

(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6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/104681 A1

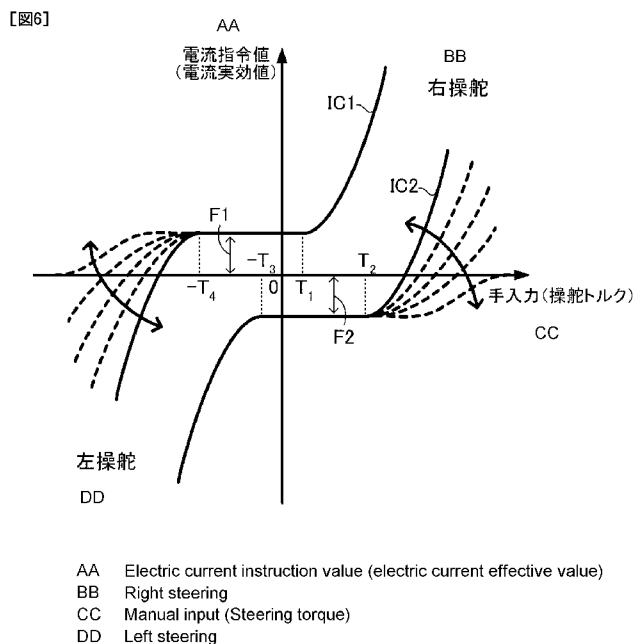
- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 101/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086182
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-262994 2014年12月25日(25.12.2014) JP
特願 2015-055890 2015年3月19日(19.03.2015) JP
特願 2015-123076 2015年6月18日(18.06.2015) JP
- (71) 出願人: 日本精工株式会社(NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎1-6-3 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 福田 利博(FUKUDA Toshihiro); 〒3718527 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP). 野村 康継(NOMURA Yasuhide); 〒3718527 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP). 近江 保(OUMI Tamotsu); 〒3718527 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 安形 雄三(AGATA Yuzo); 〒1070052 東京都港区赤坂2-5-7 N I K K E N 赤坂ビル 8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置



(57) Abstract: (Problem) To provide an electric power steering device which, in order to prevent a feeling of discomfort for a driver, carries out an assistance control in which electric current instruction value characteristics with respect to a steering torque are applied in a disproportionate manner, when steering to the right or left, to multisystem drive systems that constitute a redundant system, and the drive systems correspond to the individual electric current instruction value characteristics. (Solution) The electric power steering device controls the driving of a motor via an inverter on the basis of electric current instruction values which are steering instructions, and applies an assistance force to a steering system of the vehicle via the motor, wherein the motor is a multisystem motor and is equipped with multisystem drive systems having inverters for each system winding of the motor, and assistance control is carried out by applying, to each of the multisystem drive systems, multisystem electric current instruction value characteristics with respect to the steering torque in a disproportionate manner when steering to the right or left, whereby the multisystem drive systems correspond to the individual electric current instruction value characteristics.

(57) 要約:

[続葉有]



【課題】冗長系を構成する多系統の各駆動系に対してそれぞれ、操舵トルクに対する電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、各駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行い、運転者に不快感を与えないようにした電動パワーステアリング装置を提供する。【解決手段】操舵指令となる電流指令値に基づいてインバータを介してモータを駆動制御し、モータにより車両の操舵系にアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置において、モータが多系統モータであり、モータの各系統巻線毎にインバータを有する多系統駆動系を具備し、多系統駆動系に対してそれぞれ、操舵トルクに対する多系統電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、多系統駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行う。

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、操舵指令となる電流指令値に基づいてインバータを介してモータを駆動制御し、モータにより車両の操舵系にアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置に関し、特にモータが多系統モータ（少なくとも2系統モータ）であり、モータの各系統巻線毎にインバータを具備して多系統（少なくとも2系統）の駆動系を構成し、多系統の各駆動系に対してそれぞれ、操舵トルクに対する電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、各駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行う電動パワーステアリング装置に関する。

[0002] 2系統の場合には、2系統モータの一方を左操舵に使用すると共に、他方を右操舵に使用し、不感帯を無くして制御不可能領域を無くしている。

背景技術

[0003] モータを制御するモータ制御装置を搭載した装置として電動パワーステアリング装置（EPS）があり、電動パワーステアリング装置は、車両のステアリング機構にモータの回転力で操舵補助力（アシスト力）を付与するものであり、インバータから供給される電力で制御されるモータの駆動力を、ギア等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に操舵補助力を付与する。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、操舵補助力のトルクを正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、電流指令値とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的にPWM（パルス幅変調）制御のデューティの調整で行っており、モータとしては保守性に優れたブラシレスモータが一般的に使用されている。

[0004] 電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図1に示して説明すると、

ハンドル 1 のコラム軸（ステアリングシャフト、ハンドル軸）2 は減速ギア 3、ユニバーサルジョイント 4 a 及び 4 b、ピニオンラック機構 5、タイロッド 6 a, 6 b を経て、更にハブユニット 7 a, 7 b を介して操向車輪 8 L, 8 R に連結されている。また、コラム軸 2 には、ハンドル 1 の操舵トルク T_s を検出するトルクセンサ 10 及び操舵角 θ を検出する舵角センサ 14 が設けられており、ハンドル 1 の操舵力を補助するモータ 20 が減速ギア 3 を介してコラム軸 2 に連結されている。電動パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット（ECU）30 には、バッテリー 13 から電力が供給されると共に、イグニッションキー 11 を経てイグニッションキー（IG）信号が入力される。コントロールユニット 30 は、トルクセンサ 10 で検出された操舵トルク T_s と車速センサ 12 で検出された車速 V_s とに基づいてアシスト（操舵補助）制御の電流指令値の演算を行い、電流指令値に補償等を施した電圧制御指令値 V_{ref} によって、EPS 用モータ 20 に供給する電流を制御する。

[0005] なお、舵角センサ 14 は必須のものではなく、配設されていなくても良く、また、モータ 20 に連結されたレゾルバ等の回転センサから操舵角を取得することも可能である。

[0006] コントロールユニット 30 には、車両の各種情報を授受する CAN（Controller Area Network）40 が接続されており、車速 V_s は CAN 40 から受信することも可能である。また、コントロールユニット 30 には、CAN 40 以外の通信、アナログ／デジタル信号、電波等を授受する非 CAN 41 も接続可能である。

[0007] コントロールユニット 30 は主として MCU（CPU、MPU 等も含む）で構成されるが、その MCU 内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと図 2 のようになる。

[0008] 図 2 を参照してコントロールユニット 30 の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ 10 で検出された操舵トルク T_s 及び車速センサ 12 で検出された（若しくは CAN 40 からの）車速 V_s は、電流指令値 I_{ref1} を演

算する電流指令値演算部 31 に入力される。電流指令値演算部 31 は、入力された操舵トルク T_s 及び車速 V_s に基づいてアシストマップ等を用いて、モータ 20 に供給する電流の制御目標値である電流指令値 I_{ref1} を演算する。電流指令値 I_{ref1} は加算部 32A を経て電流制限部 33 に入力され、最大電流を制限された電流指令値 I_{refm} が減算部 32B に入力され、フィードバックされているモータ電流値 I_m との偏差 I ($I_{refm} - I_m$) が演算され、その偏差 I が操舵動作の特性改善のための P I 制御部 35 に入力される。P I 制御部 35 で特性改善された電圧制御指令値 V_{ref} が PWM 制御部 36 に入力され、更に駆動部としてのインバータ 37 を介してモータ 20 が PWM 駆動される。モータ 20 の電流値 I_m はモータ電流検出器 38 で検出され、減算部 32B にフィードバックされる。インバータ 37 は駆動素子として FET が用いられ、FET のブリッジ回路で構成されている。

[0009] 加算部 32A には補償信号生成部 34 からの補償信号 CM が加算されており、補償信号 CM の加算によって操舵システム系の特性補償を行い、収れん性や慣性特性等を改善するようになっている。補償信号生成部 34 は、セルフライニングトルク (SAT) 34-3 と慣性 34-2 を加算部 34-4 で加算し、その加算結果に更に収れん性 34-1 を加算部 34-5 で加算し、加算部 34-5 の加算結果を補償信号 CM としている。

[0010] このような電動パワーステリング装置においては、近年、ハンドルセンター付近の操舵フィーリングに違和感があると、クライアント（使用者）から改善要求の声が増加してきている状況にある。その原因の 1 つとして挙げられるのは、車両運転時のハンドルセンター付近の所謂メカガタや、図 3 に示すようなハンドルセンター付近の不感帯の存在、その不感帯から逸脱するときの変極点 C_1 及び C_2 （不連続なアシストトルクの立ち上がり）の存在である。ハンドルセンター付近の不感帯については、従来の電動パワーステリング装置では繊細な制御を働かせることができない状況にあり、運転者に対して不快感を与えてしまう可能性がある。

[0011] ハンドルセンター付近において、運転者の操舵フィーリングを向上する電動パワーステリング装置として、例えば特開２００７－２３７８３９号公報（特許文献１）に開示されたものがある。特許文献１では、操舵トルクを調整可能なアクチュエータ（モータ）を備え、操舵トルクに基づいて目標操舵角を算出し、実操舵角が目標操舵角と一致するようにアクチュエータの出力トルクを制御している。このとき、運転者の操舵により操舵トルクの変化が変化したとき、所定の操舵トルク変化があるまで、目標操舵角が一定値又はほぼ一定値となるように設定する。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献１：特開２００７－２３７８３９号公報

特許文献２：特開２０１４－１２１１８９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] しかし、特許文献１に開示された装置では、電気系システムに存在する不感帯となる要素が存在し、それ自体を制御することができない本質的な課題がある。また、不感帯から外れる付近（不感帯から制御可能領域へ変化する領域）では、不連続（変極点）となり、運転者に不快感を与えてしまう懸念もある。

[0014] また、特開２０１４－１２１１８９号公報（特許文献２）に開示されている装置では、複数の結線モータ及び複数の駆動装置が示されているが、５次高調波成分及び７次高調波成分を対象としており、ハンドルセンター付近の制御を対象とするものではなく、上記要請に応えることができない。

[0015] これらに加えて、ハンドルセンター付近における運転者の操舵フィーリングの障害となるものとして、横流れ（片流れ）の問題がある。道路の舗装面には、排水などの目的でセンターラインから路肩まで１～２％程度の横断勾配が付けられているため、直線道路を高速に走行する場合には長時間ハンド

ルを切り続けないと、車両が路肩方向に流される傾向（横流れ）がある。また、車両の経年変化（例えばサスペンションブッシュのヘタリや車体の経時変化）や縁石への衝突などによりホイールアライメントが崩れ、ドライバがハンドルに力を入れないと、車両が真っ直ぐに走行できないこと（横流れ）がある。このような走行では、運転者に大きな負担がかかる恐れがある。

[0016] 本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、冗長系を構成する多系統の各駆動系に対してそれぞれ、操舵トルクに対する電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、各駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行い、或いは不感帯となる要素を無くし、左右操舵時に不均衡となるように制御することにより、不感帯と変極点による影響を極力減らし、運転者に不快感を与えないようにし、更に横流れ（片流れ）を抑制して運転者の負担を軽減した電動パワーステアリング装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明は、操舵指令となる電流指令値に基づいてインバータを介してモータを駆動制御し、前記モータにより車両の操舵系にアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置に関し、本発明の上記目的は、前記モータが多系統モータであり、前記モータの各系統巻線毎に前記インバータを有する多系統駆動系を具備し、前記多系統駆動系に対してそれぞれ、操舵トルクに対する多系統電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、前記多系統駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行うことにより達成される。

[0018] 本発明の上記目的は、前記多系統電流指令値特性が、ハンドルセンター付近においてオフセットを有しており、操舵トルクの絶対値が大きくなるに従ってオフセット量の差が大きくなる特性であることにより、或いは前記オフセットの度合いが可変であることにより、或いは前記可変が車速感応特性であることにより、或いは前記車速感応特性が、車速が高速になるに従ってハンドルセンター付近のオフセットが小さく、前記オフセット量の差の度合い

が大きく又は小さくなっていることにより、或いは前記多系統モータ、前記多系統駆動系及び前記多系統電流指令値特性が、いずれも少なくとも2系統であることにより、或いは前記モータがスター結線の2系統巻線であることにより、或いは前記モータがデルタ結線の2系統巻線であることにより、或いは前記多系統モータ、前記多系統駆動系及び前記多系統電流指令値特性が、いずれも2系統であり、一方向用電流指令値により2系統モータの一部を一方向領域に使用すると共に、他方向用電流指令値により前記2系統モータの他部を他方向領域に使用するようになっていないことにより、或いはハンドルセンター付近において、前記一方向用電流指令値がオフセット1を有し、前記他方向用電流指令値がオフセット2を有していることにより、或いは前記一方向領域において、操舵トルクが大きくなるに従って前記一方向用電流指令値が増加し、前記他方向領域において、前記操舵トルクが大きくなるに従って前記他方向用電流指令値が増加することにより、或いは前記一方向用電流指令値及び前記他方向用電流指令値の変化特性を可変できることにより、或いは前記オフセット1及び前記オフセット2が等しいことにより、或いは前記オフセット1及び前記オフセット2が相違していることにより、或いは前記オフセット1及び前記オフセット2が車速に応じて変化することにより、より効果的に達成される。

[0019] また、本発明は、操舵指令となる電流指令値に基づいてインバータを介してモータを駆動制御し、前記モータにより車両のステアリング機構にアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置に関し、本発明の上記目的は、前記モータが少なくとも2系統モータであり、前記モータの系統巻線毎に前記インバータを具備し、一方向用電流指令値により前記少なくとも2系統モータの一部を一方向領域に使用すると共に、他方向用電流指令値により前記少なくとも2系統モータの他部を他方向領域に使用し、ハンドルセンター付近において、前記一方向用電流指令値がオフセット1を有し、前記他方向用電流指令値がオフセット2を有し、前記車両の走行状態及び前記ステアリング機構に付加する作用力に基づいて前記オフセット1及び前記オフセット2

が算出されることにより達成される。

[0020] 本発明の上記目的は、前記車両の走行状態が直進走行状態のときに、前記作用力に応じて前記オフセット 1 及び前記オフセット 2 が変化することにより、或いは前記直進走行状態において、前記一方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 1 が増加し、前記他方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 2 が増加することにより、或いは前記直進走行状態において、前記一方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 2 が減少し、前記他方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 1 が減少することにより、或いは前記車両が前記直進走行状態から離れたときに、前記オフセット 1 及び前記オフセット 2 が前記ステアリング機構の回転角度及び前記作用力によって初期値に戻ることにより、或いは前記オフセット 1 及び前記オフセット 2 は徐々に変化し、前記初期値には徐々に戻ることにより、或いは前記一方向用電流指令値及び前記他方向用電流指令値の変化特性を変更できることにより、或いは前記作用力がセルフアライニングトルク又は操舵トルクであることにより、より効果的に達成される。

発明の効果

[0021] 本発明の電動パワーステアリング装置によれば、冗長系を構成する多系統駆動系に対してそれぞれ、手入力（操舵トルク）に対する多系統電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、多系統駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行うようになっているので、不感帯と不連続（変極点）もなくなり、運転者に不快感を与えることがない。また、電気系システムのハンドルセンター付近に不感帯がなく、右操舵時と左操舵時が不均衡となるように左右操舵の電流指令値を個別に演算して制御しているので、不連続（変極点）もなくなる。

[0022] 操舵トルクに対する多系統電流指令値特性によりそれぞれアシスト制御しているので、制御不可能領域もなくなる。

[0023] また、手入力（操舵トルク）の大きい方では、モータ内のトルク発生が同

位相となり、その結果アシスト出力も大きくなり、効果的な操舵アシストを実現できる。多系統をそれぞれ別個の駆動系（電流指令値）で制御しているので、1つの系統が故障若しくは異常となった場合でも、他の正常な駆動系によってバックアップしてアシスト制御を継続することができる。

[0024] 更に、ハンドルセンター付近に左右操舵の電流指令値のオフセットをそれぞれ設定し、車両の横流れ（片流れ）を検出して各オフセットを調整することにより、横流れによる運転者の負担を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]電動パワーステアリング装置の概要を示す構成図である。

[図2]電動パワーステアリング装置のコントロールユニット（ECU）の構成例を示すブロック図である。

[図3]従来のハンドルセンター付近の特性例を示す特性図である。

[図4]2系統モータの巻線構造（スター結線）を示す模式図である。

[図5]2系統モータの巻線構造（デルタ結線）を示す模式図である。

[図6]本発明（実施形態1）の動作原理（電流指令値特性）を示す特性図である。

[図7]右操舵と左操舵を説明する図である。

[図8]本発明の構成例を示すブロック図である。

[図9]オフセットの変化例（車速感応）を示す特性図である。

[図10]平坦特性の変化例（車速感応）を示す特性図である。

[図11]曲線状の度合いの変化例（車速感応）を示す特性図である。

[図12]本発明の出力特性の例を示す特性図である。

[図13]本発明（実施形態2）の動作原理（電流指令値特性）を示す特性図である。

[図14]オフセットの変化例（車速感応）を示す特性図である。

[図15]MCUの構成例を示すブロック図である。

[図16]オフセット演算部（実施例1）の構成例を示すブロック図である。

[図17]直進判定部の構成例を示すブロック図である。

[図18]オフセットゲイン部のゲイン特性例を示す特性図である。

[図19]リセットゲイン部のゲイン特性例を示す特性図である。

[図20]本発明の動作例（実施例1）を示すフローチャートの一部である。

[図21]本発明の動作例（実施例1）を示すフローチャートの一部である。

[図22]オフセットゲイン部のゲイン特性の変形例を示す特性図である。

[図23]オフセット演算部（実施例2）の構成例を示すブロック図である。

[図24]車速感応ゲイン部のゲイン特性例を示す特性図である。

[図25]MCUの別の構成例を示すブロック図である。

[図26]本発明の出力特性の例を示す特性図である。

発明を実施するための形態

[0026] 本発明は、操舵指令となる電流指令値に基づいてインバータ（GDMでも可）を介してモータを駆動制御し、モータにより車両の操舵系にアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置である。本発明は、従来問題となっていた電気系システムの不感帯を無くすと共に、冗長系を構成する電動パワーステアリング装置としている。モータが多系統モータ（少なくとも2系統モータ）であり、モータの各系統巻線毎にインバータを具備して多系統（少なくとも2系統）の駆動系を構成し、多系統の各駆動系に対してそれぞれ、操舵トルクに対する電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、各駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行うようになっている。

[0027] 各電流指令値特性は手入力（操舵トルク）のゼロ近辺、つまりハンドルセンター付近でオフセットを有しており、操舵トルクの絶対値が大きくなるに従って曲線的に大きくなる特性である。平坦特性、オフセット、曲線状の度合いなどはチューニング可能であり、車速感応であっても良い。

[0028] 本発明によれば、各電流指令値に不感帯と不連続（変極点）な出力特性がないので、運転者に不快感を与えることがなく、操舵フィーリングを向上することができる。また、モータは多系統巻線（少なくとも2系統巻線）になっており、各系統巻線が別個に駆動制御されるようになっているので、省ス

ペースの上でも大きな利点がある。

[0029] 更に、ハンドルセンター付近において左右操舵が実施されているので、操舵フィーリングが一層向上する。更に、車両の走行状態を判定し、走行状態の判定結果及びステアリング機構に付加する作用力（セルフアライニングトルク（SAT）、操舵トルク、コラム軸の反力等）に基づいてオフセットF1及びF2を調整し、横流れに対してアシストがかかるようにしているので、運転者の負担が軽減する。

[0030] なお、本発明は図1に示すようなコラムアシスト型に適用できるが、本実施形態の構成が適用可能であれば、ラックアシスト型やピニオンアシスト型でも良く、それぞれ舵角可変装置付きにも適用可能である。

[0031] 以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

[0032] 先ず、本発明に適用する多系統モータを有する3相モータについて、2系統モータの例を図4及び図5に挙げて説明する。

[0033] 図4はスター結線の3相モータを示しており、1系統がU相巻線UW1、V相巻線VW1、W相巻線WW1で構成され、他の1系統がU相巻線UW2、V相巻線VW2、W相巻線WW2で構成されている。巻線UW1～WW1又は巻線UW2～WW2に3相電流を流すことによってモータが駆動される。また、図5はデルタ結線の3相モータを示しており、1系統がU相巻線UW1、V相巻線VW1、W相巻線WW1で構成され、他の1系統がU相巻線UW2、V相巻線VW2、W相巻線WW2で構成されている。巻線UW1～WW1又は巻線UW2～WW2に3相電流を流すことによってモータが駆動される。本発明に使用するモータはスター結線でも、デルタ結線でも良い。

[0034] このような2系統モータのモータに対して、本発明では、2系統モータのそれぞれを個別に駆動制御する2系統の駆動系を設け、一方の系統（第1系統）を例えば図6の電流指令値特性IC1に基づく電流指令値Iref1で、左右操舵時で不均衡に制御し、他方の系統（第2系統）を例えば図6の電流指令値特性IC2に基づく電流指令値Iref2で、左右操舵時で不均衡に制御する。

[0035] 図6の電流指令値特性（実効電流値）では、電流指令値特性IC1は、手入力（操舵トルク）が正方向となる右操舵の領域では、所定値 T_1 までほぼ平坦な正方向のオフセットF1を有し、手入力（操舵トルク）が所定値 T_1 を超えてから、大きくなるに従って曲線的に増加し、手入力（操舵トルク）が負方向となる左操舵の領域では、所定値 $-T_4$ までほぼ平坦な正方向のオフセットF1を有し、手入力（操舵トルク）が所定値 $-T_4$ を超えてから、負方向に大きくなるに従って曲線的に負方向に増加する、左右操舵で不均衡な特性となっている。負方向の減少特性は車速感応で変化しても良く、チューニングで変化しても良い。また、電流指令値特性IC2は、手入力（操舵トルク）が正方向となる右操舵の領域では、所定値 T_2 までほぼ平坦な負方向のオフセットF2を有し、手入力（操舵トルク）が所定値 T_2 を超えてから、大きくなるに従って曲線的に増加し、手入力（操舵トルク）が負方向となる左操舵の領域では、所定値 $-T_3$ までほぼ平坦な負方向のオフセットF2を有し、手入力（操舵トルク）が所定値 $-T_3$ を超えてから、負方向に大きくなるに従って曲線的に負方向に増加する、左右操舵で不均衡な特性となっている。正方向の増加特性は車速感応で変化しても良く、チューニングで変化しても良い。

[0036] なお、右操舵と左操舵は逆であっても良く、平坦特性を定める手入力（操舵トルク）の所定値 T_1 、 T_2 、 $-T_3$ 、 $-T_4$ は任意に設定可能であり、オフセットF1とオフセットF2は異なっても（不均衡）、同一（均衡）でも良い。特に車両の片流れを防止するためには、不均衡に設定することが望ましい。平坦特性、オフセットF1及びF2、特性IC1及びIC2の各曲線状の度合いは可変であり、車速感応特性であっても良い。車速感応特性の場合、車速が高速になるに従って平坦特性が狭く、オフセットが小さく、曲線状の度合いが大きくなっている。

[0037] また、右操舵と左操舵の判別は、例えば図7に示すように操舵角 θ とモータ角速度 ω を用いて、切増し／切戻しを含めて行うこともできる。

[0038] 図8は本発明の構成例を示しており、2系統モータを有するモータ200を駆動制御するコントロールユニット（ECU）100は、図6の電流指令

値特性 I_{C1} 及び I_{C2} に基づいて、各駆動系毎に操舵トルク T_s 及び車速 V_s に基づいて電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} の演算等を行うと共に、左右操舵を判定し、各種補償機能を有する $MCU500$ と、各駆動系を個別にアシスト制御する2系統の GDM (Gate Drive Module) 121 及び 122 とを備えている。 $ECU100$ には、操舵トルク T_s 、舵角 θ 、車速 V_s 、イグニッション信号 IG が入力され、電源 $+V_c$ 、 CAN 、非 CAN が接続されている。 $GDM121$ 及び 122 にはそれぞれ電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} が入力され、 $GDM121$ はモータ 200 の1系統を駆動し、 $GDM122$ はモータ 200 の他の1系統を駆動する。また、 $GDM121$ 及び 122 は、モータリレー（接点式又は半導体式）、モニタ及び診断用インタフェース、電流制御部、インバータ、バランス調整機能（ソフト、ハード）等を含んでおり、 $MCU500$ は、電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} の間の補正機能を具備している。更に、 $ECU100$ には、モータ 200 に接続されたレゾルバ等の回転センサ 201 からモータ回転信号 RS が入力されている。

[0039] $MCU500$ は、入力される操舵トルク T_s 、舵角 θ 、車速 V_s 等に基づいて左右操舵の判別を行うと共に、電流指令値特性 I_{C1} 及び I_{C2} に基づいて操舵トルク T_s 、車速 V_s からそれぞれ電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} を演算し、演算した電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} を $GDM121$ 及び 122 に入力する。 $GDM121$ は、モータ 200 の第1系統のモータ巻線 $UW1$ 、 $VW1$ 、 $WW1$ の駆動によってアシスト制御し、 $GDM122$ は、モータ 200 の第2系統のモータ巻線 $UW2$ 、 $VW2$ 、 $WW2$ の駆動によってアシスト制御する。また、 $GDM121$ で計測された電流や電圧等のモニタ値 $DT1$ は $MCU500$ にフィードバックされ、 $GDM122$ で計測された電流や電圧等のモニタ値 $DT2$ は $MCU500$ にフィードバックされる。

[0040] 更に $MCU500$ は、電流指令値特性 I_{C1} のオフセット $F1$ 、平坦特性（操舵トルク T_1 と操舵トルク T_4 とのトルク幅）及び曲線状の度合いを設

定し、電流指令値 I_{ref1} を演算する。また、電流指令値特性 I_{C2} のオフセット F_2 、平坦特性（操舵トルク T_2 と操舵トルク $-T_3$ とのトルク幅）及び曲線状の度合いを設定し、電流指令値 I_{ref2} を演算する。電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} は、例えば図6に示すような特性を有しているので、ハンドルセンター付近では、電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} はいずれもゼロではなく、所定のオフセット F_1 、 F_2 を有している。つまり、ハンドルセンター付近では、モータの第1系統も第2系統も駆動された状態になっている。従って、ハンドルセンター付近では不感帯は無く、個別に駆動されており、操舵が変極点等によって不連続になることもない。

[0041] 2系統を、それぞれ電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} による別個の $GDM121$ 及び 122 で制御しているので、一方の系統が故障若しくは異常となった場合でも、他方の正常な駆動系によってバックアップしてアシスト制御を継続することができる。

[0042] 上述の電流指令値 I_{ref1} のオフセット F_1 及び電流指令値 I_{ref2} のオフセット F_2 は、車速感応の場合、いずれも図9に示すように車速 V_s が低速時には緩やかに減少し、車速 V_s が高速になったときに急激に減少する特性である。車速 V_s が低速時には急激に減少し、車速が高速になったときに緩やかに減少する特性であっても良い。また、電流指令値 I_{ref1} 及び I_{ref2} の平坦特性は、いずれも図10に示すように車速 V_s が高速になるに従って狭くなる特性であるが、線形に狭くなっても良い。図11は、車速 V_s に対する曲線状の度合いの変化例を示しており、曲線状の度合いは車速 V_s の増加に従って線形に増加している。車速 V_s に対して減少しても良く、或いは非線形に増加減する特性であっても良い。

[0043] 以上のように電気系システムのハンドルセンター付近に不感帯がなく、右操舵時と左操舵時が不均衡となるように制御することにより、図12に示すように手入力に対して出力は線形で、滑らかな特性となる。特にハンドルセンター付近での不連続が無くなるので、操舵フィーリングが向上する。

[0044] 本発明の実施形態2では、図13に示すように、一方の系統（第1系統）

を例えば右操舵領域の制御に使用し、他方の系統（第2系統）を左操舵の制御に使用する。即ち、手入力（操舵トルク）が正方向となる右操舵の領域では、所定値 T_a までほぼ平坦なオフセット F_1 を有し、手入力（操舵トルク）が所定値 T_a を超えてから、大きくなるに従って次第に増加する右操舵用電流指令値特性 R_H となっている。また、手入力（操舵トルク）が負方向となる左操舵の領域では、所定値 $-T_b$ までほぼ平坦なオフセット F_2 を有し、手入力（操舵トルク）が所定値 $-T_b$ を超えてから、大きくなるに従って次第に増加する左操舵用電流指令値特性 L_H となっている。

[0045] なお、右操舵と左操舵は逆であっても良く、絶対値 $|T_a|$ と絶対値 $|-T_b|$ は異なっても同一でも良く、また、オフセット F_1 とオフセット F_2 は異なっても（不均衡）、同一（均衡）でも良い。特に車両の横流れ（片流れ）を防止するためには、不均衡に設定する。更に、右操舵用電流指令値特性 R_H 及び左操舵用電流指令値特性 L_H の変化特性は可変であり、それぞれの特性を自由に設定できる。

[0046] 右操舵と左操舵の判別は前述の図7のように行い、構成は図8と同様である。MCU500は、入力される操舵トルク T_s 、舵角 θ 、車速 V_s 等に基づいて左右操舵を判別すると共に、右操舵のオフセット F_1 又は左操舵のオフセット F_2 を設定し、更に右操舵用電流指令値 I_{ref1} 又は左操舵用電流指令値 I_{ref2} を演算する。右操舵用電流指令値 I_{ref1} は、例えば図13に示すような特性 R_H を有しており、左操舵用電流指令値 I_{ref2} は特性 L_H を有している。ハンドルセンター付近では、右操舵用電流指令値 I_{ref1} はゼロではなく、所定のオフセット F_1 を有しており、左操舵用電流指令値 I_{ref2} もゼロではなく、所定のオフセット F_2 を有している。つまり、ハンドルセンター付近では、モータの第1系統も第2系統も駆動された状態になっている。従って、ハンドルセンター付近では不感帯は無く、右操舵と左操舵が個別に駆動されており、操舵が変極点等によって不連続になることもない。

[0047] 右操舵用電流指令値 I_{ref1} のオフセット F_1 及び左操舵用電流指令値

I_{ref2} のオフセット F_2 は、いずれも図 9 に示すような特性であり、図 14 に示すように車速 V_s が低速時には急激に減少し、車速が高速になったときに緩やかに減少する特性であっても良い。

[0048] 以上のように実施形態 2 においても、電気系システムのハンドルセンター付近に不感帯がなく、右操舵時と左操舵時が不均衡となるように制御することにより、図 12 に示すように手入力に対して出力は線形で、ハンドルセンター付近での不連続が無くなり、滑らかな特性となる。

[0049] 次に、MCU 500 の具体的な構成例を図 15 に示して説明する。MCU 500 は、操舵方向判別部 510、オフセット演算部 520 及び 550、電流指令値生成部 560、SAT 検出部 570 から構成される。

[0050] 操舵方向判別部 510 は、操舵角 θ 及び回転角度 RS を入力し、回転角度 RS から角速度 ω を算出し、図 7 に示される区分けに従い操舵角 θ と角速度 ω を用いて操舵方向（左操舵、右操舵）を判別する。判別結果 SD は電流指令値生成部 560 に出力される。

[0051] SAT 検出部 570 は SAT 値 ST を検出し、オフセット演算部 520、550 及び電流指令値生成部 560 に出力する。SAT 値 ST は SAT センサを設けて検出しても良いし、操舵トルク T_s や角速度 ω 等に基づいて推定しても良い。

[0052] オフセット演算部 520 は、図 16 に示されるような構成となっており、車速 V_s 、回転角度 RS 及び SAT 値 ST を入力し、オフセット F_1 を算出する。オフセット演算部 520 は、車速 V_s 、回転角度 RS 及び SAT 値 ST に基づいて車両の直進を判定する直進判定部 521 を有し、直進判定部 521 からの判定信号 F_{lg} はスイッチ 526 に入力されて接点 526a 及び 526b を切り替えるようになっている。スイッチ 526 の接点 526a には、オフセットゲイン部 522 から出力されるオフセットゲイン OG が入力されており、直進判定部 521 が車両の直進を判定したときに判定信号 F_{lg} は「1」になり、スイッチ 526 の接点は接点 526a に切り替えられるようになっている。

- [0053] 直進判定部521の構成は例えば図17に示されるようになっており、車速 V_s は閾値 V_{th} と比較する比較部543に入力され、回転角度 RS は絶対値部541で絶対値化されて閾値 RS_{th} と比較する比較部544に入力され、SAT値 ST は絶対値部542で絶対値化されて閾値 ST_{th} と比較する比較部545に入力される。比較部543～545の比較結果は判定部546で判定され、比較部543～545の比較結果が全て条件を満たしている場合には判定部546は直進信号 YS を出力し、直進信号 YS によって計時カウンタ547をカウントアップし、その計数値 Cnt は閾値 $C1$ と比較する比較部548に入力される。比較部548の比較結果 RC は判定信号出力部549に入力される。一方、比較部543～545の比較結果の少なくとも1つが条件を満たさない場合には判定部546は非直進信号 NS を出力し、非直進信号 NS は計時カウンタ547をリセットすると共に判定信号出力部549に入力される。判定信号出力部549は非直進信号 NS 及び比較結果 RC に基づいて判定信号 Flg を出力する。
- [0054] オフセットゲイン部522は、SAT値 ST に感応してオフセットゲイン OG を出力する。図18(A)はオフセットゲイン部522のゲイン特性例を示しており、SAT値 ST がゼロではオフセットゲイン OG はゼロで、SAT値 ST が大きくなるとオフセットゲイン OG も大きくなっている。
- [0055] オフセット演算部520は、SAT値 ST 及び回転角度 RS に感応してリセットゲイン RG を出力するリセットゲイン部523を有しており、リセットゲイン RG は乗算部529に入力され、乗算結果 MR がスイッチ526の接点526bに入力される。直進判定部521が車両の直進を判定しないときには判定信号 Flg は「0」であり、スイッチ526の接点が接点526bに切り替えられる。図19はリセットゲイン部523のゲイン特性例を示しており、SAT値 ST 及び回転角度 RS のいずれが大きくなっても、リセットゲイン RG が大きくなる出力ゲイン特性になっている。
- [0056] スイッチ526の出力は加算部530に入力され、その加算結果は加算部531に入力されると共に、1サンプリング前の値を記憶して保持するメモ

リユニット 5 2 7 に入力される。メモリユニット 5 2 7 からの 1 サンプリング前の値が加算部 5 3 0 に入力されて加算されると共に、反転部 5 2 8 で符号を反転されて乗算部 5 2 9 に入力される。乗算部 5 2 9 でのリセットゲイン R_G との乗算結果 MR がスイッチ 5 2 6 の接点 5 2 6 b に入力される。加算部 5 3 1 でオフセット初期値 5 2 4 を加算された加算結果はリミッタ 5 2 5 に入力され、リミッタ 5 2 5 で制限された信号がオフセット F_1 として出力される。

[0057] オフセット演算部 5 5 0 はオフセット演算部 5 2 0 と同じ構成となっており、車速 V_s 、回転角度 R_S 及び SAT 値 S_T を入力し、オフセット F_2 を算出するが、オフセットゲイン部のゲイン特性がオフセット演算部 5 2 0 と異なっている。図 1 8 (B) はオフセット演算部 5 5 0 のオフセットゲイン部のゲイン特性例を示しており、 SAT 値 S_T がゼロではオフセットゲイン OG はゼロで、 SAT 値 S_T が大きくなるとオフセットゲイン OG は小さくなっている。

[0058] 電流指令値生成部 5 6 0 は、例えば図 2 に示されている電流指令値演算部、電流制限部、補償信号生成部、加算部及び減算部で構成されている。電流指令値生成部 5 6 0 の電流指令値演算部が演算する電流指令値 I_{ref} は、例えば図 6 又は図 1 3 に示されるような特性を有しており、オフセット演算部 5 2 0 から出力されるオフセット F_1 及びオフセット演算部 5 5 0 から出力されるオフセット F_2 が使用される。

[0059] このような構成において、その動作例を図 2 0 及び図 2 1 のフローチャートを参照して説明する。

[0060] 動作がスタートすると、操舵方向判別部 5 1 0 は操舵角 θ 及び回転角度 R_S を読み込み、回転角度 R_S から角速度 ω を算出し、図 7 に示される区分けに従い操舵方向を判別し、判別結果 SD (左操舵、右操舵) を出力する (ステップ S_1)。

[0061] SAT 検出部 5 7 0 は SAT 値 S_T を検出し、オフセット演算部 5 2 0、5 5 0 及び電流指令値生成部 5 6 0 に出力する (ステップ S_2)。

- [0062] オフセット演算部520は、車速 V_s 、回転角度 RS 及びSAT値 ST を用いてオフセット F_1 を算出する（ステップS3）。
- [0063] オフセット F_1 の算出では、先ず直進判定部521が車速 V_s 、回転角度 RS 及びSAT値 ST を読み込む（ステップS31）。SAT値 ST はオフセットゲイン部522及びリセットゲイン部523にも入力され、回転角度 RS はリセットゲイン部523にも入力される。
- [0064] 直進判定部521に読み込まれた車速 V_s は比較部543に入力され、比較部543で車速 V_s が閾値 V_{th} 以上であるか否かを判定し（ステップS32）、車速 V_s が閾値 V_{th} 以上の場合には、絶対値部541で絶対値化された回転角度 RS の絶対値 $|RS|$ が閾値 RS_{th} 以下であるか否かを判定し（ステップS33）、回転角度 RS の絶対値 $|RS|$ が閾値 RS_{th} 以下であれば更に、絶対値部542で絶対値化されたSAT値 ST の絶対値 $|ST|$ が閾値 ST_{th} 以下であるか否かを判定する（ステップS34）。車速 V_s が高い状態は直進状態を精度良く検出でき、直進状態では一般的に回転角度とSATが小さいことに基づく判定である。なお、ステップS32～S34の順番は任意であり、適宜変更可能である。
- [0065] 比較部543～545の比較結果は判定部546に入力されて、上記全ての条件が満たされたときに判定部546は直進信号 YS を出力し、時間経過を計測する計時カウンタ547の計数値 Cnt を「+1」し（ステップS35）、次に計数値 Cnt が閾値 C_1 より大きくなったか否か、つまり所定時間を経過したか否かを比較部548で判定する（ステップS36）。計数値 Cnt が閾値 C_1 より大きくなり所定時間を経過した場合には、比較部548は比較結果 RC を判定信号出力部549に出力し、判定信号出力部549は判定信号 Flg を「1」とし（ステップS37）、スイッチ526の接点を526aに切り替える。そして、オフセットゲイン部522がSAT値 ST を用いて図18（A）で示される特性で設定したオフセットゲイン OG がスイッチ526を経て加算部530に入力され、メモリユニット527の1サンプリング前のデータが加算され、加算部531に入力される。路面の傾

斜などにより直進走行感（オンセンタ感）の低下が発生し、タイヤの向きを変えようとする反力（SAT）が発生することを利用して、横流れ（片流れ）を検出し、オフセットを調整している。

[0066] 一方、上記ステップS32において、車速 V_s が閾値 V_{th} より小さい場合、或いは上記ステップS33において、回転角度RSの絶対値 $|RS|$ が閾値 RS_{th} より大きい場合、或いは上記ステップS34において、SAT値STの絶対値 $|ST|$ が閾値 ST_{th} より大きい場合には、判定部546は非直進信号NSを計時カウンタ547及び判定信号出力部549に出力する。これにより、計時カウンタ547の計数値Cntが0にリセットされると共に、判定信号出力部549から出力される判定信号Figが「0」にされ、スイッチ526の接点が接点526bに切り替えられる（ステップS38）。この切り替えにより、メモリユニット527の1サンプリング前のデータが反転部528で符号反転されて乗算部529に入力され、リセットゲイン部523で図19に示される特性で設定されたリセットゲインRGを乗算された乗算結果MRが、スイッチ526を経て加算部530に入力され、更に加算部531に入力される。この場合、直進状態から離れ、オフセットゲインOGは徐々にゼロに近付き、最終的にゼロとなる。

[0067] 加算部531ではオフセット初期値524が加算され（ステップS39）、リミッタ525で最大値及び最小値（0より大きい値）を制限されて、オフセットF1として出力される。

[0068] オフセット演算部550は、車速 V_s 、回転角度RS及びSAT値STを用いてオフセットF2を算出する（ステップS4）。オフセットF2の算出はオフセットF1の算出と同様の処理であるから、説明は省略する。なお、オフセットゲイン部のオフセットゲイン設定では、図18（B）で示される特性が使用される。

[0069] 電流指令値生成部560は、オフセット演算部520から出力されたオフセットF1及びオフセット演算部550から出力されたオフセットF2を用いて、例えば図6又は図13に示されるような特性を電流指令値Irefに

付与し、操舵方向判別部 510 から出力された判別結果 SD に基づいて右操舵用電流指令値 I_{ref1} 又は／及び左操舵用電流指令値 I_{ref2} を出力する（ステップ S5）。ハンドルセンター付近では、右操舵用電流指令値 I_{ref1} 及び左操舵用電流指令値 I_{ref2} は共にゼロではないので、モータの第 1 系統も第 2 系統も駆動された状態になっている。従って、ハンドルセンター付近では不感帯は無く、右操舵と左操舵が個別に駆動されており、操舵が変極点等によって不連続になることもない。

[0070] なお、オフセット演算部 520 のオフセットゲイン部 522 のゲイン特性は、図 22 (A) に示されるような、SAT 値 ST がゼロ以下ではオフセットゲインがゼロとなる特性でも良い。同様に、オフセット演算部 550 のオフセットゲイン部のゲイン特性は、図 22 (B) に示されるような、SAT 値 ST がゼロ以上ではオフセットゲインがゼロとなる特性でも良い。この場合、作用力（例えば SAT 値）が正方向となる右操舵の領域ではオフセット F1 のみが増加し、作用力が負方向となる左操舵の領域ではオフセット F2 のみが増加することになる。或いは、オフセット演算部 520 のオフセットゲイン部 522 のゲイン特性を図 22 (C) に示されるような SAT 値 ST がゼロ以上ではオフセットゲインがゼロとなる特性とし、オフセット演算部 550 のオフセットゲイン部のゲイン特性を図 22 (D) に示されるような SAT 値 ST がゼロ以下ではオフセットゲインがゼロとなる特性としても良い。この場合、作用力が正方向となる右操舵の領域ではオフセット F2 のみが増加し、作用力が負方向となる左操舵の領域ではオフセット F1 のみが増加することになる。また、オフセット演算部 520 のオフセットゲイン部 522 のゲイン特性とオフセット演算部 550 のオフセットゲイン部のゲイン特性は、変化の割合（直線の傾きの絶対値）が同じでなくても良く、直線状ではなく曲線状に変化しても良い。このような特性にすることにより、走行環境等に合わせた適切な調整を行うことができる。

[0071] 上記実施例 1 では、オフセット F1 及びオフセット F2 は SAT 値に応じて変化しているが、SAT 値に加えて車速に応じて可変としても良い。車速

に応じてオフセットが可変となるように、例えばオフセット演算部に機能を追加する。

[0072] 本機能を追加したオフセット演算部の構成例（実施例2）のブロック図を図23に示す。図16に示される実施例1のオフセット演算部520に対して、車速感応ゲイン部532及び乗算部533が追加され、他の構成は実施例1と同じである。実施例と同じ構成については動作も同じであるので、説明は省略する。

[0073] 車速感応ゲイン部532は、車速 V_s に感応して車速ゲイン V_G を出力する。図24（A）は車速感応ゲイン部532のゲイン特性例を示しており、車速 V_s が低速時には緩やかに減少し、車速が高速になったときに急激に減少する特性となっている。図24（B）に示すように、車速 V_s が低速時には急激に減少し、車速が高速になったときに緩やかに減少する特性であっても良い。

[0074] オフセット演算部580は、オフセット演算部520と同様に、車速 V_s 、回転角度 R_S 及びSAT値 S_T を入力し、オフセット F_1 を算出する。リミッタ525で最大値及び最小値を制限されたオフセット F_1 は、乗算部533で車速ゲイン V_G を乗算されて、出力される。

[0075] オフセット F_2 に対しても、同様の構成及び動作により、車速ゲインが乗算される。

[0076] オフセットを車速に応じても変化させることにより、ハンドルセンター付近での電流指令値の調整が走行状態に合わせて適切に行われるので、操舵フィーリングを向上させることができる。

[0077] 実施例1では、ステアリング機構に付加する作用力としてSAT値 S_T を使用しているが、操舵トルク T_s を使用しても良い。

[0078] 図25は、作用力として操舵トルク T_s を用いた場合のMCUの構成例を示しており、図15に示されるMCU500に対してSAT検出部570が削除され、オフセット演算部にSAT値 S_T の代わりに操舵トルク T_s が入力されている。よって、図16に示される直進判定部、オフセットゲイン部

及びリセットゲイン部にはSAT値STの代わりに操舵トルクTsが入力されることになる。その他の構成は図15の形態と同一である。SATの検出を行う必要がないため、構成がより簡易となる。

[0079] オフセット演算部620及び650の動作は、SAT値STの代わりに操舵トルクTsを使用していることのみが図15のオフセット演算部520及び550と相違しており、その他の動作は全く同一であり、同様な効果が得られる。

[0080] 以上のように、本発明によれば、電気系システムのハンドルセンター付近に不感帯がなく、右操舵時と左操舵時が不均衡となるように制御することにより、図26(A)に示すように手入力に対して出力は線形で、滑らかな特性となる。特にハンドルセンター付近での不連続が無くなるので、操舵フィーリングが向上する。更に、直進走行状態において横流れが発生しても、電流指令値のオフセットが調整されることにより、手入力に対する出力の特性が例えば図26(B)に示すようにシフトし、出力が補正されるので、運転者の負担が軽減する。

[0081] なお、上述の実施形態では、MCUはオフセット演算部を2つ有しているが、1つのオフセット演算部でオフセットF1及びF2を算出する構成としても良い。これにより、構成を簡易にすることができる。

[0082] また、上述の実施形態では2系統モータ巻線を有するモータを例に挙げて説明したが、3系統以上の多系統モータを有するモータにも適用できる。更に、上述の実施形態ではGDMによってモータを駆動制御しているが、PI制御部、PWM制御部、インバータ等の構成であっても良い。上述の左右操舵の説明は、当然逆であっても良い。

符号の説明

[0083]	1	ハンドル
	2	コラム軸（ステアリングシャフト、ハンドル軸）
	10	トルクセンサ
	12	車速センサ

1 4	舵角センサ
2 0	モータ
3 0	コントロールユニット (E C U)
4 0	C A N
1 0 0	コントロールユニット (E C U)
1 2 1, 1 2 2	G D M
2 0 0	2 系統モータ
2 0 1	回転センサ
5 0 0	M C U
5 1 0	操舵方向判定部
5 2 0	オフセット演算部

請求の範囲

- [請求項1] 操舵指令となる電流指令値に基づいてインバータを介してモータを駆動制御し、前記モータにより車両の操舵系にアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置において、
前記モータが多系統モータであり、前記モータの各系統巻線毎に前記インバータを有する多系統駆動系を具備し、前記多系統駆動系に対してそれぞれ、操舵トルクに対する多系統電流指令値特性を左右操舵時に不均衡となるように与え、前記多系統駆動系が別個の電流指令値特性に応じたアシスト制御を行うことを特徴とする電動パワーステアリング装置。
- [請求項2] 前記多系統電流指令値特性が、ハンドルセンター付近においてオフセットを有しており、操舵トルクの絶対値が大きくなるに従ってオフセット量の差が大きくなる特性である請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項3] 前記オフセットの度合いが可変である請求項2に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項4] 前記可変が車速感応特性である請求項3に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項5] 前記車速感応特性が、車速が高速になるに従ってハンドルセンター付近のオフセットが小さく、前記オフセット量の差の度合いが大きく又は小さくなっている請求項4に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項6] 前記多系統モータ、前記多系統駆動系及び前記多系統電流指令値特性が、いずれも少なくとも2系統である請求項1乃至5のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項7] 前記モータがスター結線の2系統巻線である請求項6に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項8] 前記モータがデルタ結線の2系統巻線である請求項6に記載の電動パワーステアリング装置。

- [請求項9] 前記多系統モータ、前記多系統駆動系及び前記多系統電流指令値特性がいずれも2系統であり、一方向用電流指令値により2系統モータの一部を一方向領域に使用すると共に、他方向用電流指令値により前記2系統モータの他部を他方向領域に使用している請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項10] ハンドルセンター付近において、前記一方向用電流指令値がオフセット1を有し、前記他方向用電流指令値がオフセット2を有している請求項9に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項11] 前記一方向領域において、操舵トルクが大きくなるに従って前記一方向用電流指令値が増加し、前記他方向領域において、前記操舵トルクが大きくなるに従って前記他方向用電流指令値が増加する請求項10に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項12] 前記一方向用電流指令値及び前記他方向用電流指令値の変化特性を可変できる請求項11に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項13] 前記オフセット1及び前記オフセット2が等しい請求項10乃至12のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項14] 前記オフセット1及び前記オフセット2が相違している請求項10乃至12のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項15] 前記オフセット1及び前記オフセット2が車速に応じて変化する請求項13に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項16] 操舵指令となる電流指令値に基づいてインバータを介してモータを駆動制御し、前記モータにより車両のステアリング機構にアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置において、
前記モータが少なくとも2系統モータであり、前記モータの系統巻線毎に前記インバータを具備し、一方向用電流指令値により前記少なくとも2系統モータの一部を一方向領域に使用すると共に、他方向用電流指令値により前記少なくとも2系統モータの他部を他方向領域に使用し、ハンドルセンター付近において、前記一方向用電流指令値がオ

フセット 1 を有し、前記他方向用電流指令値がオフセット 2 を有し、前記車両の走行状態及び前記ステアリング機構に付加する作用力に基づいて前記オフセット 1 及び前記オフセット 2 が算出されることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項17] 前記車両の走行状態が直進走行状態のときに、前記作用力に応じて前記オフセット 1 及び前記オフセット 2 が変化する請求項 16 に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項18] 前記直進走行状態において、前記一方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 1 が増加し、前記他方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 2 が増加する請求項 17 に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項19] 前記直進走行状態において、前記一方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 2 が減少し、前記他方向領域では前記作用力が大きくなるに従って前記オフセット 1 が減少する請求項 17 又は 18 に記載の電動パワーステアリング装置。

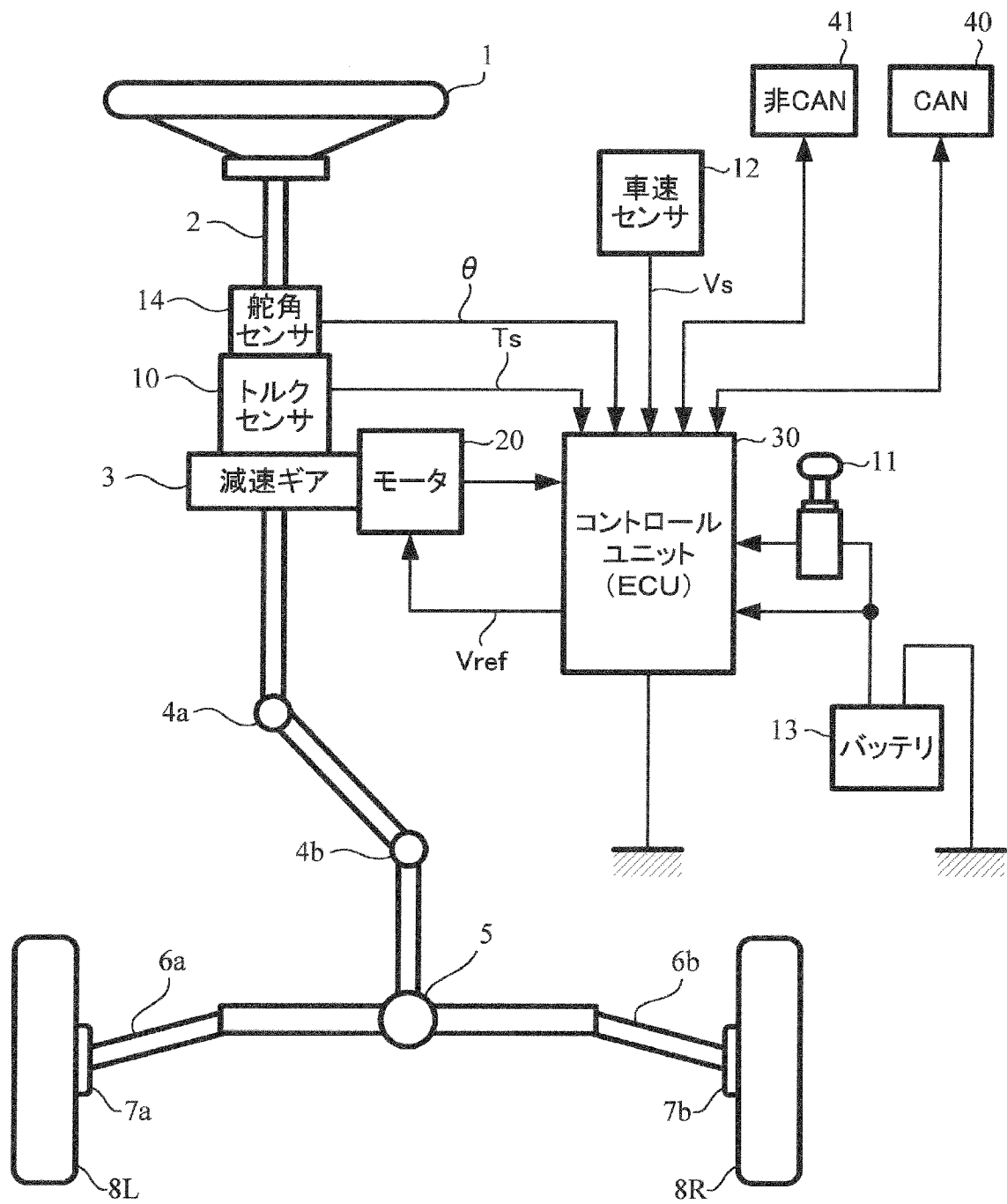
[請求項20] 前記車両が前記直進走行状態から離れたときに、前記オフセット 1 及び前記オフセット 2 が前記ステアリング機構の回転角度及び前記作用力によって初期値に戻る請求項 17 乃至 19 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項21] 前記オフセット 1 及び前記オフセット 2 は徐々に変化し、前記初期値には徐々に戻る請求項 17 乃至 20 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項22] 前記一方向用電流指令値及び前記他方向用電流指令値の変化特性を変更できる請求項 16 に記載の電動パワーステアリング装置。

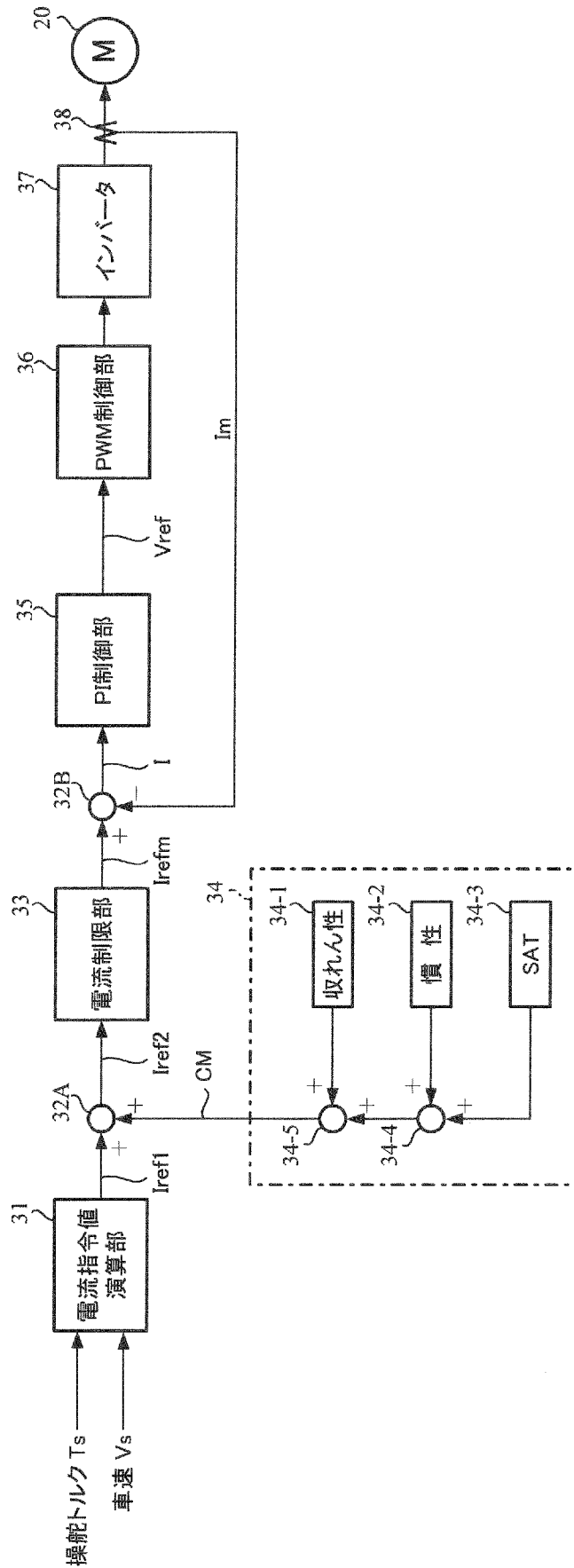
[請求項23] 前記作用力がセルフアライニングトルク又は操舵トルクである請求項 16 乃至 22 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置。

[図1]



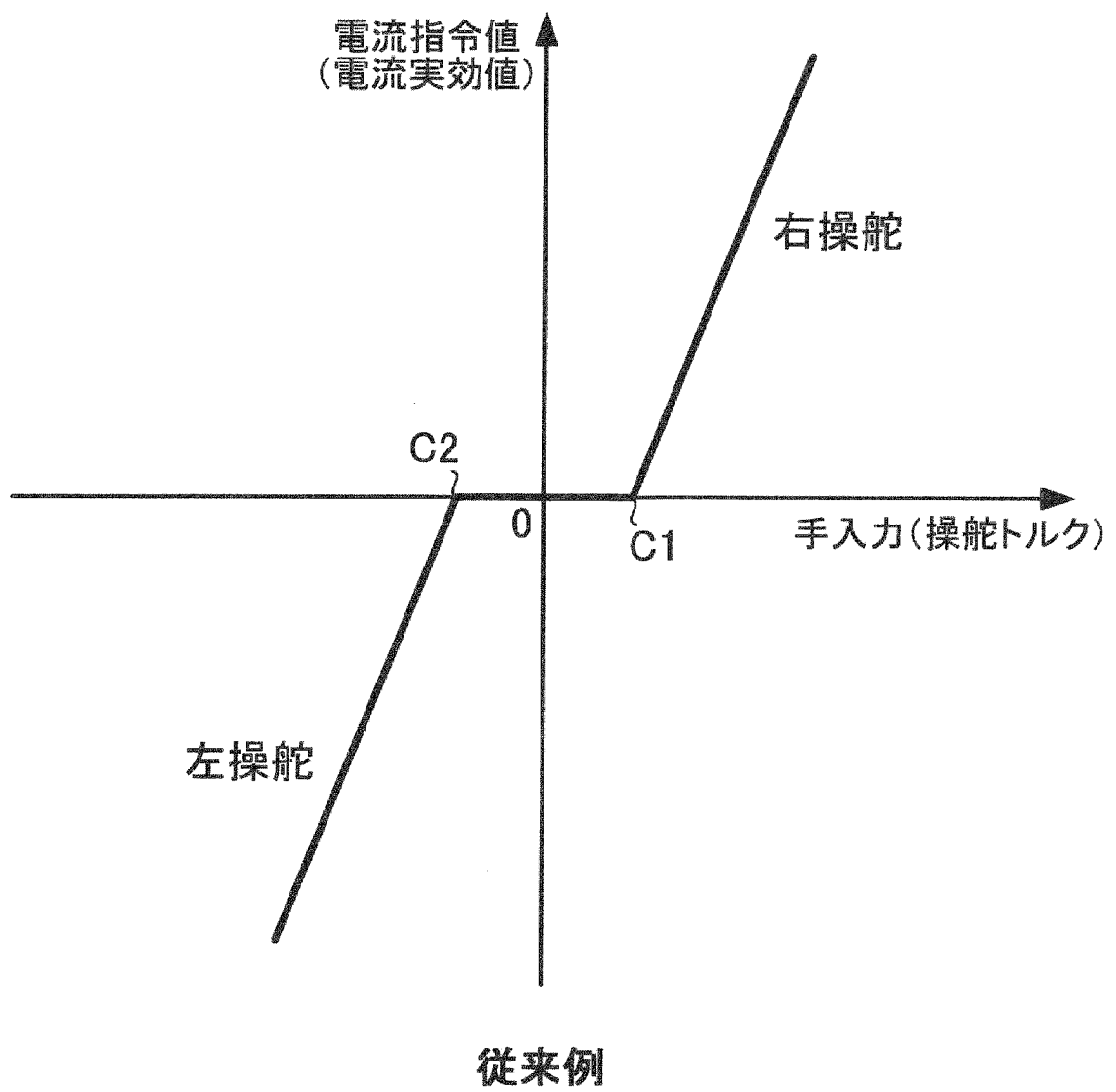
従来例

[図2]

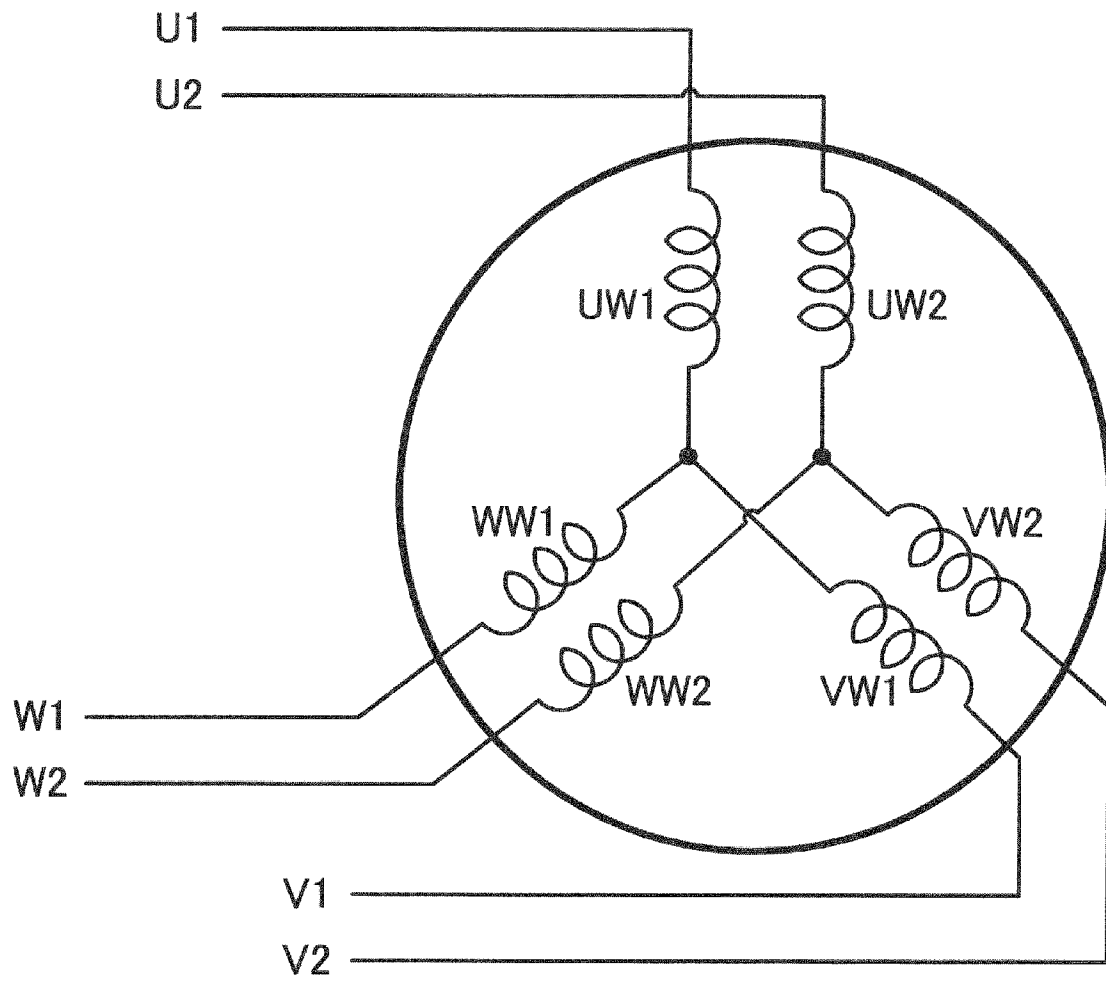


従来例

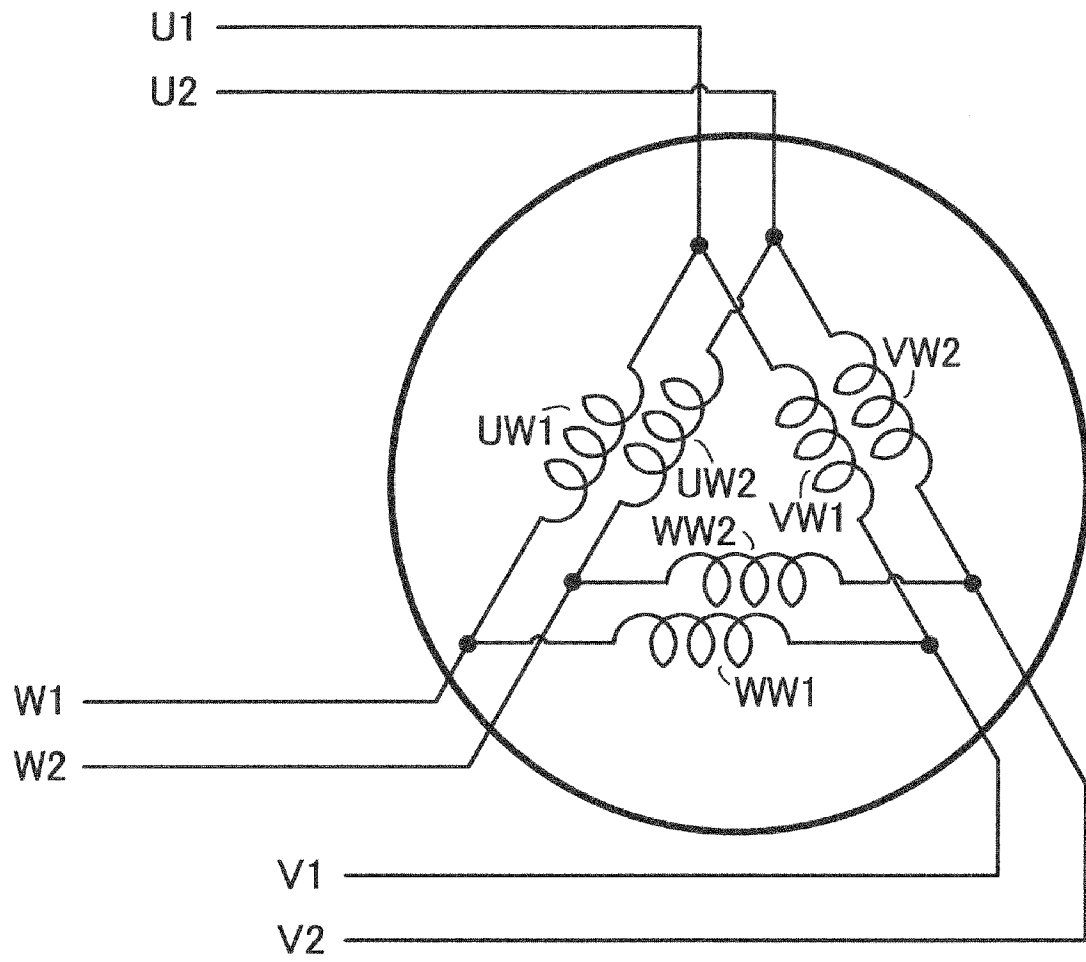
[図3]



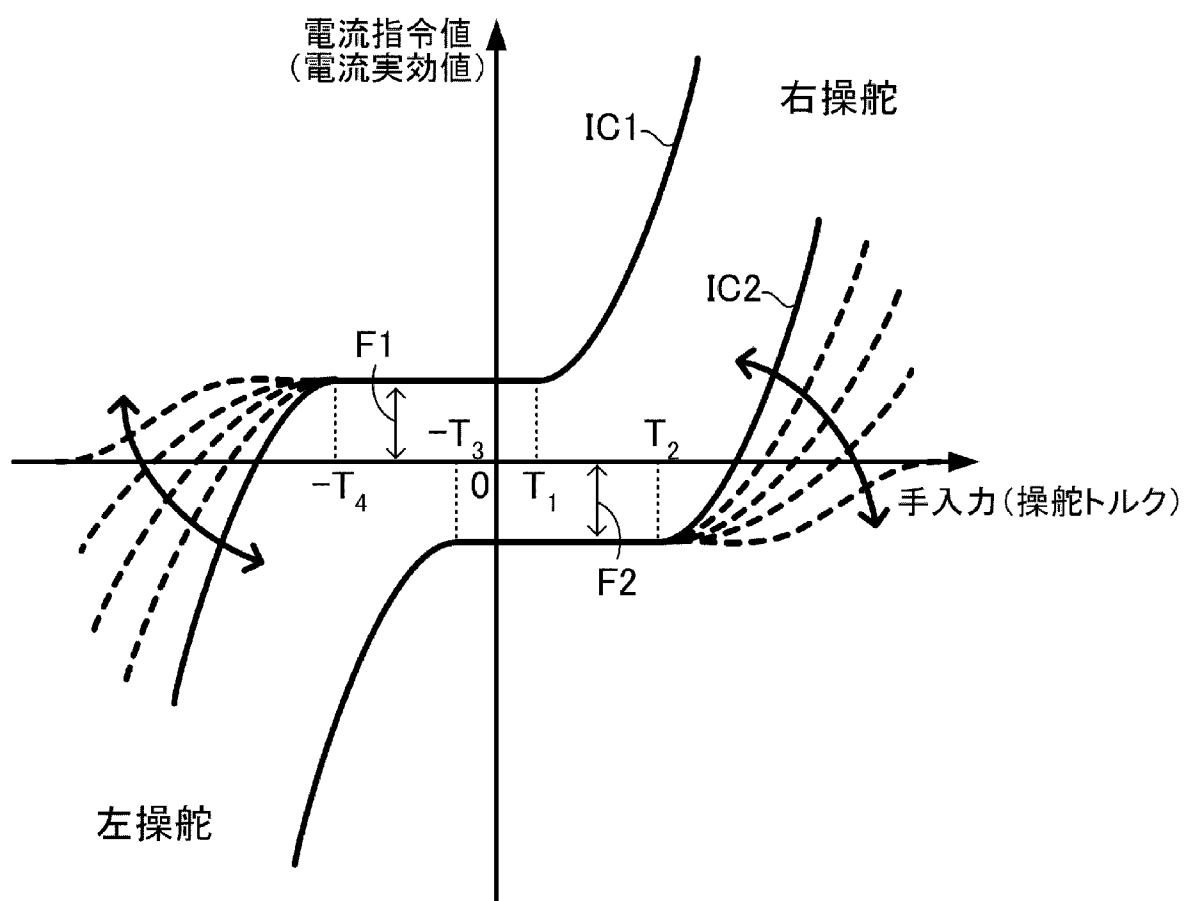
[図4]



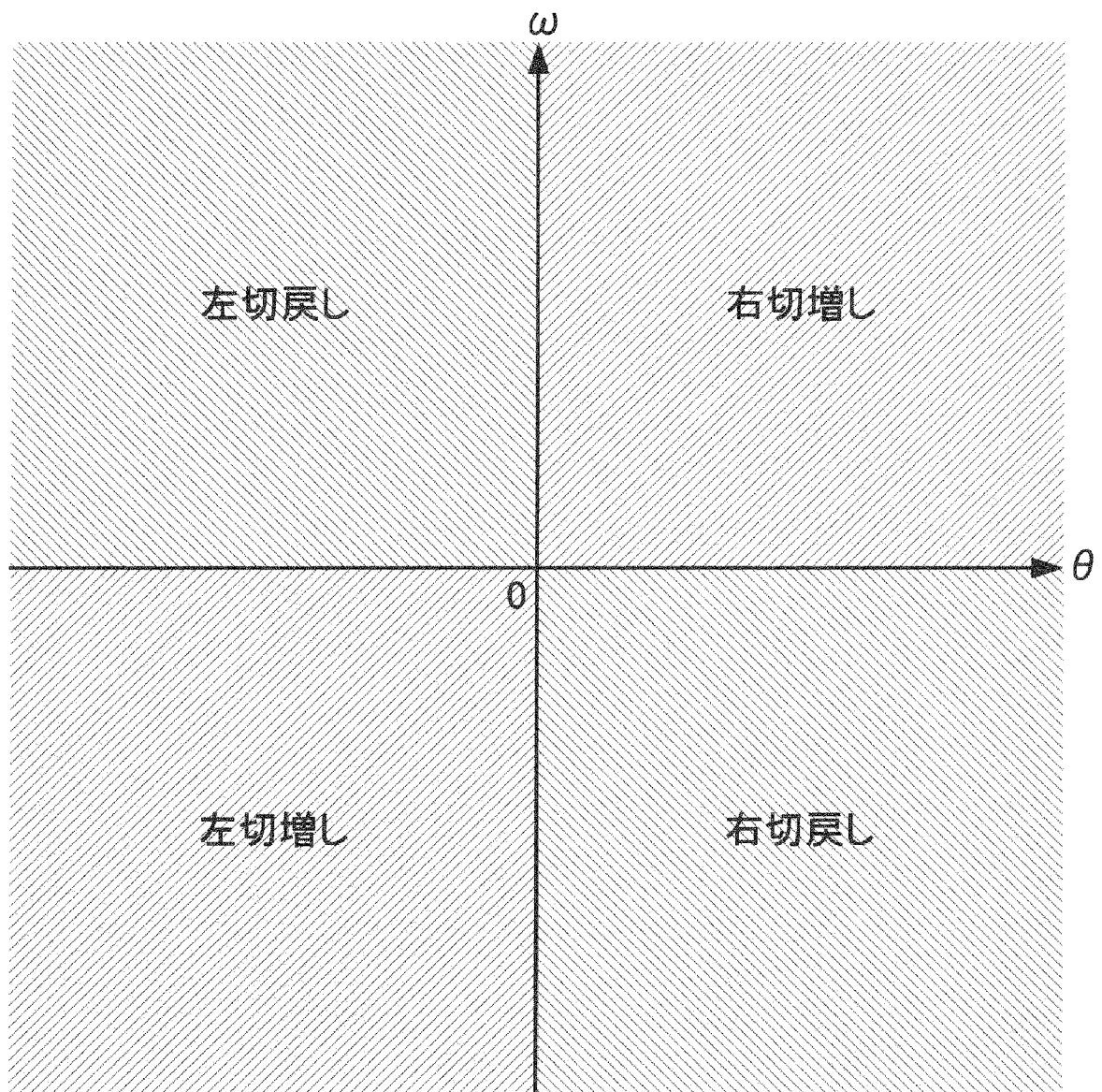
[図5]



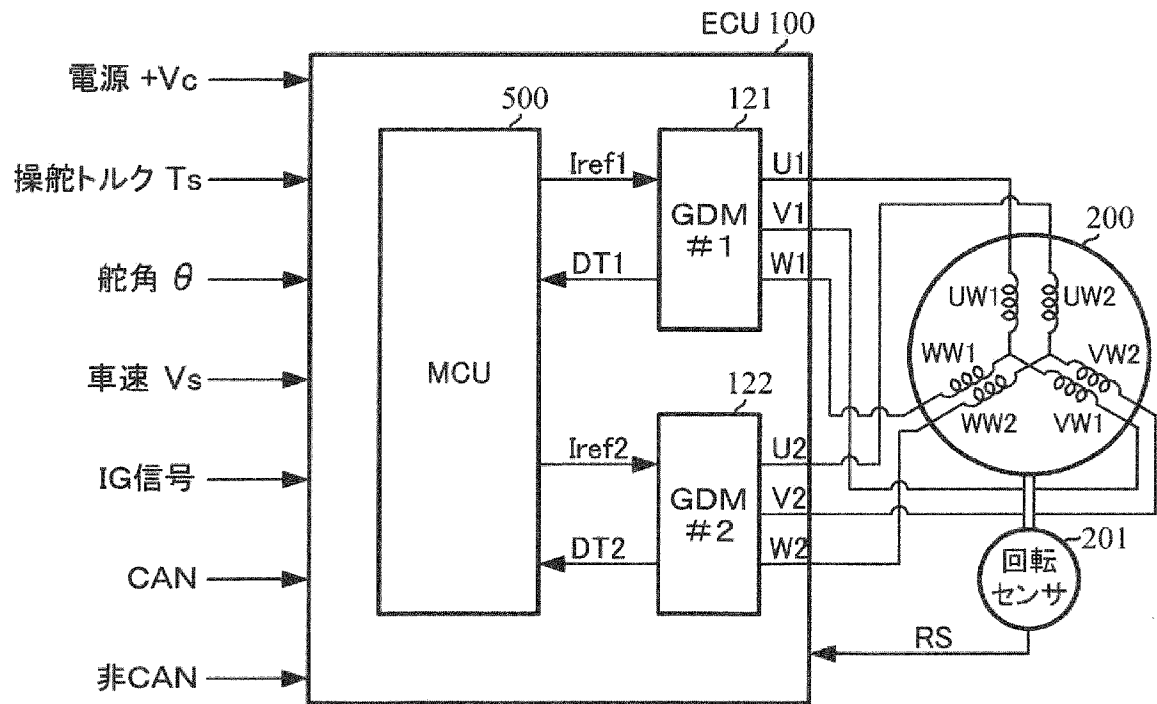
[図6]



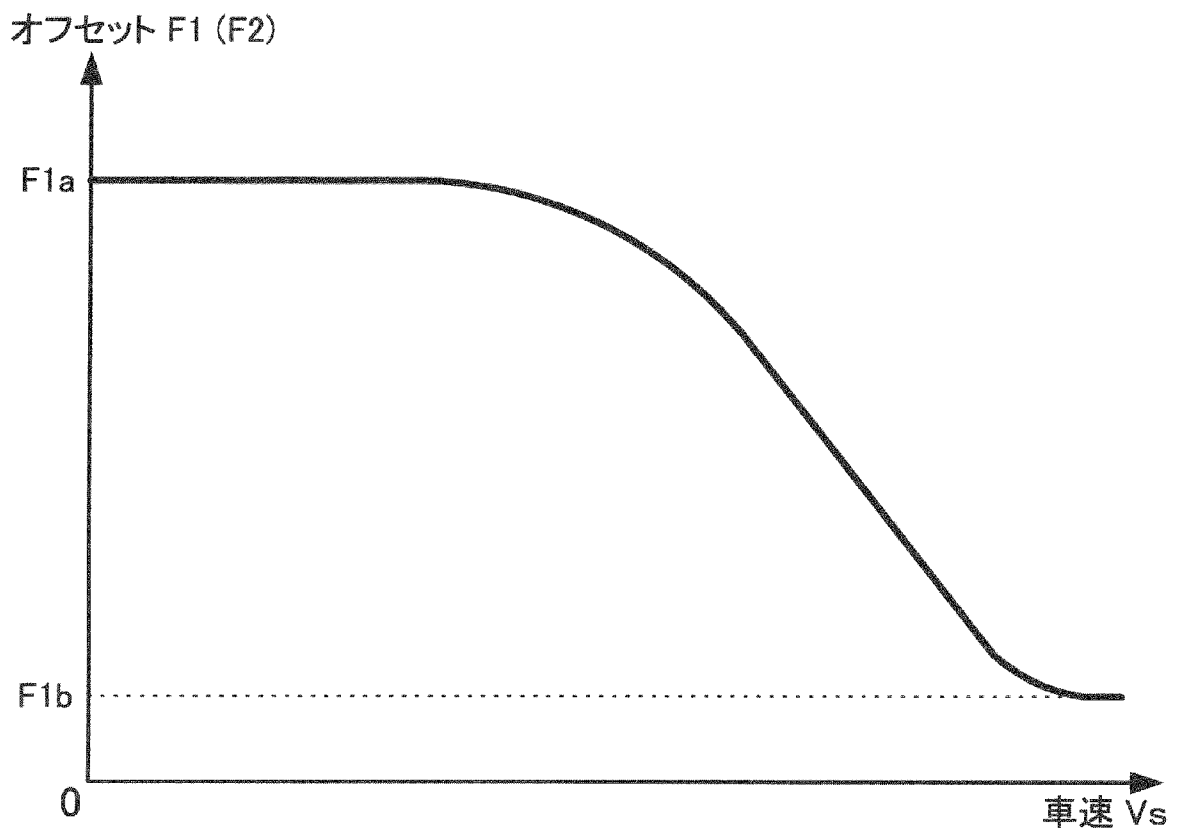
[図7]



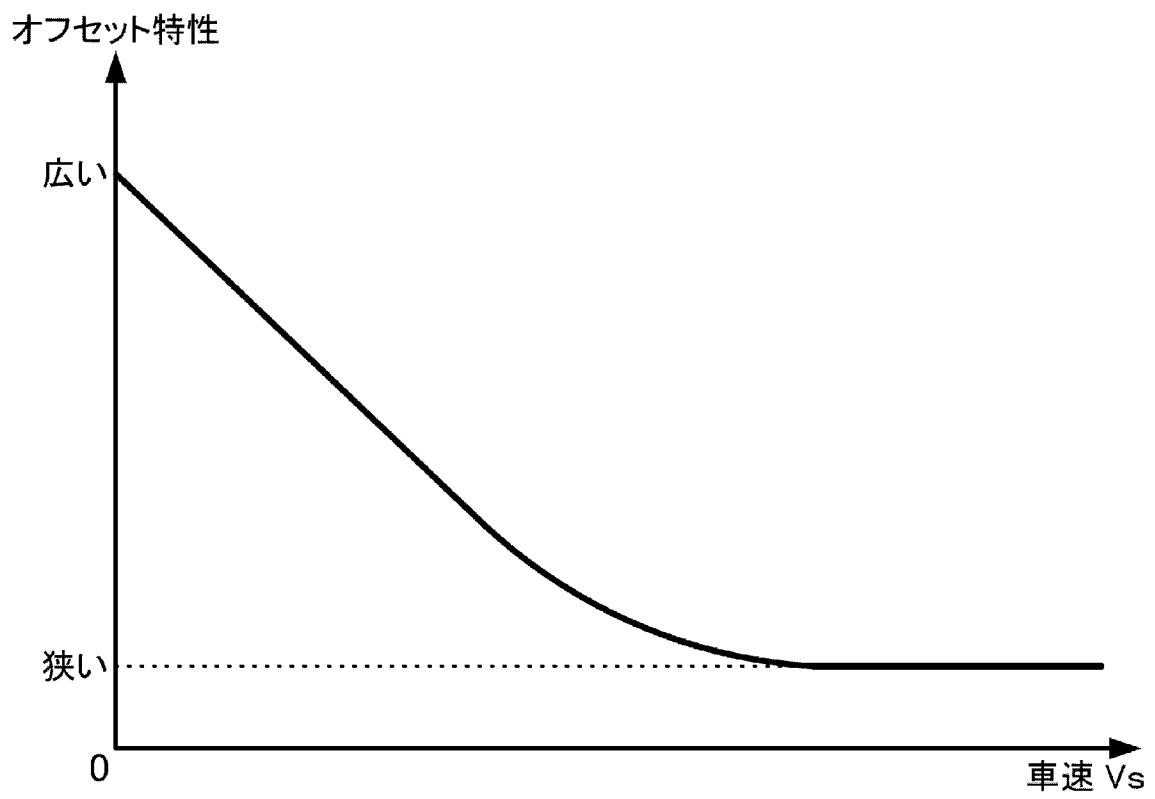
[図8]



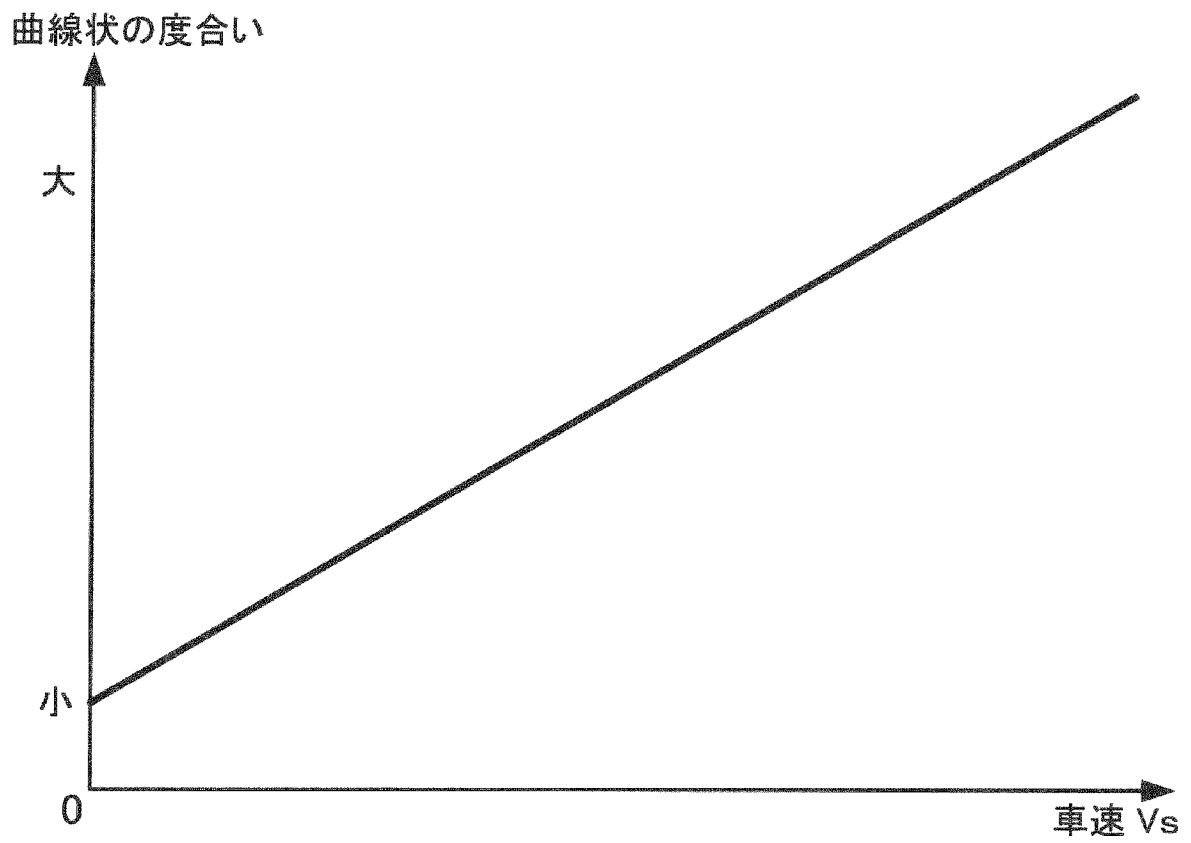
[図9]



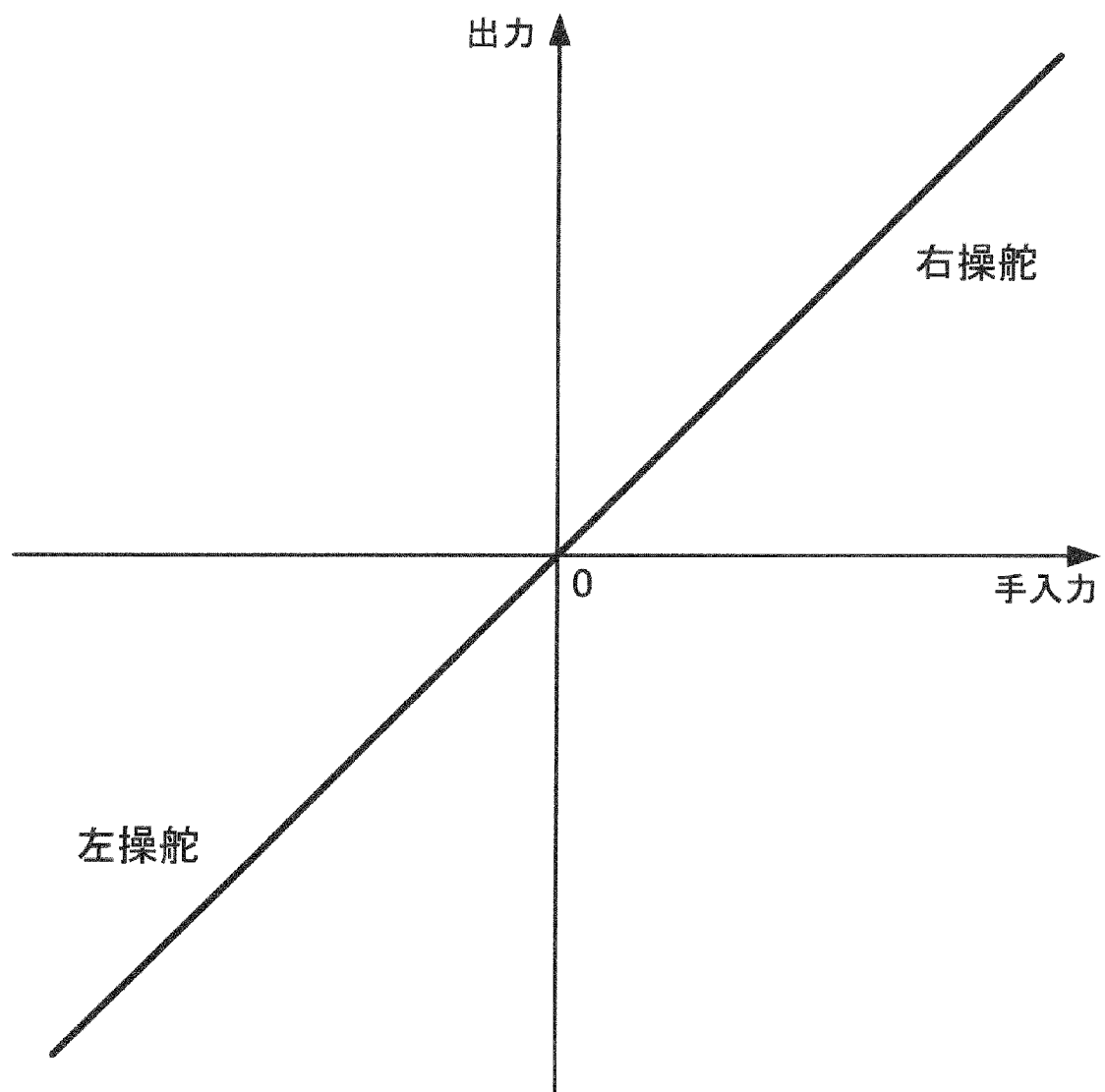
[図10]



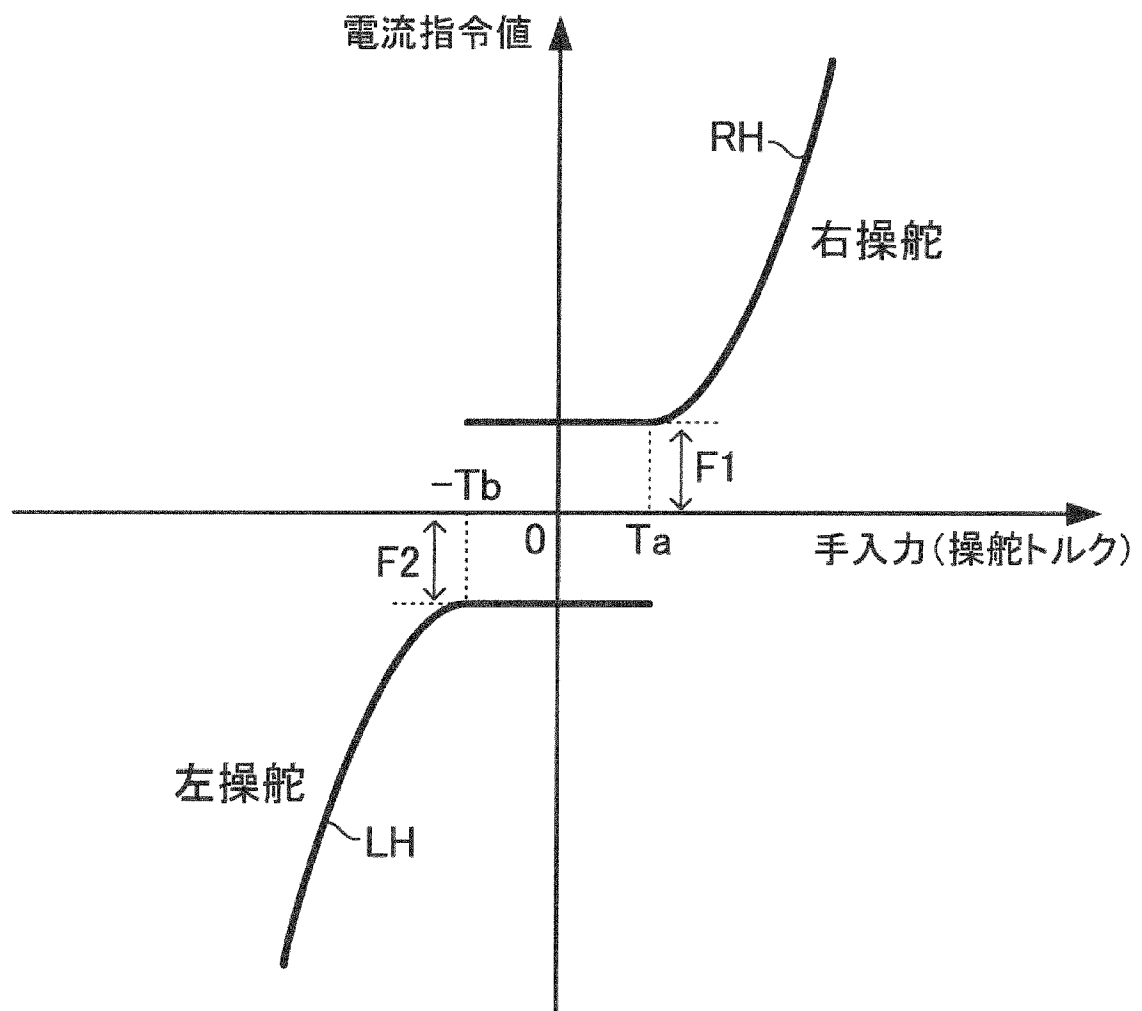
[図11]



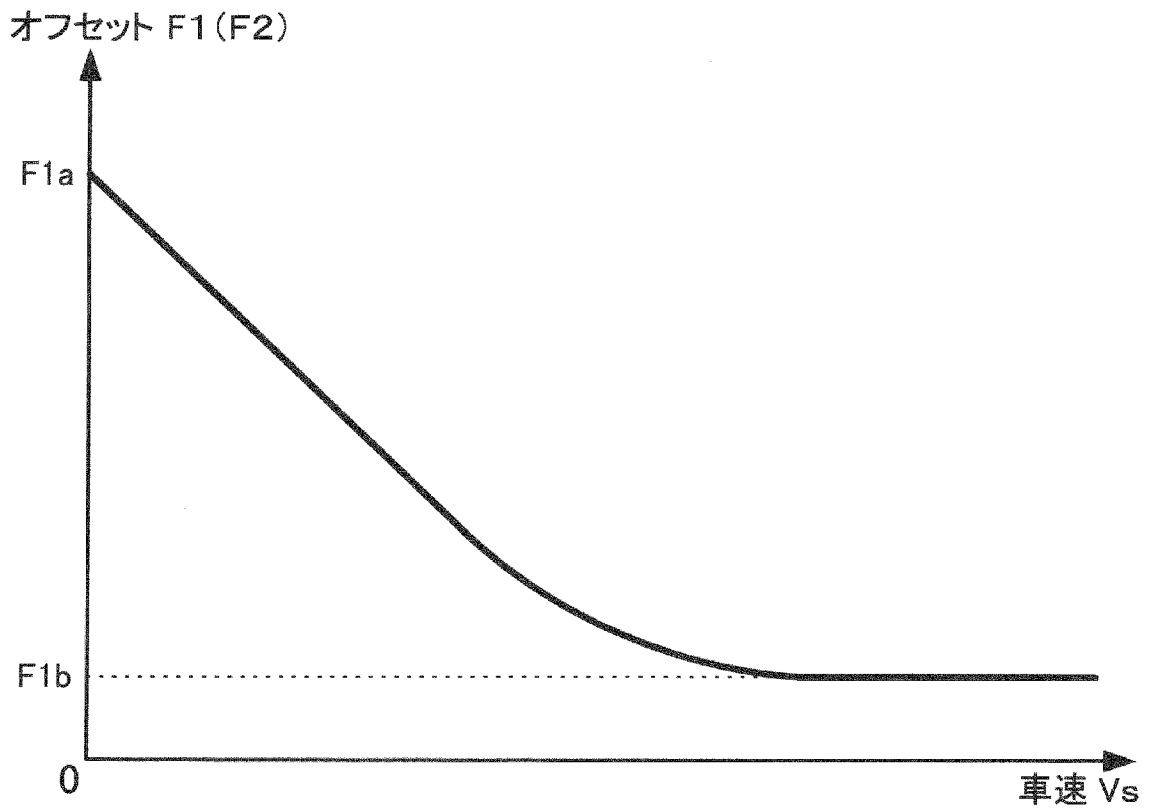
[図12]



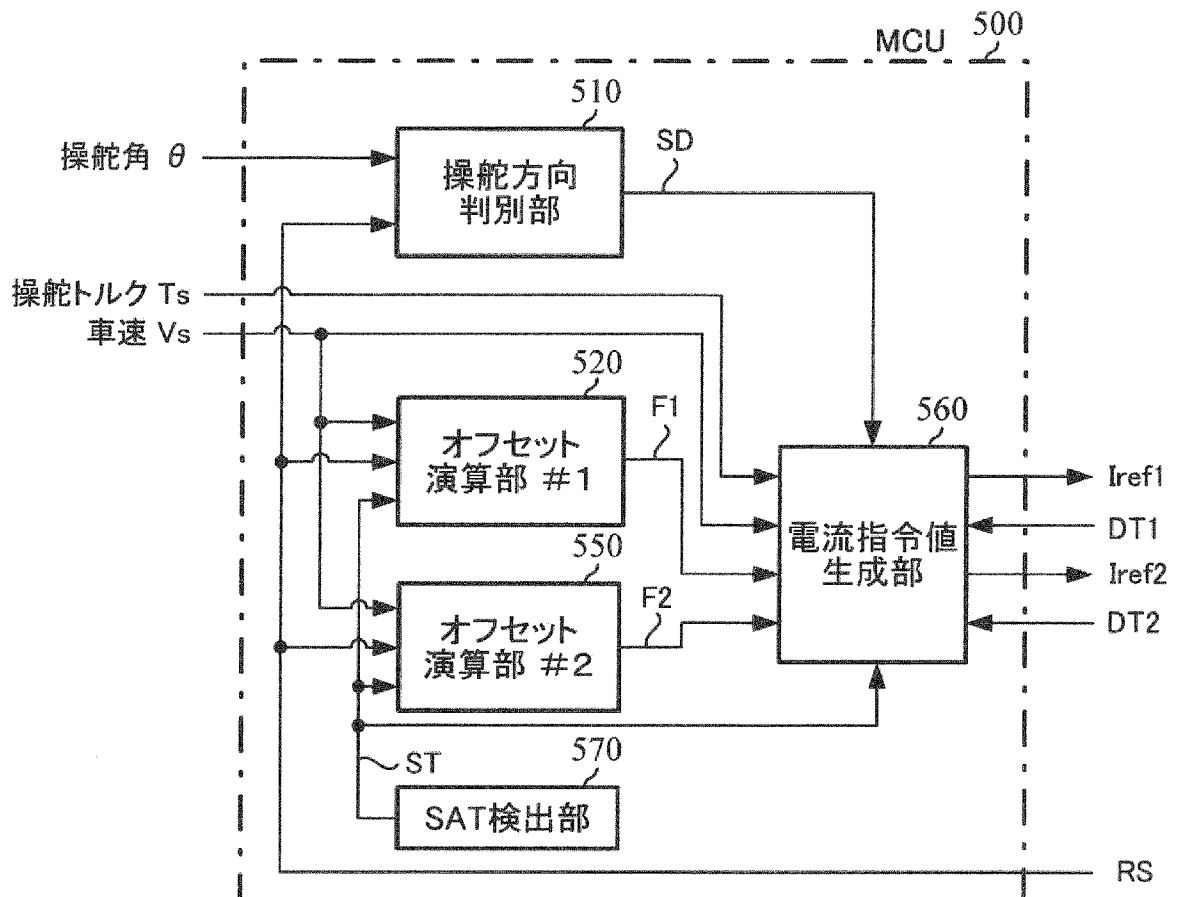
[図13]



[図14]



[図15]



オフセット演算部 520

521 直進判定部

522 オフセットゲイン

523 リセットゲイン

524 オフセット初期値

525 リミッタ

526a 526b 526

527 Z^{-1}

528 -1

529 $\times$

530 $+$

531 $+$

Flg

OG

MR

RG

V_s

R_s

ST

$F1$

直進判定部 521

Inputs: V_s , RS , ST

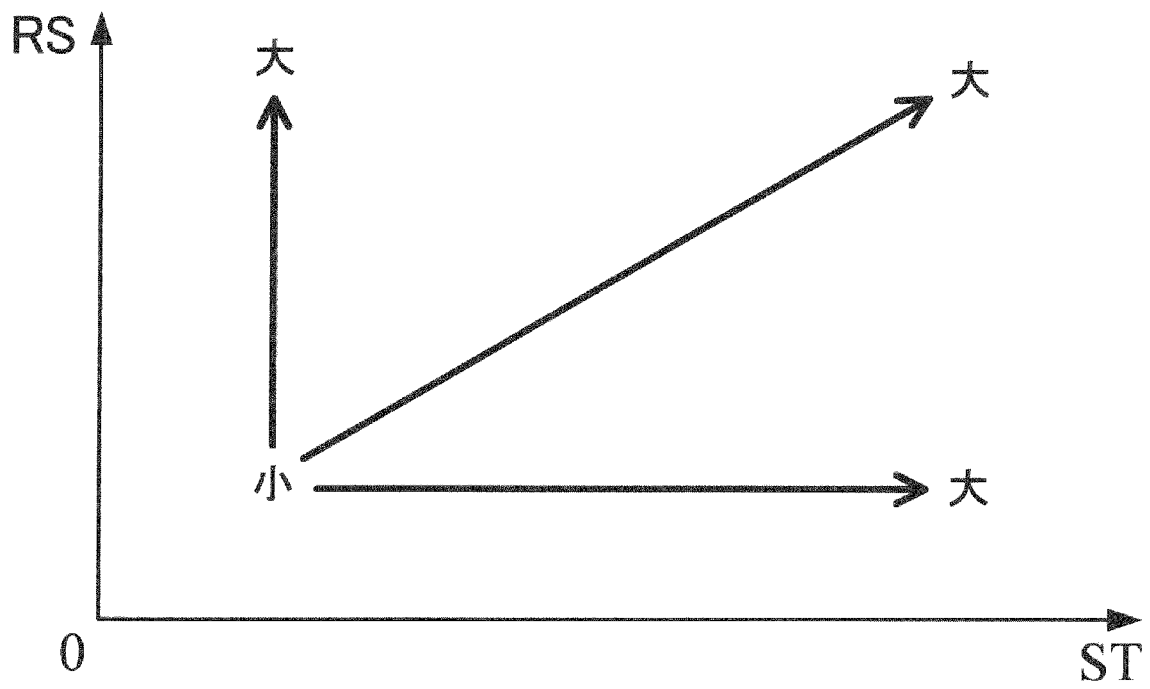
Thresholds: V_{th} (543), RS_{th} (544), ST_{th} (545)

Processing blocks:

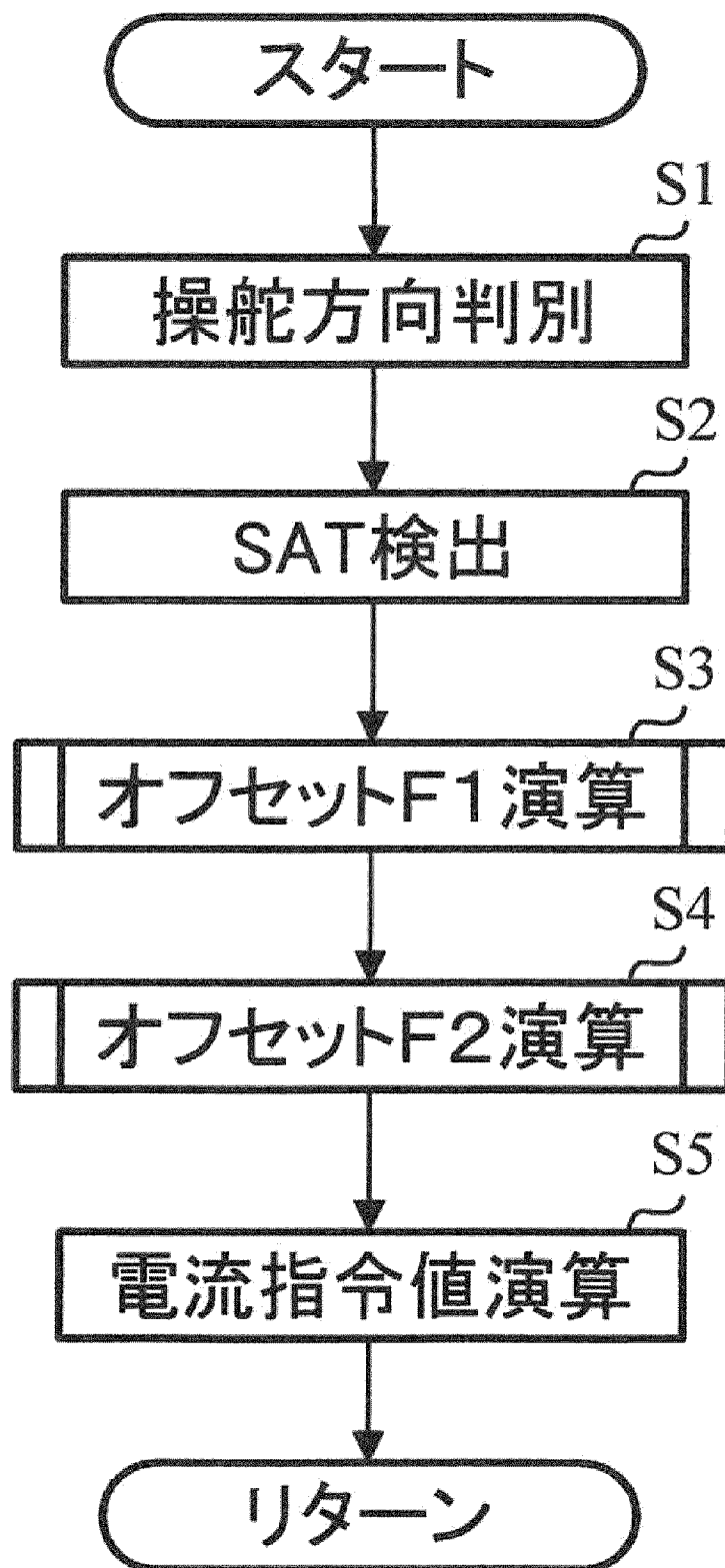
- 比較部 (541) for V_s and V_{th}
- 絶対値 (542) for RS
- 比較部 (542) for RS and RS_{th}
- 絶対値 (543) for ST
- 比較部 (543) for ST and ST_{th}
- 判定部 (544) receiving inputs from the three comparators
- 計時カウンタ (546) receiving YES signal from the judgment section
- 比較部 (547) receiving Cnt from the counter and C1
- 判定信号出力部 (548) receiving NS and the output of comparator 547

Outputs: Flg

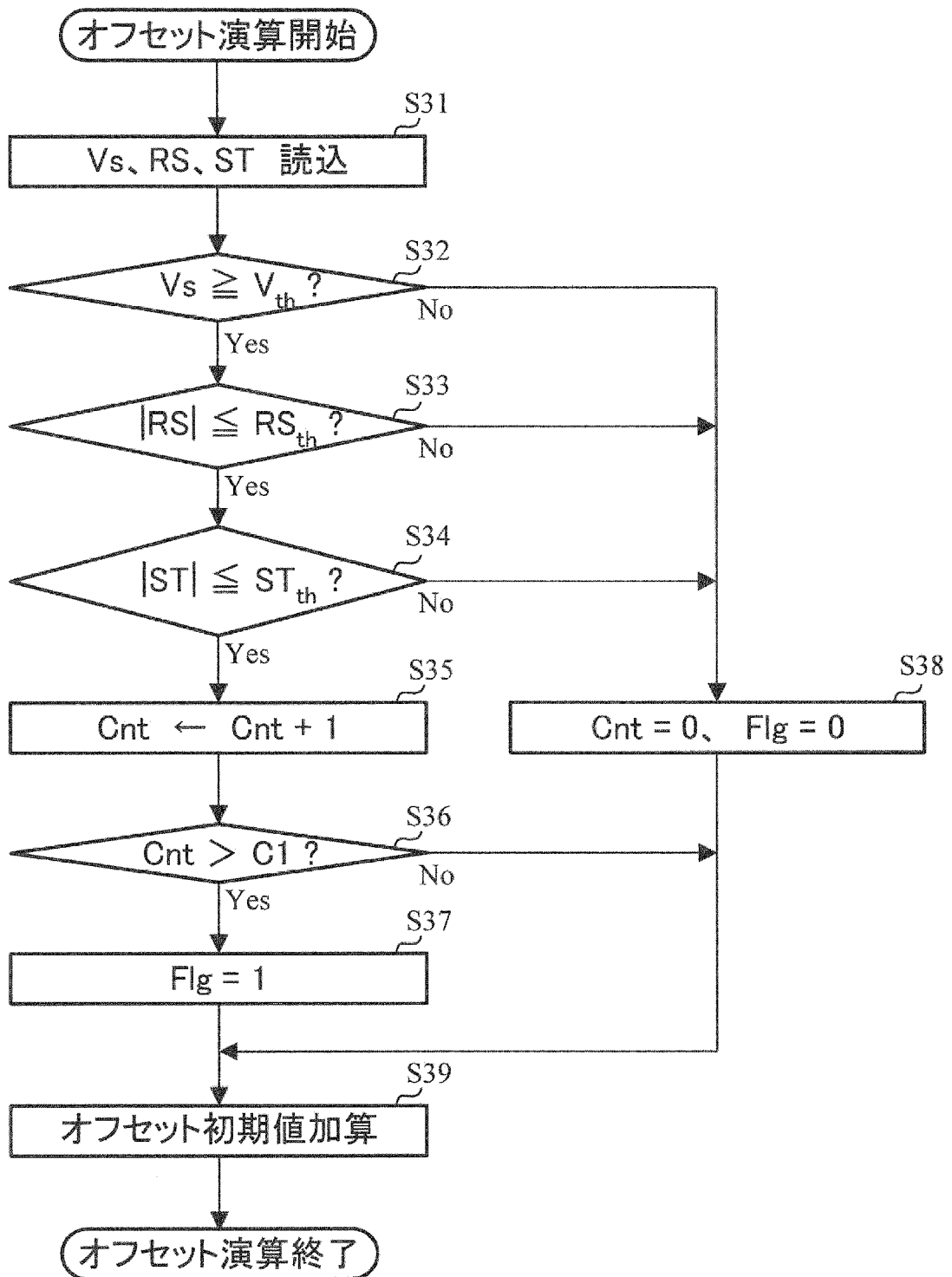
[図19]



[図20]

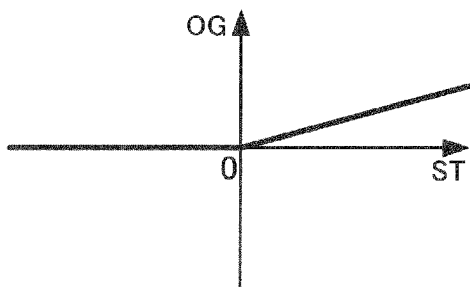


[図21]

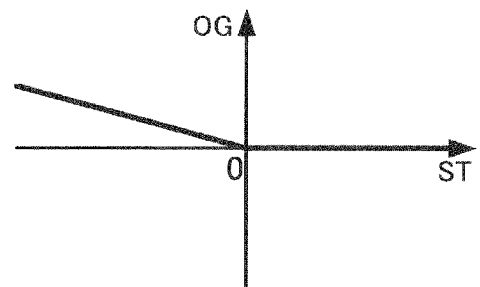


[図22]

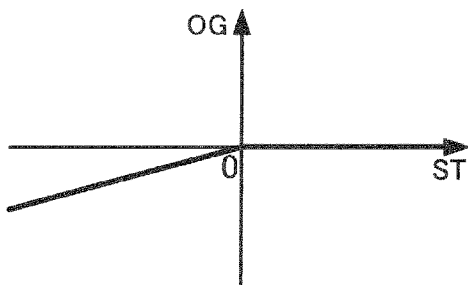
(A)



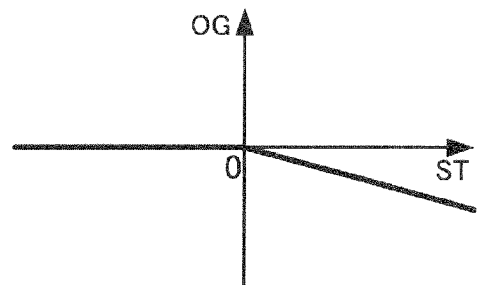
(B)



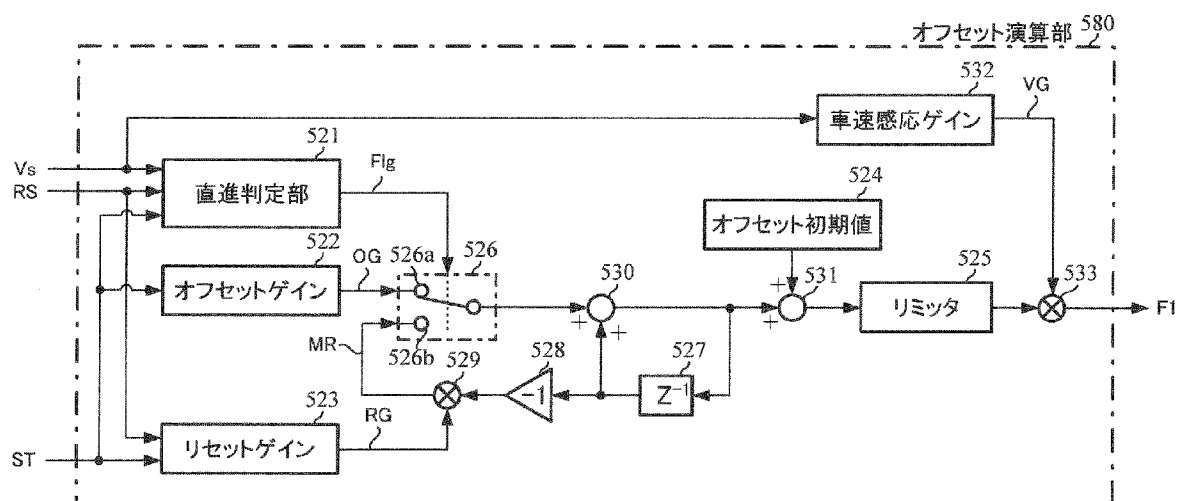
(C)



(D)

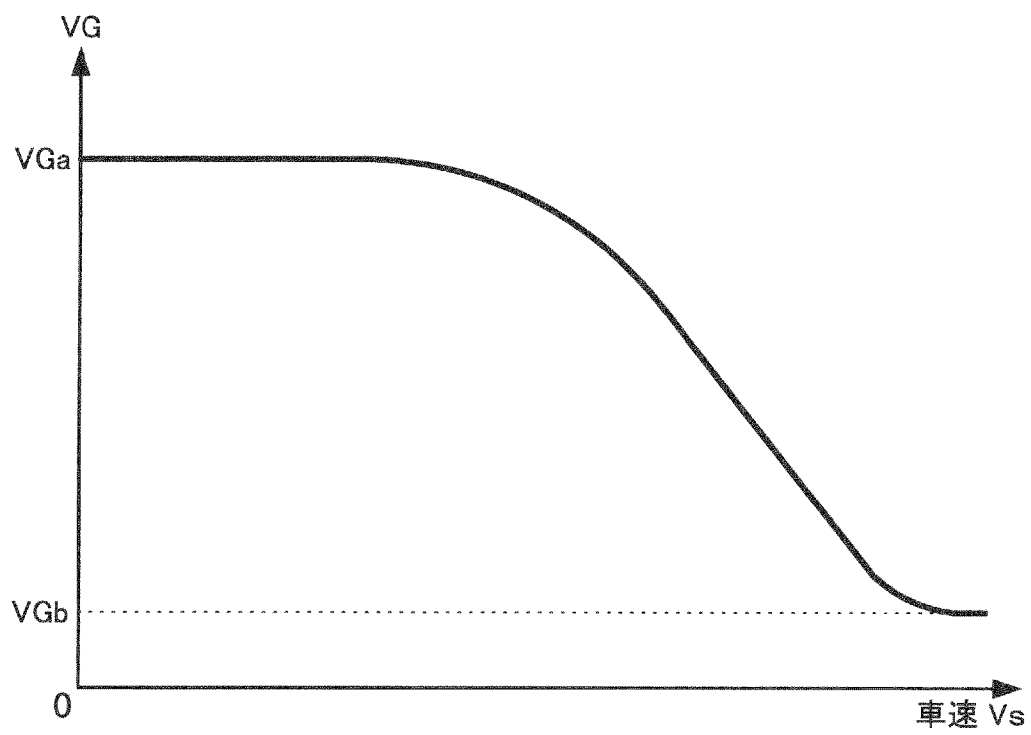


[図23]

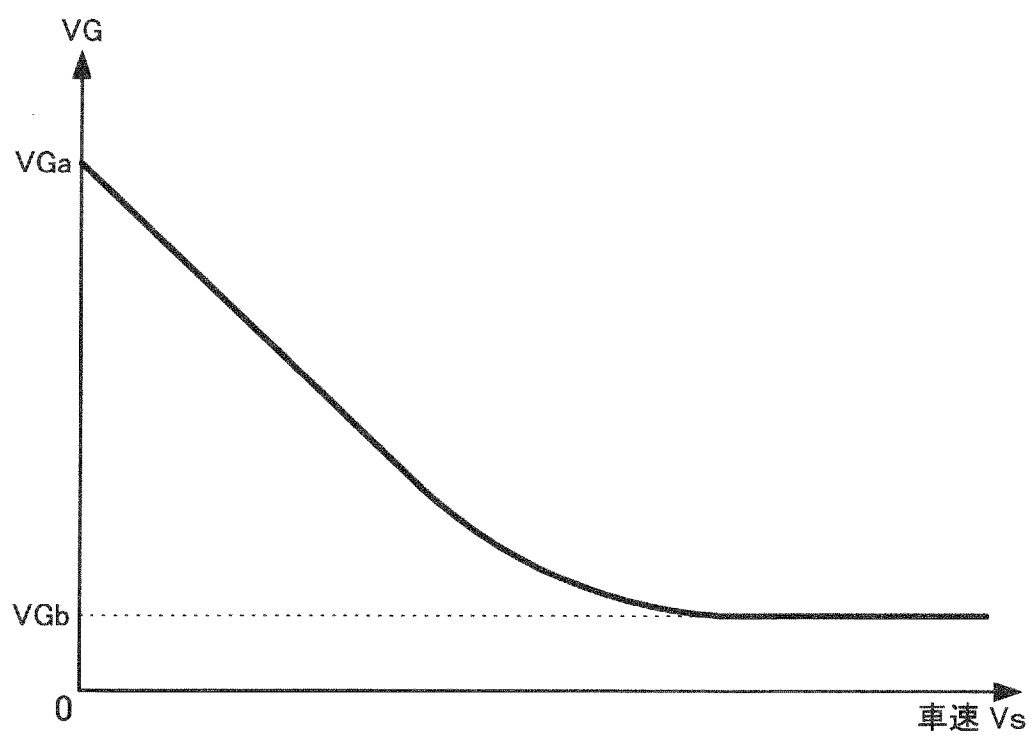


[図24]

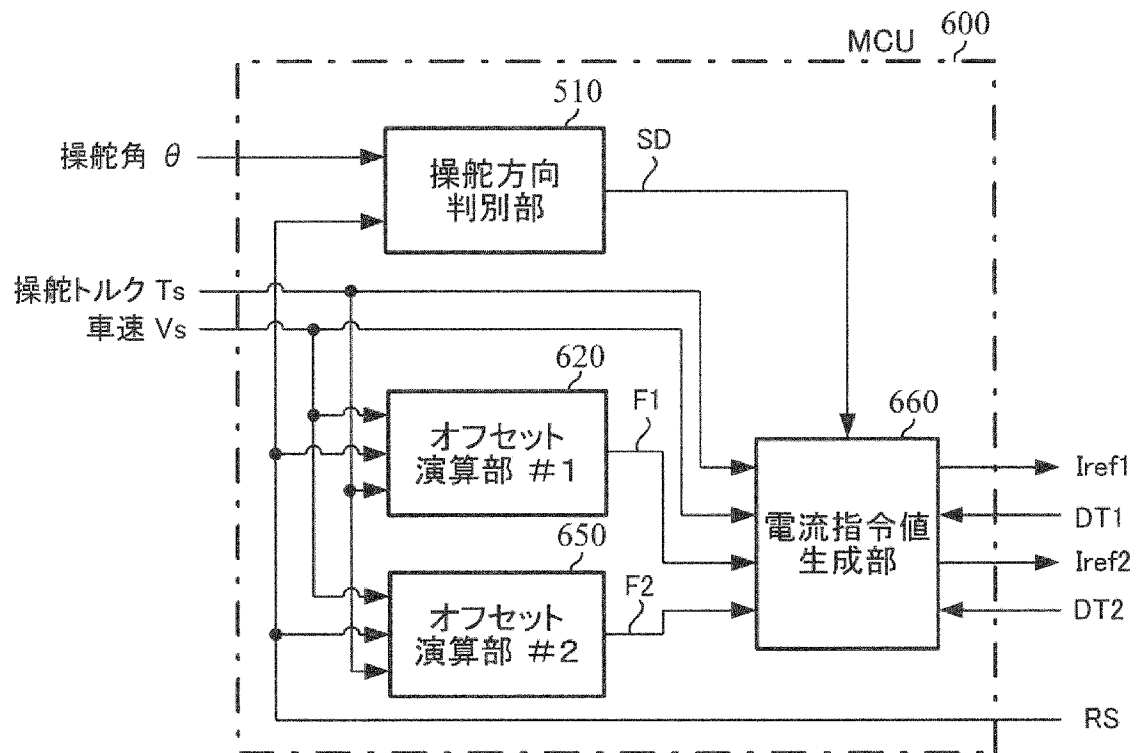
(A)



(B)

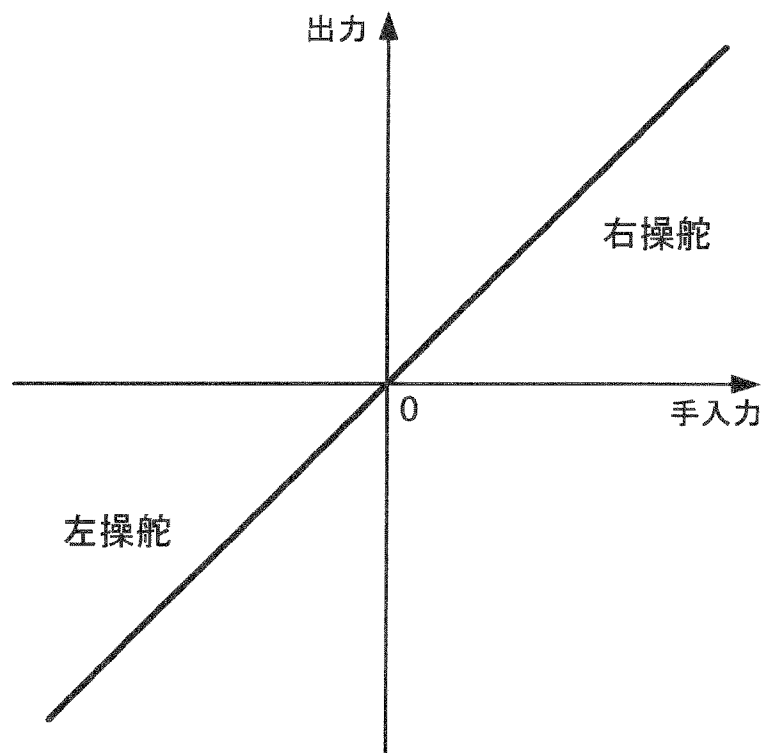


[図25]

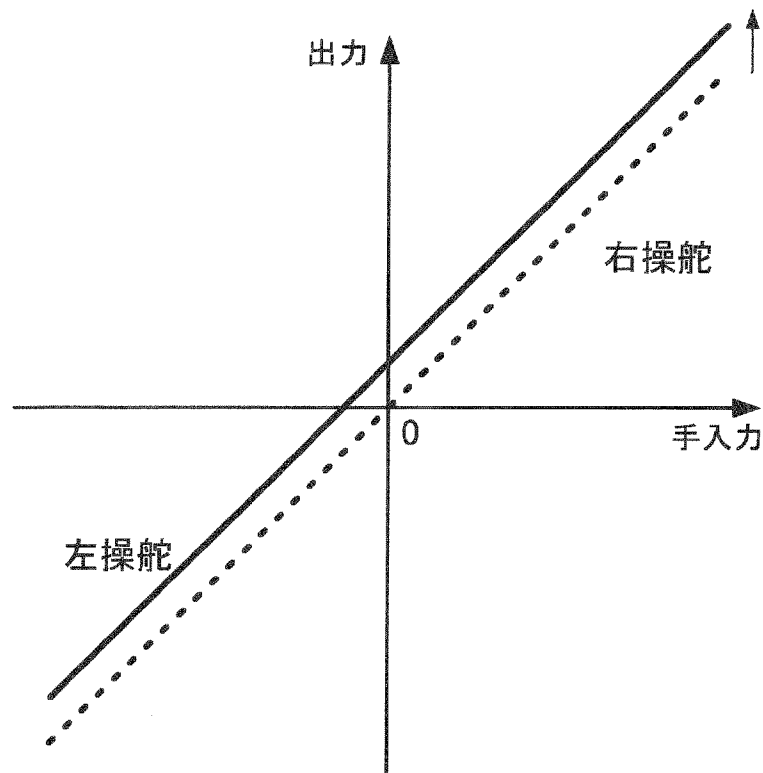


[図26]

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(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, B62D101/00, 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	1996-2016
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 2014-201198 A (Toyota Motor Corp.), 27 October 2014 (27.10.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP 2014-176215 A (NSK Ltd.), 22 September 2014 (22.09.2014), entire text; all drawings & WO 2014/136166 A1 & CN 104205616 A	1-23
A	JP 2004-001643 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 January 2004 (08.01.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-23

☒ 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
17 March 2016 (17.03.16)

Date of mailing of the international search report
29 March 2016 (29.03.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086182

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/0032696 A1 (Phillips Edward H.), 16 February 2006 (16.02.2006), entire text; all drawings & WO 2006/023469 A2	1-23

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, 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（IPC））

Int.Cl. B62D6/00, B62D5/04, B62D101/00, 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	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 2014-201198 A（トヨタ自動車株式会社）2014.10.27, 全文、全図（ファミリーなし）	1-23
A	JP 2014-176215 A（日本精工株式会社）2014.09.22, 全文、全図 & WO 2014/136166 A1 & CN 104205616 A	1-23
A	JP 2004-001643 A（三菱電機株式会社）2004.01.08, 全文、全図（ファミリーなし）	1-23

☒ 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

17.03.2016

国際調査報告の発送日

29.03.2016

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

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
A	US 2006/0032696 A1 (Phillips Edward H.) 2006.02.16, 全文、全 図 & WO 2006/023469 A2	1-23