

(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
2023年6月1日(01.06.2023)



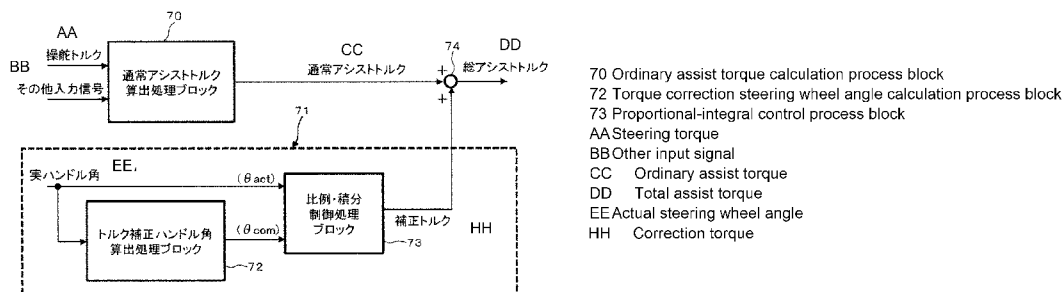
(10) 国際公開番号

WO 2023/095407 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 113/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/032524
- (22) 国際出願日: 2022年8月30日(30.08.2022)
- (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 2021-191836 2021年11月26日(26.11.2021) JP
- (71) 出願人: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 古田 土 雅 樹 (KODATO, Masaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).
宮島 司(MIYAJIMA, Tsukasa); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 山本 修, 外 (YAMAMOTO, Osamu 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 2 0 6 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: CONTROL DEVICE, METHOD FOR CONTROLLING SAME, AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 制御装置、及びこれの制御方法、電動パワーステアリング装置



(57) Abstract: Provided is a control device which is used in a vehicle comprising a steering wheel for steering the vehicle, a steering member for steering steered wheels in accordance with the rotation of the steering wheel, and a steering actuator that applies steering force to the steering member. The control device comprises a control unit that outputs, on the basis of steering information of the steering wheel, a drive signal for applying steering force to the steering actuator. The control unit alleviates steering force until the steering member reaches a stroke end when the angle of rotation of the steering wheel reaches a prescribed control start angle, and outputs, to the steering actuator, a drive signal that increases steering force when the steering member reaches the stroke end and bounces back.

(57) 要約: 車両を操舵するためのステアリングホイールと、ステアリングホイールの回転に応じて操舵輪を操舵する操舵部材と、操舵部材に操舵力を付与する操舵アクチュエータと、を備えた車両に用いられる制御装置であって、ステアリングホイールの操舵情報に基づいて操舵アクチュエータへ操舵力を与えるための駆動信号を出力するコントロール部を備え、コントロール部は、ステアリングホイールの回転角が所定の制御開始角に達すると、操舵部材がストロークエンドに達するまでは操舵力を低減し、操舵部材がストロークエンドに達して跳ね返ると操舵力を増大する駆動信号を操舵アクチュエータに出力する。

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE,
KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

制御装置、及びこれの制御方法、電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は自動車に搭載されるステアリング装置に係り、特に電動モータによって操舵制御を行う電動パワーステアリング装置に関するものである。

背景技術

[0002] 電動パワーステアリング装置においては、ラックバーがストロークエンドに接近するまで操舵された場合には、ラックバーがストロークエンド付近で他の構造材（例えば、機械的なストopp機構）に突き当たる現象が発生し、突き当たりによって衝撃音が発生する。

[0003] このような課題に対応するために、ラックバーが他の構造材に突き当たる時の衝撃を小さくするべく、ラックバーが突き当たる前にステアリングホイールの回転操作にアシスト力を付与する電動モータの出力を低下させることが提案されている。

[0004] 例えば、特開2007-216745号公報（特許文献1）においては、ラックバーがストロークエンドに達したことが判断されたとき、目標電流決定手段により決定される目標電流値の上限を所定の値に設定して目標電流値を制限するようにしている。これによれば、ラックバーがストロークエンドに達したことを検出すると、目標電流値の上限を所定値に設定するため、過剰なアシスト力の発生を防止することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-216745号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載された方法によれば、ストロークエンドに達した後の跳ね

返りについては考慮されていない。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の目的の一つは、ストロークエンド前後における操作感を向上させる電動パワーステアリング装置を提供することにある。
- [0008] 本発明の一実施形態における制御装置は、車両を操舵するためのステアリングホイールと、ステアリングホイールの回転に応じて操舵輪を操舵する操舵部材と、操舵部材に操舵力を付与する操舵アクチュエータと、を備えた車両に用いられ、ステアリングホイールの操舵情報に基づいて操舵アクチュエータへ操舵力を与えるための駆動信号を出力するコントロール部を備え、コントロール部は、ステアリングホイールの回転角が所定の制御開始角に達すると、操舵部材がストロークエンドに達するまでは操舵力を低減し、操舵部材がストロークエンドに達して跳ね返ると操舵力を増大する駆動信号を操舵アクチュエータに出力する。
- [0009] 本発明の一実施形態によれば、ストロークエンド前後における操作感を向上させることができる電動パワーステアリング装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]電動パワーステアリング装置の外観を示す斜視図である。
- [図2]図1に示す電動パワーステアリング装置の縦断面を示す断面図である。
- [図3]電動パワーステアリング装置に使用されるコントローラの構成を示す制御ブロック図である。
- [図4]本発明の実施形態になる、アシスト力（アシストトルク）を求めるための制御ブロックを示すブロック図である。
- [図5]図4に示すトルク補正ハンドル角算出ブロックで求められるトルク補正ハンドル角を説明する説明図である。
- [図6]図4に示す比例・積分制御処理ブロックの具体的な制御ブロックを示すブロック図である。
- [図7]補正トルクを求める制御ブロックの機能を実現するための制御フローを

示すフローチャートである。

[図8]図7に処理フローによって求められるトルク補正ハンドル角を説明する説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されることなく、本発明の技術的な概念の中で種々の変形例や応用例をもその範囲に含むものである。

[0012] 本発明の実施形態を説明する前に、本発明の前提となる電動パワーステアリング装置の構成について説明する。

[0013] 図1、図2は、ステアリングホイールによって回転されるステアリングシャフトによる操舵軸（以下、ラックバーと表記する）の駆動（手動操舵力）とは別に、ステアリングシャフトの回転角、回転方向、及び回転トルクを検出し、これらの検出信号（請求項でいう操舵情報に対応する）に基づいて電動モータ（請求項でいう操舵アクチュエータに対応する）を回転させ、電動モータの回転をナットに伝達してナット内に収納されたラックバーを駆動して操舵力をアシストする電動パワーステアリング装置を示している。

[0014] 操舵機構1は、車両の運転室内に配置されたステアリングホイール(図示せず)に接続されたステアリングシャフト4と、操舵輪に係合された操舵軸としてのラックバー5と、ステアリングシャフト4とラックバー5とを係合させる変換機構6と、を備えている。

変換機構6は、ステアリングシャフト4の外周に形成されたピニオン歯(図示せず)と、ラックバー5の外周に形成されたラック歯(図示せず)とにより構成される、いわゆるラック・ピニオン機構である。

[0015] ここで、ラックバー5は操舵部材を表しているが、操舵部材としては、ラックバー5の他に、ピットマンアームがあり、更にこれらに限らず操舵アクチュエータと操舵輪の間に設けられたリンク機構等を含むことができる。

[0016] ステアリングシャフト4は、軸方向一端側がステアリングホイールと一体回転可能に連結された入力軸7と、軸方向一端側がトーションバー(図示せず

)を介して入力軸 7 の軸方向他端側に接続された出力軸 8 とを有する。

[0017] ラックバー 5 は、軸方向の両端部がそれぞれタイロッド 9、及び一对のナックルアームを介して一对の操舵輪に連係されている。これにより、ラックバー 5 が軸方向へ移動すると、各タイロッド 9 を介して各ナックルアームが引っ張られることで、一对の操舵輪の向きが変更される。

[0018] また、ラックバー 5 は、ハウジング 3 の一部を構成するほぼ円筒状のラックハウジング 10 のラックバー収容部 11 内に、軸方向両端部が外部に露出した状態で軸方向へ移動可能に収容されている。ラックハウジング 10 は、鋳造により軸方向に 2 分割されて形成されており、ラックバー 5 の軸方向一端側を収容する第 1 ハウジング 12 と、ラックバー 5 の軸方向他端側を収容する第 2 ハウジング 13 と、を複数のボルト(図示せず)で締結することによって一体化されている。

[0019] 尚、ラックバー収容部 11 は、第 1 ハウジング 12 の内部を軸方向に貫通する第 1 ラックバー収容部 14 と、第 2 ハウジング 13 の内部を軸方向に貫通する第 2 ラックバー収容部 15 と、により構成される。

[0020] また、ラックハウジング 10 の軸方向両端部には、それぞれ蛇腹状に形成されたブーツ 16 がタイロッド 9 に跨って装着されている。これらブーツ 16 は、合成ゴム材料等の弾性材料により所定の可撓性を確保するように形成されており、ハウジング 3 内部への水や塵芥等の侵入を抑制する。

[0021] 操舵アシスト機構 2 は、操舵アシスト力(操舵力)を生成する駆動部である電動モータ 17 と、電動モータ 17 の駆動力をラックバー 5 に伝達する伝達機構 18 と、パワーステアリング装置の各種状態量を検出する各種センサと、各種センサが出力する信号等に基づき電動モータ 17 を駆動制御するコントローラ(請求項でいうコントロール部に対応する) 19 とを備えている。ここで、電動モータ 17、伝達機構 18 は、操舵アクチュエータを構成するものである。

[0022] 各種センサのうち、ステアリングホイールの中立舵角からの回動量である舵角(後述するハンドル角に相当する)を検出する舵角センサ 20 と、ステ

アリングシャフト4に入力されたトルクを検出するトルクセンサ21は、共にステアリングシャフト4の外周を取り囲むように形成されたハウジング3の一部であるセンサハウジング22内に收容されている。

[0023] 舵角センサ20は、ステアリングシャフト4の入力軸7の外周に取り付けられ、入力軸7の回転角に基づいて舵角を検出する。また、舵角センサ20は、メイン、サブの二重系の舵角検出部20a、20bを有しており、その各々が舵角を検出する。

[0024] トルクセンサ21は、入力軸7と出力軸8との間に跨るようにして設けられ、入力軸7と出力軸8との相対回転の変位量に基づいてトルクを検出する。また、トルクセンサ21は、メイン、サブの二重系のトルク検出部21a、21bを有しており、その各々が操舵トルクを検出する。尚、舵角センサ20とトルクセンサ21は、ラックハウジング10の外周に沿って設けられるハーネス(図示せず)を介してコントローラ19と電氣的に接続されている。

[0025] 電動モータ17は、3相交流電力に基づき駆動される、いわゆる3相交流モータであって、ハウジング3の一部を構成するモータハウジング23と、モータハウジング23内に設けられたモータ要素と、を備えている。モータハウジング23は、モータ要素を内部に收容する円筒状の筒状部23aと、それぞれ筒状部23aの開口部を閉塞する第1、第2端壁部23b、23cと、を有している。

[0026] モータ要素は、筒状部23aの内周面に焼き嵌め等によって固定された筒状のステータ26と、ステータ26の内周側に所定の径方向隙間を介して配置される筒状のロータ27と、ロータ27の内周側に一体回転可能に固定され、ロータ27の回転を出力するモータ軸28と、を有する。

[0027] ステータ26は、複数の薄板を積層してなるステータコア(図示せず)にU相、V相、W相コイルが巻き付けられることにより構成されている。尚、本実施形態では、各コイルをいわゆるY結線(スター結線)によって接続しているが、これらをデルタ結線により接続してもよい。

- [0028] モータ軸 28 は、その両端部 28 a、28 b が第 1、第 2 端壁部 23 b、23 c のそれぞれに貫通して形成された貫通孔を介してモータハウジング 23 から露出している。このうち、コントローラ 19 と反対側の一端部 28 a については、伝達機構 18 を収容する後述の伝達機構収容部 31 内に臨んでいる。一方、他端部 28 b については、コントローラ 19 を収容する後述の収容部 43 内に臨んでいる。
- [0029] また、モータ軸 28 は、一端部 28 a 側の外周面と第 1 端壁部 23 b の貫通孔の内周面との間に設けられた第 1 ボールベアリング 29 と、他端部 28 b 側の外周面と第 2 端壁部 23 c の貫通孔内周面との間に設けられた第 2 ボールベアリング 30 と、によって回転可能に支持されている。
- [0030] 伝達機構 18 は、ハウジング 3 の伝達機構収容部 31 内に収容されるもので、入力側プーリ 32 及び出力側プーリ 33 と、両プーリ 32、33 間に巻き掛けられたベルト 34 と、出力側プーリ 33 の回転を減速しながらラックバー 5 の軸方向運動へと変換するボールねじ機構 35 と、を有する。
- [0031] 伝達機構収容部 31 は、第 1 ラックバー収容部 14 の第 2 ハウジング 13 側の端部に設けられた第 1 伝達機構収容部 36 と、第 2 ラックバー収容部 15 の第 1 ハウジング 12 側の端部に設けられた第 2 伝達機構収容部 37 と、が接合されることにより形成されている。
- [0032] 入力側プーリ 32 は、出力側プーリ 33 に対して比較的小径な円筒状に形成され、内周側に貫通形成された貫通孔を介して電動モータ 17 のモータ軸 28 の一端部 28 a に圧入固定されている。
- [0033] 出力側プーリ 33 は、ラックバー 5 の外周側に配置され、ボールねじ機構 35 を介してラックバー 5 に連係されている。より詳しくは、出力側プーリ 33 は、入力側プーリ 32 に対して比較的大径な有底円筒状を呈し、ボールねじ機構 35 の後述するナット 38 の外周に固定され、ナット 38 と一体回転するようになっている。
- [0034] ベルト 34 は、内部にガラス繊維や鋼線等が芯材として埋設された無端状のベルトであり、入力側プーリ 32 と出力側プーリ 33 とを同期回転させる

ことで、入力側プーリ 3 2 の回転力を出力側プーリ 3 3 に伝達する。

- [0035] ボールねじ機構 3 5 は、ラックバー 5 の外周側に配置された筒状のナット 3 8 と、ナット 3 8 とラックバー 5 との間に形成されたボール循環溝 3 9 と、ボール循環溝 3 9 内に転動可能に設けられた複数のボール 4 0 と、各ボール 4 0 をボール循環溝 3 9 の一端側から他端側へ循環させる循環機構(図示せず)と、を備えている。
- [0036] ナット 3 8 は、第 1 伝達機構収容部 3 6 内に収容されたボールベアリング 4 1 を介して回転可能に支持されている。ボールベアリング 4 1 は、ナット 3 8 と一体に形成されたインナレース部 4 1 a と、第 1 伝達機構収容部 3 6 の内周面に固定されたアウトレース部 4 1 b と、インナレース部 4 1 a とアウトレース部 4 1 b との間に転動可能に収容された複数のボール 4 1 c と、を有する。なお、本実施形態では、インナレース部 4 1 a をナット 3 8 と一体に形成したものを例示しているが、インナレース部 4 1 a とナット 3 8 とを別体とすることも可能である。
- [0037] ボール循環溝 3 9 は、ラックバー 5 の外周側に設けられた螺旋状の溝形状を有する軸側ボールねじ溝 3 9 a と、ナット 3 8 の内周側に設けられた螺旋状の溝形状を有するナット側ボールねじ溝 3 9 b と、から構成される。
- [0038] コントローラ 1 9 は、ハウジング 3 の一部を構成する制御ハウジング 4 2 と、制御ハウジング 4 2 の収容部 4 3 内に収容される制御基板 4 4 と、を備えている。
- [0039] 制御ハウジング 4 2 は、電動モータ 1 7 側の一端部がモータハウジング 2 3 の外周に被さる筒状のボディ 4 5 と、ボディ 4 5 の他端部側の開口部を閉塞するカバー 4 6 と、を有している。
- [0040] 制御基板 4 4 は、ガラスエポキシ樹脂に代表されるような非導電性樹脂材料からなる基板の表裏両面にそれぞれ導体パターンを形成し、この導体パターン上に多数の電子部品や電気部品が搭載されることにより構成されている。
- [0041] また、図 2 に図示はしていないが、制御基板 4 4 上には、各種センサの 1

つであって、電動モータ１７のロータ２７の回転角であるモータ回転角を検出するモータ回転角センサが設けられている。

[0042] このモータ回転角センサは、モータ軸２８の他端部２８ｂに取り付けられる磁石(図示せず)が発する磁界の変化に基づきモータ軸２８（ロータ２７）の回転角を検出する。また、モータ回転角センサは、メイン、サブの二重系のモータ回転角検出部を有しており、その各々がモータ軸２８の回転角を検出するようになっている。

[0043] 次に電動パワーステアリング装置に使用される操舵アクチュエータを構成する電動モータ１７を制御するコントローラ１９の構成について説明する。

[0044] 図３は、図１のコントローラ１９のハードウェア構成を示している。コントローラ１９は、図３に示すように、制御用マイクロコントロールユニット(制御用MCU)５１と、監視用マイクロコントロールユニット(監視用MCU)５２と、MOSFETプリドライバ回路５３と、モータ駆動回路であるインバータ駆動回路５４と、電流検出回路５５と、回転角検出回路５６等を備えている。

[0045] 制御用マイクロコントロールユニット５１は、演算装置であるCPU５７、メモリであるROM５８、RAM５９、EEPROM(フラッシュROM)６０、A/D変換器６１、CANドライバ６２、バスライン６３等を備えている。

[0046] CPU５７は、ROM５８に格納された各種プログラムを実行して電動パワーステアリング装置の電動モータ１７を制御する。したがって、プログラムによって実行される動作は、制御機能として捉えることができる。

[0047] ROM５８は、CPU５７が実行する各種プログラムを格納する。具体的には、ROM５８には、電動モータ１７を制御するモータ制御処理（操舵処理）を実行するための制御プログラムが格納されている。更に、このROM５８には、パワーステアリング装置の診断を実行する診断プログラムが格納されている。制御プログラム、診断プログラムは、CPU５７によって、所定の制御機能、診断機能を実行するものである。

- [0048] RAM 59は、CPU 57が制御プログラムを実行する場合に、その作業領域として使用され、処理過程で必要とするデータや処理結果が一時的に記憶される。同様に診断プログラムを実行して、エラーコードとして診断結果が一時的に記憶される。
- [0049] EEPROM 60は、電源遮断後においても記憶内容を保持可能なメモリであり、ハードウェア固有の補正值や、診断機能を実行した後のエラーコードが格納されている。この場合、電源電圧の供給を遮断するシャットオフ機能によって、エラーコードをRAM 59からEEPROM 60に転送する時間だけ、コントローラ 19のシャットダウンが遅延される構成となっている。
- [0050] A/D変換器 61は、舵角センサ 20からの舵角情報、トルクセンサ 21からのトルク情報、電流検出回路 55からの電動モータ 17の電流情報、及び回転角検出回路 56からのモータ回転角情報等を入力し、デジタル信号に変換する。尚、回転角検出回路 56から、舵角を推定することも可能である。
- [0051] CANドライバ 62は、CANバスに接続されており、CANバスを介して他のコントローラやセンサとCAN通信を行うためのインターフェースである。例えば、CANドライバ 62は、車速センサからの車速（V：車速パルス）をCAN通信で受信することができる。
- [0052] MOSFETプリドライバ回路 53は、制御用マイクロコントロールユニット 51から入力されるU相、V相、W相の各相のPWM制御信号を、各相正負の通電信号（Up、Un、Vp、Vn、Wp、Wn）に変換して、インバータ駆動回路 54に出力する。
- [0053] インバータ駆動回路 54は、一对のMOSFETスイッチング素子からなるブリッジ回路をU相用、V相用、W相用として3相分だけ備えたインバータ駆動回路であり、各MOSFETスイッチング素子には還流ダイオードが並列接続されている。
- [0054] このブリッジ回路には、バッテリー 64から電源リレー 65を介して直流電

圧が印加されている。各MOSFETスイッチング素子の制御端子(ゲート端子)には、MOSFETプリドライバ回路53から通電信号が入力される。

[0055] インバータ駆動回路54に印加される直流電圧は、インバータ駆動回路54内のMOSFETスイッチング素子のスイッチング動作によって3相の交流電圧に変換され、それにより電動モータ17が駆動される。ブリッジ回路には、シャント抵抗R1、R2が接続されている。

[0056] このシャント抵抗R1、R2に電流検出回路55が接続され、これによって、電動モータ17の電流情報を検出して、A/D変換器61に出力している。また、回転角検出回路56は、電動モータ17のロータの回転角であるモータ回転角を検出するモータ回転角センサ66からの出力信号をモータ回転角情報として、A/D変換器61に出力している。

このモータ回転角センサ66は、メイン、サブの二重系のモータ回転角検出部を有しており、その各々がモータ軸28の回転角を検出するようになっている。

[0057] 監視用マイクロコントロールユニット52は、図示してはいないが、周知の通りCPU、ROM、RAM、D/A変換器、A/D変換器、インターフェース等を備えている監視用マイクロコントロールユニット52は、制御用マイクロコントロールユニット51のCPU57の暴走等を監視する。

[0058] このような電動パワーステアリング装置においては、上述したように、ラックバーがストロークエンド近傍まで接近するように操舵された場合には、ラックバーがストロークエンド付近で他の構造材(機械的なストッパ機構)に突き当たる現象が発生する。このため、突き当たりによる衝撃音の発生や、突き当たり後の跳ね返りによるステアリングホイールの意図しない回転が発生して操作違和感を生じるといった課題がある。

[0059] そこで、本実施形態では、ステアリングホイールの回転角(以下では、ステアリングホイールの回転角をハンドル角と表記する場合もある)が所定の制御開始角に達すると、操舵部材がストロークエンドに達するまでは操舵力を低減する駆動信号を操舵アクチュエータに出力し、操舵部材がストローク

エンドに達して跳ね返ると操舵力を増大する駆動信号を操舵アクチュエータに出力する操舵力調整部を備える電動パワーステアリング装置を提案するものである。

[0060] つまり、ラックバーがストロークエンドに近づく場合は、操舵部材の操舵力（以下、アシストトルクと表記する）を低減して衝突による衝撃音を抑制し、また、ラックバーが跳ね返る場合は、操舵部材のアシストトルクを増大して、ラックバーの跳ね返りを押さえ付けて、ステアリングホイールの意図しない回転を抑制することができる構成を提案するものである。

[0061] 特に、本実施形態では、実ハンドル角を基に任意に設定したトルク補正ハンドル角と、実ハンドル角との角度差分を求め、この角度差分を比例・積分制御を利用して負の補正トルク、及び正の補正トルクとして求め、求められた補正トルクによってアシストトルクを補正することを特徴としている。ここで、負の補正トルクは、ラックバーをストロークエンドの方向に付勢するトルクを低減する成分を備え、正の補正トルクは、ラックバーをストロークエンドの方向に付勢するトルクを増大する成分を備えるものである。

[0062] このように、ステアリングホイールの実ハンドル角と、これを基にして設定されたトルク補正ハンドル角の角度差分から、比例・積分制御を利用して負の補正トルク、及び正の補正トルクを求め、求められた補正トルクによってアシストトルクを補正する構成としている。このため、他の検出センサを新たに設置することなく、簡単な制御ロジックで、突き当りによる衝撃音や、突き当り後の跳ね返りによるステアリングホイールの意図しない回転を抑制することができる。

[0063] 図4に、電動モータに与える総アシストトルクを求めるための制御ブロック（操舵力調整部）を示している。

[0064] 図4において、通常アシストトルク算出処理ブロック（請求項でいう通常操舵力生成部に対応する）70は、ステアリングホイールによる操舵トルク、操舵角、及び自動車の車速等の入力情報によって、通常アシストトルクを演算する。この通常アシストトルクの演算は周知の事項であるので、ここで

は詳細な説明は省略する。

- [0065] そして、演算された通常アシストトルクと、運転者によるステアリングホイールの操舵力（手動操舵力）とが合成されて、ラックバー５を変位させるラック軸力とされ、このラック軸力が操舵輪を操舵させる。このような電動パワーステリング装置において、本実施形態は以下のトルク補正機能部（請求項でいう補正操舵力生成部に対応する）７１を追加したものである。
- [0066] トルク補正機能部７１は、実ハンドル角（ θ_{act} ）を基に生成されるトルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）を求めるトルク補正ハンドル角算出処理ブロック７２と、実ハンドル角（ θ_{act} ）とトルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）の偏差（角度差分）を比例・積分制御して補正トルクを求める比例・積分制御処理ブロック７３と、求められた補正トルクを通常アシストトルクに対して加算する加算ブロック７４から構成されている。
- [0067] トルク補正機能部７１で求められる補正トルクにおいては、負の補正トルクと正の補正トルクが生成されるものである。負の補正トルクは、通常アシストトルクを低減させ、正の補正トルクは、通常アシストトルクを増大させて、総アシストトルクを求めるようにしている。つまり、負の補正トルクは、ラック軸力を減少する方向に作用し、正の補正トルクは、ラック軸力を増大する方向に作用する。
- [0068] 具体的には、ラックバー５がストロークエンドに近づく場合は、負の補正トルクによって通常アシストトルクを低減して衝突による衝撃音を抑制する働きを行う。一方、ラックバー５が跳ね返る場合は、正の補正トルクによって通常アシストトルクを増大して、ラックバー５の跳ね返りを押さえ付け、ステアリングホイールの意図しない回転を抑制する働きを行う。
- [0069] このような働きによって、突き当たりによる衝撃音の発生や、突き当たり後の跳ね返りによるステアリングホイールの意図しない回転が発生して操作違和感を生じるといった課題を解決することができる。
- [0070] 次に、トルク補正ハンドル角算出処理ブロック７２で算出されるトルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）について説明する。

[0071] 図5において、トルク補正ハンドル角算出処理ブロック72は、入力された実ハンドル角 (θ_{act}) から、所定の補正角 ($\Delta\theta$) を加算、及び減算されてトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) が求められている。

[0072] つまり、実ハンドル角 (θ_{act}) から補正角 ($\Delta\theta$) が減算されて第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) とされ、実ハンドル角 (θ_{act}) から補正角 ($\Delta\theta$) が加算されて第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) とされている。したがって、実ハンドル角 (θ_{act}) の変化に追従して、矢印 (P) の動きにあるように第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) と第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) も、同時に変化することになる。ここで、補正角 ($\Delta\theta$) は、同じ値とされているが、それぞれ個別に設定することも可能である。

[0073] そして、トルク補正ハンドル角算出処理ブロック72は、ラックバー5がストロークエンドに近づく方向にある場合は、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) を出力し、ラックバー5が跳ね返る方向にある場合は、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) を出力する（これについては図7のフローチャートで説明する）。そして、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1})、或いは第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) は、実ハンドル角 (θ_{act}) と共に比例・積分制御処理ブロック73に入力される。

[0074] 図6に比例・積分制御処理ブロック73の構成を示している。比例・積分制御処理ブロック73には、実ハンドル角 (θ_{act}) と、トルク補正ハンドル角算出処理ブロック72で求められたトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) が入力されている。これらの入力は差分算出部75で「(θ_{com}) - (θ_{act})」の演算を実行されて角度差分が求められる。角度差分については図8に示した通りであり、これについては後述する。

[0075] 尚、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) と第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) が入力される場合は、角度差分 ($\pm\Delta\theta$) は図5にあるように一定の値である。ただ、図7のフローチャートで説明するが、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) と第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2})

との間の遷移区間は、遷移が始まる前のトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) が継続して使用される。

[0076] 求められた角度差分は、比例・積分制御処理ブロック 73 の比例制御部 76 で比例成分が求められ、同様に積分制御部 77 で積分成分が求められる。これらの比例成分と積分成分は、加算部 78 で加算されて補正トルクとして出力される。更に、この補正トルクは、図 4 に示しているように、通常アシストトルクに加算されて総アシストトルクとして電動モータに与えられる。

[0077] ここで、「 $(\theta_{com}) - (\theta_{act})$ 」の演算で「負の値」が導き出された場合は、上述したように負の補正トルクが発生され、「 $(\theta_{com}) - (\theta_{act})$ 」の演算で「正の値」が導き出された場合は、上述したように正の補正トルクが発生される。

[0078] 次に、以上のような機能を備えたトルク補正機能部 71 の具体的な制御について、図 7、及び図 8 を用いて説明する。トルク補正機能部 71 は、実際には制御用 MCU 51 (図 3 を参照) の制御ソフトウェアによって実行されるものである。図 7 は、その具体的な処理フローを示し、図 8 は、その処理におけるトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) の変化を示している。尚、ここではステアリングホイールの中立位置を基準 ($= 0^\circ$) としており、ストロークエンド側に近づくにつれてハンドル角が大きくなるものと定義されている。

[0079] 先ず、図 8 (a) においては、ラックバー 5 がストロークエンドに接近していき、ストロークエンド付近の構造材 (ストッパ機構) に接触した後にラックバー 5 が跳ね返る状態下での、実ハンドル角 (θ_{act}) と、この実ハンドル角 (θ_{act}) より所定の補正角 ($-\Delta\theta$) だけ中立位置側に設定された第 1 トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) と、実ハンドル角 (θ_{act}) より所定の補正角 ($+\Delta\theta$) だけストロークエンド側に設定された第 2 トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) とを示している。

[0080] そして、実際に設定されるトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) を太い破線で示しており、更に図 8 (b) に示したトルク補正ハンドル角 (θ_{com})

と実ハンドル角 (θ_{act}) の角度差分が、比例・積分制御されて補正トルクが求められることになる。

[0081] 次に、具体的な処理フローについて、図7に示すフローチャートを用いて説明する。ここで、以下に説明する制御ステップで使用されるトルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) は、フローチャートの実行ループ毎に更新されていくものである。

[0082] 《ステップS10》

ステップS10においては、実ハンドル角 (θ_{act}) が制御開始角 (θ_{srt}) より大きいか否かを判断している。この判断は、ステアリングホイールを回転させてラックバー5をストロークエンドの側に向けて移動させる状態に入ったかどうかを判断している。

[0083] 尚、制御開始角 (θ_{srt}) は、自動車の諸元によって変更することができ、最も適した制御開始角 (θ_{srt}) を設定すればよいものである。また、制御開始角 (θ_{srt}) は、ステアリングホイールの操作回転角の角速度に基づいて変更することもできる。ステアリングホイールを速く回転させた時に、ラックバー5が素早くストロークエンドの構造材（ストッパ機構）に突き当たる場合がある。この場合は、操作角速度が大きいほど、制御開始角 (θ_{srt}) を中立位置側に移してやれば良い。

[0084] ここで、上述したように、制御開始角 (θ_{srt}) より実ハンドル角 (θ_{act}) が大きいということは、ステアリングホイールの中立位置に対して、ステアリングホイールが多く回転されてことを意味している。

[0085] このステップS10で、実ハンドル角 (θ_{act}) が制御開始角 (θ_{srt}) より小さい (NO) と判断されるとステップS11に移行し、実ハンドル角 (θ_{act}) が制御開始角 (θ_{srt}) より大きい (YES) と判断されるとステップS12に移行する。

[0086] 《ステップS11》

ステップS10で、実ハンドル角 (θ_{act}) が制御開始角 (θ_{srt}) より小さいと判断されているので、ステップS11においては、トルク補正ハ

ンドル角を制御開始角 (θ_{srt}) に設定する。この制御開始角 (θ_{srt}) は、ステップ S 1 0 の判断で、実ハンドル角 (θ_{act}) が制御開始角 (θ_{srt}) より大きいと判断されている場合の制御で必要とされる、トルク補正ハンドル角前回数 (θ_{prv}) とするためである。

[0087] ステップ S 1 1 で、トルク補正ハンドル角前回数 (θ_{prv}) を設定すると、リターンに抜けて次の実行タイミングを待つことになる。

[0088] 《ステップ S 1 2》

ステップ S 1 0 で、実ハンドル角 (θ_{act}) が制御開始角 (θ_{srt}) より大きい (YES) と判断されているので、ステアリングホイールが大きく回転されている状態である。

例えば「据え切り」のためのステアリングホイールの回転や、「切り返し」のためのステアリングホイールの回転等がこれに対応する。この場合、ラックバー 5 がストロークエンドの構造材 (ストッパ機構) に衝突する現象が往々にして発生する。

[0089] そして、ステップ S 1 2 では、トルク補正ハンドル角前回数 (θ_{prv}) が、第 1 トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より小さいかどうかを判断している。この判断で、トルク補正ハンドル角前回数 (θ_{prv}) が、第 1 トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より大きい (NO) と判断されるとステップ S 1 3 に移行する。一方、トルク補正ハンドル角前回数 (θ_{prv}) が、第 1 トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より小さい (YES) と判断されるとステップ S 1 5 に移行する。

[0090] ここで、トルク補正ハンドル角前回数 (θ_{prv}) が、第 1 トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より大きい (NO) と判断される理由は、ステップ S 1 1 で設定された、制御開始角 (θ_{srt}) であるトルク補正ハンドル角前回数 (θ_{prv}) は、実ハンドル角 (θ_{act}) から補正角 ($\Delta\theta$) を減算した第 1 トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より大きくなるからである。

[0091] 《ステップ S 1 3》

ステップS 1 2で、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より大きい (NO) と判断されているので、ステップS 1 3では、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) より大きいかどうかを判断している。この判断で、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) より小さい (NO) と判断されるとステップS 1 4に移行する。一方、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より大きい (YES) と判断されるとステップS 1 6に移行する。

[0092] ここで、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) より小さい (NO) と判断される理由は、ステップS 1 1で設定された、制御開始角 (θ_{srt}) であるトルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) は、実ハンドル角 (θ_{act}) に補正角 ($\Delta\theta$) を加算した第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) より小さくなるからである。

[0093] このように、ステップS 1 2とステップS 1 3での「NO」判断は、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) と第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) の間に位置していることを示している。

[0094] ただ、実ハンドル角 (θ_{act}) は、ステアリングホイールの回転に伴って時々刻々大きくなっていくので、次の実行タイミングでは、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) と第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) も大きくなる方に変化する。このため、ステップS 1 2とステップS 1 3での判断も変わってくるようになる。

[0095] ≪ステップS 1 4≫

ステップS 1 2、ステップS 1 3で「No」判断される、つまり、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) と第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) の間に位置していると、ステップS 1 4においては、トルク補正ハンドル角 (θ_{com}) を、トルク補

正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) に設定する。ここで、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) は、制御開始角 (θ_{srt}) である。

[0096] したがって、ステップS 1 2、ステップS 1 3、及びステップS 1 4の処理を実行することによって、図8 (a) の時刻 (T_a) ~時刻 (T_b) に示すようなトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) が設定される。更に、この時の実ハンドル角 (θ_{act}) とトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) の角度差分は、図8 (b) に示すように時刻 (T_a) ~時刻 (T_b) の間で、負の側に徐々に大きくなっていくことになる。

[0097] トルク補正ハンドル角 (θ_{com}) が設定されると、ステップS 1 7に移行する。ステップS 1 7以降は比例・積分制御なので、これについては後述する。

[0098] 《ステップS 1 5》

ステップS 1 5を実行するにあたり、ステップS 1 2においては、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より小さい (YES) と判断されている。ここで、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より小さい (YES) と判断される理由は以下の通りである。

[0099] つまり、ステップS 1 4で設定されたトルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) に対して、時間の経過 (ステアリングホイールの回転が進む) によって、実ハンドル角 (θ_{act}) が大きくなり、これに伴って第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) も大きくなるからである。このため、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) より小さくなり、この結果、ステップS 1 5に移行する。

[0100] ステップS 1 5においては、トルク補正ハンドル角 (θ_{com}) を第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) に設定する。また、この第1トルク補正ハンドル角 (θ_{com1}) は、次の実行タイミングにおけるトルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) となる。

[0101] したがって、ステップS 1 2で、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv})

）が、第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）より大きい（NO）と判断されるまで、トルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）は、第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）に設定される。

[0102] したがって、ステップS12、及びステップS15の処理を実行することによって、図8（a）の時刻（Tb）～時刻（Tc）に示すように、第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）が設定される。時刻（Tb）～時刻（Tc）は、ラックバー5がストロークエンドの構造材（ストッパ機構）に接触するまでの区間であり、この区間は、負の補正トルク（アシストトルクを低減するトルク）である必要がある。

[0103] したがって、この時の実ハンドル角（ θ_{act} ）と第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）の角度差分は、図8（b）に示すように時刻（Tb）～時刻（Tc）の間で、負の側で一定の補正角（ $\Delta\theta$ ）に維持されることになる。このように、一定の補正角（ $\Delta\theta$ ）を設定することによって、比例ゲインを大きくして追従性を上げて、比例成分が過度に大きくならないという効果を奏する。

[0104] 第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）が設定されると、ステップS17に移行する。ステップS17以降は比例・積分制御なので、これについては後述する。

[0105] 《ステップS16》

先のステップS15では、ラックバー5がストロークエンドの構造材（ストッパ機構）に接触するまで第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）を設定するものであるが、ラックバー5がストロークエンドの構造材（ストッパ機構）に接触して跳ね返りを発生すると、実ハンドル角（ θ_{act} ）は、中立位置側に向かう方向に変化する。

[0106] したがって、トルク補正ハンドル角前回値（ θ_{prv} ）が、第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）と第2トルク補正ハンドル角（ θ_{com2} ）の間に位置している間は、先のステップS12、ステップS13、及びステップS14が実行される。この場合は、第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）

）が、トルク補正ハンドル角前回数（ θ_{prv} ）として設定される。

[0107] このように、ステップS 1 2、ステップS 1 3、及びステップS 1 4の処理を実行することによって、図8（a）の時刻（ T_c ）～時刻（ T_e ）に示すようなトルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）が設定される。また、この時の実ハンドル角（ θ_{act} ）とトルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）の角度差分は、図8（b）に示すように時刻（ T_c ）～時刻（ T_d ）の間で、正の側に向かって徐々に小さくなり、更に、時刻（ T_d ）～時刻（ T_e ）で正の側で徐々に大きくなっていくことになる。

[0108] これは、時刻（ T_d ）でトルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）と実ハンドル角（ θ_{act} ）の関係が逆転するためである。トルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）が設定されると、ステップS 1 7に移行する。ステップS 1 7以降は比例・積分制御なので、これについては後述する。

[0109] 次に、時刻（ T_e ）に達すると、ステップS 1 6が実行される。ステップS 1 6を実行するにあたり、ステップS 1 3においては、トルク補正ハンドル角前回数（ θ_{prv} ）が、第2トルク補正ハンドル角（ θ_{com2} ）より大きい（YES）と判断されている。ここで、トルク補正ハンドル角前回数（ θ_{prv} ）が、第2トルク補正ハンドル角（ θ_{com2} ）より大きい（YES）と判断される理由は以下の通りである。

[0110] つまり、ステップS 1 5で設定されたトルク補正ハンドル角前回数（ θ_{prv} ）は、第1トルク補正ハンドル角（ θ_{com1} ）である。これに対して、時間の経過（ラックバーの跳ね返りでステアリングホイールが逆回転する）によって、実ハンドル角（ θ_{act} ）が小さくなり、これに伴って第2トルク補正ハンドル角（ θ_{com2} ）も小さくなるからである。このため、トルク補正ハンドル角前回数（ θ_{prv} ）が、第2トルク補正ハンドル角（ θ_{com2} ）より大きくなり、この結果、ステップS 1 6に移行することになる。

[0111] ステップS 1 6においては、トルク補正ハンドル角（ θ_{com} ）を第2トルク補正ハンドル角（ θ_{com2} ）に設定する。また、この第2トルク補正

ハンドル角 (θ_{com2}) は、次の実行タイミングにおけるトルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) となる。

[0112] したがって、ステップS13で、トルク補正ハンドル角前回値 (θ_{prv}) が、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) より小さい (NO) と判断されるまで、トルク補正ハンドル角 (θ_{com}) は、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) に設定される。

[0113] また、この状態で、実ハンドル角 (θ_{act}) が制御開始角 (θ_{srt}) まで戻ると、ステップS10によって、上述した補正トルクによる通常アシストトルクの補正を終了することになる。

[0114] このように、ステップS13、及びステップS16の処理を実行することによって、図8(a)の時刻(T_e)～時刻(T_f)に示すように、第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) が設定される。更に、この時の実ハンドル角 (θ_{act}) と第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) の角度差分は、図8(b)に示すように時刻(T_e)～時刻(T_f)の間で、正の側で一定の補正角 ($\Delta\theta$) に維持されることになる。このように、一定の補正角 ($\Delta\theta$) を設定することによって、比例ゲインを大きくして追従性を上げてても、比例成分が過度に大きくならないという効果を奏する。

[0115] 第2トルク補正ハンドル角 (θ_{com2}) が設定されると、ステップS17に移行する。ステップS17以降は比例・積分制御なので、これについては後述する。

[0116] 以上に説明したステップS12～ステップS16までの処理が、図4に示すトルク補正ハンドル角算出処理ブロック72に対応するものである。トルク補正ハンドル角 (θ_{com}) が求まるとステップS17以降の比例・積分制御が実行される。

[0117] 《ステップS17》

ステップS17においては、実ハンドル角 (θ_{act}) とステップS12～ステップS16で求めたトルク補正ハンドル角 (θ_{com}) との角度差分を演算する。演算された角度差分は、図8(b)に示したような特性を備えた

角度差分となる。ここで、角度差分は実ハンドル角 (θ_{act}) を基準として、ラックバー 5 がストロークエンドに向かう方向は負の角度差分となり、時刻 (T_d) を境にしてラックバー 5 が跳ね返ってストロークエンド側から離れる方向は正の角度差分とされている。差分演算が完了するとステップ S 18 に移行する。

[0118] 《ステップ S 18》

ステップ S 18 においては、ステップ S 17 で求められた角度差分を基に、比例成分と積分成分を求める演算を実行する。この比例成分と積分成分の演算はよく知られている技術である。比例成分と積分成分の演算が完了するとステップ S 19 に移行する。

[0119] 《ステップ S 19》

ステップ S 19 においては、比例成分と積分成分を加算して補正トルクを算出する。この補正トルクは、上述したように、負の角度差分と正の角度差分から、負の補正トルクと正の補正トルクとが求められる。求められた補正トルクは、図 4 に示しているように、通常アシストトルクに加算されて総アシストトルクが求められる。この総アシストトルクは電動モータに駆動電流として与えられ、操舵を補助することになる。

[0120] 以上に説明したステップ S 17～ステップ S 19 までの処理が、図 4 に示す比例・積分制御処理ブロック 73 に対応するものである。

[0121] 上述した実施形態においては、実ハンドル角 (θ_{act}) より中立位置側に設定された補正角 ($-\Delta\theta$) と、実ハンドル角 (θ_{act}) よりストロークエンド側に設定された補正角 ($+\Delta\theta$) の絶対値は同じ値とされている。

[0122] これに対して、中立位置側に設定された補正角 ($-\Delta\theta$) が、ストロークエンド側に設定された補正角 ($+\Delta\theta$) より大きく決められていても良い。このように中立位置側に設定された補正角 ($-\Delta\theta$) が大きく決められていると、ストロークエンドの方向へのアシストトルクを低減できるので、ラックバーの跳ね返り自体が抑制されるようになる。

[0123] また、ストロークエンド側に設定された補正角 ($+\Delta\theta$) が、中立位置側

に設定された補正角（ $-\Delta\theta$ ）より大きく決められていても良い。このようにストロークエンド側に設定された補正角（ $+\Delta\theta$ ）が大きく決められてい
ると、ラックバーの跳ね返りが更に抑制されるようになる。これによって、
跳ね返りによるハンドルの戻りを更に抑制できる。

[0124] 以上に説明した実施形態では、操舵アクチュエータによって操舵部材にアシストトルクを与える電動パワーステアリング装置について説明した。ただこの技術は、ステアリングシャフトをラックバーから切り離し、ステアリングシャフトの回転角、回転方向、及び回転トルク等を検出し、これらの検出信号に基づいて電動モータの回転を制御してラックバーを直接駆動する、いわゆる、ステア・バイ・ワイヤ方式の電動パワーステアリング装置に適用することも可能である。

[0125] 本発明に係る制御装置は、車両を操舵するためのステアリングホイールと、ステアリングホイールの回転に応じて操舵輪を操舵する操舵部材と、操舵部材に操舵力を付与する操舵アクチュエータと、を備えた車両に用いられ、ステアリングホイールの操舵情報に基づいて操舵アクチュエータへ操舵力を与えるための駆動信号を出力するコントロール部を備え、コントロール部は、ステアリングホイールの回転角が所定の制御開始角に達すると、操舵部材がストロークエンドに達するまでは操舵力を低減し、操舵部材がストロークエンドに達して跳ね返ると操舵力を増大する駆動信号を操舵アクチュエータに出力する。

[0126] これによれば、突き当りによる衝撃音の発生、及び突き当り後の跳ね返りによるステアリングホイールの意図しない回転の発生を抑制することができ、ストロークエンド前後における操作感を向上させることができる。

[0127] 尚、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置

き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0128] 本願は、2021年11月26日付願の日本国特許出願第2021-191836号に基づく優先権を主張する。2021年11月26日付願の日本国特許出願第2021-191836号の明細書、特許請求の範囲、図面、および要約書を含む全開示内容は、参照により本願に全体として組み込まれる。

符号の説明

[0129] 5…ラックバー、17…電動モータ、19…コントローラ、70…通常アシストトルク算出処理ブロック、71…トルク補正機能部、72…トルク補正ハンドル角算出処理ブロック、73…比例・積分制御処理ブロック、74…加算ブロック、75…差分算出部、76…比例制御部、77…積分制御部、78…加算部。

請求の範囲

[請求項1] 車両を操舵するためのステアリングホイールと、前記ステアリングホイールの回転に応じて操舵輪を操舵する操舵部材と、前記操舵部材に操舵力を付与する操舵アクチュエータと、を備えた車両に用いられる制御装置であって、

前記ステアリングホイールの操舵情報に基づいて前記操舵アクチュエータへ前記操舵力を与えるための駆動信号を出力するコントロール部を備え、

前記コントロール部は、前記ステアリングホイールの回転角が所定の制御開始角に達すると、前記操舵部材がストロークエンドに達するまでは前記操舵力を低減し、前記操舵部材が前記ストロークエンドに達して跳ね返ると前記操舵力を増大する駆動信号を前記操舵アクチュエータに出力する

制御装置。

[請求項2] 請求項1に記載の制御装置であって、

前記コントロール部は、通常操舵力を生成する通常操舵力生成部と、前記通常操舵力を補正する補正操舵力を生成する補正操舵力生成部と、を有し、

前記補正操舵力生成部は、前記操舵部材が前記ストロークエンドに達するまでは前記通常操舵力を低減する負の補正操舵力を生成し、前記操舵部材が前記ストロークエンドに達して跳ね返ると前記通常操舵力を増大する正の補正操舵力を生成する

制御装置。

[請求項3] 請求項2に記載の制御装置であって、

前記通常操舵力生成部は、前記ステアリングホイールによって前記操舵部材に付与される手動操舵力とは別に、前記操舵アクチュエータによって前記操舵部材に前記通常操舵力を付与するものである

制御装置。

[請求項4] 請求項3に記載の制御装置であって、
前記補正操舵力生成部は、
実ハンドル角から所定の第1補正角を減算した第1トルク補正ハンドル角と、前記実ハンドル角に所定の第2補正角を加算した第2トルク補正ハンドル角と、を求めるトルク補正ハンドル角算出部と、
前記トルク補正ハンドル角算出部で求められた前記第1トルク補正ハンドル角または前記第2トルク補正ハンドル角と前記実ハンドル角との角度差分を求め、前記角度差分を比例・積分制御して前記負の補正操舵力または前記正の補正操舵力を求める比例・積分制御部と、を有し、
前記比例・積分制御部で求められた前記補正操舵力で、前記通常操舵力生成部で生成された前記通常操舵力を補正する制御装置。

[請求項5] 請求項4に記載の制御装置であって、
前記トルク補正ハンドル角算出部は、所定の演算周期でトルク補正ハンドル角を求めるものであり、今回の前記演算周期において、
前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角が、前記第1トルク補正ハンドル角よりも小さい場合に前記第1トルク補正ハンドル角を出力し、
前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角が、前記第2トルク補正ハンドル角よりも大きい場合に前記第2トルク補正ハンドル角を出力し、
前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角が、前記第1トルク補正ハンドル角と前記第2トルク補正ハンドル角との間である場合に、前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角を出力する制御装置。

[請求項6] 請求項4に記載の制御装置であって、

前記トルク補正ハンドル角算出部は、前記第 1 補正角に比べて前記第 2 補正角を大きく設定する制御装置。

[請求項7] 請求項 4 に記載の制御装置であって、
前記トルク補正ハンドル角算出部は、前記第 2 補正角に比べて前記第 1 補正角を大きく設定する制御装置。

[請求項8] 請求項 1 に記載の制御装置であって、
前記コントロール部は、前記ステアリングホイールの回転角の角速度によって前記制御開始角を変更する制御装置。

[請求項9] 車両を操舵するためのステアリングホイールと、前記ステアリングホイールの回転に応じて操舵輪を操舵する操舵部材と、前記操舵部材に操舵力を付与する操舵アクチュエータと、を備えた車両において、前記ステアリングホイールの操舵情報に基づいて前記操舵アクチュエータへ前記操舵力を与える駆動信号を出力するコントロール部によって実行される制御方法であって、
前記ステアリングホイールの回転角が所定の制御開始角に達した後、
前記操舵部材がストロークエンドに達するまで、前記操舵力を低減する駆動信号を前記操舵アクチュエータに出力するステップと、
前記操舵部材がストロークエンドに達して跳ね返ると、前記操舵力を増大する駆動信号を前記操舵アクチュエータに出力するステップと、
を含む制御方法。

[請求項10] 車両を操舵するためのステアリングホイールと、前記ステアリングホイールの回転に応じて操舵輪を操舵する操舵部材と、前記操舵部材に操舵力を付与する操舵アクチュエータと、を備えた車両において、

前記ステアリングホイールの操舵情報に基づいて前記操舵アクチュエータへ前記操舵力を与える駆動信号を出力するコントロール部によって実行される制御方法であって、

前記ステアリングホイールの回転角が所定の制御開始角に達した後、

実ハンドル角から所定の第1補正角を減算した第1トルク補正ハンドル角と、前記実ハンドル角に所定の第2補正角を減算した第2トルク補正ハンドル角と、を求めるステップと、

前記第1トルク補正ハンドル角または前記第2トルク補正ハンドル角と前記実ハンドル角との角度差分を求めるステップと、

前記角度差分を比例・積分制御して負の補正操舵力または正の補正操舵力を求めるステップと、

前記負の補正操舵力または前記正の補正操舵力で、前記操舵力を補正するステップと、
を含む制御方法。

[請求項11]

電動パワーステアリング装置であって、

車両に取り付けられたステアリングホイールの回転に応じて操舵輪を操舵する操舵部材と、

前記操舵部材に操舵力を付与する操舵アクチュエータと、

前記ステアリングホイールの操舵情報に基づいて前記操舵アクチュエータへ前記操舵力を与えるための駆動信号を出力するコントロール部を備えた制御装置であって、前記コントロール部は、前記ステアリングホイールの回転角が所定の制御開始角に達すると、前記操舵部材がストロークエンドに達するまでは前記操舵力を低減し、前記操舵部材が前記ストロークエンドに達して跳ね返ると前記操舵力を増大する駆動信号を前記操舵アクチュエータに出力する、制御装置と、
を有する電動パワーステアリング装置。

[請求項12]

請求項11に記載の電動パワーステアリング装置であって、

前記コントロール部は、通常操舵力を生成する通常操舵力生成部と、前記通常操舵力を補正する補正操舵力を生成する補正操舵力生成部と、を有し、

前記補正操舵力生成部は、前記操舵部材が前記ストロークエンドに達するまでは前記通常操舵力を低減する負の補正操舵力を生成し、前記操舵部材が前記ストロークエンドに達して跳ね返ると前記通常操舵力を増大する正の補正操舵力を生成する電動パワーステアリング装置。

[請求項13] 請求項12に記載の電動パワーステアリング装置であって、
前記通常操舵力生成部は、前記ステアリングホイールによって前記操舵部材に付与される手動操舵力とは別に、前記操舵アクチュエータによって前記操舵部材に前記通常操舵力を付与するものである電動パワーステアリング装置。

[請求項14] 請求項13に記載の電動パワーステアリング装置であって、
前記補正操舵力生成部は、
実ハンドル角から所定の第1補正角を減算した第1トルク補正ハンドル角と、前記実ハンドル角に所定の第2補正角を加算した第2トルク補正ハンドル角とを求めるトルク補正ハンドル角算出部と、
前記トルク補正ハンドル角算出部で求められた前記第1トルク補正ハンドル角または前記第2トルク補正ハンドル角と前記実ハンドル角との角度差分を求め、前記角度差分を比例・積分制御して前記負の補正操舵力または前記正の補正操舵力を求める比例・積分制御部と、を有し、
前記比例・積分制御部で求められた前記補正操舵力で、前記通常操舵力生成部で生成された前記通常操舵力を補正する電動パワーステアリング装置。

[請求項15] 請求項14に記載の電動パワーステアリング装置であって、
前記トルク補正ハンドル角算出部は、所定の演算周期でトルク補正

ハンドル角を求めるものであり、今回の前記演算周期において、

前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角が、前記第1トルク補正ハンドル角よりも小さい場合に前記第1トルク補正ハンドル角を出力し、

前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角が、前記第2トルク補正ハンドル角よりも大きい場合に前記第2トルク補正ハンドル角を出力し、

前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角が、前記第1トルク補正ハンドル角と前記第2トルク補正ハンドル角との間である場合に、前回の前記演算周期で求めた前記トルク補正ハンドル角を出力する

電動パワーステアリング装置。

[請求項16] 請求項14に記載の電動パワーステアリング装置であって、

前記トルク補正ハンドル角算出部は、前記第1補正角に比べて前記第2補正角を大きく設定する

電動パワーステアリング装置。

[請求項17] 請求項14に記載の電動パワーステアリング装置であって、

前記トルク補正ハンドル角算出部は、前記第2補正角に比べて前記第1補正角を大きく設定する

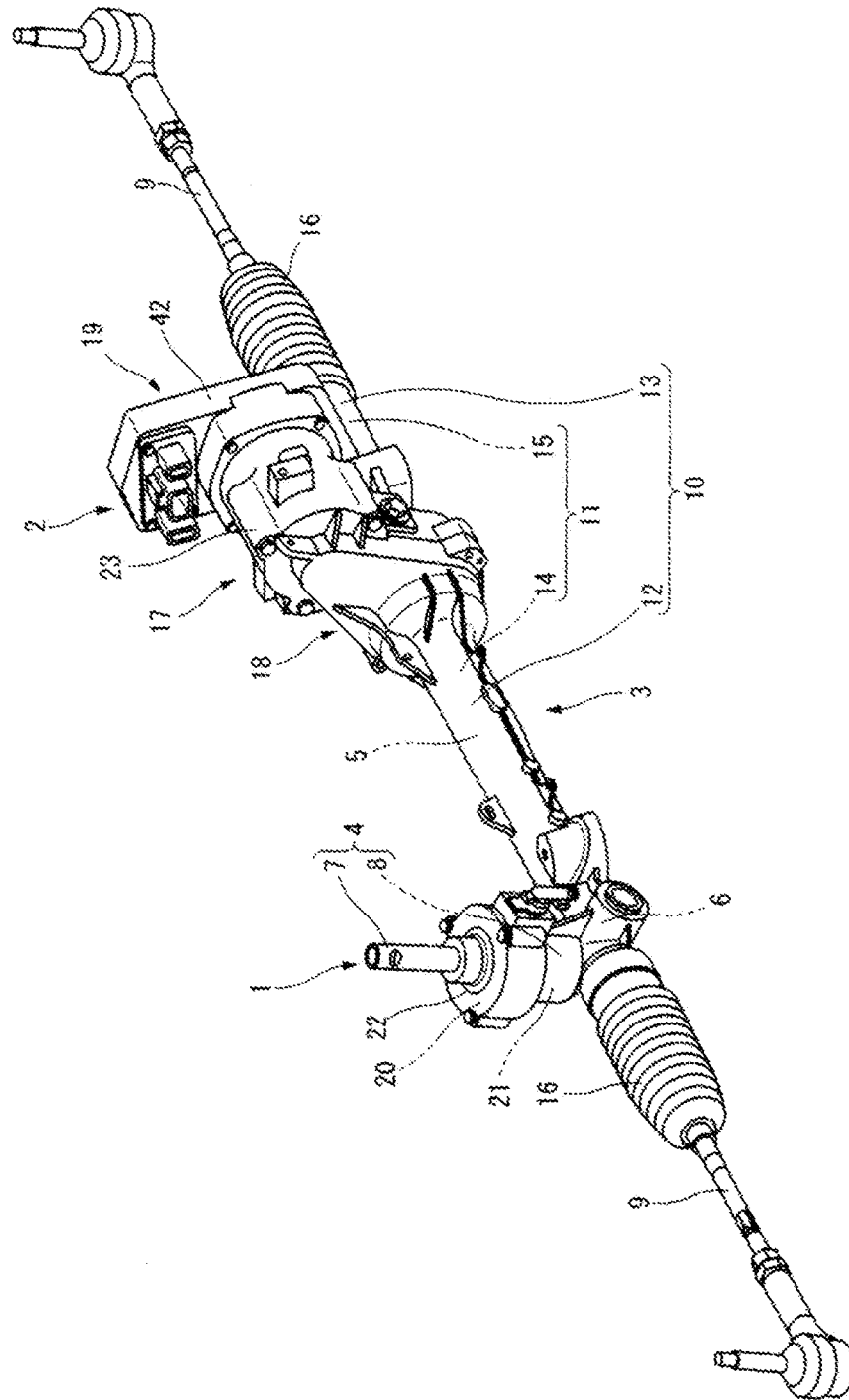
電動パワーステアリング装置。

[請求項18] 請求項11に記載の電動パワーステアリング装置であって、

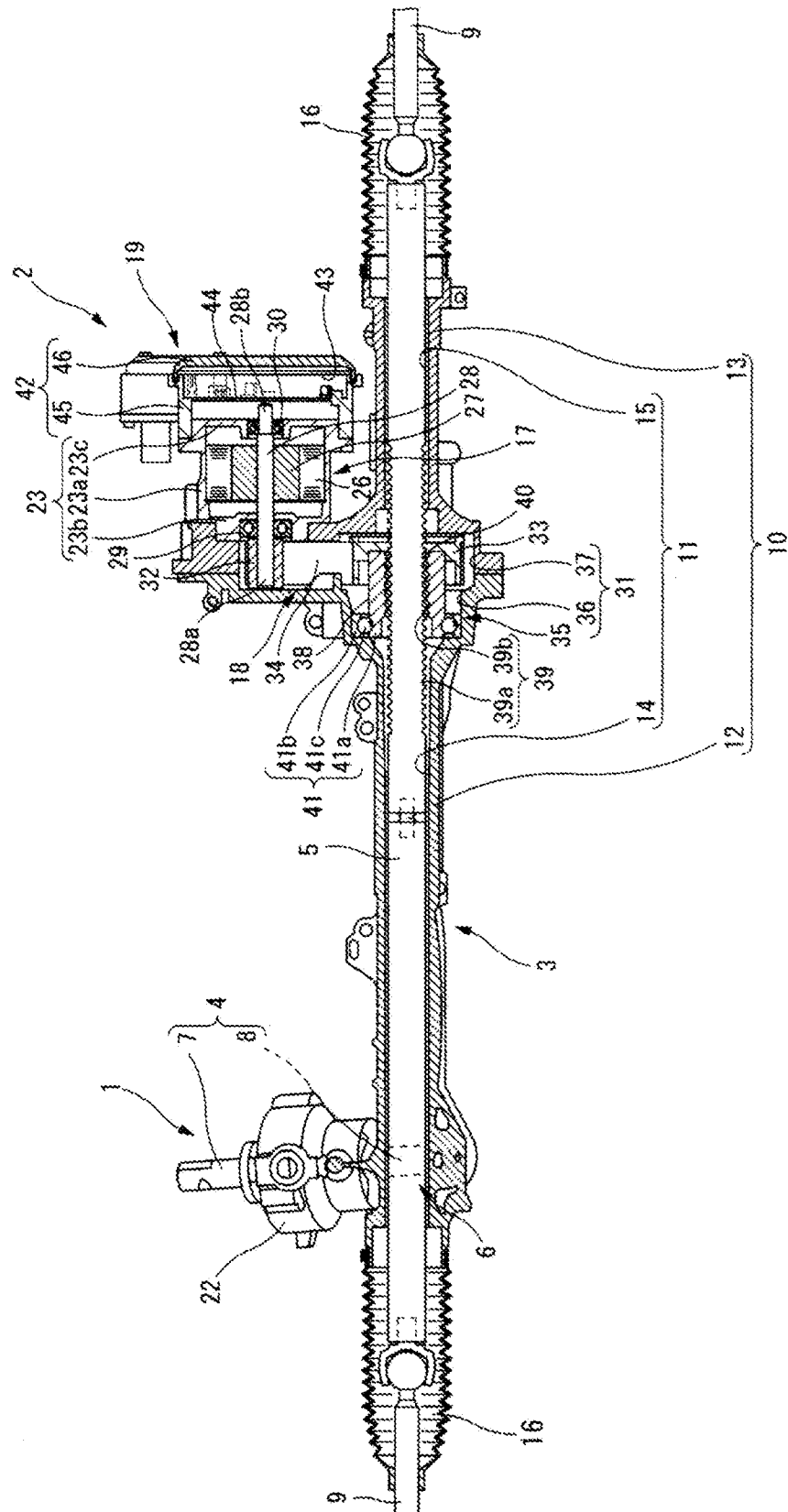
前記コントロール部は、前記ステアリングホイールの回転角の角速度によって前記制御開始角を変更する

電動パワーステアリング装置。

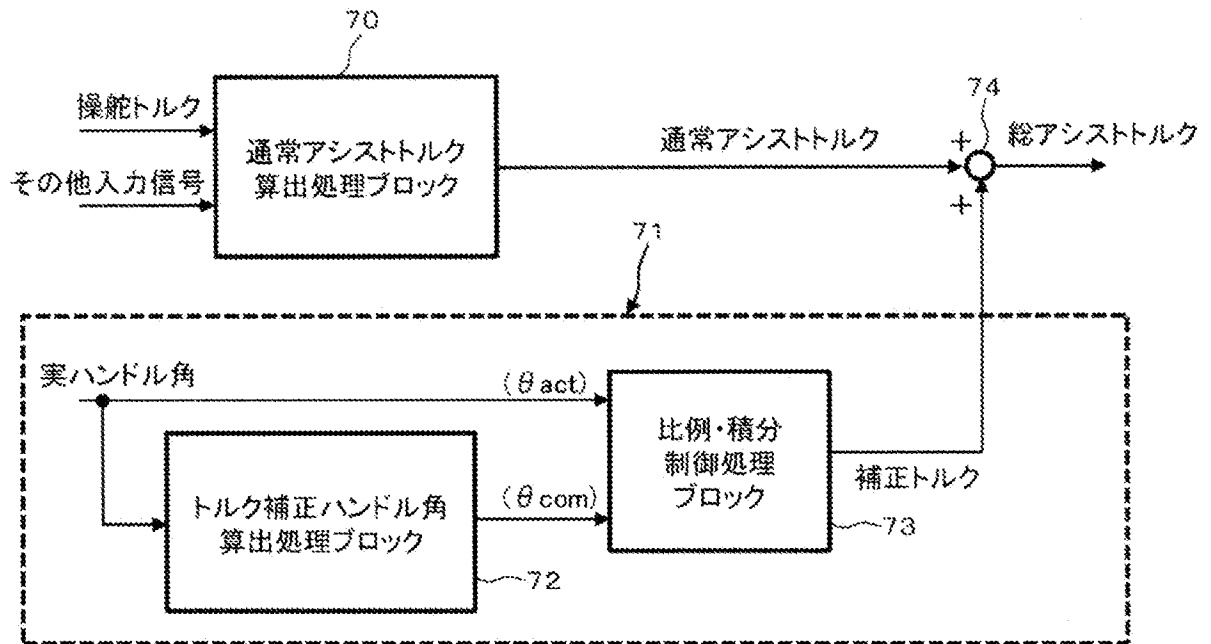
[図1]



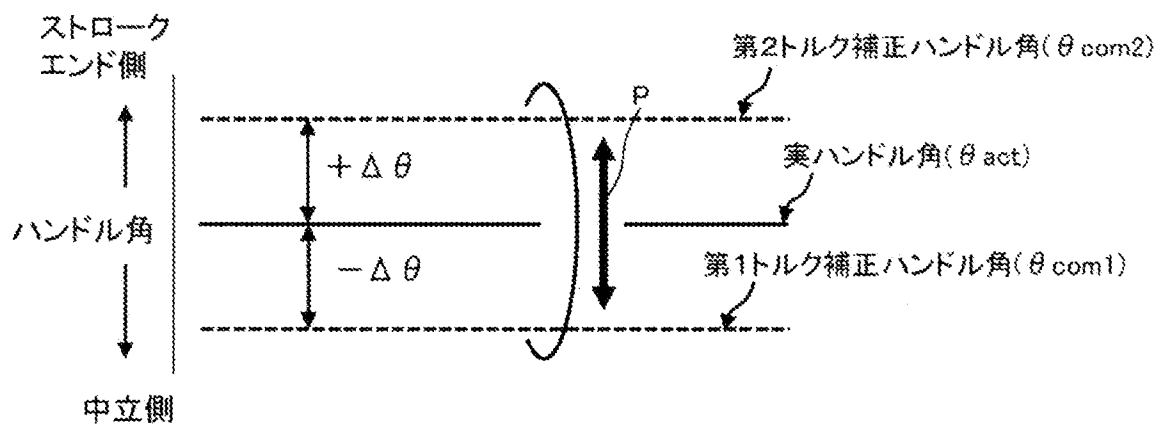
[図2]



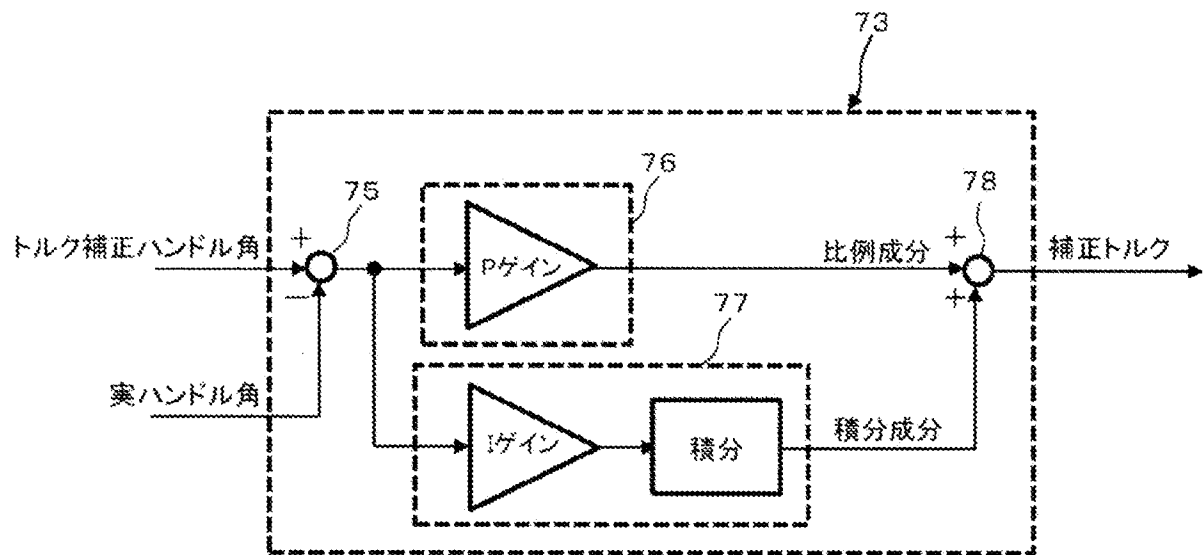
[図4]



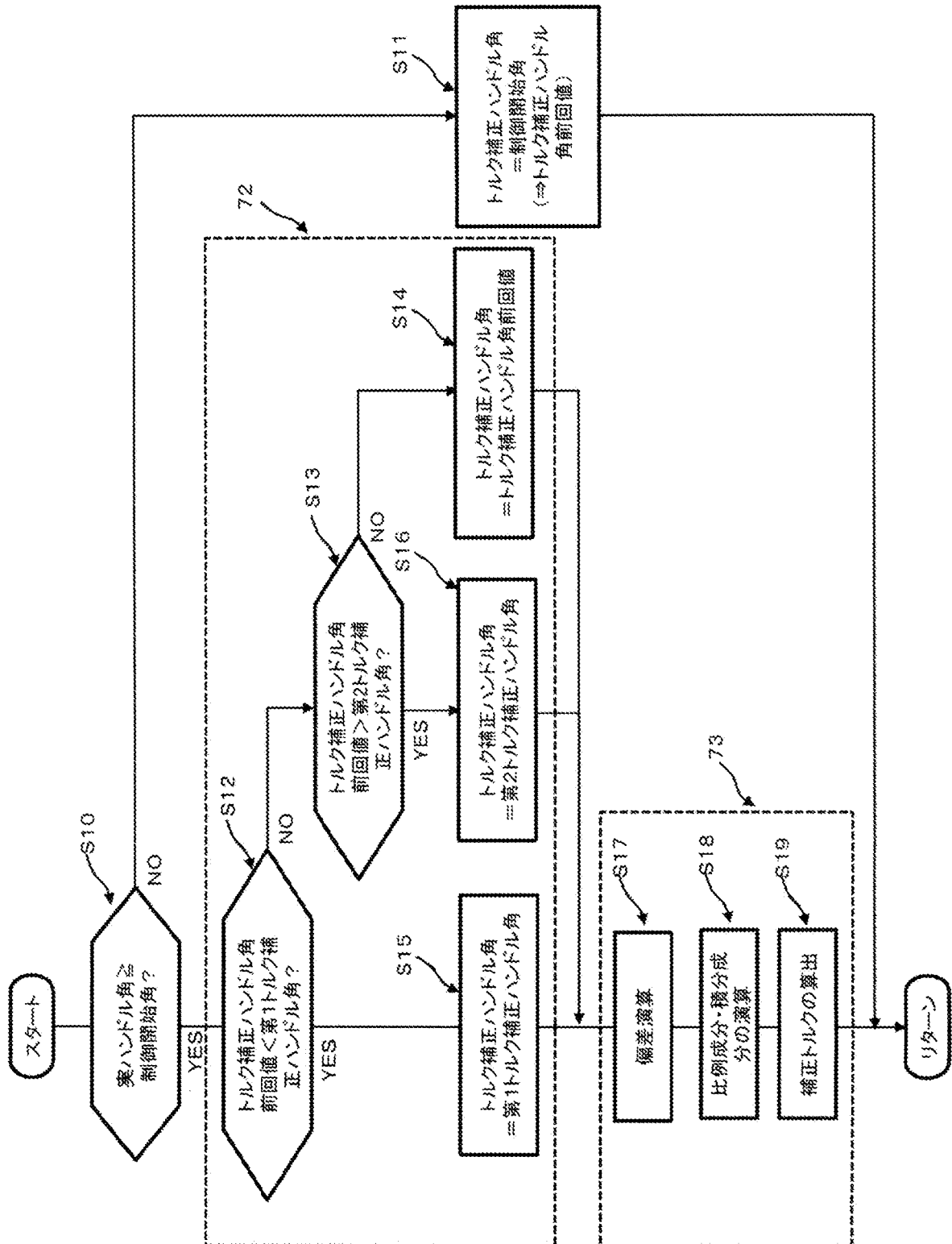
[図5]



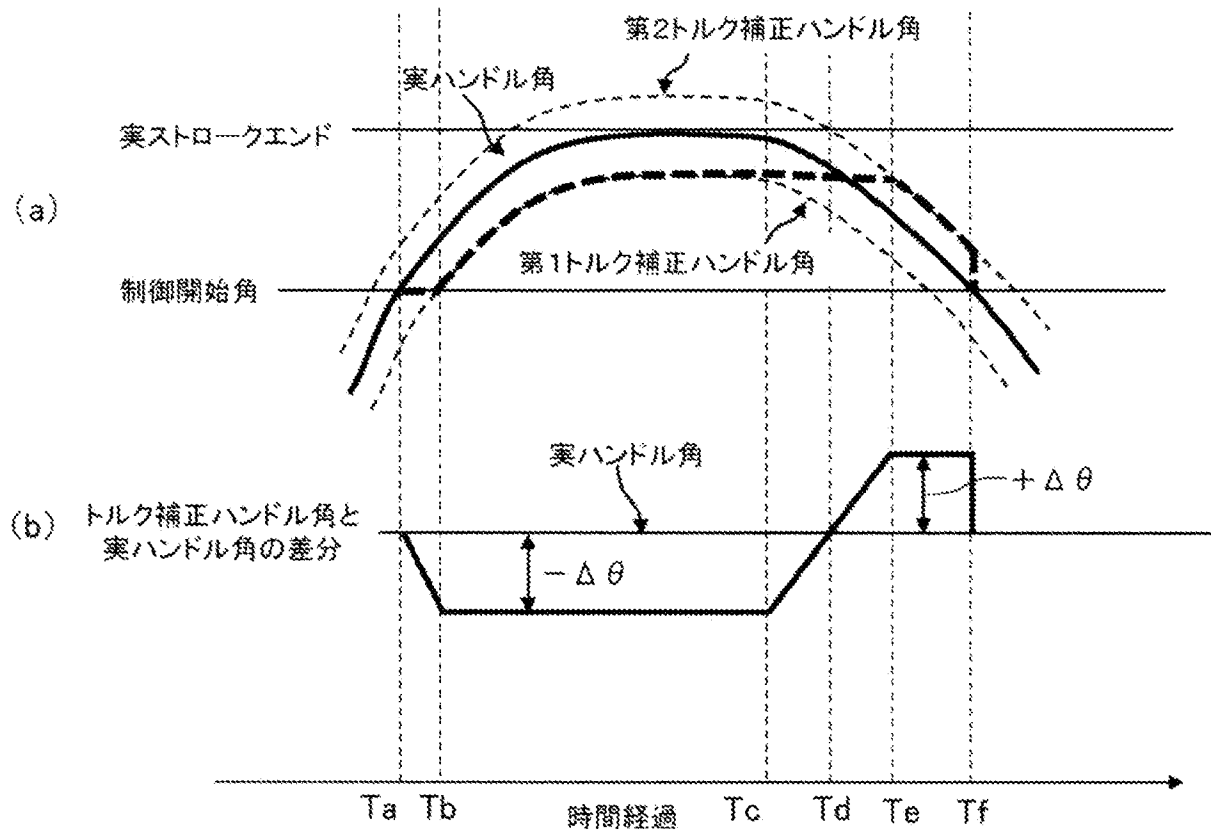
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/032524

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B62D 6/00**(2006.01)i; **B62D 5/04**(2006.01)i; **B62D 113/00**(2006.01)n; **B62D 119/00**(2006.01)n

FI: B62D6/00; B62D5/04; B62D113/00; B62D119/00

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; B62D119/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2004-175196 A (KOYO SEIKO CO., LTD.) 24 June 2004 (2004-06-24) paragraphs [0013]-[0028], fig. 1-4	1-3, 9, 11-13
Y		8, 18
A		4-7, 10, 14-17
Y	WO 2019/193976 A1 (NSK LTD.) 10 October 2019 (2019-10-10) claims, paragraph [0066]	8, 18
A	JP 2006-248252 A (NSK LTD.) 21 September 2006 (2006-09-21) paragraphs [0026]-[0050], fig. 1-10	1-18
A	JP 2018-47725 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 29 March 2018 (2018-03-29) paragraphs [0008]-[0023], fig. 1-8	1-18
A	JP 2016-521651 A (JTEKT EUROPE) 25 July 2016 (2016-07-25) paragraphs [0024]-[0127], fig. 1-6	1-18



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

14 November 2022

Date of mailing of the international search report

22 November 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/032524

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2004-175196	A	24 June 2004	(Family: none)	
WO	2019/193976	A1	10 October 2019	(Family: none)	
JP	2006-248252	A	21 September 2006	(Family: none)	
JP	2018-47725	A	29 March 2018	US 2019/0270482 A1 paragraphs [0019]-[0039], fig. 1-8	
				CN 109689477 A	
JP	2016-521651	A	25 July 2016	US 2016/0221601 A1 paragraphs [0032]-[0133], fig. 1-6	
				WO 2014/195625 A2	
				FR 3006277 A1	
				CN 105324291 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B62D 6/00(2006.01)i; B62D 5/04(2006.01)i; B62D 113/00(2006.01)n; B62D 119/00(2006.01)n FI: B62D6/00; B62D5/04; B62D113:00; B62D119:00										
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）） B62D6/00; B62D5/04; B62D113/00; 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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年									
日本国登録実用新案公報	1994-2022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 2004-175196 A（光洋精工株式会社）24.06.2004（2004 - 06 - 24） [0013]-[0028], [図1]-[図4]	1-3, 9, 11-13								
Y		8, 18								
A		4-7, 10, 14-17								
Y	WO 2019/193976 A1（日本精工株式会社）10.10.2019（2019 - 10 - 10） [特許請求の範囲], [0066]	8, 18								
A	JP 2006-248252 A（日本精工株式会社）21.09.2006（2006 - 09 - 21） [0026]-[0050], [図1]-[図10]	1-18								
A	JP 2018-47725 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）29.03.2018（2018 - 03 - 29） [0008]-[0023], [図1]-[図8]	1-18								
A	JP 2016-521651 A（ジェイテクト ユーロップ）25.07.2016（2016 - 07 - 25） [0024]-[0127], [図1]-[図6]	1-18								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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 14.11.2022	国際調査報告の発送日 22.11.2022									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 村山 禎恒 3Q 9330 電話番号 03-3581-1101 内線 3339									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/032524

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-175196	A	24.06.2004	(ファミリーなし)	
WO	2019/193976	A1	10.10.2019	(ファミリーなし)	
JP	2006-248252	A	21.09.2006	(ファミリーなし)	
JP	2018-47725	A	29.03.2018	US 2019/0270482 A1	
				[0019]-[0039], Figs. 1-8	
				CN 109689477 A	
JP	2016-521651	A	25.07.2016	US 2016/0221601 A1	
				[0032]-[0133], Figs. 1-6	
				WO 2014/195625 A2	
				FR 3006277 A1	
				CN 105324291 A	