

(43) 国際公開日
2017 年 4 月 6 日(06.04.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/057580 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) *B62D 101/00* (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/078831
- (22) 国際出願日: 2016 年 9 月 29 日(29.09.2016)
- (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 2015-192650 2015 年 9 月 30 日(30.09.2015) JP
 特願 2015-192651 2015 年 9 月 30 日(30.09.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社ミツバ(MITSUBA CORPORATION) [JP/JP]; 〒3768555 群馬県桐生市広沢町 1 丁目 2 6 8 1 番地 Gunma (JP).
- (72) 発明者: 谷川 宏明(TANIKAWA Hiroaki); 〒3768555 群馬県桐生市広沢町 1 丁目 2 6 8 1 番地 株式会社ミツバ内 Gunma (JP). 松橋 秀一(MATSUHASHI Shuichi); 〒3768555 群馬県桐生市広沢町 1 丁目 2 6 8 1 番地 株式会社ミツバ内 Gunma (JP). 古澤 透(FURUSAWA Toru); 〒3768555

群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地 株式会社ミツバ内 Gunma (JP). 岩崎 保 (IWAZAKI Tamotsu); 〒3768555 群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地 株式会社ミツバ内 Gunma (JP).

- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, DJ, 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, 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, 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

[續葉有]

- (54) Title: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE
(54) 発明の名称：電動パワーステアリング装置

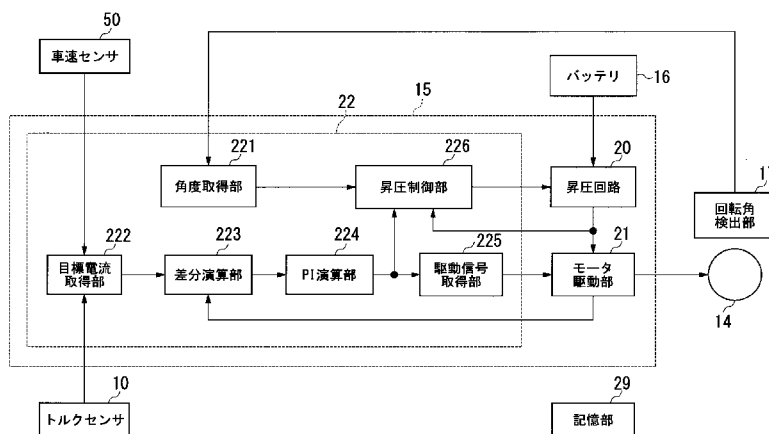


FIG. 2:
16 Torque sensor
16 Battery
17 Rotation angle detection unit
20 Booster circuit
21 Motor drive unit
29 Storage unit
50 Vehicle speed sensor
221 Angle acquisition unit
222 Target current acquisition unit
223 Difference calculation unit
224 PI calculation unit
225 Drive signal acquisition unit
226 Boost control unit

(57) Abstract: An electric power steering device comprising: an electric motor driven by power from a power supply and applying auxiliary power to a steering shaft; a booster circuit connected to the power supply and supplying boost voltage to the electric motor; and a control device managing at least either boost continuation time being the continuous operation time of the booster circuit or boost prohibited time being the continuous stop time for the booster circuit, on the basis of the boost power value during operation of the booster circuit.

[illegible]



ロツパ (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))

明 細 書

発明の名称：電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、電動パワーステアリング装置に関する。

本願は、2015年9月30日に出願された特願2015-192650号、及び特願2015-192651号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来から、運転者等によって操舵用のステアリングハンドルに加わる操舵トルクを操舵トルクセンサで検出し、検出した操舵トルクに応じた操舵アシスト力をモータにより発生させてステアリングハンドルに付与する電動パワーステアリング装置が知られている。最近では、操舵アシスト力の不足を回避するために、バッテリーの電圧を昇圧回路で昇圧し、昇圧した電圧をモータ駆動回路に供給することで、より大きな操舵アシスト力を得ることができる電動パワーステアリング装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] このような装置において、操舵アシスト力が不足しないようにバッテリーの電圧を高めるように、昇圧回路によって昇圧を常時実施すると、昇圧回路が大型化する。さらに、昇圧回路を構成するトランジスタのスイッチング動作に基づくスイッチングロスが常に発生する。その結果、昇圧回路におけるエネルギー損失が比較的大きいという課題がある。特許文献1には、モータ駆動回路のスイッチング素子をオン・オフさせるPWM (pulse width modulation) 信号のデューティ比が所定の閾値（100%）を超えた場合にのみ、昇圧回路でバッテリーの電圧を昇圧する電動パワーステアリング装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-200845号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、特許文献1に記載されている電動パワーステアリング装置では、昇圧回路において、昇圧回路を構成する電界効果型トランジスタ（特許文献1の図2におけるH1-MOS312）のドレインに発生した高電圧がモータ駆動回路に供給されるようになっている。そのため、昇圧回路によってモータの昇圧制御を継続していると、電界効果型トランジスタの発熱も大きくなり、昇圧回路自体が機能失陥に至る可能性が懸念される。また、昇圧回路によってモータの昇圧制御を行った後、再び昇圧制御が必要になることがある。この場合、再昇圧までの時間間隔が短いと、電界効果型トランジスタの熱が放熱されずに蓄積され、昇圧回路自体が機能失陥に至る可能性が懸念される。

[0006] 本発明の目的は、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様は、電源からの電力によって駆動されステアリングシャフトに補助力を付与する電動モータと、前記電源に接続され前記電動モータに昇圧電圧を供給する昇圧回路と、前記昇圧回路の動作時の昇圧電力値に基づいて、前記昇圧回路の連続動作時間である昇圧継続時間、及び前記昇圧回路の連続停止時間である昇圧禁止時間、の少なくとも1つを管理する制御装置と、を備える、電動パワーステアリング装置である。

[0008] 本発明の別の態様は、電源からの電力によって駆動され、ステアリングシャフトに補助力を付与する電動モータと、前記電源に接続され、前記電動モータに昇圧電圧を供給する昇圧回路と、前記昇圧回路の昇圧電力値と昇圧可能時間とから算出される昇圧可能な昇圧継続時間を設定し、昇圧開始時刻から前記昇圧継続時間を経過した際には、前記昇圧回路による昇圧制御を中断する昇圧制御部と、を備える電動パワーステアリング装置である。

- [0009] また、本発明の一態様は、上述の電動パワーステアリング装置であって、前記昇圧制御部は、前記昇圧電力値の増減に応じて、前記昇圧継続時間をカウントし、当該カウント値がカウントアップするまでの時間を、前記昇圧継続時間として設定する。
- [0010] 本発明の一態様は、電源からの電力によって駆動され、ステアリングシャフトに補助力を付与する電動モータと、前記電源に接続され、前記電動モータに昇圧電圧を供給する昇圧回路と、前記昇圧回路の昇圧電力値と昇圧インターバル時間とから算出される昇圧制御を禁止する昇圧禁止時間を設定し、前記昇圧禁止時間を経過した際には、前記昇圧回路による昇圧制御を許可する昇圧制御部と、を備える電動パワーステアリング装置である。
- [0011] また、本発明の一態様は、上述の電動パワーステアリング装置であって、前記昇圧制御部は、直前の前記昇圧制御が終了した時点からの前記昇圧禁止時間をカウントし、当該カウント値がカウントアップするまでの時間を、前記昇圧禁止時間として設定する。

発明の効果

- [0012] 以上説明したように、本発明によれば、適正な昇圧継続時間を設定することで、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供することができる。また、本発明によれば、適正な昇圧禁止時間を設定することで、信頼性の高い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

- [0013] [図1]本実施形態における電動パワーステアリング装置の概略構成の一例を示す図である。
- [図2]本実施形態における制御装置の概略構成の一例を示す図である。
- [図3]本実施形態におけるモータ駆動部の概略構成の一例を示す図である。
- [図4]昇圧可能時間マップの一例を示す図である。
- [図5]昇圧時間タイムチャートの一例を示す図である。
- [図6]昇圧インターバル時間の一例を示す図である。
- [図7]昇圧インターバル時間タイムチャートの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。なお、図面において、同一又は類似の部分には同一の符号を付して、重複する説明を省く場合がある。また、図面における要素の形状及び大きさなどはより明確な説明のために誇張されることがある。

[0015] 実施形態における電動パワーステアリング装置（EPSシステム：Electric Power Steering System）は、車両の操舵用のステアリングハンドルの操舵トルクを検出するトルクセンサの検出値に基づいて電源から供給される電力によって電動モータを駆動し、電動モータのトルクにより、上記ステアリングシャフトに対して操舵補助力（補助力）を付与する。そして、実施形態における電動パワーステアリング装置は、電源の電圧を昇圧する昇圧回路と、電動モータの角加速度に基づいて昇圧回路の昇圧の開始を制御する開始条件を決定し、決定した前記開始条件が成立する場合に昇圧回路の昇圧を開始する昇圧制御部と、を備える。以下、実施形態における電動パワーステアリング装置を、図面を用いて説明する。

[0016] 図1は、本実施形態における電動パワーステアリング装置1の概略構成の一例を示す図である。図1に示すように、電動パワーステアリング装置1は、ステアリングハンドル9、トルクセンサ10、ステアリングシャフト11、ギアボックス12、舵取機構13、電動モータ14、制御装置（コントローラ）15、バッテリー16、回転角検出部17及び車速センサ50を備える。

[0017] ステアリングハンドル9は、ステアリングシャフト11に接続されている。ステアリングシャフト11は、一端がステアリングハンドル9に接続され、他端がギアボックス12に接続されている。ステアリングシャフト11は、ステアリングハンドル9が運転者により操作されると、ギアボックス12との間に加わる操舵トルクFが発生する。ステアリングシャフト11は、操

舵トルクFを伴って回転する。トルクセンサ10は、ステアリングシャフト11に発生する操舵トルクFを検出するためのものであって、例えば、トーションバー式の捩れ力検出センサから構成されている。トルクセンサ10は、検出した操舵トルクFを制御装置15に出力する。

[0018] 舵取機構13は、ギアボックス12と連結されている。舵取機構13は、ギアボックス12を介して伝達された運転者のステアリングハンドルの操作力と操舵トルクFに応じて車両の前輪（不図示）を操舵する。

[0019] 電動モータ14は、ギアボックス12と連結されている。電動モータ14は、制御装置15に電氣的に接続されている。電動モータ14は、制御装置15からの駆動信号により駆動される。電動モータ14は、舵取機構13が車両の前輪を操舵する操舵力をアシストする。すなわち、電動モータ14の回転がギアボックス12を介してステアリングシャフト11に伝達される。これにより、舵取機構13の動作が補助され、舵取りのための運転者の労力負担が軽減される。以下、本実施形態では、電動モータ14が3相（U、V、W）のブラシレスモータである場合について説明する。

[0020] 回転角検出部17は、電動モータ14に備えられている。回転角検出部17は、電動モータ14のロータの回転角度を検出する。例えば、回転角検出部17は、レゾルバ又はホールICを備えた磁気式のロータリエンコーダである。回転角検出部17は、検出した回転角度に応じた出力信号を制御装置15に出力する。

[0021] 制御装置15は、回路（プロセッサ、CPU、circuitry）を含み、車両に搭載されているバッテリー16（電源）に電氣的に接続されている。制御装置15は、電動モータ14に流れる電流が目標値になるように電動モータ14の駆動を制御する。また、制御装置15は、トルクセンサ10により検出された操舵トルクFに基づいて電動モータ14の駆動を制御することで、舵取機構13の操舵力をアシストする操舵補助力をステアリングシャフト11に付与する。

[0022] 車速センサ50は、電動パワーステアリング装置1が搭載された車両の車

速 E を測定する。車速センサ50は、測定した車速 E を制御装置15に供給する。

[0023] 図2は、本実施形態における制御装置15の概略構成の一例を示す図である。図2に示すように、制御装置15は、昇圧回路20、モータ駆動部21及び制御部（回路（プロセッサ、CPU、circuitry））22を備える。

[0024] 昇圧回路20は、バッテリー（電源）16及びモータ駆動部21に接続され、バッテリー16からの電圧（以下、「バッテリー電圧」という。） V_b が供給される。昇圧回路20は、制御部22から供給される昇圧回路駆動信号に基づいてバッテリー電圧 V_b を昇圧し、昇圧した電圧（以下、「昇圧電圧」という。） V_s をモータ駆動部21に供給する。ただし、昇圧回路20は、制御部22からの昇圧回路駆動信号が供給されない場合には、バッテリー電圧 V_b を昇圧しない。したがって、昇圧回路20は、制御部22からの昇圧回路駆動信号が供給されない場合には、バッテリー電圧 V_b をそのままモータ駆動部21に供給する。

[0025] モータ駆動部21は、制御部22から供給される駆動信号に基づいて昇圧回路20から供給される電圧を電動モータ14に印加する。例えば、モータ駆動部21は、複数のスイッチング素子を備えたインバータ回路である。モータ駆動部21は、制御部22から供給される駆動信号に基づいて、後述するスイッチング素子をそれぞれPWM（パルス幅変調）駆動し、電動モータ14に所定の駆動電圧を印加して、電動モータ14を駆動する。

[0026] 図3は、本実施形態におけるモータ駆動部21の概略構成の一例を示す図である。図3に示すように、モータ駆動部21は、昇圧回路20から供給される直流電圧を交流電圧に変換して電動モータ14に印加する。昇圧回路20から供給される直流電圧とは、バッテリー電圧 V_b 又は昇圧電圧 V_s である。

[0027] モータ駆動部21は、6つのスイッチング素子121UH、121UL、121VH、121VL、121WH、121WLを備えている。モータ駆動部21は、駆動信号によりスイッチング素子121UH～121WLのオンとオフとを切り替えて直流電圧を交流電圧に変換する。

- [0028] 直列に接続されたスイッチング素子121UH、121ULと、直列に接続されたスイッチング素子121VH、121VLと、直列に接続されたスイッチング素子121WH、121WLとは、それぞれ、電流測定部30U、30V、30Wを介して接地電位との間に並列に接続されている。また、スイッチング素子121UH、121ULの接続点は、コイルUの一端に接続されている。スイッチング素子121VH、121VLの接続点、及びスイッチング素子121WH、121WLの接続点は、それぞれがコイルVの一端、コイルWの一端に接続されている。
- [0029] 各スイッチング素子121UH～121WLは、例えば、FET (Field Effect Transistor ; 電界効果トランジスタ)、あるいはIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor ; 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ)などと、還流ダイオードとが並列に接続された構成を有している。なお、本実施形態においては、FETを用いた場合を説明しており、FET内部の寄生ダイオードが還流ダイオードの機能を有している。また、各スイッチング素子121UH～121WLは、制御部22の駆動信号取得部225から入力される駆動信号に基づいて、オンとオフとが切り替えられる。
- [0030] 電流測定部30U、30V、30Wは、モータ駆動部21の内部において、スイッチング素子121UH、121ULと、スイッチング素子121VH、121VLと、スイッチング素子121WH、121WLに、それぞれグラウンドレベルの間に接続されている。例えば、電流測定部30U、30V、30Wはシャント抵抗により構成されている。電流測定部30U、30V、30Wは、モータ駆動部21に流れる電流値、すなわち電動モータ14に入力される電流値 I_m を測定する。電流測定部30U、30V、30Wは、測定した電流値 I_m を制御部22の差分演算部223に出力する。なお、本実施形態では、電流測定部30U、30V、30Wがシャント抵抗である場合について説明するが、本発明はこれに限定されない。
- [0031] 図2に戻り、制御部22は、角度取得部221、目標電流取得部222、差分演算部223、PI演算部224、駆動信号取得部225及び昇圧制御

部 2 2 6 を備える。

- [0032] 角度取得部 2 2 1 は、回転角検出部 1 7 から供給された回転角度に基づいて電動モータ 1 4 の角加速度 A を取得する。例えば、角度取得部 2 2 1 は、回転角検出部 1 7 から供給された回転角度に応じた出力信号を取得する。角度取得部 2 2 1 は、回転角検出部 1 7 から供給される回転角を示す出力信号の単位時間あたりの変化量を検出し、検出した変化量から電動モータ 1 4（電動モータ 1 4 のロータ）の回転数 N を算出する。この回転数 N より電動モータ 1 4 の角速度 ω が求められる。角度取得部 2 2 1 は、算出した回転数 N の単位時間あたりの変化量に基づいて電動モータ 1 4 の角加速度 A を算出する。角度取得部 2 2 1 は、算出した角加速度 A を昇圧制御部 2 2 6 に供給する。
- [0033] 目標電流取得部 2 2 2 は、車速センサ 5 0 が測定した車両の車速 E とトルクセンサ 1 0 から供給された操舵トルク F とに基づいて、電動モータ 1 4 に通電するモータ電流の目標値（以下、「目標電流値」という。） I_t を取得する。目標電流取得部 2 2 2 は、取得した目標電流値 I_t を差分演算部 2 2 3 に供給する。目標電流取得部 2 2 2 は、例えば予め設定された計算式やテーブルに基づき目標電流値 I_t を取得してもよい。これら計算式やテーブルは、例えば車速 E と操舵トルク F とに基づいて、電動モータ 1 4 の目標電流値 I_t が決定できるように、実験的又は理論的に定めればよい。目標電流取得部 2 2 2 は、予め設定されたテーブルを用いる場合には、各車速と、各操舵トルク F と、その車速 E と操舵トルク F との組み合わせ毎に関連付けられたモータ電流の目標電流値 I_t とを備えるルックアップテーブルを記憶部（メモリー）2 9 に予め記憶していてもよい。そして、目標電流取得部 2 2 2 は、トルクセンサ 1 0 から供給された車速 E と操舵トルク F とに対応する目標電流値 I_t を上記ルックアップテーブルから取得し、取得した目標電流値 I_t を差分演算部 2 2 3 に供給する。
- [0034] 差分演算部 2 2 3 は、目標電流取得部 2 2 2 から目標電流値 I_t を取得する。差分演算部 2 2 3 は、モータ駆動部 2 1 の電流測定部 3 0 U、3 0 V、3

OWが測定した電流値 I_m を取得する。差分演算部223は、目標電流取得部222から供給された目標電流値 I_t に対して、モータ駆動部21から取得した電流値 I_m を減算することで差分値 ΔI （＝目標電流値 I_t －電流値 I_m ）を取得する。差分演算部223は、取得した差分値 ΔI をPI演算部224に供給する。

[0035] PI演算部224は、差分演算部223から供給された差分値 ΔI に対してP（Proportional：比例）制御処理及びI（Integral：積分）制御処理（以下、「PI制御」という。）を実行し、差分値 ΔI を所定値、例えば0に近づけようとする指令値 V_d を演算する。例えば、指令値 V_d は電動モータ14に印加する電圧値である。PI演算部224は、演算した指令値 V_d を昇圧制御部226及び駆動信号取得部225に供給する。ただし、本実施形態では、PI制御に限定されず、PID制御でもよいし、その他のフィードバック制御でもよい。

[0036] 駆動信号取得部225は、PI演算部224から供給された指令値 V_d を、モータ駆動部21の各スイッチング素子をパルス幅変調（PWM：Pulse Width Modulation）によりオン・オフ駆動させる各パルスからなる駆動信号、すなわちパルス幅変調信号に変換する。駆動信号取得部225は、変換した駆動信号をモータ駆動部21に供給する。

[0037] 昇圧制御部226は、電動モータ14の角加速度Aの上昇により電動モータ14の高速回転を推定し、昇圧回路20の動作を開始するタイミングを決定する。また、昇圧制御部226は、電動モータ14の角加速度Aの低下により電動モータ14の低速回転を推定し、昇圧回路20の動作を停止させるタイミングを決定する。すなわち、昇圧制御部226は、電動モータ14の角加速度Aに基づいて昇圧回路20の駆動を制御する。電動モータ14が高速回転する場合とは、運転者によりステアリングハンドル9が短時間に大きく切られた場合である。すなわち、電動モータ14が高速回転する場合とは、操舵補助力が早急に必要な場合であり、例えば、走行中の車両において運転者によって急にステアリングハンドルが切られるような場合が想定される。

。したがって、昇圧制御部 226 は、電動モータ 14 の角加速度 A に基づいて電動モータ 14 が高速回転していると推定した場合には、即座に昇圧回路 20 の昇圧を開始させることで、すぐにステアリングシャフト 11 に対して操舵補助力を付与することができる。昇圧制御部 226 は、昇圧回路 20 からモータ駆動部 21 に供給される昇圧電圧 V_s の値を取得し、取得した昇圧電圧 V_s が所望の電圧になるように昇圧回路 20 を制御する。

[0038] 以下に、本実施形態における昇圧制御部 226 の処理を、具体的に説明する。

[0039] 昇圧制御部 226 は、角度取得部 221 から供給された角加速度 A に基づいて、昇圧回路 20 の昇圧を制御する制御条件を決定する。制御条件は、第 1 開始条件と第 1 停止条件とを備える。第 1 開始条件は、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧を開始するタイミングを制御する条件である。第 1 停止条件は、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧を停止するタイミングを制御する条件である。したがって、第 1 開始条件は、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧が行われていない場合に使用される条件である。一方、第 1 停止条件は、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧が行われている場合に使用される条件である。

[0040] 第 1 開始条件は、角度取得部 221 から供給された角加速度 A に応じてリアルタイムに変化する。例えば、各電動モータ 14 の角加速度と、その角加速度毎に関連付けられた第 1 開始条件とを備える第 1 開始マップは、昇圧制御部 226 内の記憶部 29（又は外部の記憶部 29）に予め記憶されている。そして、昇圧制御部 226 は、角度取得部 221 から供給された角加速度 A に対応する第 1 開始条件を上記第 1 開始マップから取得することで決定する。昇圧制御部 226 は、PI 演算部 224 から供給された指令値 V_d が第 1 開始条件に該当する場合には、昇圧回路駆動信号を昇圧回路 20 に供給する。なお、指令値 V_d が第 1 開始条件に該当する場合を、第 1 開始条件が成立するという。また、第 1 開始条件は、角加速度 A が高い値であるほど条件の範囲が広く設定されている。すなわち、角加速度 A が高い値であるほど第 1 開

始条件に該当する指令値 V_d が多くなるように第1開始条件が設定されている。したがって、角加速度 A が高い値であるほど第1開始条件に該当する指令値 V_d が増えるため、昇圧回路20の昇圧がより早く開始される。

[0041] 第1停止条件は、角度取得部221から供給された角加速度 A に応じてリアルタイムに変化する。例えば、各電動モータ14の角加速度と、その角加速度毎に関連付けられた第1停止条件とを備える第1停止マップは、昇圧制御部226内の記憶部29（又は外部の記憶部29）に予め記憶されている。そして、昇圧制御部226は、角度取得部221から供給された角加速度 A に対応する第1停止条件を上記第1停止マップから取得することで決定する。昇圧制御部226は、PI演算部224から供給された指令値 V_d が第1停止条件に該当する場合には、昇圧回路20に対する昇圧回路駆動信号の供給を停止する。なお、指令値 V_d が第1停止条件に該当する場合を、第1停止条件が成立するという。また、第1停止条件は、角加速度 A が低い値であるほど条件の範囲が広く設定されている。すなわち、角加速度 A が低い値であるほど第1停止条件に該当する指令値 V_d が多くなるように第1停止条件が設定されている。したがって、角加速度 A が低い値であるほど第1開始条件に該当する指令値 V_d が増えるため、昇圧回路20の昇圧がより早く停止される。

[0042] 上述したように、本実施形態における電動パワーステアリング装置1は、電動モータ14の角加速度に基づいて昇圧回路20の昇圧の開始を制御する第1開始条件を決定し、決定した第1開始条件が成立する場合に昇圧回路20の昇圧を開始する。したがって、所望のタイミングでバッテリーの電圧を昇圧することができるため、運転者の操舵フィーリングの違和感を低減させることができる。すなわち、操舵力をアシストする際に遅れがない昇圧制御が可能となる。

[0043] また、上述した本実施形態における電動パワーステアリング装置1は、昇圧回路20がバッテリー電圧 V_b を昇圧している場合に、電動モータ14の角加速度に基づいて昇圧回路20の昇圧を停止させる第1停止条件をさらに決定

し、決定した第1停止条件が成立する場合に昇圧回路20の昇圧を停止する。したがって、所望のタイミングでバッテリーの電圧の昇圧を停止することができるため、運転者の操舵フィーリングの違和感を低減することができる。

[0044] 更に、本実施形態の電動パワーステアリング装置1においては、以下に説明するように、昇圧回路20の動作時の昇圧電力値に基づいて、昇圧回路20の連続動作時間である昇圧継続時間（時間制限）、及び昇圧回路20の連続停止時間である昇圧禁止時間（必要インターバル）、の少なくとも1つが管理される。

[0045] まず、昇圧継続時間（昇圧回路20の連続動作の時間制限）の管理にかかる一例について以下説明する。本実施形態の電動パワーステアリング装置1において、適正な昇圧継続時間を設定することで、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供することができる。

[0046] 昇圧制御部226は、昇圧回路20によるバッテリー電圧 V_b の昇圧が行われている場合（昇圧制御部226が昇圧回路駆動信号を昇圧回路20に供給する場合）、昇圧電力値を算出し、内蔵する昇圧可能時間マップから昇圧可能時間を算出する。昇圧制御部226は、昇圧電力値を、電流測定部30U、30V、30Wが測定する電流値 I_m に昇圧電圧 V_s を乗算して算出する。昇圧制御部226は、算出した昇圧電力値に対応する昇圧可能時間を算出する。

[0047] ここで、昇圧可能時間は、昇圧回路20について予め実験等により求めた信頼性データに基づいて得られた値である。図4は、昇圧可能時間マップの一例を示す図である。図4は、横軸に昇圧電力値を、縦軸に昇圧可能時間を示している。昇圧可能時間は、図4に示すように、昇圧電力値が大きくなるにつれて短くなり、昇圧電力値が小さくなるにつれて長くなる傾向を持つ。昇圧制御部226は、図4に示すような昇圧電力値と昇圧可能時間とを関連付けた昇圧可能時間マップ（関係情報、関係パラメータ）を記憶する記憶部29（又は外部の記憶部29）を有している。昇圧制御部226は、例えば図4に示す昇圧可能時間マップを参照して、算出した昇圧電力値に対応する

実際に昇圧可能な適正な昇圧可能時間を算出する。ただし、本実施の形態では、予め、記憶部 29 に昇圧可能時間マップを記憶するようにしているが、マップを用いずに、昇圧電力値と昇圧可能時間との関係を示す別の関係情報（関係パラメータ）を用いて昇圧可能時間を算出するようにしてもよい。

[0048] 昇圧制御部 226 は、昇圧開始時刻から算出した昇圧可能時間を経過すると、昇圧回路駆動信号を昇圧回路 20 に供給することを中断し、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧が行われない状態にする。図 5 は、昇圧時間タイムチャートの一例を示す図である。図 5 は、横軸に時間を、縦軸に昇圧電力値、および昇圧時間を示している。縦軸に示す昇圧時間は、昇圧電力値に対応する昇圧可能時間と、昇圧継続カウンタとを示している。昇圧制御部 226 は、内蔵するカウンタにより、昇圧継続時間（昇圧開始時刻からの昇圧時間、昇圧回路 20 の連続動作時間）をカウントし、カウントした結果である昇圧継続時間が、昇圧可能時間を越える場合、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧を中断する。図 5 に示すように、時刻 t_0 は昇圧開始時刻を表し、時刻 t_1 は昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧が中断される時刻を表している。

[0049] このように、昇圧制御部 226 は、昇圧回路 20 の昇圧電圧値と昇圧可能時間とを関連付けた昇圧可能時間マップを用いて、実際に昇圧可能な昇圧継続時間を設定し、昇圧開始時刻から昇圧継続時間を経過した際には、昇圧回路 20 による昇圧制御を中断する。ここで、昇圧制御部 226 は、時刻 t_0 ～ t_1 の期間において、昇圧電力値の増減に応じて、カウンタにより昇圧継続時間をカウントし、当該カウント値がカウントアップする（昇圧可能時間を越える）までの時間を、昇圧継続時間として設定している。

[0050] 上述したように、本実施形態の電動パワーステアリング装置 1 によれば、昇圧電力値から算出する昇圧可能時間により昇圧の最長時間（昇圧継続時間）を制限することにより、昇圧状態を確保しつつ、昇圧回路 20 の過熱を防止することができる。従って、本実施形態の電動パワーステアリング装置 1 によれば、適正な昇圧継続時間を設定することで、信頼性の高い電動パワー

ステアリング装置を提供することができる。

[0051] 次に、昇圧禁止時間（昇圧回路 20 の必要インターバル）の管理にかかる一例について以下説明する。本実施形態の電動パワーステアリング装置 1 において、適正に昇圧禁止時間を設定することで、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供することができる。

[0052] 上述したように、本実施形態の電動パワーステアリング装置 1 によれば、昇圧電力値から算出する昇圧可能時間により昇圧の最長時間（昇圧継続時間）を制限することにより、昇圧状態を確保しつつ、昇圧回路 20 の過熱を防止することができる。

一方で、昇圧制御部 226 が、昇圧回路 20 による昇圧制御を中断した後、再昇圧までの時間が短いと、電界効果型トランジスタの熱が放熱されずに蓄積され、昇圧回路自体が機能失陥に至る可能性がある。そこで、昇圧制御部 226 は、昇圧回路 20 による昇圧制御を中断した時刻（直前の昇圧制御が終了した時点）に算出した昇圧電力値に対応する昇圧インターバル時間を算出する。

[0053] ここで、昇圧インターバル時間は、昇圧回路 20 について予め実験等により求めた信頼性データに基づいて得られた値である。図 6 は、昇圧インターバル時間の一例を示す図である。図 6 は、横軸に昇圧電力値を、縦軸に昇圧インターバル時間を示している。昇圧インターバル時間は、図 6 に示すように、昇圧電力値が大きくなるにつれて長くなる傾向を持つ。昇圧制御部 226 は、図 6 に示すような昇圧電力値と昇圧インターバル時間とを関連付けた昇圧インターバル時間マップを記憶する記憶部 29 を有している。昇圧制御部 226 は、例えば図 6 に示す昇圧インターバル時間マップを参照して、昇圧回路 20 による昇圧制御を中断した時刻に算出した昇圧電力値に対応する適正な昇圧インターバル時間を算出する。ただし、本実施の形態では、予め、記憶部 29 に昇圧インターバル時間マップを記憶するようにしているが、マップを用いずに、昇圧電力値と昇圧インターバル時間との関係を示す別の関係情報（関係パラメータ）を用いて昇圧インターバル時間を算出するよう

にしてもよい。

[0054] 昇圧制御部 226 は、昇圧回路 20 による昇圧制御を中断した時刻から算出した昇圧インターバル時間を経過すると、昇圧回路駆動信号を昇圧回路 20 に供給することを許可し、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧が行われる状態にする。図 7 は、昇圧インターバル時間タイムチャートの一例を示す図である。図 7 は、横軸に時間を、縦軸に昇圧電力値、および昇圧時間を示している。縦軸に示す昇圧時間は、昇圧回路 20 による昇圧制御を中断した時刻に算出した昇圧電力値に対応する昇圧インターバル時間と、昇圧禁止カウンタとを示している。昇圧制御部 226 は、内蔵するカウンタにより、昇圧禁止時間（昇圧終了時刻からの時間、昇圧回路 20 の連続停止時間）をカウントし、カウントした結果である昇圧禁止時間が、昇圧インターバル時間を越える場合、昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧を許可する。図 7 に示すように、時刻 t_0 は昇圧終了時刻を表し、時刻 t_1 は昇圧回路 20 によるバッテリー電圧 V_b の昇圧が許可される時刻を表している。

[0055] このように、昇圧制御部 226 は、昇圧回路 20 の昇圧電力値と昇圧インターバル時間とを関連付けた昇圧インターバル時間マップを用いて、昇圧制御を禁止する昇圧禁止時間を設定し、昇圧禁止時間を経過した際には、昇圧回路 20 による昇圧制御を許可する。ここで、昇圧制御部 226 は、直前の昇圧制御が終了した時点（ t_0 ）からの昇圧禁止時間をカウントし、当該カウント値がカウントアップする（昇圧インターバル時間を越える）までの時間を、昇圧禁止時間として設定している。

[0056] 上述したように、本実施形態の電動パワーステアリング装置 1 によれば、昇圧電力値から算出する昇圧インターバル時間により昇圧を禁止する時間（昇圧禁止時間）を設定することにより、昇圧回路からの放熱を確実にすることができる。従って、本実施形態の電動パワーステアリング装置 1 によれば、適正な昇圧禁止時間を設定することで、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供することができる。

[0057] 制御部 22 の各部は、ハードウェアにより実現されてもよく、ハードウェア

アとソフトウェアとの組み合わせにより実現されてもよい。また、プログラムが実行されることにより、コンピュータが、制御部 22 の一部として機能してもよい。プログラムは、コンピュータ読み取り可能な媒体に記憶されていてもよく、ネットワークに接続された記憶装置に記憶するように構成することも可能である。

[0058] 上述した実施形態における昇圧制御部 226 をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

[0059] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

[0060] 1 電動パワーステアリング装置

- 9 ステアリングハンドル
- 10 トルクセンサ
- 11 ステアリングシャフト
- 12 ギアボックス
- 13 舵取機構
- 14 電動モータ
- 15 制御装置
- 16 バッテリー
- 20 昇圧回路
- 21 モータ駆動部
- 22 制御部
- 29 記憶部
- 50 車速センサ
- 221 角度取得部
- 222 目標電流取得部
- 223 差分演算部
- 224 P I 演算部
- 225 駆動信号取得部
- 226 昇圧制御部

請求の範囲

- [請求項1] 電源からの電力によって駆動され、ステアリングシャフトに補助力を付与する電動モータと、
前記電源に接続され、前記電動モータに昇圧電圧を供給する昇圧回路と、
前記昇圧回路の動作時の昇圧電力値に基づいて、前記昇圧回路の連続動作時間である昇圧継続時間、及び前記昇圧回路の連続停止時間である昇圧禁止時間、の少なくとも1つを管理する制御装置と、
を備える、電動パワーステアリング装置。
- [請求項2] 前記昇圧電力値と前記昇圧継続時間及び前記昇圧禁止時間の少なくとも1つとの関係に関する関係情報を記憶する記憶部をさらに備える、請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項3] 前記電動モータの電流値を取得する電流測定部をさらに備え、
前記制御装置は、前記電流測定部からの前記電流値を用いて前記昇圧電力値を算出する、請求項1又は2に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項4] 電源からの電力によって駆動され、ステアリングシャフトに補助力を付与する電動モータと、
前記電源に接続され、前記電動モータに昇圧電圧を供給する昇圧回路と、 前記昇圧回路の昇圧電力値と昇圧可能時間とから算出される昇圧可能な昇圧継続時間を設定し、昇圧開始時刻から前記昇圧継続時間を経過した際には、前記昇圧回路による昇圧制御を中断する昇圧制御部と、
を備える電動パワーステアリング装置。
- [請求項5] 前記昇圧制御部は、前記昇圧電力値の増減に応じて、前記昇圧継続時間をカウントし、当該カウント値がカウントアップするまでの時間を、前記昇圧継続時間として設定する、
請求項4に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項6] 電源からの電力によって駆動され、ステアリングシャフトに補助力を付与する電動モータと、

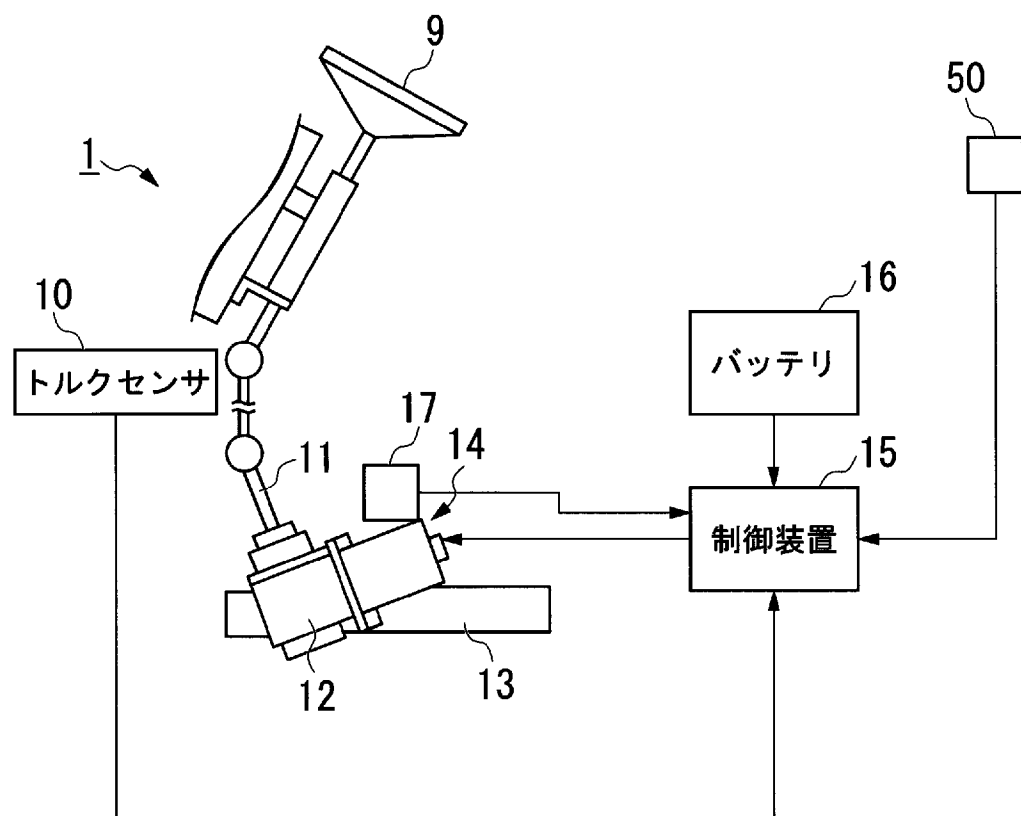
前記電源に接続され、前記電動モータに昇圧電圧を供給する昇圧回路と、

前記昇圧回路の昇圧電力値と昇圧インターバル時間とから算出される昇圧制御を禁止する昇圧禁止時間を設定し、前記昇圧禁止時間を経過した際には、前記昇圧回路による昇圧制御を許可する昇圧制御部と、

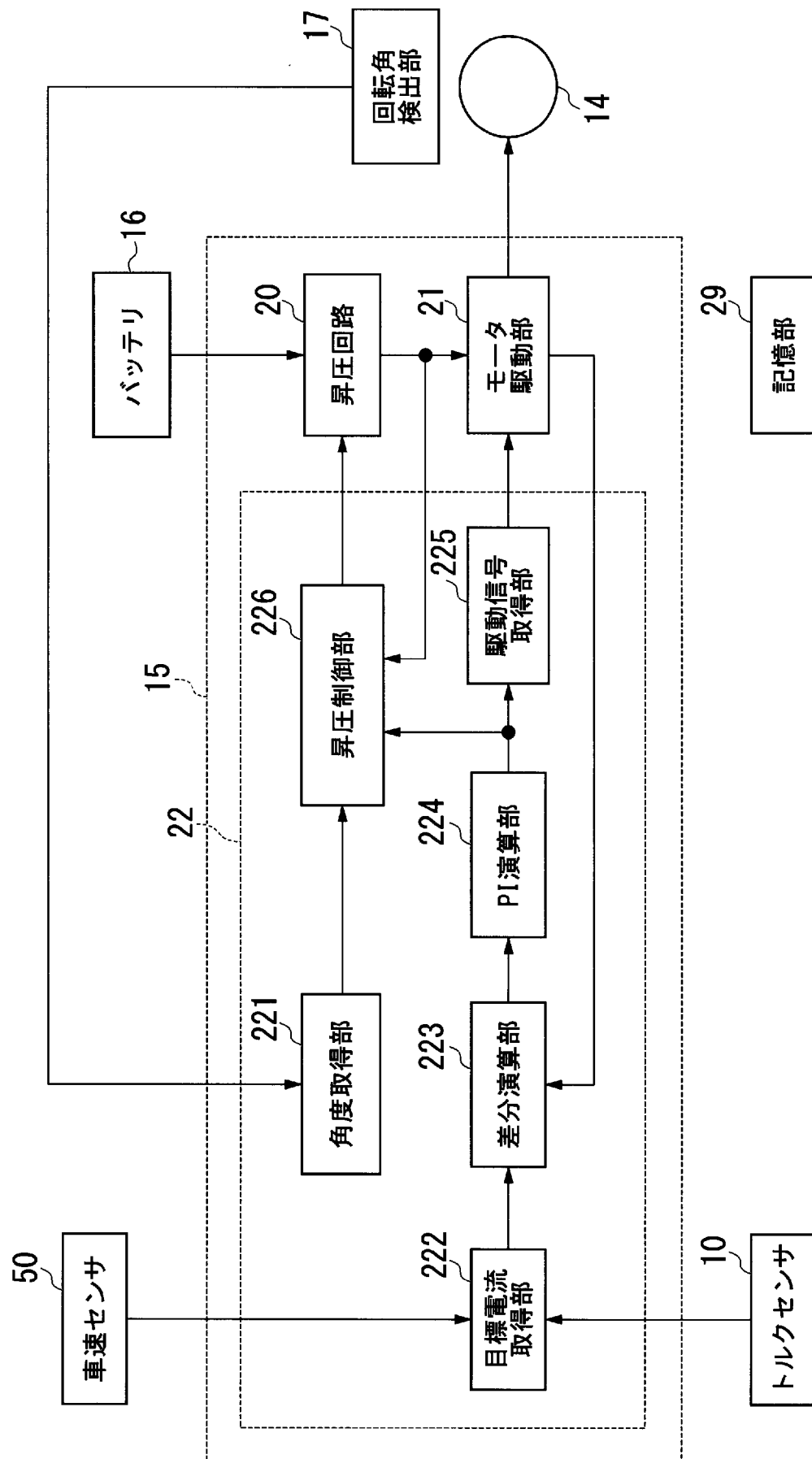
を備える電動パワーステアリング装置。

[請求項7] 前記昇圧制御部は、直前の前記昇圧制御が終了した時点からの前記昇圧禁止時間をカウントし、当該カウント値がカウントアップするまでの時間を、前記昇圧禁止時間として設定する、請求項6に記載の電動パワーステアリング装置。

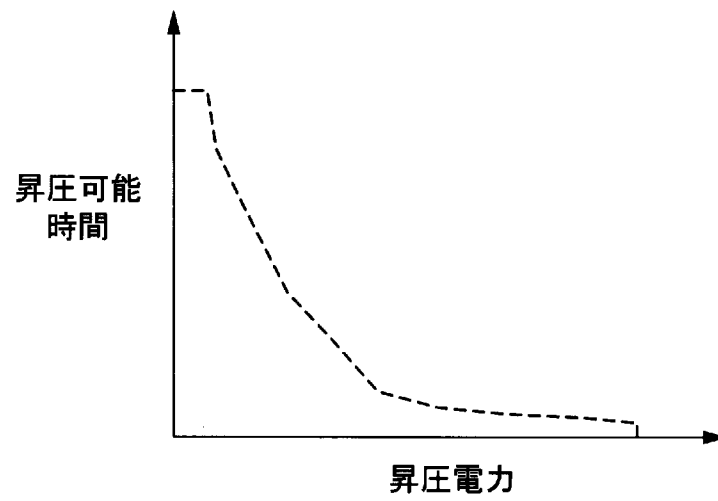
[図1]



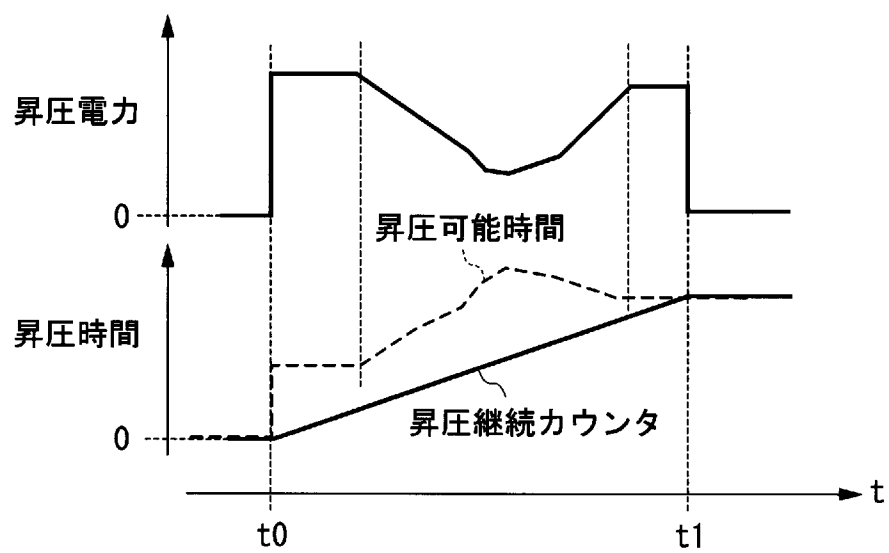
[図2]



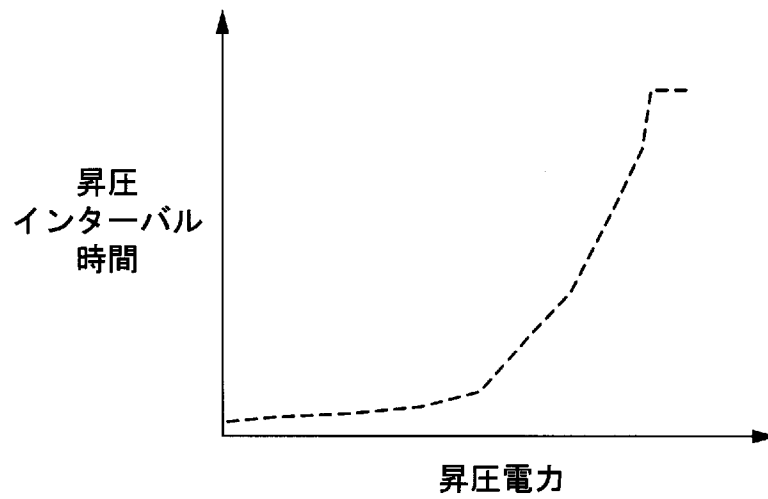
[図4]



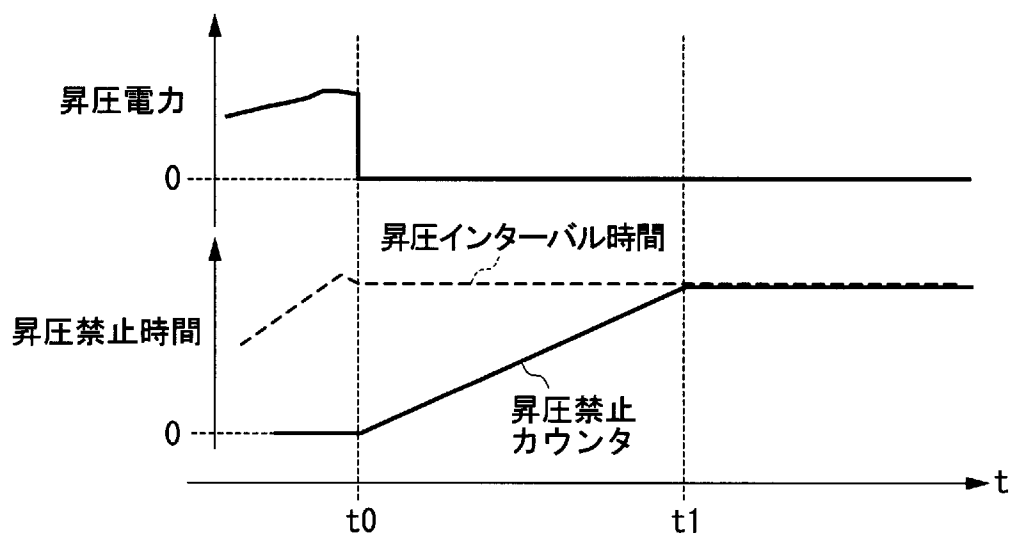
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078831

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(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, B62D101/00

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.
A	JP 2008-265739 A (Honda Motor Co., Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text; all drawings & US 2008/0236934 A1 entire text; all drawings	1-7
A	JP 2006-282141 A (Honda Motor Co., Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2011-162113 A (JTEKT Corp.), 25 August 2011 (25.08.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

☐ 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
13 December 2016 (13.12.16)

Date of mailing of the international search report
20 December 2016 (20.12.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(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. B62D6/00, B62D5/04, B62D101/00

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
A	JP 2008-265739 A（本田技研工業株式会社）2008.11.06, 全文、全図 & US 2008/0236934 A1 全文、全図	1-7
A	JP 2006-282141 A（本田技研工業株式会社）2006.10.19, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2011-162113 A（株式会社ジェイテクト）2011.08.25, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7

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

13.12.2016

国際調査報告の発送日

20.12.2016

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）

飯島 尚郎

3Q

9298

電話番号 03-3581-1101 内線 3381