

(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3月31日(31.03.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/047384 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 117/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
B62D 113/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/074680
- (22) 国際出願日: 2015年8月31日(31.08.2015)
- (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 2014-193902 2014年9月24日(24.09.2014) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズステアリング株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS STEERING, LTD.) [JP/JP]; 〒3550812 埼玉県比企郡滑川町都25-10 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 光雄(SASAKI, Mitsuo); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名4丁目7番1号 日立オートモティブシステムズステアリング株式会社内 Kanagawa (JP). 後藤 信(GOTO, Makoto); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名4丁目7番1号 日立オートモティブシステムズステアリング株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 小野 新次郎, 外(ONO, Shinjiro et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号

新大手町ビル206区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).

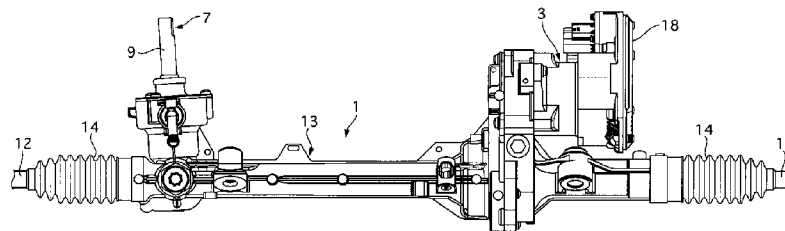
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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), 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))

(54) Title: POWER STEERING DEVICE, AND POWER-STEERING-DEVICE CONTROL CIRCUIT

(54) 発明の名称: パワーステアリング装置およびパワーステアリング装置の制御回路



(57) Abstract: Provided are a power steering device and a power-steering-device control circuit, wherein an abnormality in the power steering device is detected on the basis of whether or not a periodic change within a prescribed frequency range is present in the rotational frequency of an electric motor, the steering speed, or the steering torque.

(57) 要約: 電動モータの回転数、操舵速度、または操舵トルクの所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づきパワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置およびパワーステアリング装置の制御回路。



WO 2016/047384 A1

明 細 書

発明の名称：

パワーステアリング装置およびパワーステアリング装置の制御回路

技術分野

[0001] 本発明は、パワーステアリング装置およびパワーステアリング装置の制御回路に関する。

背景技術

[0002] 従来のパワーステアリング装置では、ラックバーを収容するハウジング内に雨滴センサを設置して装置の異常を検出している。上記説明の技術に係る一例が特許文献 1 に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-111032号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来装置において、異常検出のためのセンサを用いることなく装置の異常を検出して欲しいとのニーズがある。

[0005] 本発明の目的は、パワーステアリング装置において、異常検出のためのセンサを用いることなく装置の異常を検出することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一側面によれば、電動モータの回転数、操舵速度、または操舵トルクの所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づき装置の異常を検出する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施例 1 のパワーステアリング装置1の正面図である。

[図2]図 1 の一部断面図である。

[図3]操舵機構2の断面図である。

[図4]実施例1のコントロールユニット6の制御ブロック図である。

[図5]実施例1、実施例2および実施例3の錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図6]実施例1および実施例3の錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図7]実施例1および実施例2の錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図8]実施例1の錆異常検出制御処理時の錆異常発生時における動作を示すタイムチャートである。

[図9]実施例2のコントロールユニット6の制御ブロック図である。

[図10]実施例2の錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図11]実施例3の錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図12]実施例4の錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。

[図13]実施例4の錆異常検出制御処理の流れ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

[0008] 〔実施例1〕

以下に、本発明を実施するための形態を図面に基づく実施例を用いて説明する。

〔パワーステアリング装置の構成〕

図1は実施例1のパワーステアリング装置1の正面図、図2は図1の一部断面図、図3は操舵機構2の断面図である。

実施例1のパワーステアリング装置1は、操舵機構2、電動モータ3、ボールねじ機構4、トルクセンサ5およびコントロールユニット6を備える。

操舵機構2は、操舵軸7およびラックバー8を有する。操舵軸7は、ステアリングシャフト9、ピニオンシャフト10およびトーションバー11を有する。ステアリングシャフト9は、ステアリングホイールと一体に回転する。ピニオンシャフト10は、トーションバー11を介してステアリングシャフト9と接続されて

いる。ピニオンシャフト10は、の外周には、ピニオン歯10aが形成されている。ピニオン歯10aは、ラックバー8の外周に形成されたラック歯8aと噛み合っている。ラックバー8は、操舵軸7の回転に応じて車体幅方向に軸方向運動する。ラックバー8は、鋼材等の鉄系金属材料を用いて形成されている。ラックバー8の両端には、一对のタイロッド12、12の端部が接続されている。ステアリングシャフト9の一部、ピニオンシャフト10およびラックバー8は、ギアハウジング13に收容されている。ギアハウジング13は、アルミニウム合金を用いて形成されている。ギアハウジング13には、トルクセンサ5が收容されている。トルクセンサ5は、トーションバー11の捩じれ量に基づいて操舵機構2に発生する操舵トルク（トーションバートルク）を検出する。ギアハウジング13の車幅方向両端には、ダストブーツ14の車幅方向内側端が固定されている。ダストブーツ14は、ゴム等を用いて蛇腹環状に形成されている。ダストブーツ14の車幅方向外側端は、タイロッド12の車幅方向内側端に固定されている。

[0009] 電動モータ3は、三相ブラシレスモータである。電動モータ3は、操舵機構2に操舵力を付与するもので、モータシャフト15、ロータ16およびステータ17を有する。これらは、モータハウジング18に收容されている。モータハウジング18は、ギアハウジング13に固定されている。モータシャフト15は、ロータ16と一体に設けられている。モータシャフト15には、入力プーリ19が取り付けられている。入力プーリ19には、ベルト20が掛けられている。ロータ16は、モータハウジング18に回転可能に支持されている。ステータ17は、モータハウジング18に固定されている。モータハウジング18には、コントロールユニット6が收容されている。コントロールユニット6は、制御基板であり、トルクセンサ5により検出されたトーションバートルク等に基づき、電動モータ3を駆動制御するモータトルク指令（指令電流値）を演算し、電動モータ3を制御するアシスト制御を実施する。

ボールねじ機構4は、操舵機構2と電動モータ3との間に設けられている。ボールねじ機構4は、電動モータ3の回転力を操舵機構2に伝達する減速機である

。ボールねじ機構4は、転舵軸側ボールねじ溝21、ナット22、ナット側ボールねじ溝23、ボール24およびチューブ（循環部材）25を有する。転舵軸側ボールねじ溝21は、ラックバー8の外周側に設けられた螺旋状の溝である。ナット22は、ラックバー8を包囲するように設けられている。ナット22は、鋼材を用いて環状に形成されている。ナット22は、ギアハウジング13に対し回転可能、かつ、軸方向移動不能に支持されている。ナット22の外周には、出力プーリ40が固定されている。出力プーリ40には、ベルト20が掛けられている。ナット側ボールねじ溝23は、ナット22の内周に設けられた螺旋状の溝である。ナット側ボールねじ溝23は、転舵軸側ボールねじ溝21と共にボール循環溝26を構成する。ボール24は、ボール循環溝26内に複数設けられている。ボール24は、鋼材を用いて形成されている。チューブ25は、ナット22の外周側に設けられ、ボール循環溝26の一端側または他端側に達したボール24は、チューブ25を介してボール循環溝26の他端側または一端側へと戻される。

実施例1のパワーステアリング装置1は、電動モータ3の回転力を、入力プーリ19、ベルト20、出力プーリ40を介してボールねじ機構4に伝達し、ラックバー8に軸方向駆動力を付与することで運転者の操舵をアシストする。

[0010] 図4は、実施例1のコントロールユニット6の制御ブロック図である。

コントロールユニット6は、アシスト制御部（モータ制御回路）29、モータ制御部30、錆検出部（異常検出回路）31および電源遮断装置32を有する。アシスト制御部29は、車速センサ27からの車速、トルクセンサ5からのトーションバートルクおよび舵角センサ28からの舵角が入力される。アシスト制御部29は、車速、トーションバートルクおよび舵角に基づいてモータトルク指令を演算し、モータ制御部30に出力する。モータ制御部30は、モータトルク指令に基づいて電動モータ3の各相へ電流指令値を演算する。モータ制御部30は、電動モータ3の各相に流れるモータ電流値が電流指令と一致するように電動モータ3の電流を制御する。モータ電流値は、電流センサ34により検出される。

錆検出部31は、モータ回転数、トーションバートルクおよび舵角（舵角から求まる舵角速度）に基づき、ボールねじ機構4において錆の発生に起因する

異常（以下、錆異常とも言う。）、具体的には、ボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化に伴う操舵の引っ掛かりを検出する。なお、ボールねじ機構4の破損やギアハウジング13内への異物混入時においても、錆の発生時と同様にボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化が発生することがある。よって、錆検出部31では、これらの異常についても検出可能である。モータ回転数は、回転数センサ35により検出される。錆検出部31は、モータ回転数信号およびトーションバートルク信号をローパスフィルタ処理するローパスフィルタ31aを有する。錆検出部31は、異常が検出された場合、警告装置（車載搭載機器）33に対し警告要求を出力する。警告装置33は、例えば、警告灯を点灯させて運転者に異常を知らせる。警告音を発してもよい。また、錆検出部31は、異常が検出された場合、次にイグニッションスイッチがオンされたとき、電源遮断装置32に対し電源遮断要求を出力し、アシスト制御を中止する。電源遮断装置32は、電源遮断要求を受けた場合、電動モータ3に供給される電力を遮断する。

[0011] [錆異常検出制御処理]

図5、図6および図7は、実施例1の錆検出部31により実行される錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS1では、運転者によってイグニッションスイッチがオンされる。

ステップS2では、前回まで（ステップS1でイグニッションスイッチがオンされる前まで）に錆異常が確定しているか否かを判定する。YESの場合はステップS3へ進み、N0の場合はステップS4へ進む。錆異常が確定しているか否かは、EEPROMデータから錆異常確定フラグを読み込み、錆異常確定フラグがセットされている場合に錆異常が確定していると判定する。

ステップS3では、電源遮断装置32に対し電源遮断要求を出力し、アシスト制御を中止する（マニュアルステア）。

ステップS4では、方向判断フラグがセットされているか否かを判定する。YESの場合はステップS5へ進み、N0の場合はステップS9へ進む。

ステップS5では、モータ回転数が上昇しているか否かを判定する。YESの場

合はステップS6へ進み、N0の場合はステップS18へ進む。モータ回転数の増加は、前回の演算周期におけるモータ回転数と今回の演算周期におけるモータ回転数の比較により行う。

ステップS6では、方向判断フラグをリセットする。

ステップS7では、方向判断フラグのリセット側周波数検出カウンタをカウンタアップする。

ステップS8では、方向判断フラグのセット側周波数検出カウンタをクリアする。

ステップS9では、舵角が所定範囲内であるか否かを判定する。YESの場合はステップS10へ進み、N0の場合はステップS31へ進む。所定範囲は、ラックバー8がストロークエンド付近に到達しない舵角の範囲であって、例えば-450～450[deg]とする。

ステップS10では、アシスト制限値が低下していないか否かを判定する。YESの場合はステップS11へ進み、N0の場合はステップS31へ進む。アシスト制御部29は、電動モータ3の電圧や温度が高くなると、モータ保護のためにモータトルク指令をアシスト制限値により制限している。アシスト制限値が正常値（例えば6.3[N]）を維持している場合は、アシスト制限値が低下していないと判定する。

[0012] ステップS11では、舵角速度（操舵速度）が所定範囲内であるか否かを判定する。YESの場合はステップS12へ進み、N0の場合はステップS31へ進む。舵角速度は、舵角センサ28により検出された舵角を微分して求める。所定範囲は、錆の発生に伴う操舵の引っ掛かりが発生する舵角速度であって、例えば5～45[deg/sec]とする。ここで、所定範囲の下限（第4所定値）を5[deg/sec]としているのは、錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化が生じない非操舵状態（ほとんど操舵されていない状態）を除外するためである。また、所定範囲の上限（第5所定値）を45[deg/sec]としているのは、錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化が生じない強制操舵状態（運転者により強制的に操舵されている状態）を除外するため

である。

ステップS12では、ローパスフィルタ31aによってトーションバートルク信号（トルクセンサ5の信号）をローパスフィルタ処理する。ローパスフィルタ31aのカットオフ周波数は、ノイズを除去することができる周波数であって、例えば6[Hz]とする。

ステップS13では、ローパスフィルタ31aによってモータ回転数信号をローパスフィルタ処理する。

ステップS14では、トーションバートルクに平均化処理を行う。平均化処理は、所定演算周期内のトーションバートルクの平均値を求める処理である。

ステップS15では、トーションバートルクの平均値が所定値以上であるか否かを判定する。YESの場合はステップS16へ進み、NOの場合はステップS31へ進む。所定値は、例えば5[Nm]とする。ここで、ボールねじ機構4に錆等の異常が生じていない正常時において、舵角速度が5～45[deg/sec]の範囲にある場合、トーションバートルクの平均値は4[Nm]程度である。よって、トーションバートルクの平均値が5[Nm]以上である場合には、ボールねじ機構4に異常が発生していると判定できる。

ステップS16では、トーションバートルクが増加し、かつ、モータ回転数が低下しているか否かを判定する。YESの場合はステップS17へ進み、NOの場合はステップS31へ進む。トーションバートルクの増加は、前回の演算周期におけるトーションバートルクと今回の演算周期におけるトーションバートルクの比較により行う。モータ回転数の低下判定についても同様である。

ステップS17では、方向判断フラグをセットする。

ステップS18では、方向判断フラグのセット側周波数検出カウンタをカウントアップする。

ステップS19では、モータ回転数変動の周波数が所定範囲内であるか否かを判定する。YESの場合はステップS20へ進み、NOの場合はステップS31へ進む。所定範囲は、錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化の周波数範囲2～3[Hz]に対し、上下限にマージンを持たせた範囲であって、

例えば1～5[Hz]とする。ここで、周波数の上限を5[Hz]としているのは、トーションバー11の共振（共振周波数は5[Hz]よりも大きい）との混同を抑制するためである。また、周波数の下限を1[Hz]以上としているのは、錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化が発生しない車両の直進状態を除外するためである。モータ回転数変動の周波数は、方向判断フラグがリセットされてから次回リセットされるまでの、リセット側周波数検出カウンタのカウント値とセット側周波数検出カウンタのカウント値の和に演算周期を乗じた値（周期）の逆数とする。

[0013] ステップS20では、回転数増加側（方向判断フラグのリセット側）の周波数検出カウンタをクリアする。

ステップS21では、モータ回転数変動の1周期におけるモータ回転数の最大回転数および最小回転数を算出する。

ステップS22では、最小回転数の符号と最大回転数の符号とが一致しているか否かを判定する。YESの場合はステップS23へ進み、NOの場合はリターンへ進む。錆異常に伴う操舵の引っ掛かりが発生しているとき、モータ回転数の符号は変化しない。よって、モータ回転数の符号が反転した場合には、別の要因によってモータ回転数変動している可能性が高いため、この場合は異常検出をキャンセルし、誤検出を抑制する。

ステップS23では、最大回転数と最小回転数との差である回転数変動を算出する。

ステップS24では、回転数変動が所定値以上であるか否かを判定する。YESの場合はステップS25へ進み、NOの場合はリターンへ進む。所定値は、錆異常に伴う操舵の引っ掛かりが発生していると予測することができる回転数変動であって、例えば100[rpm]とする。

ステップS25では、異常検出カウンタをカウントアップする。

ステップS26では、異常検出カウンタが所定値以上であるか否かを判定する。YESの場合はステップS27へ進み、NOの場合はステップS28へ進む。所定値は、例えば10とする。

ステップS27では、錆異常を確定する。

ステップS28では、異常検出カウンタを保持する。

ステップS29では、車両側の警告装置33に対し警告要求信号を出力する。

ステップS30では、EEPROMデータの錆異常確定フラグをセットし、錆異常が確定したことを記録する。

ステップS31では、異常検出カウンタをクリアする。

[0014] [実施例1の錆異常検出方法について]

パワーステアリング装置において、ダストブーツの破損等によりラックバーを収容するハウジングに水やダストが侵入すると、鋼材を用いて形成された減速機（ボールねじ機構）に錆が発生する。錆が進行すると、ステアリングロックのおそれがあるため、錆の発生を検出してパワーステアリング機能の停止や運転者への警告を行う必要がある。この対策として、従来のパワーステアリング装置では、ハウジング内に雨滴センサを設置してハウジング内への水の浸入を検出している。しかしながら、この構成を採用した場合、雨滴センサの追加を強いられ、コストアップ等のデメリットがある。

ボールねじ機構に錆が発生した場合、操舵時にボールねじ機構の作動負荷が周期的に変化することで、操舵の引っ掛かりが発生する。そこで、実施例1のパワーステアリング装置1では、ボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化を検出することにより、錆異常を検出する。錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化は、モータ回転数、舵角速度およびトーションバートルクの周期的な変化として現れる。具体的には、錆の発生に起因する操舵の引っ掛かりが発生している場合、トーションバートルクの下降、上昇とモータ回転数および舵角速度の上昇、下降とが同期して発生する。モータ回転数、舵角速度およびトーションバートルクは、いずれもパワーステアリング装置に既存のセンサによって検出または算出可能である。実施例1では、モータ回転数およびトーションバートルクの周期的な変化に基づいて錆異常を検出しているため、異常検出のためのセンサを追加することなく錆異常を検出することができる。さらに、舵角速度が高い状態、ほとんど操

舵していない状態、運転者によって強制的に操舵されている状態、ラックバー8がストロークエンド付近にある状態およびアシスト制限時には錆異常を検出しないことにより、別の要因（トーションバーの共振等）によるモータ回転数等の周期的な変化との混同を抑制することができ、異常検出精度の向上を図ることができる。

[0015] 図8は、実施例1の錆異常検出制御処理時の錆異常発生時における動作を示すタイムチャートである。

時点t1では、トーションバートルクが増加しており、かつ、モータ回転数が低下し始めるため、方向判断フラグがセットされる。時点t1～t2の間では、方向判断フラグのセット側周波数カウンタがカウントアップされる。

時点t2では、モータ回転数が上昇を開始するため、方向判断フラグがリセットされ、方向判断フラグのセット側周波数カウンタがクリアされる。時点t2～t3の間では、方向判断フラグのリセット側周波数カウンタがカウントアップされる。

時点t3では、トーションバートルクが増加しており、かつ、モータ回転数が低下し始めるため、方向判断フラグがセットされる。時点t3～t4の間では、方向判断フラグのセット側周波数カウンタがカウントアップされる。

時点t4では、モータ回転数が上昇を開始するため、方向判断フラグがリセットされ、方向判断フラグのセット側周波数カウンタがクリアされる。このとき、方向判断フラグがリセットされたときのリセット側周波数カウンタのカウント値とセット側周波数カウンタのカウント値との和から求まる周波数は所定範囲(1～5[Hz])内であり、回転数変動が所定値(100[rpm])以上であるため、異常検出カウンタがカウントアップされる。

時点t5では、トーションバートルクが増加しており、かつ、モータ回転数が低下し始めるため、方向判断フラグがセットされる。

時点t5以降は、時点t3～t4の処理が繰り返され、異常検出カウンタが所定値(10)となった時点で、錆異常が確定され、EEPROMデータの錆異常確定フラグがセットされると共に、警告装置33により運転者に錆異常の警告がなされ

る。

[0016] 実施例1にあっては、以下に列挙する効果を奏する。

(1-1) ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸7と、操舵軸7の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバー8と、を有する操舵機構2と、操舵機構2に操舵力を付与する電動モータ3と、操舵機構2と電動モータ3の間に設けられ、電動モータ3の回転力を操舵機構2に伝達する減速機であって、ラックバー8の外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝21と、ラックバー8を包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、ラックバー8に対し回転自在に設けられたナット22と、ナット22の内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し転舵軸側ボールねじ溝21と共にボール循環溝26を構成するナット側ボールねじ溝23と、鉄系金属材料で形成されボール循環溝26内に設けられた複数のボール24と、ナット22の回転軸に対する径方向においてナット22の外側に設けられ、複数のボール24がボール循環溝26の一端側から他端側へ循環可能にボール循環溝26の一端側と他端側とを接続するチューブ25と、を有するボールねじ機構4を備える減速機と、操舵機構2に発生するトーションバートルクを検出するトルクセンサ5と、トーションバートルクに基づき、電動モータ3を駆動制御するモータトルク指令値を演算し、電動モータ3に出力するコントロールユニット6と、コントロールユニットに設けられ、モータ回転数の所定周波数範囲(1~5[Hz])内における周期的な変化の有無に基づき装置の異常(錆異常)を検出する錆検出部31と、を有する。

よって、異常検出のためのセンサを用いることなく装置の異常を高精度に検出することができる。

[0017] (2-2) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、操舵機構2は、操舵軸7に設けられたトーションバー11を備え、トルクセンサ5は、トーションバー11の捩じれ量に基づきトーションバートルクを検出し、錆検出部31における所定周波数は、トーションバー11の共振周波数(5[Hz]超)未満に設定される。

よって、トーションバー11の共振との混同を抑制することができる。

(3-3) 上記(2-2)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31における所定周波数は、5[Hz]以下に設定される。

パワーステアリング装置に用いられるトーションバー11の共振周波数（5[Hz]超）を考慮した場合、錆検出部31における所定周波数を5ヘルツ以下に設定することにより、トーションバー11の共振との混同を抑制することができる。

(4-4) 上記(2-2)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31における所定周波数は、1[Hz]以上に設定される。

所定周波数が1[Hz]未満となる直進状態では、錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化は発生しない。よって、直進状態では、錆異常を検出しないことで、異常検出精度の向上を図ることができる。

(5-5) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31は、トーションバートルクおよびモータ回転数に基づき装置の異常を検出する。

錆の発生に起因してボールねじ機構4の作動負荷の周期的な増大が生じた場合、モータ回転数は下降し、トーションバートルクは上昇する。この下降と上昇の組み合わせをさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

[0018] (6-6) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31は、モータ回転数が第1所定値より下降した周期、舵角速度が第2所定値より下降した周期、またはトーションバートルクが第3所定値より上昇した周期に基づき装置の異常を検出する。

錆の発生に起因してボールねじ機構4の作動負荷の周期的な増大が生じた場合、モータ回転数および舵角速度は錆が発生していない正常時に想定される値（第1所定値および第2所定値）よりも下降し、その後上昇する。一方、トーションバートルクは錆が発生していない正常時に想定される値（第3所定値）よりも上昇し、その後下降する。この下降と上昇の組み合わせをさら

に考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(7-7) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31は、舵角速度が5[deg/sec]以上かつ45[deg/sec]以下のとき、装置の異常を検出する。

舵角速度が5[deg/sec]未満となる非操舵状態、および舵角速度が45[deg/sec]を超える強制操舵状態では、錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化は発生しない。よって、非操舵状態および強制操舵状態では錆異常を検出しないことで、異常検出精度の向上を図ることができる。

(8-9) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、コントロールユニット6に設けられたローパスフィルタ31aを備え、錆検出部31は、ローパスフィルタ31aによりフィルタ処理された電動モータ3の回転数およびトーションバートルクの信号に基づき装置の異常を検出する。

よって、ローパスフィルタ31aによりモータ回転数信号およびトーションバートルク信号から高周波ノイズが除去されるため、異常検出精度の向上を図ることができる。

[0019] (9-10) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31は、トーションバートルクの所定期間内における平均値が所定値より高いとき装置の異常を検出する。

ボールねじ機構4の作動に異常が生じたときは、トーションバートルクの平均値も上昇するため、このトーションバートルクの上昇もさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(10-12) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31は、ラックバー8がストロークエンド付近まで移動した状態（舵角が所定範囲(-450~450[deg])外）におけるモータ回転数、舵角速度およびトーションバートルクの情報を装置の異常の検出に使用しない。

ストロークエンド付近では、モータ回転数および舵角速度はほぼゼロとなり、また突き当て状態ではトーションバートルクが通常よりも大きくなる。これらは誤検出要因となり得るため、ストロークエンド付近における情報を

異常検出に使用しないことにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(11-13) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31は、装置の異常を検出したとき、運転者に異常を知らせる警告装置33に装置の異常に関する信号を出力する。

よって、装置の異常が検出されたときは、警告灯や警告音で運転者に知らせることにより、安全性を高めることができる。

(12-14) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部31は、錆検出部31によって検出された装置の異常以外の原因でモータトルク指令値にアシスト制限値による制限が掛かった状態におけるモータ回転数、舵角速度およびトーションバートルクの情報を装置の異常の検出に使用しない。

ボールねじ機構4の作動の異常とは異なる要因でモータトルク指令値に制限が掛かった状態では、それが原因となりモータ回転数、舵角速度およびトーションバートルクに影響が出る可能性がある。これらは誤検出要因となり得るため、この状態における情報を異常検出に使用しないことにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

[0020] (13-15) パワーステアリング装置の制御回路であって、パワーステアリング装置は、ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸7と、操舵軸7の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバー8と、を有する操舵機構2と、操舵機構2に操舵力を付与する電動モータ3と、操舵機構2と電動モータ3の間に設けられ、電動モータ3の回転力を操舵機構2に伝達する減速機であって、ラックバー8の外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝21と、ラックバー8を包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、ラックバー8に対し回転自在に設けられたナット22と、ナット22の内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し転舵軸側ボールねじ溝21と共にボール循環溝26を構成するナット側ボールねじ溝23と、鉄系金属材料で形成されボール循環溝26内に設けられた複数のボール24と、ナット2

2の回転軸に対する径方向においてナット22の外側に設けられ、複数のボール24がボール循環溝26の一端側から他端側へ循環可能にボール循環溝26の一端側と他端側とを接続するチューブ25と、を有するボールねじ機構4を備える減速機と、操舵機構2に発生するトーションバートルクを検出するトルクセンサ5と、から構成され、トーションバートルクに基づき、電動モータ3を駆動制御するモータトルク指令値を演算し、電動モータ3に出力するアシスト制御部29と、モータ回転数の所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づき装置の異常を検出する錆検出部31と、を有する。

よって、異常検出のためのセンサを用いることなく装置の異常を高精度に検出することができる。

[0021] (14-16) 上記(13-15)に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、操舵機構2は、操舵軸7に設けられたトーションバー11を備え、トルクセンサ5は、トーションバー11の捩じれ量に基づきトーションバートルクを検出し、錆検出部31における所定周波数は、トーションバー11の共振周波数（5[Hz]よりも大きい）未満に設定される。

よって、トーションバー11の共振との混同を抑制することができる。

(15-17) 上記(13-15)に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、錆検出部31は、トーションバートルクおよびモータ回転数に基づき装置の異常を検出する。

錆の発生に起因してボールねじ機構4の作動負荷の周期的な増大が生じた場合、モータ回転数は下降し、トーションバートルクは上昇する。この下降と上昇の組み合わせをさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(16-18) 上記(13-15)に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、錆検出部31は、モータ回転数が第1所定値より下降した周期、舵角速度が第2所定値より下降した周期、またはトーションバートルクが第3所定値より上昇した周期に基づき装置の異常を検出する。

錆の発生に起因してボールねじ機構4の作動負荷の周期的な増大が生じた場

合、モータ回転数および舵角速度は錆が発生していない正常時に想定される値（第1所定値および第2所定値）よりも下降し、その後上昇する。一方、トーションバートルクは錆が発生していない正常時に想定される値（第3所定値）よりも上昇し、その後下降する。この下降と上昇の組み合わせをさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(17-19) 上記(13-15)に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、錆検出部31は、舵角速度が5[deg/sec]以上かつ45[deg/sec]以下のとき、装置の異常を検出する。

舵角速度が5[deg/sec]未満となる非操舵状態、および舵角速度が45[deg/sec]を超える強制操舵状態では、錆の発生に起因するボールねじ機構4の作動負荷の周期的な変化は発生しない。よって、非操舵状態および強制操舵状態では錆異常を検出しないことで、異常検出精度の向上を図ることができる。

[0022] 〔実施例2〕

実施例2は、錆異常検出制御処理において、各車輪のタイヤ空気に応じてトーションバートルクの平均値と比較する所定値を変更する点で実施例1と相違する。実施例1と同じ構成については図示および説明を省略する。

図9は、実施例2のコントロールユニット6の制御ブロック図である。

実施例2の制御ブロックは、図4に示した実施例1の構成に対し、タイヤ空気圧モニター装置36および空気圧信号入力部37を追加した点で相違する。

タイヤ空気圧モニター装置36は、各車輪のタイヤの空気圧を監視し、各タイヤの空気圧をディスプレイに表示する。また、タイヤ空気圧モニター装置36は、タイヤの空気圧が正常範囲から外れた場合、警告装置33に空気圧警告信号を出力する。警告装置33は、空気圧警告信号を入力したとき、例えば、警告灯を点灯させて運転者にタイヤの空気圧の異常を知らせる。警報音を発してもよい。空気圧警告信号は、空気圧信号入力部37にも入力される。

錆検出部31は、空気圧信号入力部37に空気圧警告信号が入力された場合、錆異常検出制御処理においてトーションバートルクの平均値と比較する所定値を、空気圧警告信号が入力されない場合よりも高い値に補正する。

[0023] [錆異常検出制御処理]

図5、図7および図10は、実施例2の錆検出部31により実行される錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。以下、実施例1の錆異常検出制御処理と異なる部分について説明する。

ステップS41では、タイヤの空気圧が正常範囲内であるか否かを判定する。YESの場合はステップS42へ進み、NOの場合はステップS43へ進む。

ステップS42では、ステップS15で用いられる所定値をタイヤ空気圧正常時の値に設定する。タイヤ空気圧正常時の値は、例えば5[Nm]とする。

ステップS43では、ステップS15で用いられる所定値をタイヤ空気圧異常時の値に変更する。タイヤ空気圧異常時の値は、正常時よりも高い値であって、例えば6[Nm]とする。

[0024] 実施例2にあっては、実施例1の効果に加え、以下の効果を奏する。

(18-11) 上記(9-10)に記載のパワーステアリング装置において、コントロールユニット6は、タイヤの空気圧の低下に関する信号である空気圧警告信号が入力される空気圧信号入力部37を備え、錆検出部31は、空気圧警告信号が入力されるとき、トーションバートルクの所定期間内における平均値と比較する所定値を、空気圧警告が入力されないときの値(5[Nm])より高い値(6[Nm])に補正する。

タイヤ（特に操向輪）の空気圧が低下した場合、ボールねじ機構4の作動負荷が増大するため、ボールねじ機構4に錆が発生していなくても、トーションバートルクの所定期間内における平均値が5[Nm]以上となることがある。そこで、タイヤの空気圧が正常範囲から外れた場合には、トーションバートルクの平均値と比較する所定値をより高い値に補正することにより、タイヤの空気圧低下によるボールねじ機構4の作動負荷への影響を排除または抑制して異常検出を行うことができる。よって、タイヤの空気圧低下時における異常検出精度の向上を図ることができる。

[0025] [実施例3]

実施例3は、錆異常検出制御処理において、錆検出を判定するための周波

数範囲をモータ回転数に応じて補正する点で実施例 1 と相違する。実施例 1 と同じ構成については図示および説明を省略する。

〔錆異常検出制御処理〕

図 5、図 6 および図 11 は、実施例 3 の錆検出部 31 により実行される錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。以下、実施例 1 の錆異常検出制御処理と異なる部分について説明する。

ステップ S51 では、モータ回転数に応じて、ステップ S19 で用いられる所定範囲を補正する。所定範囲は、モータ回転数が高いほど高い値とする。例えば、モータ回転数を低速、中速、高速の 3 つの領域に分割し、低速時は所定範囲を 0.8～4.8[Hz] とし、中速時は所定範囲を 1～5[Hz] とし、高速時は所定範囲を 2～6[Hz] とする。

実施例 3 にあっては、実施例 1 の効果に加え、以下の効果を奏する。

(19-8) 上記(1-1)に記載のパワーステアリング装置において、錆検出部 31 は、モータ回転数が高いほど、所定周波数の値をより高い値に補正する。

モータ回転数や舵角速度が高いほど、ボールねじ機構 4 の作動負荷変化の発生周期は短くなる。よって、モータ回転数に応じて異常判定を行う周波数範囲を変化させることにより、モータ回転数や舵角速度にかかわらず、異常検出精度の向上を図ることができる。

[0026] 〔実施例 4〕

実施例 4 は、錆異常検出制御処理が実施例 1 と相違する。実施例 1 と同じ構成については図示および説明を省略する。

実施例 4 の錆検出部 31 では、モータ回転数、トーシオンバートルク、舵角に加えて車速を入力し、モータ回転数、トーシオンバートルク、舵角および車速に基づき、ボールねじ機構 4 において錆の発生に伴う異常を検出する。

〔錆異常検出制御処理〕

図 12 および図 13 は、実施例 4 の錆検出部 31 により実行される錆異常検出制御処理の流れを示すフローチャートである。なお、図 5、図 6、図 7 および図 10 に示したフローチャートと同様の処理を行うステップには、同一

のステップ番号を付し、重複する説明は省略する。

ステップS10およびステップS9でN0と判定された場合にはステップS76へ進む。

ステップS61では、車速が所定値以上であるか否かを判定する。YESの場合はステップS62へ進み、N0の場合はステップS76へ進む。所定値は、停車時の据え切りや縁石乗り上げ等が発生していないと判定できる速度であって、例えば10[km/h]とする。車速が所定値未満の場合には、据え切りや縁石乗り上げによってボールねじ機構4の作動負荷が大きくなっている可能性があるため、異常検出をキャンセルし、誤検出を抑制する。

ステップS62では、舵角、舵角速度（またはモータ回転数）から一回の転舵を算出する。一回の転舵とは、ステアリングホイールを舵角中立位置から右または左に操作した後、ステアリングホイールが再び舵角中立位置に戻るまでの時間的な区間とする。

ステップS63では、一回の転舵中の最大舵角速度を検出する。

ステップS64では、一回の転舵中の最大舵角速度が所定値以下であるか否かを判定する。YESの場合はステップS41へ進み、N0の場合はステップS66へ進む。所定値は、錆の発生に伴う操舵の引っ掛かりが発生する舵角速度であって、例えば300[deg/sec]とする。ここで、ボールねじ機構4に錆等の異常が生じていない正常時において、一回の転舵中における最大舵角速度は400[deg/sec]程度である。よって、最大舵角速度が300[deg/sec]以下である場合には、ボールねじ機構4に異常が発生していると判定できる。

ステップS42では、タイヤ空気圧正常時の値を、例えば8[Nm]とする。

ステップS43では、タイヤ空気圧異常時の値を、正常時よりも高い値であって、例えば9[Nm]とする。

[0027] ステップS15では、トーションバートルクが所定値以上であるか否かを判定する。YESの場合はステップS65へ進み、N0の場合はステップS66へ進む。所定値は、例えば8[Nm]とする。ここで、ボールねじ機構4に錆等の異常が生じていない正常時において、舵角速度が45[deg/sec]を超える範囲にある場合、一

回の転舵中におけるトーションバートルクの最大値は5[Nm]程度である。トーションバートルクが8[Nm]以上となった場合には、ボールねじ機構4に異常が発生している可能性が高いと判定できる。

ステップS65では、トルク異常カウンタをカウントアップする。

ステップS66では、トルク異常カウンタをクリアする。

ステップS67では、トルク異常カウンタが所定値以上であるか否かを判定する。YESの場合はステップS68へ進み、N0の場合はステップS70へ進む。所定値は、例えば10とする。

ステップS68では、トーションバートルクが所定値(8[Nm])以上となったときの最大舵角速度を保持する。

ステップS69では、正常判断カウンタをクリアする。

ステップS70では、異常検出カウンタが0よりも大きいかな否かを判定する。YESの場合はステップS71へ進み、N0の場合はステップS76へ進む。

ステップS71では、トーションバートルクが所定値(8[Nm])以上となったときの最大舵角速度よりも高い舵角速度、かつ、トーションバートルクが所定値以下であるか否かを判定する。YESの場合はステップS72へ進み、N0の場合はステップS76へ進む。操舵の引っ掛かりが生じたときの舵角速度よりも高い舵角速度のときに操舵の引っ掛かりが発生しない場合、ボールねじ機構4に異常が発生していないと判定できる。

ステップS72では、正常判断カウンタをカウントアップする。

ステップS73では、正常判断カウンタが所定値以上であるか否かを判定する。YESの場合はステップS74へ進み、N0の場合はステップS76へ進む。所定値は、例えば10とする。

ステップS74では、異常検出カウンタをクリアする。

ステップS75では、トーションバートルクが所定値以上となったときの最大舵角速度をクリアする。

ステップS76では、正常判断カウンタを保持する。

[0028] [実施例4の錆異常検出方法について]

モータ回転数または舵角速度が高い状態では、低 μ 路面や高速走行状態と同様にボールねじ機構4の作動負荷は低くなる。よって、この状態でトーションバートルクが高くなるということは、ボールねじ機構4において錆等による異常が発生している可能性が高い。したがって、舵角速度が高く、かつ、トーションバートルクが高い状態が継続した場合には錆異常と判定することにより、異常検出のためのセンサを用いることなく錆異常を検出することができる。さらに、ほとんど操舵していない状態、運転者によって強制的に操舵されている状態、車速が所定値以下の状態、舵角速度が過度に高い状態およびアシスト制限時には錆異常を検出しないことにより、別の要因（据え切り、縁石乗り上げ等）によるトーションバートルクの増大との混合を抑制することができ、異常検出精度の向上を図ることができる。尚、舵角速度に代え、モータ回転数に基づき装置の異常を検出するようにしてもよい。

[0029] 実施例4にあっては、以下の効果を奏する。

(20-20) ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸7と、操舵軸7の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバー8と、を有する操舵機構2と、操舵機構2に操舵力を付与する電動モータ3と、操舵機構2と電動モータ3の間に設けられ、電動モータ3の回転力を操舵機構2に伝達する減速機であって、ラックバー8の外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝21と、ラックバー8を包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、ラックバー8に対し回転自在に設けられたナット22と、ナット22の内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し転舵軸側ボールねじ溝21と共にボール循環溝26を構成するナット側ボールねじ溝23と、鉄系金属材料で形成されボール循環溝26内に設けられた複数のボール24と、ナット22の回転軸に対する径方向においてナット22の外側に設けられ、複数のボール24がボール循環溝26の一端側から他端側へ循環可能にボール循環溝26の一端側と他端側とを接続するチューブ25と、を有するボールねじ機構4を備える減速機と、操舵機構2に発生するトーションバートルクを検出するトルクセンサ5と、トーションバートルクに基づき、電動モータ3を駆動制御するモータ

ルク指令値を演算し、電動モータ3に出力するコントロールユニット6と、コントロールユニット6に設けられ、舵角速度が所定範囲(45~300[deg/sec])内およびトーションバートルクが所定値(8[Nm])以上のとき、装置の異常を検出する異常検出回路と、を有する。

よって、異常検出のためのセンサを用いることなく装置の異常を高精度に検出することができる。

[0030] 〔他の実施例〕

以上、本発明を実施するための形態を実施例に基づいて説明したが、本発明の具体的な構成は実施例に示した構成に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。

例えば、実施例ではモータ回転数の所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づき装置の異常を検出する例を示したが、モータ回転数に代えて舵角速度またはトーションバートルクを用いてもよい。

実施例では、トーションバートルクの上昇、下降とモータ回転数の下降、上昇の同期の有無に基づいて装置の異常を検出する例を示したが、モータ回転数に代えて舵角速度を用いてもよい。

実施例3では、モータ回転数が高いほど、モータ回転数変動の所定周波数の値をより高い値に補正する例を示したが、モータ回転数に代えて、舵角速度を用いてもよい。

舵角速度の信号をローパスフィルタ処理してもよい。

実施例4では、舵角速度が所定範囲内およびトーションバートルクが所定値以上のとき装置の異常を検出する例を示したが、舵角速度に代えてモータ回転数を用いてもよい。

何れの実施例においても、異常検出のためのセンサを有するパワーステアリング装置において、このセンサが失陥しセンサによる異常検出ができない場合において本発明を適用するようにしてもよい。

[0031] 以下に、実施例から把握される技術的思想の一例について説明する。

(a1)パワーステアリング装置であって、

ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸と、前記操舵軸の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバーと、を有する操舵機構と、

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、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機であって、前記ラックバーの外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝と、前記ラックバーを包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、前記ラックバーに対し回転自在に設けられたナットと、前記ナットの内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し前記転舵軸側ボールねじ溝と共にボール循環溝を構成するナット側ボールねじ溝と、鉄系金属材料で形成され前記ボール循環溝内に設けられた複数のボールと、前記ナットの回転軸に対する径方向において前記ナットの外側に設けられ、前記複数のボールが前記ボール循環溝の一端側から他端側へ循環可能に前記ボール循環溝の一端側と他端側とを接続する循環部材と、を有するボールねじ機構を備える前記減速機と、

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

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

前記コントロールユニットに設けられ、前記電動モータの回転数、前記操舵軸の回転数である操舵速度、または前記操舵トルクの所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有するパワーステアリング装置。

よって、異常検出のためのセンサを追加することなく装置の異常を高精度に検出することができる。

(a2) (a1)に記載のパワーステアリング装置において、

前記操舵機構は、前記操舵軸に設けられたトーションバーを備え、

前記トルクセンサは、前記トーションバーの捩じれ量に基づき前記操舵ト

ルクを検出し、

前記異常検出回路における前記所定周波数は、前記トーションバーの共振周波数未満に設定されるパワーステアリング装置。

よって、トーションバーの共振との混同を抑制することができる。

(a3) (a2)に記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路における前記所定周波数は、5ヘルツ以下に設定される、パワーステアリング装置。

パワーステアリング装置に用いられるトーションバーの共振周波数を考慮した場合、異常検出回路における所定周波数を5ヘルツ以下に設定することにより、トーションバーの共振との混同を抑制することができる。

(a4) (a2)に記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路における前記所定周波数は、1ヘルツ以上に設定される、パワーステアリング装置。

所定周波数が1ヘルツ未満となる直進状態では、装置の異常に起因する減速機の作動負荷の周期的な変化は発生しない。よって、直進状態では、異常を検出しないことで、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a5) (a1)ないし(a4)の何れかに記載のパワーステアリング装置において

、

前記異常検出回路は、前記操舵トルクおよび前記モータ回転数または前記操舵速度に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

錆の発生に起因してボールねじ機構4の作動負荷の周期的な増大が生じた場合、モータ回転数及び操舵角速度は下降し、トーションバートルクは上昇する。この下降と上昇の組み合わせをさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a6) (a1)ないし(a5)の何れかに記載のパワーステアリング装置において

、

前記異常検出回路は、前記電動モータの回転数が第1所定値より下降した

周期、前記操舵速度が第2所定値より下降した周期、または前記操舵トルクが第3所定値より上昇した周期に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

錆の発生に起因してボールねじ機構の作動負荷の周期的な増大が生じた場合、モータ回転数および舵角速度は錆が発生していない正常時に想定される値（第1所定値および第2所定値）よりも下降し、その後上昇する。一方、トーションバートルクは錆が発生していない正常時に想定される値（第3所定値）よりも上昇し、その後下降する。この下降と上昇の組み合わせをさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a7) (a1)ないし(a6)に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記操舵速度が第4所定値以上かつ前記第4所定値より大きい第5所定値以下のとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

よって、ほとんど操舵されていない状態（操舵速度が第4所定値未満）、および運転者によって強制的に操舵されている状態（操舵速度が第5所定値超）では、装置の異常に起因する減速機の作動負荷の周期的な変化は発生しない。よって、非操舵状態および強制操舵状態では錆異常を検出しないことで、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a8) (a1)ないし(a7)の何れかに記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、前記モータ回転数または前記操舵速度が速いほど、前記所定周波数の値をより高い値に補正する、パワーステアリング装置。

モータ回転数や舵角速度が高いほど、ボールねじ機構の作動負荷の発生周期は短くなる。よって、モータ回転数に応じて異常判定を行う周波数範囲を変化させることにより、モータ回転数や舵角速度にかかわらず、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a9) (a1)ないし(a8)の何れかに記載のパワーステアリング装置において、

前記コントロールユニットに設けられたローパスフィルタを備え、

前記異常検出回路は、前記ローパスフィルタによりフィルタ処理された前記電動モータの回転数、前記操舵速度、または前記操舵トルクの信号に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

よって、ローパスフィルタにより電動モータの回転数、操舵速度、または操舵トルクの信号から高周波ノイズが除去されるため、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a10) (a1)ないし(a9)の何れかに記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、前記操舵トルクの所定期間内における平均値が所定値より高いとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

ボールねじ機構の作動に異常が生じたときは、操舵トルクの平均値も上昇するため、この操舵トルクの上昇もさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a11) (a10)に記載のパワーステアリング装置において、

前記コントロールユニットは、タイヤの空気圧の低下に関する信号である空気圧警告信号が入力される空気圧信号入力部を備え、

前記異常検出回路は、前記空気圧警告信号が入力されるとき、前記操舵トルクの所定期間内における平均値と比較する前記所定値を、前記空気圧警告が入力されないときより高い値に補正する、パワーステアリング装置。

空気圧警告信号が入力される状態においては、タイヤの空気圧の低下が原因でも操舵負荷が増大するが、上記のように構成することにより、この空気圧の低下による操舵負荷の増大との混同を抑制することができる。

(a12) (a1)ないし(a11)の何れかに記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、前記ラックバーがストロークエンド付近まで移動し

た状態における前記モータ回転数、前記操舵速度、または前記操舵トルクの情報、前記パワーステアリング装置の前記異常の検出に使用しない、パワーステアリング装置。

ストロークエンド付近では、モータ回転数および舵角速度はほぼゼロとなり、また突き当て状態では操舵トルクが通常よりも大きくなる。これらは誤検出要因となり得るため、ストロークエンド付近における情報を異常検出に使用しないことにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

[0032] (a13) (a1)ないし(a12)の何れかに記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、前記パワーステアリング装置の異常を検出したとき、運転者に異常を知らせる車両搭載機器に、前記パワーステアリング装置の異常に関する信号を出力する、パワーステアリング装置。

よって、装置の異常が検出されたときは、警告灯や警告音で運転者に知らせることにより、安全性を高めることができる。

(a14) (a1)ないし(a13)の何れかに記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、前記異常検出回路によって検出された前記パワーステアリング装置の異常以外の原因で前記指令電流値に制限がかかった状態における前記モータ回転数、前記操舵速度、または前記操舵トルクの情報、前記パワーステアリング装置の前記異常の検出に使用しない、パワーステアリング装置。

装置の異常とは異なる要因で指令電流値に制限が掛かった状態では、それが原因となりモータ回転数、操舵速度および操舵トルクに影響が出る可能性がある。これらは誤検出要因となり得るため、この状態における情報を異常検出に使用しないことにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a15) パワーステアリング装置の制御回路であって、

前記パワーステアリング装置は、

ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸と、前記操舵軸の回転

に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバーと、を有する操舵機構と、

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、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機であって、前記ラックバーの外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝と、前記ラックバーを包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、前記ラックバーに対し回転自在に設けられたナットと、前記ナットの内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し前記転舵軸側ボールねじ溝と共にボール循環溝を構成するナット側ボールねじ溝と、鉄系金属材料で形成され前記ボール循環溝内に設けられた複数のボールと、前記ナットの回転軸に対する径方向において前記ナットの外側に設けられ、前記複数のボールが前記ボール循環溝の一端側から他端側へ循環可能に前記ボール循環溝の一端側と他端側とを接続する循環部材と、を有するボールねじ機構を備える前記減速機と、

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、

から構成され、

前記パワーステアリング装置の前記制御回路は、

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指令電流値を演算し、前記電動モータに出力するモータ制御回路と、

前記電動モータの回転数、前記操舵軸の回転数である操舵速度、または前記操舵トルクの所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有する、パワーステアリング装置の制御回路。

よって、異常検出のためのセンサを追加することなく装置の異常を高精度に検出することができる。

(a16) (a15)に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、

前記操舵機構は、前記操舵軸に設けられたトーションバーを備え、

前記トルクセンサは、前記トーションバーの捩じれ量に基づき前記操舵ト

ルクを検出し、

前記異常検出回路における前記所定周波数は、前記トーションバーの共振周波数未満に設定される、パワーステアリング装置の制御回路。

よって、トーションバーの共振との混同を抑制することができる。

[0033] (a17) (a15)または(a16)に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、

前記異常検出回路は、前記操舵トルクおよび前記モータ回転数または前記操舵速度に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置の制御回路。

装置の異常に起因して減速機の作動負荷の周期的な増大が生じた場合、モータ回転数および操舵速度は下降し、操舵トルクは上昇する。この下降と上昇の組み合わせをさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a18) (a15)ないし(a17)の何れかに記載のパワーステアリング装置の制御回路において、

前記異常検出回路は、前記電動モータの回転数が第1所定値より下降した周期、前記操舵速度が第2所定値より下降した周期、または前記操舵トルクが第3所定値より上昇した周期に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置の制御回路。

装置の異常に起因して減速機の作動負荷の周期的な増大が生じた場合、モータ回転数および操舵速度は正常時に想定される値（第1所定値および第2所定値）よりも下降し、その後上昇する。一方、操舵トルクは正常時に想定される値（第3所定値）よりも上昇し、その後下降する。この下降と上昇の組み合わせをさらに考慮することにより、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a19) (a15)ないし(a18)の何れかに記載のパワーステアリング装置の制御回路において、

前記異常検出回路は、前記操舵速度が第4所定値以上かつ前記第4所定値

より大きい第5所定値以下のとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置の制御回路。

よって、ほとんど操舵されていない状態（操舵速度が第4所定値未満）、および運転者によって強制的に操舵されている状態（操舵速度が第5所定値超）では、装置の異常に起因する減速機の作動負荷の周期的な変化は発生しない。よって、非操舵状態および強制操舵状態では錯異常を検出しないことで、異常検出精度の向上を図ることができる。

(a20) パワーステアリング装置であって、

ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸と、前記操舵軸の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバーと、を有する操舵機構と、

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、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機であって、前記ラックバーの外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝と、前記ラックバーを包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、前記ラックバーに対し回転自在に設けられたナットと、前記ナットの内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し前記転舵軸側ボールねじ溝と共にボール循環溝を構成するナット側ボールねじ溝と、鉄系金属材料で形成され前記ボール循環溝内に設けられた複数のボールと、前記ナットの回転軸に対する径方向において前記ナットの外側に設けられ、前記複数のボールが前記ボール循環溝の一端側から他端側へ循環可能に前記ボール循環溝の一端側と他端側とを接続する循環部材と、を有するボールねじ機構を備える前記減速機と、

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

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

前記コントロールユニットに設けられ、前記電動モータの回転数が所定回転数範囲内または前記操舵軸の回転数である操舵速度が所定範囲内、および

前記操舵トルクが所定値以上のとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有するパワーステアリング装置。

よって、異常検出のためのセンサを追加することなく装置の異常を高精度に検出することができる。

[0034] 上記実施形態によれば、異常検出のためのセンサを追加することなく装置の異常を検出することができる。

[0035] 以上、本発明の幾つかの実施形態のみを説明したが、本発明の新規の教示や利点から実質的に外れることなく例示の実施形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者には容易に理解できるであろう。従って、その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含むことを意図する。

以上、いくつかの例に基づいて本発明の実施形態について説明してきたが、上記した発明の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明には、その均等物が含まれることはもちろんである。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

[0036] 本願は、2014年9月24日付の日本国特許出願2014-193902号に基づく優先権を主張する。2014年9月24日付の日本国特許出願2014-193902号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示内容は、参照により全体として本願に援用される。

特開2006-111032号公報（特許文献1）の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書を含む全ての開示は、参照により全体として本願に組み込まれる。

符号の説明

[0037] 1 パワーステアリング装置 2 操舵機構 3 電動モータ 4 ボールねじ機構 5

トルクセンサ6 コントロールユニット7 操舵軸8 ラックバー21 転舵軸側
ボールねじ溝22 ナット23 ナット側ボールねじ溝24 ボール25 チューブ
（循環部材）29 アシスト制御部（モータ制御回路）31 錆検出部（異常検
出回路）

請求の範囲

[請求項1]

パワーステアリング装置であって、

ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸と、前記操舵軸の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバーと、を有する操舵機構と、

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、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機であって、ボールねじ機構を備え、前記ボールねじ機構は、前記ラックバーの外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝と、前記ラックバーを包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、前記ラックバーに対し回転自在に設けられたナットと、前記ナットの内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し前記転舵軸側ボールねじ溝と共にボール循環溝を構成するナット側ボールねじ溝と、鉄系金属材料で形成され前記ボール循環溝内に設けられた複数のボールと、前記ナットの回転軸に対する径方向において前記ナットの外側に設けられ、前記複数のボールが前記ボール循環溝の一端側から他端側へ循環可能に前記ボール循環溝の一端側と他端側とを接続する循環部材と、を有する、前記減速機と、

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

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

前記コントロールユニットに設けられ、前記電動モータの回転数、前記操舵軸の回転数である操舵速度、または前記操舵トルクの所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有するパワーステアリング装置。

[請求項2]

請求項1に記載のパワーステアリング装置において、

前記操舵機構は、前記操舵軸に設けられたトーションバーを備え、
前記トルクセンサは、前記トーションバーの捩じれ量に基づき前記操舵トルクを検出し、

前記異常検出回路における前記所定周波数は、前記トーションバーの共振周波数未満に設定されるパワーステアリング装置。

[請求項3] 請求項2に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路における前記所定周波数は、5ヘルツ以下に設定される、パワーステアリング装置。

[請求項4] 請求項2に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路における前記所定周波数は、1ヘルツ以上に設定される、パワーステアリング装置。

[請求項5] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記操舵トルクおよび前記モータ回転数または前記操舵速度に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

[請求項6] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記電動モータの回転数が第1所定値より下降した周期、前記操舵速度が第2所定値より下降した周期、または前記操舵トルクが第3所定値より上昇した周期に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

[請求項7] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記操舵速度が第4所定値以上かつ前記第4所定値より大きい第5所定値以下のとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。

[請求項8] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記モータ回転数または前記操舵速度が速いほど、前記所定周波数の値をより高い値に補正する、パワーステアリング装置。

- [請求項9] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記コントロールユニットに設けられたローパスフィルタを備え、
前記異常検出回路は、前記ローパスフィルタによりフィルタ処理された前記電動モータの回転数、前記操舵速度、または前記操舵トルクの信号に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。
- [請求項10] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記操舵トルクの所定期間内における平均値が所定値より高いとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置。
- [請求項11] 請求項10に記載のパワーステアリング装置において、
前記コントロールユニットは、タイヤの空気圧の低下に関する信号である空気圧警告信号が入力される空気圧信号入力部を備え、
前記異常検出回路は、前記空気圧警告信号が入力されるとき、前記操舵トルクの所定期間内における平均値と比較する前記所定値を、前記空気圧警告が入力されないときより高い値に補正する、パワーステアリング装置。
- [請求項12] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記ラックバーがストロークエンド付近まで移動した状態における前記モータ回転数、前記操舵速度、または前記操舵トルクの情報を、前記パワーステアリング装置の前記異常の検出に使用しない、パワーステアリング装置。
- [請求項13] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、
前記異常検出回路は、前記パワーステアリング装置の異常を検出したとき、運転者に異常を知らせる車両搭載機器に、前記パワーステアリング装置の異常に関する信号を出力する、パワーステアリング装置。
- [請求項14] 請求項1に記載のパワーステアリング装置において、

前記異常検出回路は、前記異常検出回路によって検出された前記パワーステアリング装置の異常以外の原因で前記指令電流値に制限がかかった状態における前記モータ回転数、前記操舵速度、または前記操舵トルクの情報を、前記パワーステアリング装置の前記異常の検出に使用しない、パワーステアリング装置。

[請求項15]

パワーステアリング装置の制御回路であって、

前記パワーステアリング装置は、

ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸と、前記操舵軸の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバーと、を有する操舵機構と、

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、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機であって、ボールねじ機構を備え、前記ボールねじ機構は、前記ラックバーの外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝と、前記ラックバーを包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、前記ラックバーに対し回転自在に設けられたナットと、前記ナットの内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し前記転舵軸側ボールねじ溝と共にボール循環溝を構成するナット側ボールねじ溝と、鉄系金属材料で形成され前記ボール循環溝内に設けられた複数のボールと、前記ナットの回転軸に対する径方向において前記ナットの外側に設けられ、前記複数のボールが前記ボール循環溝の一端側から他端側へ循環可能に前記ボール循環溝の一端側と他端側とを接続する循環部材と、を有する、前記減速機と、

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、

から構成され、

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指令電流値を演算し、前記電動モータに出力するモータ制御回路と、

前記電動モータの回転数、前記操舵軸の回転数である操舵速度、または前記操舵トルクの所定周波数範囲内における周期的な変化の有無に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有する、パワーステアリング装置の制御回路。

[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回路において、前記操舵機構は、前記操舵軸に設けられたトーションバーを備え、前記トルクセンサは、前記トーションバーの捩じれ量に基づき前記操舵トルクを検出し、

前記異常検出回路における前記所定周波数は、前記トーションバーの共振周波数未満に設定される、パワーステアリング装置の制御回路。

[請求項17] 請求項15に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、前記異常検出回路は、前記操舵トルクおよび前記モータ回転数または前記操舵速度に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置の制御回路。

[請求項18] 請求項15に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、前記異常検出回路は、前記電動モータの回転数が第1所定値より下降した周期、前記操舵速度が第2所定値より下降した周期、または前記操舵トルクが第3所定値より上昇した周期に基づき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置の制御回路。

[請求項19] 請求項15に記載のパワーステアリング装置の制御回路において、前記異常検出回路は、前記操舵速度が第4所定値以上かつ前記第4所定値より大きい第5所定値以下のとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する、パワーステアリング装置の制御回路。

[請求項20] パワーステアリング装置であって、ステアリングホイールの回転に伴い回転する操舵軸と、前記操舵軸

の回転に応じて軸方向運動すると共に鉄系金属材料で形成されたラックバーと、を有する操舵機構と、

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、前記電動モータの回転力を前記操舵機構に伝達する減速機であって、ボールねじ機構を備え、前記ボールねじ機構は、前記ラックバーの外周側に設けられ螺旋状の溝形状を有する転舵軸側ボールねじ溝と、前記ラックバーを包囲するように鉄系金属材料によって環状に設けられ、前記ラックバーに対し回転自在に設けられたナットと、前記ナットの内周側に設けられ螺旋状の溝形状を有し前記転舵軸側ボールねじ溝と共にボール循環溝を構成するナット側ボールねじ溝と、鉄系金属材料で形成され前記ボール循環溝内に設けられた複数のボールと、前記ナットの回転軸に対する径方向において前記ナットの外側に設けられ、前記複数のボールが前記ボール循環溝の一端側から他端側へ循環可能に前記ボール循環溝の一端側と他端側とを接続する循環部材と、を有する、前記減速機と、

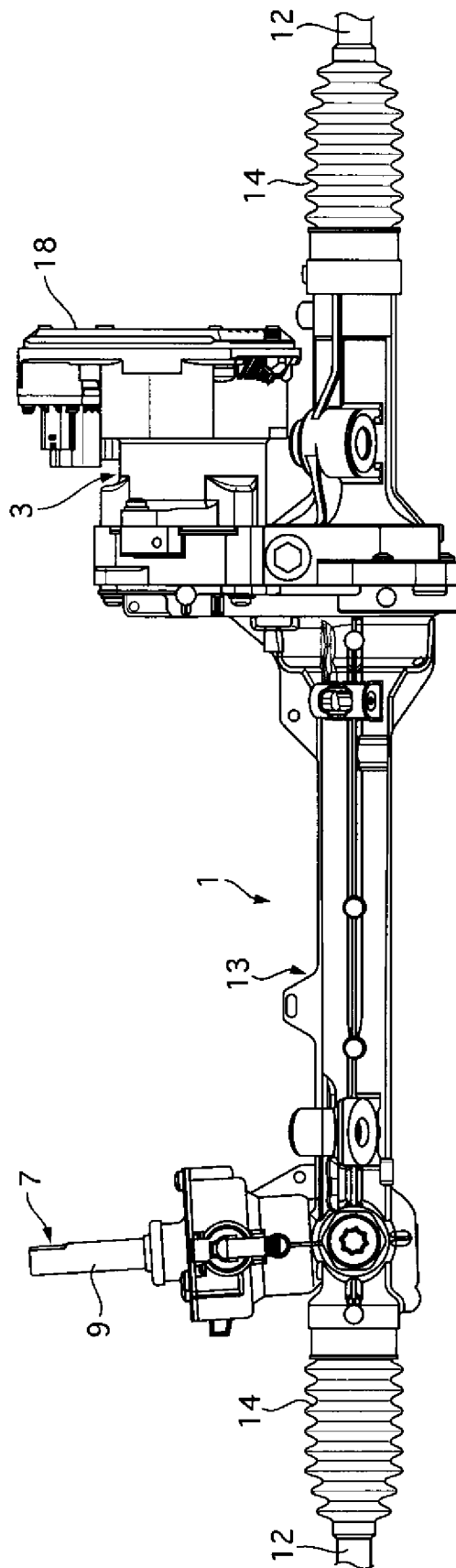
前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

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

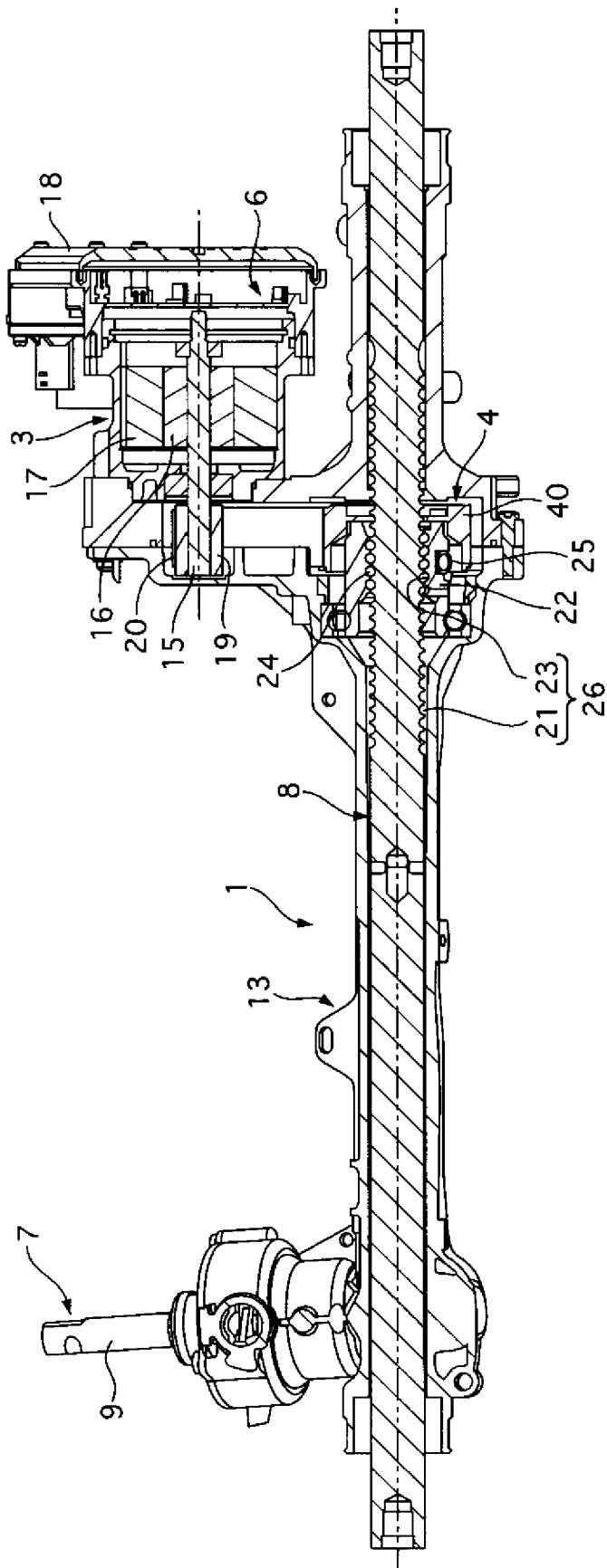
前記コントロールユニットに設けられ、前記電動モータの回転数が所定回転数範囲内または前記操舵軸の回転数である操舵速度が所定範囲内、および前記操舵トルクが所定値以上のとき、前記パワーステアリング装置の異常を検出する異常検出回路と、

を有するパワーステアリング装置。

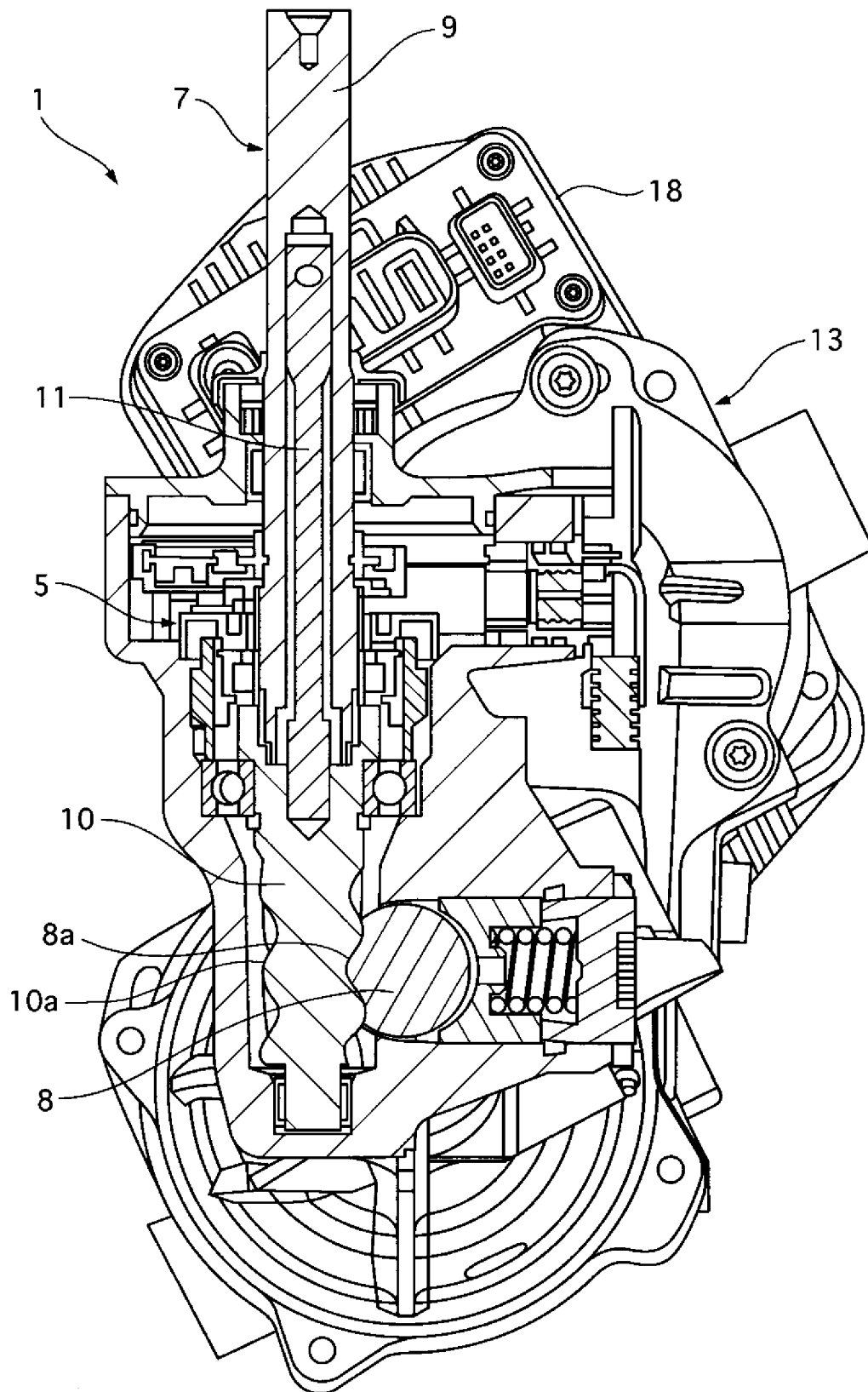
[図1]



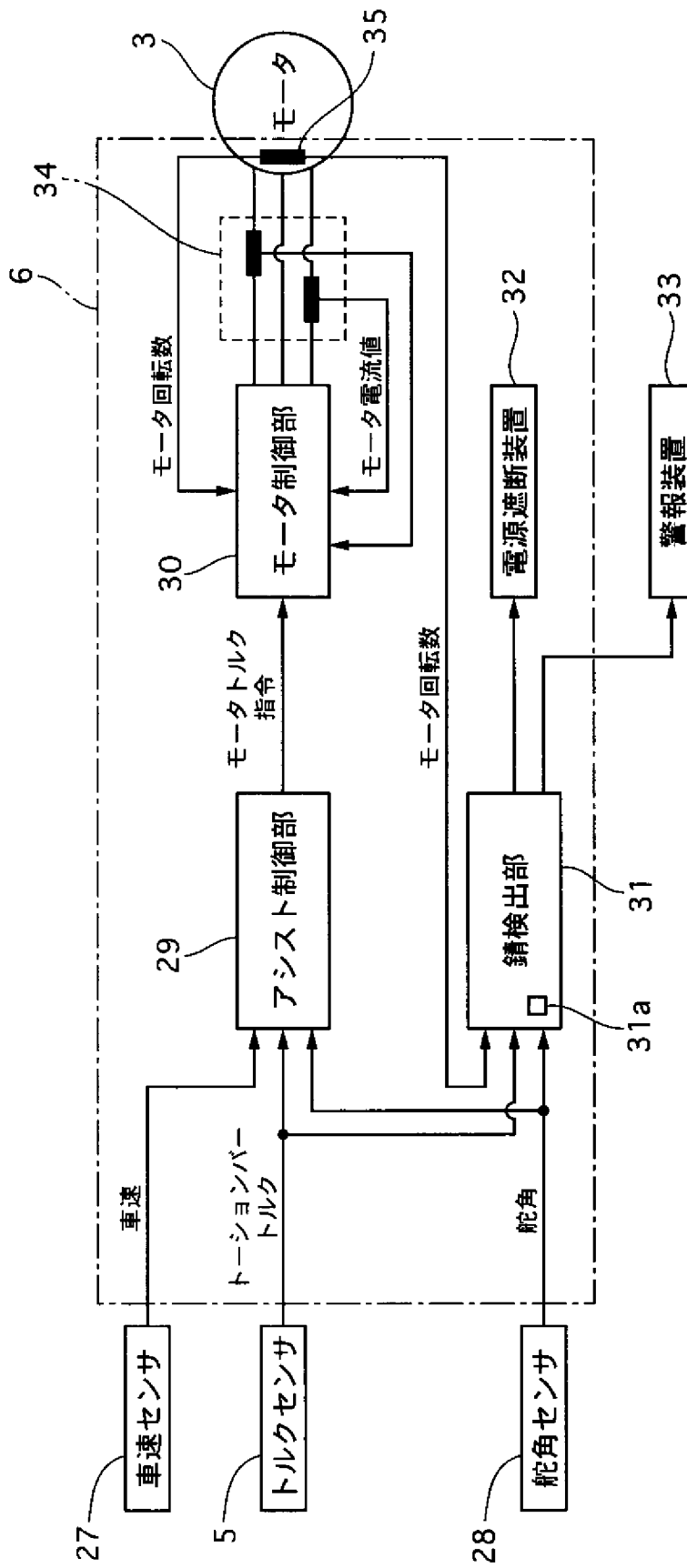
[図2]



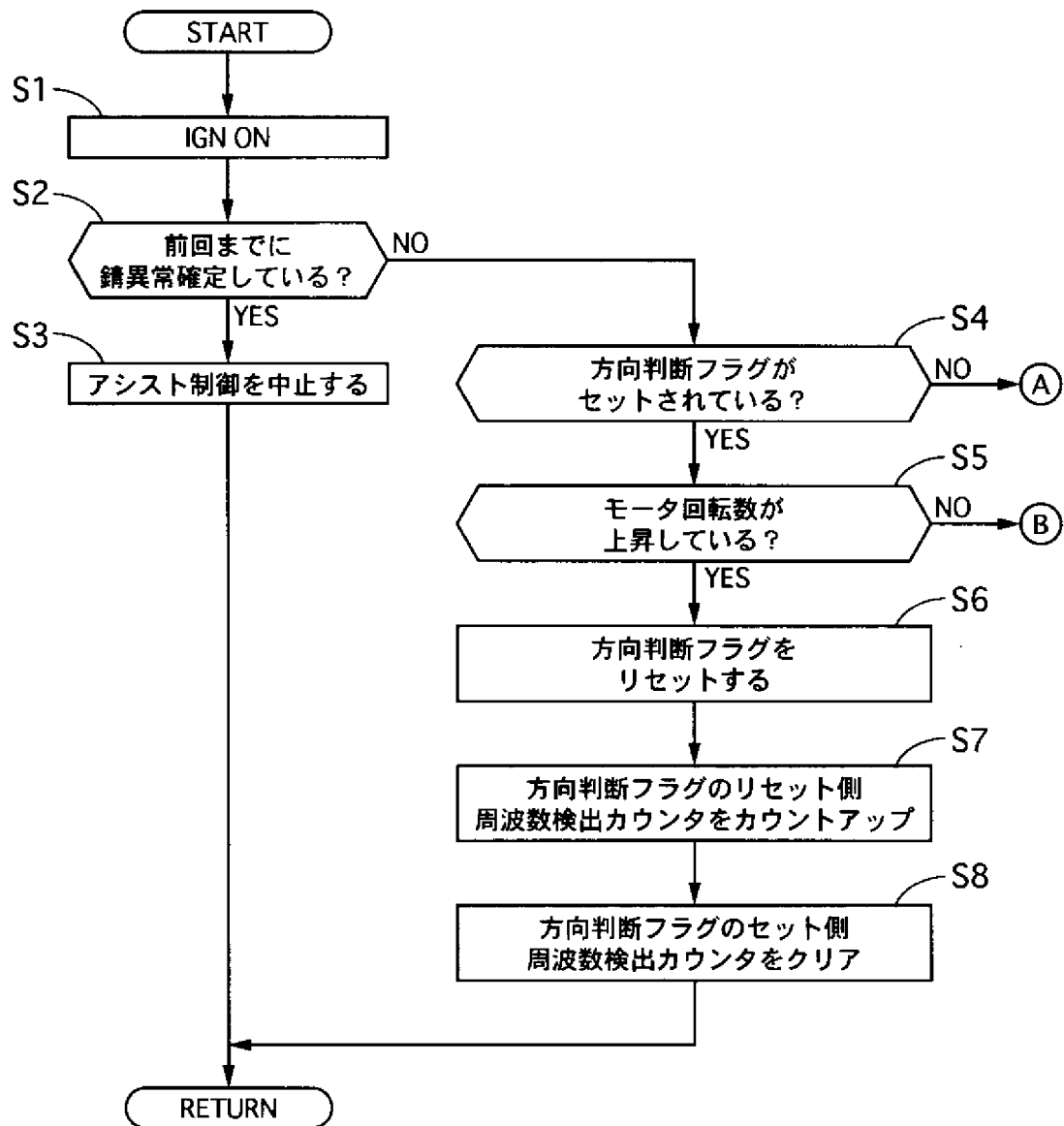
[図3]



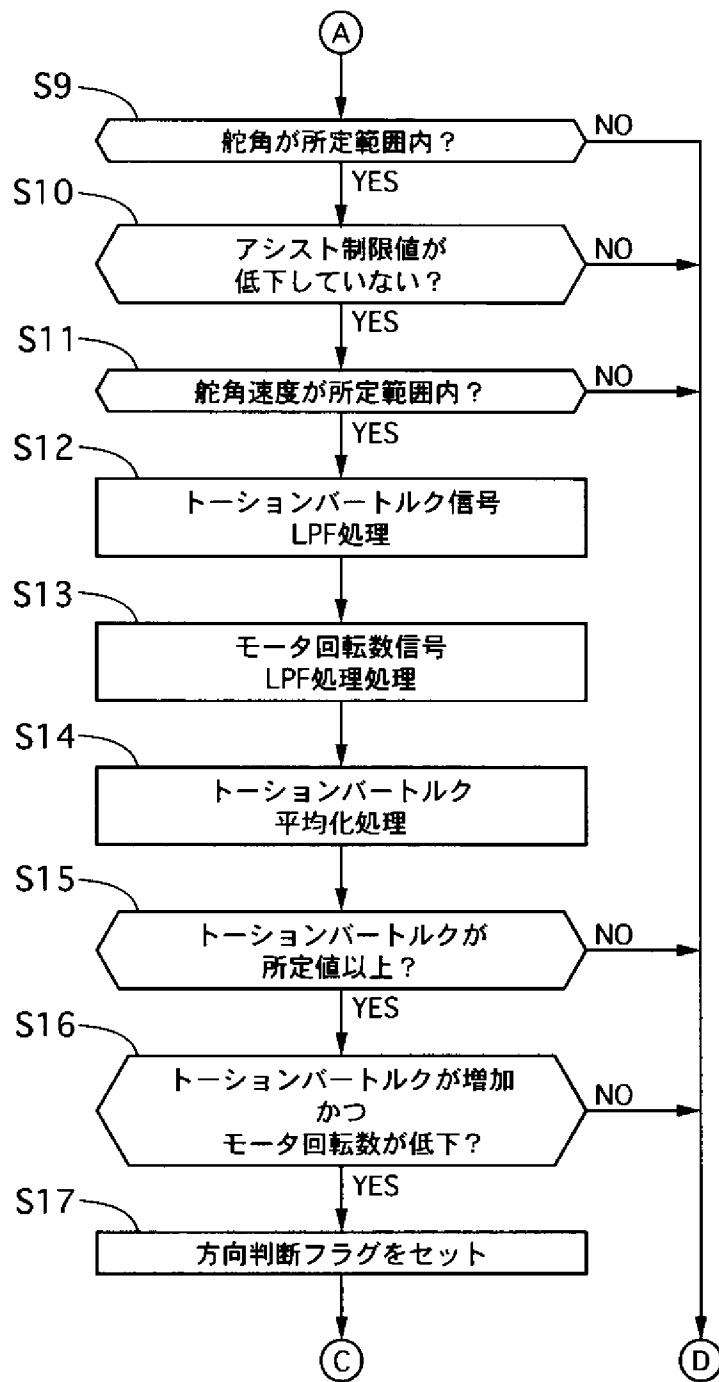
[図4]



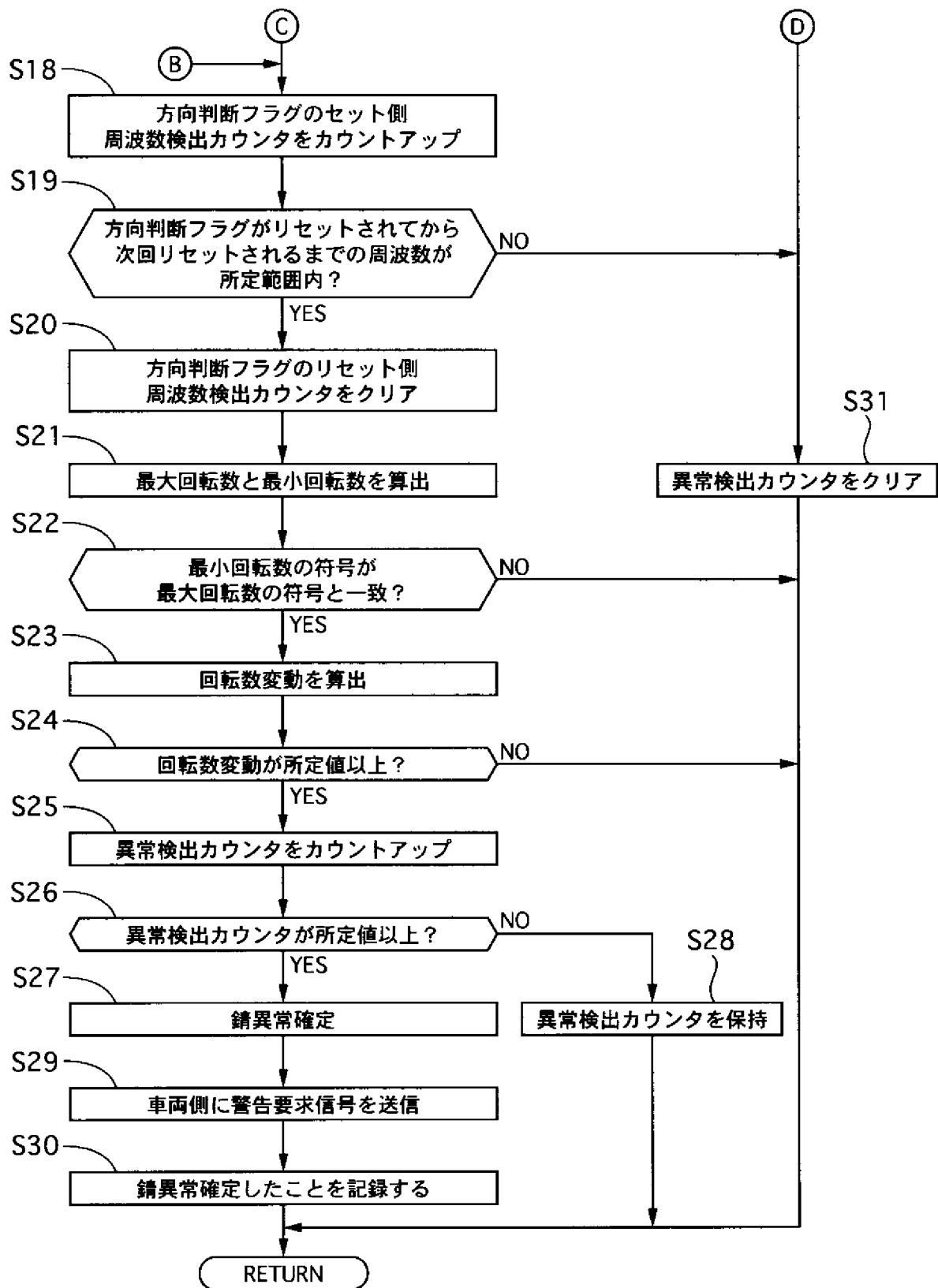
[図5]



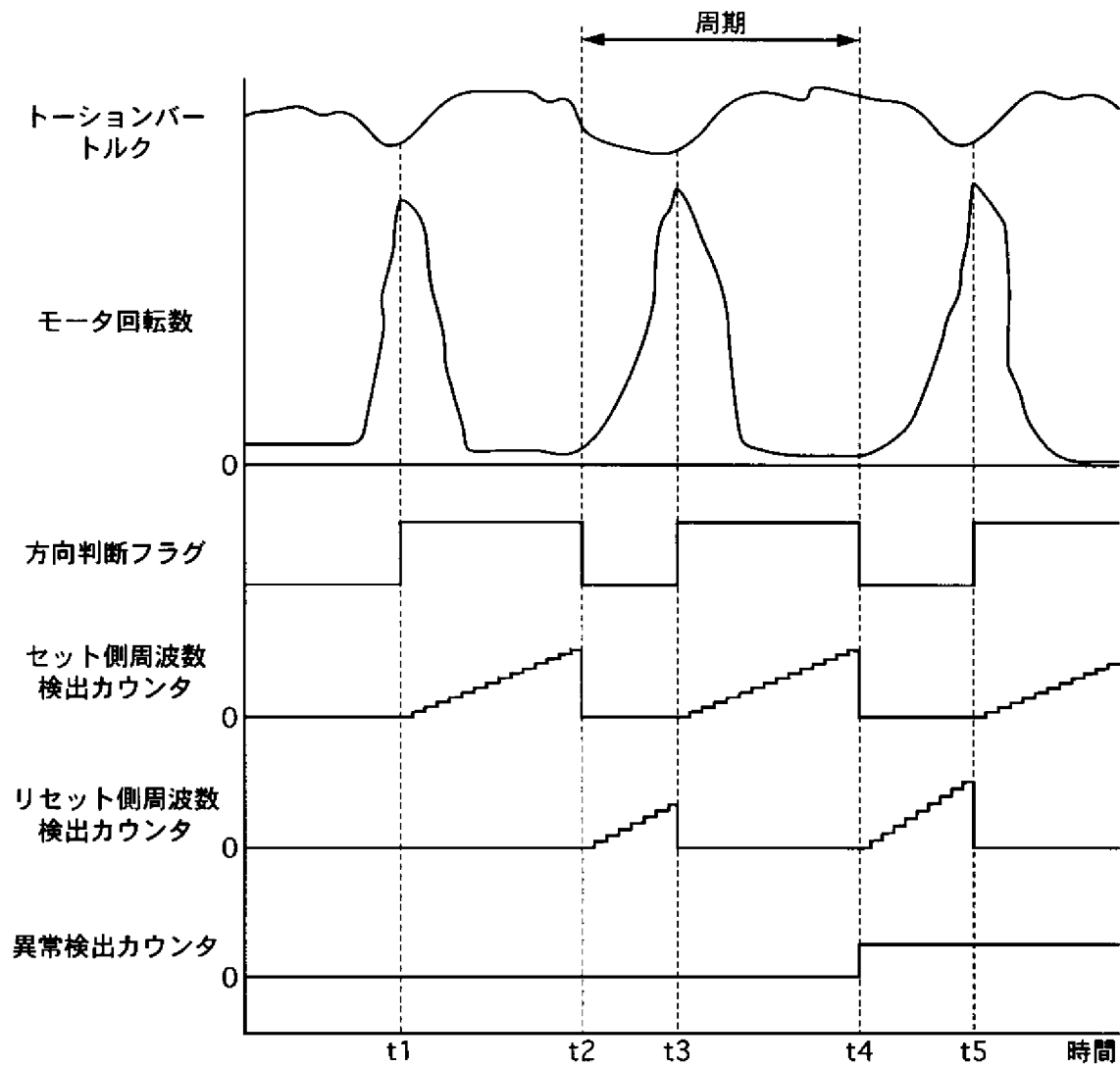
[図6]



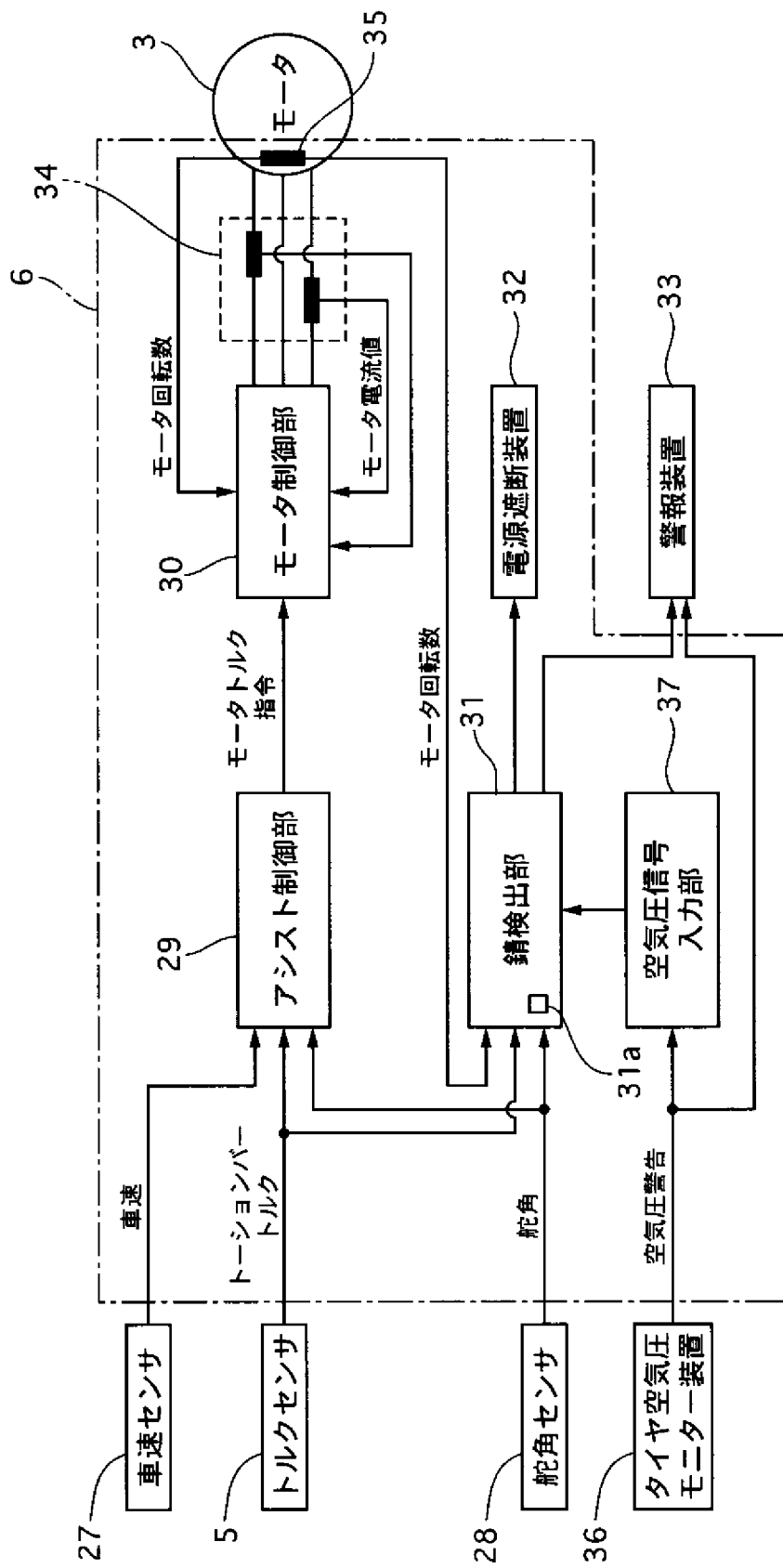
[図7]



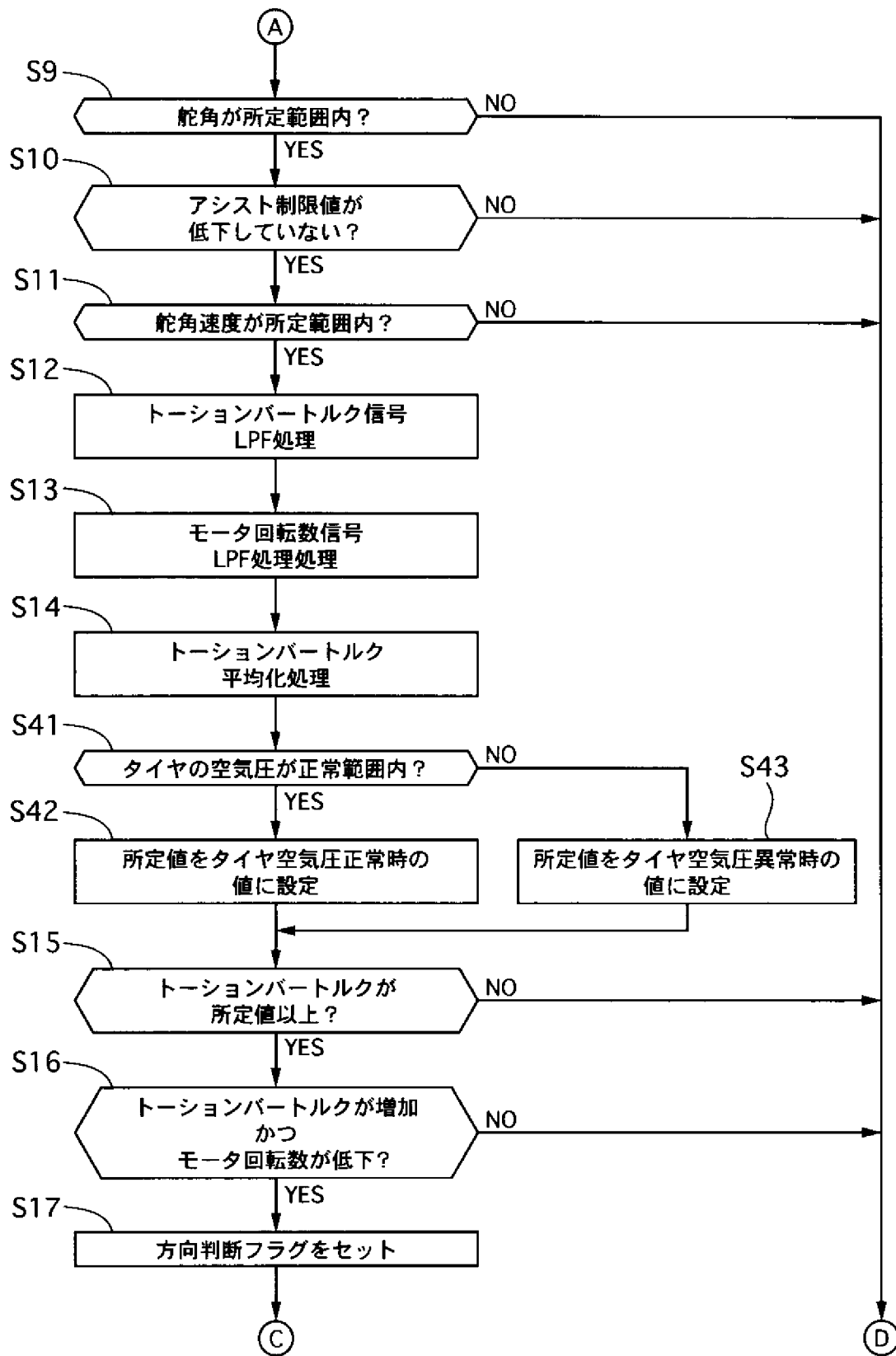
[図8]



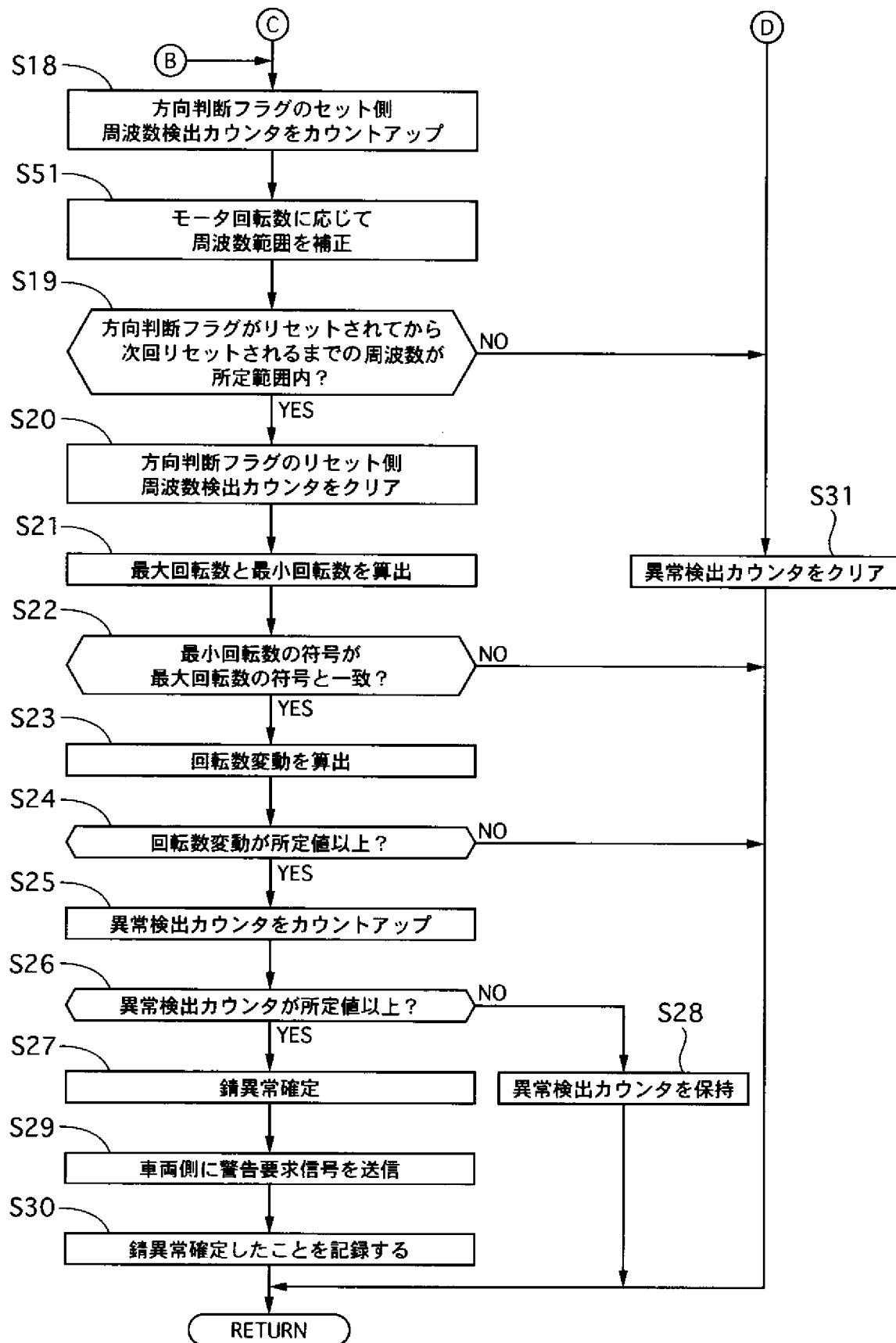
[図9]



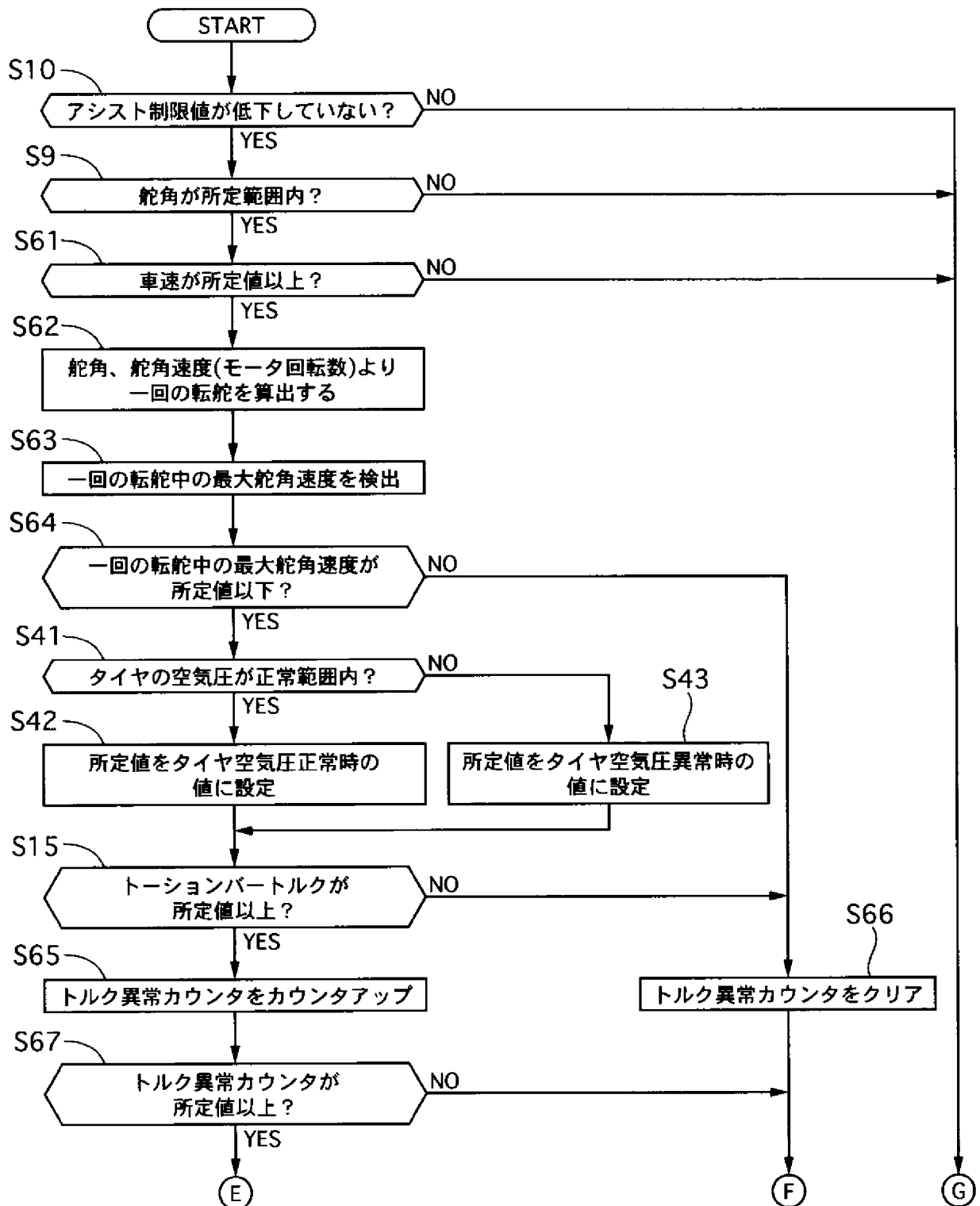
[図10]



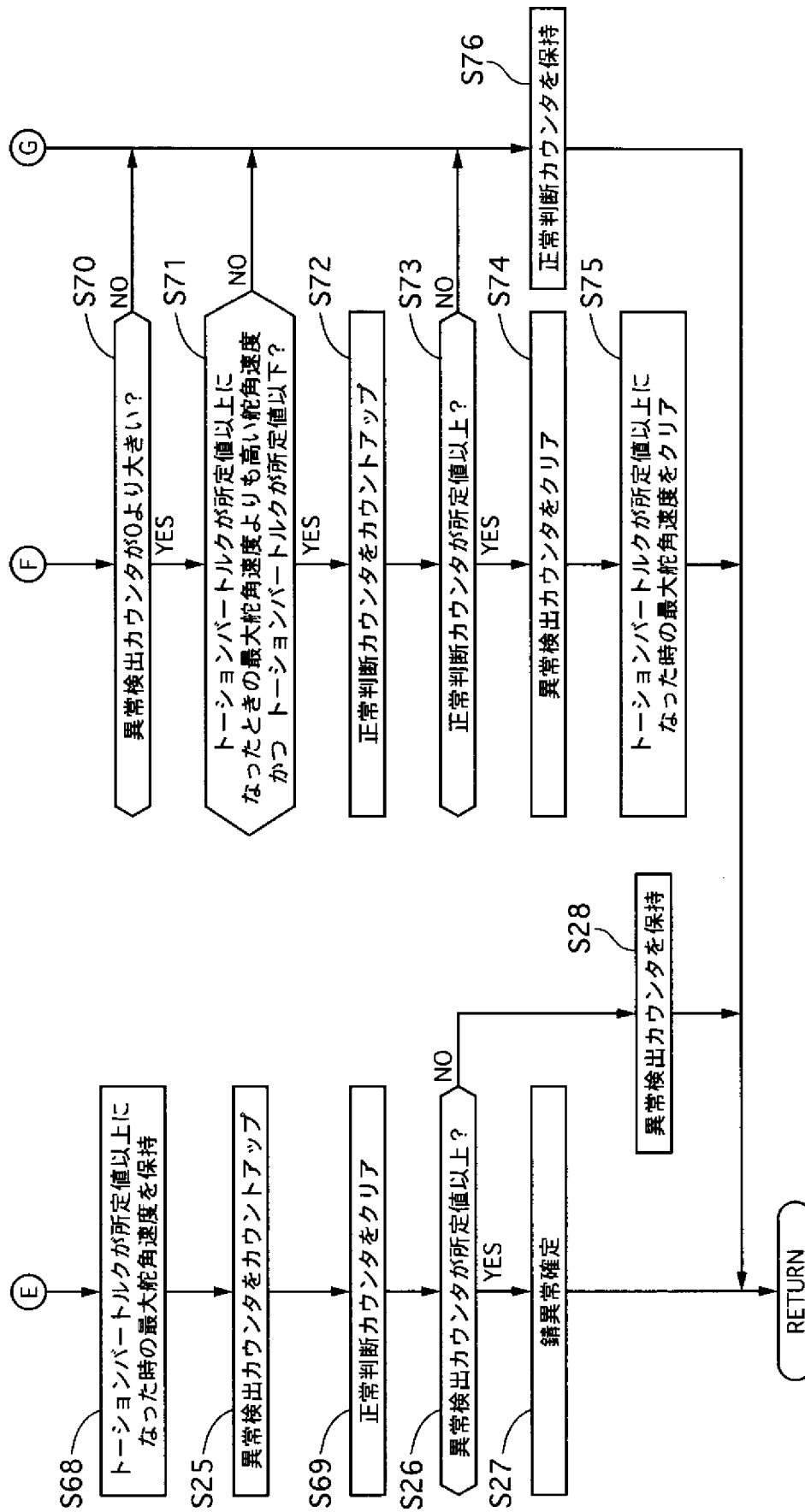
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/074680

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(2006.01)n, B62D119/00(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)

B62D6/00, B62D5/04, B62D113/00, B62D117/00, B62D119/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 2004-243900 A (Toyota Motor Corp.), 02 September 2004 (02.09.2004), claims; paragraphs [0001] to [0081]; all drawings (Family: none)	1, 5-10, 14-15, 17-20 2-4, 11-13, 16
Y		
Y	JP 2004-161073 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 10 June 2004 (10.06.2004), claims; paragraphs [0001] to [0011], [0031] to [0035]; all drawings (Family: none)	2-4, 11, 13, 16 1
A		



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

"I" 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

06 November 2015 (06.11.15)

Date of mailing of the international search report

17 November 2015 (17.11.15)

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/JP2015/074680

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 2011-183923 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), claim 2 & US 2011/0218704 A1 claim 2 & EP 2364897 A2	12
A	JP 2008-254729 A (Ford Global Technologies, L.L.C.), 23 October 2008 (23.10.2008), & US 2008/0243329 A1 & EP 1975040 A1	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/074680

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(See extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

It is considered that the following Inventions 1 and 2 are involved in this application.

(Invention 1) claims 1-19

Document 1 (JP 2004-243900 A (Toyota Motor Corp.), 02 September 2004 (02.09.2004), claims; paragraphs [0001] to [0081]; all drawings) describes "an abnormality detection circuit that detects abnormality in a power steering device on the basis of the presence or absence of a periodic change".

Therefore, Claim 1 lacks novelty in the light of the document 1.

Consequently, claim 1 does not have a special technical feature.

Claims 2-14 are dependent on claim 1, and claims 15-19 have a technical feature corresponding to claims 1-14.

Consequently, claims 1-19 are classified into "Invention 1".

(Invention 2) claim 20

It is not considered that claim 20 has a technical feature which is same as or corresponding to claims 1-19 classified into Invention 1.

It is apparent that the problem set forth in [0004] to [0005] in the description of the present application is a problem which has been already solved as disclosed in also the document 1.

While it is thought that the specific problem to be solved by the invention according to claim 20 is "to detect abnormality in the power steering device when the rotational speed of the electric motor is within a predetermined rotational speed range or the steering speed which is the rotational speed of the steering shaft is within a predetermined range, and the steering torque is not less than a predetermined value", the relevance to the problem to be solved by claim 1 is low.

Therefore, it is not considered that claim 20 has an inventive relationship with claim 1.

Consequently, claim 20 is classified into "Invention 2".

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(2006.01)n, B62D119/00(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（I P C））

Int.Cl. B62D6/00, B62D5/04, B62D113/00, B62D117/00, B62D119/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	JP 2004-243900 A（トヨタ自動車株式会社） 2004.09.02, [特許請求の範囲], 段落[0001]-[0081], 全図	1, 5-10, 14-15, 17-20
Y	（ファミリーなし）	2-4, 11-13, 16
Y	JP 2004-161073 A（光洋精工株式会社） 2004.06.10, [特許請求の範囲], 段落[0001]-[0011], [0031]-[0035], 全図（ファミリーなし）	2-4, 11, 13, 16
A		1

☒ 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

0 6 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

三宅 龍平

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 8 1

3 Q

4 0 2 0

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 2011-183923 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2011.09.22, 請求項 2 & US 2011/0218704 A1, 請求項 2 & EP 2364897 A2	12
A	JP 2008-254729 A (フォード グローバル テクノロジーズ、リミテ ッド ライアビリティ カンパニー) 2008.10.23, & US 2008/0243329 A1 & EP 1975040 A1	1-20

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
（特別ページ参照）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

この出願には、以下の発明 1、2 が含まれると認められる。

(発明 1) 請求項 1－19

文献 1 (JP 2004-243900 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.09.02, [特許請求の範囲], 段落 [0001]–[0081], 全図) には、「周期的な変化の有無に基づき、パワーステアリング装置の異常を検出する異常検出回路」が記載されている。そのため、請求項 1 は、文献 1 により新規性が欠如している。よって、請求項 1 は特別な技術的特徴を有しない。

請求項 2－14 は請求項 1 の従属請求項であり、請求項 15－19 は請求項 1－14 に対応する技術的特徴を有する。

よって、請求項 1－19 を「発明 1」に区分する。

(発明 2) 請求項 20

請求項 20 は、発明 1 に区分された請求項 1－19 と同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。

本願明細書 [0004]–[0005] に記載の課題は、文献 1 にも記載されているように解決済み課題であることは明らかである。請求項 20 に係る発明が解決しようとする具体的課題は、[電動モータの回転数が所定回転数範囲内または操舵軸の回転数である操舵速度が所定範囲内、および操舵トルクが所定値以上のとき、パワーステアリング装置の異常を検出すること]と考えられるが、請求項 1 が解決しようとする課題との関連性が低い。このため、請求項 20 が請求項 1 に対して発明の連関性を有しているとは認められない。

よって、請求項 20 を「発明 2」に区分する。