を選定した。

[0056] そして、この実験を行った結果、前記3つの周波数範囲のうち、8～12 Hz 及び40～50 Hz の周波数範囲においては、正常状態の装置と異常状態の装置との間に周波数成分のピークレベル $T_{rp\ l}$ の差がほとんどないものの、20～25 Hz の周波数範囲においては、異常状態の装置のピークレベル $T_{rp\ l}$ の値（図9（b）参照）が、正常状態の装置のピークレベル $T_{rp\ l}$ の値（図9（a））よりも高くなるということが分かった。逆に言うと、この実験結果は、20～25 Hz の周波数範囲におけるピークレベル $T_{rp\ l}$ の値が所定値以上であればパワーステアリング装置の異常と判断できることを示している。

[0057] しかしながら、この実験は、前述したように、正常状態の装置と異常状態の装置を卓上、すなわち良路条件下で操舵操作した場合の比較を行ったものであって、悪路を走行した場合のことは何ら考慮されていない。

[0058] そこで、もう一つの実験として、良路走行時及び悪路走行時における操舵トルク信号 T_r の周波数成分のピークレベル $T_{rp\ l}$ の周波数範囲毎の比較を行った。

[0059] 図10（a）～（c）は、前記正常状態の装置を車両に搭載し、舗装路面（良路）上で操舵したときのピークレベル $T_{rp\ l}$ を時間 t 毎にプロットして示したグラフであり、図10（a）は8～12 Hz の周波数範囲、図10（b）は20～25 Hz の周波数範囲、図10（c）は40～50 Hz の周波数範囲を示している。

[0060] また、図10（d）～（f）は、前記正常状態の装置を車両に搭載し、砂利が敷かれた路面（悪路）上で操舵したときのピークレベル $T_{rp\ l}$ を時間 t 毎にプロットして示したグラフであり、図10（d）は8～12 Hz の周波数範囲、図10（e）は20～25 Hz の周波数範囲、図10（f）は4

0～50Hzの周波数範囲を示している。

[0061] この結果、図示から明らかなように、砂利が敷かれた路面上で操舵した場合には、路面の凹凸から受ける振動の影響により、全ての周波数範囲において舗装路面上で操舵する場合よりもピークレベル T_{rp1} が高くなることが分かった。逆に言うと、この実験結果は、悪路走行中においてはパワーステアリング装置の異常の判断が困難であることを示している。

[0062] 以上の実験結果を踏まえ、本実施形態の前記切り込み時判断部77には、8～12Hz、20～25Hz及び40～50Hzの周波数範囲でバンドパスフィルタ処理をかけてトルク変動に係る周波数成分を抽出する第1～第3のバンドパスフィルタ処理部79a～79cを備えた。そして、前記各バンドパスフィルタ処理部79a～79cがそれぞれ抽出した8～12Hz、20～25Hz及び40～50Hzの周波数範囲の各ピークレベル T_{rp1} 、 T_{rp2} 、 T_{rp3} に基づいて路面の判断を行った後、良路走行中と判断された場合にのみ操舵時の各ピークレベル T_{rp1} ～ T_{rp3} の変化に基づいて前記パワーステアリング装置の異常判断を行う。

[0063] 前記切り戻し時判断部78は、セルフアライニングトルクが作用する状態、すなわち前記ステアリングホイールに先行して前記両転舵輪が直進走行に戻ろうとしている状態における切り戻し時の操舵トルクの引っかかりから前記パワーステアリング装置の異常を判断するもので、前記ステアリングホイールが切り込まれて保舵状態にあるときの操舵トルク信号 T_r を保舵時操舵トルク信号 T_s として取り込み、これを保持する保舵時操舵トルク信号保持部80と、保舵状態から切り戻し状態に移行した直後の操舵トルク信号 T_r を保舵解除時操舵トルク信号 T_d として取り込み、これを保持する保舵解除時操舵トルク信号保持部81と、を備えている。

[0064] そして、前記保舵時操舵トルク信号 T_s の絶対値から保舵解除時操舵トルク信号 T_d の絶対値を減算して得られる後述の差分 ΔT_t の絶対値が異常判断閾値 T_x 以上である場合には、前記ステアリングホイールの切り戻し時において何らかの異物との引っかかりが生じているものとして、前記パワース

テアリング装置に異常が生じていると判断する。

[0065] 前記第2異常判断部72は、水検出信号受信部54を介して入力される前記水検出信号S i gの値が「0」である場合には前記パワーステアリング装置は正常であると判断し、「1」の場合には前記パワーステアリング装置の異常と判断する。

[0066] また、前記異常判断部62には、前記第1異常判断部71が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第1異常判断部用記憶部82と、前記第2異常判断部72が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第2異常判断部用記憶部83と、が設けられている。

[0067] 前記第1異常判断部用記憶部82は、後述する異常検出カウンタC n t rのカウンタ値を記憶するようになっている一方、前記第2異常判断部用記憶部83は、前記水検出センサ37が水を検出した際に、これを記憶すると共に、前記第2異常判断部72が継続して前記パワーステアリング装置の異常が判断されている場合にあっては、継続時間を記憶するようになっている。

[0068] また、前記第1異常判断部用記憶部82と第2異常判断部用記憶部83は、それぞれ別個独立したものであり、例えば、一方の記憶部である前記第2異常判断部用記憶部83に異常が発生した場合であっても、リセット（記憶情報を消去）されるのは該第2異常判断部用記憶部83のみであり、他方の記憶部である前記第1異常判断部用記憶部82に記憶された情報は消去されないようになっている。

[0069] 前記フェイルセーフ処理部63は、警告灯点灯指令信号出力部84を有している。この警告灯点灯指令信号出力部84は、前記第1異常判断部71における切り込み時判断部77および切り戻し時判断部78、並びに前記第2異常判断部72のうち、少なくともいずれか一つにおいて前記パワーステアリング装置の異常が判断された場合に、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指令信号を出力し、これによって運転者に注意を喚起するようになっている。

[0070] 次に、図11～13に示すフローチャートに基づいて、本実施形態に係る

ＥＣＵ２７での前記パワーステアリング装置の異常判断の具体的な処理について説明する。

[0071] なお、以下の説明においては、前記操舵トルク信号 T_r 、舵角信号 θ_s 及び操舵速度信号 ω_s は、前記ステアリングホイールを右方向へ操舵した場合にそれぞれ正の値が出力される一方、前記ステアリングホイールを左方向へ操舵した場合にそれぞれ負の値が出力されるものとする。

[0072] まず、図１１に示すように、前記水検出信号 S_{ig} のデータを取り込み（ステップＳ１０１）、該水検出信号 S_{ig} の値が「１」であるか否か、すなわち前記水検出センサ３７によって前記パワーステアリング装置の異常が検出されたか否かを判断し（ステップＳ１０２）、Ｙｅｓと判断された場合には、車両側への異常通知、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ことによる運転者への注意喚起を行い（ステップＳ１０３）、本プログラムが終了する。

[0073] 一方、前記ステップＳ１０２にてＮｏと判断された場合には、前記トルクセンサ１０により検出された操舵トルク信号 T_r を取り込み（ステップＳ１０４）、さらに前記舵角センサ１１により検出された舵角信号 θ_s を取り込む（ステップＳ１０５）。続いて、ステップＳ１０５で取り込んだ舵角信号 θ_s を時間微分して操舵速度信号 ω_s を演算し（ステップＳ１０６）、前記車速センサ４５により検出された車速信号 V_s を取り込む（ステップＳ１０７）。その後、切り込み時判断ロジック L_{ogic1} （図１２参照）及び切り戻し時判断ロジック L_{ogic2} （図１３参照）へと移行する。

[0074] 前記切り込み時判断ロジック L_{ogic1} では、図１２に示すように、まず、車速信号 V_s が所定値 V_{x1} （本実施形態では１５ｋｍ／ｈ）以上であるか否かを判断し（ステップＳ２０１）、Ｎｏと判断された場合には、後述する異常検出カウンタ $C_{nt r}$ が所定値 $C_{nt r x}$ （本実施形態では「５」）以上であるか否かを判断する（ステップＳ２１０）。前記ステップＳ２１０において、Ｙｅｓと判断された場合には、前記パワーステアリング装置に異常が発生したと確定して、切り込み時判断ロジック異常確定フラグ L_1 を

セットした後（ステップS 2 1 1）、図 1 1 に示す後述のステップS 1 0 8 へ移行する。一方、N o と判断された場合には、切り込み時判断ロジックL o g i c 1 においては前記パワーステアリング装置の異常が検出されなかったものとして、ステップS 1 0 8 へ移行する。

[0075] 前記ステップS 2 0 1 においてY e s（車速信号V s が1 5 k m / h 以上）と判断された場合には、操舵トルク信号T r を8 ~ 1 2 H z の周波数帯、2 0 ~ 2 5 H z の周波数帯及び4 0 ~ 5 0 H z の周波数帯でバンドパスフィルタ処理して（ステップS 2 0 2 ~ S 2 0 4）、各周波数帯における周波数成分のピークレベルT r p l を算出する（ステップS 2 0 5）。続いて、車両が直進走行中であるか否かを判断する（ステップS 2 0 6）。本実施形態では、車速信号V s が1 5 k m / h よりも大きい場合において、操舵トルク信号T r が所定値T x 1（本実施形態では1 N m）よりも小さく、かつ舵角信号θ s が所定値θ x 1（本実施形態では3 0 度）よりも小さく、かつ操舵速度信号ω s が所定値ω x 1（本実施形態では5 度 / 秒）よりも小さいことをもって直進走行中と判断する。

[0076] 前記ステップS 2 0 6 においてY e s と判断された場合には、続いて車両が悪路走行中であるか否かを判断する（ステップS 2 0 7）。なお、本実施形態では、車速信号V s が1 5 k m / h 以上の直進走行中において、8 ~ 1 2 H z、2 0 ~ 2 5 H z、4 0 ~ 5 0 H z の3 つの周波数範囲の周波数成分のピークレベルT r p l 1 ~ T r p l 3 のうち一つでも所定値T r p l x（本実施形態では0. 5 N m）以上であれば悪路と判断する。

[0077] 前記ステップS 2 0 7 において、Y e s と判断された場合には、後述する良路カウンタC n t g をクリアし（ステップS 2 0 8）、後述する良路走行タイマーT n t g をクリアして（ステップS 2 0 9）、前記ステップS 2 1 0 へ移行する。一方、N o（良路走行中）と判断された場合には、良路走行タイマーT n t g をインクリメントした後（ステップS 2 1 2）、該良路走行タイマーT n t g が所定値T n t g x（本実施形態では2 秒）以上であるか否かを判断する（ステップS 2 1 3）。このステップS 2 1 3 において、

N oと判断された場合には直接ステップS 2 1 0に移行する一方、Y e sと判断された場合には良路カウンタC n t gをインクリメントした後（ステップS 2 1 4）、ステップS 2 1 0に移行する。

[0078] 前記ステップS 2 0 6においてN o（操舵操作中である）と判断された場合には、続いて操舵速度信号 ωs の絶対値が前述した所定値 $\omega x 1$ （30度）以上でかつ、所定値 $\omega y 1$ （本実施形態では90度）以下であるか否かを判断する（ステップS 2 1 5）。ここで、N oと判断された場合にはステップS 2 1 0に移行し、Y e sと判断された場合には、良路カウンタC n t gが所定値C n t g x（本実施形態では「1」）以上であるか否かを判断する（ステップS 2 1 6）。このステップS 2 1 6において、N oと判断された場合にはステップS 2 1 0に移行し、Y e sと判断された場合にはステップS 2 1 7に移行する。

[0079] 前記ステップS 2 1 7では、前記各ピークレベルT r p l ~ T r p l 3のすべてが所定値T r p l x（本実施形態では0.5 Nm）以下であるか否かを判断する。ここで、Y e sと判断された場合には、異常検出カウンタC n t rをデクリメントまたはクリアし（ステップS 2 2 2）、異常検出タイマーT n t rをクリアした後（ステップS 2 2 3）、ステップS 2 1 0へ移行する。一方、N oと判断された場合には、8~12 Hz、40~50 HzのピークレベルT r p l 1、T r p l 3がそれぞれ所定値T r p l x（0.5 Nm）以下で、かつ20~25 HzのピークレベルT r p l 2が異常判断閾値T r p l y（本実施形態では0.8 Nm）以上であるか否かを判断する（ステップS 2 1 8）。

[0080] 前記ステップS 2 1 8において、N oと判断された場合には、異常検出タイマーT n t rをクリアして（ステップS 2 2 3）、ステップS 2 1 0へ移行する一方、Y e sと判断された場合には、異常検出タイマーT n t rをインクリメントした後（ステップS 2 1 9）、この異常検出タイマーT n t rが所定値T n t r x（本実施形態では0.5秒）以上であるか否かを判断する（ステップS 2 2 0）。ここで、N oと判断された場合には直接ステップ

S 2 1 0へ移行する一方、Y e sと判断された場合には異常検出カウンタC n t rをインクリメントした後（ステップS 2 2 1）、ステップS 2 1 0へ移行する。

[0081] 図13に示す切り戻し時判断ロジックL o g i c 2では、まず、車速信号V sが所定値V x 2（本実施形態では15 km/h）よりも大きいか否かを判断し（ステップS 3 0 1）、N oと判断された場合には、後述する保舵時操舵トルク信号T sをデフォルト値D s（本実施形態では「0」）に戻すと共に、保舵解除時操舵トルク信号T dをデフォルト値D d（本実施形態では「0」）に戻し（ステップS 3 3 1）、後述する保舵時操舵トルク取り込みフラグF sをリセットした後（ステップS 3 3 2）、異常検出カウンタC n t rが前記所定値C n t r x以上であるか否かを判断する（ステップS 3 0 7）。ここで、Y e sと判断された場合には、前記パワーステアリング装置に異常が発生したと確定し、切り戻し時判断ロジック異常確定フラグL 2をセットした後、（ステップS 3 0 8）、図11に示す後述のステップS 1 0 8へ移行する。一方、N oと判断された場合には、切り戻し時判断ロジックL o g i c 2においては前記パワーステアリング装置の異常が検出されなかったものとして、ステップS 1 0 8へと移行する。

[0082] 一方、前記ステップS 3 0 1において、Y e sと判断された場合には、続いて舵角信号 θ sの絶対値が所定値 $\theta \times 2$ （本実施形態では10度）よりも大きいか否かを判断する（ステップS 3 0 2）。

[0083] 前記ステップS 3 0 2において、N oと判断された場合には、保舵時操舵トルク信号T s及び保舵解除時操舵トルク信号T dをそれぞれデフォルト値D s、D dに戻し（ステップS 3 3 1）、保舵時操舵トルク取り込みフラグF sをリセットした後（ステップS 3 3 2）、ステップS 3 0 7に移行する。一方、Y e sと判断された場合には、さらに操舵速度信号 ω sの絶対値が所定値 $\omega \times 2$ （本実施形態では5度/秒）よりも小さいか否か、すなわち前記ステアリングホイールが保舵状態にあるか転舵状態にあるかを判断する（ステップS 3 0 3）。

- [0084] 前記ステップS303において、Yes（保舵時）と判断された場合には、保舵時操舵トルク取り込みフラグFsがセットされているか否かを判断する（ステップS304）。ここで、Noと判断された場合には、その時点における操舵トルク信号Trを保舵時操舵トルク信号Tsとして取り込み（ステップS305）、保舵時操舵トルク取り込みフラグFsをセットした後（ステップS306）、ステップS307へ移行する。また、Yesと判断された場合には、既に保舵時操舵トルク信号Tsは取り込まれているものとして、直接ステップS307へ移行する。
- [0085] 一方、前記ステップS303において、No（操舵時）と判断された場合にも、前記ステップS304と同様に保舵時操舵トルク取り込みフラグFsがセットされているか否かを判断する（ステップS309）。ここで、Noと判断された場合にはステップS331へ移行する一方、Yesと判断された場合には、その時点における操舵トルク信号Trを保舵解除時操舵トルク信号Tdとして取り込み（ステップS310）、保舵時操舵トルク取り込みフラグFsをリセットした後（ステップS311）、保舵時操舵トルク信号Tsが0以上であるか否か、すなわち前記ステアリングホイールが右方向に操舵されたか左方向に操舵されたかを判断する（ステップS312）。
- [0086] 前記ステップS312において、Yes（右方向操舵）と判断された場合には、続いて保舵時操舵トルク信号Tsが保舵解除時操舵トルク信号Tdよりも大きいか否か、すなわち保舵状態から前記ステアリングホイールを切り戻したか判断する（ステップS313）。ここで、No（切り込み時）と判断された場合には、保舵時操舵トルク信号Ts及び保舵解除時操舵トルク信号Tdをそれぞれデフォルト値Ds、Ddに戻した後（ステップS321）、ステップS307へ移行する。一方、Yes（切り戻し時）と判断された場合には、保舵時操舵トルク信号Tsから保舵解除時操舵トルク信号Tdを減算して得られる差分 ΔT_t を算出した後（ステップS314）、該差分 ΔT_t の絶対値が異常判断閾値Txよりも大きいか否かを判断する（ステップS315）。

- [0087] ここで、前記ステップS 3 1 5においてY e sと判断された場合においては、前記ステアリングホイールを保舵状態から切り戻す際に引っかかりが生じており、前記パワーステアリング装置に異常がある可能性が高いことから、異常検出カウンタC n t rをインクリメントする（ステップS 3 1 6）。そして、保舵時操舵トルク信号T s及び保舵解除時操舵トルク信号T dをそれぞれデフォルト値D s, D dに戻した後（ステップS 3 1 7）、ステップS 3 0 7へ移行する。
- [0088] 一方、前記ステップS 3 1 5においてN oと判断された場合においては、保舵時操舵トルク信号T s及び保舵解除時操舵トルク信号T dをそれぞれデフォルト値D s, D dに戻し（ステップS 3 1 8）、保舵時操舵トルク取り込みフラグF sをリセットし（ステップS 3 1 9）、異常検出カウンタC n t rをクリアした後（ステップS 3 2 0）、ステップS 3 0 7へ移行する。
- [0089] また、前記ステップS 3 1 2において、N o（左方向操舵）と判断された場合には、続いて保舵解除時操舵トルク信号T dが保舵時操舵トルク信号T sよりも大きいか否か、すなわち保舵状態から前記ステアリングホイールを切り戻したか切り込んだかを判断する（ステップS 3 2 2）。ここで、N o（切り込み時）と判断された場合には、保舵時操舵トルク信号T s及び保舵解除時操舵トルク信号T dをそれぞれデフォルト値D s, D dに戻した後（ステップS 3 3 0）、ステップS 3 0 7へ移行する。一方、Y e s（切り戻し時）と判断された場合には、保舵解除時操舵トルク信号T dから保舵時操舵トルク信号T sを減算して得られる差分 $\Delta T t$ を算出する（ステップS 3 2 4）。その後、前記差分 $\Delta T t$ の数値に基づき異常の判断を行うこととなるが、ステップS 3 2 4～S 3 2 9の処理はそれぞれ前記ステップS 3 1 5～S 3 2 0と同一のものであるから具体的な説明は省略する。
- [0090] そして、図1 1で示すステップS 1 0 8において、前記切り込み時判断ロジックL o g i c 1及び切り戻し時判断ロジックL o g i c 2の少なくともいずれか一方において異常が検出されたか否かを判断する（ステップS 1 0 8）。

[0091] すなわち、前記ステップS 1 0 8では、前記切り込み時判断ロジック異常確定フラグL 1または切り戻し時判断ロジック異常確定フラグL 2のいずれかのフラグがセットされているか否かを判断し、Y e sと判断された場合には、車両側への異常通知、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ことによる運転者への注意喚起を行い（ステップS 1 0 9）、本プログラムが終了する。一方、N oと判断された場合には、前記パワーステアリング装置の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。

〔第1実施形態の作用効果〕

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、前記第2異常判断部7 2が前記水検出センサ3 7による前記ハウジング3内の水の検出に基づいて前記パワーステアリング装置の異常判断を行う一方、前記第1異常判断部7 1が前記水検出センサ3 7による検出が困難な砂や埃等の異物の侵入を操舵情報に基づき検出して前記パワーステアリング装置の異常判断を行うことによって、多面的にパワーステアリング装置の異常を判断することができる。

[0092] また、本実施形態では、前記第1異常判断部7 1が、切り込み時と切り戻し時といった異なる操舵条件時における操舵情報に基づき、前記パワーステアリング装置の異常判断を行う前記切り込み時判断部7 7と切り戻し時判断部7 8とを備えていることから、操舵条件毎により適切な異常判断を行うことができる。

[0093] さらに、本実施形態では、前記異常判断部6 2に前記第1異常判断部用記憶部8 2と第2異常判断部用記憶部8 3とをそれぞれ別個独立した状態に設けたことから、前記両記憶部8 2、8 3のいずれか一方に異常が生じたとしても、その一方の記憶部のみ記憶情報をリセットすればよく、他方の記憶部の記憶情報に影響を与えることがない。これによって、前記他方の記憶部の記憶情報についてはリセットすることなく、該他方の記憶部側の異常判断部によるパワーステアリング装置の異常判断を継続的に行えることから、該パ

ワーステアリング装置の異常検出の早期化を図ることが可能となる。

[0094] ところで、前記第2異常判断部72が前記パワーステアリング装置の異常と判断した場合には、前記ハウジング3内部に水が浸入していることから、時間経過に伴い錆が増えて操舵負荷が増大していく可能性が高い。このような場合において、操舵負荷の増大に伴って前記モータ指令信号10を大きく増加補正してしまうと、操舵負荷が軽くなる一方、検出される操舵トルク信号Trの値が小さくなって、前記第1異常判断部71による異常の判断が満足に行えなくなってしまうおそれがある。

[0095] そこで、本実施形態では、前記モータ指令信号演算部64において、前記第2異常判断部72によって前記パワーステアリング装置の異常が判断された場合においては、出力するモータ指令信号10が前記パワーステアリング装置の正常時において演算されるモータ指令信号の値を超えないようにした。これにより、前記電動モータ26から出力される操舵アシスト力が抑えられて、前記トルクセンサ10によって検出される操舵トルク信号Trが上昇することから、前記第1異常判断部71による前記パワーステアリング装置の異常検出の早期化を図ることができる。

〔第2実施形態〕

図14～16は、本発明の第2実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御のフローチャートであって、前記第1実施形態のパワーステアリング装置の異常判断制御フローにおける前記各ロジックLogic1, Logic2による異常の確定方法を変更したものである。なお、本実施形態では、フローの一部が変わるのみで、基本的には前記第1実施形態と同じ構成であるから、該第1実施形態と同じ構成（処理）については同一の符号を付すことにより、具体的な説明は省略する（以下の各実施形態に同じ）。

[0096] すなわち、本実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御フローでは、図14に示すように、前記水検出センサ37による前記パワーステアリング装置の異常が検出されたか否かを判断するステップS102でNoと判断された場合に、各種信号を取り込んだ後（ステップS104～S10

7)、まず切り込み時判断ロジックLogic1へ移行する。

[0097] 本実施形態に係る切り込み時判断ロジックLogic1では、図15に示すように、前記第1実施形態の切り込み時判断ロジックLogic1における前記ステップS210、S211が廃止され、代わりに前記ステップS220において異常検出タイマーTntが所定値以上であると判断された場合に、ロジック診断継続フラグFtをセットしたうえで(ステップS224)、前記ステップS210へ移行するようになっている。さらに、前記ステップS223において異常検出タイマーTntをクリアした後は、前記ロジック診断継続フラグFtをリセットしてステップS210へ移行する。

[0098] そして、前記切り込み時判断ロジックLogic1の処理が終わると、続いて前記ロジック診断継続フラグFtがセットされているか否かの判断を行い(ステップS110)、ここでNoと判断された場合には本プログラムを終了する一方、Yesと判断された場合には、切り戻し時判断ロジックLogic2へ移行する。

[0099] 本実施形態に係る切り戻し時判断ロジックLogic2では、図16に示すように、前記第1実施形態の切り戻し時判断ロジックLogic2における前記ステップS307、S308を廃止し、代わりに前記ステップS317、S320、S321、S326、S329、S330及びS332の処理後に、前記ステップS224でセットされたロジック診断継続フラグFtをリセットする処理が追加されている(ステップS333~339)。

[0100] そして、前記切り戻し時判断ロジックLogic2の処理が終わると、続いて前記異常検出カウンタCntが所定値Cntx以上であるか否かを判断し(ステップS111)、ここでNoと判断された場合には本プログラムを終了する一方、Yesと判断された場合には、前記パワーステアリング装置に異常が生じていると判断して車両側への異常通知を行ったうえで(ステップS112)、本プログラムを終了する。

[0101] このように、本実施形態では、第1異常判断部71において、前記切り込み時判断部77が操舵トルク信号Trの周期的な変化の検出に基づき前記パ

ワーステアリング装置が異常状態にあると判断され、かつ前記切り戻し時判断部 7 8 が前記ステアリングホイールを切り戻す際の操舵トルク信号 T_r の変化量に基づき前記パワーステアリング装置が異常状態にあると判断された場合に、該パワーステアリング装置の異常と判断する。これによって、第 1 異常判断部 7 1 による前記パワーステアリング装置の異常判断がより確実なものとなり、誤った判断の抑制を図ることができる。

〔第 3 実施形態〕

図 1 7 は、本発明の第 3 実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御のフローチャートである。

[0102] 本実施形態は、前記第 2 実施形態に係る制御内容において、水検出後にフラグをセットし、該フラグの有無により切り込み時判断ロジック $Logic1$ 及び切り戻し時判断ロジック $Logic2$ の異常判断を行うこととしたものである。

[0103] 具体的に説明すると、本実施形態のパワーステアリング装置の異常判断制御のフローでは、前記水検出信号 Sig のデータを取り込み（ステップ $S101$ ）、該水検出信号 Sig の値が「1」であるか否か、すなわち前記水検出センサ 3 7 による前記パワーステアリング装置の異常が検出されたか否かを判断し（ステップ $S102$ ）、 Yes と判断された場合には、ロジック診断開始フラグ Fu をセットし（ステップ $S113$ ）、ステップ $S114$ へ移行する一方、 No と判断された場合には、直接ステップ $S114$ へ移行する。

[0104] そして、前記ステップ $S114$ において前記ロジック診断開始フラグ Fu がセットされているか否かを判断し、 No と判断された場合には本プログラムが終了する。一方、 Yes と判断された場合には、ステップ $S104$ へ移行する。

[0105] なお、以下のステップ $S104 \sim S112$ の処理は前記第 2 実施形態と同一の内容であるから具体的な説明は省略する。

[0106] このように、本実施形態では、前記第 2 異常判断部 7 2 が前記ハウジング

3内の水の検出に基づき前記パワーステアリング装置が異常状態にあると判断し、かつ前記切り込み時判断部77が操舵トルク信号 T_r の周期的な変化の検出に基づき前記パワーステアリング装置が異常状態にあると判断し、かつ前記切り戻し時判断部78が前記ステアリングホイールを切り戻す際の操舵トルク信号 T_r の変化量に基づき前記パワーステアリング装置が異常状態にあると判断した場合に、前記パワーステアリング装置の異常と判断することとした。これによって、異常判断部71による前記パワーステアリング装置の異常判断がより一層確実なものとなり、誤った判断をさらに抑制することができる。なお、この実施形態は、水の浸入に基づく錆の発生による前記パワーステアリング装置の故障を判断する場合において、特に有効となる。

〔第4実施形態〕

図18及び図19は、本発明に係るパワーステアリング装置等の第4実施形態を示し、前記第1実施形態のフェイルセーフ処理部63に操舵アシスト力の制限機能を追加したものである。

[0107] 図18は、本発明の第4実施形態に係るECU27の演算回路構成を示す制御ブロック図である。

[0108] 図示のように、第4実施形態に係るフェイルセーフ処理部63には、前記第1実施形態の構成に加えて、前記電動モータ26に流れる電流値が減少するようにモータ通電量の制限を行う通電量制限部85が設けられている。

[0109] この通電量制限部85は、前記第1異常判断部71の切り込み時判断部77と切り戻し時判断部78の少なくともいずれか一方が前記パワーステアリング装置の異常と判断した場合に作動するもので、前記リミッタ処理部65に対してモータ指令信号 I_o の上限値を通常時よりもさらに制限するように指令信号を送信するか、あるいは前記モータ指令信号演算部64のアシストMap68を、通常時よりも低いモータ指令信号 I_o が算出されるものに変更することで、モータ通電量の制限を行うようになっている。

[0110] 図19は、本発明の第4実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御のフローチャートである。すなわち、本実施形態では、ステップS1

08においてYesと判断された場合（異常確定判断がされた場合）に、車両側への異常通知を行った後（ステップS109）、前述したような手段でモータ通電量を制限して（ステップS115）、プログラムが終了する。

[0111] したがって、本実施形態によれば、操舵操作に直接的に悪影響を及ぼさない水の浸入段階においてはフェイルセーフ処理を車両側への異常通知に留めて通常通り操舵アシストを行い、浸入した水に起因する錆等の影響により操舵操作に悪影響が生じる段階になると、これを検知してモータ通電量を制限するようにしたことから、操舵負荷の低減と安全性の向上との両立を図ることができる。

〔第5実施形態〕

図20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、第4実施形態に係る制御内容において、水検出後にリミッタ処理の有無を判断したうえで切り込み時判断ロジックLogic1及び切り戻し時判断ロジックLogic2の異常判断を行うこととしたものである。

[0112] 図20は、本発明の第5実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御のフローチャートである。すなわち、本実施形態のフローでは、ステップS102でNoと判断された場合（水検出による異常判断がされなかった場合）に、続いて前記リミッタ処理部65によるモータ指令信号I_oの制限が行われているか否かを判断する（ステップS116）。

[0113] なお、このステップS116では、前記第1異常判断部71の判断結果に応じて前記通電量制限部85が行うモータ指令信号I_oの制限は考慮せず、前記リミッタ処理部65自身によるモータ指令信号I_oの制限が行われているか否かに基づき判断される。

[0114] そして、前記ステップS116において、Noと判断された場合には、前記ステップS104に移行して、以後、前記各ロジックLogic1, Logic2による前記パワーステアリング装置の異常判断が行われる一方、Yesと判断された場合には、そのまま前記各ロジックLogic1, Logic2による前記パワーステアリング装置の異常判断を行うことなく、本プ

プログラムが終了する。

[0115] 一般に、前記電動モータ 26 の過熱等の要因によってモータ指令信号 10 の制限が行われている場合には、操舵アシスト力も小さくなることから操舵負荷が増大して、前記ステアリングホイールに入力される操舵トルク信号 T_r も大きなものとなる。このような場合に前記第 1 異常判断部 71 による前記パワーステアリング装置の異常判断を行うと、誤った判断が下されるおそれがある。

[0116] これに対し、本実施形態では、前記リミッタ処理部 65 によるモータ指令信号 10 の制限が行われている場合には、前記第 1 異常判断部 71 による前記パワーステアリング装置の異常判断を行わないようにしたことから、前記第 1 異常判断部 71 による誤判断を抑制することができる。

〔第 6 実施形態〕

図 21 は、本発明に係るパワーステアリング装置等の第 6 実施形態を示し、前記第 4 実施形態に係る異常判断の制御内容において、水検出の異常判断後、異常の有無により前記各ロジック $Logic1$ 、 $Logic2$ の閾値を変更したうえで該各ロジック $Logic1$ 、 $Logic2$ の異常判断を行うこととしたものである。

[0117] 図 21 は、本発明の第 6 実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御のフローチャートである。

[0118] 図示のように、この実施形態では、前記水検出センサ 37 によって異常が検出されたか否かを判断する前記ステップ $S102$ において、 Yes と判断された場合、 No と判断された場合のどちらであってもロジックによる異常判断を行うようになっている。

[0119] さらに、本実施形態では、前記ステップ $S102$ において Yes と判断された場合、つまり前記水検出センサ 37 によって水が検出されたと判断された場合に、車両側への異常通知を行い（ステップ $S103$ ）、前記第 1 異常判断部 71 が前記パワーステアリング装置の異常を判断するための判断閾値を下げる処理を行った後（ステップ $S117$ ）、ステップ $S104$ へ移行す

るようになっている。

[0120] ここで、前記判断閾値とは、前記切り込み時判断ロジックLogic 1における異常判断閾値Trplyと、前記切り戻し時判断ロジックLogic 2における異常判断閾値Txのことを示している。

[0121] このように、本実施形態では、前記水検出センサ37によって水が検出された場合、つまり錆の発生が疑わしいとされる場合には、前記各ロジックLogic 1, Logic 2における異常判断閾値Trply, Txを下げて異常判断を行うようにしたことから、誤判断を抑制しつつ前記パワーステアリング装置の異常検出の早期化を図ることができる。

〔第7実施形態〕

図22は、本発明の第7実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御のフローチャートであって、前記第6実施形態に係る異常判断において、ステップS117を廃止し、代わりにモータ通電量を制限するステップS118を追加したものである。

[0122] 本実施形態に係る通電量制限部85は、前記両判断部71, 72が前記パワーステアリング装置の異常と判断したときのモータ通電量の制限値よりも、前記第1異常判断部71のみが前記パワーステアリング装置の異常と判断したときのモータ通電量の制限値が大きくなるように設定されている。

[0123] 具体的には、通常時のモータ通電量を100%とした場合において、前記両判断部71, 72が共に異常と判断した際には、モータ通電量が37.5%となるように制限値を設定するところ、前記第1異常判断部71のみが異常と判断した際には、モータ通電量が50%となるように制限値を設定する。

[0124] 本実施形態のように、前記水検出センサ37による水の検出と、操舵情報に基づくロジックとを複合させて前記パワーステアリング装置の異常判断を行う場合にあっては、その判断結果から異常の要因を推測することができる。

[0125] すなわち、前記第1, 第2異常判断部71, 72の両方が前記パワーステ

アリング装置の異常と判断した場合には、前記ハウジング 3 内に水が浸入して錆が発生したことが異常の要因であると推測する一方、前記第 1 異常判断部 7 1 のみが前記パワーステアリング装置の異常と判断した場合には、前記ハウジング 3 内に砂や埃等の異物が侵入したと推測することができる。

[0126] ここで、前記パワーステアリング装置に錆が発生した場合と砂や埃等の異物が侵入した場合との操舵操作性を比較すると、後者の方が運転者にかかる操舵負荷が上昇しやすい。このため、錆の発生時には、モータ通電量を大きく制限しても操舵負荷が大きく上昇することはないが、砂や埃等の異物が侵入した場合においては、モータ通電量を大きく制限してしまうと、操舵負荷が過剰に上昇してしまうおそれがある。

[0127] そこで、本実施形態では、基本的には前記異常判断部 7 1 が前記パワーステアリング装置の異常と判断した場合にはモータ通電量を大きく制限するものの、砂や埃等の異物が侵入したと考えられる場合には、モータ通電量の制限を緩くすることで比較的大きな操舵アシスト力を付与するようにした。この結果、砂や埃等の異物が侵入したと考えられる場合における前記操舵負荷の増大を抑制することができる。

〔第 8 実施形態〕

図 2 3 は、本発明の第 8 実施形態に係るパワーステアリング装置の異常判断制御のフローチャートであって、前記第 6 実施形態に係る異常判断制御において、ステップ S 1 1 7 を廃止すると共に、ステップ S 1 0 8 において N o と判断された場合、すなわちロジックによる異常の確定がなされなかった場合には、ステップ S 1 1 9 へ移行して水検出の判断の正誤を判断するようにした。

[0128] すなわち、このステップ S 1 1 9 では、前記第 2 異常判断部用記憶部 8 3 の記憶情報に基づき、前記第 2 異常判断部 7 2 が前記パワーステアリング装置の異常と判断してから所定時間が経過したか否か、あるいは車両の停止及び始動が所定回数以上繰り返されているか否かを判断する。ここで、N o と判断された場合には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、水検出センサの異常と判断し（ステップS 1 2 0）、車両側への異常通知をクリアした後（ステップS 1 2 1）、本プログラムが終了する。

[0129] 前記第2異常判断部7 2によって前記パワーステアリング装置の異常と判断された場合には、前記ハウジング3内に水が浸入し、この浸入した水を要因とする錆が発生することにより、前記第1異常判断部7 1によっても前記パワーステアリング装置の異常と判断される可能性が高い。

[0130] それにも関わらず、所定時間の経過または所定回数以上の車両の停止及び始動が繰り返されても前記第1異常判断部7 1によって前記パワーステアリング装置の異常と判断されない場合には、前記第2異常判断部7 2に異常が生じている、または、前記ハウジング3内に浸入した水が微少量であって錆の発生には至らなかった等の状況にあると考えられる。

[0131] 本実施形態では、このような場合に前記第2異常判断部7 2に異常が発生したと判断して、前記警告灯点灯指令信号出力部8 4による車両側への異常通知をクリアするようにしたことで、運転者に対する不要な注意喚起を抑制することができる。

[0132] また、従来の水検出のみに基づき異常判断を行うパワーステアリング装置にあっては、水検出センサに異常が生じているとしても、この異常状態の水検出センサの判断結果に基づいて、不要に操舵アシスト力が制限されてしまうおそれがあった。

[0133] これに対して、本実施形態では、前記第2異常判断部7 2に異常が生じている場合には、前記第1異常判断部7 1に基づいて前記パワーステアリング装置の異常を判断すると共に、その判断結果に基づき前記通電量制限部8 5によってモータ通電量の制限を行うようにしたことから、異常の生じた第2異常判断部7 2の判断に基づいて不要に操舵アシスト力が制限される不都合を回避できる。この結果、操舵アシストの継続性を向上させることができる。

[0134] 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。

[0135] 例えば、前記第1異常判断部71による前記パワーステアリング装置の異常判断制御処理は、本実施形態に示したような制御内容に限られず、操舵操作が行われているときの操舵トルク信号 T_r 、モータ回転数 N 、または操舵速度信号 ω_s の信号に基づき前記パワーステアリング装置の異常が判断できるものであればよい。

[0136] また、本実施形態では、前記切り込み時判断部77は、操舵トルク信号 T_r をバンドパスフィルタ処理して、操舵トルク信号 T_r の所定周波数範囲内における信号が周期的な変化を有しているか否かを判断することにより、前記パワーステアリング装置の異常判断を行うものと説明した。しかしながら、操舵トルク信号 T_r に周期的な変化が見られる場合には、同様にモータ回転数 N や操舵速度信号 ω_s にも周期的な変化があらわれることから、該モータ回転数 N や操舵速度信号 ω_s を前記切り込み時判断部77による前記パワーステアリング装置の異常判断に供することも可能である。

[0137] 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及びパワーステアリング装置の制御装置としては、例えば、以下に述べる態様のものが考えられる。

[0138] 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、前記操舵機構に操舵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、該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、前記操舵機構の少なくとも一部、前記伝達機構、および前記電動モータを収容するハウジングと、前記ハウジング内に設けられ、該ハウジング内の水分を検知する水分検知素子と、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、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信号を演算するモータ指令信号演算部と、前記操舵トルクの信号が入力されるトルク信号受信部と、前記電動モータの回転数の信号が入力されるモータ回転数信号受信部と

、前記ステアリングホイールの操舵速度の信号が入力される操舵速度信号受信部と、操舵操作が行われているときの前記操舵トルク、前記電動モータの回転数、または前記操舵速度の信号に基づき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第1異常判断部と、前記水分検知素子が水分を検知したとき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第2異常判断部と、を有する。

[0139] 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、前記第1異常判断部は、前記ステアリングホイールを切り込み方向に操舵操作するときの前記操舵トルク、前記モータの回転数、または前記操舵速度の信号が所定周波数範囲内において周期的な変化を有するか否かを判断する切り込み時判断部と、前記ステアリングホイールを切り込み方向から切り戻し方向へ操舵方向を切り換えたときの領域を含む所定領域における前記操舵トルクの変化を検出する切り戻し時判断部と、を備え、前記切り込み時判断部または前記切り戻し時判断部の判断結果に基づき前記パワーステアリング装置の異常と判断する。

[0140] 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、前記第1異常判断部は、前記切り込み時判断部が前記周期的な変化を検出し、かつ前記切り戻し判断部が前記操舵トルクの変化が所定値以上であると判断したとき、前記パワーステアリング装置の異常と判断する。

[0141] 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、前記制御装置は、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、車両の警告灯を点灯させる指令信号を出力する警告灯点灯指令信号出力部と、前記第1異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部と、を有する。

[0142] 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、前記制御装置は、前記モータ指令信号を制限する

指令信号制限部を備え、前記第 1 異常判断部は、前記指令信号制限部が前記モータ指令信号の制限を行っているとき、前記パワーステアリング装置の異常の判断を行わない。

[0143] 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、前記第 1 異常判断部は、前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の異常と判断するための判断閾値を下げる。

[0144] 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、前記制御装置は、前記第 1 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第 1 異常判断部用記憶部と、前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第 2 異常判断部用記憶部を備え、前記第 2 異常判断部用記憶部に異常が生じたとき、前記第 2 異常判断部用記憶部に記憶された情報を消去し前記第 1 異常判断部用記憶部に記憶された情報は消去しない。

[0145] 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、前記モータ指令信号演算部は、前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の正常時に車両速度および前記操舵トルクから演算される前記モータ指令信号よりも実際に前記電動モータに出力される前記モータ指令信号が上回らないようにモータ指令信号を演算する。

[0146] 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、前記制御装置は、前記第 1 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部を備え、前記通電量制限部は、前記第 1 異常判断部および前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したときの通電量の制限値よりも前記第 1 異常判断部のみで前記パワーステアリング装置の異常と判断したときの通電量の制限値が大きくなるように通電量の制限を行う。

[0147] 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、前記制御装置は、前記第2異常判断部で前記パワーステアリング装置の異常と判断された後、所定時間経過または車両の停止および始動が所定回数繰り返された後においても前記第1異常判断部において前記パワーステアリング装置の異常と判断されないとき、前記第2異常判断部による判断が誤判断であると判断する。

[0148] 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、該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、前記操舵機構の少なくとも一部、前記伝達機構、および前記電動モータを収容するハウジングと、前記ハウジング内に設けられ、該ハウジング内の水分を検知する水分検知素子と、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信号を演算するモータ指令信号演算部と、前記操舵トルクの信号が入力されるトルク信号受信部と、前記電動モータの回転数の信号が入力されるモータ回転数信号受信部と、前記ステアリングホイールの操舵速度の信号が入力される操舵速度信号受信部と、操舵操作が行われているときの前記操舵トルク、前記電動モータの回転数、または前記操舵速度の信号に基づき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第1異常判断部と、前記水分検知素子が水分を検知したとき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第2異常判断部と、を有する。

[0149] 前記パワーステアリング装置の好ましい態様において、前記第1異常判断部は、前記ステアリングホイールを切り込み方向に操舵操作するときの前記操舵トルク、前記モータの回転数、または前記操舵速度の信号が所定周波数範囲内において周期的な変化を有するか否かを判断する切り込み時判断部と、前記ステアリングホイールを切り込み方向から切り戻し方向へ操舵方向を

切り換えたときの領域を含む所定領域における前記操舵トルクの変化を検出する切り戻し時判断部と、を備え、前記切り込み時判断部または前記切り戻し時判断部の判断結果に基づき前記パワーステアリング装置の異常と判断する。

[0150] 別の好ましい態様では、前記パワーステアリング装置の態様のいずれかにおいて、前記第1異常判断部は、前記切り込み時判断部が前記周期的な変化を検出し、かつ前記切り戻し判断部が前記操舵トルクの変化が所定値以上であると判断したとき、前記パワーステアリング装置の異常と判断する。

[0151] 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、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、車両の警告灯を点灯させる指令信号を出力する警告灯点灯指令信号出力部と、前記第1異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部と、を有する。

[0152] 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、前記モータ指令信号を制限する指令信号制限部を備え、前記第1異常判断部は、前記指令信号制限部が前記モータ指令信号の制限を行っているとき、前記パワーステアリング装置の異常の判断を行わない。

[0153] 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態様のいずれかにおいて、前記第1異常判断部は、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の異常と判断するための判断閾値を下げる。

[0154] 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、前記第1異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第1異常判断部用記憶部と、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第2異常判断部用記憶部を備え、前記第2異常判断部用

記憶部に異常が生じたとき、前記第 2 異常判断部用記憶部に記憶された情報を消去し前記第 1 異常判断部用記憶部に記憶された情報は消去しない。

[0155] 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態様のいずれかにおいて、前記モータ指令信号演算部は、前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の正常時に車両速度および前記操舵トルクから演算される前記モータ指令信号よりも実際に前記電動モータに出力される前記モータ指令信号が上回らないように前記電動モータを駆動制御する。

[0156] 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、前記第 1 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部を備え、前記通電量制限部は、前記第 1 異常判断部および前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したときの通電量の制限値よりも前記第 1 異常判断部のみで前記パワーステアリング装置の異常と判断したときの通電量の制限値が大きくなるように通電量の制限を行う。

[0157] 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、前記第 2 異常判断部で前記パワーステアリング装置の異常と判断された後、所定時間経過または車両の停止および始動が所定回数繰り返された後においても前記第 1 異常判断部において前記パワーステアリング装置の異常と判断されないとき、前記第 2 異常判断部による判断が誤判断であると判断する。

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、
前記操舵機構に操舵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、該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、
前記操舵機構の少なくとも一部、前記伝達機構、および前記電動モータを収容するハウジングと、
前記ハウジング内に設けられ、該ハウジング内の水分を検知する水分検知素子と、
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、
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信号を演算するモータ指令信号演算部と、
前記操舵トルクの信号が入力されるトルク信号受信部と、
前記電動モータの回転数の信号が入力されるモータ回転数信号受信部と、
前記ステアリングホイールの操舵速度の信号が入力される操舵速度信号受信部と、
操舵操作が行われているときの前記操舵トルク、前記電動モータの回転数、または前記操舵速度の信号に基づき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第1異常判断部と、
前記水分検知素子が水分を検知したとき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第2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、
前記第1異常判断部は、前記ステアリングホイールを切り込み方向に操舵操作するときの前記操舵トルク、前記モータの回転数、または前記操舵速度の信号が所定周波数範囲内において周期的な変化を有す

るか否かを判断する切り込み時判断部と、前記ステアリングホイールを切り込み方向から切り戻し方向へ操舵方向を切り換えたときの領域を含む所定領域における前記操舵トルクの変化を検出する切り戻し時判断部と、を備え、前記切り込み時判断部または前記切り戻し時判断部の判断結果に基づき前記パワーステアリング装置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において、
前記第1異常判断部は、前記切り込み時判断部が前記周期的な変化を検出し、かつ前記切り戻し判断部が前記操舵トルクの変化が所定値以上であると判断したとき、前記パワーステアリング装置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4] 請求項1に記載のパワーステアリング装置の制御装置は、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、車両の警告灯を点灯させる指令信号を出力する警告灯点灯指令信号出力部と、前記第1異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部と、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5] 請求項1に記載のパワーステアリング装置の制御装置は、前記モータ指令信号を制限する指令信号制限部を備え、
前記第1異常判断部は、前記指令信号制限部が前記モータ指令信号の制限を行っているとき、前記パワーステアリング装置の異常の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6] 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、
前記第1異常判断部は、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の異常と判断するための判断閾値を下げ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1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異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第1異常判断部用記憶部と、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第2異常判断部用記憶部を備え、

前記第2異常判断部用記憶部に異常が生じたとき、前記第2異常判断部用記憶部に記憶された情報を消去し前記第1異常判断部用記憶部に記憶された情報は消去し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8] 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、
前記モータ指令信号演算部は、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の正常時に車両速度および前記操舵トルクから演算される前記モータ指令信号よりも実際に前記電動モータに出力される前記モータ指令信号が上回らないようにモータ指令信号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9] 請求項1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異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部を備え、

前記通電量制限部は、前記第1異常判断部および前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したときの通電量の制限値よりも前記第1異常判断部のみで前記パワーステアリング装置の異常と判断したときの通電量の制限値が大きくなるように通電量の制限を行う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1に記載のパワーステアリング装置の制御装置は、前記第2異常判断部で前記パワーステアリング装置の異常と判断された後、所定時間経過または車両の停止および始動が所定回数繰り返された後に

においても前記第1異常判断部において前記パワーステアリング装置の異常と判断されないとき、前記第2異常判断部による判断が誤判断である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11]

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、該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、

前記操舵機構の少なくとも一部、前記伝達機構、および前記電動モータを収容するハウジングと、

前記ハウジング内に設けられ、該ハウジング内の水分を検知する水分検知素子と、

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信号を演算するモータ指令信号演算部と、

前記操舵トルクの信号が入力されるトルク信号受信部と、

前記電動モータの回転数の信号が入力されるモータ回転数信号受信部と、

前記ステアリングホイールの操舵速度の信号が入力される操舵速度信号受信部と、

操舵操作が行われているときの前記操舵トルク、前記電動モータの回転数、または前記操舵速度の信号に基づき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第1異常判断部と、

前記水分検知素子が水分を検知したとき前記パワーステアリング装置の異常と判断する第2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12]

請求項11に記載のパワーステアリング装置において、

前記第1異常判断部は、前記ステアリングホイールを切り込み方向に操舵操作するときの前記操舵トルク、前記モータの回転数、または前記操舵速度の信号が所定周波数範囲内において周期的な変化を有するか否かを判断する切り込み時判断部と、前記ステアリングホイールを切り込み方向から切り戻し方向へ操舵方向を切り換えたときの領域を含む所定領域における前記操舵トルクの変化を検出する切り戻し時判断部と、を備え、前記切り込み時判断部または前記切り戻し時判断部の判断結果に基づき前記パワーステアリング装置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。

[請求項13]

請求項12に記載のパワーステアリング装置において、

前記第1異常判断部は、前記切り込み時判断部が前記周期的な変化を検出し、かつ前記切り戻し判断部が前記操舵トルクの変化が所定値以上であると判断したとき、前記パワーステアリング装置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。

[請求項14]

請求項11に記載のパワーステアリング装置は、前記第2異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、車両の警告灯を点灯させる指令信号を出力する警告灯点灯指令信号出力部と、前記第1異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部と、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15]

請求項11に記載のパワーステアリング装置は、前記モータ指令信号を制限する指令信号制限部を備え、

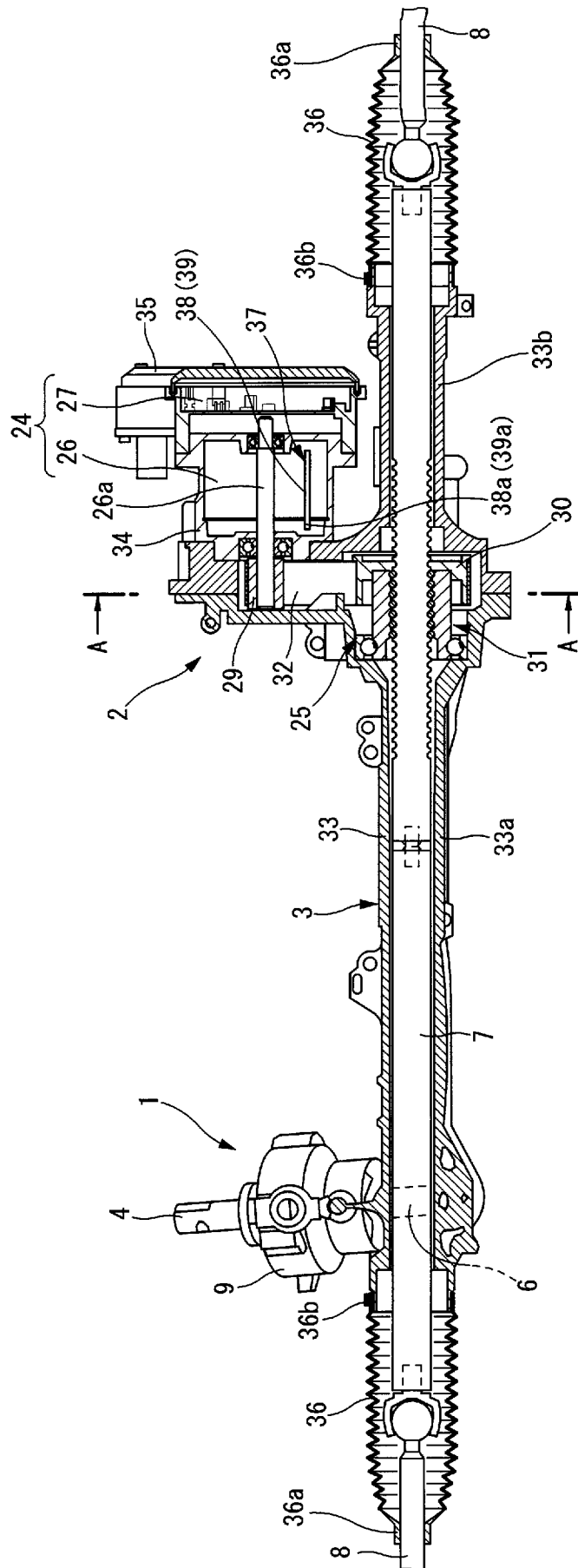
前記第1異常判断部は、前記指令信号制限部が前記モータ指令信号の制限を行っているとき、前記パワーステアリング装置の異常の判断を行わないことを特徴とするパワーステアリング装置。

- [請求項16] 請求項 1 1 に記載のパワーステアリング装置において、
前記第 1 異常判断部は、前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の異常と判断するための判断閾値を下げることを特徴とするパワーステアリング装置。
- [請求項17] 請求項 1 1 に記載のパワーステアリング装置は、前記第 1 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第 1 異常判断部用記憶部と、前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したことを記憶する第 2 異常判断部用記憶部を備え、
前記第 2 異常判断部用記憶部に異常が生じたとき、前記第 2 異常判断部用記憶部に記憶された情報を消去し前記第 1 異常判断部用記憶部に記憶された情報は消去しないことを特徴とするパワーステアリング装置。
- [請求項18] 請求項 1 1 に記載のパワーステアリング装置において、前記モータ指令信号演算部は、前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したとき、前記パワーステアリング装置の正常時に車両速度および前記操舵トルクから演算される前記モータ指令信号よりも実際に前記電動モータに出力される前記モータ指令信号が上回らない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。
- [請求項19] 請求項 1 1 に記載のパワーステアリング装置は、前記第 1 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断するとき、前記電動モータに流れる電流値が減少するように通電量の制限を行う通電量制限部を備え、
前記通電量制限部は、前記第 1 異常判断部および前記第 2 異常判断部が前記パワーステアリング装置の異常と判断したときの通電量の制限値よりも前記第 1 異常判断部のみで前記パワーステアリング装置の

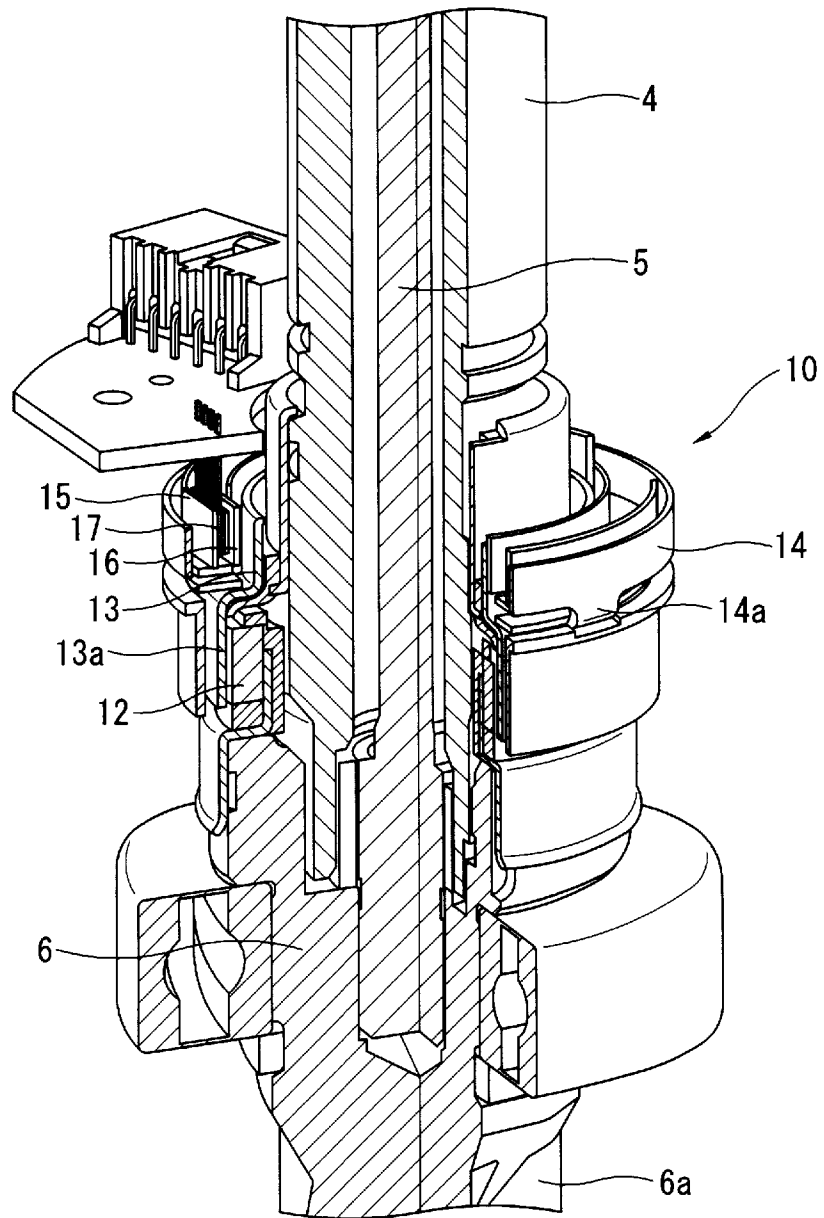
異常と判断したときの通電量の制限値が大きくなるように通電量の制限を行うことを特徴とするパワーステアリング装置。

[請求項20] 請求項1に記載のパワーステアリング装置は、前記第2異常判断部で前記パワーステアリング装置の異常と判断された後、所定時間経過または車両の停止および始動が所定回数繰り返された後においても前記第1異常判断部において前記パワーステアリング装置の異常と判断されないとき、前記第2異常判断部による判断が誤判断であると判断することを特徴とするパワーステアリング装置。

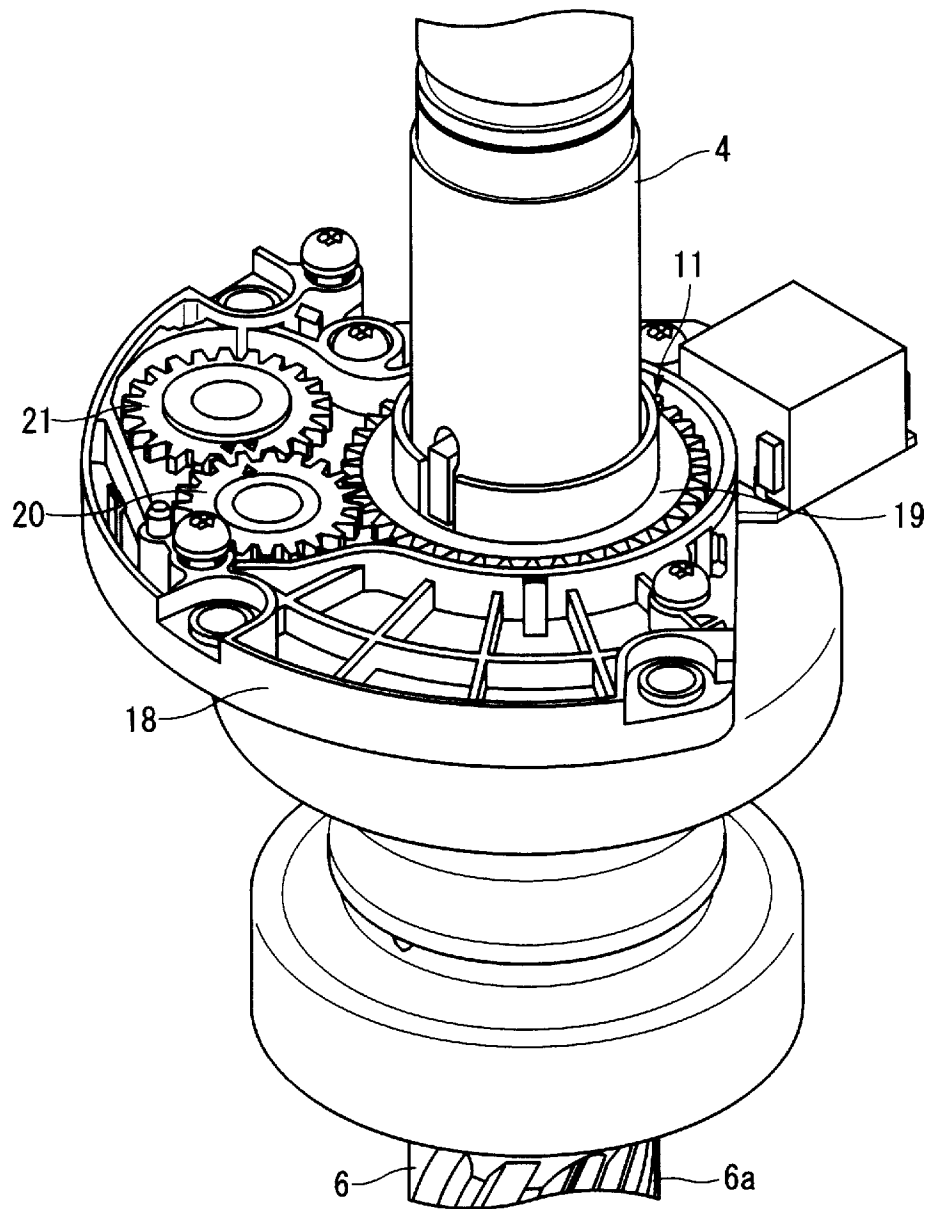
[図2]



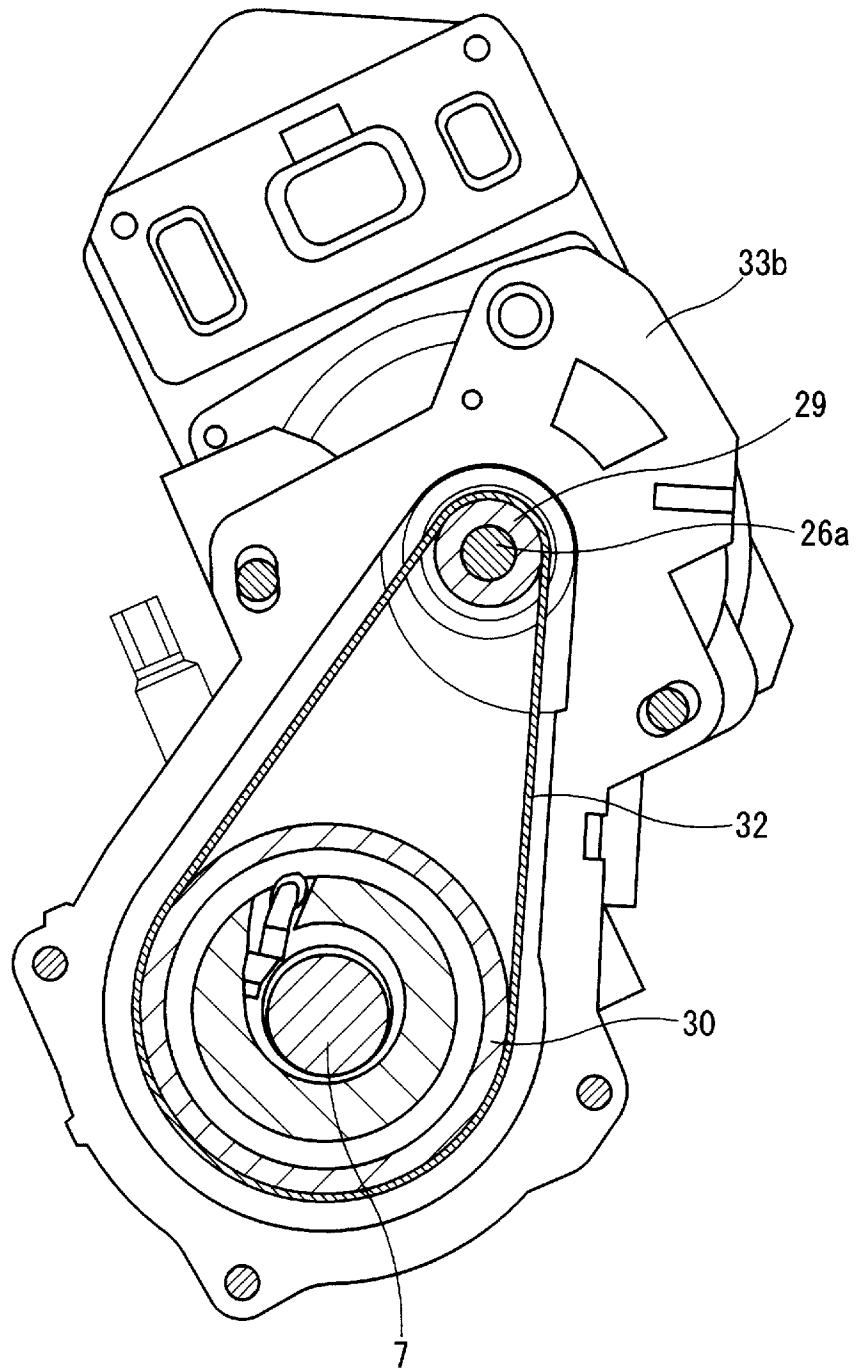
[図3]



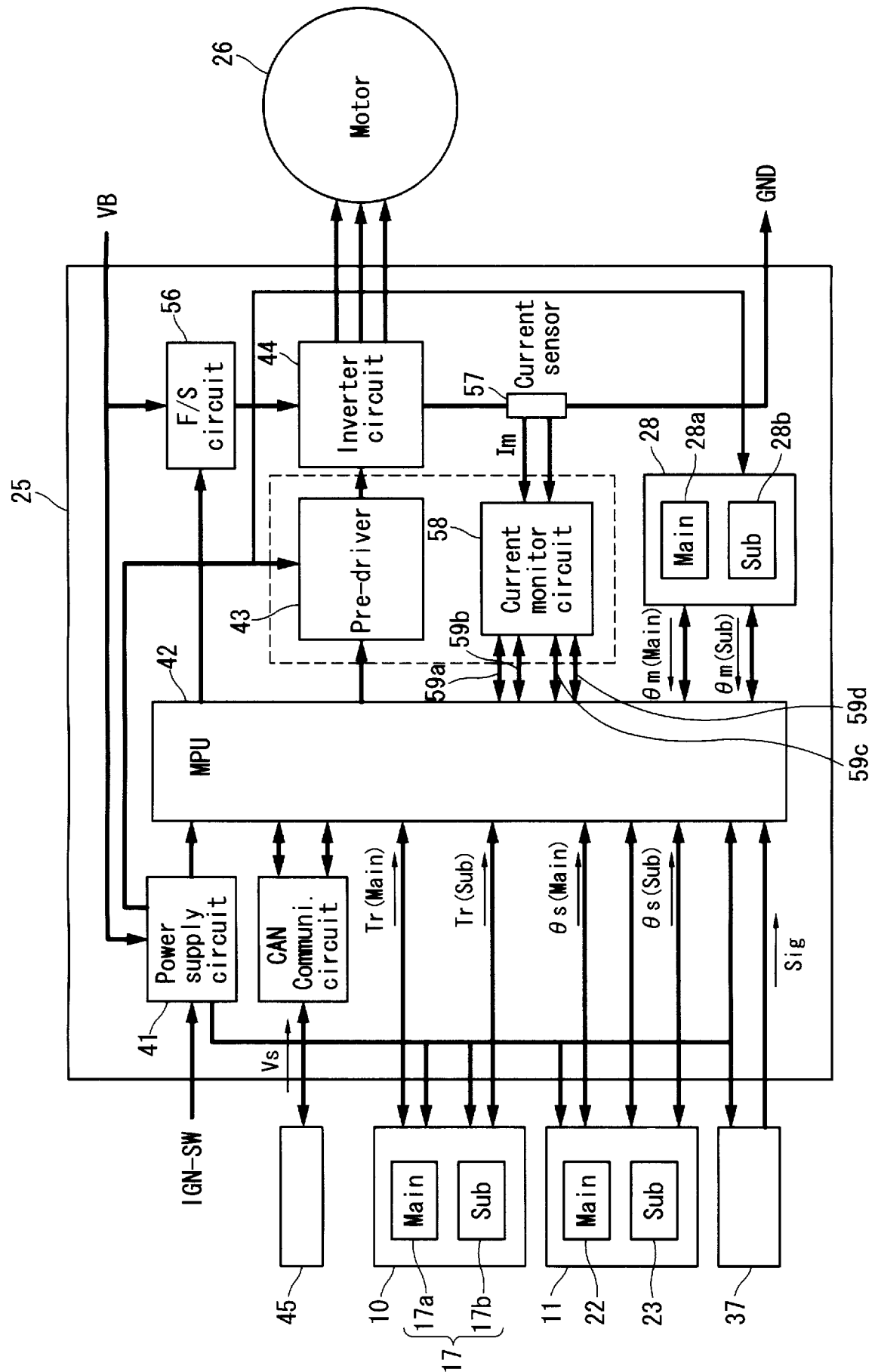
[図4]



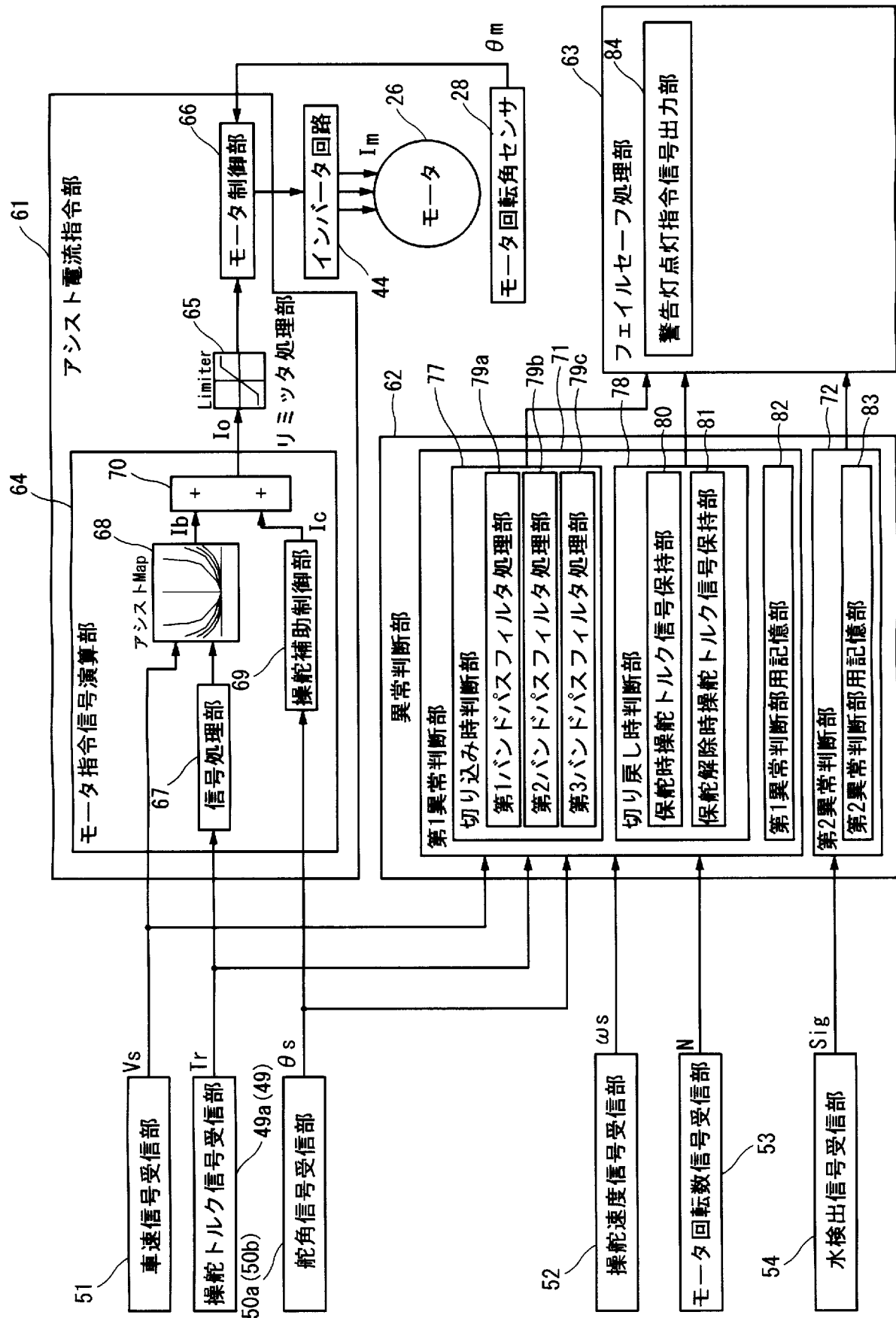
[図5]



[図6]

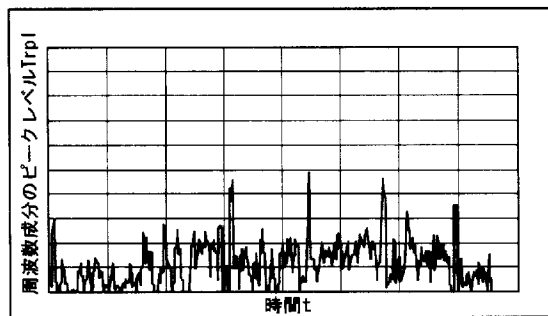


[図8]



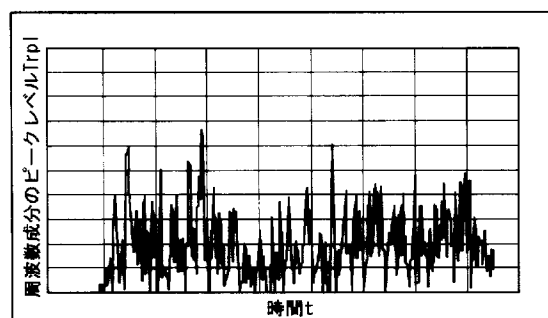
[図9]

(a)



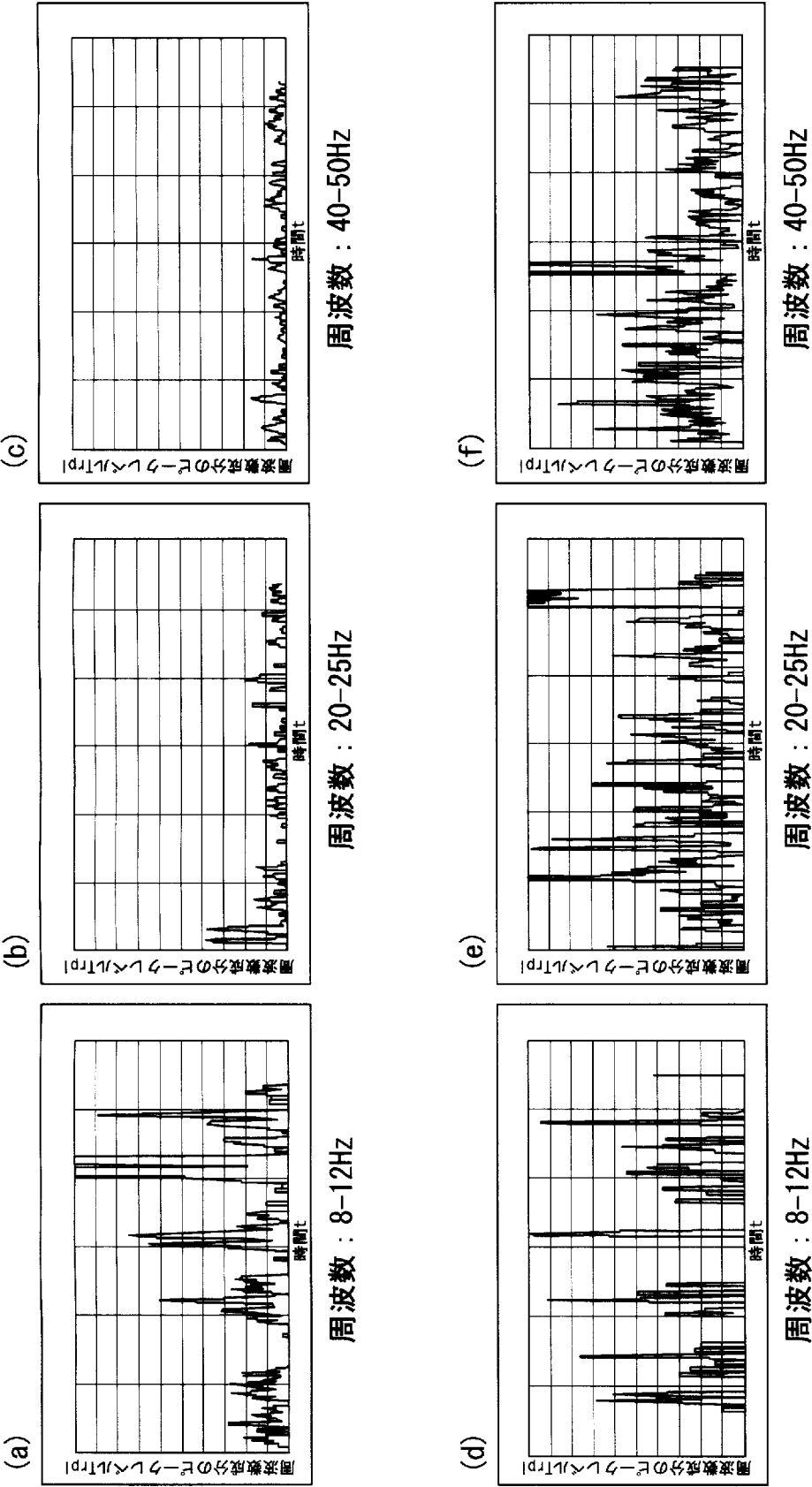
周波数 : 20-25Hz
(操舵速度 : 30度/秒)

(b)

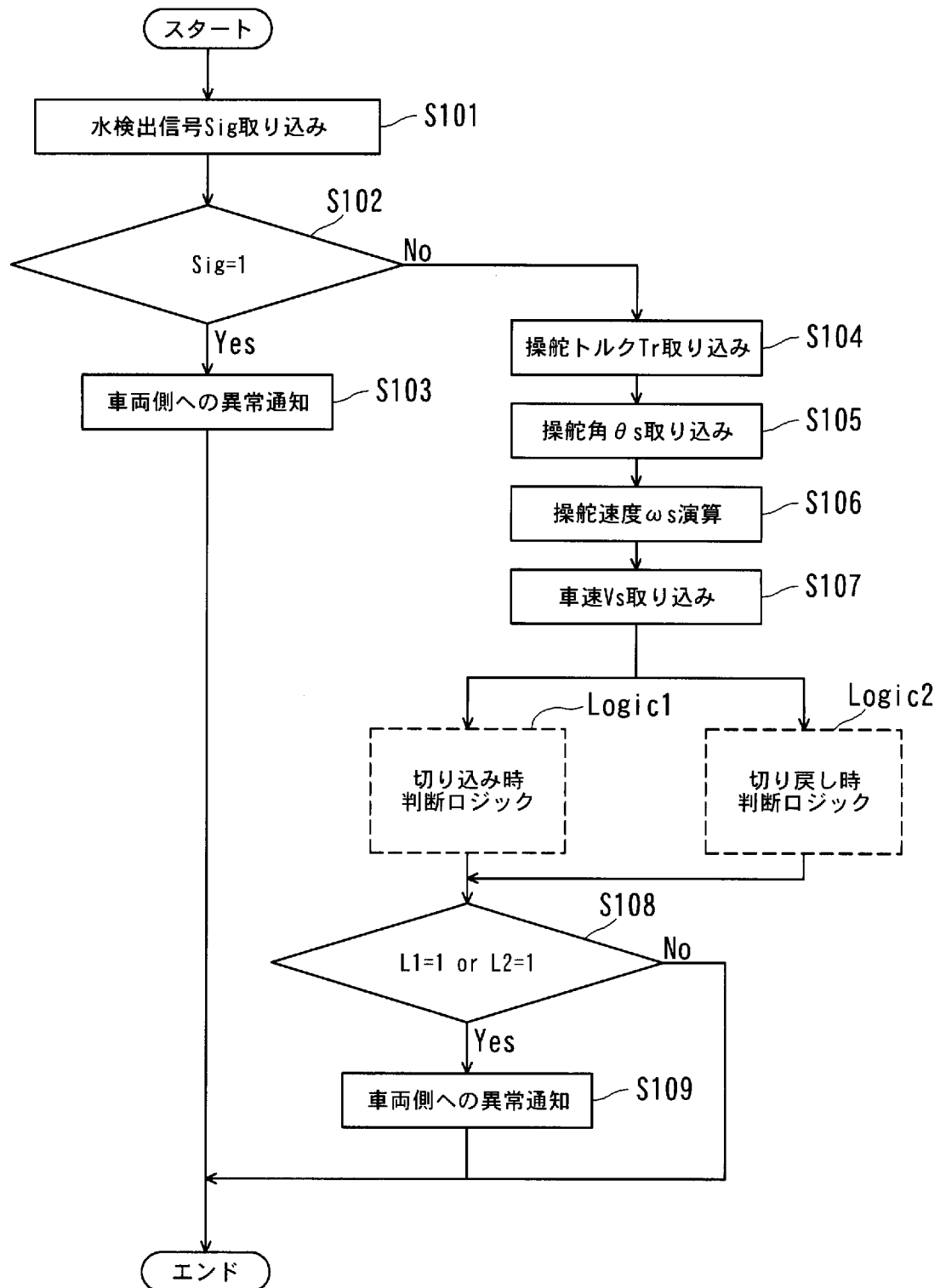


周波数 : 20-25Hz
(操舵速度 : 30度/秒)

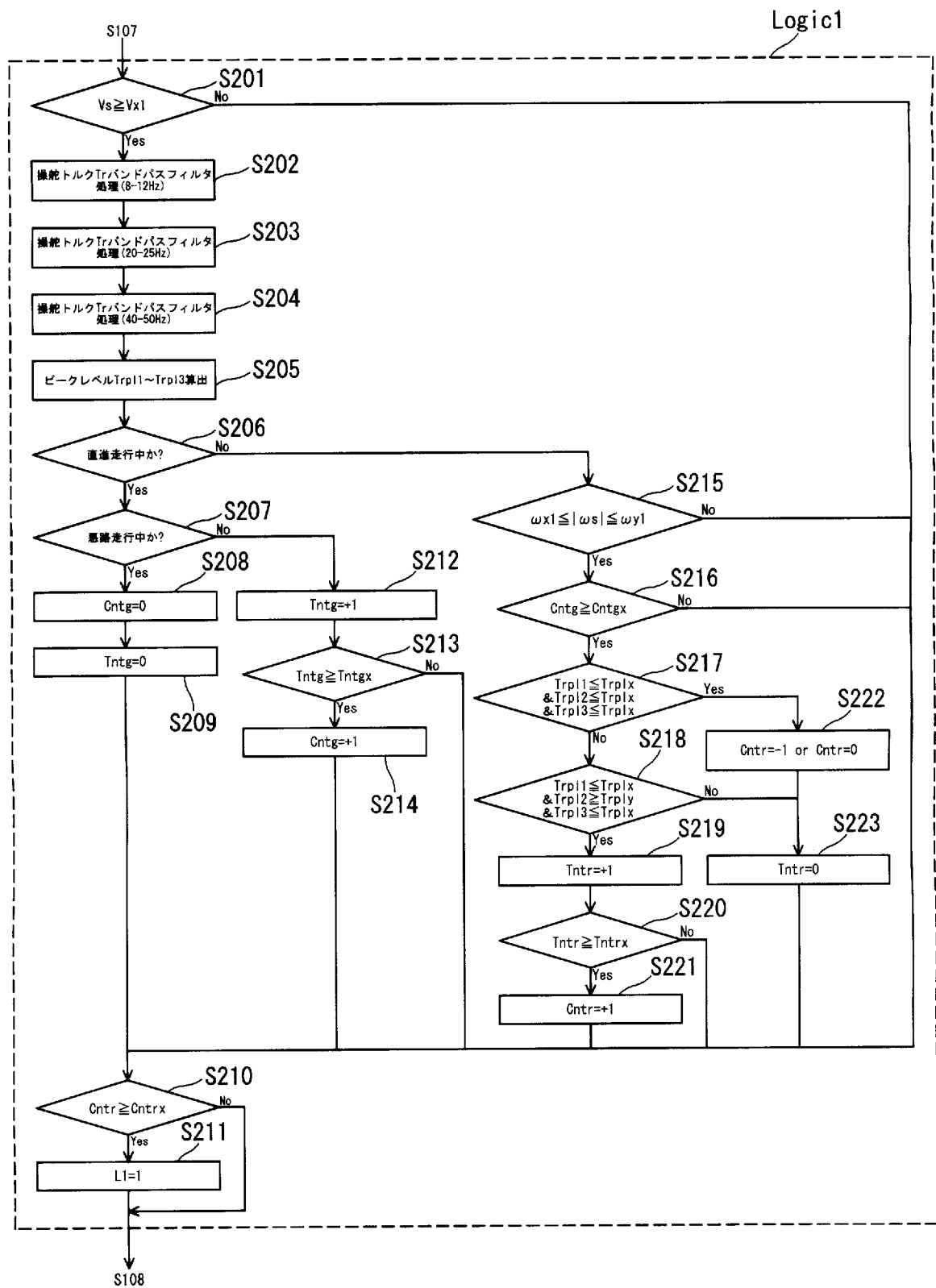
[図10]



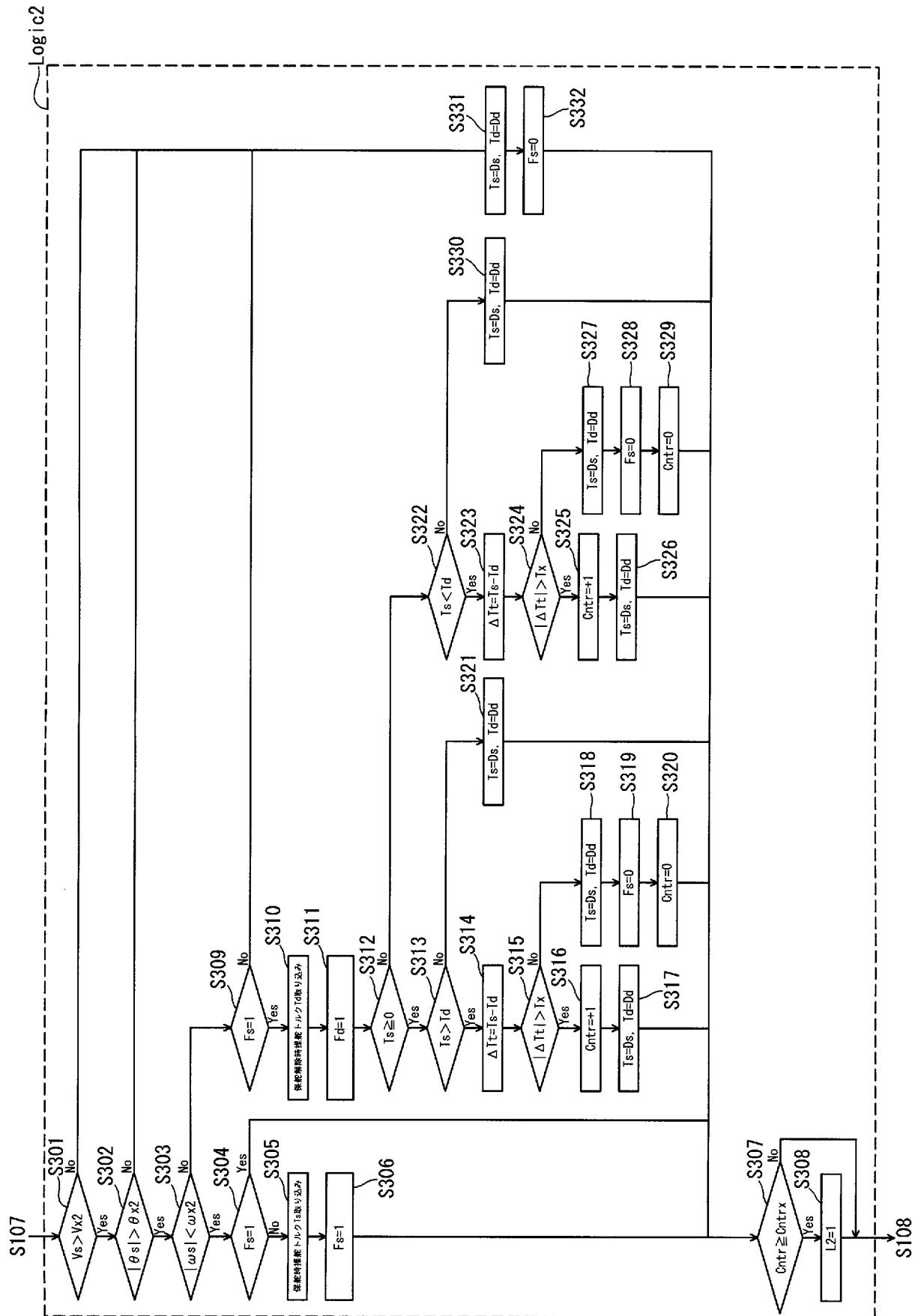
[図11]



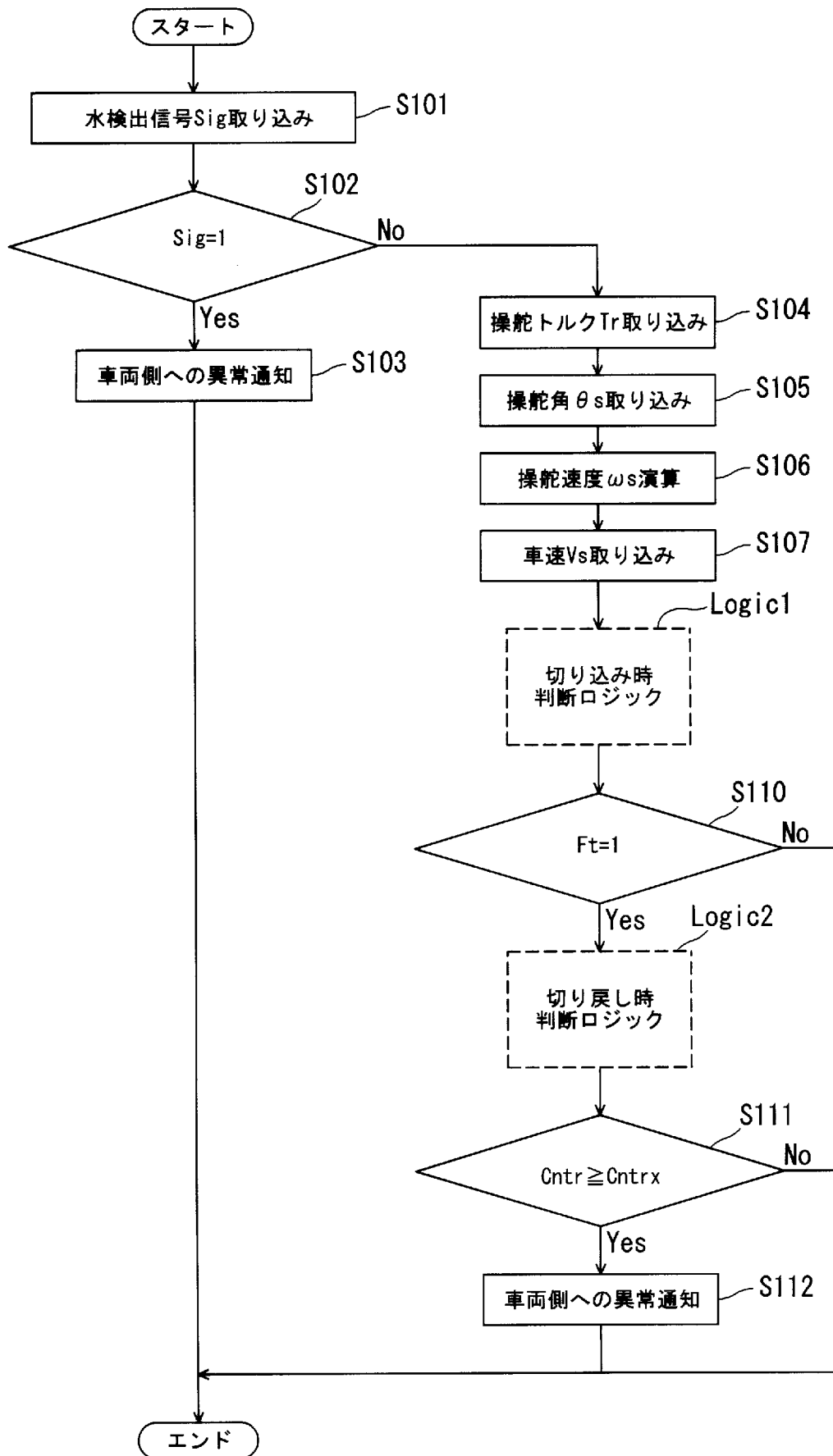
[図12]



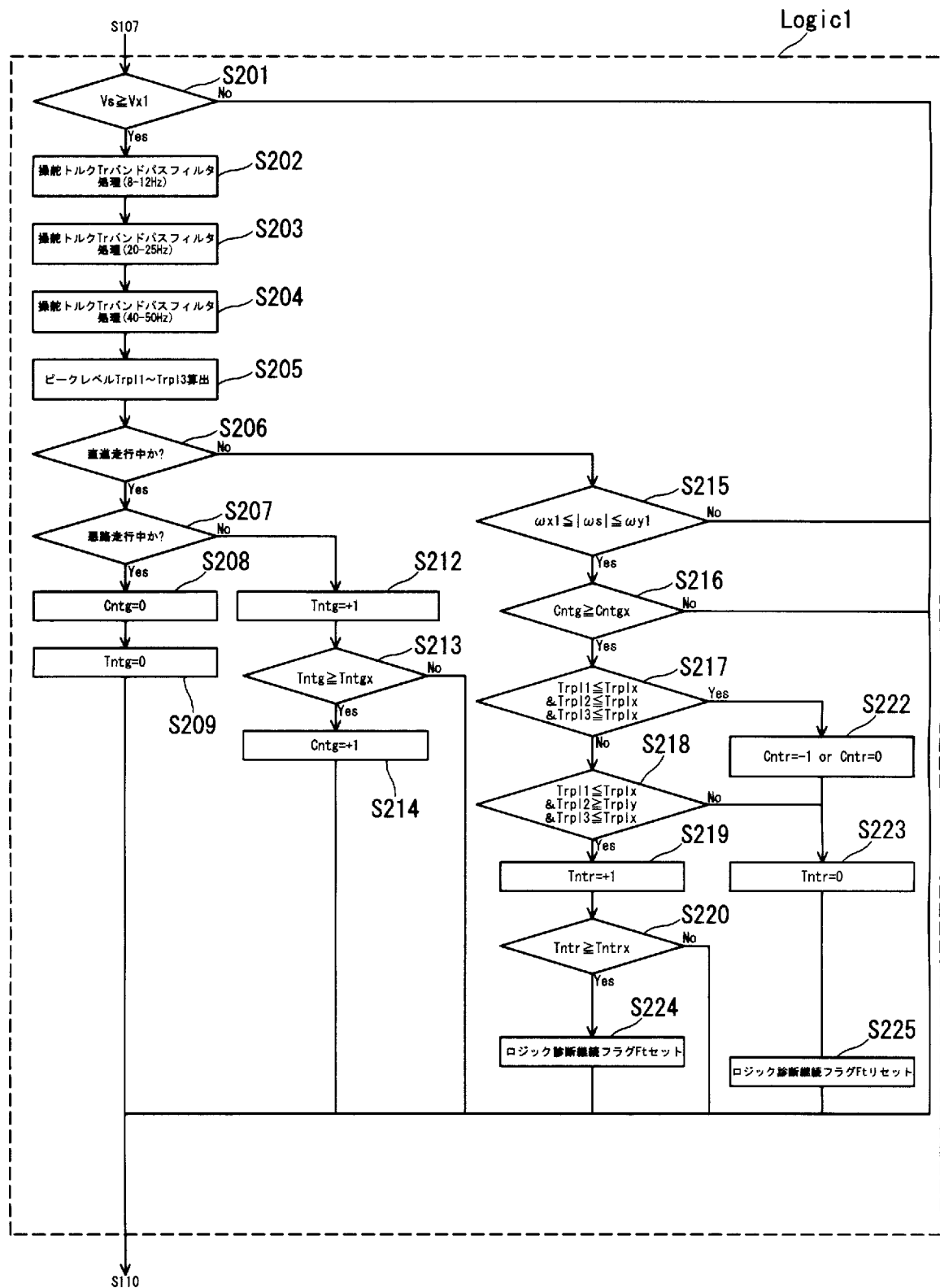
[図13]



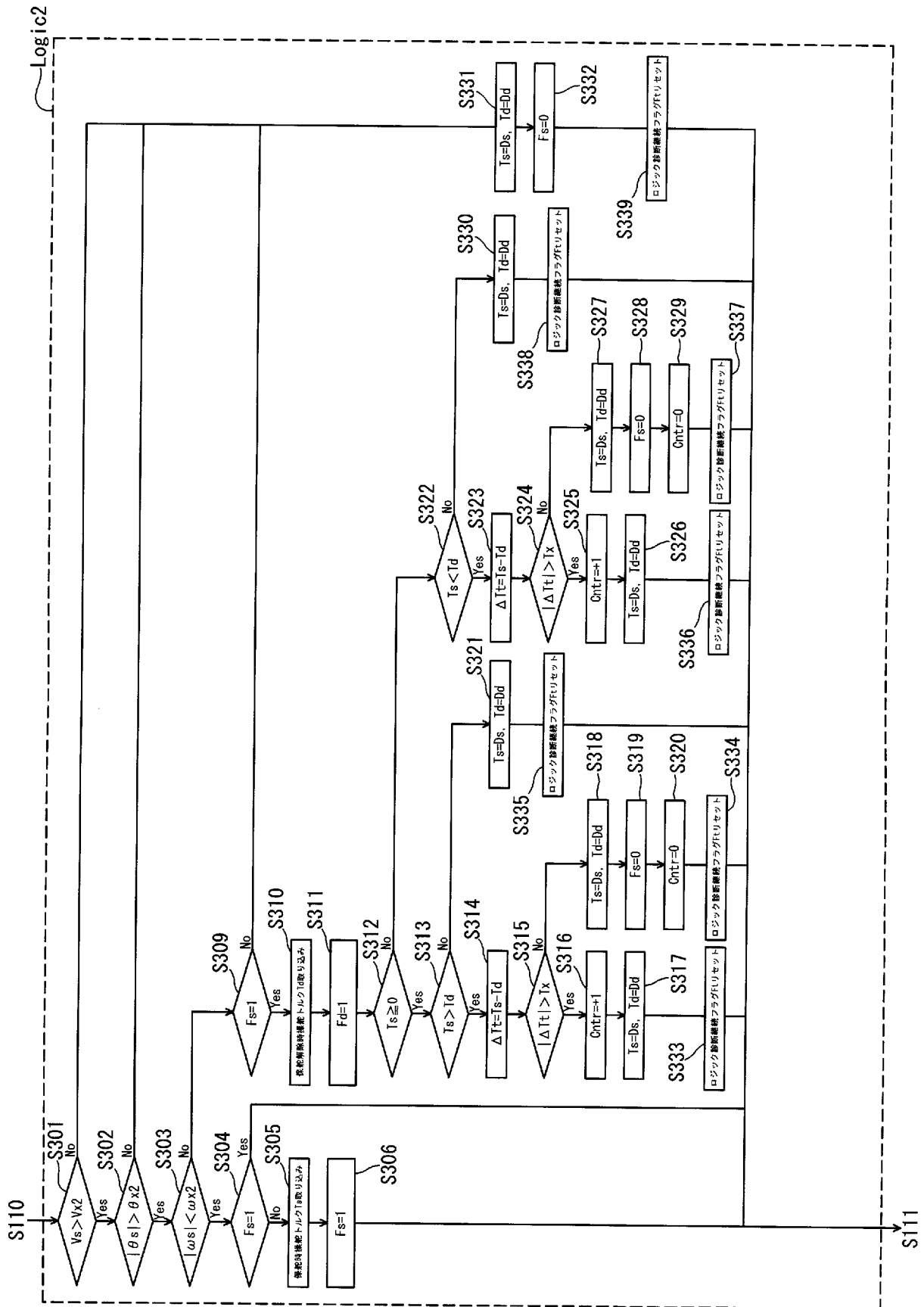
[図14]



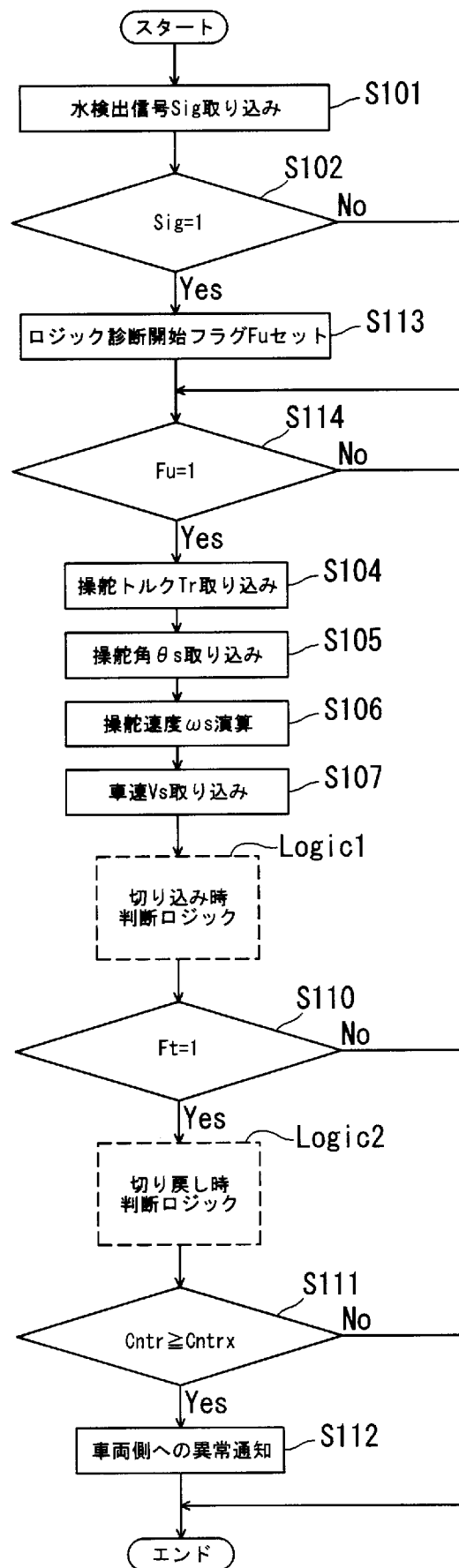
[図15]



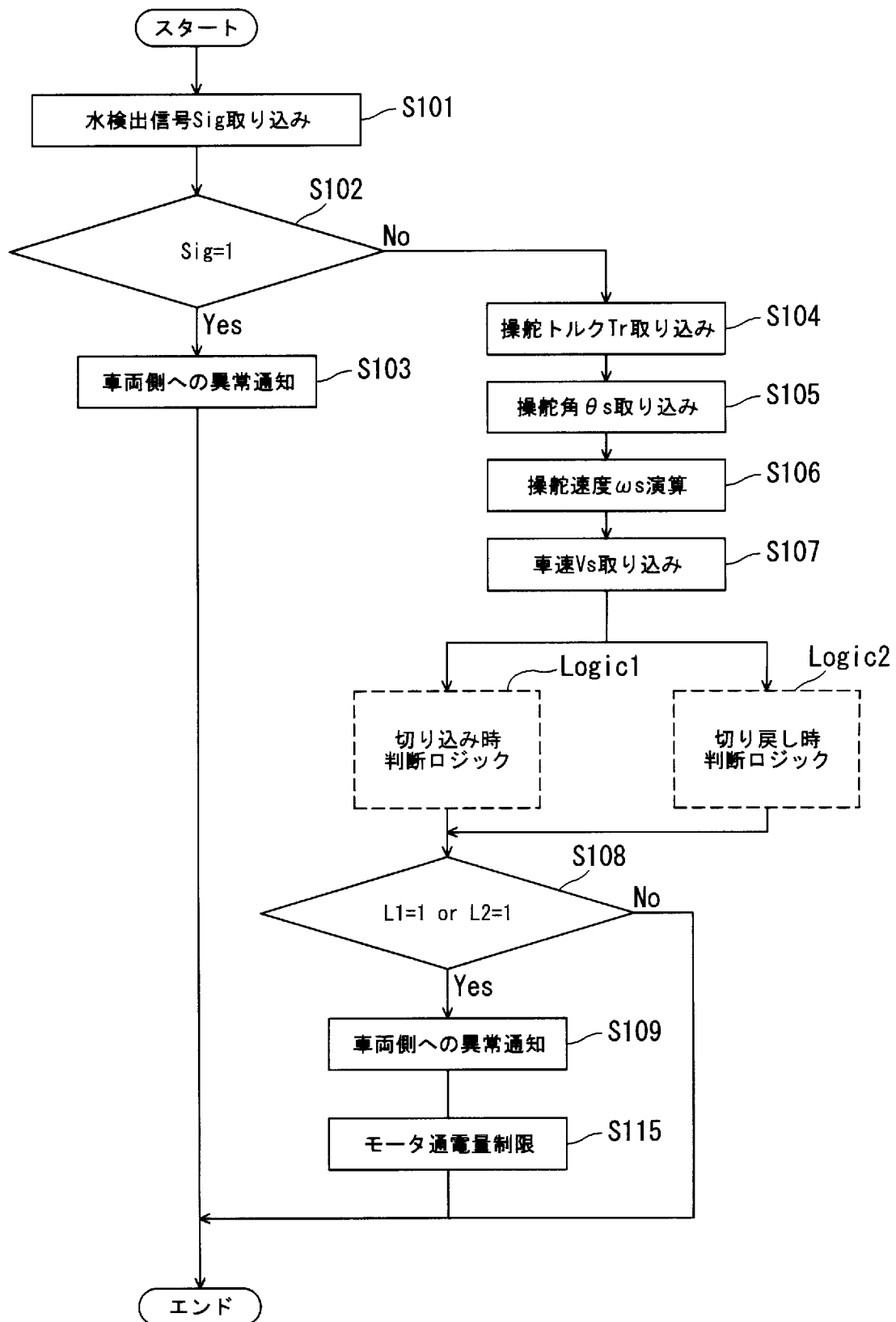
Logic2



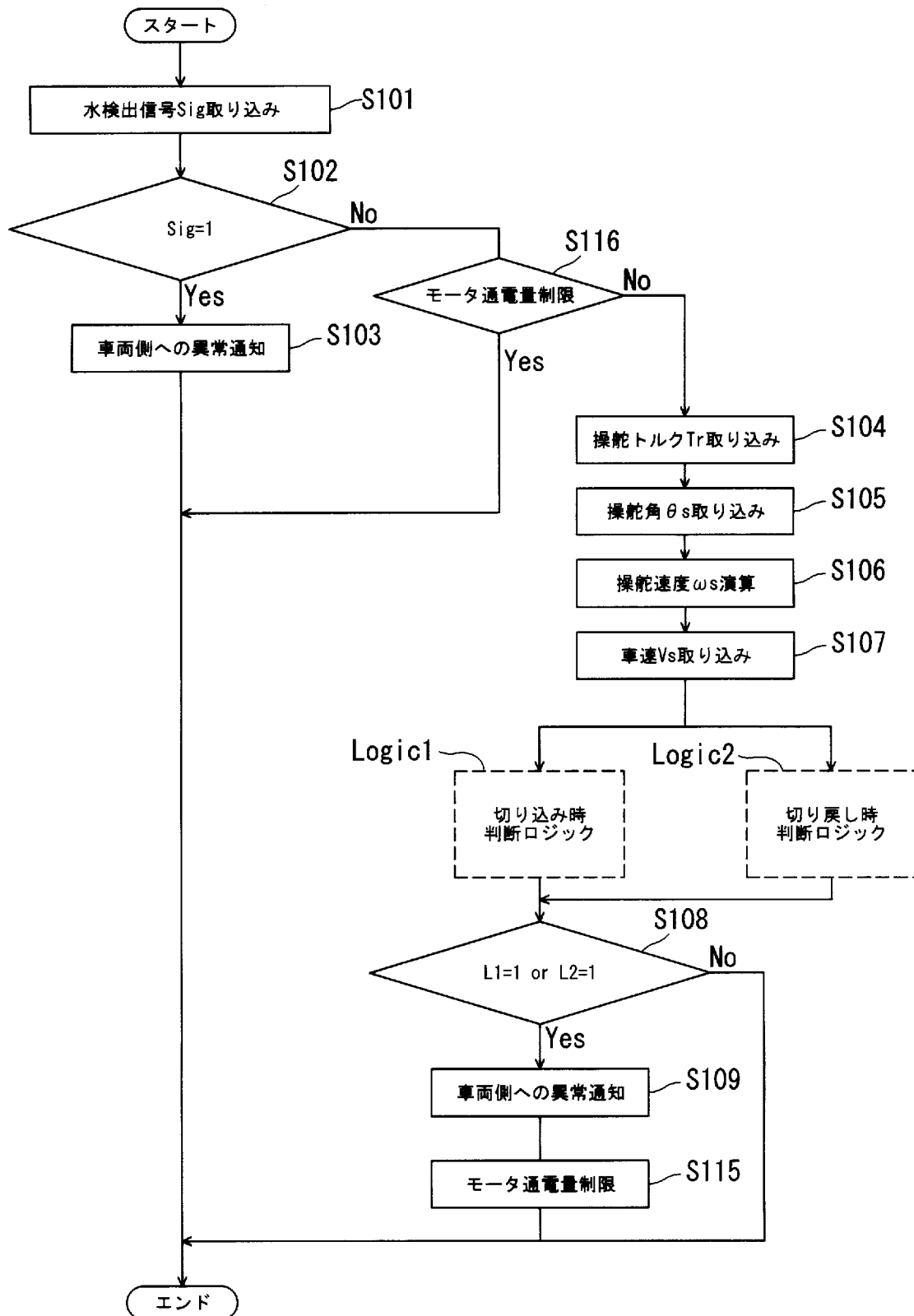
[図17]



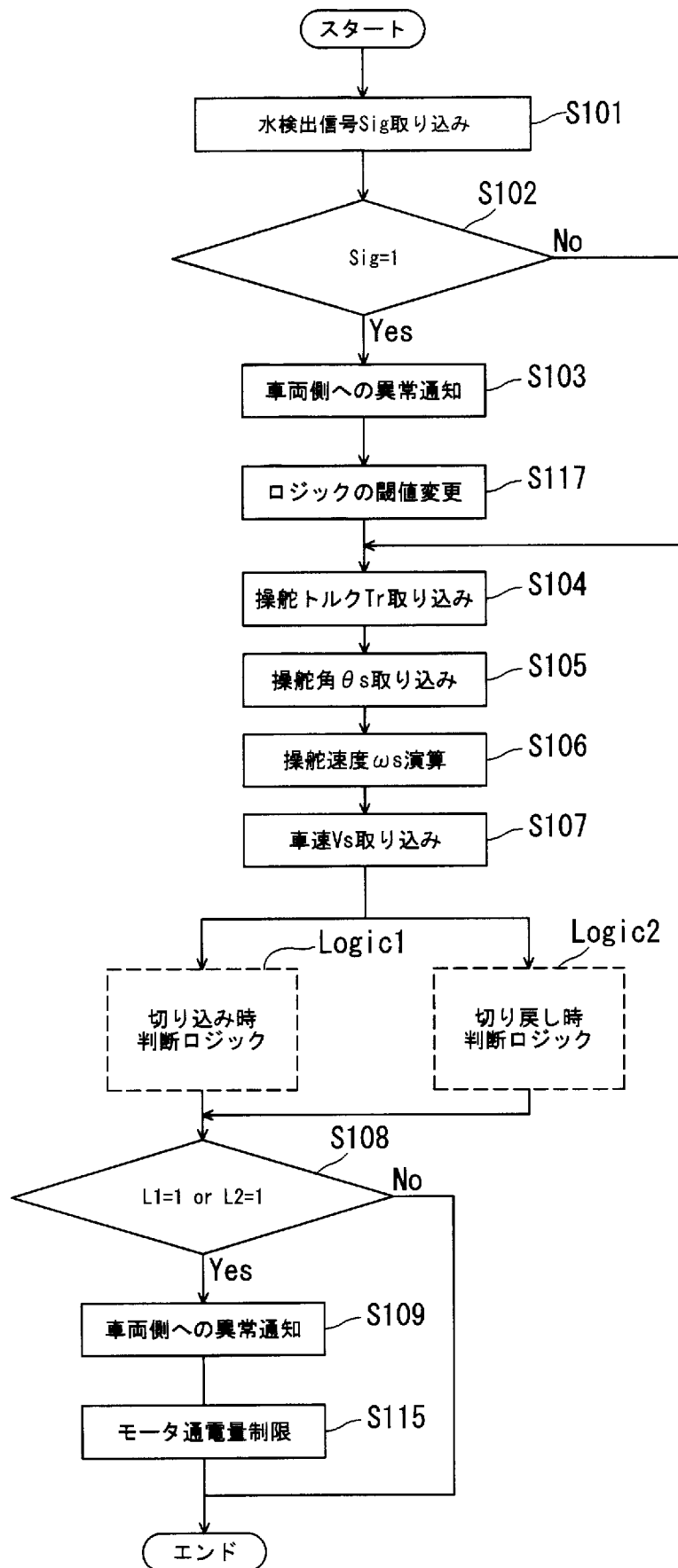
[図19]



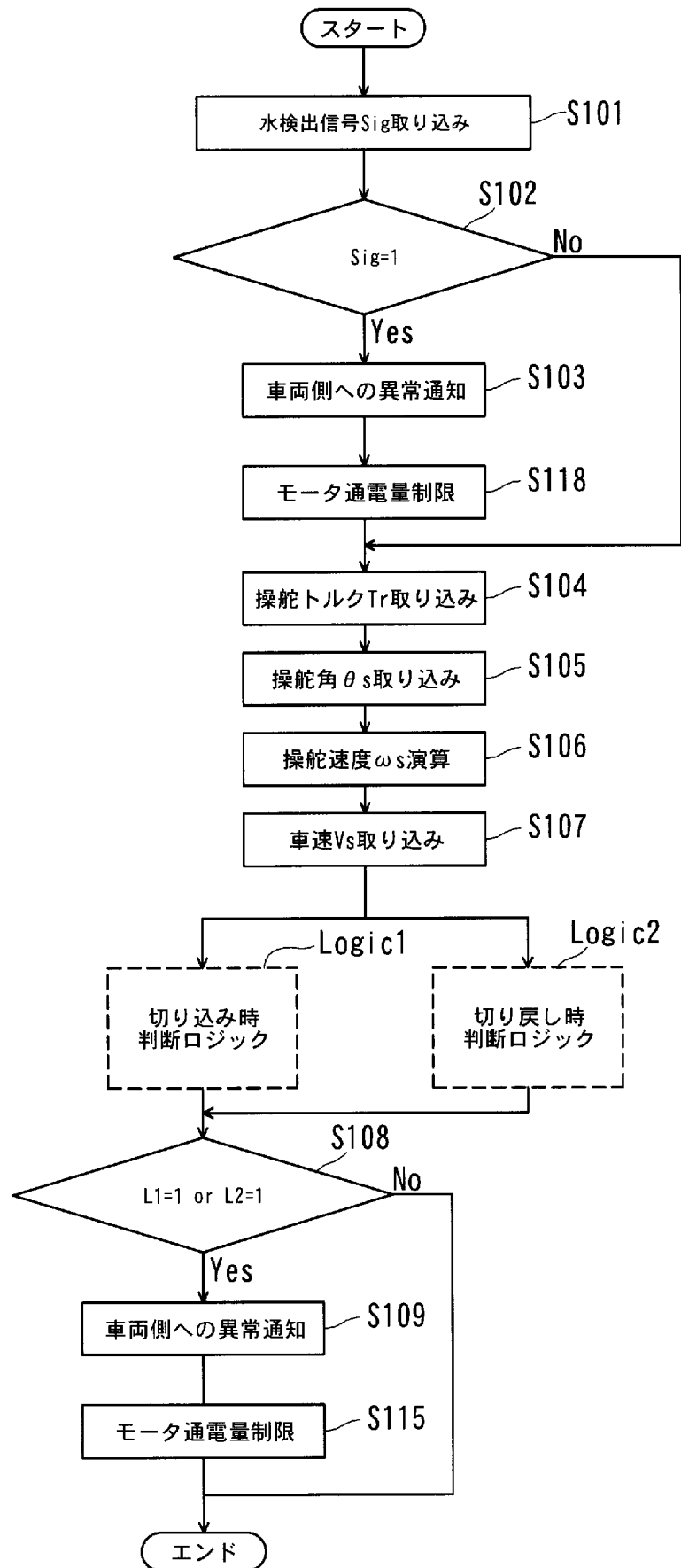
[図20]



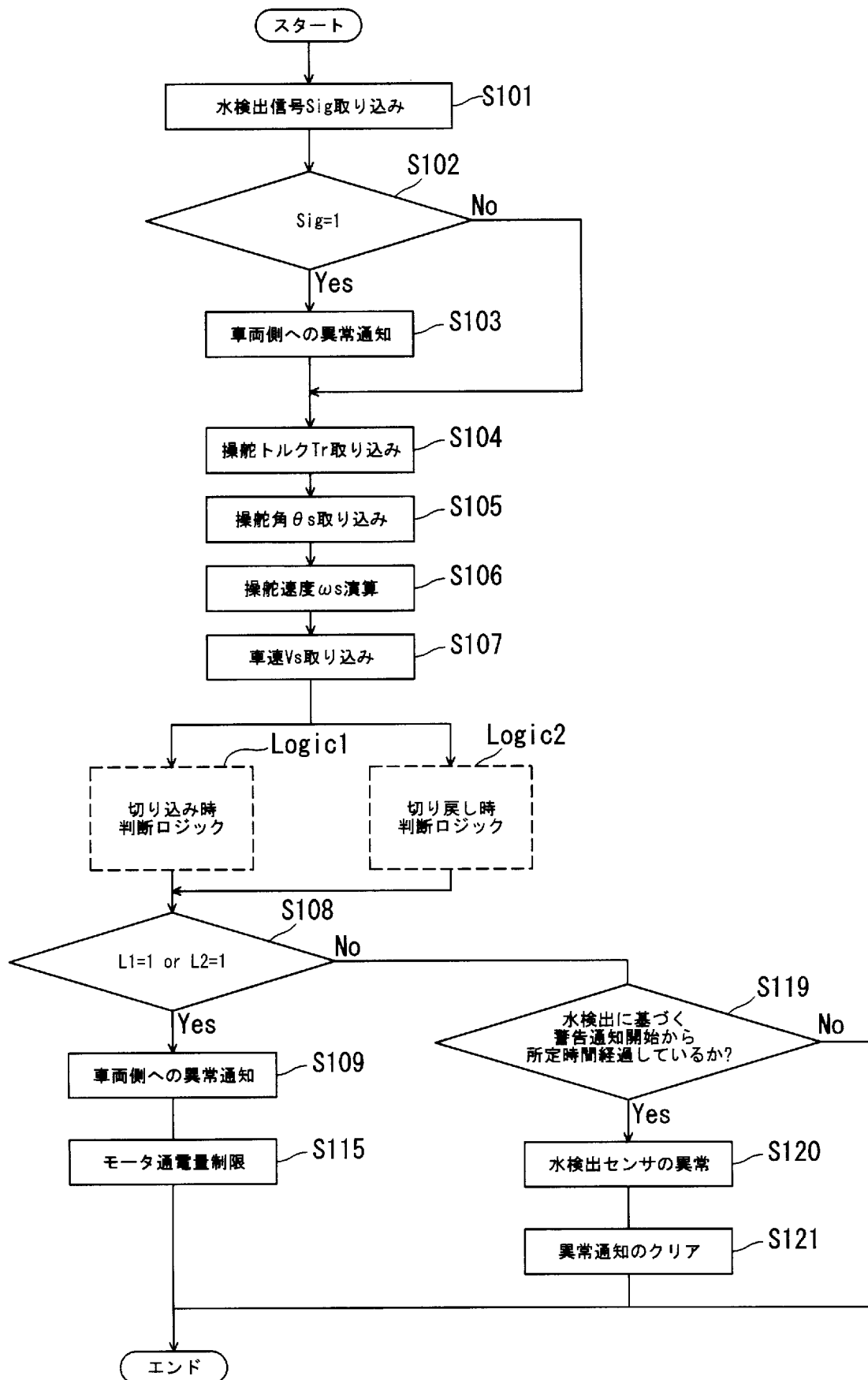
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/064478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D113/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n, B62D137/00(2006.01)n

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)

B62D5/00-B62D6/10, B62D113/00, B62D119/00, B62D137/00

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 A	JP 2014-234102 A (JTEKT Corp.), 15 December 2014 (15.12.2014), abstract (Family: none)	1, 4, 5, 7-9, 11, 14, 15, 17-19 2, 3, 6, 10, 12, 13, 16, 20
Y	JP 2008-037255 A (Toyota Motor Corp.), 21 February 2008 (21.02.2008), paragraphs [0046], [0047] (Family: none)	1, 4, 5, 7-9, 11, 14, 15, 17-19
Y	JP 2006-130959 A (NSK Ltd.), 25 May 2006 (25.05.2006), paragraph [0010] (Family: none)	4, 8, 9, 14, 18, 19

☒ 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
03 August 2016 (03.08.16)

Date of mailing of the international search report
16 August 2016 (16.08.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/064478

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-178270 A (Suzuki Motor Corp.), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraph [0022] (Family: none)	4, 8, 9, 14, 18, 19

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, B62D113/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n, B62D137/00(2006.01)n

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. B62D5/00 - B62D6/10, B62D113/00, B62D119/00, B62D137/00

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 A	JP 2014-234102 A (株式会社ジェイテクト) 2014. 12. 15, 【要約】 (ファミリーなし)	1, 4, 5, 7-9, 11, 14, 15, 17-19, 2, 3, 6, 10, 12, 13, 16, 20
Y	JP 2008-037255 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 02. 21, 段落【0046】、【0047】 (ファミリーなし)	1, 4, 5, 7-9, 11, 14, 15, 17-19

☑ 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

03.08.2016

国際調査報告の発送日

16.08.2016

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)

栗倉 裕二

3Q

3220

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

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 2006-130959 A (日本精工株式会社) 2006. 05. 25, 段落【0 0 1 0】 (ファミリーなし)	4, 8, 9, 14, 18, 19
Y	JP 2008-178270 A (スズキ株式会社) 2008. 07. 31, 段落【0 0 2 2】 (ファミリーなし)	4, 8, 9, 14, 18, 19